

Mineralogie zlata z aluviálních sedimentů malých vodních toků mezi Želetavou a Opatovem na západní Moravě

Mineralogy of gold from alluvial sediments of streams between Želetava and Opatov, Western Moravia

STANISLAV HOUZAR¹, PAVEL ŠKRDLA², MILAN VOKÁČ³

¹Mineralogicko-petrografické odd., Moravské zemské muzeum, Zelný trh 6, CZ – 659 37 Brno; e-mail: shouzar@mzm.cz; ²Lípová 36, CZ – 674 01 Třebíč; e-mail: japs@atlas.cz; ³Muzeum Vysočiny Jihlava, Masarykovo nám. 55, CZ – 586 01 Jihlava; e-mail: vokko@seznam.cz

Abstract: The morphology and chemistry of gold from alluvial sediments in the area of medieval mines between Želetava and Opatov, Western Moravia were studied. Gold occurs in the assemblage of heavy minerals in polymict sandy gravels of Quaternary age, which are rich in rutile, monazite, ilmenite, garnet, zircon, scheelite and cassiterite. The studied gold is highly variable in shape and roundness, and its particles vary usually in size from 0.10 mm to 2 mm. Maximal size of quartz-gold intergrowths is from 4 to 8 mm; also, sporadic gold wire, up to 9 mm, was found. Three distinct types of gold were distinguished based on their chemical composition: (1) relative Ag-rich (30–50 at % Ag) gold („electrum“) with remarkable core-to-rim zonation; (2) silver poor homogeneous gold (1–5 % Ag) with bismuth and maldonite inclusions; and (3) supergenetic fine gold in veins and rims of gold grains. A small content of mercury (~ 0.3 wt. % Hg) in the gold of types (1) and (2) is present. Primary sources of the studied silver-bearing gold (electrum, type 1) were quartz veins penetrating in gneiss and quartzite close to alluvial placers, whereas a source for silver-poor gold (type 2), which is typical for metamorphic mineralizations, remains unknown.

Key words: gold, morphology, chemical composition, heavy minerals, alluvial sediments, Moldanubicum, Western Moravia, Czech Republic.

ÚVOD

V oblasti západomoravského moldanubika mezi Želetavou, Svojkovicemi, Hladovem, Opatovem, Předínem a Lesnou (20 km z. od Třebíče) se nachází historicky významná zlatonosná oblast. Centrem zdejšího dolování se již okolo poloviny 13. století staly osady Velký a Malý Štítek (nebo také Štítky), ležící jednak poblíž současné vesničky Hory (u Předína), jednak poněkud jižněji, kde se dosud na katastru Svojkovic (okr. Jihlava) zachovaly pozůstatky středověké vesnice včetně hrádku (Pošepný 1895, Měřínský 1984, Vokáč et al., v tisku). V oblasti dodnes existují pozůstatky po středověké těžbě křemenných zlatonosných žil (obvaly, pinkové tahy, zavalená a zatopená ústí štol). Rýžovnické haldy (sejpy) na Horském a Jinšovském potoce (ojediněle i na Brtničce) dokládají získávání zlata z aluviálních sedimentů (Pošepný 1895, Koutek 1937, 1941; Houzar et al. 2004, Vokáč et al., v tisku).

HISTORICKÝ PŘEHLED

Zlato v sedimentech studované oblasti bylo objeveno ve středověku patrně záměrnou šlichovou prospekci malých vodních toků v souvislosti s kolonizací moravské části Českomoravské vrchoviny. I když první archeologické doklady o rýžovnické (?) aktivitě na zdejších tocích lze datovat nejdříve do první poloviny 13. století, nelze zatím zcela vyloučit ani představu o dřívějším objevu zlata (Obůrka 1996, Vokáč et al., v tisku). Co se týče bližších informací o metodách a schopnostech tehdejších prospektorů, odkazujeme na publikaci Vosáhla (Vosáhl 1996), upozorňujícího mj. na fakt, že téměř všechny rudní výskyty v centrální části Vysočiny byly nalezeny do počátku 14. století. Středověké písemné prameny zdejší rýžování zlata vůbec nezmiňují.

Klasická práce d'Elverta (d'Elvert 1866) o historickém dolování na Moravě udává, že se v potoku Brtnička, který teče kolem Opatova, rýžovalo před husitskými válkami zlato. Tamní oblast nedlouho poté osobně navštívil Maximilian von Wolfskron (Wolfskron 1889), který zmiňuje sejpy po rýžování zlata (Waschhalden) na potůčku tekoucím od Hor k Opatovu (Horský potok). Četné, ale nižší rýžovnické haldy našel též podél Brtničky v Opatově a sledoval je až ke Zlatomlýnu („Goldmühle“), kde prý mohly být amalgamované zlaté šlichy (Goldslich). Vzhled hald dokazuje, že byl propírán potoční štěrk, ne výše položené svahoviny. Charakteristickým a hojným minerálem sejpů je rutil. Uvedená zpráva i blízkost obcí Stará a Nová Říše (1248 – „Grus“, 1265 – „Reusch“), upomínající na český výraz „rýže“ přivedly do kraje tehdy nejlepšího znalce ložisek zlata F. Pošepného. Na cestě z Nové Říše do Staré Říše našel na svahu proti údolí Mlýnského potoka (Vápočka) blíže nespecifikované pozůstatky po těžbě a místní tradice udávala ve Staré Říši důl ležící asi 1 km J od obce uprostřed údolí – snad šlo o rýžoviště. Popsal sice obvaly po dolování zlata na primárních výskytech v okolí Hor, avšak o pozůstatcích po rýžování se zvlášť nezmiňuje (Pošepný 1895). Lokality s pozůstatky po rýžování zlata na Horském potoce i na „zlatonosné Brtničce“ jsou podrobně popsány v práci Šilhavého (Šilhavý 1895), přičemž největší sejpy dosahují výšky 4–6 m a jsou až 20 m dlouhé.

