

# Výskyt zlata v regionu Starého Města pod Sněžníkem (Česká republika)

## Gold in the wide area of the Staré Město pod Sněžníkem (Czech Republic)

MIROSLAV NEPEJCHAL<sup>1)\*</sup>, ZDENĚK DOLNÍČEK<sup>2)</sup> A BOHUSLAV FOJT<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Žižkova 8, 787 01 Šumperk; \*e-mail: nepejchal.m@seznam.cz

<sup>2)</sup>Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

<sup>3)</sup>Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno

NEPEJCHAL M, DOLNÍČEK Z, FOJT B (2017) Výskyt zlata v regionu Starého Města pod Sněžníkem (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 25(1): 33-42 ISSN: 2570-7337

### Abstract

Remnants after old mining of gold from alluvial deposits occur at two sites in the surroundings of the Staré Město pod Sněžníkem (i.e., sites Květná and Andělské údolí). However, nothing is known about primary gold mineralization in this area. New detailed investigation of the Květná site resulted in the discovery of a primary gold mineralization hosted by steep NNW-SSE trending quartz veins cutting amphibolites and gneisses of the Staré Město Unit. The vein composed of two types of quartz containing disseminated grains of ore minerals including hematite, chalcopyrite, bornite, pyrite and native gold. Exceptionally barite, covellite, rutile, chlorite and an unknown Ag-bearing Cu-Fe sulphide were also found. The gold contents in the vein are variable and generally low (< 2.5 ppm). Gold sheets reach up to 0.3 mm in size and their fineness range between 780 and 931. In contrast, alluvial gold is much coarse-grained (up to 5 mm), often zoned (with gold-rich rims) and with more variable fineness (604 - 993). Therefore, it is probable that the source of alluvial gold was different from those occurring in the investigated quartz veins.

**Key words:** gold, electrum, primary gold mineralization, chemical composition, Staré Město Crystalline Complex

Obdrženo: 10. 7. 2017; přijato: 4. 8. 2017

### Úvod

Širší oblast mezi Starým Městem pod Sněžníkem a Brannou je známa, pokud jde o těžbu nerostných surovin, hlavně jako území s řadou malých i větších ložisek grafitu, která zde byla dobývána více než 200 let - až do počátku našeho století. V blízkém okolí Starého Města pod Sněžníkem však byly v minulosti nalezeny, ověřovány a částečně i těženy také výskytů a malá ložiska rud: Sb/As - Hynčice pod Sušinou (Fojt et al. 1977), Fe - Malé Vrbno (Mücke et al. 2006), Zn/Pb/Cu - Staré Město/Šléglov (Skácel, Pecina 1990; Fojt et al. 1992). Z bezprostředního okolí Starého Města jsou v literatuře uváděny i dvě lokality, kde se získávalo zlato. Jde o Andělské údolí a místní část mezi Starým Městem a Kunčicemi - Květnou. Na obou místech jsou částečně zachovány zbytky sejpů po rýžování. Snahou dopátrat se bližších poznatků o zlatu tohoto regionu je vedena předložená studie, jejímž iniciátorem je první z autorů.

### Stručný přehled dosavadních znalostí o výskytu zlata v regionu Starého Města pod Sněžníkem

O historickém dobývání zlata v daném území lze uvažovat nepřímě ze starého německého názvu města - Goldek/Goldecke, jemuž byl v roce 1336 udělen statut horního města a městský znak s hornickým motivem. Dokladem historického získávání zlata jsou také mapové záznamy z 19. století se dvěma rýžovišti u Květné: pozůstatky severnějšího jsou uvedeny i na současných

topografických mapách; jižnější, přímo na území Starého Města, bylo aplanováno při občanské zástavbě. Literární údaje Březiny (1932) a Buhla (1938) o úspěšnosti historického dobývání zlata na Staroměstsku jsou málo pravděpodobné, stejně jako úvahy těchto autorů o lokalitě primárních výskytů. Hanke (1942) realisticky poznamenal, že staroměstský terén „se nezdá být, ve srovnání s jinými bohatými nalezišti, příliš významným“ (cit. Hanke 1942). Dále také uvádí, že zlato na Staroměstsku bylo velmi pravděpodobně získáváno rýžováním již počátkem 14. století a poznamenává, že zánik dobývání zlata v regionu souvisel s pustošivými husitskými válkami. Snahy města o obnovení důlního podnikání v 18. i 19. století nebyly, podle archivních záznamů města, úspěšné (Hanke 1942; Skácel 1988, 1989, 2008). Na přehledných mapách zaznamenal Skácel (1988, 1989, 2008) pozici starých sejpů, a to na říčce Krupé (severně i jižně Starého Města) a potoku Bystřina (dnes Andělský potok) v Andělském údolí. Odhadl také objem přerýžovaného materiálu v daném území na 700 000 m<sup>3</sup> a celkový zisk zlata velmi přibližně na méně než 35 kg. Primární zdroj zlata spojuje Skácel (2008) s pyritizací a prokřemeněním blastomylonitů nýznerovského dislokačního pásma a metaofiolitové staroměstské zóny.

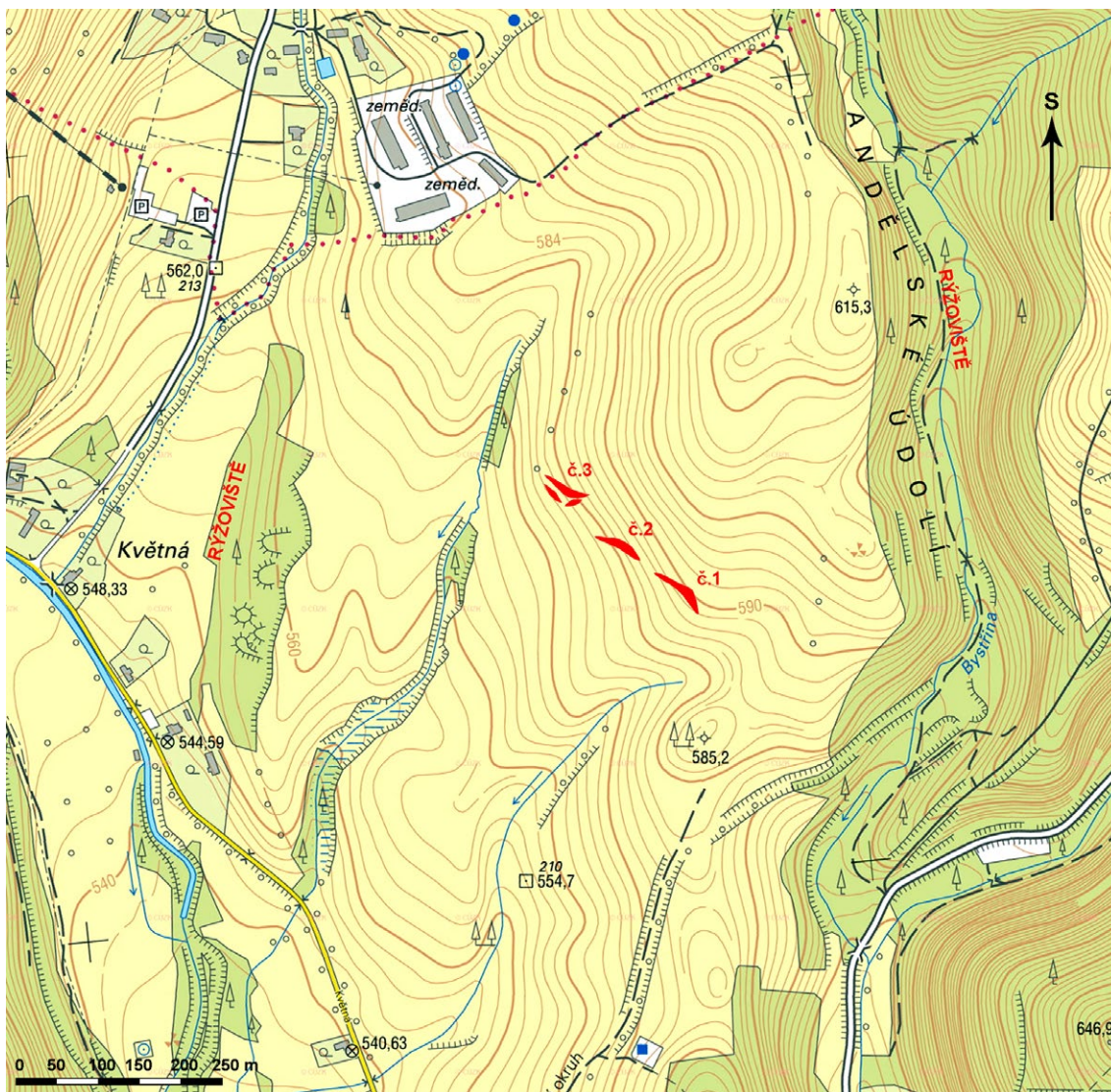
Snaha o vysvětlení názvu obce Stříbrnice (dříve Stubenseifen) ve staroměstském rajonu vedla Hluštík (2015) k nedoloženým údajům a úvahám o historické těžbě stříbra a zlata v bezprostředním okolí této obce.

