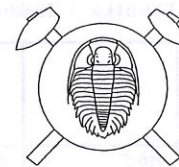


Mineralizace Cu-Ag-V-Hg v melafyru ze Studence u Jilemnice (Podkrkonoší)



Cu-Ag-V mineralization in melaphyre from Studenec near Jilemnice (foothills of the Giant Mts., Czech Republic) (English summary)

(3 obr. v textu, 2 tabule)

IVAN VAVŘÍN - JIŘÍ FRÝDA

Český geologický ústav, Klárov 3, 118 21 Praha 1

Měděná mineralizace melafyru je tvořena převážně mědí, doprovázenou kupritem, chryzokolem a malachitem. Stříbro, amalgam stříbra (kongsbergit) spolu s vanadovými nerosty vésgniéitem a Cu-V-silikátem jsou zastoupeny v akcesorickém množství. Měděná mineralizace se vyskytuje výhradně v alterovaných částech melafyru, výrazně ochuzených o Fe, Mg, Ca a slabě obohacených K a Na. Měď obsahuje pouze slabou příměs Hg, stříbro je charakteristické příměsí Hg a Cu. Při oxidaci mědi na kuprit se Hg uvolnila a dala vznik amalgamu stříbra. Různé typy kupritů jsou velmi čisté, bez příměsí As a V. Primárním zdrojem vanadu pro vznik vésgniéitu byl silikát s mědí a se zvýšeným obsahem vanadu do 3 % V_2O_5 . Minerální sukcese odpovídá růstu parciálního tlaku kyslíku a nízkého parciálního tlaku síry.

Klíčová slova: podkrkonošská pánev, melafyrová formace, hydrotermální mineralizace Cu-Ag-V-Hg

Úvod

V roce 1992 bylo v materiálu z melafyrového lomu u Studence (6 km jiv. od Jilemnice) nalezeno ryzí stříbro a amalgam stříbra (kongsbergit) spolu s vanadovými nerosty vésgniéitem a Cu-V-silikátem. Tyto minerály tvoří akcesorickou součást měděné mineralizace melafyrů, reprezentované ryzí mědí, kupritem, chryzokolem a malachitem. Minerály melafyrové mědnaté asociace jsou typickou mineralizací podkrkonošského permu a permu vnitrosudetské pánve (Bernard et al. 1981, Hošek 1964 aj.). Mezi klasické lokality patří okolí Lomnice nad Popelkou (Paděra - Johan 1957), kde byly kromě ryzí mědi, minerálů mědi a stříbra zjištěny zvýšené obsahy vanadu, vázané na kuprit a vésgniéit (Johan 1960). Výskyty mědnaté asociace jsou též známy od Roškopova (Sattran 1963) a z okolí Nové Paky (Tuček 1973). Vésgniéit a vzácný vanadát volborthit spolu s ryzí mědí a měděnými minerály byl nedávno nalezen ve Studenci (Moravec - Pauliš 1990, Pauliš 1993) a minerály mědnaté asociace s tirolitem byly popsány z Doubravice u Jičína (Pauliš - Moravec 1990). Z této lokality byl již dříve uváděn nález achátu s keříky ryzí mědi (Tuček 1973).

Metodika

Zrna mědi, kupritu, stříbra a kongsbergitu byla analyzována (kvantita Cu, Ag a Hg) s použitím vlnově-disperzního spektrometru Microspec (20k V, 30 nA, doba měření 100 s). Silikát Cu-V byl analyzován použitím energiově-disperzního detektoru (LINK eXL, 15 kV, 3 nA, doba měření 80 s). Změna chemismu horniny, způsobená alterací provázející Cu-zrudnění, byla

studována následujícím postupem: naleštěný povrch vzorku zachycující nezměněný melafyr, alterovanou zónu a melafyr se silným Cu-zrudněním byl analyzován s pomocí systému LINK eXL na energiově disperzním detektoru. V každé zóně byla analyzována plocha okolo 2 cm² (30 analýz z plochy 2x3 mm). Naměřené hodnoty byly korigovány standardním korekčním ZAF 4. Předpokladem tohoto korekčního postupu je rovnoměrné zastoupení všech atomů v analyzovaném objemu. Tento předpoklad nebyl při našem postupu splněn, avšak nepřesnost tímto vzniklá je zanedbatelná vzhledem k rozdílům mezi jednotlivými analýzami.

Popis minerálních fází

Ryzí měď

Ryzí měď se vyskytuje ve dvojí formě, jednak vyplňuje dutinky po plynech v mandlovcovém melafyru, kde vytváří kulovité útvary o velikosti do 5 mm a méně často nepravidelné drátovité útvary. Agregáty mědi jsou vždy po obvodu lemovány a v různém stupni zatlačovány kupritem. Některé dutinky jsou kromě mědi a kupritu též zčásti vyplněny chryzokolem a malachitem.

Dále měď vytváří impregnace různé zrnitosti v alterovaném melafyru, kde se vyskytuje v podobě hustě vtroušených laločnatých až kostrovitých zrn o velikosti 0,1-2 mm. Často vytváří nepravidelné výplně mezi lištovitými krystalky plagioklasu. Ryzí měď vždy těsně srůstá s kupritem a vzácně uzavírá mikroskopické inkluze ryzího stříbra. Chemismus ryzí mědi (tab. 1) je charakteristický příměsí Hg a nepřítomností Ag.

Tabulka 1. Elektronové mikroanalýzy (WDX) minerálů mědi a stříbra

			Ag	Cu	Hg	suma
			váhová procenta	váhová procenta	váhová procenta	počet analýz
měď	mandle	průměr rozsah	<0,01 <0,01	99,75 99,6-99,9	0,27 0,18-0,35	100,02 9
	základní hmota	průměr rozsah	<0,01 0,00-0,04	99,65 99,3-99,9	0,20 0,18-0,22	99,85 6
kuprit	mandle	průměr rozsah	<0,01 <0,01	88,6 88,4-88,9	<0,01 <0,01	88,6 3
	základní hmota	průměr rozsah	<0,01 0,00-0,03	88,4 88,0-88,8	0,19 0,08-0,31	88,59 5
stříbro	mandle	průměr rozsah	97,20 96,8-97,9	1,31 1,19-1,61	0,98 0,74-1,09	99,49 6
amalgam Ag	mandle	průměr rozsah	90,51 90,2-91,2	0,87 0,45-1,29	8,37 7,51-9,31	99,75 5

Ryzí stříbro

Ryzí stříbro bylo nalezeno v akcesorickém množství v podobě mikroskopických zrn (velikost do 80 μm), zarostlých nejčastěji v ryzí mědi a též v kupritu. Ojedinele byly nalezeny makroskopicky patrné tenké plíšky o velikosti do 0,5 mm na puklině melafyru s impregnací mědi, doprovázené kupritem, chryzokolem a disperzemi oxidů a hydroxidů železa. Charakteristickým rysem ryzího stříbra jsou zvýšené obsahy Hg a Cu (tab. 1).

