

Historie dolování, ložisková geologie a mineralogie některých lokalit v novoknínské zlatonosné oblasti (střední Čechy)

Mining history, economic geology and mineralogy of some localities in the Nový Knín gold-bearing area (central Bohemia, Czech Republic)

JIŘÍ LITOCHEB¹⁾, JIŘÍ SEJKORA¹⁾, VLADIMÍR ŠREIN²⁾ A BLANKA ŠREINOVÁ¹⁾

¹⁾ Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

²⁾ Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1

LITOCHEB J., SEJKORA J., ŠREIN V., ŠREINOVÁ B. (2011): Historie dolování, ložisková geologie a mineralogie některých lokalit v novoknínské zlatonosné oblasti (střední Čechy). - *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **19/2**, 101-129. ISSN 1211-0329.

Abstract

The Nový Knín area represents besides the Jílové gold-bearing district the second very significant gold-bearing region in the central Bohemia (Czech Republic). This paper summarizes hitherto knowledge about mining history, economic geology and mineralogy of some localities in the Nový Knín gold-bearing area and presents the results of a new mineralogical research. Gold mineralization in the Nový Knín, Kozí Hory and Libčice gold-bearing districts is represented by the veins or stockworks in sedimentary and volcanosedimentary Neoproterozoic rocks of the Barrandian block (bohemicum). The primary gold-bearing occurrences are often accompanied by alluvial and deluvial gold-bearing placers with visible gold.

In this ore area, the following types of mineralization occurs: *classic quartz-base-metals* (arsenopyrite, Fe-rich sphalerite, galena, chalcopyrite, pyrite), *quartz-Au-Ag-base-metals* (arsenopyrite, Fe-rich sphalerite, löllingite, galena, chalcopyrite, Fe and Sb dominant freibergite, hessite, acanthite, miargyrite, Au-Ag phases - gold (fineness 0.340 - 0.515) to Au-rich silver and accessory sulphosalts (Pb-Cu-Bi,Sb-S and Pb-Ag-Sb-S), *quartz-gold-bearing* (arsenopyrite, pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, locally molybdenite, gold (fineness >0.860), Bi-Te±S phases - tsumoite, pilsenite, sulphotsumoite, joséite B, tetradyomite) and *antimony mineralization* (gudmundite, berthierite in quartz or calcite veins or disseminated in rocks). The dominant primary quartz-gold-bearing mineralization were formed in course Variscan hydrothermal, locally in conditions contact metamorphism processes (the Libčice gold deposit).

Key words: *mining history, geology, mineralogy, paragenesis, gold, tellurides, sulphotellurides, freibergite, base-metal sulphides, chemical composition, the Nový Knín gold-bearing area, central Bohemia*

Úvod

Novoknínsko představuje po jílovském zlatonosném revíru druhou nejvýznamnější zlatonosnou oblast ve středočeské zlatonosné zóně. Zahnuje řadu báňskohistoricky, ložiskově geologicky, geneticky a mineralogicky zajímavých, v minulosti těžných nebo zkoumaných lokalit Au-mineralizace žilného a žilníkového typu, soustředěných do čtyř dílčích revírů - novoknínského, kozohorského, libčického a revíru Psí hory s hlavním ložiskem Mokrsko (obr. 1). Zejména poslední uvedený revír byl předmětem podrobného ložiskově geologického, vrtného a báňského průzkumu a systematického mineralogického výzkumu v letech 1980 - 1990 (Morávek et al. 1992; Morávek 1996 aj.). Ostatní revíry novoknínské oblasti byly v 2. polovině 20. století zkoumány orientačně, naposledy v letech 1980 - 1989; Bubníková et al. 1989). Průzkumné a výzkumné práce v těchto revírech na rozdíl od revíru Psí hory sice nevedly k rozšíření surovinového potenciálu Novoknínska, přispěly však k poznání ložiskové situace, minerálního složení a minerogenetických podmínek Au-mineralizace.

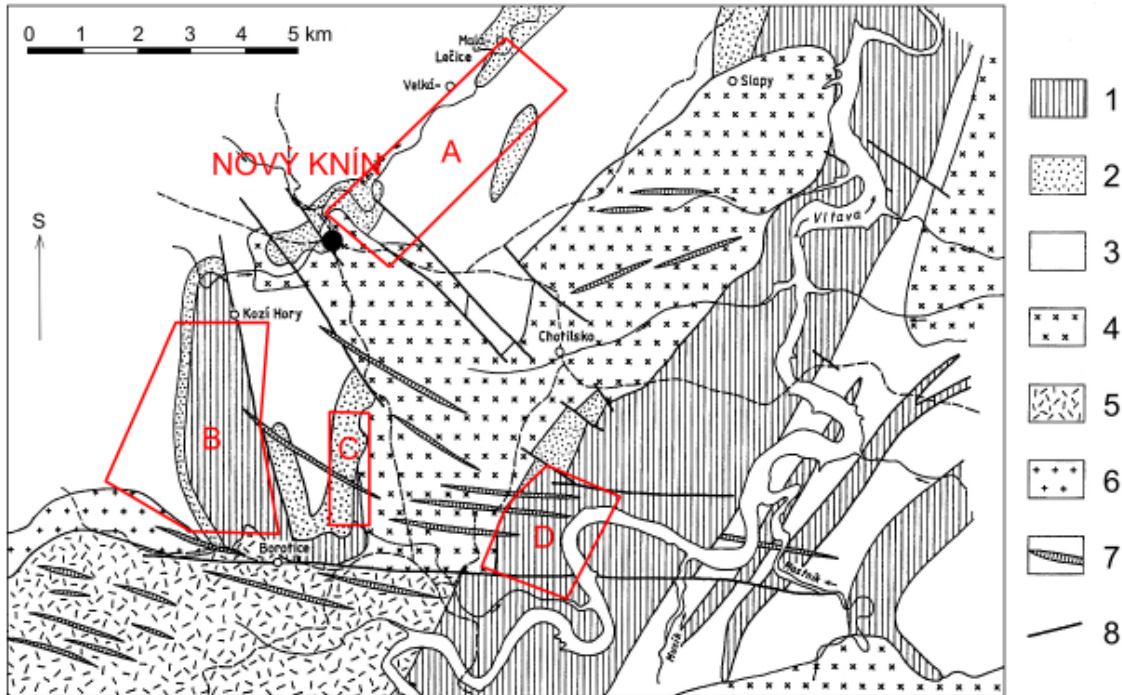
Cílem předloženého článku je shrnutí dosavadních publikovaných i archivních mineralogických poznatků k vybraným lokalitám novoknínského, kozohorského a libčického revíru a jejich doplnění o výsledky v posledních letech prováděného mineralogického výzkumu s důrazem

na chemické složení zlata a doprovodných minerálů, především Bi-sulfotelluridů a telluridů, obecných i komplexních sulfidů. Zpracovávají lokalitě jsou většinou současně i zastaveními na trasách naučných stezek Nový Knín a okolí a Kozí Hory - Libčice (Lhotský et al. 2003), případně se nacházejí v blízkosti tras naučných stezek a dále v textu mají obdobný název (obr. 2, 3).

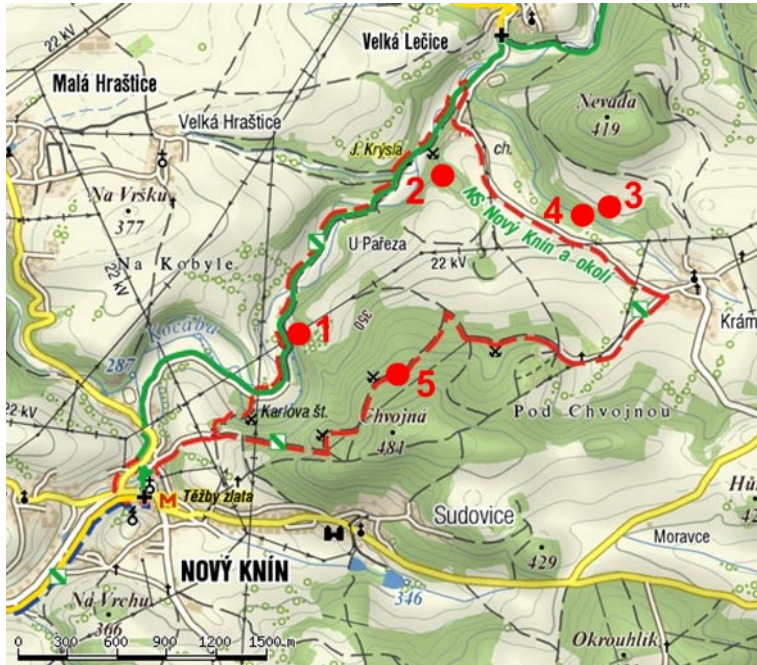
Stručný přehled výzkumů na Novoknínsku

Starší historické, geologické a mineralogické informace o lokalitách zlata na Novoknínsku uvádějí Kratochvíl (1957-1966) a Hruška et al. (1978), mineralogii ložisek zlata se zabývali Hofmann (1912), Rus (1950), Morávek (1958), Sobotka (1959), Litochleb, Seidl (1977) a Malec et al. (1985). Přehled o geologické stavbě oblasti shrnují Palivcová (1956) a později Mašek et al. (1988). Ložiskům zlata a historii dolování jsou pak věnovány především práce Pošepného (1895), Barvíře (1904, 1924, 1925a,b), Jungbauera (1922a), Ježka (1924), Valenty (1932), Rotha (1941), Amorta (1942) a Litochleba (1976, 1980).

Komplexní charakteristiku báňské činnosti a průzkumu s důrazem na ložiskově geologické poměry jednotlivých revírů novoknínské zlatonosné oblasti shrnuje spolu s novými poznatky průzkumu a výzkumu monografie Morávka et al. (1992). Při příležitosti konání mistrovství světa v rýžování zlata *Kocába'99* byl stav poznání z obo-



Obr. 1 Situace zlatonosných revírů novoknínské oblasti. A - novoknínský; B - kozohorský; C - libčický; D - Psí hory - Mokrsko. Vysvětlivky: Neoproterozoikum, kralupsko-zbraslavská skupina: 1 - vulkanity jílovského pásma (vpravo) a kozohorského pásma (vlevo); 2 - tufy, tufitické břidlice, grafitické břidlice; Neoproterozoikum, štěchovická skupina: 3 - břidlice, droby; Středočeský plutonický komplex: 4 - granodiorit sázavského typu; 5 - granodiorit blatenského typu; 6 - granodiorit okrajového typu; 7 - žilné horniny (porfiry, porfyrity, lamprofyry, aplity); Ostatní: 8 - hlavní poruchová pásma. Upraveno a doplněno podle Morávka (2003b).

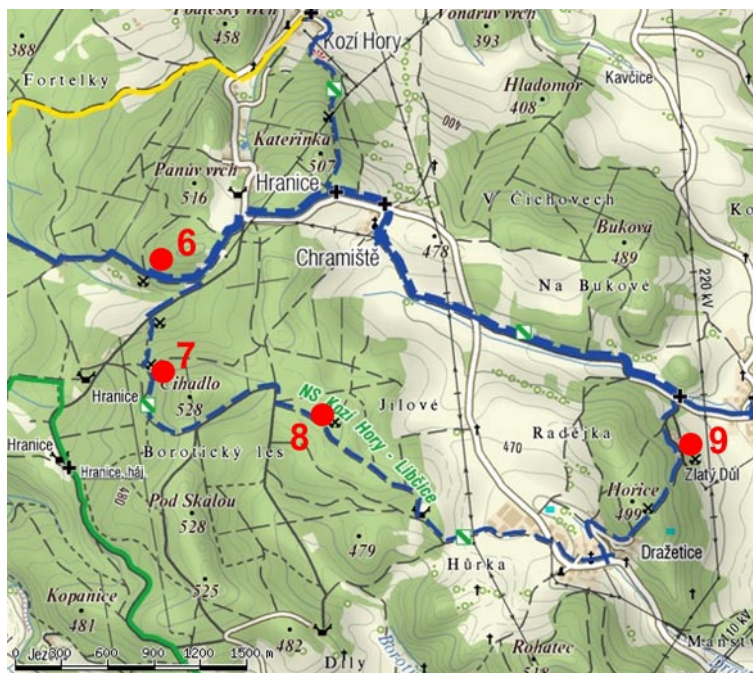


Obr. 2 Situace studovaných lokalit v novoknínské oblasti. 1 - štola č. II (Václava) u Kocáby; 2 - aluviální rozsypy na bezejmenném potůčku jv. od Spáleného Mlýna; 3 - Krámské doly; 4 - aluviální rozsypy Krámského potoka; 5 - Chvojna - šachta č. II (topografický podklad www.mapy.cz).

ru historie dolování, ložiskové geologie a mineralogie ložisek zlata na Novoknínsku zpracován formou publikace s průvodcem po nově zřízených naučných stezkách (Lhotský, Morávek 1999). Souběžně vzniklo i Muzeum zlata (dnes pobočka Hornického muzea Příbram) v budově bývalého horního úřadu v Novém Kníně s expozicemi dokumentujícími těžbu a průzkum zlata v této oblasti. Aktualizovaná verze publikace byla vydána v roce 2003 s rozšířením o montánní archeologii a barevnou fotodokumentaci lokalit a ukázek zlata (Lhotský et al. 2003). Historii dolování zlata a montánní archeologickému

výzkumu na Novoknínsku jsou pak věnovány i další práce (Litochleb, Sejkora 2002; Litochleb 2003a,b; Doležal et al. 2004; Korený 2004, 2006; Smolová 2009). Širší geologické veřejnosti je určen exkurzní průvodce po západní části novoknínské oblasti (Váňa, Litochleb 2001). Mineralogickým výzkumem se nově zabývali Blüml, Pertoldová (1989), Litochleb, Šrein (1994, 1995), Šrein et al. (1995), Zachariáš et al. (1997a,b, 1998), Zachariáš (2002), Litochleb et al. (2008) a Sejkora et al. (2009). Přehled výskytu minerálů telluru podle literárních údajů uvádějí Pauliš et al. (2008).

Obr. 3 Situace studovaných lokalit v kozohorském a libčickém revíru. 6 - Besídka, štola Silva - Taroucy; 7 - Borotice - šachtice č. IV; 8 - Dražetice - šachtice č. 4; 9 - důl Libčice (topografický podklad www.mapy.cz).



Charakteristika zlatonosných revírů

Novoknínský revír

Zlatonosná mineralizace vystupuje v nesouvislém pruhu směru SV - JZ mezi Novým Knínem, vrchem Chvojnou (481.4 m) a obcemi Krámy a Velká Lečice. Na území o rozloze cca 7 km² se nachází kolem 2.5 km pinkových a obvalových pásem po historickém dolování. Těžba zlata v sv. okolí Nového Knína vyjma tzv. Krámských dolů však nikdy nedosáhla většího významu.

Zrudněné struktury probíhají kontaktně metamorfovanými břidlicemi a prachovci štěchovické skupiny, místy i v tuftických břidlicích kralupsko-zbraslavské skupiny (lečické vrstvy) neoproterozoika v exokontaktu knínského a slapské výběžku středočeského plutonického komplexu. V exokontaktní zóně se vyskytují směrné žíly bazických hornin nejistého stáří a žíly variských aplitů až aplitických granitů a dioritového porfyritu. Zlatonosné žíly a žilníky sledují dva hlavní směry: SZ - JV (sudovické pásmo) a SV - JZ (chvojenské a krámské pásmo). Těžba zlata zde probíhala minimálně od středověku do konce 16. století do hloubky maximálně 35 - 40 m, báňské průzkumné práce byly prováděny téměř po celé 19. století (sudovické pásmo) a ve 20. století do roku 1945 (hlavně chvojenské pásmo). Celkem bylo v průběhu 1. poloviny 20. století při báňském průzkumu vyraženo 1905 m chodeb a 107 m hloubení. Rozsáhlé státní báňské průzkumné práce, prováděné zejména v letech 1914 - 1923, vycházely z mylné lokalizace bohatého středověkého dolu Mladá Kamlová, který se ve skutečnosti nacházel u Libčic jižně od Nového Knína (Jungbauer 1922a,b; Diviš 1926; Roth 1941; Litochleb 1976; Morávek et al. 1992; Litochleb 2003b). Orientační průzkum krámského pásma pomocí rýh a jádrového vrtu byl uskutečněn v roce 1981 (Bubníková et al. 1989).

Kozohorský revír

Historicky málo známý kozohorský (někdy též borotický) revír, situovaný jz. od Nového Knína, zaujímá území o rozloze cca 10 km² s celkovou délkou pinkových a obvalových pásem kolem 5.2 km. První poznatky o charakteru Au-mineralizace přinesly počátkem 20. století báňské průzkumné práce, prováděné hrabětem

A. E. Silva -Taroucou (1860 - 1934; psán někdy Sylva, Tarrouca nebo Taroucca), majitelem průhonického panství a zámků, zakladatelem Průhonického parku (Andreska 2007) a rakousko-uherským ministrem orby a výživy (1916 - 1918), a pozdější průzkum po roce 1945 (Rus 1950; Havlíček 1959).

Zlatonosné zrudnění je vyvinuto ve východních a západních okrajových částech komplexu vulkanických a vulkanosedimentárních hornin kozohorského pásma (kralupsko-zbraslavská skupina barrandienského neoproterozoika) a vytváří zde několik morfologicky a směrově odlišných typů. Patrně nejvýznamnějším dle rozsahu historických těžebních a průzkumných prací je nesouvislé pásmo strmých křemenných žil až žilníků směru S - J až SSV - JJZ nebo SSZ - JJV, vystupující na vzdálenost cca 3 km mezi kótou Besídka 515.5 m (Pánův vrch) u Kozích Hor a sz. okolím Borotic v z. okrajové části tělesa kozohorského pásma (ryolity a černé břidlice). Křemenné žíly v okolí Besídky dosahují poměrně malé mocnosti, mají nepravidelný průběh, při nepravidelné kovnatosti ale často vykazují vysoké obsahy zlata (štola Silva - Taroucy u samoty Hranice). Další zlatonosný křemenný žilník je vázán na strmou žílu lamprofyru s. - j. směru a v 1. polovině 20. století byl v okolí kóty Čihadlo (528.1 m) zkoumán pomocí několika šachtic do hloubky 50 m (hlavně šachtic č. IV, Borotice). Zlatonosné křemenné žíly různých směrů se vyskytují i při v. okraji kozohorského pásma místy se strukturální vazbou na žíly lamprofyru a v sz. okolí Dražetic byly zkoumány šachticemi počátkem 50. let 20. století (hlavně šachtic č. 4, Dražetice) (Rus 1950; Havlíček 1959; Morávek et al. 1992). Na celém území kozohorského revíru byla nověji provedena v profilech půdní geochemie a orientační vrtný průzkum některých úseků žil a žilníků proběhl v roce 1981 a 1987 (Bubníková et al. 1989).

Libčický revír

Historicky nejvýznamnějším byl na Novoknínsku nesporně libčický zlatonosný revír mezi kótou Hořice u Libčic a Dražeticemi, cca 4 km j. od Nového Knína, intenzivně dobývaný již ve středověku ve své z. části do hloubky téměř 200 m (Stará a Mladá Kamlová do úrovně 3. patra dolu Libčice) a těženy s přestávkami i v první polovině

20. století. Vlastní libčické ložisko lze považovat za hlavní zdroj zlata v historii těžby na Novoknínsku, i když revír má rozlohu pouze 2 km² a délka pásem stařin na povrchu činí jen 2 km. Po jílovském zlatonosném revíru patří těžební práce v Libčicích k nejlubším středověkým důlním dílům na zlato v Čechách. Nejvyšší obsahy zlata byly soustředěny ve svislém rudním sloupu při z. okraji ložiska pod rozsáhlými středověkými dobývkami. Úspěšná obnova báňského průzkumu v důlních mírách Ernst, Marietta, Josef a Gilla a následná těžba Au-rud je stejně jako v případě kozohorského revíru spojena se jménem hr. A. Silva -Taroucy. Otvírka středověké jámy Mladá Kamlová (šachta č. I) a přilehlých starých důlních děl ze 14. - 17. století v roce 1911 vedla k založení nové těžné šachty a od roku 1913 zahájení těžby do úrovně kolem 150 m pod povrchem (kolem 2. patra). Po vzoru ložiska Roudný u Vlašimi zde byla poměrně rychle (do roku 1915) vybudována stoupovna, gravitační a amalgamační úprava s hutí (kyanizace se teprve zkoušela), odkaliště a přímo v Libčicích unikátní, dodnes využívané, vodohospodářské dílo (šachta s jímacími chodbami o délce několika desítek metrů) pro zásobování úpravy technologickou vodou. Do roku 1923 bylo vyrobeno necelých 25 kg zlata (Hofmann 1912; Krusch 1921; Ježek 1924). Nejvíce rudy bylo vytěženo v roce 1921 - 2084 t, v posledním roce těžby před uzavřením dolu jen 993 t (Peters 1927). Za zmínku stojí úspěšné pokusy s dobýváním velice tvrdé horniny se zlatonosnou křemennou žilovinou žárovým způsobem pomocí zplynovače dr. ing. J. Scheybala (Schenk 1986 - 1987) nebo od roku 1921 účast hr. Taroucy v „Akciové společnosti pro výrobu radia a jiných kovů“ (Novotný 2011). Během 2. světové války byla hlavní libčická žíla otevřena a selektivně dobývána do úrovně 4. patra (v hloubce kolem 270 m). Do roku 1945 bylo vyrobeno 51.4 kg zlata. Celkem se z dolu Libčice v 1. polovině 20. století vytěžilo 24.6 kt rudy a vyrobeno téměř 76.5 kg zlata. Obsahy zlata byly velmi variabilní, lokálně i velmi vysoké. V 1. polovině 20. století se pohybovala kovnatost těžené a tříděné rudniny v ročních průměrech 7 - 18 g/t. Na s. - j. pásmu (Stará Kamlová) nebyly výjimkou zjištěné obsahy zlata ve stovkách g/t. Další průzkumné práce pokračovaly v letech 1945 - 1953 do úrovně 5. patra a v letech 1953 - 1957 do úrovně slepého 7. patra (Hruška 1939; Zoubek 1942; Wünsch 1944; Malachov 1953; Havlíček 1959; Litochleb 1976).