Regionální šlichový průzkum v 60. až 80. letech minulého století, postihující i staroměstské území, byl neúspěšný (Skácel 2008). V rámci akce bývalého Ústředního ústavu geologického s názvem „Výzkum prognóz rudních ložisek Jeseníků a přilehlých oblastí“ byla pracovníky tehdejšího Ústavu nerostných surovin provedena rozsáhlá šlichovací akce, která obsáhla i Staroměstsko. V nepublikované zprávě Malce et al. (1990) jsou uvedeny dvě analýzy vysoce ryzí zlatinek vyrýžovaných „z drobné vodoteče pronikající levostrannou terasou říčky Krupé 1 km s. od města“ (cit. Malec et al. 1990) a sedm analýz zlatinek z potoka Bystřiny cca 1.8 km ssv. od města (tj. z Andělského údolí) - s malým rozptylem ryzostí: 732 až 876. Na základě mineralogického složení těžkého podílu šlichů s převahou granátu a akcesorické rumělký usoudili Malec et al. (1990) na metamorfogenní původ zlata a poznamenali, že nelze vyloučit ani spojitost s Hg-mineralizací.

### Metodika

Studované vzorky z lokality Květná (součást obce Kunčice) byly získány ze tří žil nalezených prvním z autorů po důkladné rekognoscaci terénu mezi Kunčicemi a Andělským údolím. Lokalizace křemenných žil východně od historického rýžoviště (dříve označeného jako Pin-

genfeld), 1.5 km severně od Starého Města (obr. 1), byla ověřena povrchovými sběry, mělkou sondáží i strojně provedenými rýhami. Materiál k laboratornímu výzkumu byl odebrán jak z povrchových sběrů, tak i z rýh provedených bagrováním a výkopy. Z jednotlivých úseků žil bylo podrceno, síťováno a rýžováno následující množství materiálu: žíla č. 1 - 160 kg, žíla č. 2 - 40 kg, žíla č. 3 - 150 kg. Ze získaného těžkého podílu bylo pod binokulárním mikroskopem ručně izolováno zlato a eventuálně i další zajímavé minerální fáze. Preparáty pro mikroskopické vyhodnocení a mikrosondu připravil P. Zaunstöck v brusírně Ústavu geologických věd Přírodovědecké fakulty MU v Brně. Chemické složení jednotlivých minerálů analyzovali na mikrosondě Cameca SX-100 R. Škoda a P. Gadas na společném pracovišti PŘF MU a ČGS v Brně. Při analýzách bylo použito urychlovací napětí 25 kV, svazek elektronů o průměru 1  $\mu$ m a proud 20 nA. Jako standardy byly použity syntetické fáze a dobře definované minerály. Načtené hodnoty byly přepočítány automatickou PAP korekcí (Pouchou a Pichoir 1985). Na tomtéž pracovišti byly pořízeny i mikrofotografie v odražených elektronech (BSE). Další mikrofotografie z elektronového mikroskopu Jeol JSM-6490 pořídil J. Kapusta z Katedry geologie PŘF UP v Olomouci.



Obr. 1 Topografická situace rýžovišť a primárních výskytů zlata v okolí Starého Města pod Sněžníkem. Výřez z katastrální mapy ČR (mapový podklad na <http://www.ikatastr.cz>).

Pro srovnání byly analyzovány jednak zlatinky vyrýžované ze 150 kg štěrku z historického rýžoviště „Pingenfeld“ (Květná), jednak zlatinky získané stejným postupem z naplaveného štěrku (cca 100 kg) Andělského potoka (dříve Bystřina) lokality Andělské údolí, ssv. od Starého Města pod Sněžníkem (obr. 1). Materiál byl záměrně odebrán mimo území s pozůstatky historických sejpů - tj. cca 1.5 až 2 km proti proudu od soutoku Andělského potoka s Telčavou.

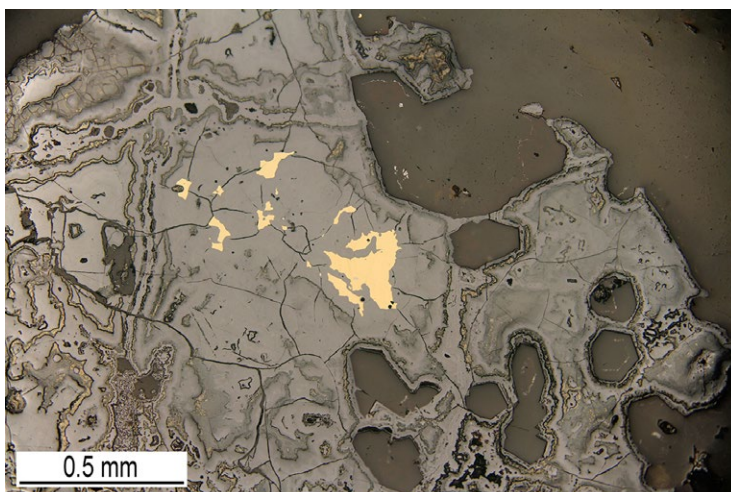
Vzorky primární mineralizace byly analyzovány i klasickými chemickými metodami na obsahy vybraných prvků. Vzorky byly nejprve rozpráškovány na analytickou jemnost v planetovém mlýnku z chromniklové oceli. Z důvodu větší reprezentativnosti výsledků byly k analýzám použity větší navážky kolem 10 g (pro potlačení tzv. nugetového efektu u zlata). Vzorky byly vylouženy v horké lučavce královské a ve filtrátu byly stanoveny vybrané prvky metodou ICP-MS. Analýzy byly provedeny v laboratořích ACME ve Vancouveru v Kanadě.