Koutek (1924), studující podrobně zlatonosné území, našel sejpy hlavně na Horském potoce, nad Předínem (louky zvané „Zejfý“) a nejmohutnější haldy pak pod rybníkem Vidlákem až k Opatovu. Niže po toku Brtničky pod Opatovem se tehdy vyskytovaly už jen sporé zbytky na lukách u cihelny a sejpy zjistil ještě pod Zlatomlýnským rybníkem (srv. též Šilhavý 1895); jsou poslední po toku Brtničky. Později poprvé zveřejnil mapku rozšíření zlatokopeckých prací a rýžovišť v této oblasti (Koutek 1937)

a v r. 1941 publikoval populárně zaměřenou práci, v níž uvádí fotografii zachovaných sejpů nad Opatovem. Časově zařazuje tamní rýžování zlata do 13.–14. století. Rýžovalo se údajně také na lučních potůčcích na náhorní rovině mezi Hladovem a Starou Říší. Uvádí také, že při kutání v rýžovnických haldách na Horském potoce nad Vidlákem se našlo zlato (Koutek 1941).

V šedesátých letech 20. století proběhla i první etapa šlichové prospekce (úkol „Stopové a vzácné prvky“, vedený I. Tenčíkem), která vedla v popisované oblasti k vymezení několika anomálií zlata doprovázených anomáliemi kasiteritu a monazitu. Výsledky byly využity např. při sestavení pracovní metalogenetické mapy 1:200 000, list 23 Jihlava, publikovány však nebyly. Novější období podrobné šlichové prospekce, prováděné jihlavským podnikem Geoindustria, přineslo řadu nových a podrobných poznatků. Výsledky však jsou až na nepatrné výjimky jen součástí nepublikovaných zpráv. Za zmínku stojí zejména diplomová práce Černého (Černý 1983). Autor v ní kromě podrobného zaznamenání výskytu pozůstatků po dolování (včetně sporných míst) identifikoval i některé zajímavé těžké minerály, jako např. kasiterit, scheelit a wolframit v sedimentech Horského potoka. Dílčí závěrečná zpráva o zlatonosném opatovsko-svojkovickém revíru (Veselý et al. 1988) zčásti využila i výsledky sledování zlata v sedimentech jednoho z autorů této práce (P. Š.). Ve stejné době studoval podrobně šlichové vzorky i Malec (1988). Z jeho nepublikovaných výsledků stojí za zmínku, že zlato našel nejen ve srůstech s křemenem, ale i s K-živcem (?), sillimanitem a biotitem. Byly analyzovány (metoda EDS, přístroj Link) 4 zlatinky z říčky Brtničky, 1 km v. od Hor, a zjištěny dva typy zlata s 8,2–9,1 a 17,9–22,1 hm. % Ag. Na povrchu mají zlatinky málo vyvinutou vrstvičku ryzího Au (Malec 1988).

Zhruba ve stejné době Stránský et al. (1987) zkoumali zlatonosnost Horského potoka u Hor a uveřejnili analýzy zlatinek (metoda EDS, Tracor N 2100). Zlato mělo relativně vysokou ryzost (90,6–96,6 hm. % Au), jako průměr je uvedeno zejména Ag (3,02–6,8 hm.%) a Fe (0,9–4,9 hm. %), zatímco podíl Mg, Al, Ca, Ti a Mn je < 1 hm. %. S výjimkou Ag jde patrně o důsledek znečištění mikroskopickou příměsí sekundárních minerálů. Obsah zlata v sedimentu byl poměrně nízký, kolísal od 0,06 do 0,09 g/t. Největší zlatinka měla velikost 1,5 mm (Stránský et al. 1987).

Práce Houzara et Škrdly (Houzar et Škrdla 1990) podrobně popisuje výsledky vlastního výzkumu sekundárních výskytů zlata v sedimentech tehdy nově objevených hlavně na Želetavce, ale i na jiných vodních tocích v oblasti. Souborná mapka oblasti zahrnuje všechny tehdy známé informace o výskytech zlata, vycházející z publikovaných i nepublikovaných pramenů a ústních sdělení (tedy patrně i včetně některých nesprávných údajů). Podrobně se mineralogii zlata v sedimentech Horského potoka a Želetavky zabýval Malec (1993, 2002). Potvrdil existenci dvou typů zlata podle obsahu Ag. Poněkud hojněji je zastoupené

zlato o střední ryzosti, které je málo opracované a obsahuje vzácně inkluze rudních minerálů. Často také srůstá s křemenem, příp. muskovitem, biotitem a ankeritem. Zlatinky mívají často povlak ryzího zlata. Zlato odpovídá zlatu z primární křemenné žiloviny od Hor. V menším množství je přítomno zlato o vysoké ryzosti (941–1000). Je rovněž ostrohranné a některé zlatinky srůstají s křemenem, muskovitem, biotitem, K-živcem nebo albitem. Zlato mívá inkluze bismutu, maldonitu (?) a „houbovitou strukturu“, která je pozůstatkem myrmekitových srůstů Au+Bi, z nichž byl vyloučen Bi, resp. sekundární Bi-oxidy. Na primárních výskytech toto zlato zjištěno nebylo.