Zlatonosné zrudnění libčického revíru je lokalizováno v dacitech dražetického vulkanického tělesa a kontaktně metamorfovaných neoproterozoických břidlicích (rohovcích). Na východě a směrem do hloubky je omezeno intruzí libčického biotitového granitu středočeského plutonického komplexu. Plochý úklon kontaktu k Z způsobuje širokou zónu kontaktní přeměny nejen neoproterozoických hornin, ale i žilné Au-mineralizace. Zlatonosné zrudnění je strukturně spjato s průběhem strmých lamprofyrových žil, spessartitu směru V - Z - libčická hlavní žíla (Mladá Kamlová) a kersantitu směru S - J - dražetické žilné pásmo (Stará Kamlová). Historická těžba probíhala zejména na hlavní libčické žíle, ověřené novodobým báňským průzkumem z dolu Libčice do hloubky 300 - 400 m (do úrovně 7. patra) a ukončeném v roce 1957, dražetické pásmo, sledované na povrchu skupinami pinek a obvalů, bylo počátkem 20. století zkoumáno jen šachticemi, v úrovni 1. patra dolu Libčice jižním překopem Tüköryové a naposledy v roce 1987 dvěma orientačními vrty, bez pozitivních výsledků (Havlíček 1959; Bubníková et al. 1989; Morávek et al. 1992; Morávek 2003a).

Metodika výzkumu

Výběr lokalit byl podřízen nejen historickému významu v rámci báňské činnosti a novodobého průzkumu na Novoknínsku, ale především možnosti získání vzorků pro laboratorní mineralogický výzkum. Soubor studovaných vzorků tak představovaly z části starší terénní sběry (J. L.), doprovodná dokumentace k mineralogické sbírce Národního muzea, studijní materiály z pozůstalosti J. Sobotky, ukázky ze soukromých sbírek a současné sběry externích spolupracovníků (např. V. Říha a další). Kromě literární a archivní rešerše byla v rámci terénních prací prováděna fotodokumentace jednotlivých lokalit.

Nábrusy odřezů a zrnových preparátů byly studovány v odraženém světle (rudní mikroskopy Amplival Zeiss Jena, Leica a Nikon Eclipse ME600 s digitální kamerou DXM1200F). Kvantitativní chemické složení rudních minerálů bylo zjišťováno v laboratoři elektronové mikroanalýzy Geologického ústavu AV ČR, v.v.i. pomocí elektronového mikroanalyzátoru JEOL JXA-50A s energiově disperzním analyzátozem EDAX PV9400 (20 kV, 1.7 · 10⁻⁹ A, průměr svazku elektronů 1 - 2 μm, korigováno pomocí přírodních a syntetických standardů, anal. A. Langrová a V. Šrein) a později pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX-100 (Národní muzeum, anal. J. Sejkora) za podmínek: WD analýza, 25 kV, 20 nA, průměr svazku elektronů pod 1 μm, standardy Fe, Co, NiAs, Cu, ZnS, Ag, Au, HgTe, CdTe, Sb₂S₃, PbS, Bi (minerály systému Au-Ag) a pyrit, Co, NiAs, Sb₂S₃, Bi, Ag (arsenopyrit, löllingit). Obsahy výše uvedených prvků, které nejsou zahrnuty v tabulkách, byly kvantitativně analyzovány, ale zjištěné obsahy byly pod detekčním limitem (cca 0.01 - 0.04 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985). Hodnota ryzosti, uváděná při charakteristice zlata z jednotlivých lokalit, odpovídá poměru $Au_{hm. \%} / (Au + Ag + Hg)_{hm. \%}$. Ze tří otlukových vzorků žilné výplně s Au-Ag mineralizací (štola č. II - Václavova v údolí Kocáby) byly laboratořích Gematest s.r.o. Černošice stanoveny obsahy hlavních rudních prvků (AAS Philips, grafitová kyveta, standardní metodický postup).

Historie, ložiskové poměry a mineralogie lokalit

Štola č. II (Václavova štola) u Kocáby

Štola č. II se nachází na pravém břehu Kocáby sz. od kóty Chvojně (obr. 2) jako zastávka č. 4 Naučné stezky Nový Knín a okolí (Lhotský 2003) (obr. 4). Ražba průzkumné štoly probíhala v letech 1919 - 1922 po negativních výsledcích báňského průzkumu chojenského pásma, vedeného v letech 1914 - 1919 z nedaleké štoly č. I. Výlom ústí štoly byl založen na výchozu křemenné žíly o mocnosti 30 - 40 cm, směru 55 - 60° a strmého úklonu 75 - 80° k SZ. Žíla byla sledována na vzdálenosti 60 m, kde vyklínila na tektonické poruše. V celé své ověřené délce se žilná výplň vyznačovala většinou nízkými a kolísajícími obsahy Au (od stop do 22 g/t) a naopak relativně vysokými obsahy Ag (10 - 82, max. 356 g/t v 28 m od ústí), zejména v partiích s výskytem galenitu (zrna do 1 cm). Patrně nadložní odžilek této mineralizované struktury byl štolou zastížen v 94 m a krátce sledován tzv. jihozápadní slednou. Odžilek má nepravidelný obloukovitý průběh, proměnlivou mocnost od 15 do 45 cm, směrně se větví a nakonec vyklíňuje na sv. tektonické poruše. Mladší tektonické poruchy směru SZ - JV až S - J, omezující průběh křemenných žil, byly báňsky sledovány s negativním



Obr. 4 Ústí štoly č. II na pravém břehu Kocáby pod Chvojnou. Foto A. Švec, květen 2003.



Obr. 5 Pohled od ústí štoly č. II s uzávěrem hloubení č. I. Foto A. Švec, květen 2003.

výsledkem (výplň byl pouze tektonický jíl, drcené horniny, pyrit a kalcit).

V roce 1922 bylo ve vzdálenosti 14 m od ústí založeno úklonné hloubení č. I (obr. 5), které hlavní žílu sledovalo do hloubky 32 m a pak v úrovni 30 m slednými chodbami k SV a JZ na vzdálenost 10 m. Bylo zjištěno, že směrem do hloubky se mocnost žíly snižuje z počátečních 37 cm na 5 - 10 cm, žíla se postupně větví na dvě, z nichž jedna vyklíňuje. Obsahy zlata byly obdobně jako ve štole velmi nízké (většinou stopy, ojediněle 4.2 g/t těsně pod úrovní štoly), podíl stříbra se snižoval z 25 - 48 g/t na pouhých 2 - 17 g/t ve sledných chodbách z hloubení (Jungbauer 1922a,b, 1942; Diviš 1926).

Pro celkově negativní výsledky byly v roce 1923 další průzkumné práce ve štole č. II a v okolí Chvojné zastaveny. Průzkum ale přinesl poznatky, potvrzující jak existenci Au-Ag polymetalické mineralizace v sv. okolí Nového Knína, tak historické zmínky o stříbrných dolech u Nového Knína v 16. století (Ježek 1934; Kubátová 1975) a o postupném přechodu rud zlatých do stříbrných (Brückmann 1727; Ježek 1938).

Nová historie štol č. I a II začíná počátkem 60. let 20. století, kdy dochází k propojení obou štol (1960 - 1961) a od roku 1965 k otevření podzemního pracoviště dnešního Ústavu termomechaniky AV ČR, v.v.i. pro experimentální výzkum v oblasti aerodynamiky.

Vzorky pro mineralogický výzkum Au-Ag polymetalické mineralizace (Litochleb, Seidl 1977; Litochleb, Šrein 1995) byly odebrány v letech 1960 - 1961 S. Fialou (RD Příbram, závod Jílové u Prahy), vzorky pro nový revizní výzkum pocházejí z nadložního odžilku v jihozápadní sledné a byly odebrány V. Řihou v době rekonstrukce podzemního výzkumného pracoviště.

Žilnou výplň tvoří bílý až šedý křemen místy cukrovitěho vzhledu s makroskopickými drobnozrnnými vtrošeni-

nami, zrnitými agregáty do 1 cm² a žilkami rudních minerálů, jejichž zastoupení v žilovině je silně variabilní. To ukazují i orientační analýzy otlučkových vzorků zrudněné křemenné žiloviny (tab. 1). Makroskopicky převládá arsenopyrit, galenit, sfalerit, místy pyrit, chalkopyrit a freibergit, další níže popsané minerály jsou většinou mikroskopických rozměrů. Kontaktní rohovce jsou v exokontaktu žíly silně silicifikované a impregnované arsenopyritem.

Arsenopyrit vytváří automorfni až hypautomorfni metakrystaly (obr. 6) nebo jeho agregáty těsně srůstají s löllingitem (obr. 7) a je zatlačován galenitem a chalkopyritem (obr. 8). Chemické složení arsenopyritu (tab. 2) odpovídá vzorci FeAsS s poměrem (As + Sb)/S = 1.03 - 1.19; kolísání As/S poměru (obr. 9) a izomorfní příměs

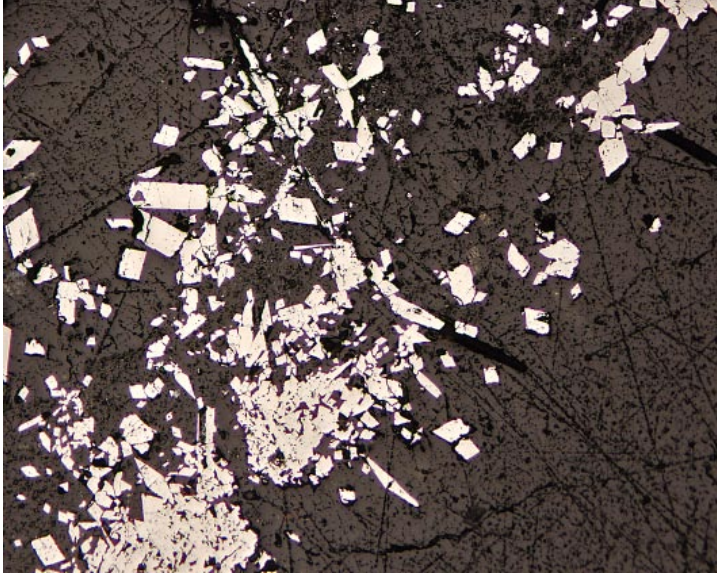
Tabulka 1 Obsahy rudních prvků ve vzorcích z křemenné žíly s Ag-Au polymetalickým zrudněním (v ppm), štola č. II (Václavova) u Kocáby

	1	2	3
Ag	4.2	14.6	75
Au	1	7.44	16.48
Pb	1170	4970	10750
Zn	450	32700	21350
Cu	38	335	1080
Sb	30.8	434	651
As	2150	1276	530
Bi	4.9	7.3	7.2

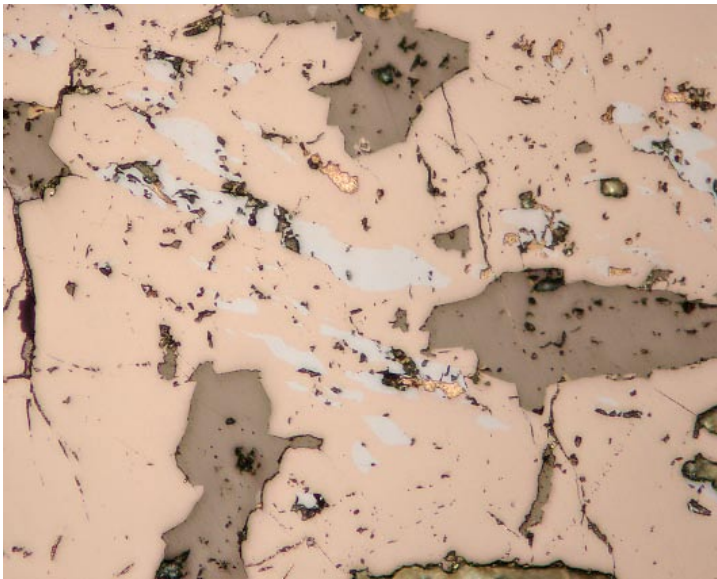
1 - křemenná žilovina s drobně vtrošeným polymetalickým zrudněním; 2 - křemenná žilovina se zrnitými agregáty sfaleritu; 3 - křemenná žilovina s vtrošeným galenitem a sfaleritem

Sb 0.25 - 0.65 hm. % (0.003 - 0.009 *apfu*) způsobují nevýraznou zonalitu agregátů arsenopyritu pozorovatelnou v BSE obraze. Nepravidelné protáhlé až 0.5 mm dlouhé agregáty **löllingitu** (obr. 7) zarůstají výhradně do arsenopyritu v asociaci s galenitem a freibergitem. Po mik-

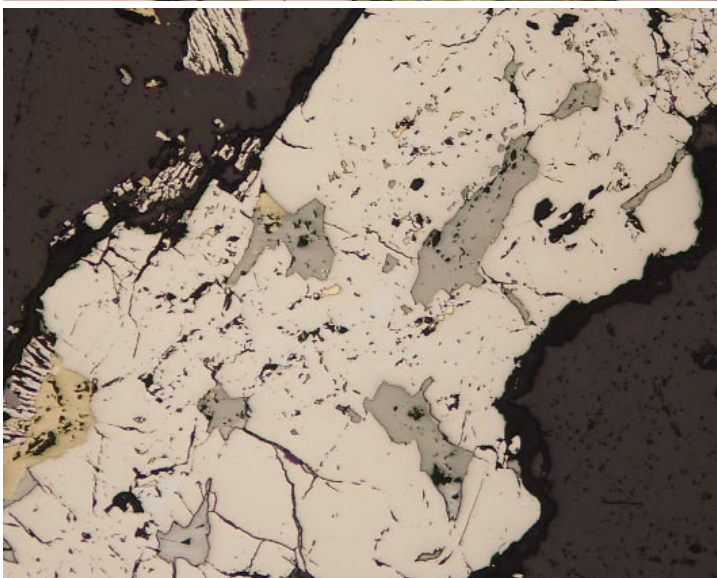
roskopických trhlinách do löllingitu pronikají Au-Ag fáze (obr. 10). Jejich výskyt je vázán výhradně na agregáty löllingitu a do okolního arsenopyritu nepokračují (obr. 11). Pro chemické složení löllingitu (tab. 2) je charakteristická izomorfní příměs S (0.08 - 0.18 *apfu* - obr. 12), Sb (do



Obr. 6 Automorfní krystaly arsenopyritu (světlé) zarůstající do křemenné žiloviny; Štola č. II u Kocáby. Foto v odraženém světle J. Sejkora; 1 nikol, šířka obrázku 3 mm.



Obr. 7 Löllingit (světle modrošedý) zarůstající do arsenopyritu (narůžovělý) se zrny galenitu (tmavě šedý) a drobnými zrny Ag-bohatého zlata (žluté v centrální části obrázku); Štola č. II u Kocáby. Foto v odraženém světle J. Sejkora; částečně zkřížené nikoly, šířka obrázku 0.75 mm.

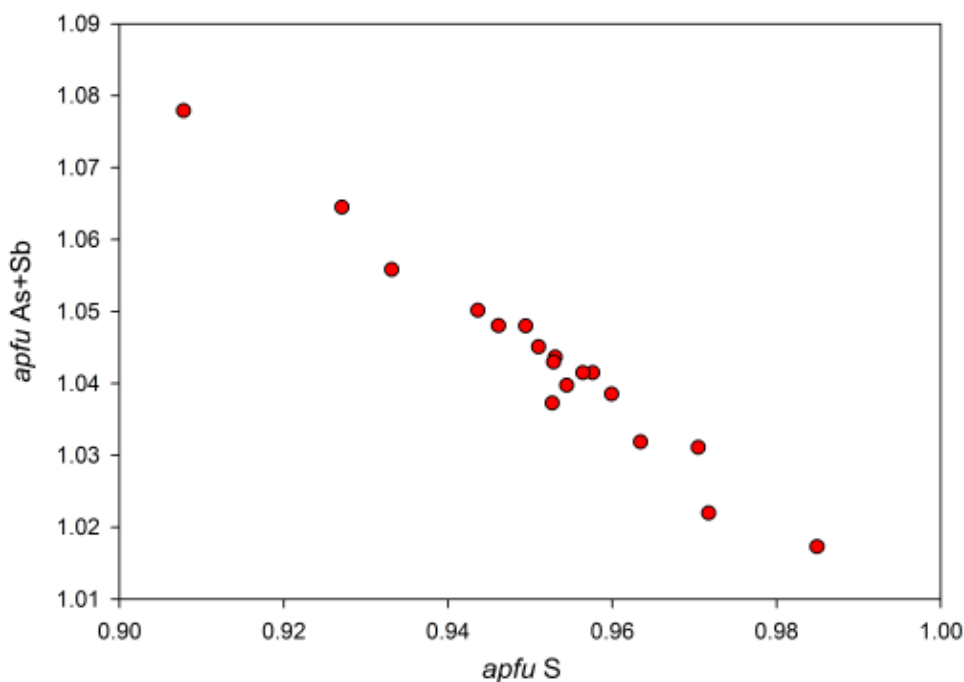
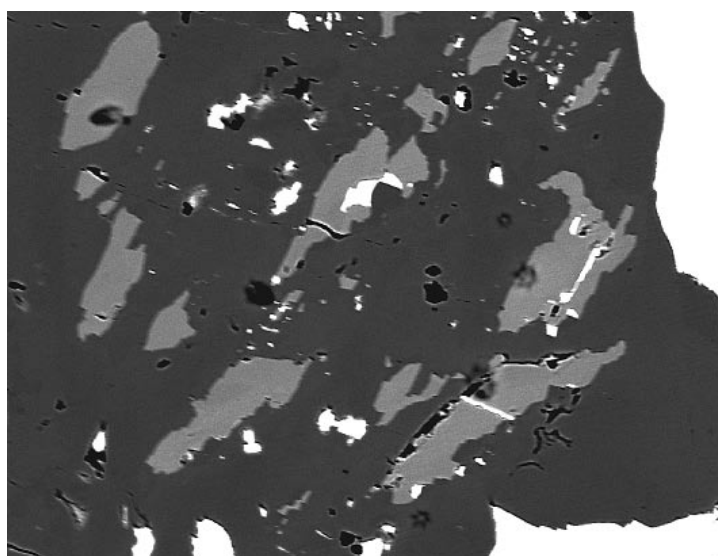


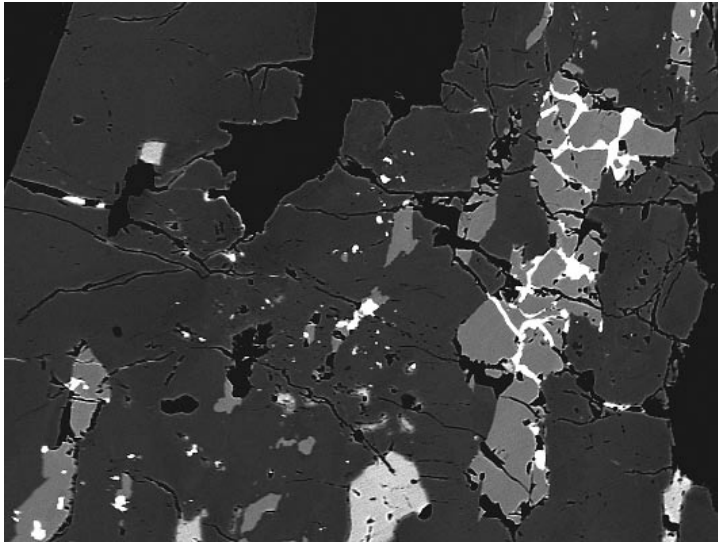
Obr. 8 Agregát převládajícího arsenopyritu a löllingitu (světle šedý) uzavírající galenit (tmavě šedý) ve srůstech s chalkopyritem (žlutý); v centrální části obrázku je drobné ostře ohraničené zrno Ag-bohatého zlata (žluté); Štola č. II u Kocáby. Foto v odraženém světle J. Sejkora; 1 nikol, šířka obrázku 1.5 mm.