### Charakteristika horninového prostředí

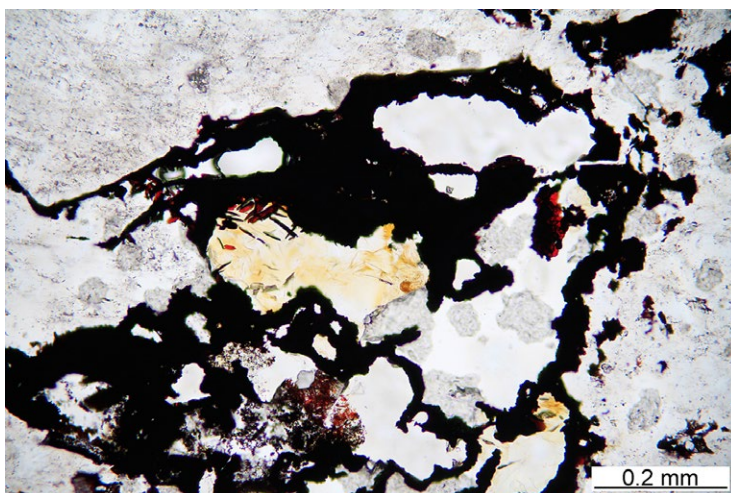
V oblasti výskytu křemenných žil byly v ověřovacích rýhách zastíženy metamorfity staroměstského krystalinika, zejména amfibolity, místy přecházející do amfibolicko-biotitické ruly a zcela ojediněle byla zjištěna i aktinolit-mastková skalina. Amfibolity jsou středně zrnité, obvykle nevýrazně foliované, bíločerné „strakaté“ horniny. Ve výbruse mají granoblastickou strukturu. Hlavní složky jsou plagioklas, amfibol a biotit, vedlejší křemen, muskovit a pyroxen, z akcesorií se vyskytuje chlorit, opakní fáze, apatit, titanit, vzácně i zirkon a karbonát. Plagioklas je různou měrou, ale obvykle dosti silně sericitizovaný, v některých vzorcích téměř kompletně. Amfiboly jsou dvojí, starší hnědý a mladší světle zelený, který jej obrůstá. Oba typy amfibolu silně zatlačují bezbarvý nepleochroický klinopyroxen, který je přítomen jen v reliktech. Biotit je kaštanově hnědý, čerstvý, nezonální. Hojně je lemován drobnými zrnky titanitu a také je i často uzavírá. Tmavé minerály hojně uzavírají sloupečky apatitu (místy rozlámané), které nejsou lemovány pleochroickými dvůrkami, a vzácněji xenomorfní zirkony, které kolem sebe mají pleochroické dvůrky. Dlažbovitý křemen je ve shlucích přítomen v intergranulárách velkých zrn živců a amfibolu, a působí minimálně zčásti dojmem mladší fáze (je v asociaci s chlority, karbonátem a amfibolem). Hrubě tabulkovitý muskovit je buď v samostatných shlucích nebo srůstá s biotitem. Chlorit je vzácný, téměř bezbarvý a bez pleochroismu, s anomální modrou interferenční barvou; zatlačuje hlavně klinopyroxen. Titanit vytváří i samostatná větší, xenomorfně omezená zrna, ale nejčastěji je přítomen v podobě drobných zrn v asociaci se zrny tmavých minerálů (amfibol, biotit). Místy jsou v amfibolitech přítomny žilkovité „nástřiky“ křemen-živcového metatektu o mocnosti až několika centimetrů. Přibýváním obsahu bio-



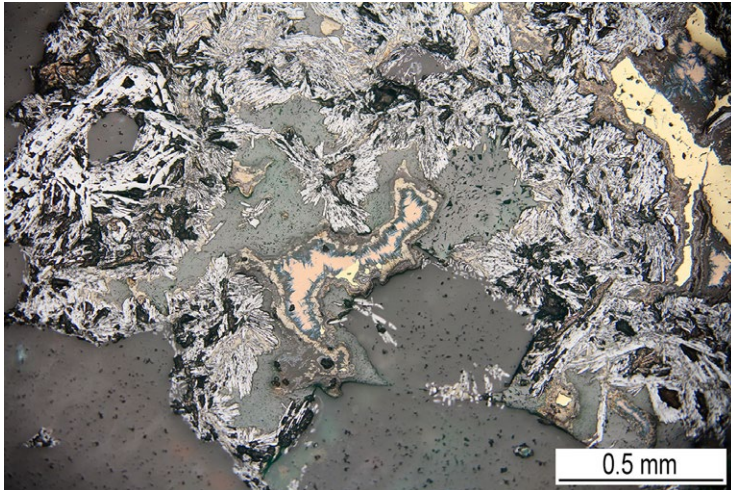
Obr. 2 Chaotická textura křemenné žily č. 1. Spodní délka obrázku 18 cm. Makrofoto P. Gadas.



Obr. 3 Relikty chalkopyritu (žlutý) v „limonitové“ matrici s uzavřenými individui křemene - tmavošedý, s vystupujícím reliéfem. Žíla č. 2. Mikrofoto nábrusu D. Všianský.



Obr. 4 Klikaté shluky hematitu (černý, místy růžově prosvítající) v křemeni (světle šedý). V centru fotografie nažloutlý chlorit (klinochlor). Žíla č. 2. Mikrofoto výbrusu (PPL) D. Všianský.



**Obr. 5** Lištovité shluky hematitu (světle šedý) v křemenu (šedý) s uzavřeným bornitem (narůžovělý) a covellinem (modrý). V pravé části mikrofotografie je agregát chalkopyritu (žlutý). Žíla č. 1. Mikrofotografie (PPL) D. Všíanský.

**Tabulka 1** WDS analýzy bornitu, chalkopyritu a minerálu „X“ (hm. %)

	SMKv-22	SMKv-23	SMKv-24	SMKv-18	SMKv-19
Fe	12.27	12.07	28.90	30.30	14.12
Cu	59.53	60.51	36.21	34.20	45.15
Ag	0.14	0.07	b.d.	0.10	9.25
Zn	n.a.	n.a.	b.d.	b.d.	n.a.
S	27.92	27.42	34.86	34.48	31.28
Se	b.d.	b.d.	b.d.	0.06	0.06
Celkem	99.86	100.07	99.97	99.14	99.86
Fe	1.083	1.068	0.952	1.005	0.250
Cu	4.618	4.705	1.048	0.999	0.701
Ag	0.007	0.003		0.002	0.085
S	4.292	4.224	2.000	1.993	0.963
Se				0.001	0.001
Celkem	10.000	10.000	4.000	4.000	2.000

SMKv-22 a 23 - bornit; SMKv-24 a 18 - chalkopyrit; SMKv-19 - minerál „X“ (geffroyit ?); b.d. - pod mezí detekce; n.a. - nebylo analyzováno; báze přepočtu: 10 apfu (bornit), 4 apfu (chalkopyrit); 2 apfu (minerál „X“)



**Obr. 6** Zlato v hematitem dočervena zbarveném křemenu. Maximální velikost zlatinek je 0.1 mm. Žíla č. 1. Foto J. Bajer.

titu a křemene a ubýváním obsahu amfibolů amfibolity přecházejí v amfibolicko-biotitické ruly. Zcela ojediněle byla v amfibolitech zastížena i několik metrů velká čočka značně navětralé horniny, kterou by bylo možno označit jako aktinolit-mastková skalina. Jde o poměrně hrubozrnnou rozpadavou horninu hnědé barvy bez patrného přednostního uspořádání nerostných součástí. Ve výbruse má lepidogranoblastickou strukturu. Hlavními složkami jsou zelený amfibol a mastek, vedlejší pak chlorit a křemen. Světle zelený slabě pleochroický nezonální amfibol tvoří krátce sloupcovitá až izometrická zrna. Úhel zhášení je malý, do 13°. Optické vlastnosti odpovídají aktinolitu. Prostory mezi nahodile orientovanými zrny amfibolu jsou vyplněny směsí složenou hlavně ze šupin mastku, méně z jemnozrnnějšího chloritu. Oba minerály jsou nažloutlé, slabě pleochroické. Granoblastické agregáty křemene jsou přítomny v izolovaných hnízdech a působí sekundárním dojmem (mají snad souvislost s procesy metamorfózy a migmatitizace).