Amalgam Ag (kongsbergit)

Amalgam Ag (kongsbergit) byl nalezen ojedinele v dutince alterovaného melafyrového mandlovce v podobě drobných krystalků na kolomorfním agregátu chryzokolu spolu s malachitem a drobnými zrny kupritu. Stříbrně bílé, hnědě nabíhající krystalky amalgamu o velikosti do 0,2 mm jsou převážně idiomorfně krystalograficky omezeny. Na krystalcích převládá čtyřia-dvacetistěn deltoidický {211} s podřízeně zastoupeným rombickým dodekaedrem {110}, vzácněji převládá na krystalcích {110} nad {211} (tab. I). Variace chemismu amalgamu Ag je uvedena v tab. 1.

Kuprit

Kuprit se vyskytuje v podobě masivních agregátů, vzácněji též krystalovaný a v podobě mikroskopických impregnací. Masivní čokkovité až oválné agregáty kupritu, z větší části vzniklé vyplněním dutinek v mandlovcovém melafyru, dosahují velikosti do 15 mm. Méně často vytváří masivní kuprit tenké povlaky na puklinách. Velmi jemnozrný, vzácněji až středně zrnitý kuprit tmavě šedohnědé až hnědočervené barvy je lokálně částečně průsvitný s rudými vnitřními reflexy a se silným skelným až polokovovým leskem. Velké agregáty kupritu často obsahují vtoušenou mikroskopickou měď v podobě rozptýlených angulárních zrn o velikosti 0,0X-0,1 mm. Mikroskopický kuprit

vždy doprovází impregnace ryzí mědi v podobě nepravidelných laločnatých zrn a často ji v různém stupni zatlačuje.

Krystalovaný jehličkovitý kuprit - chalkotrichit vyplňuje zčásti či úplně dutinky po plynech v mandlovcovém melafyru v podobě jasně červených agregátů jehličkovitých krystalků o tloušťce 1-5 μm . Méně často byly zjištěny dlouze sloupečkovité až jehličkovité krystalky dokonale krystalograficky omezené tloušťky 3-15 μm , představující různoměrně vyvinuté krychličky.

Vzácně spolu srůstají podle (100) v pravoúhlých srostlicích a ojedinele v křížových prorstlicích (tab. I). Kuprit též vytváří tmavě hnědočervené oktaedrické krystalky o velikosti 0,1-0,3 mm, vzácně v kombinaci s {110}. Oktaedry kupritu vzácně polysynteticky srůstají podle (110) a vytvářejí sloupečkovité krystalky kosočtvercového průřezu s terminálním zapuklým dvojploším, které vzniklo růstem ve směru [111] a zastavením růstu ve směru [110]. Tyto sloupečkovité krystalky jsou rýhované podle průběhu hran oktaedru (tab. II). Na oktaedrické krystalky nasedá mladší jehličkovitá forma kupritu - chalkotrichit. Kuprit (tab. 1) je charakterizován značnou čistotou, což platí pro všechny typy agregátů a krystalů. Pouze kuprit z mikroskopických impregnací v melafyru obsahuje příměs rtuti 0,2 %. V kupritech nebyla zjištěna příměs arzenu a vanadu, přestože existují údaje o kupritech z obdobných lokalit se zvýšenými obsahy vanadu (Johan 1960) a arzenu (Pauliš - Moravec 1990).

Malachit

Malachit byl identifikován na základě rtg. práškových dat a vyplňuje zčásti dutinky po plynech v melafyrovém mandlovci v podobě kolomorfních povlaků a kůr světle zelené až trávově zelené barvy s koncentricky zonální strukturou. Vzácněji byly zjištěny kulovité agregáty malachitu s radiálně paprscitou strukturou milimetrových rozměrů, v různém stupni zatlačované chryzokolem až po celistvý chryzokol s reliktly malachitových agregátů. Ojedinele vytváří malachit tence jehličkovité krystalky (tloušťky do 4 μm) na povrchu chryzokolových kor, často hustě propletené v agregátech plstnatého vzhledu.

Goethit

Goethit byl vzácně zjištěn v drobných křemenných geodách v podobě tmavohnědých polokulovitých agregátů o velikosti do 0,1 mm, nasedajících na krystalky křemene. Na příčném lomu mají goethitové agregáty patrnou radiálně paprscitou strukturu.

Hematit

Hematit byl ojediněle nalezen krystalovaný na křemenu v podobě izometrických drúzových agregátů hnědočervené barvy o velikosti do 0,1 mm. Agregáty jsou tvořeny hypidiomorfními tence destičkovitými krystalky, zčásti hvězdicovitě uspořádanými.

Cu-V-silikát

V alterovaném melafyrovém mandlovcí byly vzácně nalezeny dutinky 1-3 mm v průměru, vyplněné velmi jemnozrnnou hmotou černé barvy, lokálně s jemně šupinkovitou mikrotexturou, typickou pro slídové minerály. Černá hmota se vyskytuje s chryzokolem v podobě nepravidelných, zčásti až laločnatě omezených zrn tmavě zelenomodré barvy o velikosti 0,1 mm a vzácně i ryzí měď stejné velikosti s kupritovými povlaky. Mapy distribuce křemíku, mědi a vanadu, pořízené pomocí elektronové mikrosondy, prokázaly homogenitu černé hmoty do úrovně 1 μm . Pokud není studovaná hmota reprezentována jedinou minerální fází, ale směsí různých fází, pak velikost jednotlivých minerálních fází musí být menší než 1 μm . Byl pořízen rovněž práškový rtg. difraktogram černé hmoty, který poskytl pouze několik difrakcí (tab. 2). Malý počet difrakcí je pravděpodobně způsoben nízkým stupněm krystality Cu-V-silikátu nebo značnou absorpcí difrakto-

Tabulka 2. Rentgenová prášková data Cu-V silikátu
Difraktogram DRON 3 CuKa záření, režim step - scanning 0,1° 2 θ /1 s, roscoelit JCPDS (10 - 0496)

Cu - V silikát		roscoelit	
d (nm)	I/I ₀	d (nm)	I/I ₀
1,33003	92		
0,99052	100	0,9990	100
0,85809	68		
0,63114	55		
0,48915	54	0,5007	30
0,45026	71	0,4541	80
		0,4390	10
		0,4129	10
		0,3908	30
		0,3660	50
0,33091	64	0,3349	80
0,30193	53	0,3110	50
		0,2901	40
		0,2700	30
0,25715	47	0,2601	80
		0,2419	50
		0,2281	30
		0,2210	30
0,21252	46	0,2160	50
0,19505	31	0,2000	50

Tabulka 3. Elektronové mikroanalýzy (EDX) Cu-V silikátu (73 analýz)

Cu -V silikát	průměr	minimum	maximum
	váhová procenta	váhová procenta	váhová procenta
SiO ₂	48,86	38,75	54,13
TiO ₂	0,08	0,00	0,44
Al ₂ O ₃	6,83	4,57	8,53
FeO	9,72	5,46	14,00
MgO	4,68	3,71	6,11
MnO	0,07	0,00	0,21
CaO	0,31	0,16	0,49
Na ₂ O	1,71	0,00	7,08
K ₂ O	6,85	4,99	8,55
CuO	12,43	5,91	18,99
V ₂ O ₅	1,99	0,92	2,95
suma	93,53	87,15	95,82