STRUČNÝ PŘEHLED GEOLOGIE ZLATONOSNÉ OBLASTI

Studovaná oblast náleží k pestré jednotce moldanubika západní Moravy, a to k subjednotce označené Veselou et al. (Veselá et al. 1988) jako brtnická, resp. k jejímu styku s monotónní jednotkou. Základními horninami jsou biotitické plagioklasové pararuly, v různém stupni migmatitizované, vyznačující se hojnými vložkami světlých živcových kvarcitů, vzácněji i metabazitů a diopsidických rul. Foliace hornin má dominantní směr S–J, příp. až SV–JZ, s úklonem 40–60° k V, resp. JV.

Západní (podložní) část oblasti je tvořena sillimanit-biotitickými pararulami se segregacemi křemene a s nodulemi tvořenými sillimanitem (Koutek 1924). Rozsahem největší vložky v nich tvoří amfibolity (vesměs bez granátu) a kvarcity. Středem zlatonosné oblasti probíhá úzká zóna s izolovanými tělesy bazických až ultrabazických hornin. Kromě menších těles amfibolických eklogitů až granatických amfibolitů, vzniklých retrográdní metamorfózou eklogitů, obsahuje ojediněle i serpentinizované peridotity s ortopyroxeny a eklogity. Typickým minerálem této zóny je rutil, jehož zrna dosahují až několikacentimetrové velikosti. Tyto amfibolity i serpentinity jsou prostorově sdruženy s výskyty žilných peraluminických turmalinických a biotit-muskovitických usměrněných granitů (až plástevných turmalín-muskovitických pegmatoidních ortorul), obsahujících někdy rovněž granát a šedé masivní nodule sillimanitu cm velikosti. V nadložních drobnozrnných biotitických pararulách až migmatitech v jihovýchodní části oblasti vystupují kvarcity. Tvoří četné menší polohy, sdružené do několika samostatných sekvencí o celkové mocnosti až desítky metrů. Nejmnější z nich je nositelem primárního zlatonosného zrudnění (Hory). To je vázáno na pravé žíly jemnozrnného křemene až křemenné žilníky a brekcie směru SZ–JV až V–Z. Kromě akcesorického zlata je takřka jediným vedlejším minerálem těchto žil pyrit. Kvarcity jsou doprovázeny, zejména při nadloží, menšími polohami amfibolitů (Opatov) a kvarcitických diopsidických rul (erlanů), vzácně přecházejících až do diopsidických kalcitických mramorů (Svojkovice). Ojediněle se vyskytují granát-diopsidické skarnoidy, výjimečně

obsahující akcesorický scheelit. Východně probíhá touto horninovou sekvencí v S–J směru brtnická tektonická zóna, tvořená mylonitizovanými a chloritizovanými pararulami. Vyznačuje se lokální vtroušenou mineralizací Zn–Pb–Cu, nejasného stáří, se zvýšeným podílem pyritu a barytu (Opatov). Již mimo zlatonosnou oblast, resp. při jejím východním okraji (v nadloží), se vyskytují biotitické pararuly s četnými vložkami grafitických kvarcitů a cordierit-biotitické migmatity lokálně i s většími polohami amfibolitů (Černý 1983, Veselá et al. 1988, Veselý et al. 1988).

STUDOVANÉ LOKALITY A CHARAKTERISTIKA SEDIMENTŮ

1. Předín – „Zeify“

Studované sedimenty pocházejí z místa ležícího přibližně 500 m j. od jižního okraje Předína a 300 m j. od rybníka „Strhaná hráz“, přímo z regulovaného koryta Brtnice (obr. 1). Místo bylo před rekultivací silně poznamenáno středověkou rýžovnickou činností – „Zeify“. Vzorek byl odebrán z boku koryta z hrubozrnných rezavě zbarvených šterkopísků ležících pod přerýžovanými sedimenty

a hlínami, těsně nad podložními pevnými šedými jíly. Valounovou složku tvoří hlavně kvarcity, včetně grafitických typů, poloostrohranné klasty pararul, méně bylo křemene, včetně žilné nahnědlé variety. Časté jsou valounky rutilu. Přímo do koryta potoka byl při melioraci vysypáván lomo-vý granitový šterk.