### Charakteristika křemenných žil

Studované křemenné žíly pronikají kose výše charakterizované metamorfity staroměstského krystalinika. Směr žil (SSZ - JJV s úklonem k ZJZ) je poměrně stabilní. Jejich mocnost značně kolísá od několika cm do 2.4 m, ověřená délka dosahuje až 72 m. Jde o dlouze čočkovitá tělesa, v uměle odkrytých povrchových částech rozpadavého charakteru, s bloky až 20 × 30 cm velkými, běžně obsahující úlomky hydrotermálně alterovaných (sericitizovaných, chloritizovaných, lokálně i hematizovaných) okolních metamorfitů.

Textura žil je značně chaotická, zřetelně lze rozlišit shluky staršího, jemným hematitem do červena zbarveného křemene od mladšího bílého křemene, žilkovitě pronikajícího a místy i kokardovitě obklopujícího starší křemen a úlomky okolních hornin (obr. 2). V lokálně hojných drúzových dutinách o velikosti až 10 cm se vyskytují nedokonale vykrytalovaná izometrická individua křišťálu a mléčně bílého křemene několikamilimetrové velikosti. Starší křemen je velmi jemnozrnný, mladší tvoří shluky se zrny mírně protaženými, v apikálních částech místy pérovitě rozřepeny. V nehojných akumulacích mladšího křemene s obsahem sulfidů (v odkrytých partiích většinou goethitizovaných či „limonitizovaných“) jsou individua křemene omezena automorfne (obr. 3). Zcela akcesoricky se v žilách objevují v centru lištovitých hematitových shluků drobné agregáty barytu. V některých vzorcích z rozsypu žíly č. 2 byly nalezeny perimorfózy křemene po vyloužených tabulkovitých barytových krystalech o velikosti až 1.2 cm. Výjimečně byl zjištěn uprostřed jemných, klikatě uspořádaných forem hematitu i chlorit (obr. 4). Výsledky tří bodových analýz odpovídají klinochloru [ $Si_{apfu} = 3.237 - 3.873$ ;  $Fe/(Fe+Mg) = 0.276 - 0.636$ ].

## Rudní minerály křemenných žil

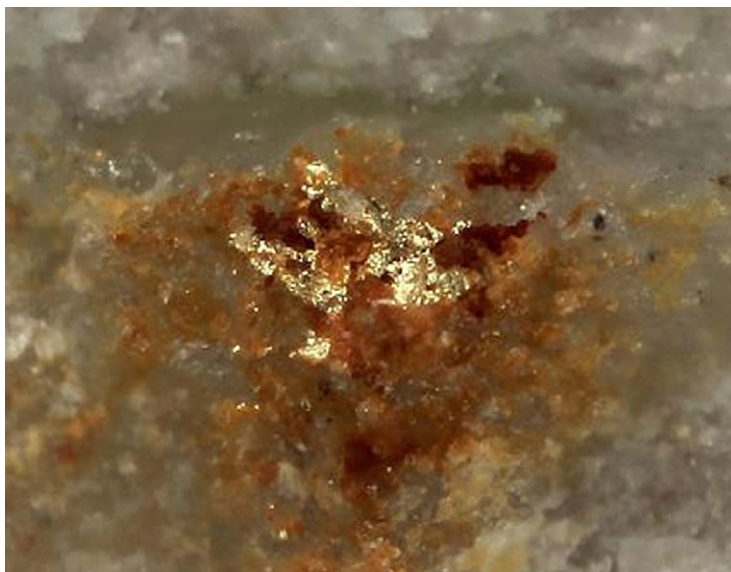
Zcela převládajícím rudním minerálem popisovaných křemenných žil je hematit. Jeho velmi drobná individua (< 20  $\mu\text{m}$ ), rozptýlená nebo mírně nahloučená ve starším křemenu, způsobují jeho proměnlivě intenzivní červené zbarvení. Jednotlivá individua jsou vyvinuta v podobě pseudohexagonálně omezených i čočkovitě vyvinutých automorfních krystalků. Mladší, výrazně hrubozrnnější hematit bývá lištovitý (spekularitového typu) a jeho agregáty jsou mnohdy uspořádány růžicovitě. Místa se v žilovině vyskytují tenké žilky nejmladšího hematitu provázené křemenem. Ty pronikají i do okolních hostitelských hornin. Hematitizace hostitelských hornin (zvláště amfibolitů) je v okolí žil běžným jevem. Zcela akcesoricky byla v křemenné žilovině zjištěna izolovaná drobná automorfní zrna (~ 15  $\mu\text{m}$ ) rutilu.

Spolu s hematitem se objevují sporadicky i sulfidy. Relativně nejběžnějším je chalkopyrit provázený místy bornitem (obr. 5). Typickým znakem je zonální texturní uspořádání, v němž je starší bornit obklopován chalkopyritem. Kolem bornitu se vyskytují lemy covellínu a neurčeného jehličkovitého minerálu (pravděpodobně tenorit). V jednom vzorku byl zastížen i další neidentifikovaný minerál nepatrných rozměrů, svou odrazností blízký chalkopyritu (v tab. 1 „minerál X“). V jeho chemismu je zastoupeno i stříbro (~ 9 hm. %). Mohlo by snad jít o fázi blízkou geffroyitu(?). Sulfidy bývají téměř vždy uzavřeny agregáty růžicovitě hematitu, v některých vzorcích jsou sulfidy obklopeny i řetízkovitě uspořádanými drobnými automorfními individui (~ 0.0X mm) téhož minerálu. Zcela akcesoricky jsou zastoupena v mladším křemenu izolovaná zrna pyritu, často více či méně limonitizovaná. Ojediněle byl povrchovým sběrem z hromadnice získán i vzorek mladšího křemene s poměrně hojně uzavíranými automorfně omezenými zrny pyritu. Při studiu na mikrosondě nebyly v EDS spektru tohoto pyritu zjištěny žádné příměsi.

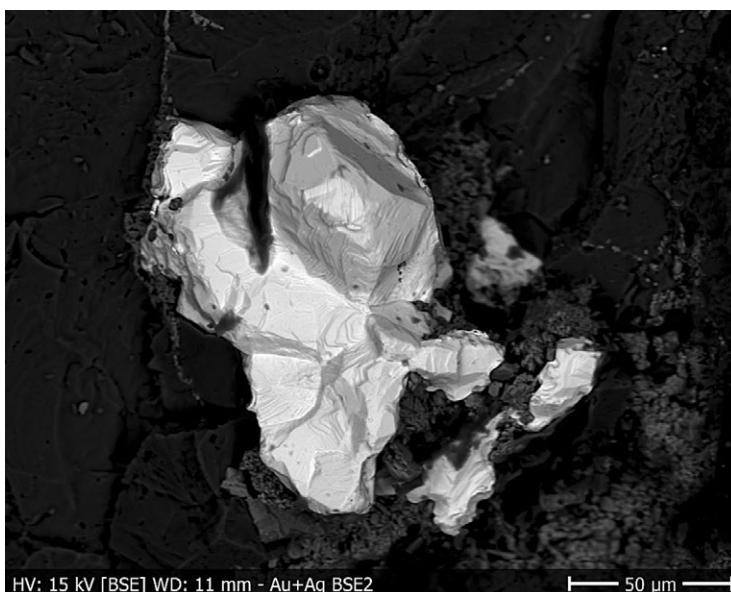
## Zlato křemenných žil

Společným znakem všech zlatinek vyseparovaných z křemenných žil je jejich nepatrná velikost (obr. 6). Plíškovitá individua dosahují maximálních rozměrů 0.2  $\times$  0.35 mm (obr. 7). Izolovaná zrna zarostlá v křemenné žilovině jeví výraznou tendenci k automorfnímu vývinu (obr. 8) oktaedrického typu; u nejmenších (~5  $\mu\text{m}$ ) byl zjištěn v obrazu elektronového mikroskopu i tvar kubo-oktaedru. I přes převládající tendenci k izometrickému vývinu jednotlivých zlatinek je jejich tvar v řezu leštěného nábrusu nepravidelně laločnatý, někdy i protáhlý (viz obr. 9).