Tabulka 4. Korelační matice prvků Cu-V silikátu (73 analýz). Hodnoty korelačních koeficientů svědčící pro silnější korelaci jsou vtištěny tučně

	Si	Ti	Al	Fe	Mg	Mn	Ca	Na	K	Cu	V
Si	1.000										
Ti	0.123	1.000									
Al	0.128	0.013	1.000								
Fe	0.152	0.028	-0.903	1.000							
Mg	0.255	0.052	-0.770	0.917	1.000						
Mn	0.140	0.127	0.083	-0.016	0.023	1.000					
Ca	0.100	-0.041	0.235	-0.302	-0.290	0.068	1.000				
Na	-0.837	-0.123	-0.375	0.179	0.128	-0.066	-0.273	1.000			
K	-0.437	0.102	-0.650	0.607	0.477	0.129	-0.341	0.661	1.000		
Cu	0.333	-0.034	0.800	-0.811	-0.731	-0.012	0.384	-0.549	-0.837	1.000	
V	-0.017	0.050	0.941	-0.872	-0.784	0.099	0.187	-0.225	-0.427	0.689	1.000

vaného rtg. záření chryzokolem, který vzhledem k velikosti zrn černé hmoty nemohl být dokonale odstraněn.

Chemismus černé hmoty byl dále studován pomocí energiově-disperzního analyzátoru. Hlavními prvky tvořícími černou hmotu jsou v Si, Cu, Al, Fe, Mg, Na, K a V a koncentrace těchto prvků je značně proměnlivá (tab. 3). Vztahy mezi jednotlivými prvky jsou vyjádřeny korelační maticí (tab. 4). Nejsilnějšími korelacemi jsou pozitivní korelace mezi Al a V a mezi Fe a Mg, dále negativní korelace mezi Al a Fe a mezi V a Fe (obr. 2). Vyhodnocení rtg. difraktogramu vykazovalo určitou podobnost tohoto záznamu s daty pro roscoelit (vanadový analog muskovitu). Z tohoto důvodu byly analýzy propočteny na 22 kyslíků (vanad jako V³⁺ a železo a měď jako Fe²⁺ a Cu²⁺). Měď je zde považována za dvojnásobnou, tak, jak je to známo z jejích substitucí ve slídách (Shell - Ivey 1969). Zajímavou skutečností je značně konstantní počet atomů Si, který se rovná hodnotě 7,46(17) na 22 atomů kyslíku. Rovněž suma dvojnásobných kationtů (tj. Fe, Mg, Mn, Cu), přestože jejich individuální koncentrace jsou značně proměnlivé (tab. 3), je značně konstantní a rovná se hodnotě 3,75(19). Další zajímavou skutečností je konstantnost hodnoty poměru Si/(Mg + Fe + Mn + Cu), která se rovná 2,0(1). Výše uvedené skutečnosti (konstantnost sum a poměrů některých prvků, částečně rtg. difrakční data) svědčí spíše pro vysvětlení, že černá hmota je jedinou minerální fází (pravděpodobně fylosilikát s Cu a V) než směsí různých fází. Nicméně žádná z dostupných metod

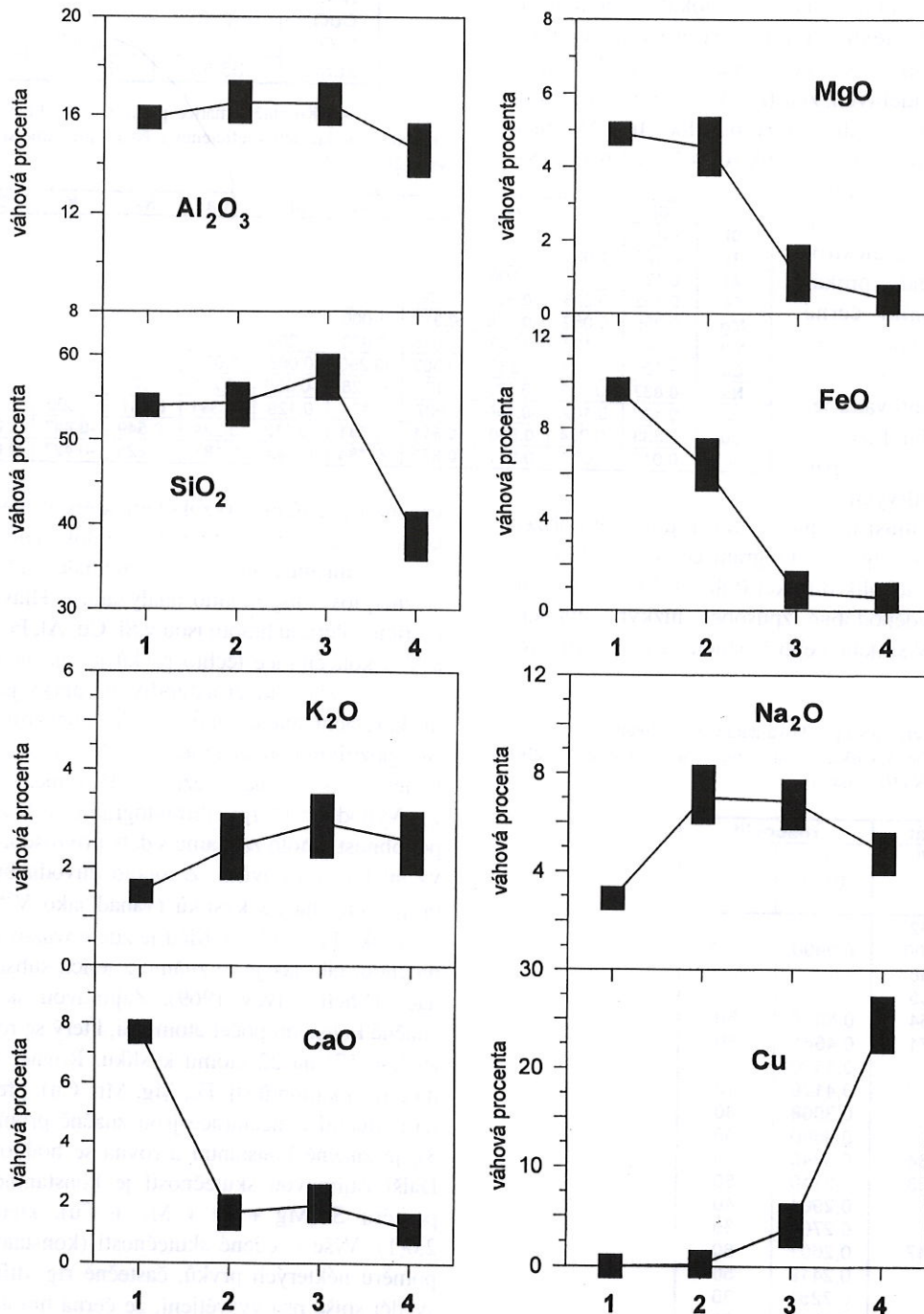
neposkytla jednoznačný důkaz, že černá hmota je tvořena pouze jednou minerální fází.