Tabulka 2 Reprezentativní chemické analýzy arsenopyritu a löllingitu (hm. %); štola č. II u Kocáby

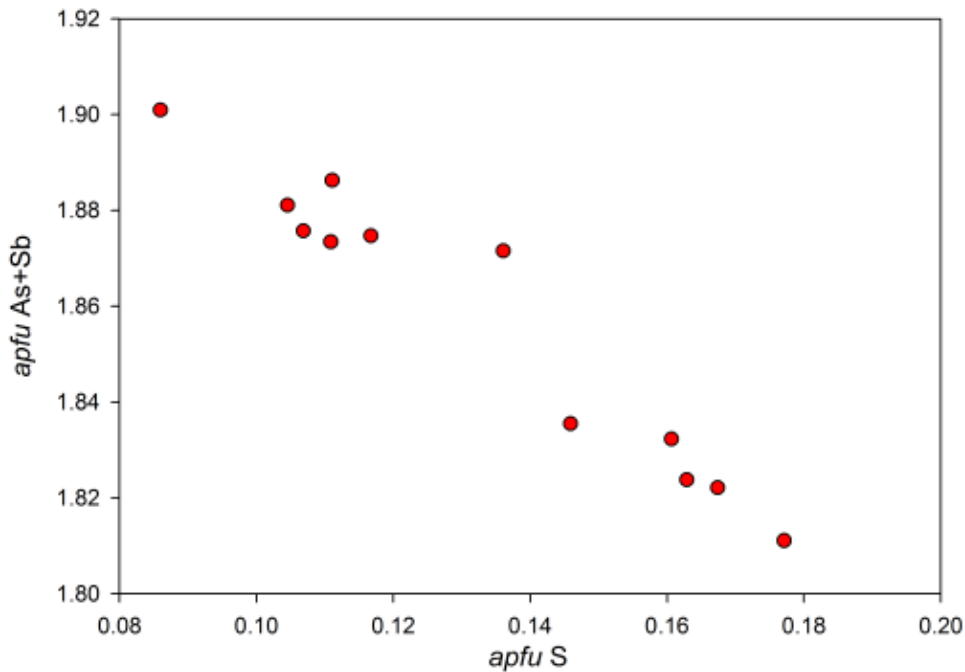
	arsenopyrit								löllingit							
Fe	33.90	33.70	33.83	33.93	33.92	34.11	34.41	34.02	27.27	27.11	27.77	28.11	27.53	27.95	28.08	
Ni	0.06	0.00	0.05	0.09	0.09	0.15	0.09	0.10	0.58	0.85	0.54	0.57	0.69	0.46	0.52	
Sb	0.35	0.30	0.46	0.65	0.41	0.48	0.25	0.58	0.19	0.14	0.24	0.13	0.09	0.22	0.21	
As	46.83	45.91	47.01	47.03	47.36	47.69	47.37	48.28	70.27	70.19	68.89	68.73	69.66	68.54	68.95	
S	18.95	19.10	18.61	18.64	18.31	18.15	18.68	17.53	2.19	1.36	2.59	2.88	1.70	2.70	2.35	
total	100.09	99.01	99.96	100.34	100.09	100.58	100.80	100.51	100.50	99.65	100.03	100.42	99.67	99.87	100.11	
Fe	0.997	0.998	0.999	1.000	1.004	1.007	1.008	1.011	0.973	0.984	0.989	0.993	0.994	0.995	1.001	
Ni	0.002	0.000	0.001	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.020	0.029	0.018	0.019	0.024	0.016	0.018	
Fe+Ni	0.998	0.998	1.001	1.002	1.006	1.011	1.010	1.014	0.992	1.013	1.007	1.012	1.017	1.010	1.019	
Sb	0.005	0.004	0.006	0.009	0.006	0.006	0.003	0.008	0.003	0.002	0.004	0.002	0.001	0.004	0.003	
As	1.026	1.013	1.035	1.033	1.045	1.049	1.034	1.070	1.868	1.899	1.828	1.809	1.874	1.819	1.832	
S	0.970	0.985	0.958	0.956	0.944	0.933	0.953	0.908	0.136	0.086	0.161	0.177	0.107	0.167	0.146	
Sb+As+S	2.002	2.002	1.999	1.998	1.994	1.989	1.990	1.986	2.008	1.987	1.993	1.988	1.983	1.990	1.981	

Koeficienty chemických vzorců počítány na bázi 3 *apfu*.

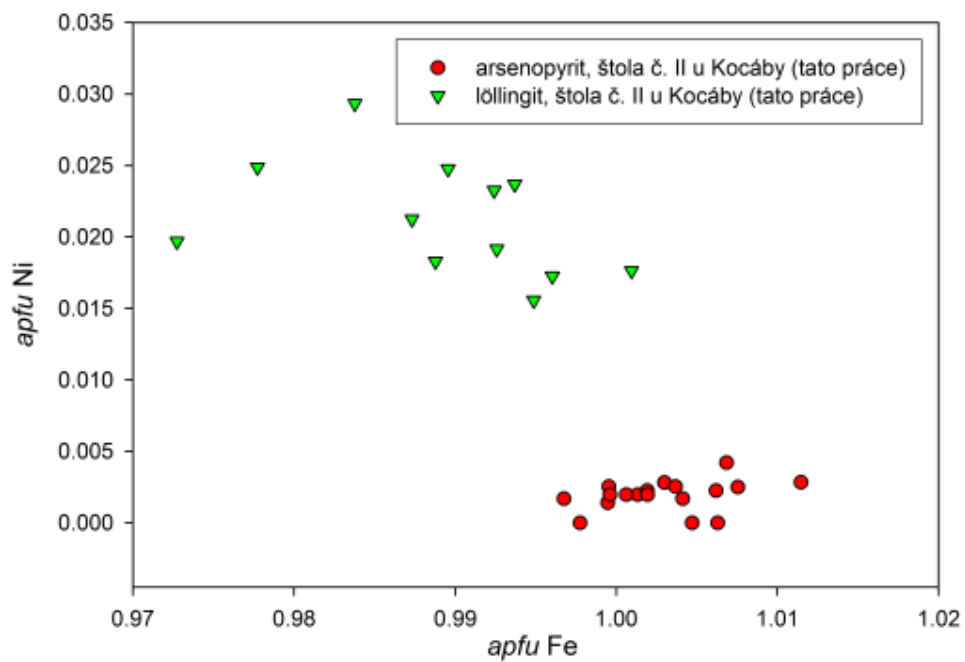
**Obr. 9** Graf obsahů S vs. As+Sb (*apfu*) pro arsenopyrit ze štoly č. II u Kocáby.**Obr. 10** Agregáty löllingitu (šedý) se žilkami a inkluzemi Ag-bohatého zlata (bílé) v arsenopyritu (velmi tmavě šedý); drobná zrna (bílá) v arsenopyritu mimo löllingit a velká zrna v dolním a pravém okraji obrázku náleží galenitu. Štola č. II u Kocáby. BSE foto J. Sejkora, šířka obrázku 300 μm .



Obr. 11 Agregáty löllingitu (šedý) se žilkami Ag-bohatého zlata (bílé) v arsenopyritu (velmi tmavě šedý); světlejší šedé zrnko uprostřed dolní hrany obrázku je freibergit. Štola č. II u Kocáby. BSE foto J. Sejkora, šířka obrázku 400 μm .



Obr. 12 Graf obsahů S vs. As+Sb (apfu) pro löllingit ze štoly č. II u Kocáby.



Obr. 13 Graf obsahů Fe vs. Ni (apfu) pro arsenopyrit a löllingit ze štoly č. II u Kocáby.

0.004 *apfu*) a zejména obsahy Ni (0.02 - 0.03 *apfu*), které jsou zřetelně vyšší než zastoupení tohoto prvku v koexistujícím arsenopyritu (obr. 13).

Pyrit se nachází v podřadném množství, srůstá s arsenopyritem a je pronikán mladšími polymetalickými sulfidy. Černý **sfalerit** ve formě xenomorfních zrn do velikosti 3 mm srůstá s ostatními sulfidy a obsahuje hojně mikroskopické inkluze pyrotinu, chalkopyritu a arsenopyritu. Krystaly arsenopyritu sfalerit obrůstá, sám je žilkovitě pronikán a zatlačován chalkopyritem a galenitem. Sfalerit se vyznačuje vysokým obsahem Fe (9.86 - 10.29 hm. %) a příměsí Cd (0.43 - 0.76 hm. %), Mn (0.25 - 0.33 hm. %) a Cu (0.21 - 0.46 hm. %) (3 bodové analýzy). Chemické složení lze vyjádřit empirickým vzorcem $(\text{Zn}_{0.80}\text{Fe}_{0.17}\text{Cd}_{0.01}\text{Mn}_{0.01})_{\Sigma 0.99}\text{S}_{1.00}$ (báze 2 *apfu*). **Pyrotin** vytváří inkluze ve sfaleritu a drobná zrna v blízkosti freibergitu. **Galenit** patří mezi hojně sulfidy, vyskytuje se ve formě zrnitých agregátů nebo štěpných zrn do velikosti 1 cm². Asociuje s chalkopyritem a obsahuje hojně inkluze relativně starších i mladších rudních minerálů, které ovlivňují jeho makrochemismus (viz Litochleb, Seidl 1977). Rozložení Ag, Bi, Cu, Fe, Se, Sb, Te a Zn, sledované v nábrusech elektronovým mikroanalýzátorem mimo zmíněné inkluze, je rovnoměrné, odovídající koncentracím řádově 0.X - 0.0X hm. %. Vzhledem ke zvýšenému obsahu Ag (s minerální vazbou na inkluze Ag-minerálů) byl galenit v době průzkumu považován za indikátor stříbrnosti sledované křemenné žíly (Jungbauer 1922a). **Chalkopyrit** často srůstá s galenitem, sfaleritem a freibergitem. Žilkovitě proniká do galenitu, zatlačuje sfalerit a freibergit, tvoří inkluze v arsenopyritu s löllingitem.

V minerální asociaci byla při předchozím výzkumu (Litochleb, Seidl 1977) ojediněle mikroskopicky zjištěna

„**sulfosúl X**“, tvořící jazykovitý metasomatický útvar na hranici galenitu a freibergitu (velikost 0.03 - 0.29 mm) nebo okrouhlé inkluze a lamely, sledující štěpné trhliny v galenitu. Chemické složení přibližně odpovídá vzorcí $\text{PbCu}(\text{Bi,Sb})_2\text{S}_4$. Výzkum, prováděný s prof. dr. F. Čechem, CSc. (PřF UK v Praze), zůstal nedokončen (nábrus se nezachoval) a při dalších revizích vzorků ze štoly č. II „sulfosúl X“ zatím nalezena nebyla.

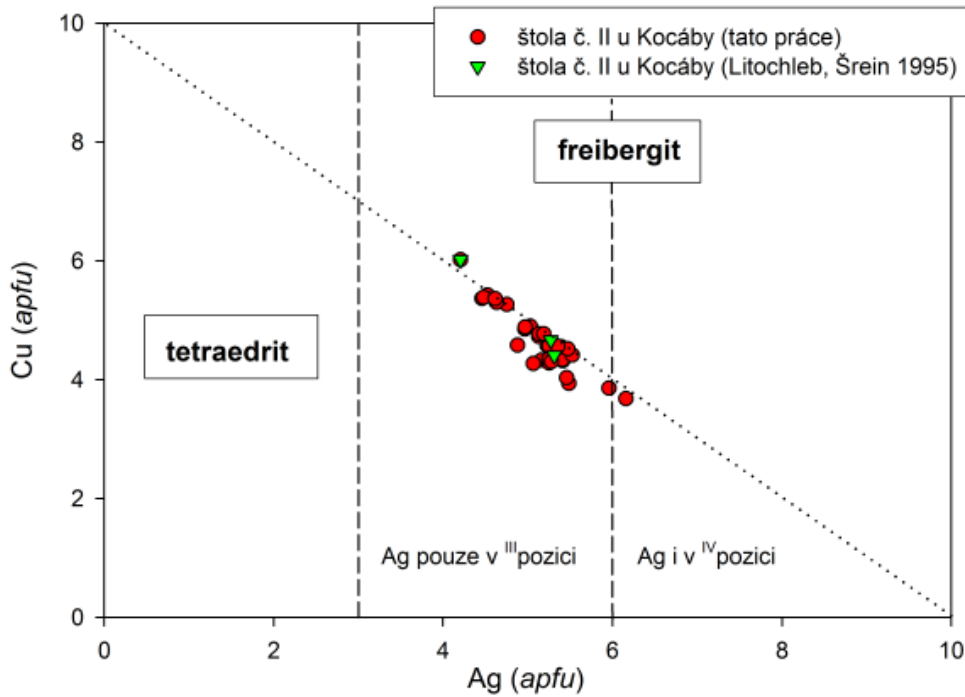
Analyticky zjištěné obsahy Au a Ag v křemenné žilovině (Jungbauer 1922a,b, 1942; tab. 1) jsou mineralogicky vázané na freibergit, hessit, akantit, fázi Pb-Ag-Sb-S, miargyrit a minerální fáze řady Au-Ag.

Freibergit tvoří v křemenu maximálně 2 - 3 mm velká, kovově lesklá šedá zrna, častěji však mikroskopické xenomorfní vtoušeniny, žilky, jazykovité až okrouhlé inkluze do 0.5 mm v galenitu. Je zatlačován chalkopyritem a obsahuje mladší inkluze Au-Ag fází. Podle 31 bodových analýz v různých zrnech a jejich částech má freibergit velmi variabilní chemické složení; vzhledem k dominantním obsahům Ag, Fe a Sb (tab. 3) jej lze označit za **Fe a Sb dominantní freibergit** (obr. 14 a 15). Zjištěné obsahy Ag a Cu vykazují zřetelnou negativní korelaci (obr. 14); podle Sacka a Louckse (1985), Johnsona et al. (1986), Lynche (1989) a Foita a Ulbrichta (2001) je možno (zjednodušeně) vyjádřit chemické složení Ag bohatých tetraedritů a freibergitů pomocí obecného vzorce ${}^{\text{III}}(\text{Ag,Cu})_6{}^{\text{IV}}[(\text{Cu,Ag})_4(\text{Fe,Zn})_2]_{\Sigma 26}(\text{Sb,As,Bi})_4(\text{S,Se})_{13}$. Pro hranici mezi Ag bohatým tetraedritem a freibergitem navrhuje Riley (1974) obsah cca 20 hm. % Ag; jestliže však vyjeme z výše uvedeného obecného vzorce a podle současných platných pravidel mineralogické nomenklatury jako hranici vymežíme 3 *apfu* Ag, tak lze odvodit minimální obsah Ag v ideálním Fe-Sb freibergitu 18.14 hm. % Ag.

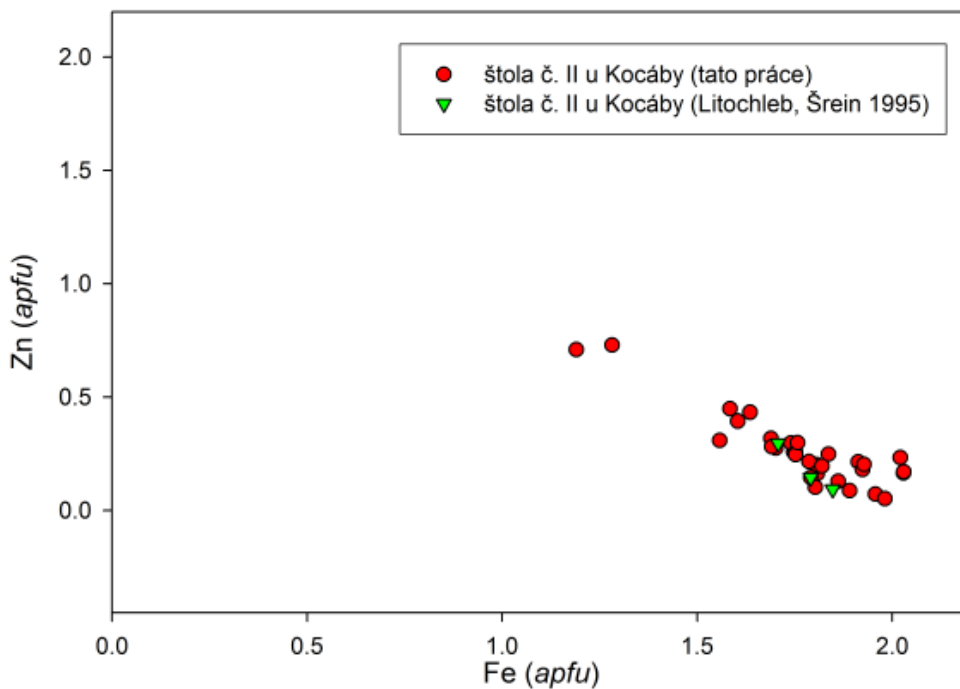
Tabulka 3 Reprezentativní chemické analýzy freibergitu (hm. %); štola č. II u Kocáby

Ag	27.14	27.75	24.77	34.93	33.60	30.90	29.28	29.84	30.92	29.64	27.91
Cu	18.58	18.13	20.88	12.29	12.81	15.36	16.03	14.33	13.46	14.46	15.43
Fe	6.18	5.83	5.46	5.13	5.08	5.30	4.60	3.75	5.81	3.48	5.19
Zn	0.61	0.72	0.52	0.89	1.02	0.75	1.07	2.50	0.18	2.43	0.89
Sb	25.39	25.38	25.88	25.02	24.93	25.46	26.04	26.37	26.41	26.39	28.20
As	0.53	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	22.50	22.39	22.60	22.31	22.11	22.28	22.36	22.28	22.39	22.42	22.39
total	100.93	100.64	100.11	100.57	99.55	100.05	99.38	99.07	99.17	98.82	100.01
^{III} Ag	4.614	4.750	4.211	6.000	5.967	5.400	5.133	5.281	5.467	5.250	4.879
^{III} Cu	1.386	1.250	1.789	0.000	0.033	0.600	0.867	0.719	0.533	0.750	1.121
Σ ^{III} pozice	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
^{IV} Cu	3.976	4.018	4.237	3.680	3.828	3.956	3.903	3.587	3.507	3.598	3.457
^{IV} Ag	0.000	0.000	0.000	0.162	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ ^{IV} pozice	3.976	4.018	4.237	3.842	3.828	3.956	3.903	3.587	3.507	3.598	3.457
Zn	0.171	0.203	0.146	0.259	0.299	0.216	0.310	0.730	0.053	0.710	0.257
Fe	2.029	1.928	1.793	1.748	1.742	1.789	1.557	1.282	1.984	1.191	1.752
Σ Zn+Fe	2.201	2.131	1.939	2.007	2.041	2.005	1.867	2.012	2.037	1.901	2.009
Sb	3.824	3.849	3.898	3.910	3.922	3.942	4.044	4.135	4.137	4.141	4.367
As	0.130	0.108	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ Sb+As	3.954	3.958	3.898	3.910	3.922	3.942	4.044	4.135	4.137	4.141	4.367
S	12.869	12.893	12.926	13.240	13.208	13.098	13.186	13.266	13.319	13.360	13.167

Koeficienty chemických vzorců počítány na bázi 29 *apfu*; rozpočet Ag a Cu je založen na přednostním obsazení trigonální ^{III}pozice stříbrem.



Obr. 14 Graf Ag vs. Cu (v apfu) pro freibergit ze štoly č. II u Kocáby.



Obr. 15 Graf Fe vs. Zn (v apfu) pro freibergit ze štoly č. II u Kocáby.

Nová zjištění Foita a Ulbrichta (2001) ukazují, že Ag ve freibergitu může obsazovat nejen trigonální pozici (III), ale pravděpodobně může nahrazovat i prakticky veškerou Cu v tetraedrické pozici (IV) a tak maximální obsah Ag ve freibergitu může dosahovat až 10 apfu. Analogický Fe a Sb dominantní freibergit byl nedávno popsán z malého ložiska stříbrných rud v Šebestěnicích u Čáslavi (Litochleb et al. 2008).

Hessit vytváří pouze mikroskopické, ale poměrně hojně okrouhlé inkluze (do 0.15 mm) v galenitu nebo shluky drobných zrn na styku polyminerálních agregátů galenitu, freibergitu a chalkopyritu. Vůči uvedeným sulfidům je vždy mladší. Chemické složení hessitu lze vyjádřit empirickým vzorcem $(\text{Ag}_{1.96}\text{Sb}_{0.01})_{\Sigma 1.97}(\text{Te}_{0.97}\text{S}_{0.05})_{\Sigma 1.02}$ (4 bodové analýzy; báze 3 apfu). Pravděpodobný **akantit** byl zjištěn jako ojedinělé inkluze kolem 1 μm , doprovázející inkluze

hessitu v galenitu. Přibližně stejných rozměrů (kolem 2 μm) jsou i inkluze blíže neurčené fáze **Pb-Ag-Sb-S** též v galenitu.

Minerální fáze řady Au-Ag tvoří lokálně hojně, ale jen 1 - 20 μm velké, žlutavě bílé, okrouhlé, laločnaté až větvičkovité nebo lamelární xenomorfní až hypautomorfní inkluze v křemenu, löllingitu, galenitu a freibergitu a místy i těsné srůsty s miargyritem. Charakteristická je poměrně široká variabilita jejich chemického složení, projevující se v kolísání hodnot ryzosti od 0.340 do 0.515 (Litochleb, Šrein 1995). Nově bylo studováno chemické složení inkluzí fází Au-Ag v galenitu a löllingitu, jejichž ryzost se pohybuje kolem 0.500 (tab. 4, obr. 16).

Studované Au-Ag fáze odpovídají svým chemickým složením varietám zlata a stříbra, označovaným jako *elektrum* a *küstelit*. Obdobná, chemicky variabilní fáze

Au-Ag byla zjištěna ve zlatohorském rudním revíru (Malec 1987). Podle Samusikova a Pavlovy (2000) lze jako varietu *küstelit* označovat přírodní fáze Au-Ag v rozmezí hodnot ryzosti zlata 0.500 až 0.200 (nad 0.500 *elektrum*, pod 0.200 zlatem bohaté stříbro nebo Au-stříbro).

Xenomorfní **miargyrit** (velikost zrn $X0 \mu\text{m}$) mikroskopicky těsně srůstá s pyrhotinem a freibergitem a jako nejmladší Ag-minerál obrůstá zrna Au-Ag fází. Jeho chemické složení je stechiometrické se vzorcem AgSbS_2 (Litochleb, Šrein 1995).