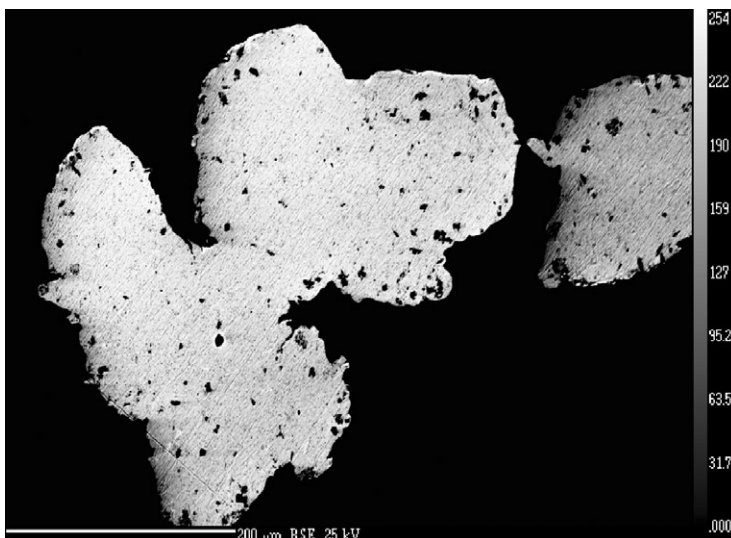
Celkem bylo provedeno 38 mikrosondových bodových analýz zlatinek ze všech tří ověřených žil (tab. 2). Společným znakem je poměrně vysoká ryzost s malým rozptylem: žíla č. 1 - 780 až 920, median 874; žíla č. 2 - 867 až 931, median 899; žíla č. 3 - 899 až 911,



Obr. 7 Zlato v křemenu. Velikost 0.2  $\times$  0.35 mm. Žíla č. 1. Foto J. Bajer.



Obr. 8 BSE foto zlata s náznaky automorfního vývinu ze žíly č. 1. Foto J. Kapusta.

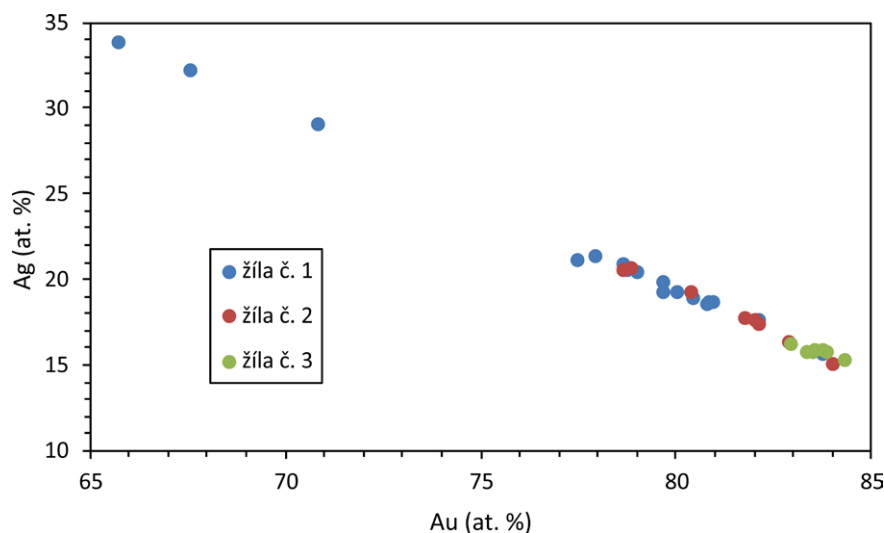


Obr. 9 BSE foto plíškovitého zlata ze žíly č. 3. Foto R. Škoda.

Tabulka 2 WDS analýzy zlata ze žil č. 1, 2 a 3 (hm. %)

	Au	Ag	Cu	Fe	As	Hg	S	Sb	Bi	Celkem
SM-1/1	87.36	12.41	b.d.	b.d.	b.d.	0.53	b.d.	b.d.	b.d.	100.30
SM-1/2	87.40	12.55	b.d.	0.05	b.d.	0.49	b.d.	b.d.	b.d.	100.49
SM-1/3	87.50	11.94	b.d.	b.d.	0.07	0.36	b.d.	b.d.	b.d.	99.87
SM-1/4	88.70	11.27	b.d.	b.d.	0.05	0.30	b.d.	b.d.	b.d.	100.32
SM-1/5	87.43	12.74	0.05	b.d.	b.d.	0.31	b.d.	b.d.	b.d.	100.53
SM-1/6	86.93	13.05	0.13	b.d.	b.d.	0.33	0.09	0.09	b.d.	100.62
SM-1/7	92.12	7.77	0.11	b.d.	b.d.	0.21	b.d.	b.d.	b.d.	100.21
SM-1/8	90.04	9.23	0.07	b.d.	b.d.	0.39	b.d.	b.d.	b.d.	99.73
SM-1/9	88.67	10.44	b.d.	b.d.	b.d.	0.25	b.d.	b.d.	b.d.	99.36
SM-1/10	86.75	11.49	0.05	b.d.	b.d.	0.53	b.d.	b.d.	b.d.	98.82
SM-1/11	85.16	12.83	b.d.	b.d.	b.d.	0.67	b.d.	b.d.	b.d.	98.66
SM-1/12	86.16	11.42	0.06	b.d.	0.07	0.79	b.d.	b.d.	b.d.	98.50
SM-1/13	88.03	11.11	0.07	b.d.	0.10	0.09	b.d.	0.06	b.d.	99.46
SM-1/14	87.79	11.34	0.05	b.d.	b.d.	0.43	b.d.	b.d.	0.07	99.68
SM-1/15	88.15	11.18	b.d.	b.d.	0.05	0.22	b.d.	b.d.	b.d.	99.60
SM-1/16	81.29	18.29	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.08	99.66
SM-1/17	80.00	20.92	b.d.	b.d.	0.05	0.11	b.d.	b.d.	b.d.	101.08
SM-1/18	77.55	21.95	b.d.	b.d.	0.05	0.15	b.d.	b.d.	0.09	99.79
SM-2/1	91.52	8.28	b.d.	b.d.	b.d.	0.27	n.a.	b.d.	b.d.	100.07
SM-2/2	87.14	12.56	0.06	b.d.	b.d.	0.24	n.a.	b.d.	b.d.	100.00
SM-2/3	86.64	12.40	0.05	b.d.	0.10	0.49	n.a.	b.d.	b.d.	99.68
SM-2/4	90.98	8.99	0.13	b.d.	b.d.	0.49	n.a.	b.d.	b.d.	100.59
SM-2/5	90.34	10.54	b.d.	b.d.	b.d.	0.45	n.a.	b.d.	b.d.	101.33
SM-2/6	88.83	11.69	b.d.	b.d.	b.d.	0.34	n.a.	b.d.	b.d.	100.86
SM-2/7	89.75	9.72	b.d.	b.d.	0.09	0.57	n.a.	b.d.	b.d.	100.13
SM-2/8	89.60	10.55	b.d.	b.d.	b.d.	0.35	n.a.	b.d.	b.d.	100.50
SM-2/9	89.83	10.70	b.d.	b.d.	b.d.	0.53	n.a.	b.d.	b.d.	101.06
SM-2/10	90.72	10.03	0.05	b.d.	b.d.	0.12	n.a.	b.d.	b.d.	100.92
SM-3/1	90.79	9.39	b.d.	b.d.	b.d.	0.34	n.a.	b.d.	b.d.	100.52
SM-3/2	90.37	9.38	b.d.	b.d.	0.06	0.26	n.a.	b.d.	b.d.	100.07
SM-3/3	89.93	8.98	b.d.	b.d.	b.d.	0.36	n.a.	b.d.	b.d.	99.27
SM-3/4	91.06	8.23	b.d.	0.06	b.d.	0.37	n.a.	b.d.	b.d.	99.72
SM-3/5	90.84	9.44	0.14	b.d.	0.05	0.16	n.a.	b.d.	b.d.	100.63
SM-3/6	90.78	9.44	0.13	b.d.	0.07	0.29	n.a.	b.d.	b.d.	100.71
SM-3/7	90.54	9.49	0.13	b.d.	b.d.	0.12	n.a.	b.d.	b.d.	100.28
SM-3/8	90.35	9.70	0.13	b.d.	0.10	0.20	n.a.	b.d.	b.d.	100.48