Chryzokol

Chryzokol náleží mezi nejhojnější sekundární minerály mědi. Vyskytuje se v podobě celistvých agregátů světle šedomodré až tmavě zelenavě modré, zčásti až modrozelené barvy, které částečně nebo úplně vyplňují dutinky po plynech v melafyrovém mandlovcí a dosahují milimetrových rozměrů (vzácně až 1,5 cm). V

částečně vyplněných dutinkách má chryzokol typicky kolomorfní vývoj a vytváří agregáty s jemně ledvinitým až hroznovitým povrchem, ojediněle i krápníčkovité útvary. Vzácně mají chryzokolové výplně dutinek koncentricky zonální stavbu. Méně často vytváří chryzokol tenké žilky na puklinách o mocnosti do 2 mm, často spolu s bílým hrubozrnným kalcitem.

Agregáty chryzokolu v některých případech uzavírají drobná zrna kupritu, ryzí mědi, malachitu, křemene, kalcitu, případně jemné disperze oxidů mědi (tenorit?) a manganu, které způsobují jeho tmavě šedé



Obr. 1. Grafické znázornění změn chemismu melafyru způsobených hydrotermální alterací. Elektronové mikroanalýzy (EDS) nealterovaného melafyru (1), melafyru na kontaktu s alterovanou zónou (2), alterované zóny (3) a zrudněného melafyru (4)

až černé zbarvení. V chemismu chryzokolu se často projevuje příměs Al, Ca a Mg do 0,1 %, obsahy Al dosahují ojediněle hodnot v X %.

Vésigniéit

Vésigniéit byl nalezen ve dvojí formě v soulase s literárními údaji (Moravec - Pauliš 1990) a byl identifikován pomocí mikrosondových analýz. Převážně se vyskytují tenké zelenavě žluté povlaky na puklinách melafyru i mimo rozsah Cu-mineralizace a též na puklinách šedobílých agregátů, tvořených směsí chalcodenu a karbonátu. V alterovaném melafyru v dutinkách s povlaky chryzokolu se vyskytla odlišná forma vésigniéitu tmavě olivově zelené barvy v podobě polokulovitých agregátů o velikosti 0,2-0,5 mm. V těchto dutinkách se vyskytl též jemně dispergovaný žlutavý vésigniéit v podobě krátce sloupečkovitých mikroskopických krystalků, často snopečkovitě srostlých, dosahujících délky do 30 μm (tab. II).

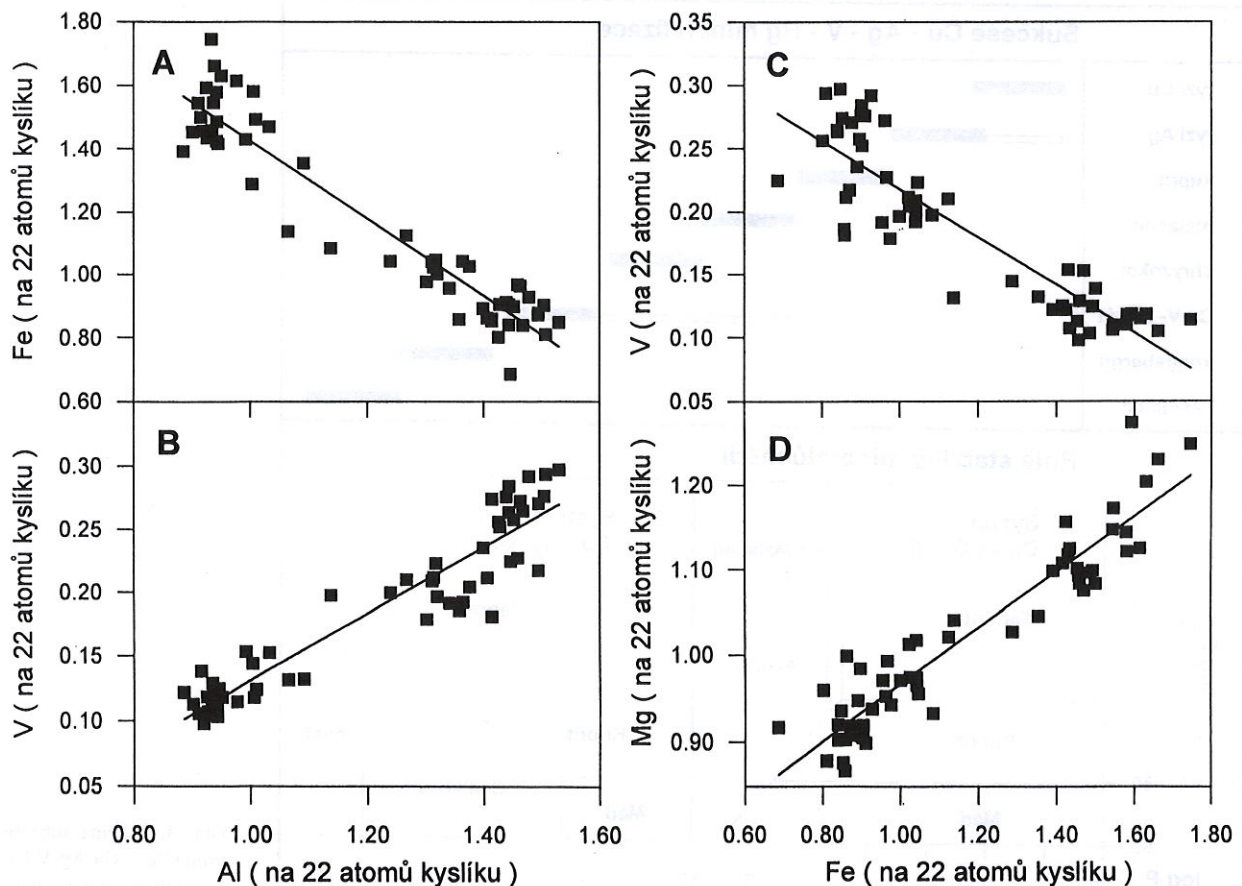
Poznámky k sukcesi a genezi

Mineralizace Cu-Ag-V-Hg je vázána na hydrotermálně alterované zóny v melafyrovém mandlovcí. Melafyrový mandlovec tmavě šedohnědé až červenohnědé barvy obsahuje hojné dutinky po plynech o velikosti

do 8 mm, výjimečně až 15 mm. Dutinky jsou nejčastěji vyplněny křemenem (šedý obecný křemen, záhněda, ametyst) ve formě zrnitých agregátů a drobných geod, méně hrubozrnným kalcitem a chloritem, který je nejstarším minerálem výplně. Nejmladší minerály geod, hematit a goethit, vytvářejí ojediněle jemně krystalické agregáty na krystalcích křemene.