2. Horský potok

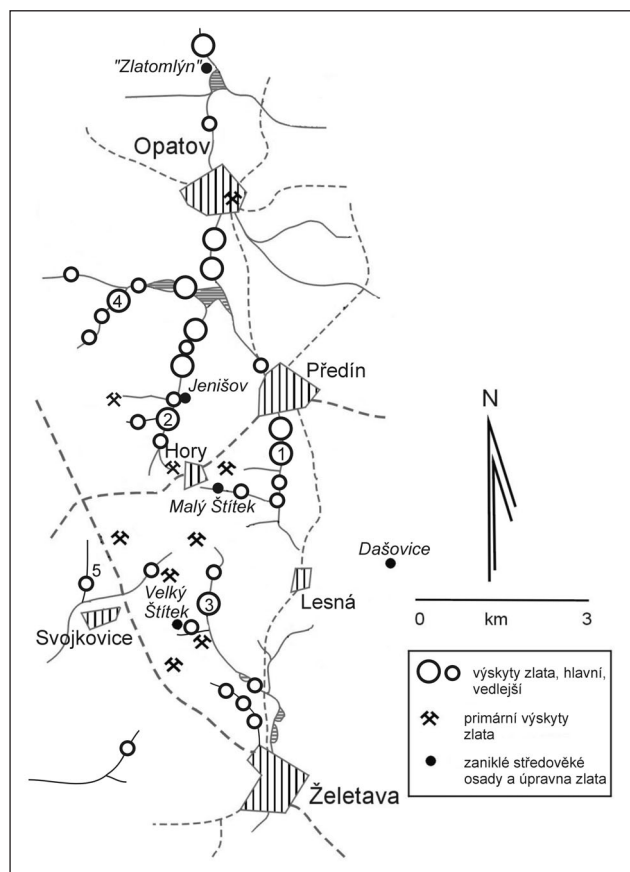
Vzorky byly odebrány zejména na horním toku Horského potoka: (1) 500 m sz. od Hor v zákrutu Horského potoka, který tu zleva přibírá malý přítok z meliorovaných luk zvaných Rozsíčka. Z tohoto místa pocházejí uváděné chemické analýzy zlata. Koryto potoka bylo při melioracích uměle zahlabeno do šterkovitých přerýžovaných sedimentů bývalých sejpů. Lokalita (2), která poskytla další vzorky zlata a těžkých minerálů, leží asi 1 km ssz. od Hor u tzv. „Hrabčcí studánky“ v prostoru zaniklé středověké vesnice Jenišov, kde byly šterkovito-písčité sedimenty odebrány přímo v recentním korytu potoka. Na obou místech se vyskytují hrubozrnné šterkovité sedimenty zčásti zakryté materiálem sejpů a ležící buďto na šedých jílech, nebo na světle šedých jílovitých písčích. Valounovou složku tvoří převážně křemen, ruly, kvarcity, hrubozrnné granity, méně též nodule sillimanitu, eklogitické amfibolity a zaoblené valounky rutilu (průměrně 3–5 mm velké, i větší). V bezprostředním sousedství míst odběru jsou intenzivní pozůstatky středověké rýžovnické činnosti prováděné od 13. století (Vokáč et al., v tisku).

3. Želetavka

Vzorky pocházejí z boku koryta Želetavky v místech ležících asi 1 km ssz. od rybníka Bouzek, 2 km ssz. od Želetavy. Na podložním šedém jílu se zrna křemene a s ojedinělými úlomky zvětralých rul tam spočívají rezavě zbarvené nevytříbené polymiktní šterky o max. mocnosti do 50 cm. Jsou tvořené křemenem a poloostrohrannými až polozaoblenými valouny kvarcitů, rul a vzácněji i pegmatitů, erlanů a ojediněle i větší zaoblené valounky rutilu. V nadloží spočívají hnědošedé jemnozrnnější šterky, často s příměsí písčito-hlinité složky a s jednotlivými většími balvany hornin (Houzar et Škrdla 1990).

4. Hladov – Jinšovský potok

Na soutoku Hladovského a Jinšovského potoka byl odebrán vzorek sedimentu přímo z koryta potoka obklopeného nízkými rýžovnickými kopečky. Místo odběru leží 1,6 km jz. od Opatova, 300 m z. od rybníka Jinšov. V korytě potoka jsou hrubozrnné polymiktní šterkovité sedimenty, zčásti přerýžované ve středověku. Vedle křemene, rul a kvarcitů jsou pro ně typické valouny hrubozrnných turmalinických granitů. Zajímavostí valounové složky jsou též vedle běžného rutilu, kterým jsou sedimenty v důsledku přerýžování místy nabohaceny, valounky zirkonu. Podloží tvoří šedé jíly s úlomky křemene a hornin, případně jemné písčité šterčíky.



Obr. 1: Rýžoviště a studované lokality v oblasti mezi Želetavou a Opatovem.

Fig. 1: Placers and studied localities in the area between Želetava and Opatov.

5. Svojkovice – „Boroví“

Pro šlichování byl odebrán vzorek šterkovito-písčitých sedimentů v prostoru ležícím 600 m s. od obce, při jižním ukončení pinkového tahu, pokračujícího z Kuklčipu do trati „Boroví“, v melioraci napřímeném korytu potoka 20 m nad rybníkem „U křoví“, přímo na okraji haldy bývalé štoly (?). Sediment pochází z hloubky 100–150 cm pod současným povrchem nivy a šlo o monotónní písčité šterk s valouny biotitické pararuly a kvarcitu, relativně méně hojný je křemen, bez jílovitého podílu; snad byl materiál již ve středověku rýžován (?) nebo změny souvisejí se zmíněnou meliorací. Vzácnější rutily jsou na rozdíl od výše zmíněných lokalit spíše poloostrohranné, se zbytky krystalových ploch.

METODIKA VÝZKUMU

Studované zlatinky byly získány rýžováním šterkovito-písčitých sedimentů po mechanickém odstranění nejhrubšího klastického podílu a odjílování. Pro účely této práce byla hodnocena jen frakce velikosti 2–0,10 mm, která byla v přímé asociaci se zlatem a která je na těžké minerály nejbohatší. Celkem bylo získáno přibližně 250 zlatinek. Těžké minerály byly s výjimkou zlata identifikovány převážně jen optickými metodami. Fotodokumentace některých větších zlatinek byla provedena za použití stereo-mikroskopu LEICA MZ 16 s videokamerou LEICA DFC 480 (5 mpx) na Ústavu geologických věd MU v Brně (foto dr. M. Ivanov). Tamtéž byla studována i morfologie drobných zlatinek (75 ks) za pomoci fotozařízení elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX-100 (operátoři: R. Škoda, R. Čopjaková) a analyzován jeden vzorek zlata v křemeni (Hory-Ve Štůlni). Stejným přístrojem, na pracovišti elektronové mikroanalýzy GÚDŠ Bratislava, Slovensko (operátor V. Kollárová) bylo analyzováno přesně lokalizované zlato z výše zmíněných lokalit za následujících podmínek: proud 20 nA, napětí 20 kV, průměr paprsku 5 µm, standardy přírodní i umělé fáze: Au (Au), AgJ (Ag), HgS (Hg), FeAsS (As), CuFeS₂ (Cu), Sb₂S₃ (Sb), Bi₂Te₃ (Bi, Te).