b.d. - pod mezí detekce; n.a. - nebylo analyzováno



Obr. 10 Srovnání obsahů zlata a stříbra zlatinek křemenných žil z Květné.

**Tabulka 3** Obsahy vybraných prvků v horninách a rudninách z Květné

Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fe (%)	7.27	6.96	3.12	0.81	1.09	5.19	0.76	1.69	0.64	1.52
S (%)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cu (ppm)	6.2	17.0	5.5	7.6	8.1	10.6	5.4	9.9	7.0	5.1
Pb (ppm)	1.9	1.7	2.9	3.9	3.5	7.7	1.2	2.8	2.0	3.1
Zn (ppm)	73	88	34	3	11	42	4	16	3	17
Ag (ppm)	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Au (ppb)	4.1	7.0	22.1	2420	4.7	3.3	1.6	15.0	1.3	12.8
Mo (ppm)	<0.1	<0.1	0.2	0.5	0.3	0.1	0.4	0.5	0.5	0.3
Ni (ppm)	16.1	45.9	9.1	3.8	4.3	6.3	3.2	5.5	3.6	4.7
Co (ppm)	24.9	29.1	10.5	0.8	2.4	15.6	0.8	2.6	0.7	2.5
Mn (ppm)	948	1090	431	51	92	898	51	96	70	123
As (ppm)	4.9	5.6	8.7	1.0	3.8	6.3	1.0	1.6	0.7	1.8
Cd (ppm)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sb (ppm)	0.8	1.5	3.8	1.1	2.2	9.0	3.4	6.5	0.7	5.2
Bi (ppm)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Hg (ppm)	0.02	0.02	0.01	0.01	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Tl (ppm)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Se (ppm)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Te (ppm)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2

Stručná charakteristika analyzovaných vzorků: 1 - čerstvý amfibolit s nástříky metatektu, z podloží žíly č. 1; 2 - čerstvý amfibolit z nadoží žíly č. 1; 3 - hematitizovaný amfibolit z alterační zóny u žíly č. 1; 4 - bílý křemen ze žíly č. 1 s relikty limonitizovaných sulfidů; 5 - bílý křemen ze středu žíly č. 1; 6 - nařalovělá poloha v rozsypu žíly č. 1 s úlomky křemene, asi půl metru pod povrchem; 7 - úlomky fialového i bílého křemene z rozsypu žíly č. 1; 8 - nařalovělý okraj křemenné žíly, vzorek z hromadnice; 9 - bílý křemen ze středu žíly s vtroušeným pyritem, vzorek z hromadnice; 10 - brekcie horniny tmelená fialovým křemenem, vzorek z hromadnice

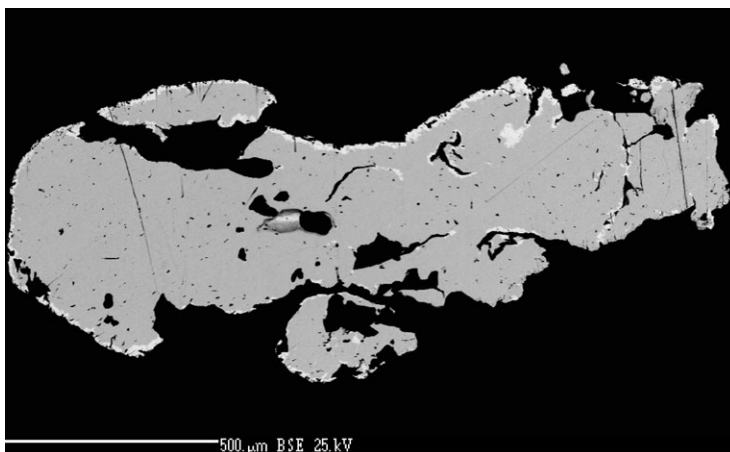
median 908. Srovnání obsahů Au a Ag všech analýz zlata je patrné z grafu (obr. 10). S výjimkou jediné analýzy byla ve všech zlatinkách zjištěna rtuť v obsazích 0.09 až 0.79 hm. %. Stopové obsahy dalších prvků (Cu, As, Fe, Sb, Bi) byly zastiženy analýzami jen nahodile.

### Produkty zvětrávání

Vzhledem k mělce podpovrchové lokalizaci vzorků odebraných ze žil a jejich rozsypovému charakteru došlo ke značnému supergennímu ovlivnění studovaného materiálu.

Supergenní minerální asociace lze zařadit do tří skupin.

- 1) Nejčastěji se v žilovině vyskytují povlaky i masivnější shluky oxidhydroxidů železa (s 55 až 58 hm. %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) s proměnlivými obsahy adsorbovaných komponent ( $\text{SiO}_2$  - až 8 hm. %;  $\text{CuO}$  - 3 až 4 hm. %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ~ 1.5 hm. %;  $\text{P}_2\text{O}_5$  ~ 1.5 hm. %), včetně nepatrného zastoupení  $\text{As}_2\text{O}_5$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{PbO}$  a  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ . Z mikroskopického pozorování vyplývá, že jde o produkty supergenní přeměny sulfidů (převážně chalkopyritu), je však možné, že úplnému zvětrání podlehly i karbonáty - a proto nebyly ve vzorcích žiloviny zjištěny. Spolu s „limonitovými“ povlaky se vyskytují také méně časté náteky malachitu.
- 2) Relativně hojné jsou i drobné zelené masivní shluky chryzokolu, který vyplňuje malé dutiny v žilovině. V jeho chemickém složení byl zjištěn kromě převládajících oxidů mědi a křemíku i hliník (~ 1.5 hm. %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).



**Obr. 11** Zlatinka z rýžoviště Květná s patrnými lemy sekundárního zlata. BSE foto R. Škoda.



**Obr. 12** Drobné zlatinky „sbalené“ do jednoho agregátu o velikosti ~ 5 mm. Rýžoviště Andělské údolí. Foto P. Remeš.

- 3) Jen v jednom vzorku byl nalezen shluk lišovitých individuí blíže neidentifikovaného minerálu v agregátu hematitu spekulativního vývinu spolu s chalkopyritem. Mikrosondová analýza ukázala následující složení: CuO - 10.86 hm. %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 63.52 hm. %; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 1.22 hm. %, SiO<sub>2</sub> - 0.51 hm. %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 0.26 hm. %. Chemické složení, zejména atomární poměr Cu : Fe  $\cong$  1 : 1, naznačuje určitou podobu s delafossitem (?).