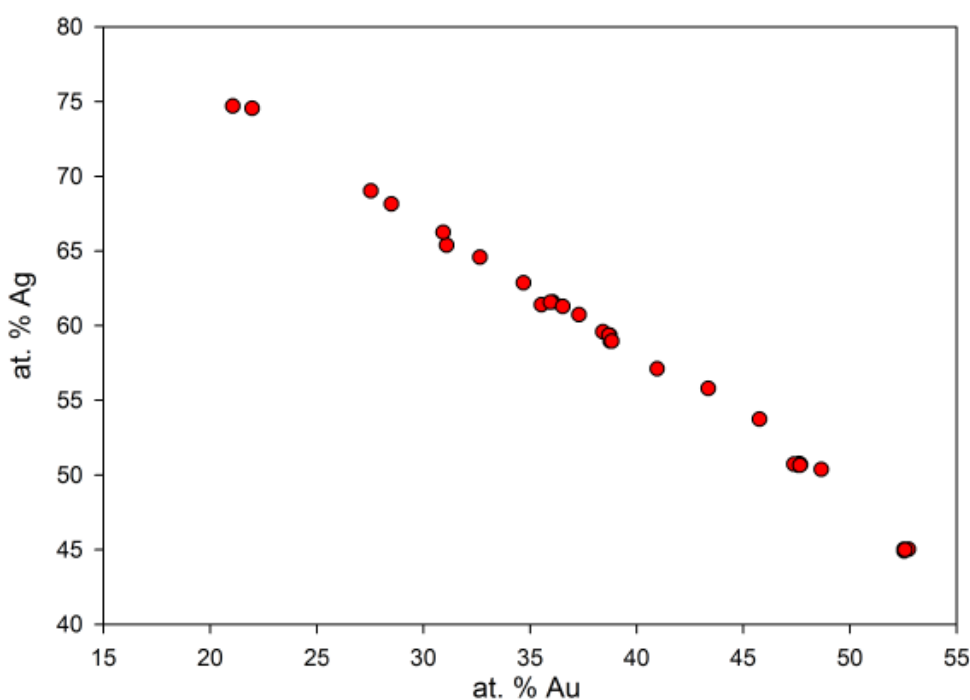
Žilná hydrotermální mineralizace, zastížená průzkumnou štolou č. II, geneticky představuje buď **smíšený typ Au-Ag-Pb-Zn-Sb mineralizace** nebo pro středoevropskou zlatonosnou zónu **nový typ Au-Ag polymetalické mineralizace se zlatem nízké ryzosti** (<0.500) a dominantním stříbrnosným galenitem a doprovodnými Ag-

Tabulka 4 Chemické složení (hm. %) inkluzí fází Ag-Au v galenitu a löllingitu; štola č. II u Kocáby

zrno 1 v galenitu (n = 8)	průměr	rozmezí	
Au	50.66	43.85	- 53.14
Ag	46.06	43.75	- 51.44
Hg	3.15	2.64	- 4.08
Au/(Au+Ag+Hg)	0.507		
zrno 2 v löllingitu (n = 4)			
Au	49.18	47.89	- 50.17
Ag	46.51	46.10	- 47.53
Hg	3.31	3.04	- 3.46
Au/(Au+Ag+Hg)	0.497		

n = počet analýz

Obr. 16 Graf obsahů Au a Ag (v at. %) pro minerály v řadě zlato - stříbro z lokality štola č. II u Kocáby. Odchytky od ideální přímky jsou vyvolány minoritními obsahy zejména Hg a dalších prvků.



Aluviální rozsypy jvv. od Spáleného Mlýna

Lokalitu představují zlatonosné rozsypy ve střední části údolí malého bezejmenného potůčku (obr. 17), tekoucího občasně ze severního úbočí kóty Chvojně (481.4 m) a vlévajícího se jako pravostranný přítok do Kocáby proti Spálenému Mlýnu. Tento potůček s vyznačenými rýžovišti zlata je zakreslen v Barvířově mapce z roku 1904 (Barvíř 1904). **Zlato** (málo opracované plíšky a drobné valounky do 5 mm) je vázáno na bedrové partie a jeho morfologie odpovídá krátkému transportu. Zdrojem zlata jsou patrně denudované výchozové partie zlatonosných žil a žilníků v sv. úseku chvojenského pásma. Lokalita je pozoruhodná častou přítomností stříbřitých plíškovitých útvarů **Au-amalgamu**. Studované zlatinky mají částečně porézni povrch, zonální strukturu a variabilní chemické složení. Centrální partie tvoří zlato s obsahem kolem 6 hm. % Ag a s kolísající příměsí Hg (0.82 - 2.47 hm. %), střední partie mají obsah Ag 1.28 a Hg 1.25 hm. % a okrajové, nepravidelně vyvinuté světlejší zóny, náleží Au-amalgamu s obsahem Hg 43.81 - 47.03 hm. % se vzorcem blízkým AuHg (Litochleb et al. 2008). Hodnotou atomárního poměru $(\text{Au} + \text{Ag})/\text{Hg} = 1.05 - 1.26$ se studovaný Au-amalgam

minerály. V prvním případě lze předpokládat, že starší křemen-zlatonosná asociace s akcesorickými Bi-Te minerály byla v mladší etapě minerogeneze výrazně ovlivněna fluidy bohatými Ag a Sb za vzniku „sulfosole X“, freibergitu, hessitu, akantitu, fáze Pb-Ag-Sb-S, fází řady Au-Ag a miargyritu (obdobně viz Litochleb et al. 2006). Původní zlato vyšší ryzosti a Bi-Te minerály se nezachovaly, Bi a Te byly však analyticky zjištěny s minerální vazbou na „sulfosól X“ a hessit. V případě druhém by se jednalo o mineralizaci formovanou v průběhu jedné minerogenetické fáze s krystalizační posloupností od starších obecných a polymetalických sulfidů k mladším Ag-Sb a Ag bohatým minerálům a fázím Au-Ag. S kolísající aktivitou Ag v roztocích v obou případech souvisí i značně variabilní chemické složení freibergitu a fází řady Au-Ag.

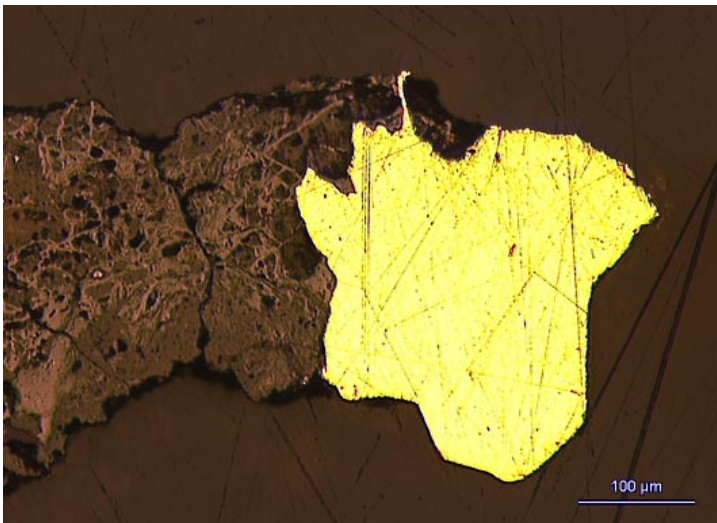
Izotopické složení galenitu studovaného zrudnění odpovídá poměry izotopů $\text{Pb}^{206}/\text{Pb}^{204} = 18.06$ a $\text{Pb}^{207}/\text{Pb}^{204} = 15.69$ (Litochleb, Seidl 1977) variskému (starovariskému) modelovému stáří a je srovnatelné s izotopickým složením galenitu ze zlatonosných žil jílovského revíru (Morávek 1971).



Obr. 17 Aluviální rozsyp bezjmenného potůčku jv. od Spáleného Mlýna. Foto J. Bašta, leden 2006.



Obr. 18 Hlavní povrchová dobývka Krámských dolů na úbočí kóty Nevada (pohled od SSV do údolí Krámského potoka. Foto J. Li-tochleb, duben 2004.



Obr. 19 Zlato v „limonitu“, Krámské dolů, povrchová dobývka. Foto v odraženém světle V. Šrein.

nejvíce přibližuje hexagonálnímu auroamalgamu β se vzorcem $Au_{1,2}Hg$, resp. Au_6Hg_5 (Malec, Novák 1984; Novák, Malec 1984). Ke vzniku Au-amalgamových lemu pravděpodobně došlo (sub)recentně v supergenních podmínkách zvodněných rozsypů antropogenní merkurizací jako důsledek používání rtuti při amalgamací, historickém zpracování Au-rud nebo šlichů ve snosovém území potůčku. Obdobnou genezi Au-amalgamů v rozsypech uvažují například Foster et al. (1978), Callahan et al. (1994), Zwahr a Ulrich (1999), Barkov et al. (2009), u nás Malec (1986).

Krámské dolů j. od kóty Nevada

Krámské zlatonosné pásmo probíhá sz. od obce Krámy přerušovaně mezi chatovou osadou Nevada na JZ a kótou Nevada (419.5 m) na SV. Historická lokalita „Krámské dolů“ se nachází v lesním výběžku na j. úpatí kóty Nevada (dříve Zlatá hora) v blízkosti silnice spojující Velkou Lečici a Krámy (obr. 1). Jedná se o cca 300 m dlouhé pásmo povrchových dobývek, hald a pinek směru SSV - JJZ, táhnoucí se od Krámského potoka na konec lesního výběžku (obr. 18). Další pokračování k SSV dnes není patrné. Krámské dolů zmiňuje již L. Ercker ve své relaci císaři Rudolfovi II. z 5. 6. 1592 jako „velké dílo místy 100 sáhů dlouhé, 20 sáhů široké a 7 sáhů hluboké“ (Barviř 1903 - 1904). Barviř (1925a) popisuje „Zlaté hory krámské“ jako cca 200 m dlouhou dvojitou řadu obvalů a pinek v horninových žilách (diabasech) a mezi nimi „až 30 kroků široký a 10 m hluboký výlom v břidlici“. Podle současného stavu mají povrchové dobývky šířku do 15 - 20 m a hloubku 3 - 12 m. V roce 1691 razila knínská obec pod krámské pásmo průzkumnou štolu (patrně v jeho jz. úseku mimo hlavní Krámské dolů), která byla pokusně zmáhána v letech 1919 - 1920 bez známých výsledků (Roth 1941). Další průzkumné práce ve 20. století měly orientační charakter. V roce 1914 zde byly hloubeny mělké kuťací šachtice do hloubky 4 m pro odběr vzorků, které v analýzách vykázaly pouze stopy zlata. V roce 1981 byly krámské dobývky podsednuty průzkumným jádrovým vrtem (Bubníková et al. 1989).

Geologicky se Krámské dolů nacházejí v kontaktně metamorfovaných černých grafitických břidlicích a tufitických břidlicích s pyritem (lečické vrstvy), obklopených sedimenty mladší štěchovické skupiny neoproterozoika v exokontaktu slapského výběžku středoečeského plutonického komplexu (sázavský granodiorit) (Příhodová 1967; Morávek 2003b). Lečické vrstvy vystupují na povrch v jádrech dílčích antiklinál s osou směru SV - JZ. Poruchové zóny směru SSV - JJZ až SV - JZ jsou často vyplněny tělesy žilných hornin nejistého stáří, označovaných jako diabasy nebo lamprofyry. S nimi je strukturně spjata i Au-mineralizace žilnického typu. Ve většinou poměrně málo mocných křemených až křemen-karbonátových žilkách je hojně přítomen chlorit, pyrhotin, vzácně axinit a místy i viditelné zlato (Morávek et al. 1992).

Tabulka 5 Reprezentativní chemické analýzy Bi-telluridů a sulfotelluridů z novoknínské zlatonosné oblasti (hm. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Pb	0.21	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00	0.00
Bi	61.57	68.18	67.98	59.16	58.48	58.58	74.36	74.25
Te	37.98	31.36	27.87	35.72	35.29	36.41	22.54	22.25
S	0.00	0.00	3.64	4.63	4.66	4.60	2.70	2.85
total	99.76	99.54	99.49	99.51	99.83	99.59	99.60	99.35
Pb	0.003	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000
Sb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.061	0.000	0.000	0.000
Bi	0.993	3.992	2.970	2.001	1.965	1.976	4.039	4.021
Σ Pb+Sb+Bi	0.997	3.992	2.970	2.001	2.037	1.976	4.039	4.021
Te	1.003	3.008	1.994	1.979	1.942	2.012	2.005	1.973
S	0.000	0.000	1.036	1.021	1.021	1.012	0.956	1.006
Σ Te+S	1.003	3.008	3.030	2.999	2.963	3.024	2.961	2.979
báze*	2	7	6	5	5	5	7	7

Koeficienty chemických vzorců počítány na uvedené bázi* *apfu*.

1 - tsumoit, důl Libčice (Sejkora et al. 2009); 2 - pilsenit, důl Libčice (Sejkora et al. 2009); 3 - sulfotsumoit, důl Libčice (tato práce); 4 - tetradymit, Krámské doly (tato práce); 5 - tetradymit, Chvojná, šachta č. II (tato práce); 6 - tetradymit, důl Libčice (Sejkora et al. 2009); 7 - joséit B, důl Libčice (tato práce); 8 - joséit B, Krámský potok (tato práce)

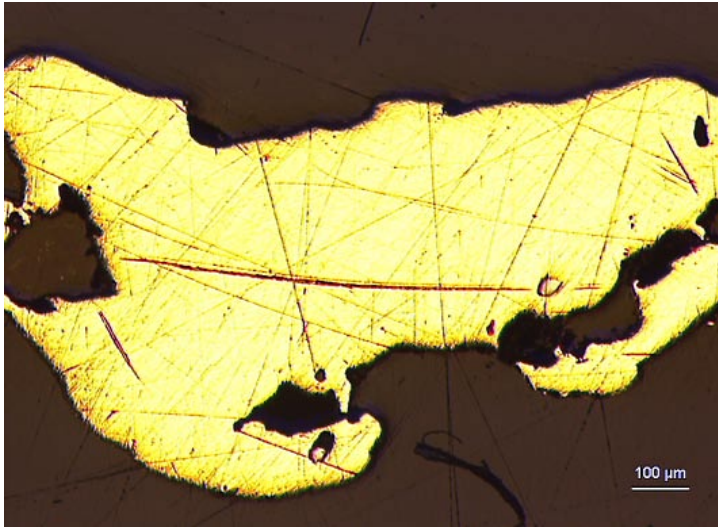
Vrt VK-5 v roce 1981 zastihl tři horninové žíly (v hloubce 22.4 - 29.1, 66.8 - 79.2 a 84.3 - 92.6 m - nepravá mocnost) s křemen-karbonátovými žilkami o mocnosti 1 - 10 cm s chloritem, hojným pyrrhotinem a pyritem, vzácně chalkopyritem a s obsahy Au od 0.1 do 1.6 g/t a zvýšenými obsahy Sb. Lokálně na kontaktu spodní horninové žíly bylo analyticky zjištěno 0.17 % Sb na vzorkovanou mocnost 1.8 m. V hloubkovém intervalu 92.6 - 92.7 m byla překřížena brekciovitá křemenná žíla s vtroušeninami pyritu, pyrrhotinu a sfaleritu (Bubníková et al. 1989).

Studovaná ukázka Au-zrudnění pochází z hlavní krámské dobývky (nález V. Řihy). **Zlato** vytváří v asociaci s **Fe-Mg chloritem**, limonitizovaným **pyritem** a drobně lístečkovitým **tetradymitem** drobná zrna do velikosti 0.5 mm v křemeni, vyplňujícím trhlinu v žilné hornině. Zejména v mikroskopicky zonálním **limonitu**, pseudomorfovaným pyrit, zlato tvoří hypautomorfní krystalky nebo velmi jemné inkluze od 2 do 60 μm (obr. 19). Podle výsledku elektronové mikroanalýzy má zlato vysokou ryzost 0.959 - 0.974 a příměs Ag 2.50 - 3.87 hm. % (6 analýz). Se zlatem asociující tetradymit vykazuje chemické složení blízké ideálnímu vzorci (tab. 5).

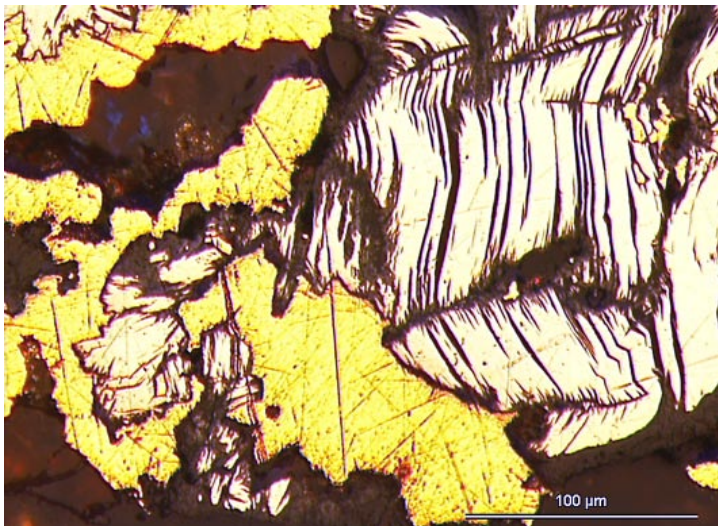
V pokračování hlavní dobývky k JJZ byl v údolí Krámského potoka nalezen rozvolněný výchoz směrově shodné **křemenné žíly s polymetalickým zrudněním**. Žíla páskované textury o mocnosti od 3 do 12 cm je tvořena šedobílým masivním křemenem (většinou bez rudních minerálů), v okrajových partiích se střídají křemenné pásy s horninou (rohovec) silně impregnovanou arsenopyritem. Polymetalické sulfidy - sloupečkovité krystalky **arsenopyritu** mm velikosti, **černý sfalerit** a štěpná zrna až hypautomorfní krystalky **galenitu** o velikosti 1 - 2 mm² vyplňují v křemeni trhlinu o mocnosti cca 0.5 cm. Arsenopyrit s poměrem (As + Sb)/S = 0.99 - 1.01 se vyznačuje zvýšeným podílem Sb do 0.018 *apfu* (0.92 - 1.34 hm. %). Černý sfalerit je bohatý Fe (kolem 0.17 *apfu*). Jeho průměrné chemické složení (3 bodové analýzy) odpovídá empirickému vzorci (Zn_{0.81}Fe_{0.17}Cd_{0.01}Mn_{0.01}Σ_{1.00})S_{1.00} (báze

Tabulka 6 Chemické složení zlata (hm. %) z aluviálního rozsyvu, Krámský potok

	průměr	rozpětí	
4 zlatinky sumárně (n = 24)			
Au	93.14	91.85	- 94.59
Ag	6.17	5.35	- 7.37
Hg	0.68	0.29	- 1.34
Au/(Au+Ag+Hg)	0.931		
zlatinka 1 (n = 6)			
Au	92.97	91.85	- 93.88
Ag	5.86	5.70	- 6.03
Hg	0.67	0.45	- 0.91
Au/(Au+Ag+Hg)	0.934		
zlatinka 2 (n = 6)			
Au	92.87	92.09	- 92.66
Ag	7.16	6.88	- 7.37
Hg	0.56	0.33	- 0.88
Au/(Au+Ag+Hg)	0.923		
zlatinka 3 (n = 7)			
Au	93.49	92.50	- 94.02
Ag	5.62	5.35	- 5.92
Hg	1.00	0.42	- 1.34
Au/(Au+Ag+Hg)	0.934		
zlatinka 4 (n = 5)			
Au	93.79	93.06	- 94.59
Ag	6.10	6.01	- 6.32
Hg	0.38	0.29	- 0.51
Au/(Au+Ag+Hg)	0.935		
n = počet bodových analýz			



Obr. 20 Zlato z aluviálního rozsypu, Krámský potok. Foto v odraženém světle V. Šrein.



Obr. 21 Srůsty zlata (žluté) s joséitem B (šedavý) zřetelně korodovaným podle štěpných trhlin, aluviální rozsyp, Krámský potok. Foto v odraženém světle V. Šrein.



Obr. 22 Zbytky haldy šachty č. II pod lesní cestou na Chvojně. Foto J. Litochleb, květen 1999.

2 *apfu*). Obdobné zrudnění popisuje Tuček (1948) z průzkumných šachtic, hloubených v roce 1944 v ssv. části krámského pásma na svahu kóty Nevada. Šedobílý křemen obsahoval drobně zrnitý černý až černohnědý sfalerit (velikost zrn do 8 x 6 mm), jemnozrnný galeinit (zrna do 4 mm), vzácně chalkopyrit. Podle Rotha (1944) analýza křemene ze starých hald u kóty Nevada vykazala 0.2 g Au/t, 9.8 g Ag/t a 0.72 % Sb. Tuček (1948) proto vyčleňuje pro Novoknínsko nový typ mineralizace - slabě zlatonosné polymetalické žíly.

Krámský potok sz. od Krámů

Krámský potok, tekoucí širokým údolím od obce Krámy k SZ do Kocáby, je známý častými nálezy poměrně málo transportem opracovaného klastického zlata (velikost zlatinek v mm, ojediněle 5 - 10 mm) v aluviálních rozsypech. Podle dosud provedených výzkumů zlato pochází ze dvou blízkých, ale minerogeneticky odlišných, primárních zdrojů.

Zlato z náplavů Krámského potoka cca 0.5 km sz. od obce Krámy (tj. ještě před Krámskými doly) studovali Malec a Novák (1982). Ostrohranné a nepravidelně plíškovité, málo opracované zlatinky bez sekundárních povrchových vrstviček ryzího zlata mají velikost kolem 0.5 mm. Vyznačují se vnitřní homogenitou, ale nižší ryzostí v různých zlatinkách od 0.844 do 0.922. Obsah Ag tak kolísá od 7.7 do 11.5 hm. % a příměs Hg činí 0.1 - 4.1 hm. %. Předpokládané snosové území představuje údolní uzávěr potoka u obce Krámy, situovaný v exokontaktu slapského výběžku; primární zdroj není známý.