Minerály Cu-asociace spolu se stříbrem se vyskytují v melafyrovém mandlovcí výhradně v hydrotermálně alterovaných částech, které vytvářejí ostře omezená čočkovitá až deskovitá tělesa, méně často až složitě laločnaté útvary i několikametrových rozměrů. Mají světle béžově hnědou barvu a jsou vázány na průběh puklin v hornině. Jemné disperze mědi a kupritu se zpravidla akumulují ve středních částech těles alterovaného melafyru a způsobují jejich jasně červenohnědé zbarvení. Čočkovité akumulace Cu-minerálů dosahují maximálně decimetrových velikostí.

Změny chemismu hornin způsobené alteračními procesy byly sledovány ve 4 zónách: v nealterovaném melafyru (1), v melafyru na kontaktu s alterovanou zónou (2), ve vyběleném melafyru (3) a v silně zrudněném melafyru (4). Analýzy (obr. 1) ukázaly, že nejméně ovlivněnými ze studovaných prvků jsou hliník a titan, které mají ve všech zónách prakticky stejnou koncentraci. Jednomocné prvky sodík a draslík jsou v alterovaném melafyru nabohaceny a dvojmocné



Obr. 2. Korelace vybraných prvků Cu-V silikátu A - negativní korelace Al-Fe; B - pozitivní korelace Al-V; C - negativní korelace Fe-V; D - pozitivní korelace Fe-Mg

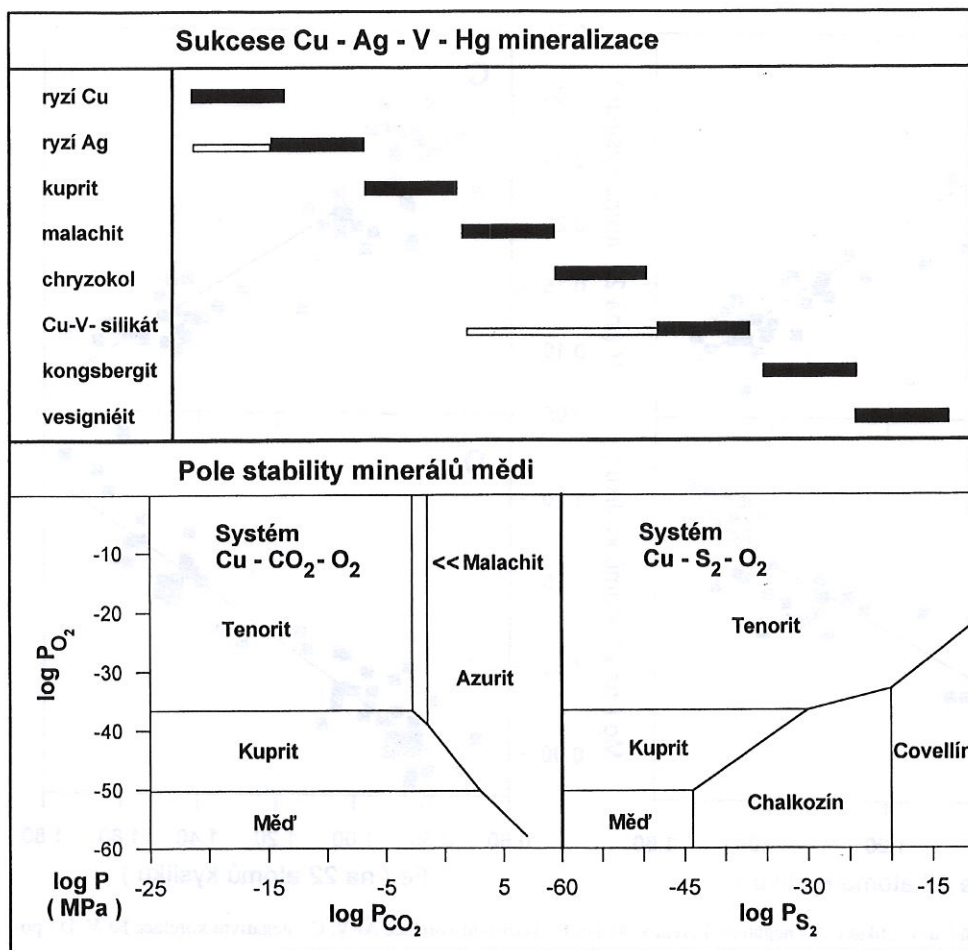
prvky hořčík, vápník a železo (železo je patrně přítomno i jako Fe^{3+}) jsou v alterované zóně značně obohaceny. Největší nabohacení vykazuje měď, která se vyskytuje převážně v kovové formě a její koncentrace v silně zrudněném melafyru dosahují v průměru okolo 24 váhových procent.

Měděné zrudnění je tedy doprovázeno výraznou alterací, která významně změnila chemismus melafyru. Kromě toho odnos části prvků způsobil i změnu fyzikálních vlastností alterovaného melafyru, hlavně zvýšení porózy a částečné vyluhování výplně mandlovcových dutinek. Vznikly tak příznivé podmínky pro lokalizaci Cu-zrudnění. Naším cílem bylo pouze charakterizovat alterace doprovázející Cu-zrudnění. Další studium těchto alterací (tj. studium zonality stopových prvků), které by pomohlo vytvořit model geneze tohoto zrudnění, přenecháváme osobám povolanejším, tedy ložiskovým geologům.

Podle vzájemných vztahů minerálů, zjištěných makroskopickým i mikroskopickým studiem, byla sestavena tabulka minerální sukcese (obr. 3). Ryzí měď spolu se stříbrem koexistují jako dvě nejstarší fáze mineralizace. Měď je výrazně zatlačována kupritem, který krystaloval v širším časovém období. Jeho jehličkovitá forma (chalkotrichit) je mladší než oktaedrické krystalky. Stříbro se zachovalo v ryzí formě i

při oxidaci mědi na kuprit. V následující fázi krystaloval malachit a po něm chryzokol. Kongsbergit krystaloval v pozdní fázi mineralizace na povrchu chryzokolového agregátu. Rtuť, nutná pro vznik kongsbergitu, byla pravděpodobně uvolněna oxidací ryzí mědi, která obsahuje 0,2-0,3 váhového procenta rtuti (tab. 1), na kuprit, který rtuť prakticky neobsahuje. Přesné zařazení Cu-V-silikátu není možné provést, vzhledem ke vzácnosti této fáze. Nejmladší vésigniét se vyskytl ve výplni puklinek v melafyru i mimo dosah měděné mineralizace. Zajímavou skutečností je nepřítomnost vanadu v kupritu, který byl staršími autory (Johan 1960, Moravec - Pauliš 1990) považován na obdobných lokalitách za zdroj vanadu pro mladší minerální fáze. Na studované lokalitě byl zdrojem vanadu pro vésigniét a vzácný volborthit pravděpodobně dosud nedokonale prostudovaný Cu-V-silikát.