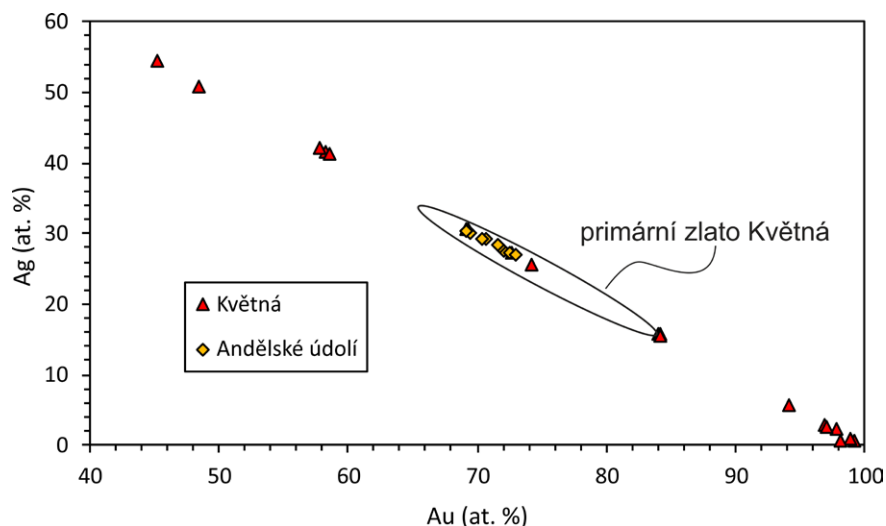
### Chemismus rudnin

Výsledky chemických analýz vybraných vzorků hornin a rudnin jsou uvedeny v tabulce 3. Z analýz je patrné, že obsahy zlata jsou ve většině vzorků žiloviny velmi nízké (1 - 15 ppb) a srovnatelné s hodnotami v okolních horninách (4 - 22 ppb). Jediný vzorek žiloviny vykázal řádově zvýšený obsah Au (2.4 ppm). Velmi nízké jsou u všech vzorků i obsahy všech dalších analyzovaných těžkých kovů a metaloidů. Výsledky provedených analýz nenasvědčují existenci přednostní vazby zlata na výskyt nějakého doprovodného minerálu (např. hematitu či sulfidů).

**Tabulka 4** WDS analýzy zlatinek z rýžovišť Květná (SMKv) a Andělské údolí (SMAú). Obsahy v hm. %

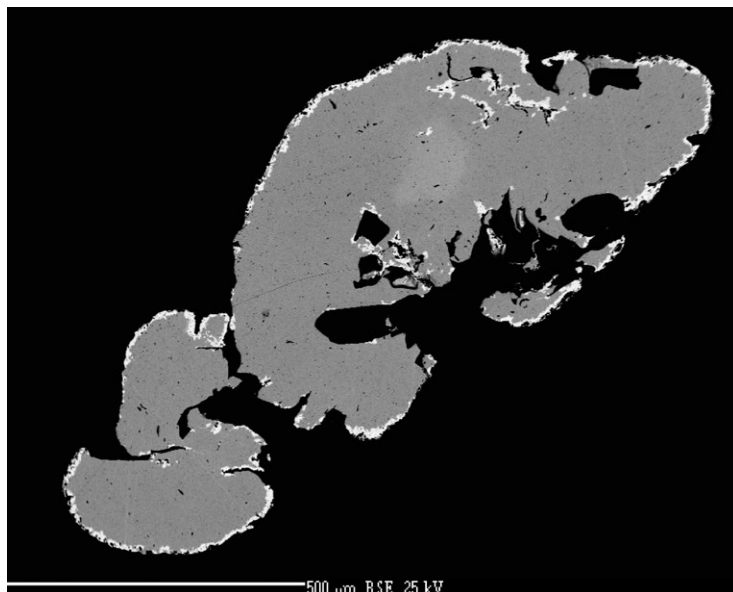
	Au	Ag	Cu	Fe	As	Hg	S	Sb	Bi	Celkem
SMKv-3a	60.39	39.65	b.d.	b.d.	0.11	0.19	n.a.	b.d.	b.d.	100.34
SMKv-3b	63.55	36.53	b.d.	b.d.	0.10	0.21	n.a.	b.d.	0.27	100.66
SMKv-3c	97.74	3.31	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	n.a.	b.d.	b.d.	101.05
SMKv-4	83.74	15.82	b.d.	b.d.	b.d.	0.17	n.a.	b.d.	b.d.	99.73
SMKv-5a	81.06	19.63	b.d.	b.d.	b.d.	0.07	b.d.	b.d.	b.d.	100.76
SMKv-5b	97.57	1.64	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.06	b.d.	99.27
SMKv-6	82.41	16.89	b.d.	b.d.	0.05	0.12	n.a.	b.d.	b.d.	99.47
SMKv-7	72.94	28.56	b.d.	b.d.	0.06	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	101.56
SMKv-8a	73.30	28.35	b.d.	b.d.	0.05	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	101.70
SMKv-8b	98.93	1.22	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	100.15
SMKv-9a	98.22	0.33	b.d.	b.d.	b.d.	0.22	n.a.	b.d.	b.d.	98.77
SMKv-9b	99.82	0.48	0.05	b.d.	b.d.	0.14	n.a.	b.d.	b.d.	100.49
SMKv-9c	98.03	0.41	b.d.	0.18	0.06	0.23	n.a.	b.d.	0.05	98.96
SMKv-10	72.64	28.93	b.d.	b.d.	0.07	b.d.	b.d.	b.d.	0.05	101.69
SMKv-10a	80.69	19.57	b.d.	b.d.	0.06	0.10	b.d.	b.d.	b.d.	100.42
SMKv-10b	97.38	1.40	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.05	0.11	b.d.	98.94
SMAú-11a	83.15	17.37	0.06	b.d.	0.05	b.d.	n.a.	b.d.	0.10	100.73
SMAú-11b	83.25	17.76	0.05	b.d.	0.05	b.d.	n.a.	b.d.	b.d.	101.11
SMAú-11c	83.00	17.99	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	n.a.	b.d.	0.05	101.04
SMAú-13	83.66	17.28	b.d.	b.d.	0.05	b.d.	n.a.	b.d.	b.d.	100.99
SMAú-14	83.12	16.78	b.d.	b.d.	0.08	b.d.	n.a.	b.d.	b.d.	99.98
SMAú-21	81.34	19.30	b.d.	b.d.	b.d.	0.30	b.d.	0.06	b.d.	101.00
SMAú-22	81.16	19.57	b.d.	b.d.	0.06	0.25	b.d.	0.06	b.d.	101.10
SMAú-23	82.34	18.56	b.d.	b.d.	b.d.	0.07	b.d.	0.07	b.d.	101.04
SMAú-24	82.26	18.67	b.d.	b.d.	0.08	0.12	b.d.	0.09	b.d.	101.22
SMKv-28a	90.99	9.35	b.d.	b.d.	0.06	n.a.	n.a.	b.d.	n.a.	100.40
SMKv-28b	91.84	9.35	b.d.	b.d.	b.d.	n.a.	n.a.	0.13	b.d.	101.32
SMKv-28c	90.93	9.13	b.d.	b.d.	b.d.	0.06	n.a.	0.12	0.17	100.41

b.d. - pod mezí detekce; n.a. - nebylo analyzováno



**Obr. 13** Srovnání obsahů zlata a stříbra zlatinek rýžovišť Květná a Andělské údolí a primárního zlata z křemenných žil v Květné.





Obr. 14 Zlato s patrnou difúzní zónalností a lemy sekundárního zlata. BSE foto R. Škoda.