Nově studované rozsypové zlato pochází z recentních náplavů Krámského potoka pod Krámskými doly. Jedná se o sytější žluté téměř neopracované zlatinky do velikosti 1.5 mm (obr. 20), místy ve srůstech se zprohýbanými lístečky relativně staršího joséitu B do velikosti 0.5 mm (obr. 21). Ryzost analyzovaných zlatinek jen mírně kolísá od 0.923 do 0.935. Chemické složení zlata z aluviálního rozsypu dokumentuje tabulka 6. Chemické složení **joséitu B** je blízké ideálnímu vzorci (tab. 5). Zdrojem zlata jsou nedaleké zlatonosné žilníky v pásmu Krámských dolů na svahu kóty Nevada.

Chvojná - šachta č. II

Chvojenské pásmo představuje křemenný žilník, resp. několik souběžných žilných struktur v tělese žilné horniny - dioritového porfyritu směru SSV - JJZ s dosahem starých těžebních nebo kutacích prací do hloubky 40 m (Barvíř 1924; Roth 1941; Sine 1945). Protože průzkum chvojenské pásmo, vedený od roku 1914 ze štoly č. I od Kocáby, nepřinesl pozitivní výsledky bylo rozhodnuto založit průzkumnou šachtu přímo v jjz. zakončení pásma pinek a obvalů na povrchu kóty Chvojná.

Šachta č. II - Chvojná se nachází cca 350 m na S od vrcholu Chvojně (481.4 m) při lesní cestě, pod níž je zachována polorozvezená halda (obr. 22). Hloubení bylo zahájeno v roce 1920. Záhy po zahloubení byl ve staré haldě



Obr. 23 Šachta č. II na Chvojně, červen 1944. Archivní foto.

vině nalezen křemen s plíškovým zlatem. V hloubce 26 m pak byla naražena stará kruhovitá šachtice s chodbou k J. Teprve v hloubce 30 m byla nalezena čokovitá křemenná žíla s obsahem zlata 5 g/t a žíla masivního pyritu malé mocnosti (Diviš 1926). Podle pozdější analýzy laboratoře SGÚ Praha pyrit obsahoval 1.2 g Au/t, 1.2 g Ag/t, 0.19 % Cu a 1.61 % As (Sine 1946). Měď a arsen byly patrně vázány na chalkopyrit a arsenopyrit. Pro potíže s vodou bylo hloubení zastaveno ještě téhož roku v úrovni 31.5 m.

K dokončení průzkumu chvojenického pásma došlo v letech 1942 - 1945 jak překopem ze štoly č. I pod šachtu č. II, tak přímo z vyzmáhané šachty, prohloubené o 24 m (obr. 23). Stařiny byly zastíženy ještě v hloubce 34 m. Ze šachty č. II ražené překopy a směrné chodby ověřily oba kontakty tělesa dioritového porfyritu (mocnost 19 - 20 m) s neoproterozoickými rohovci, avšak bez zjištění Au-mineralizace. Báňský průzkum z obou úvodních děl prokázal tektonické ukončení jiz. okrajové části tělesa porfyritu i vlastního chvojenického pásma na poruchové zóně charakteru horizontálního posunu směru 115 - 130° s úklonem 70 - 80° k SV. Obsahy zlata ze vzorkování šachty č. II byly velmi nízké, maximálně 5 - 7 g/t.

Údajů o minerálním složení zlatonosného žilníku z období průzkumu v první polovině 20. století je velmi málo. Křemen-karbonátová (žilovitý kalcit, jemnozrný siderit) žilná výplň s šedo zeleným chloritem obsahovala zejména vtroušeniny a zrnité agregáty pyritu (místy i krystaly {100} do 1 cm) a pyrhotinu (do 3 cm), dále arsenopyrit, chalkopyrit, vzácně viditelné zlato v doprovodu blíže neurčeného tellurového minerálu. Pyrit v hloubení šachty tvořil i téměř monominerální žíly (Barviř 1944; Tuček 1948). Podle Rotha (1944) křemen ze starých obvalů na Chvojně vykázal při nízkých obsazích Au a Ag až 0.12 % Sb (patrně vazba na tetradrit).

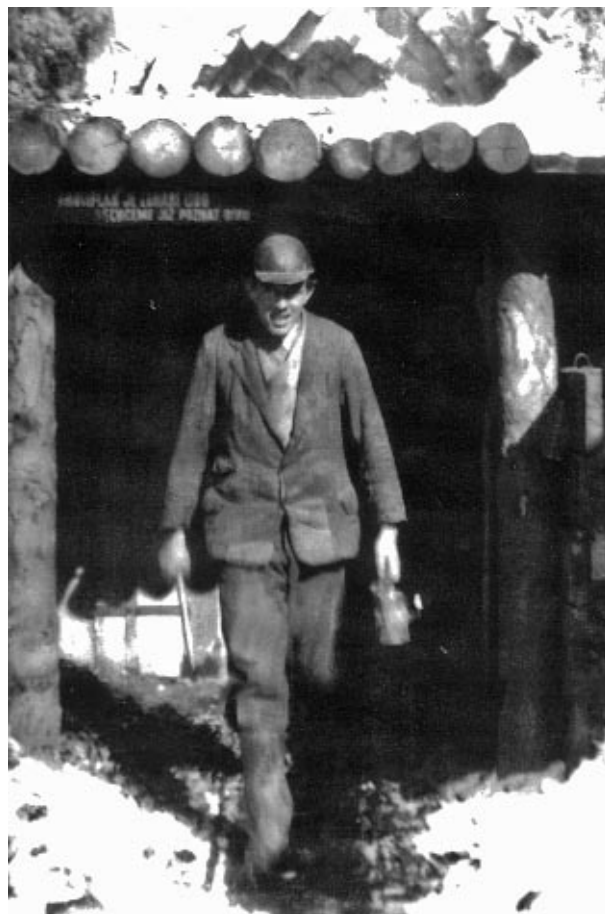
Studovaný historický vzorek pochází z haldy šachty č. II z posledního období průzkumu. Jedná se o úlomek šedobílý křemenné žiloviny s útržky chloritizované horniny a s agregáty chalkopyritu a pyritu. **Zlato** vytváří v křemenu zrnka o velikosti 0.2 - 0.5 mm ve srůstech s lístečkovitým **tetradymitem** obdobné velikosti. Ryzost zlata je 0.915 - 0.933, obsahuje 6.6 - 8.3 hm. % Ag (5 bodových analýz). Tetradymit (tab. 5) se vyznačuje přítomností Sb (do 0.068 apfu) a nízkých obsahů Pb (do 0.012 apfu).

Besídka - štola Silva - Taroucy

V z. až jz. okolí Kozích Hor, na kótě Pánův vrch (516 m) a na z. úbočí kóty Besídka (507 m) se nachází cca 1 km dlouhý, kulisovitě uspořádaný systém relativně krátkých křemenných žil směru S - J až SSZ - JJV, na povrchu sledovaný pásmy pinek a obvalů po historické těžbě zlata. Staré práce jsou situovány v s. úseku kozohorského revíru. Novodobé průzkumné práce zde byly prováděny od roku 1912 po dobu několika let hrabětem A. Silva - Taroucou, následně v letech 1945 - 1950 a k orientačnímu hloubkovému ověření jádrovými vrty došlo v roce 1981 a 1987 (Rus 1950; Bubníková et al. 1989). Topografická pozice obou výše uvedených kót bývá v mapách často zaměňována. Pro účely této studie je lokalita označena jako Besídka - štola Silva - Taroucy.

Nejsevernější část žilného systému byla v letech 1911 - 1912 ověřována šachticí č. VI nedaleko vrcholu Pánova vrchu. Šachtice byla podle údajů Krusche (1921) hluboká 49 m, sledovala cca 1 m mocnou strmou mylonitovou zónu s křemennou žilou mocnou 15 - 20 cm místy s arsenopyritem a s obsahy zlata kolem 5 - 7 g/t. V roce 1949 byla šachtice znovu zmáhána, ale práce byly brzy zastaveny (Rus 1950). Jádrový vrt VK-8 (1987) do hloubky 119 m zastihl v ryolitě jen místy křemenné žilky (+pyrit, arsenopyrit) (Bubníková et al. 1989).

Štola Silva - Taroucy podsedá v hloubce 15 - 20 m pod povrchem na vzdálenost cca 200 m staré dobýva-



Obr. 24 Otvírka štoly Silva - Taroucy pod Besídkou po roce 1945. Archivní foto.



Obr. 25 Pinky a obvaly na svahu Besídky nad štolou Silva - Taroucy. Foto J. Litochleb, květen 1999.

cí práce na jz. úbočí kóty Besídky. Ražba štoly začala patrně v roce 1912 v důlní míře Franz I. Celkem zde bylo vyraženo 500 m chodeb, tři hloubení a větrací šachta. Počátkem 20. let 20. století bylo dílo již opuštěné.

V období 1945 - 1950 byla štola (obr. 24) znovu otevřena, vyzmáhána, zmapována a ovzorkována (Rus 1950). Štola je založena v neoproterozoických tuffitických a grafitických břidlicích (lečické vrstvy) při kontaktu s ryolitem kozohorského vulkanického pásma. Báňský

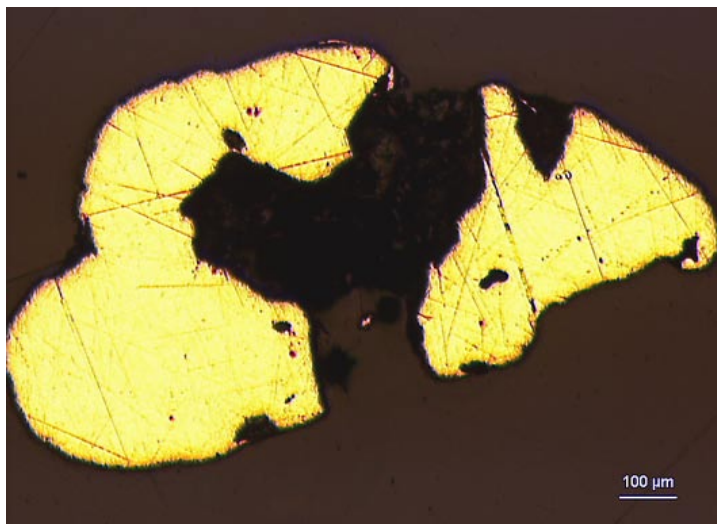
průzkum zjistil tři hlavní žíly - František (Franz), Amadeus a Anna (od J k S), sledované na povrchu krátkými skupinami pinek a obvalů (obr. 25). Staré dobývky o délce 50 - 60 m místy dosahují úrovně průzkumné štoly a žíly jsou tak z větší části vydobyté. Žíla František má směr S - J při úklonu 40° k Z a mocnost 1 - 40 cm. Bělavý žilný křemen místy s pyritem vykazoval kolísající obsahy zlata 2 - 119 g/t. Podle starších analýz byla ryzost zlata nižší v rozmezí 0.500 - 0.810, v průměru 0.673. Žíly Amadeus a Anna mají směr SZ - JV při proměnlivém úklonu většinou 85° k JZ, nepravidelný průběh (pravé i ložní) a mocnost 2 - 30 cm. Obsahy zlata se pohybovaly od stop do 400 g/t. V blízkosti žil jsou vyvinuty i nepravidelné křemenné žilníky nebo silně prokřemenné partie. Cukrovitý křemen místy s pyritem a chalkopyritem obsahoval i makroskopické zlato, nacházející se na styku zrn pyritu a křemene (Rus 1950). Nevytěžené části křemenných žil v úrovni průzkumné štoly mají nepravidelný průběh s častými změnami směru a sklonu s přechody do žilníků, malou a nepravidelnou mocnost (v průměru 10 - 20 cm) a silně variabilní kovnatost, i když na řadě míst vysokou (v průměru 8 - 30 g Au/t). V krátkém úseku žil obsahy zlata kolísaly od stop do několika stovek g/t. Směrná délka žil se pohybuje mezi 25 až 60 m. Podle výsledku vrtného průzkumu (vrt VK-2 do hloubky 209.6 m) křemenné žíly do hloubky přecházejí z břidlic do ryolitu, mají pravidelnější průběh, větší mocnost místy s vývojem křemenných žilníků, ale vykazují velmi nízké obsahy zlata (Bubníková et al. 1989; Morávek 2003a; Váňa 2003).

Vzhledem k značnému stupni zvětrání haldoviny a vegetačnímu pokryvu povrchu haldy bylo **zlato** pro studium chemického složení získáno přerýžováním detritu deluvia na z. svahu Besídky. Sytě žluté neopracované zlatinky mají nepravidelný tvar a velikost 0.1 - 1.25 mm (obr. 26). Jejich ryzost je značně variabilní, od 0.861 do 0.992 (obr. 27) a ukazuje na přítomnost dvou chemicky odlišných typů zlata v křemenných žilách v prostoru kóty Besídky s ryzostí cca 0.910 - 0.920 na jedné straně a 0.861 na straně druhé (tab. 7). Přítomnost zlata vysoké ryzosti (okraje zlatinek a okolí mikrotrhlin) dokumentuje supergenní vyloužení stříbra (obr. 28). Analýzy s vyšším podílem stříbra potvrzují úvahu Rusa (1950) o nižší ryzosti zlata na žíle František.

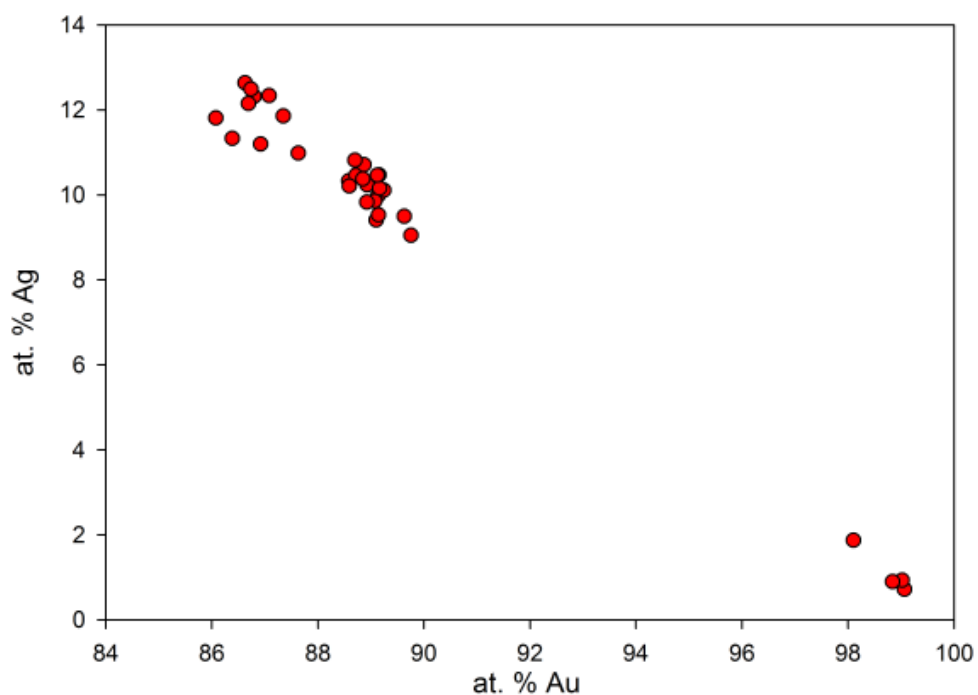
Zavalené ústí štoly (štolový zářez ve svahu) a vegetací zarostlá podkovovitá halda v údolí nedaleko samoty jsou zachovány dodnes. Otevřená ústí větrací šachty (obr. 29) a dalších komínů na povrchu svahu Besídky nad štolou jsou zabezpečena mříží.

Tabulka 7 Chemické složení klastického zlata (hm. %) z deluvia - lokalita Besídka - štola Silva - Taroucy

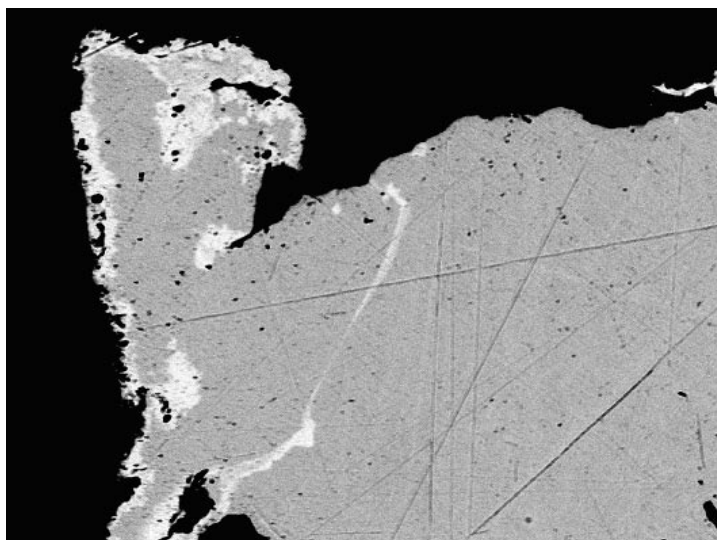
	průměr		rozpětí	
zrno 1 (hlavní část; n = 5)				
Au	90.86	89.96	-	91.66
Ag	6.20	5.06	-	6.81
Hg	1.75	1.06	-	2.26
Au/(Au+Ag+Hg)	0.919			
zrno 1 (okraje a trhliny; n = 8)				
Au	98.82	98.13	-	100.60
Ag	0.76	0.39	-	1.34
Hg	0.05	0.00	-	0.13
Au/(Au+Ag+Hg)	0.992			
zrno 2 (hlavní část; n = 4)				
Au	89.78	89.20	-	90.38
Ag	8.51	8.24	-	8.77
Hg	0.12	0.09	-	0.30
Au/(Au+Ag+Hg)	0.912			
zrno 2 (okraje, n = 4)				
Au	97.00	95.57	-	99.20
Ag	1.42	0.68	-	2.42
Hg	0.01	0.00	-	0.02
Au/(Au+Ag+Hg)	0.985			
zrno 3 (n = 8)				
Au	85.49	84.72	-	86.06
Ag	13.54	13.13	-	13.70
Hg	0.20	0.00	-	0.47
Au/(Au+Ag+Hg)	0.861			
n = počet analýz				



Obr. 26 Detritické zlato z deluvia, Besídka - štola Silva - Taroucy. Foto v odraženém světle V. Šrein.



Obr. 27 Graf obsahů Au a Ag (v at. %) pro minerály v řadě zlato - stříbro z lokality Besídka - štola Silva - Taroucy; vyneseny jsou pouze novější WD analýzy. Odchytky od ideální přímky jsou vyvolány minoritními obsahy zejména Hg a dalších prvků.



Obr. 28 Agregát zlata se zřetelně světlejšími partiemi ochuzenými o Ag a Hg, deluvium, Besídka - štola Silva - Taroucy. BSE foto J. Sejkora, šířka obrázku 300 μm.



Obr. 29 Ústí větrací šachty nad štolou Silva - Taroucy. Foto A. Švec, květen 2003.

←



Obr. 30 Ústí šachtice č. IV (borotické) na jz. úbočí kóty Čihadlo. Foto J. Litochleb, květen 1999.

←



Obr. 31 Propad ústí šachtice č. IV se zbytky v ýdřevy. Foto J. Litochleb, květen 1999.

↓
↓

←

Borotice - šachtice č. IV

Průzkumná šachtice č. IV (tzv. borotická), nacházející se v lese mezi samotou Hranice a kótou Čihadlo (528 m) (obr. 30), byla spolu se severněji situovanými šachticemi č. V a Va vyhloubena v době podnikání Silva - Taroucy v důlní míře Eleonora za účelem hloubkového ověření s.-j. pásma stařin mezi kótou Pod skalou (528 m) s šachticemi č. II a III sz. od Borotic a štolou Silva - Taroucy pod Besídkou.

Z průzkumné šachtice č. IV, znovu otevřené koncem 40. let 20. století, bylo rudní pásmo se stařinami v hloubce 20 m ověřeno na vzdálenost cca 200 m (celkem vyraženo téměř 300 m chodeb). Staré dobývky sledují zlatonosný křemenný žilník, vázaný na strmou lamprofyrovou žílu spessartitového složení směru S - J s mocností 2 - 2.5 m v černých grafitických břidlicích (lečické vrstvy). Křemenné žíly v lamprofyru vytvářejí dva systémy - starší horizontální (žebříkovitá textura) s mocností křemenných žil 1 - 15 cm a mladší vertikální směru SSV - JJZ a SSZ - JJV s mocností křemenných žil 5 - 20 cm. Obsahy zlata kolísaly od stop do 44 g/t, v průměru 4.5 g/t (Morávek 2003a; Váňa 2003). V roce 1981 byl žilník v místě šachtice č. IV ověřován jádrovým vrtem. Převládající horninou jsou tufitické břidlice s polohami krystalového metatufu. Žilník v šedozeleném drobnozrnném lamprofyru (brekciovité křemenné žíly a žilky s vtrošeninami pyrotinu, pyritu a chalkopyritu) byl zastížen v intervalu 60.3 - 61.5 m, ale

bez obsahů zlata (Bubníková et al. 1989).

Podle Rusa (1950) se starší (horizontální) křemenné žíly v žilníku vyznačují minerální asociací pyrotin, chalkopyrit, zlato vysoké ryzosti, ilmenit, mladší (vertikální) žíly obsahují kromě křemene arsenopyrit, pyrit, údajně Au-telluridy, zlato (patrně nižší ryzosti), Bi-telluridy, kalcit a ankerit. Zlato (až 5 mm velké plíšky) bylo vázáno hlavně na tenké křemenné žilky v okolí mocnějších žil. Většina výše uvedených minerálů včetně zlata vytváří více generací (podle mikroskopie nábrusů V. Rusem). Dalšími zjištěnými minerály jsou poměrně hojný sfalerit a galenit, které srůstají s pyritem, pyrotinem a chalkopyritem nebo jsou vázány na mladší karbonátové žíly (Morávek et al. 1992). Jak uvádí Váňa (2003) ve zbytcích rozvezené haldy u šachtice č. IV se v křemenu často vyskytovalo světle žluté zlato nižší ryzosti do velikosti 1 mm.