Orientačně, na základě BSE a v energiově disperzním módu (EDS), byl zjišťován přibližný poměr Au-Ag ve složení cca 60 zlatinek, z nichž bylo následně přesně analyzováno ve vlnově disperzním módu (WDS) 25 zlatinek (lok. 1–4 ks, lok. 2–10 ks, lok. 3–7 ks, lok. 4–3 ks a lok. 5 ks). Za reprezentativní z hlediska velikosti a morfologie lze považovat pouze vzorky (přes 100 zlatinek) z Horského potoka (lok. 2) a ze Želetavky (lok. 3), analýzy ze Svojkovic – „Boroví“ (lok. 4), z Jinšovského potoka (lok. 5) a z Předína (lok. 1) jsou spíše doplňující povahy.

PŘEHLED ASOCIACE TĚŽKÝCH MINERÁLŮ

Těžké minerály (TM) aluviálních sedimentů v zájmové oblasti nebyly dosud podrobně studovány. Jejich soupis s ohledem na historický vývoj poznání uvádí tab. 1.

Tab. 1: Asociace těžkých minerálů zlatonosných sedimentů.

Tab. 1: Assemblage of heavy minerals in gold-bearing sediments.

před 1970	1971–1988	1989–2006
kasiterit	amfibol	pyrit
monazit	anatas	scheelit
rutil	andaluzit	sillimanit
zlato	apatit	staurolit
	baryt	titanit
	granát	turmalín
	ilmenit	wolframit
	kyanit	Zn-Fe spinel
	magnetit	zirkon

Mezi opakními minerály dominuje převážně rutil, tvořící šedá zrna až valouny velikosti několika cm. V některých případech je zonální, s červenohnědým středem a tmavě šedým lemem. Vzácnější je hnědočervený průsvitný rutil, sloupečkovitý, krátce stébelnatý až jehlicovitý. V drobnější frakci TM jsou vedle rutilu četná drobná zrnka ilmenitu. Relativně hojným minerálem v sedimentech Horského potoka je černý nebo hnědý průsvitný kasiterit, jehož množství dosahuje až 10 obj. % opakního podílu, naopak podobný wolframit byl určen chemickou analýzou jen v ojedinělých zrnech (Horský potok, Černý 1983). Z průsvitných minerálů je nejhojnější zirkon, jehož bezbarvé a nažloutlé prizmatické krystalky tvoří většinu jemné frakce (<0,10 mm). Nově byly také zjištěny nedokonalé slabě zaoblené krátce prizmatické krystaly až „valounky“ čirého a nahnědlého zirkonu velikosti až 4 mm (Jinšovský a Horský potok). Význačují se oranžovou luminiscencí v krátkovlnném UV-záření. Poměrně hojný je granát ve čtyřech zřetelně barevně odlišných varietách. Jeho složení nebylo dosud studováno, lze však předpokládat výskyt granátů s významným podílem almandinové (z rul), pyropové (z eklogitů a granátických amfibolitů), lokálně i almandin-grossularové (ze skarnoidů) a spessartinové (oranžové krystaly z pegmatitů) složky (Pertoldová 1988, Houzar et Škrdla 1990). Nejhojněji byl fialově červený granát (almandin) zastoupen na lokalitě Předín – „Žejfy“. Dalším význačným minerálem a typickým průvodcem zlata (vedle rutilu) je monazit. Tvoří zlatavě žlutá, hnědá až hnědozelená zrna s nápadnou štěpností i dokonalé krystaly velikosti ≤5 mm. O něco vzácnější je hnědý turmalín, pocházející nepochybně z blízkých turmalinicko-muskovitických granitoidů, podobně jako ojedinělý, jen lokálně hojnější, trávově zelený a bílý apatit (Horský potok). Dále se vyskytují vláknité agregáty až drobné nodule sillimanitu, pocházejících z granitoidů i rul (Jinšovský potok), dále bezbarvé tabulky kyanitu, původem snad z kvarcitů (Černý 1983). Za použití UV-záření byl identifikován scheelit. Jeho jinak nevýrazná bílá zrna jsou významnou akcesorií především v těžkém podílu sedimentů vodních toků směřujících na J od rozvodí Brtničky a Želetavky. Jeho výskyt zřetelně souvisí s výskytem Ca-bohatších metamorfítů v nadloží hlavní zlatonosné „kvarcitové“ sekvence. Na horním toku Žele-

tavky byl zjištěn i primární výskyt scheelitu v balvanech granátického skarnoidu, nacházejících se v místě výrazné šlichové anomálie Au (Vokáč et al., v tisku).

Ostatní minerály doprovázející zlato se vyskytují velmi nepravidelně. Náleží k nim např. modré kovově lesklé dipyramidy anatasu ($< 0,2$ mm), vzácné růžové sloupečky andalusitu (≤ 10 mm), modrozelené zlomky osmistěnnů Zn- a Cr-spinelů, výjimečně wolframit-ferberit (Svojkovice – „Boroví“, Horský potok). Dříve popsany baryt a staurolit se nepodařilo nově potvrdit.