### Zlato rýžovišť Květná a Andělské údolí

Zlatinky obou rýžovišť jsou větší než zlato z křemenných žil. Běžné rozměry se pohybují kolem 0.2 až 0.5 mm (obr. 11), objekty vyrýžované v Andělském údolí dosahují až 5 mm (obr. 12). Morfologie zlatinek je zřetelně ovlivněna transportem - jde o zaoblená, protáhlá individua se záživovitou resorpcí a typickými lemy s vyluhovaným stříbrem. Jak zjistili již Malec et al. (1990), druhotné lemy ryzího zlata jsou výraznější u zlatinek z Květné, než u stejných objektů z Andělského údolí, jejichž šířku nelze ani bezchybně analyzovat. Na obrázku 12 lze dokumentovat, že během transportu došlo i ke „sbalování“ několika malých zlatinek do většího shluku (v tomto případě kolem 5 mm).

Bylo provedeno 16 bodových analýz zlatinek lokality Květná a 9 analýz z Andělského údolí (tab. 4). Ryzost zlata z rýžoviště Květná se pohybuje v rozsahu 604 až 993 (median 830), zatímco ryzost zlatinek z Andělského údolí kolísá nepatrně (812 až 837, median shodný - 830) - viz též diagram (obr. 13). Změřená data jsou rámcově shodná s údaji Malce et al. (1990). V Květné byla vyrýžována i zlatinka s difúzně zónální stavbou se změřenou ryzostí ve středu individua 636 a hlavní hmotou s ryzostí 604. Sekundární lemy této zlatinky vykazaly ryzost 977 (obr. 14). Na zmíněné lokalitě byla nalezena i vysoce ryzí zlatinka (tři měřené body s obsahy Au 98 až 99 hm. %). Mimo vlastní rýžoviště v Květné byly z malého potůčku v území křemenných žil vyrýžovány i zlatinky o ryzosti ~ 900 (tab. 4, analýzy SMKv-28 a-c). V grafu (obr. 13) je znázorněno zastoupení zlata a stříbra měřených zlatinek. Také u těchto zlatinek bylo zjištěno zastoupení rtuti (maximum 0.30 hm. %), avšak jen ve 13 analýzách z celkového počtu 25 měření.

V těžkém podílu byl při rýžování nalezen, shodně s údaji Malce et al. (1990), převládající podíl metamorfogenních minerálů z okolních krystalických břidlic, hlavně granátu a amfibolu, vedle menšího množství magnetitu (se zrny až 1.2 cm velkými), ilmenitu a dalších, méně často zastoupených fází, včetně Malcem et al. (1990) uváděné rumělky. Kromě toho byly identifikovány ve šlichových koncentrátech individua safíru dosahující velikosti až 1.4 cm, a drobnější rubín.

### Stručné shrnutí poznatků, závěry

V bezprostředním okolí Starého Města pod Sněžníkem byly prvním z autorů zjištěny tři dlouze čočkovité křemenné žíly s akcesoricky zastoupeným zlatem. Pro jejich hydrotermální, postmetamorfní charakter svědčí textura žiloviny se dvěma typy křemene. Srovnáním se zlatem známých historických rýžovišť v blízké Květné a na Andělském potoce bylo zjištěno, že zlato zmíněných rýžovišť nemůže pocházet z těchto, a podobných, žil - rozměry zlatinek jsou podstatně větší (až 5 mm) než zlatinky křemenných žil (max. 0.3 mm) a také jejich ryzost, zvláště v případě lokality Květná, je proměnlivější. Lemy druhotného zlata zlatinek dokumentují ryznou délku transportu: Květná - delší, Andělské údolí (s lemy téměř chybějícími) - kratší (viz též Malec et al. 1990).

Původ zlata v obou rýžovištích zůstává nadále nejasný - a není vyloučeno, že by mohlo jít i o zlato „metamorfogenního charakteru“ (cit. ex Malec et al. 1990).

Hlavním rudním minerálem křemenných žil je hematit provázený ojediněle chalkopyritem, bornitem a covellinem. Ojedinělý nález dalšího Cu-Fe-sulfidu s podstatným podílem stříbra (~ 9 hm. %) se nepodařilo bezpečně identifikovat. Obvykle zcela akcesoricky je zastoupen i vtroušený pyrit.

### Poděkování

Autoři předloženého příspěvku děkují řediteli divize živočišné výroby zemědělského sdružení Úsovsko ing. V. Divišovi a vedoucímu zemědělské farmy v Kunčicích spadajícího pod toto sdružení panu F. Jílkovi za umožnění provedení výkopových prací. Děkujeme také pracovníkům Ústavu geologických věd MU Brno: P. Zaunštöckovi za výrobu mikroskopických preparátů, R. Škodovi a P. Gadasovi za mikrosondové analýzy jednotlivých minerálních fází i části BSE fotografií a D. Všianskému za provedení mikrofotografií. J. Kapustovi z UP Olomouc děkujeme za provedení druhé části snímků z elektronového mikroskopu. Práce na článku byly finančně zčásti podpořeny projektem IGA UP PrF\_2015\_014 a Ministerstvem kultury ČR v rámci institucionálního financování výzkumné organizace Národního muzea (00023272 - cíl DKRVO 2017/02). V neposlední řadě děkujeme i oběma recenzentům (R. Pažout, P. Pauliš) za vstřícné a rychlé posouzení rukopisu.

## Literatura

- BŘEZINA J (1932) Olomoucký kraj. Okres šumperský, staroměstský a vízmberský. Vlastivěda moravská. Brno
- BUHL G (1938) Die Geschichte des Bergbaues im Mährisch-Altstädter Bezirk. Bergland-Bezirksbücher, Bd. 3. Hohenstadt
- FOJT B, ČULUUNBAATAR N, HLADÍKOVÁ J, KOPA D (1992) Paragenetická studie rudního výskytu u Starého Města pod Sněžníkem. Čas Slez Muzea (A) 41: 239-257
- FOJT B, KOPA D, SKÁČEL J (1977) Paragenetická studie výskytů As-Sb asociace ve staroměstských pásmech. I. Hynčice pod Sušinou. Čas Slez Muzea (A) 26: 1-20
- HANKE R (1942) Bergbau im Landkreis Mähr.-Schönberg. - Težtal. Mitteilungen für Heimatkunde im Landkreis M.-Schönberg. Beilage zum „Nordmähr. Grenzboten“, M. Schönberg. 3: 4
- HLUŠTIK A (2015) K původu jména vsi Stubenseifen (Stříbrnice, okres Šumperk). Sev Morava 59: 28-32
- MALEC J, KAVALIR J, JANSÁ J (1990) Zlato a doprovodné minerály z oblasti Jeseníků. MS, Ústav nerostných surovin, Kutná Hora
- MÜCKE A, FOJT B, SKÁČEL J (2006) The Malé Vrbno magnetite occurrence of the Velké Vrbno Unit, Czech Republic: petrology, mineralogy, geochemistry and genesis. Chem Erde, Geochem 66, 2: 109-128
- POUCHOU J, PICOIR F (1985) „PAP“ procedure for improved quantitative microanalysis. Microbeam Anal 20: 104-105
- SKÁČEL J (1988) Rudné hornictví v okolí Starého Města. Sev Morava 55: 47-51
- SKÁČEL J (1989) Rudní indicie a perspektivy styčné oblasti silezika a lugika. Scr Fac Sci Nat Univ Purk Brun 19, 3: 99-112
- SKÁČEL J (2008) K problému původu zlata ve starých rýžoviskách v Rychlebských horách a na Staroměstsku. Čas Slez Muz (A) 57: 179-184
- SKÁČEL J, PECINA V (1990) Staré báňské práce na drahé a barevné kovy u Starého Města p. Sněžníkem. Čas Mineral Geol 35(2): 203-208