Ze sukcese minerálů mědi je zřejmé, že mocnoství Cu rostlo z Cu^0 (ryzí měď) přes Cu^{1+} (kuprit) do Cu^{2+} (malachit, chryzokol a vésigniét). Důvodem této skutečnosti byl pravděpodobně růst parciálního tlaku kyslíku v mladších stádiích. Toto vysvětlení potvrzují data o stabilitách Cu-minerálů vzhledem k parciálnímu tlaku kyslíku (Garrels - Christ 1965) - obr. 3. Jelikož nejsou známy informace o teplotně tlakových podmínkách rudonosných fluid, jsou v obrázku pro ilustraci



Obr. 3. Schéma sukcese minerálů Cu-Ag-V-Hg mineralizace a pole stability minerálů mědi (M. Garrels - L. Christ 1965)

uvedeny hodnoty parciálního tlaku pro standardní podmínky ($T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $0,098\text{ MPa}$). Z obrázku je rovněž zřejmé, že parciální tlak síry musel být velice nízký, neboť nevznikly sirníky Cu a Ag. Parciální tlak oxidu uhličitého se pohyboval ve velice úzkých mezích (nepřítomnost azuritu a výskyt malachitu).

Poděkování. Náš dík patří především panu Václavu Kupkovi (Trutnov), který nám laskavě poskytl část studovaného materiálu a řadu cenných informací o lokalitě, kterou systematicky studuje řadu let. Dále děkujeme ing. Petru Ondrušovi (ČGÚ Praha) za pořízení rtg. difrakčního záznamu Cu-V-silikátu a za recenzi článku a mnoho podnětných připomínek prof. dr. Milanu Riedrovi (PřFUK Praha).

Předloženo 23. února 1995

Literatura

- Bernard, J. H. et al. (1981): Mineralogie Československa. - 2. vyd. Akademia, nakl. ČSAV Praha.
- Garrels, M. - Christ, L. (1965): Solutions, minerals and equilibria. - Harper and Row. New York. 365.
- Hošek, M. (1964): K výskytům Cu zrudnění v magmatitech Podkrkonoší. - Čas. Mineral. Geol., 9, 3, 261-266. Praha.
- Johan, Z. (1960): Kuprit s obsahem vanadia z Popelek u Lomnice nad Popelkou. - Acta Univ. Carol., Geol., 1, 51-59. Praha.
- Moravec, B. - Pauliš, P. (1990): Vesigniéit ze Studence u Jilemnice. - Čas. Mineral. Geol., 35, 4, 430. Praha.
- Paděra, K. - Johan, Z. (1957): Nález vanadičnanů v Čechách. - Čas. Mineral. Geol., 2, 187. Praha.
- Pauliš, P. (1993): Volborthit, $\text{Cu}_3(\text{VO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ze Studence u Jilemnice. - J. Czech Geol. Soc., 38, 1-2, 112. Praha.
- Pauliš, P. - Moravec B. (1990): Tirolit z Doubravice u Jičína. - Čas. Mineral. Geol., 35, 4, 430. Praha.
- Satran V. (1963): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000, M-33-XVI Hradec Králové. - Ústř. úst. geol. Praha.
- Shell, R. - Kenneth, I. (1969): Fluorine micas. Bulletin 647, United States Department of the Interior. 271.
- Tuček, K. (1973): O výskytu ryzí mědi v podkrkonošských melafrech. - Čas. Nár. Muz., Odd. přírodověd., 142, 41-44. Praha.

Cu-Ag-V mineralization in melaphyre from Studenec near Jilemnice (foothills of the Giant Mts, Czech Republic)

Copper mineralization found in the melaphyre is represented mostly by native copper accompanied by cuprite, chrysocolla and malachite. Native silver, mercurian silver (kongsbergite) together with vanadium minerals such as vesignieite and Ag-V silicate are rather accessory. The copper mineralization is solely confined to altered parts of the melaphyre which are conspicuously depleted in Fe, Mg, Ca and slightly enhanced in K and Na. The native copper contains only negligible admixture of Hg. Silver is characteristic of an admixture of Hg and Cu. The oxidation of native copper led to the origin of cuprite whereas released mercury entered the structure of native silver to form mercurian silver. Various types of cuprite were found to be relatively pure without any admixture of As and V. A silicate containing copper and enhanced concentrations of vanadium up to 3 % V_2O_5 appears to be the primary source of vanadium to form vesignieite. The succession of minerals corresponds to an increasing fugacity of oxygen and low fugacity of sulfur.

Translated by J. Hak

Legend to text- figs.

Fig. 1. Graphical interpretation of changes in chemical composition of melaphyre caused by hydrothermal alteration. Electron microprobe analyses (EDS): fresh melaphyre (1), melaphyre along the contact with zone of alteration (2), altered zones (3), and mineralized melaphyre (4).

Fig. 2. Correlation of selected elements in Cu-V silicate. A - negative correlation Al-Fe; B - positive correlation Al-V; C - negative correlation Fe-V; D - positive correlation Fe-Mg.

Fig. 3. Succession scheme of Cu-Ag-V-Hg minerals and stability field of copper minerals (M. Garrels - L. Christ 1965).

Captions to tables

1. Electron microprobe analyses (WDX) of Cu and Ag minerals.
2. XRD data (powder method) of Cu-V silicate, diffractograph model DRON 3, CuK radiation, step scanning $0.1^{\circ} 2\theta / 1\text{ s}$, roscelite JCPDS (10-0496).
3. Electron microprobe analyses (EDX) of Cu-V silicate (73 spot analyses).
4. Correlation matrix of elements detected in Cu-V silicate (73 spot analyses). Values of correlation coefficients which indicate stronger correlation are in thicker print.

Explanation to photoplates

Photomicrographs were done on REM CanScan S4-DV device, reflected electrons. Photo I. Vavřín.

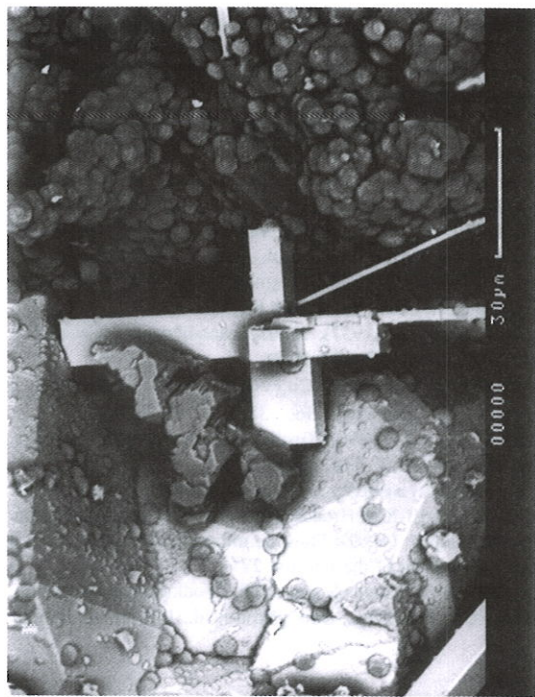
Plate I

1 - diversely developed small cubic crystals of cuprite; 2 - cross twin of differently developed small cubic crystals of cuprite; 3 - cuprite - octahedral crystals; 4 - mercurian silver - kongsbergite - cubic crystals with {211} predominating over {110}