Pozoruhodné jsou sporadické nálezy pyritu. Zatímco ve většině studovaných sedimentů byl pyrit zjištěn jen zcela výjimečně v drobných limonitizovaných zrnech (Houzar et Škrdla 1990), na Brtničce pod Předínem se objevily v nejjemnější frakci TM relativně hojné úlomky i dokonale (nezaoblené!) kubické krystalky pyritu bez jakýchkoliv stop limonitu, ojediněle srůstající s křemenem. Pokud nejde o novotvořený pyrit, což je málo pravděpodobné (např. chybí kolomorfní pyrit i jakýkoliv materiál organického původu), může tento výskyt nespíše signalizovat blízkost rudní úpravny (Vokáč 2007a). Stejný pyrit byl totiž později zjištěn jako vzácná součást semleté rudniny (většinou však jen pseudomorfózy po něm v důsledku pražení rudy) v pozůstatku „odkaliště“ nově objeveného zlatorudného mlýna ze 13.–15. století u Zlatomlýna u Opatova (Vokáč 2007b).

V celkově nízkém, ale proměnlivém množství je mezi TM místy zastoupena antropogenní složka, zastoupená např. zlomky měděných drátků, železných okují a vzácně i olověnými broky.

MINERALOGIE ZLATA

Morfologie zlata

Ve studovaných sedimentech se vyskytuje převážně drobné zlato velikosti cca 0,06–0,50 mm ($\sim 95\%$). Ještě

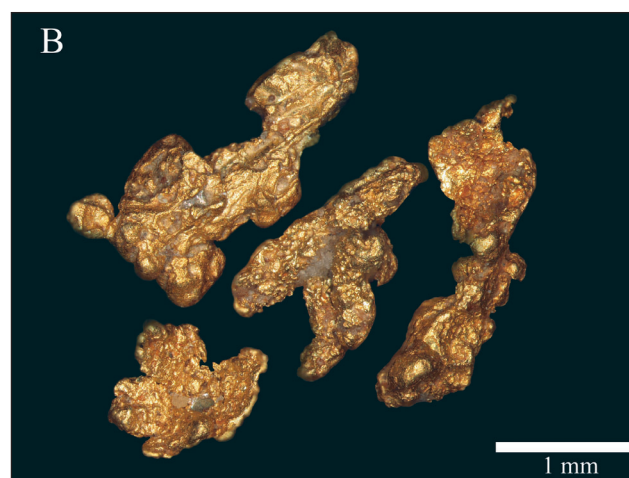
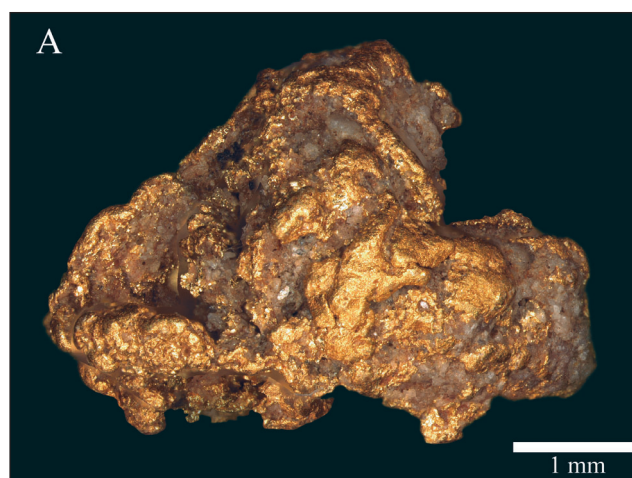
jemnější prachovité zlato (resp. srůsty zlata s křemenem) při rýžování většinou uniká a v jemné frakci šlichu $< 0,10$ mm je Au jen sporadické. V některých hrubozrnných, rutilem a monazitem bohatých vrstvách sedimentů, je relativně běžné i hrubší zlato velikosti ≤ 2 mm. Ještě větší „valounky“ jsou už zcela výjimečné a zlato v nich obvykle srůstá s křemenem v množství 30–80 obj. % Au. Největší zjištěná zlatinka měla tvar protáhlého trojúhelníku 8 x 4 x 1 mm, některé drátky dosahují délky až 9 mm a největší valounek zlata s křemenem měl rozměr 4 x 3 x 3 mm (obr. 2a, b).

Nejčastějšími tvary zlatinek jsou více či méně porézní nepravidelná zrna a masivní, vesměs dokonale zaoblené drátky a plíšky. V pórech bývá někdy limonit nebo jílové minerály, často v nich ulpěla i zrna křemene, ojediněle i živců a slíd (?) z okolních sedimentů. Vyskytují se i zaoblená izometrická zrna. Na povrchu některých zlatinek jsou patrné nepravidelné rýhy vzniklé při transportu, většinou je však povrch hladký jen s nepatrnými jamkami. Poloostrohranné a ostrohranné zlato je relativně vzácné, může mít až keříčkovité tvary a obsahuje nezfídka negativní otisky po krystalech křemene, příp. i po karbonátech. Krystalové omezení zrn zlata a jejich srůstů nebylo vzhledem k jejich zaoblení ani v jednom případě jednoznačně prokázáno. Příklady tvarové rozmanitosti studovaných vzorků jsou uvedeny na obr. 3.