K reviznímu mineralogickému výzkumu byly využity vzorky z haldy šachtice. Šedý, šedobílý až nahnědlý křemen s útržky chloritové hmoty, aktinolitem a Fe-karbonátem obsahoval **pyrit** (agregáty do 1 cm), **chalkopyrit**, **sfalerit** (černá štěpná zrna do 1 mm) a velmi jemnozrnné **zlato**, s velikostí často i pod 10 μm . Telluridy (sulfotelluridy) zjištěny nebyly. Podle 8 bodových analýz má zlato velmi vysokou ryzost (0.985 - 0.991) a obsahy Ag se pohybují od 0.92 do 1.33 hm. %.

Zajímavé mineralogické poznatky přinesl vrt VK-6 (1981), kterým byl ověřován průběh žilníku v místě šachtice č. III, situované cca 600 m j. od šachtice č. IV a 400 m sz. od kóty Pod skalou (528 m). V hloubce kolem 70 m vrt zastihl pásmo křemenných a karbonátových žilek se sulfidy v nazelenalém, silně prokřeměném krystaloklastickém metatufu se sulfidickými impregnacemi. Ze sulfidů byly zjištěny pyrit, markazit, arsenopyrit, pyrotin a sfalerit. V karbonátových žilkách byl identifikován jehličkovitý **berthierit**, v rylitovém metatufu vtroušený **gudmundit** ve formě izometrických zrn (Blüml, Pertoldová 1989). Chemické složení berthieritu odpovídá empirickému vzorci $\text{Fe}_{0.99}\text{Sb}_{1.96}\text{S}_{4.05}$ (báze 7 apfu), gudmunditu pak $\text{Fe}_{1.03}\text{Sb}_{0.96}\text{S}_{1.02}$ (báze 3 apfu) (přepočteno z analýz výše uvedených autorů). Ve vzorcích vrtného jádra se obsahy Sb pohybovaly kolem 500 ppm (Bubníková et al. 1989).

Zvýšené obsahy Sb zjištěné metalometrií vrtného jádra a přítomnost samostatných Sb-minerálů indikují rozptýlenou až žilnou **Sb-mineralizaci** v černých břidlicích lečických vrstev a v okrajové zóně kozohorského vulkanického pásma patrně jako projev mladší hydrotermální mineralizační fáze. Zdrojem Sb pro tvorbu Sb-minerálů mohly být právě neoproterozoické černé břidlice.

Propadající se ústí šachtice č. IV (obr. 31) bylo v roce 1999 zajištěno, halda je z větší části aplanována.

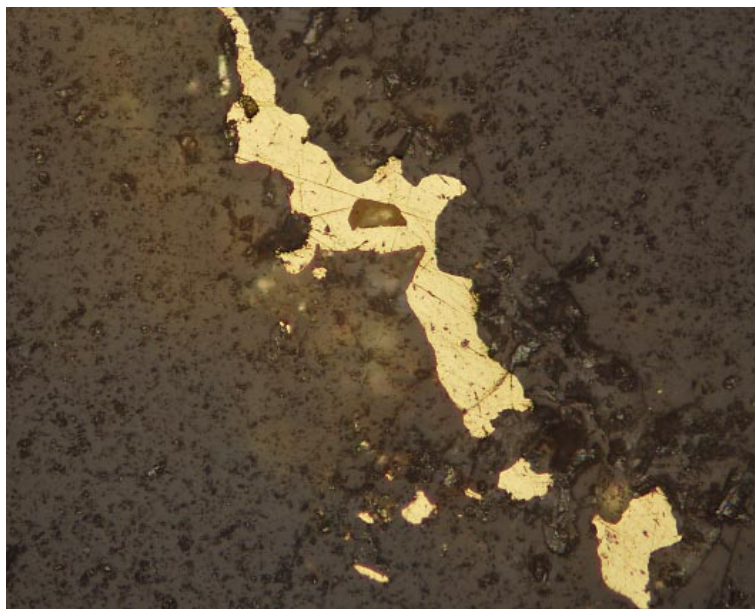
Dražetice - šachtice č. 4

V lese sz. od Dražetic se nachází několik poměrně krátkých pinkových pásem (délka 100 - 200 m) s mělkými pinkami a malými obvaly, která sledují různě mocné křemenné žíly strukturně spjaté s žilami lamprofyru

v rylitu kozohorského pásma. V 50. letech 20. století byla tato pásma zkoumána rýhami a mělkými šachticemi č. 1, 3 a 4 (Havlíček 1959). Ložiskově nejzajímavější poznatky přinesla šachtice č. 4 (tzv. dražetická) v lesním oddílu „Ve sklípkách“.

Šachtice do hloubky 13 m prošla stařinami a v hloubce 20 m bylo pásmo křemenných žil a žilek v lamprofyru směru SZ - JV s úklonem 60 - 75° k SV krátce sledováno na vzdálenost cca 30 m. Mocnost křemene i kovnatost byly silně variabilní vertikálně i horizontálně. Při průměrné mocnosti 22 cm činila průměrná kovnatost 30.6 g Au/t s tím, že obsahy zlata se v metrovém úseku žilné struktury měnily z 0.1 až na 264 g/t. Výskyt makroskopického zlata nebyl vzácností (Havlíček 1959; Morávek 2003a; Váňa 2003). V roce 1981 byla šachtice podvrtna 160 m hlubokým vrtem VK-4, který v hloubkovém intervalu 56.0 - 56.6 m zastihl jen žílu šedozeleného masivního lamprofyru bez zlatonosného křemene (Bubníková et al. 1989).

V žilovině tvořené bílým až šedobílým křemenem s útržky okolní alterované horniny, sericitem, chloritem,



Obr. 32 Zlato v křemenné žilovině, Dražetice - šachtice š. 4, halda. Foto v odraženém světle J. Sejkora; 1 nikol, šířka obrázku 0.75 mm.



Obr. 33 Zbytky haldy šachtice č. 4 (dražetické). Foto J. Litochleb, říjen 2001.



Obr. 34 Pohled z obce Libčice k západu na kótu Hořice (vpravo) a část provozních objektů dolu Libčice (vlevo). Foto A. Švec, květen 2003.

←



Obr. 35 Vegetací zarůstající pozůstatky budovy úpravny. Foto J. Litochleb, květen 1999.

←



Obr. 36 Šachetní budova dolu Libčice. Foto J. Litochleb, květen 1999.

↓
↓

←

vzácně kalcitem, jsou přítomny pyrit, pyrotin, ojediněle arsenopyrit a chalkopyrit, Bi-Te minerály a poměrně hojné zlato sytě žluté barvy. Podíl doprovodných sulfidů je většinou nízký. Zlato vytváří shluky velmi drobných zrn (~ 0.X mm), větší zrna a agregáty kolem 1 - 2 mm (vzácně až 5 mm) jsou méně častá. Zlato po trhlkách proniká i do okolního silicifikovaného lamprofyru. V křemenu mnohdy tvoří i jemný pigment (velikost zrn 0.0X - 0.00X mm), dobře patrný po navlhčení křemene.

Ve studovaných vzorcích křemenné žiloviny z haldy šachtice č. 4 **zlato** o velikosti od 2 μ m do 0.5 mm (obr. 32) asociuje s nehojným pyrotinem a pyritem, srůstá s mikroskopickým ilmenitem, rutilem (z části již leukoxenizovaným) a jemným chloritem. Ryzost zlata je podle pěti bodových analýz vysoká, 0.969 až 0.975, obsah stříbra je 2.24 - 2.84 hm. % (viz též Malec et al. 1985). Minerály Bi-Te nebyly v nábrusech zjištěny, ale nelze jejich akcesorickou přítomnost vyloučit.

Ústí šachtice č. 4 u lesní cesty dnes není patrné a halda je z větší části aplanována (obr. 33).

Důl Libčice

Důl Libčice na v. úbočí kóty Hořice (505 m) nad obcí Libčice (obr. 34) s chátrajícími nebo již polorozpadlými provozními objekty (obr. 35, 36) je posledním zastavením naučné stezky Kozí Hory - Libčice (Váňa, Litochleb 2001; Váňa 2003). Libčická hlavní žíla, v 16. - 17. století nazý-



Obr. 37 Důl Libčice a výstavba areálu úpravny v letech 1913 - 1914. Historická pohlednice.

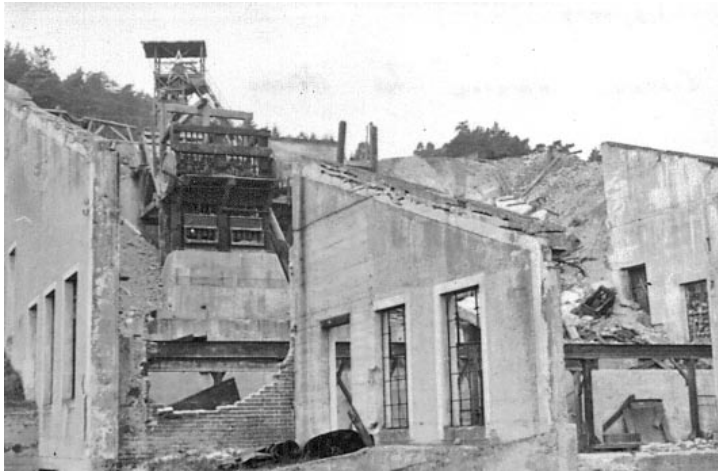


Obr. 38a, b Těžní věž dolu Libčice (leden 1954 - a), (duben 1957 - b). Archivní foto.

vaná Mladou Kamlovou, byla patrně ve všech historických obdobích centrem báňské činnosti na Novoknínsku a v poněkud omezenějším měřítku je svým významem srovnatelná se Šlojiřskou žilou v jílovském zlatonosném revíru. Základní údaje o geologické situaci a historii báňského průzkumu a těžby zlata jsou uvedeny v podkapitole věnované charakteristice libčického revíru a v zde citovaných pracích, na které odkazujeme. Také téměř veškeré archivní a publikované práce o ložisku Libčice, zejména o mineralogii Au-zrudnění, se týkají právě libčické hlavní žíly.

V roce 1911 byla svrchní část žíly s četnými stařinami (na povrchu v délce cca 500 m) otevřena obnovenou Starou jámou (Mladou Kamlovou) a Větrací šachtou do úrovně 1. patra, posléze v úrovni 2. až 3. patra (do hloub-

ky 150 m) z Nové jámy (důl Libčice), vyhloubené v letech 1912 - 1913 mimo žilné pásmo v z. okrajové části tělesa libčického granitu. Těžební práce do roku 1923 byly na libčické hlavní žíle prováděny mezi 1. až 3. patrem, ruda byla zpracovávána v úpravně od roku 1915 (obr. 37). V letech 1940 - 1945 byla libčická hlavní žíla (nejbohatší partie pod starými dobývkami) selektivně dobývána německou společností Norddeutsche Affinerie do úrovně 4. patra a poslední průzkumné práce, prováděné po roce 1945 z dolu Libčice (obr. 38 a, b), ověřily hloubkový průběh žíly a její postupné vyklínění v úrovni 5. - 7. patra, tj. do hloubky 400 m pod povrchem kóty Hořice (Malachov 1953; Havlíček 1959). Likvidační práce na povrchu dolu Libčice byly porováděny etapovitě, zahájeny v roce 1957 (obr. 39, 40 - likvidace části úpravny), pokračovaly v roce



Obr. 39 Pohled na likvidovanou část úpravny u dolu Libčice, červen 1957. Archivní foto.



Obr. 40 Detail stouповny v úpravně před likvidací, červen 1957. Archivní foto.

1971 (Zahradníková, Paul 1972 - likvidace těžní věže) a od roku 1984 probíhala demolice části povrchových objektů (Sine 1984).

Libčická hlavní žíla má směr V - Z, strmý úklon 75 - 90° k S a průměrnou mocnost 20 - 30 cm. Mocnost žilné výplně kolísá od 10 do 120 cm ve střední části žíly, ve stařinách dosahovala až 2 m. Křemenná žíla sleduje žílu lamprofyru (spessartit místy s přechodem do kersantitu) a její průběh je porušen strmými příčnými žilami kersantitu, ploše uloženými příčnými žilami aplitu až pegmatitu a dislokacemi směru S - J a V - Z. Strukturně je tak žíla rozčleňována v řadu částečně posunutých bloků. Východní část libčické žíly probíhá v ryolitu dražetického tělesa, západní pak kontaktně metamorfovanými tufitickými břidlicemi (rohovci). Směrem k Z a V křemen-sulfidická výplň žíly postupně vyklíňuje, v nejhlubší části dolu Libčice je však křemenná žíla pohlcena granitem. Zrudnění tvoří v ploše žíly strmý rudní sloup o délce 250 - 350 m, hloubkově ukončený na kontaktu s libčickým granitem, který tak konturuje rudní strukturu. Obsahy zlata jsou velmi variabilní, často vysoké, lokálně až několik stovek g Au/t, ojediněle i přes 1 kg Au/t. Průměrná roční kovnatost v těžené a tříděné rudnině činila v 1. polovině 20. století 7 - 18 g Au/t. S hloubkou se mocnost žíly výrazně snižuje, kovnatost sice též, ale pouze mírně.

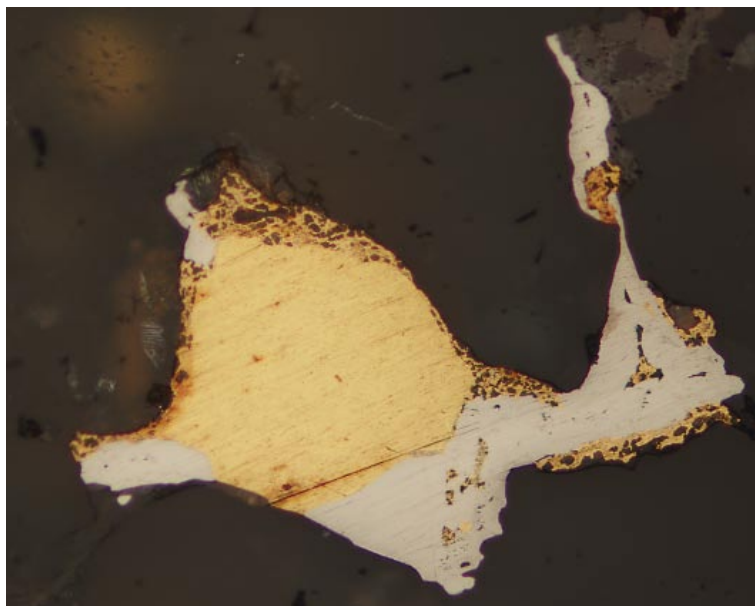
Podle poznatků dosavadního výzkumu řady autorů (viz přehled výzkumů) má mineralizace ložiska Libčice polyfázový vývoj se zastoupením několika typů minerálních asociací.

Křemen-zlatonosná (hydrotermální, ale kontaktně metamorfózně postižená) mineralizace libčické hlavní žíly je tvořena téměř výhradně masivním šedobílým křemenem dlažební struktury cukrovitého vzhledu s kolísajícím a poměrně nízkým podílem rudních minerálů a silikátů a s minimálním uplatněním karbonátů (kalcit více generací, ojediněle siderit). Mikrostruktury žilného křemene a

distribuce fluidních inkluzí jsou ovlivněny proměnlivým stupněm kontaktně metamorfózní rekrystalizace (Zachariáš et al. 1997a; Zachariáš 2002). Pyrrhotin převažuje nad pyritem a arsenopyritem, místy se vyskytly chalkopyrit, markazit, molybdenit, sfalerit nebo Bi-telluridy a sulfotelluridy, mnohdy v těsných srůstech se zlatem. Bohatě nálezy makroskopických Bi-Te (\pm S) minerálů byly v minulosti učiněny v úrovni 3. a 5. patra dolu Libčice. Hofmannem (1912) nebo Wünschem (1944) předpokládáné makroskopicky odlišné Au-Ag telluridy podobné sylvanitu a petzitu nebyly potvrzeny. Zlato dvou generací má převážně vysokou ryzost (> 0.950), tj. do 5 hm. % Ag, ale je přítomno i zlato nižší ryzosti (0.850 - 0.909), tj. 9 - 13 hm. % Ag. Zlato je nejčastěji jemně vtoušené v křemeni, místy i makroskopické o velikosti agregátů kolem 1 mm (obr. 41). Historické materiály naznačují nálezy bohatých makroskopických agregátů zlata. Zlato I a II se vyskytuje spolu s doprovodnými minerály v různých asociacích, například zlato - arsenopyrit - pyrrhotin, zlato - pyrrhotin - chalkopyrit - sfalerit - siderit, zlato - pyrrhotin - markazit nebo zlato - fáze Bi-Te (\pm S). Zlato nebývá vždy chemicky homogenní, někdy se směrem k okrajům zrn mírně zvyšuje o několik desetin hm. % obsah Hg nebo i Ag (Malec et al. 1985).

Podle Zachariáše et al. (1997a, 1998) je schéma krystalizační posloupnosti Au-mineralizace libčické hlavní žíly následující: křemen I, pyrrhotin \rightarrow arsenopyrit I, pyrit I \rightarrow löllingit \rightarrow zlato I, Bi-Te fáze, kalcit I \rightarrow křemen II, Co-arsenopyrit, pyrit II, zlato II, kobaltin \rightarrow pyrrhotin II, chalkopyrit, tetraedrit \rightarrow pyrit III, kalcit II, křemen III. Následný výzkum jiného souboru vzorků autory předloženého příspěvku přítomnost löllingitu, Co-arsenopyritu, kobaltinu a tetraedritu nepotvrdil a výše uvedenou pravděpodobnou sukcesní řadu nelze aplikovat pro celou libčickou hlavní žílu, ale pro soubor studovaných vzorků.

Kontaktně metamorfózní silikátová asociace byla



Obr. 41 Zlato I s rozpadovými (?) strukturami při okraji (žluté), srůstající s tetradymitem (světle šedý), důl Libčice. Foto v odraženém světle B. Šreinová, šířka obrázku 0.75 mm.

podrobněji studovaná zejména na nejhlubším patře dolu Libčice (Šrein et al. 1995). Intruze libčického granitu při kontaktu s libčickou hlavní žilou pohlcuje jak zlatonosný křemen, tak průvodní lamprofyry při zachování jejich drobných xenolitů v granitu ve směru původního průběhu rudní žíly k východu. Zonálně vyvinutá metamorfní asociace lamprofyrových xenolitů je od okrajů do centra: biotit (Fe > Mg) - granát - muskovit + biotit (Fe > Mg) + granát. Granát chemickým složením odpovídá almandin - spessartinu. Metamorfní asociace xenolitů je provázena zónou K-feldspatitizace. Xenolity křemenné žiloviny (místa s makroskopickým zlatem) se vyznačují výraznou rekrystalizací křemene s okrajovou zónou tvořenou jemnozrnným křemenem a biotitem. Produktem kontaktní metamorfózy původní křemen-kalcitové žiloviny jsou též několik cm mocné žilky wollastonitu, asociace křemen - rekrystalizovaný kalcit - pyroxen (salit, hedenbergit) - granát (grossular - andradit) - pyrotin nebo křemen - zlato I - rutil, ilmenit - titanit (Šrein et al. 1995).

Libčická hlavní žíla je přetínána k Z ploše ukloněnými, 1 - 2 m mocnými žilami aplitu až pegmatitu (aplopegmatitu), geneticky souvisejícími s intruzí libčického granitu. V xenolitech žilného křemene je místa přítomný molybdenit. Kromě křemene, albit - oligoklasu a slíd tyto horniny obsahují lokálně též almandin - spessartin, molybdenit (agregáty do 1 cm²), černý turmalín, pyrit, pyrotin a epidot (Šrein et al. 1995; Morávek 1958). Nově byl v haldovém materiálu zjištěn beryl ve formě dvou světle žlutozelených srostlých krystalků 1.1 x 0.4 cm, zarůstajících do 2 cm mocné aplitové žilky ve feldspatitizovaném kontaktním rohovci (Lacinová 2000).