Plate II

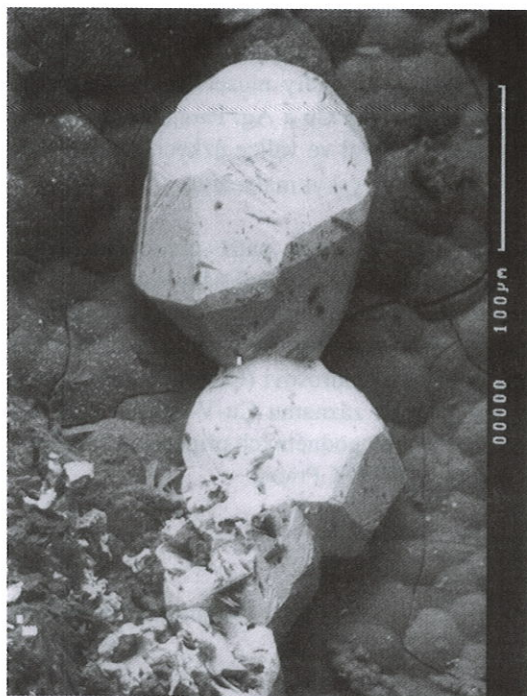
1 - cuprite - multiple twinning of octahedral crystals, columnar twin is elongated along {110}; 2 - cuprite - multiple twinning of octahedral crystals; 3 - spindle-shaped twinning of short columnar crystals of vesignieite; 4 - semiglobular aggregate of vesignieite.

I. Vavříň - J. Frýda: Mineralizace Cu-Ag-V-Hg v melafyru ze Studence u Jilemnice (Podkrkonoší)...(Tab. I)



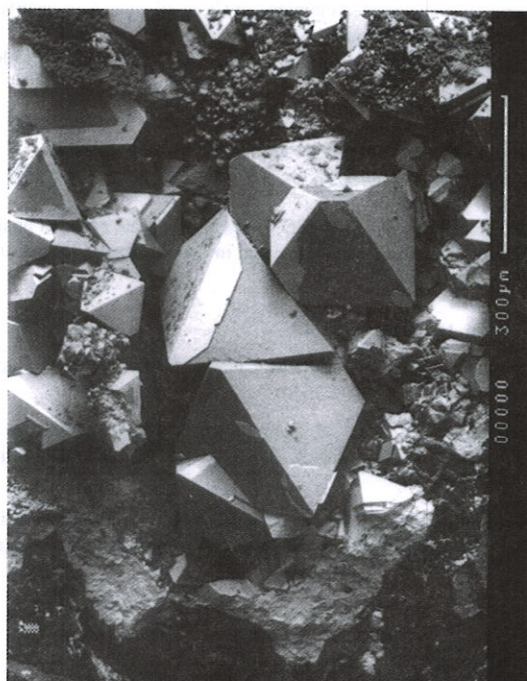
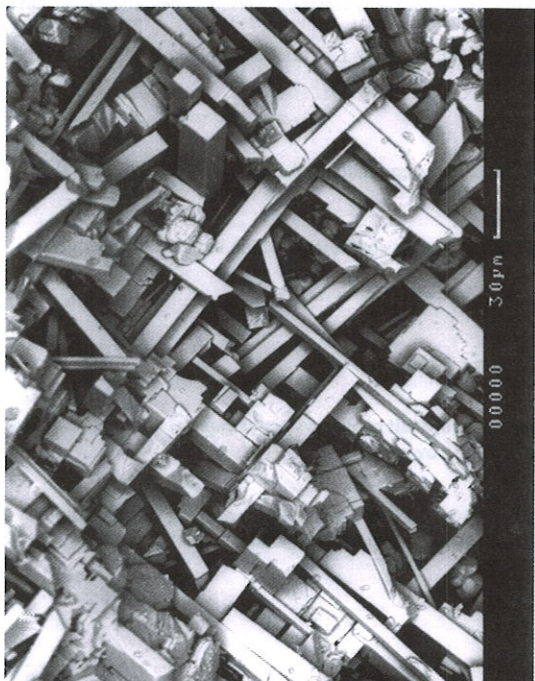
← 1 - různoměrně vyvinuté krychlové krystalky kupritu.

2 - křížová srostlice různoměrně vyvinutých krychlových krystalků kupritu. ⇒

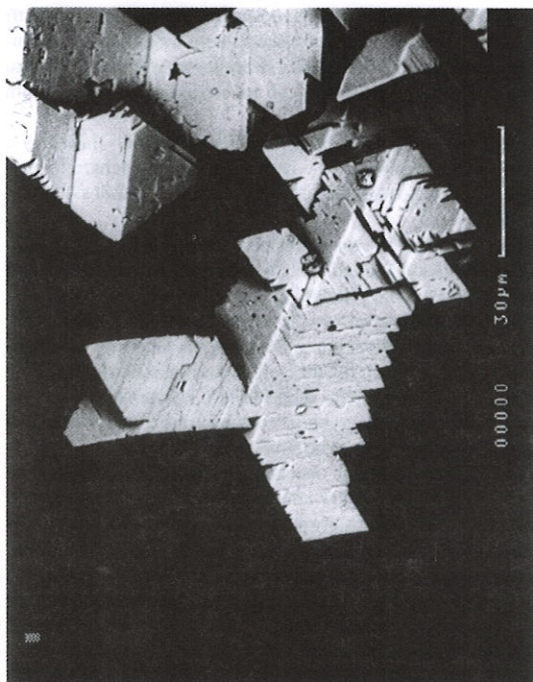


← 3 - kuprit - oktaedrické krystalky.

4 - amalgam Ag kongsbergit - krychlové krystalky s převládajícím {211} nad {110}. ⇒