Specifické je porézní zlato s nepravidelnými dutinami vyplněnými sekundárně jílovými minerály. Nejlépe je patrné v nábrusech (obr. 4a, b). Připomíná „houbovitě“ myrmekitické srůsty Au-Bi, s vylouženými sekundárními minerály Bi (po maldonitu), které ze sedimentů na Předínsku zmiňuje Malec (1988, 1993) a Litochleb et Malec (1995).

Chemické složení zlata

Analyzované zlatinky velikosti 0,1–0,2 mm byly převážně masivní, chudé inkluzemi, někdy srostlé s kře-

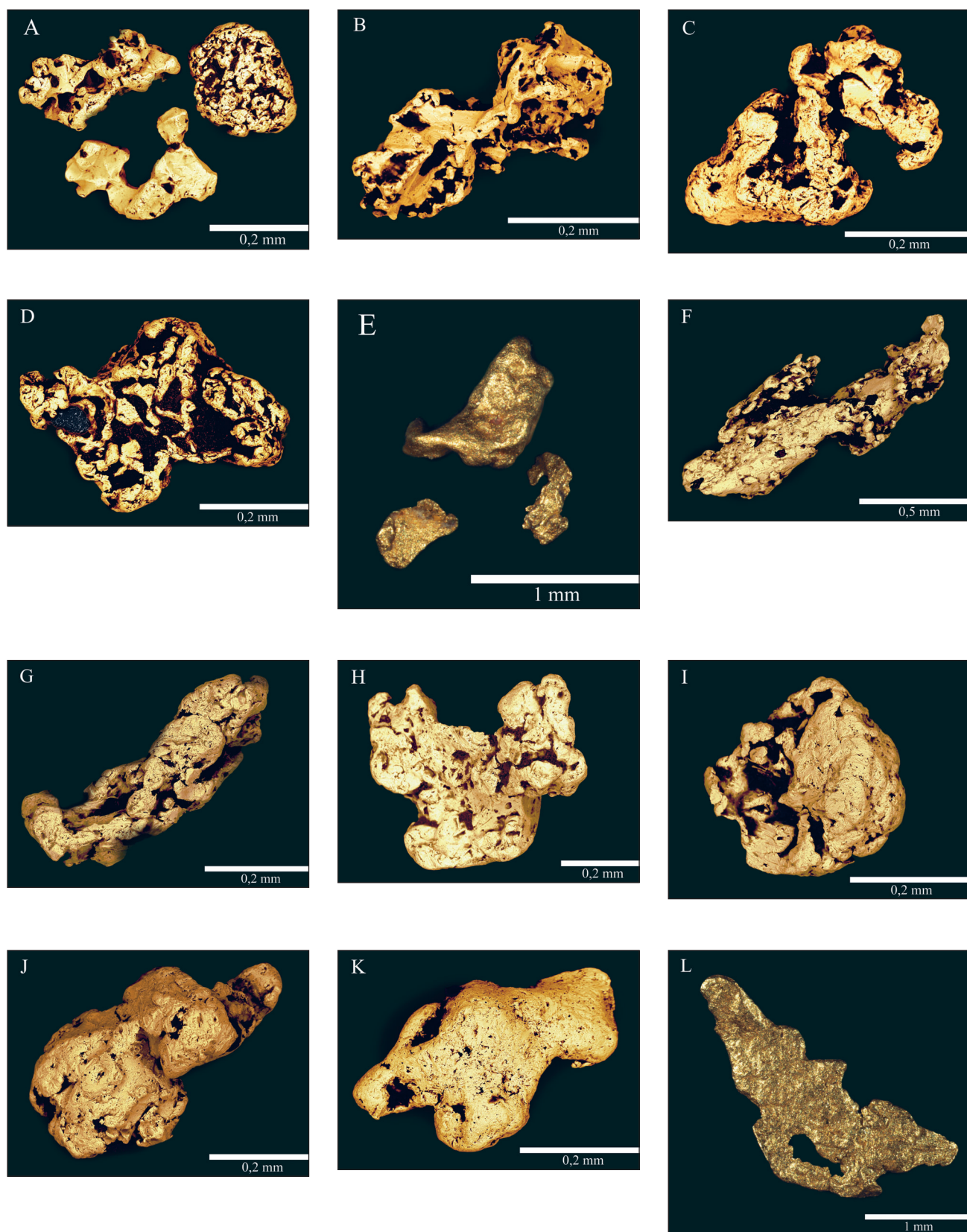


Obr. 2: Zaoblená zrna zlata srostlá s křemenem (Hory u Předína, Horský potok).

a – střední část toku nad Vidlákem, max. velikost 4 mm, b – lokalita 1, maximální velikost 3 mm.

Fig. 2: Rounded quartz-gold intergrowths (Hory near Předína, Horský potok stream).

a – middle part of stream, above Vidlák pond, maximal size 4 mm, b – locality No. 1, maximal size 3 mm.