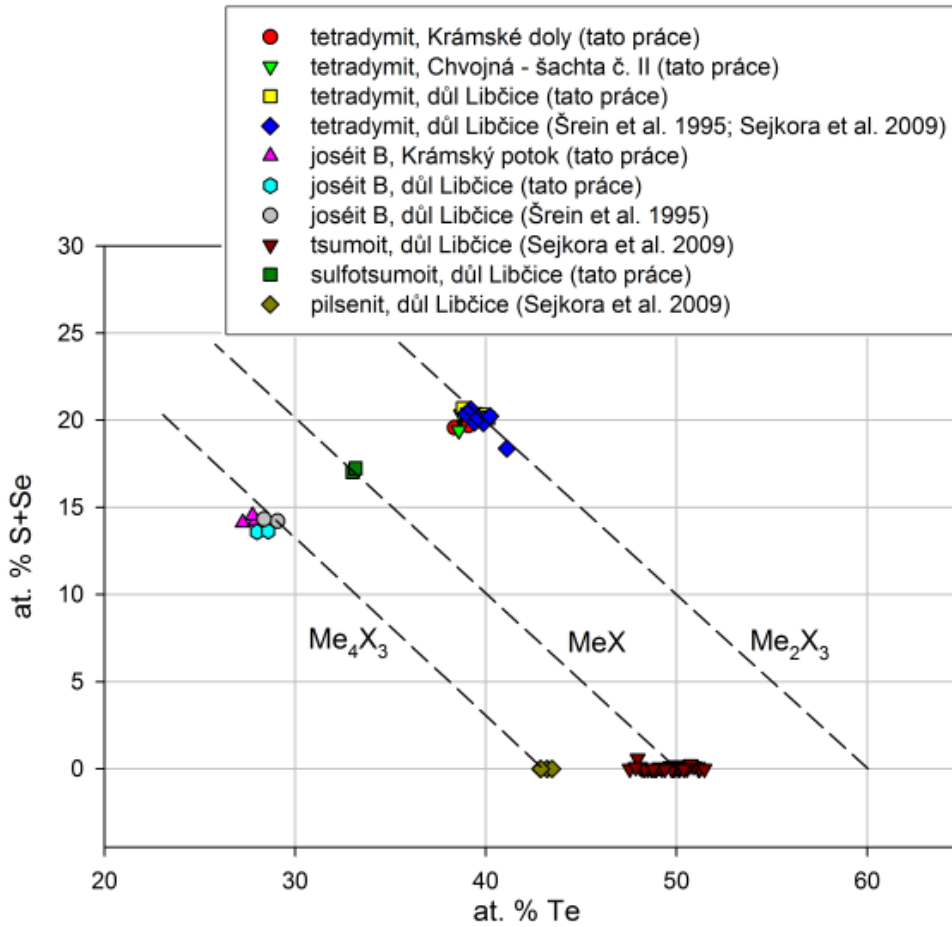
K nejmladším minerálním asociacím patří **výplně podélných a příčných trhlin**, dislokujících libčickou hlavní žílu. V podélné kalcitové žíle byly zjištěny galenit, hnědý sfalerit a pyrit (Morávek 1958). Výplň příčných trhlin tvoří kalcit s drúzovými dutinami (krystaly nízké klencového a skalenoedrického habitu; Slavík 1918) nebo kalcit s kúrami palygorskitu na ploše až několika dm² (Slavík 1919; Konta 1957).

K reviznímu mineralogickému výzkumu, zaměřenému především na studium chemického složení zlata a doprovodných fází Bi-Te a Bi-Te-S, bylo využito starších dokumentačních vzorků z libčické hlavní žíly, pocházejících

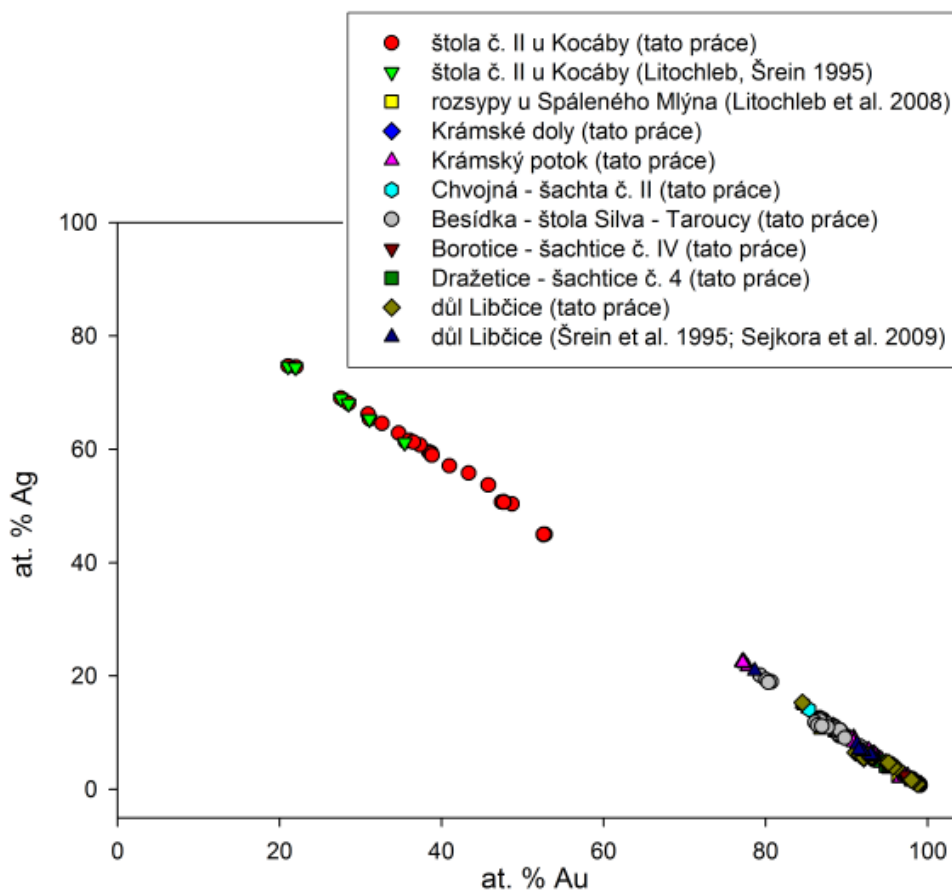
hlavně ze 4. a 5. patra dolu Libčice. Rekrystalizovaný a rozpraskaný žilný křemen obsahuje symplektity ilmenitu, titanitu a Mg-Fe chloritu, xenomorfní zrna hexagonálního pyrotinu, pyritu, chalkopyritu, hypautomorfní arsenopyrit (velikost agregátů sulfidů do 1 cm), dále stříbřitě šedé lístečkovité agregáty Bi-telluridů/sulfotelluridů (velikost 0.X - 4 mm) a sytě žluté drobně až jemně zrnité zlato (velikost zrn do 50 - 80 μm, místa až do 0.5 mm). Zlato, sulfidy a Bi-Te±S fáze tvoří velmi těsné mikrosrůsty.

Převládající, až hypautomorfní **zlato I** je obrůstané a zatlačované fázemi Bi-Te±S. Vyznačuje se kolísající, ale poměrně vysokou ryzostí 0.948 - 0.994, tj. 0.55 - 3.93 hm. % Ag, s nízkou příměsí Hg (0.30 - 2.35 hm. %) a Fe (do 0.21 hm. % ve většině bodových analýz). Vzácnější mladší xenomorfní **zlato II**, zatlačující hlavně tsumoit a tetradymit, má ryzost mírně nižší kolem 0.909, tj. 9.00 hm. % Ag. Krystalizace obou generací zlata je tak oddělena tvorbou fází Bi-Te±S.

Z minerálů systému Bi-Te-S byly v nábrusech se zlatem identifikovány **tsumoit, pilsenit, sulfotsumoit, tetradymit a joséit B** (tab. 5, obr. 42). **Tsumoit** tvoří nepravidelné, stříbřitě lesklé agregáty s dobře patrnou štěpností, zatlačované tetradymitem a obrůstané hlavně zlatem I. Vnitřní mikrostruktura některých částí zrn se vyznačuje chemickou nehomogenitou - šliry Bi-bohatší fáze Bi_{1.02}Te_{0.97} (Bi : Te = 1.03 - 1.10) v Bi-chudší matrice Bi_{0.99}Te_{1.00} (Bi : Te = 0.94 - 1.04). Z příměsí oba typy tsumoitu obsahují jen Pb, Cd (do 0.004 apfu) a S (do 0.001 apfu). Nestechiometrie tsumoitu patrně indikuje variabilitu podmínek krystalizace (Sejkora et al. 2009). **Sulfotsumoit** byl zjištěn vzácně ve srůstech se zlatem I (do 0.93 hm. % Ag) v blízkosti tetradymitu. Chemické složení odpovídá empirickému vzorci (Bi_{2.98}Ag_{0.01})_{Σ2.99}Te_{1.99}S_{1.03} a je srovnatelné se složením sulfotsumoitu, popsaného z Au-mineralizace od Štěchovic (Litochleb et al. 1998). **Pilsenit** o velikosti lístečkovitých zrn do 80 μm vytváří v křemeni se symplektity Ti-minerálů mikrosrůsty se zlatem I. Srůsty s ostatními Bi-Te±S fázemi nebyly pozorovány. Chemické složení odpovídá vzorci Bi₄Te₃ s minoritní příměsí Cd (do 0.01 apfu) a Pb (pod 0.01 apfu) (Sejkora et al. 2009). Tetradymit a joséit B jsou mladší než s nimi asociující Bi-Te fáze, které spolu se zlatem II zatlačují. Vzájemné srůsty tetradymitu a joséitu B nebyly



Obr. 42 Graf Te vs. S+Se (at. %) pro Bi-telluridy a sulfotelluridy z popisovaných lokalit.



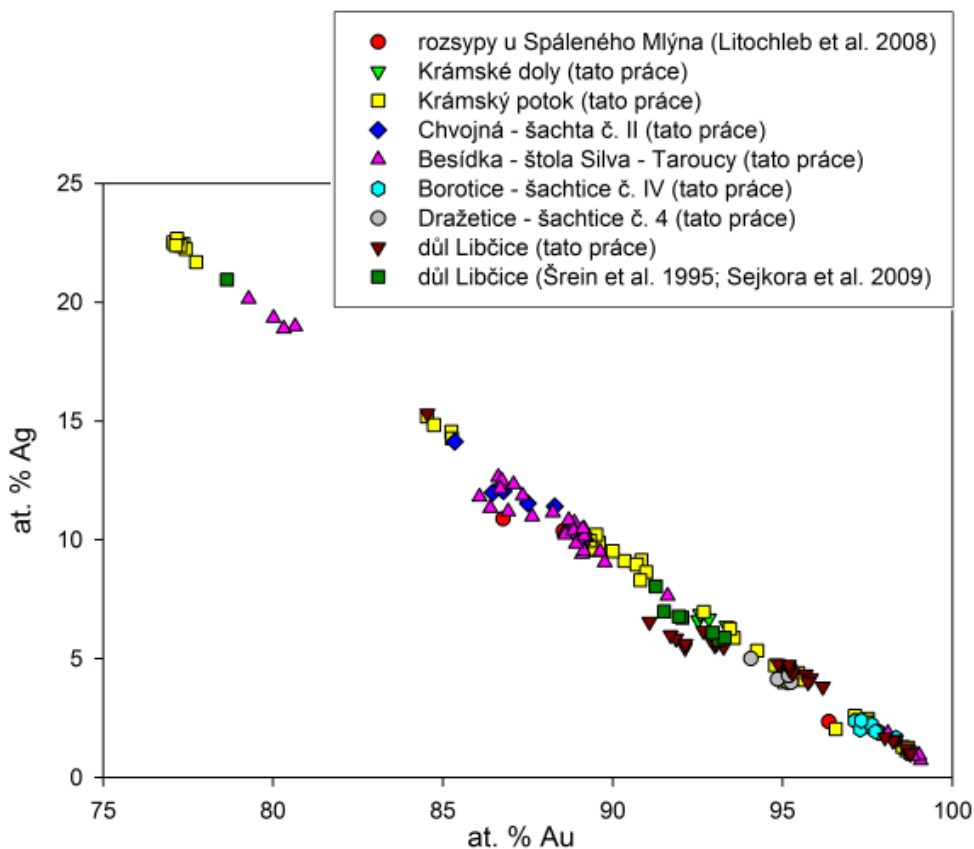
Obr. 43 Graf obsahů Au a Ag (v at. %) pro minerály v řadě zlato - stříbro ze všech studovaných lokalit. Odchytky od ideální přímky jsou vyvolány minoritními obsahy Cu, Hg, Sb a dalších prvků.

ale pozorovány. **Tetradymit** nejčastěji vytváří nepravidelné agregáty (do 10 μm , ojediněle až 100 μm), které spolu se zlatem II částečně obrůstají a zatlačují starší tsumoit. Chemické složení (12 bodových analýz v různých zrnech) je blízké vzorci $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$ s mírně variabilním poměrem $\text{Te} : \text{S} = 1.96$ (1.88 - 2.24). Z příměsí byly zjištěny v malých množstvích Pb (do 0.28 *apfu*), Sb (0 - 0.017 *apfu*), Cu (0 - 0.058 *apfu*) a Cd (do 0.01 *apfu*). Selen není přítomen (Sejkora et al. 2009). **Joséit B** o velikosti lístečkovitých zrn do 100 μm asociuje s tetradymitem, zlatem I a II, pyritem, arsenopyritem a chalkopyritem. Jeho chemické

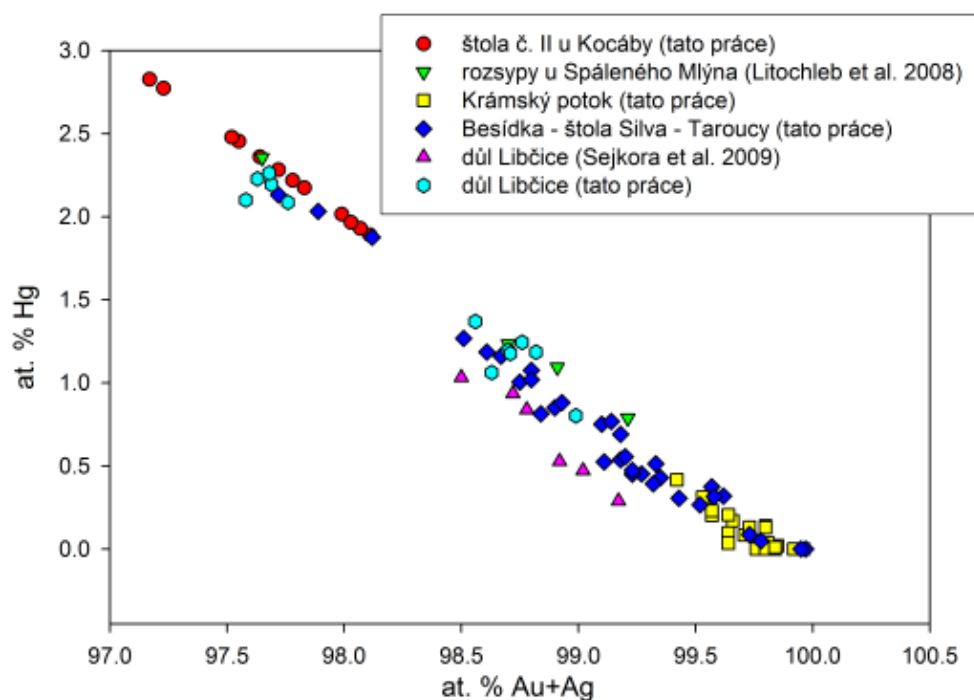
složení (průměr ze 4 bodových analýz) odpovídá empirickému vzorci $(\text{Bi}_{4.01}\text{Ag}_{0.01}\text{Pb}_{0.01})_{\Sigma 4.03}\text{Te}_{2.00}\text{S}_{0.98}$ (báze 7 *apfu*). Z příměsí obsahuje jen Ag a Pb (do 0.010 *apfu*).

Původní hydrotermální Au-mineralizace libčického hlavní žíly byla následně po svém vzniku ovlivněna kontaktně metamorfními účinky intruze libčického granitu (změna minerálního složení a struktury žilné výplně včetně rudní mineralizace) a posléze postmetamorfním mineralizačním procesem. Stávající minerální asociace tak byla formována ve dvou, minerogenetickými podmínkami odlišných fázích (Sejkora et al. 2009).

Obr. 44 Graf obsahů Au a Ag (v at. %) pro minerály v řadě zlato - stříbro ze studovaných lokalit vyjma Ag-bohatých fází charakteristických pro lokalitu štola č. II u Kocáby. Odchylky od ideální přímky jsou vyvolány minoritními obsahy Cu , Hg , Sb a dalších prvků.



Obr. 45 Graf obsahů $\text{Au}+\text{Ag}$ a Hg (v at. %) pro minerály v řadě zlato - stříbro z vybraných studovaných lokalit; vyneseny jsou pouze novější WD analýzy. Odchylky od ideální přímky jsou vyvolány minoritními obsahy zejména Cu , Bi , Sb a dalších prvků.



Pro více zastoupenou první fázi, spojenou s metamorfní rekrytalizací křemene, transformací pyritu v hexagonální pyrhotin, vznikem zlata I, tsumoitu a pilsenitu (všechny fáze s poměrem $Me/(Te + S) \geq 1$), je charakteristická vysoká aktivita Bi při nízkých hodnotách f_{S_2} (Bi-Te fáze bez S, pyrhotin) ve fluidech patrně hydrotermálně metamorfního původu (Afifi et al. 1988; Cook, Ciobanu 2004 etc.). Tvorbu telluridů (bez S) během metamorfní rekrytalizace sulfidických rud uvádějí McQueen (1990) nebo Mološag et al. (2002) a u nás je znám metamorfní vznik Bi-Te fáze v asociaci s minerály systému Au - Bi na lokalitě Orlík u Humpolce (Litochleb et al. 2001). Zjištěná nestechiometrie tsumoitu a nepřítomnost ryzího bismutu ve studované asociaci naznačuje vyšší teploty ($> 300\text{ }^\circ\text{C}$) a méně stabilní podmínky (variací poměru Bi/Te, teploty a tlaku) při krystalizaci (např. Melnikov et al. 2005). Zachariáš et al. (1997a) na základě studia fluidních inkluzí uvádějí pro křemen a zlato I podmínky krystalizace: teplota $290 - 310\text{ }^\circ\text{C}$, tlak $1.2 - 1.6\text{ kbar}$.

Pro druhou, méně rozvinutou fázi je charakteristické zatlačování Bi-telluridů Bi-sulfotelluridy a zlatem II, pyrhotinu mladším pyritem a arsenopyritem. Ve fluidech došlo ke zřetelnému poklesu aktivity Bi a k výraznému zvýšení f_{S_2} (viz Afifi et al. 1988). Vznik mladší generace sulfidů a žilovinových minerálů (Zachariáš et al. 1997, 1998) včetně přeměny pyrhotinu v markazit (Šrein et al. 1995) souvisí podle uvedených autorů s postmetamorfním mineralizačním procesem.

Závěr

Z dosavadních poznatků ložiskového a mineralogického výzkumu v novoknínském, kozohorském a libčickém revíru novoknínské zlatonosné oblasti vyplývá, že je zde zastoupeno více parageneticky a geochemicky odlišných typů rudní mineralizace.

V novoknínském revíru se kromě křemen-zlatonosné žilníkové mineralizace se zlatem relativně vysoké ryzosti (>0.915) a doprovodnými akcesorickými minerály Bi a Te (Krámské doly, Chvojná) uplatňuje minerálním složením pestrá a geneticky zajímavá křemen-Au-Ag-polymetalická žilná mineralizace se zlatem velmi nízké ryzosti ($0.340 - 0.515$) v doprovodu Ag-minerálů (štola č. II u Kocáby). Dalším typem je žilná křemen-polymetalická mineralizace (arsenopyrit, Fe bohatý sfalerit, galenit, obecné sulfidy) v okolí kóty Nevada a v pásmu Krámských dolů. Analyticky zjištěné zvýšené obsahy Sb ve vzorcích z hald, šachtic a průzkumného vrtu mezi kótami Chvojná a Nevada a údolím Kocáby indikují přítomnost zatím blíže neznámé Sb-mineralizace.

V kozohorském revíru převažuje žilná až žilníková křemen-zlatonosná mineralizace s proměnlivým (většinou ale nízkým) podílem sulfidů a s kolísající ryzostí zlata ($0.861 - 0.975$) (v minulosti těžené a zkoumané lokality při z. okraji kozohorského vulkanického pásma a v sz. okolí Dražetic). Lokálně je přítomná i křemen-polymetalická mineralizace (šachtice č. IV - borotická) a žilná až vtrošeninová Sb-mineralizace (j. od šachtice č. IV).

Pro libčický revír a pro metalogenezi středoečeské zlatonosné zóny je pozoruhodná žilná křemen-zlatonosná mineralizace libčické hlavní žily se zlatem dvou generací většinou vyšší ryzosti (kolem 0.900 a >0.950) v doprovodu obecných sulfidů a relativně hojných Bi a Te minerálů, postižená silnými kontaktně metamorfními účinky intruzí libčického granitu, jednoho z nejmladších diferenciatů středočeského plutonického komplexu. Výskyty mladší polymetalické mineralizace jsou spjaté s postmetamorfní

hydrotermální fázi minerogeneze.

Strukturálně geologicky a parageneticky odlišné mineralizace se zlatem v rámci novoknínské zlatonosné oblasti se vyznačují variabilitou chemického složení minerálních fází systému Au-Ag-Hg (obr. 43, 44, 45). Rtuť v nízkých koncentracích (do 3 at. %) je charakteristickou příměsí ve zlatě téměř všech studovaných lokalit. Lokální přítomnost Au-amalgamu v prostředí recentního rozsypu souvisí s aplikací amalgamace při středověkém zpracování zlatonosných koncentrátů (např. rozsypy na bezejmenném potůčku jiv. od Spáleného Mlýna).

Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat V. Říhovi za spolupráci při terénním odběru vzorků a poskytnutí historické fotodokumentace, A. Švecovi (Hornické muzeum Příbram) za spolupráci při terénní fotodokumentaci, I. Mackovi a I. Jebavě (Národní muzeum) za spolupráci při laboratorním výzkumu a oběma recenzentům, P. Paulišovi a M. Števkovi, za posouzení článku. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace a za podpory výzkumného záměru Ministerstva životního prostředí VZ0002579801.