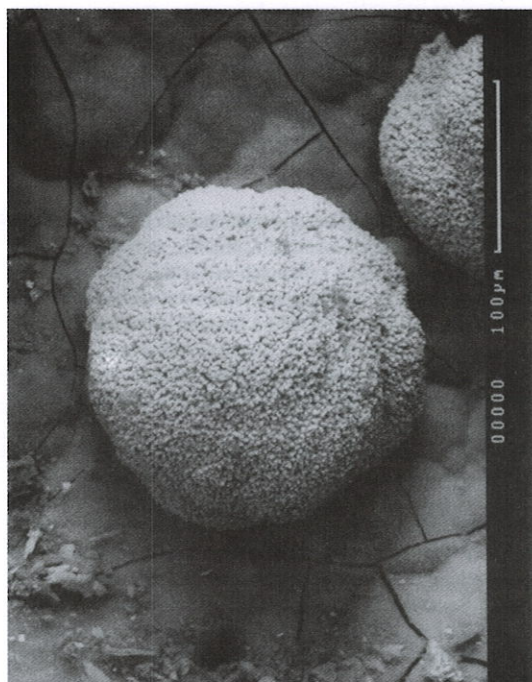


I. Vavřín - J. Frýda: Mineralizace Cu-Ag-V-Hg v melafyru ze Studence u Jilemnice (Podkrkonoší)...(Tab. II)



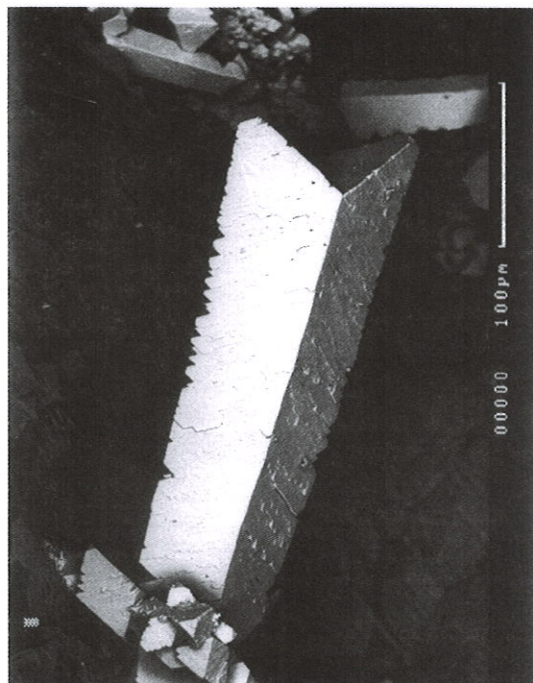
⇐ 1 - kuprit - mnohočetný opakovaný srůst oktaedrických krystalů, sloupečkovitá srůstice je protažena ve směru [110].

⇐ 2 - kuprit - mnohočetné srůst oktaedrických krystalů. ⇨



⇐ 3 - sloupečkovitě srůstající krátce sloupečkovité krystaliky vésničieitu.

⇐ 4 - polokulovitý agregát vésničieitu. ⇨



Mikrografie byly pořízeny na REM CamScan S4-DV, odražené elektrony Foto I. Vavřín

RECENZE

W. K. Weidert (edit.): *Klassische Fundstellen der Paläontologie, Band 3: Fundgebiete und Aufschlüsse in Dänemark, Deutschland, Frankreich, Österreich, Russland, Schweiz und Tschechien*. - Goldschneck-Verlag, 280 str. Korb, 1995

V pořadí již třetí díl obsažného knižního díla o klasických evropských paleontologických lokalitách obsahuje samostatně pojaté stati o celkem dvaceti čtyřech vybraných nalezištích. Zatímco předdevonským odkryvům je věnována jen jediná stať (ebbeské antiklinorium v Rýnském břidličném pohoří s faunami ordoviku a siluru), devon je zastoupen celkem třemi skutečně klasickými výskyty: spodnodevonským útesem u Koněprus v Barrandienu, světoznámými bundenbašskými břidlicemi Porýní a bohatě fosiliferním středním devonem oblasti Eifelu.

Pokud jde o kvantitativní zastoupení, dominují lokality mezozoické. Triasu patří Königsgrube v Alsasku, Monte San Giorgio v jižních Alpách a lunzské vrstvy v Dolním Rakousku. Bohatě jsou zastoupena jurská naleziště: typická lokalita spodnojurského stupně pliensbachu ve Württembergu, opalinové vrstvy u Göppingen ve Švábsku, svrchnojurské mechovkové útesy u Balingenu (mezi Stuttgartem a Bodamským jezerem), odkryvy v hluboce zařiznutém kaňonu říčky Breggia v jižním Švýcarsku a klasický výskyt tithonských vápenců nedaleko našich hranic u Ernstbrunnu v severovýchodním Rakousku.

Křídové lokality reprezentují stati o cenomanu a turonu u Kassenbergu v Porúří, cenomanu u Wundstorfu v Dolním Sasku a zejména instruktivní popis klasického rozhraní křídý a terciéru u Stevens Klintu na pobřeží Baltského moře jv. od Kodaně.

Podobně jako v prvním díle celého knižního souboru se značné pozornosti těší naleziště terciérní. V popředí stojí hnědouhelná lokalita Geiseltal v Sasku, velmi atraktivní jsou naleziště jantaru a jeho fosilií u Samlandu a Chlapowa v Pobaltí a lokality succinitu u Bitterfeldu v Sasku. Pro poznání terciérní flóry jsou významné rozsáhlé odkryvy v hnědouhelné mostecké pánvi - jejich příkladem je okolí Břešťan u Bíliny, zpracované ve stati dr. E. Knoblocha a doc.

dr. Z. Kvačka. Obraz terciérního živočišného světa pak dokresluje tři další kapitoly: o výplni meteorického kráteru u Steinheimu, o fauně svrchnomiocenních obratlovců u Howenegg u jižního Německa a o fauně mořských evertebrat a ryb na ostrově Syltu v Severním moři.

Kvartér je zastoupen jedinou klasickou lokalitou - travertiny u Ehringsdorfu nedaleko Výmaru v Durynsku, odkud pocházejí i známé kosterní nálezy člověka a stopy jeho osídlení z období svrchního pleistocénu.

Dílo jako celek je reprezentačním souborem statí o význačných paleontologických lokalitách s výrazným zaměřením na území Německa a oblasti blízko přilehlé. Zatímco mnohá popsána naleziště jsou skutečně klasickými a světově proslulými lokalitami (např. bundenbašské břidlice, Koněprusy, Stevens Klint, Geiseltal, samlandský jantar), význam jiných lokalit lze hodnotit jako klasický spíše z regionálního středoevropského hlediska. Těto významové nerovnoměrnosti se však lze těžko vyhnout, máme-li na zřeteli dostupnost lokalit pro středoevropské a zvláště německé zájemce.

Vědecká úroveň textů je obecně vysoká a pozornost věnovaná historii výzkumů každé lokality i důraz na specifické zvláštnosti napomáhá čtivosti. Stati jsou psány přístupnou formou s ohledem na širokou obec hobby-paleontologů, jimž je kniha především určena. Doprovodné údaje o dopravní přístupnosti i o uložení materiálů v muzeích jsou vhodným praktickým doplňkem. Kniha uvádějí stručné biografické stati o autorech jednotlivých kapitol, z nichž si čtenář může utvořit obraz, jak povolání autoři mu předkládají své vědomosti. Kniha zakončuje obsažný výčet literatury k jednotlivým lokalitám, nechybí ani autorský a věcný rejstřík.

Technické provedení je na tradičně vysoké úrovni: tisk na křídovém papíře, četné černobílé i vzorně provedené barevné ilustrace činí dílo vysoce atraktivní.

Kniha jistě uspokojí zájemce o paleontologii, a to především v Německu. Spolu s dvěma již dříve vydanými díly výborně přispěje propagaci paleontologie. Vysoká odborná úroveň pak poslouží i specialistům např. na vysokých školách, kteří mohou díla využít při organizaci exkurzí a kurzů.

Ivo Chlupáč