Literatura

- Afifi A. M., Kelly W. C., Essene E. J. (1988): Phase relation among tellurides, sulfides, and oxides: I. Thermochemical data and calculated equilibria; II. Applications to telluride-bearing ore deposits. - *Econ. Geol.* **83**, 377-394, 395-404.
- Amort Č. (1942): Zlatý důl „Kamlová“ u Nového Knína. - *Zpr. Geol. Úst. pro Čechy a Moravu* **12**, 2, 75-106.
- Andreska J. (2007): Průhonice Příběh jednoho muže a jednoho parku. - *Sanquis*, 53, 46.
- Barkov A. Y., Nixon G. T., Levson V. M. (2009): A cryptically zoned amalgam ($Au_{1.5-1.9}Ag_{1.1-1.4}S_{2.8-3.0}Hg_{1.0-1.2}$) from placer deposit in the Tulameen - Smilkameen river system, British Columbia, Canada: Natural or man-made? - *Can. Mineral.* **47**, 433-440.
- Barviř J. L. (1903-1904): Přehledné zprávy o některých našich místech zlato a stříbrnosných z poslední čtvrti 16. století. - *Horn. hutn. Listy* **4**, 132-134, 153-155, 167-169, 184-186; **5**, 4-6.
- Barviř J. L. (1904): Geologische und bergbaugeschichtliche Notizen die einst goldführende Umgebung von Neu-Knín und Štěchovic in Böhmen. - *Sitz. Königl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften (Prag)* **25**, 1-70.
- Barviř J. L. (1924): O zlatonosném pásmu u Nového Knína. - *Vlast. nákl.*, Praha, 8 s.
- Barviř J. L. (1925a): O starých dolech po zlatě u vsi Krámů nedaleko Nového Knína. - *Vlt. Proudý (Praha)* **4**, 12, 2-3.
- Barviř J. L. (1925b): O starých dolech po zlatě u Sudovic a v okolí poblíže Nového Knína. - *Vlt. Proudý (Praha)* **4**, 11, 3.
- Barviř J. L. (1944): O zlatnatém kyzu a telluridech u N. Knína a krenneritu od Jílového. - MS, Reg. muzeum v Jílovém u Prahy.
- Blüml A., Pertoldová J. (1989): Mineralogický popis nábrusů vzorků kozohorského pásma. - MS, příl. č. C 4, záv. zpr. úkolu Český masív - ověřování prognóz Au, dílčí úkol Kozí Hory, Geofond Praha - Reg. muz. v Jílovém u Prahy.

- Brückmann F. E. (1727): *Magnalia dei in locis subterraneis* ets., I. - Braunschweig.
- Bubníková O. et al. (1989): Český masív - ověřování prognóz zlata. Závěrečná zpráva dílčího úkolu Kozí Hory. - MS, Geofond Praha - Reg. muz. v Jílovém u Prahy.
- Callahan J. E., Miller J. W., Craig J. R. (1994): Mercury pollution as a result of gold extraction in North Carolina, U.S.A. - *Appl. Geochem.* **9**, 235-241.
- Cook N. J., Ciobanu C. L. (2004): Bismuth tellurides and sulphosalts from the Larga hydrothermal system, Metaliferi Mts., Romania: Paragenesis and genetic significance. - *Mineral. Mag.* **68**, 303-321.
- Diviš J. (1926): Práce kutací. Nový Knín. - In: Státní doly na stříbro a olovo v Příbrami, 151-153. Nakl. Prometheus, Praha.
- Doležal D., Korený R., Kypta J. (2004): Archeologické nálezy z hornických pracovišť v okolí Nového Knína. - *Archeologie ve středních Čechách (Praha)* **8**, 671-684.
- Foit F. F., Ulbricht M. E. (2001): Compositional variation in mercurian tetrahedrite-tennantite from the epithermal deposits of the Steens and Pueblo Mountains, Harney County, Oregon. - *Can. Mineral.* **39**, 819-830.
- Foster R. L., Ford E. E., Long P. E. (1978): Mineralogy and composition of Jamison Creek particulate gold, Johnsville mining district, Plumas County, California. - *Econ. Geol.* **73**, 1175-1183.
- Havlíček J. (1959): Závěrečná zpráva Libčice u Nového Knína. - MS, Geofond.
- Hofmann A. (1912): Žilý zlatonosného křemene u Libčic blíže Nového Knína. - *Rozpr. Čes. Akad. Věd, Ř. mat.-přír.* **21**, 23, 1-12.
- Hruška J., Duda J., Květoňová E., Litochleb J., Morávek P., Obdržálek J. (1978): Bibliografický přehled. Ložiska a výskyt zlata v Českém masívu za období 1876 - 1975. - MS, Geofond Praha.
- Hruška K. (1939): Gutachen über den Goldbergbau bei Libčic. - MS, Geofond Praha.
- Ježek B. (1924): České zlato a jeho budoucnost. - Zvl. otisk z čas. *Vesmír*, 23 s.
- Ježek B. (1934): O českých a moravských dolech v „Míšeňské horní kronice“ Petra Albina z roku 1590. - *Báň. Svět (Praha)* **13**, 25-28, 45-47.
- Ježek B. (1938): České doly v Brückmannově knize: *Magnalia dei in locis subterraneis*. - *Horn. Věst. - Horn. hutn. Listy (Praha)* **20**, 375-379, 396-401.
- Johnson N. E., Craig J. R., Rimstidt J. D. (1986): Compositional trends in tetrahedrite. - *Can. Mineral.* **24**, 385-397.
- Jungbauer W. (1922a): Dějiny dolování v oblastech kutišť na zlato státního báňského ředitelství Příbramského u Bělčic a v Novém Kníně. - MS, Geofond Praha.
- Jungbauer W. (1922b): Schurfarbeiten in Neu Knin der einstigen staatlichen Bergdirektion in Pibrans, in den Jahren 1914 bis 1922. - MS, Geofond Praha.
- Jungbauer W. (1942): Schurfbau in Neu Knin. In Jahr 1922 Stollen II, I. Abteufen und Horizont I 1 : 500. - MS, Geofond Praha.
- Konta J. (1957): Jílové minerály Československa. - Praha.
- Korený R. (2004): Kachle z hornického sídliště u Borotic, okr. Příbram. - In: Symp. Horn. Příbram ve vědě a techn., sekce T Evropské hornictví - Tradice a Památky, 5 s. (CD-ROM). Příbram.
- Korený R. (2006): Historie osídlení Knínska. - In: 820 let Knína 1186 - 2006, 7-20. Vyd. Město Nový Knín.
- Kratochvíl J. (1957-1966): Topografická mineralogie Čech I - VIII. - Nakl. ČSAV, Praha.
- Krusch P. (1921): Geschichte des Libschatz-Borotitzer Bergbaues. - MS, Geofond Praha.
- Kubátová L. (1975): Pamětní knihy (Gedenkbücher) z Archivu dvorské komory ve Vídni - významný pramen pro dějiny dolování v Čechách v 16. - 18. století. - *Rozpr. Nár. techn. Muz. v Praze* **65**, *Studie z dějin hornictví* **6**, 138-171.
- Lacinová J. (2000): Zlatý důl Kamlová Libčice u Nového Knína. - MS, Střední průmyslová škola, Příbram.
- Lhotský P. (2003): Naučná stezka Nový Knín a okolí. - In: Zlato na Novoknínsku. Historie a současnost. Průvodce naučnými stezkami (P. Lhotský, P. Morávek, V. Štědrá, eds.), 55-58. - Vyd. Čes. klub zlatokopů, Čes. geol. služba, Horn. muz. Příbram, Město Nový Knín.
- Lhotský P., Morávek P., eds. (1999): Zlato na Novoknínsku. Od Keltů do třetího tisíciletí. Průvodce naučných stezek. - Vyd. Čes. klub zlatokopů, Praha, 53 s.
- Lhotský P., Morávek P., Štědrá V., eds. (2003): Zlato na Novoknínsku. Historie a současnost. Průvodce naučnými stezkami. - Vyd. Čes. klub zlatokopů, Čes. geol. služba, Horn. muz. Příbram, Město Nový Knín, 111 s.
- Litochleb J. (1976): K báňskému podnikání u Nového Knína. - In: Sbor. Symp. Horn. Příbram ve vědě a techn., sekce K problémům vývoje rudného hornictví v dějinách ČSSR, 205-222. Příbram.
- Litochleb J. (1980): K dějinám a topografii středověké těžby zlata v okolí Knína. - *Vlastivěd. Sbor. Podbrdská (Příbram)* **18**, 33-38.
- Litochleb J. (2003a): Historie těžby zlata na Novoknínsku. - In: Zlato na Novoknínsku. Historie a současnost. Průvodce naučnými stezkami (P. Lhotský, P. Morávek, V. Štědrá, eds.), 14-23. Vyd. Čes. klub zlatokopů, Čes. geol. služba, Horn. muz. Příbram, Město Nový Knín.
- Litochleb J. (2003b): Přínos Jindřicha Ladislava Barvíře pro poznání a obnovu dolování zlata na Novoknínsku. - In: Sbor. přísp. semin. k 140. výročí narození J. L. Barvíře, 45-57. Vyd. Reg. muz. v Jílovém u Prahy.
- Litochleb J., Malec J., Táborský Z., Šreinová B. (2001): Chemické složení a fyzikální vlastnosti maldonitu a doprovodných mineralů zlata a bismutu z Orlíku u Humpolce. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **9**, 213-224.
- Litochleb J., Seidl K. (1977): Polymetalické zrudnění v knínském zlatonosném revíru. - *Čas. Mineral. Geol.* **22**, 163-172.
- Litochleb J., Sejkora J. (2002): Těžba zlata na Novoknínsku. - *Rozpr. Nár. techn. Muz. v Praze* **180**, *Studie z dějin hornictví* **31**, 29-34.
- Litochleb J., Sejkora J., Fišera M. (2008): Freibergit a jamesonit z historického ložiska stříbra Šebestěnice u Čáslavi (Česká republika). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **16/2**, 193-196.
- Litochleb J., Sejkora J., Medek Z. (2008): Amalgam zlata z novoknínského zlatonosného revíru, střední Čechy (Česká republika). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **16/1**, 30-32.
- Litochleb J., Sejkora J., Šrein V. (2006): The Au-Ag-Sb-Bi-Te mineralization from the deposit Bytíz (Mine 19), the Příbram uranium-polymetallic ore district, Czech Republic. - *Mineral. Polon., Spec. Pap.* **28**, 205-207.

- Litochleb J., Šrein V. (1994): Minerály bismutu a telluru z ložisek a výskytů zlata v České republice. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **2**, 89-105.
- Litochleb J., Šrein V. (1995): Minerální vazba stříbra a zlata v Ag-Au polymetalickém zrudnění z Nového Knína. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **3**, 215-218.
- Litochleb J., Šrein V., Klauďy S., Morysek A. (1998): Nové poznatky o zlatonosné mineralizaci v okolí Štěchovic. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **6**, 188-192.
- Lynch J. V. G. (1989): Large-scale hydrothermal zoning reflected in the tetrahedrite-freibergite solid solution, Keno hill Ag-Pb-Zn district, Yukon. - *Can. Mineral.* **27**, 383-400.
- Malachov A. A. (1953): Závěrečná zpráva Libčice u Nového Knína. - MS, Geofond Praha.
- Malec J. (1986): Mineralogický výzkum postmagmatických ložisek zlata Českého masivu. Dílčí zpráva. Zlato a doprovodné minerály z okolí Kašperských Hor. - MS, Úst. nerost. sur. Kutná Hora, Geofond Praha.
- Malec J. (1987): Chemické složení zlata z výskytů v oblasti Jeseníků. - MS, Úst. nerost. sur., Kutná Hora.
- Malec J., Novák F. (1982): Mineralogicko-geochemické studium těžkých minerálů pro úkol „Šlichová prospekce jz. části Českého masivu“. - MS, záv. zpr., Úst. nerost. sur. Kutná Hora, Geofond Praha.
- Malec J., Novák F. (1984): Výskyty zlata, jeho odrůd a minerálů v ČSSR. - In: Sbor. Konf. Komplexní výzkum a využití Ag-Au surovin, Jeseník, 49-55. Dům techn. ČSVTS, Ústí nad Labem.
- Malec J., Novák F., Blüml A., Litochleb J. (1985): Mineralogický výzkum postmagmatických ložisek zlata Českého masivu (etapová zpráva). - MS, Geofond Praha.
- Mašek J., Hazdrová M., Líbalová J., Morávek P., Pelc Z., Petroš R., Straka J., Šalanský K., Waldhausrová J., Žežulková V. (1988): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1 : 25 000 12-434 Dobříš. - Vyd. Ústf. úst. geol. Praha, 58 s.
- McQueen K. G. (1990): Tellurides in metamorphosed stringer ore from the Dragser deposit, South Trondelag, Norway. - *N. Jb. Mineral., Mh.*, **5**, 205-216.
- Melnikov V. S., Bondarenko S., Grinchenko O. (2005): Conditions of Bi - telluride formation in Vygorlat Huta volcanic ridge, Transcarpathian region, Ukraine. - In: Proceedings of the 2005 Field Workshop IGCP Project 486, *Geochem., Mineral., Petrol.* **43**, 124-127.
- Mološag V. P., Grabežev A. I., Guljaeva T. Ja. (2002): Uslovija obrazovanija telluridov v rudach kolčedannych i medno-zoloto-porfyrovych mestoroždenij Urala. - *Zap. Vserossij. mineral. Obšč.* **131**, **5**, 40-54.
- Morávek P. (1958): Výskyt nových minerálů na středočeských zlatonosných žilách. - *Čas. Mineral. Geol.* **3**, 114.
- Morávek P. (1971): Ložiskové poměry a mineralizace jílovského zlatonosného revíru. - *Sbor. geol. Věd, Ř. LG* **13**, 7-170.
- Morávek P. (1996): The Mokrsko gold deposit. - In: Gold deposits in Bohemia (Morávek et al.), 31-56. Čes. geol. úst., Praha.
- Morávek P. (2003a): Ložiska zlata. - In: Zlato na Novoknínsku. Historie a současnost. Průvodce naučnými stezkami (P. Lhotský, P. Morávek, V. Štědrá, eds.), 31-46. - Vyd. Čes. klub zlatokopů, Čes. geol. služba, Horn. muz. Příbram, Město Nový Knín.
- Morávek P. (2003b): Geologie novoknínské oblasti. - In: Zlato na Novoknínsku. Historie a současnost. Průvodce naučnými stezkami (P. Lhotský, P. Morávek, V. Štědrá, eds.), 24-30. - Vyd. Čes. klub zlatokopů, Čes. geol. služba, Horn. muzeum Příbram, Město Nový Knín.
- Morávek P. et al. (1992): Zlato v Českém masivu. - Vyd. Čes. geol. úst., Praha, 245 s.
- Novák F., Malec J. (1984): Zlato, jeho odrůdy a nerosty. - In: Sbor. Konf. Komplexní výzkum a využití Ag-Au surovin, Jeseník, 35-48. Dům techn. ČSVTS Ústí nad Labem.
- Novotný M. (2011): Akciová společnost pro výrobu radia a jiných kovů 1921 - 1938. - *Rozpr. Nár. techn. Muz. (Praha)* **215**, *Studie z dějin hornictví* **40** (I. Lorencová ed.), 24-30.
- Palivcová M. (1956): Geologicko-petrografické poměry v kozohorském pásmu a jeho nejbližším okolí (Dobříšsko). - *Sbor. Ústf. Úst. geol.* **22**, 311-396.
- Pauliš P., Kopecký S., Ďuda R. (2008): Minerály selenu a telluru České a Slovenské republiky a jejich lokality. 1. část. - Vyd. a nakl. Martin Bartoš - Kutná Hora, 108 s.
- Peters J. (1927): Rudy, tuha, sůl a nafta v Československé republice. Statistická příručka. - Nakl. Prometheus, Praha, 151 s.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985): "PAP" (φρΖ) procedure for improved quantitative microanalysis. - In: Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco, 104-106.
- Pošepný F. (1895): Der Golddistrict von Knin. - In: Das Goldvorkommen Böhmens und der Nachbarländer. - *Archiv prakt. Geol. (Freiberg)* **2**, 134-155.
- Příhodová A. (1967): Zpráva o geologickém mapování 1 : 10 000 území mezi Davlí, Štěchovicemi a Velkou Lečicí 1966. - MS, Geofond Praha.
- Riley J. F. (1974): The tetrahedrite-freibergite series, with reference to the Mount Isa Pb-Zn-Ag orebody. - *Miner. Deposita* **9**, 117-124.
- Roth Z. (1941): Zpráva o výskytu zlata u Nového Knína. - MS, Geofond Praha.
- Roth Z. (1944): Bericht über den Stand der Protektoratsschurfarbeiten auf Pyrit und Gold auf dem Chvojná - Berge. - MS, Geofond Praha.
- Rus V. (1950): Předběžná zpráva o geologickém průzkumu zlatonosné oblasti Borotic u N. Knína (se zvláštním zřetelem na nové kutací práce). - MS, Geofond Praha.
- Sack R. O., Loucks R. R. (1985): Thermodynamic properties of tetrahedrite-tennantites: constraints on the interdependence of the Ag = Cu, Fe = Zn, Cu = Fe, and As = Sb exchange reactions. - *Am. Mineral.* **70**, 1270-1289.
- Samusikov V. P., Pavlova L. A. (2000): Suščestvujet li mineral „kjustelit“? - *Zap. Vserossij. mineral. Obšč.* **129**, **5**, 28-30.
- Sejkora J., Litochleb J., Plášil J., Bureš B. (2009): Tsumoite and associated tellurides from the Au deposit Libčice near Nový Knín, Czech Republic: mineralogy and genetic significance. - *J. Geosci.* **54**, 73-82.
- Schenk J. (1986-1987): České rudné hornictví v letech 1918 až 1945. - Příloha čas. *Rudy (Praha)* **34**, 11 až **35**, **6**, 261-317.

- Sine (1945): Zápís o místním šetření provedeném dne 21. VIII. 45 na základě přípisu ústřední správy Státních báňských a hutnických závodů v Praze z 8. VIII. 45. - MS, Geofond Praha.
- Sine (1946): Výkaz rozborů vzorků ze státních kutacích prací v Novém Kníně provedených v letech 1942 - 1945. - MS, Geofond Praha.
- Sine (1984): Co děláme v likvidacích? - *Horn. Kahan (Příbram)*, 13, 3.
- Slavík F. (1918): Nové výskyty minerálů v Čechách. - *Čas. Nár. Mus.* **92**, 38-42.
- Slavík F. (1919): Nové výskyty minerálů v Čechách. - *Čas. Nár. Mus., Odd. přírodověd.* **93**, 28-32.
- Smolová V. (2009): Knín Hor Zlatých - starý nebo nový? - *Podbrdsko (Příbram)* **16**, 7-22.
- Sobotka J. (1959): Předběžná zpráva o nálezu wehrlitu¹), $\text{Bi}_{2+x}\text{Te}_{3-x}$, z Libčic u Nového Knína. - *Čas. Mineral. Geol.* **4**, 99.
- Šrein V., Pivec E., Langrová A. (1995): Petrologie a mineralogie zlatonosného ložiska Libčice u Nového Knína. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **3**, 188-195.
- Tuček K. (1948): Nové nálezy nerostů II. - *Věst. král. čes. Společ. Nauk, Tř. math.-přírodověd.*, 13, 25 s.
- Valenta J. (1932): Paměti královského zlatohorního města Nového Knína a sousedních obcí Starého Knína, Velké a Malé Hraštice. Díl I. - Příbram - Dubno, 225 s.
- Váňa T. (2003): Naučná stezka Kozí Hory - Libčice. - In: Zlato na Novoknínsku. Historie a současnost. Průvodce naučnými stezkami (P. Lhotský, P. Morávek, V. Štědrá, eds.), 59-62. Vyd. Čes. klub zlatokopů, Čes. geol. služba, Horn. muz. Příbram, Město Nový Knín.
- Váňa T., Litochleb J. (2001): Geologická vycházka do Nového Knína a Kozích Hor. - Exkurze Čes. geol. společ. 8, podzim 2001 - průvodce, 1-18. Vyd. Čes. geol. společ. a Čes. geol. úst., Praha.
- Wünsch H. (1944): Goldquarzlagerstätten von Libsitz und Eule, Zentralböhmen. - MS, Bergakademie Freiberg/Sa.
- Zahradníková J., Paul M. (1972): Lividační skupina tentokrát již v akci. Libčice 1971. - *Horn. Kahan (Příbram)*, 11, 3.
- Zachariáš J. (2002): Interpretation of bidimensional fluid inclusion microthermometric data in terms of pressure and compositional variations in gold-bearing fluids: an example from the Libčice and Kasejovice deposits, Czech Republic. - *J. Czech Geol. Soc.* **47**, 3-4, 123-132.
- Zachariáš J., Pudilová M., Žák K., Morávek P., Litochleb J., Váňa T., Pertold Z. (1997a): P - T conditions, fluid inclusions and O, C, S isotope characteristic of gold-bearing mineralization within the Central Bohemian Metallogenic Zone. - *Acta Univ. Carol., Geol.* **41**, 167-178.
- Zachariáš J., Žák K., Morávek P. (1997b): Carbon and oxygen isotopic composition of carbonate minerals from the Jílové and Libčice gold deposits, Czech Republic. - *J. Czech Geol. Soc.* **42**, 3, 78 (MARGS-10 Challenges to Chemical Geology).
- Zachariáš J., Pertoldová J., Fričová A., Goliáš V., Kašpar P., Kotrba Z., Litochleb J., Pertold Z., Pudilová M., Váňa T., Vymazalová A., Žák K. (1998): P-T-X conditions of the hydrothermal systems in the Central Bohemian Metallogenic Zone and their evolution in time. - MS, final report of the grant project GAČR 205/95/0907, Fac. of Science, Charles Univ., Praha.
- Zoubek V. (1942): Geologische Gutachten über das Liebschitz-Borotitzer Goldführende Gebiet (mit 21 Anlagen). - Geol. Anst. für Böhmen und Mähren, Prag, MS, Geofond Praha.
- Zwahr H., Ulrich B. (1999): Chemical composition and morphology of gold amalgams from panning gold samples of the Schwarza. - *Erzmetall* **52**, 191-197.