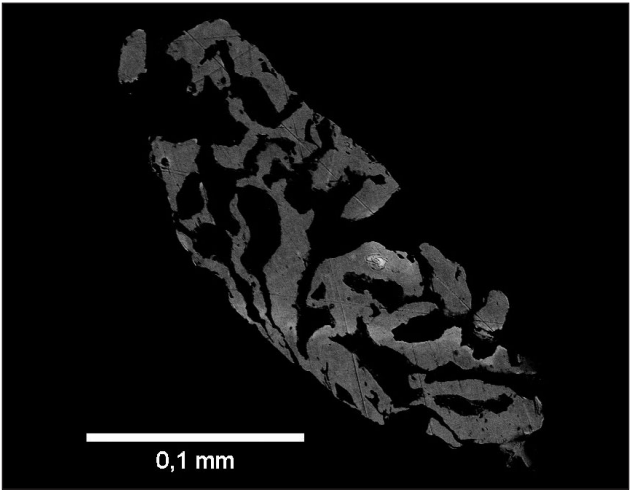
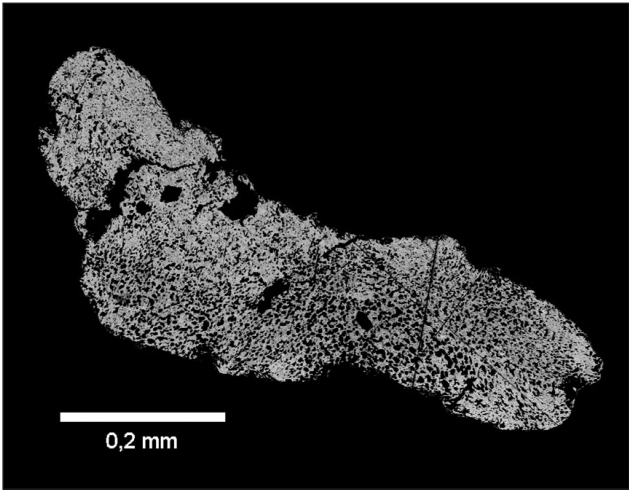


Obr. 3: Morfologie zlata z aluviálních sedimentů oblasti Želetava – Opatov.

A–D, říčka Želetavka, lok. č. 3; E – Svojkovice-„Borovi“, lok. č. 5; F–K, Horský potok, lok. č. 2 ; L – Hladov-Jinšovský potok, lok. č. 4.

Fig. 3: Morphology of gold particles from alluvial sediments in the Želetava-Opatov area.

A–D, Želetavka stream, loc. 3; E – Svojkovice-„Borovi“, loc. 5; F–K, Horský potok stream, loc. 2; L – Hladov-Jinšov stream, loc. 4.

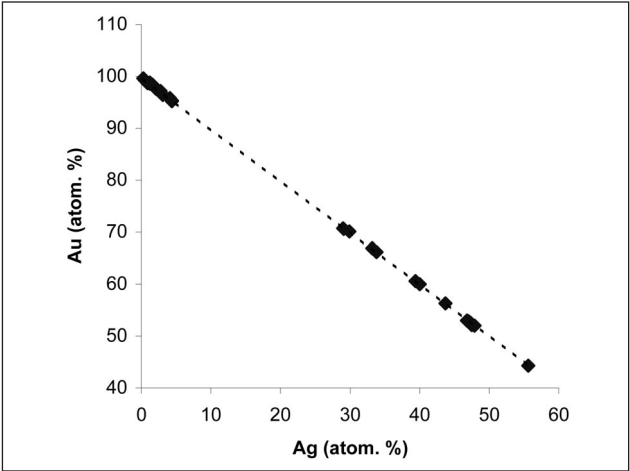


Obr. 4: Vysoce ryzí porézní zlato.
a – Předín, „Zejfy“, houbovitá struktura zlatinky; b – Želetavka, zrno původně tvořené myrmekity Au+Bi, ze kterého byl Bi po oxidaci vyloučen.
Fig. 4: Silver-poor porous gold.
a – Předín, „Zejfy“, sponge-like structure of gold particle; b – Želetavka, grain of gold originally composed by Au+Bi myrmekites, from which Bi-oxide has been dislodged.

menem. Vedle Ag (0–desítky hm. %) je třetí nejhojnější složkou zlatinek Hg, jejíž obsah se pohybuje v rozmezí 0–0,3 hm. % . Tento prvek nebyl dosud ze zlata v této oblasti uváděn a i na jiných výskytech v moldanubiku je výjimečný (Morávek et al. 1992), může být i antropogenního původu (srv. Meisser et Brugger 2000, Márquez-Zavalía et al. 2004). Podíl ostatních prvků je velmi nízký: Bi = 0,02–0,30 hm. %; Cu = 0,01–0,14 hm. %; Sb = 0,03–0,08 hm. %; Te 0,04–0,06 hm. % . Obsahy As, S, Se, Co, Pb, Cd, Ni, Fe, Tl a Zn jsou pod hranicí detekce, ojediněle ≤ 0,05 hm. % (tab. 2).

Z chemického složení vyplývá zastoupení 3 základních typů zlata (obr. 5):

(1) světle žluté zlato-elektrum (Au >Ag) s obsahem 30–50 at. % Ag. Zlatinky jsou mírně nehomogenní, převažující Au bohatší fáze uzavírá obvykle neostře omezené partie s nepatrně vyšším obsahem Ag, existuje



Obr. 5: Korelace obsahu Au a Ag ve studovaných zlatinkách.
Fig. 5: Correlation of Au-Ag contents in studied gold particles.

Tab. 2: Reprezentativní analýzy zlata ze studovaných aluviálních sedimentů.
Tab. 2: Representative analyses of gold from alluvial sediments studied.

lokality hm. %	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)	(3)	(4)	(4)	(5)	(5)	(5)*
Au	97,28	81,24	97,49	81,50	66,49	99,96	98,78	77,78	66,58	73,74	70,43	97,37	81,50	59,73
Ag	2,28	18,96	2,46	18,33	33,22	0,65	1,18	22,07	33,60	26,83	29,92	1,73	18,39	41,04
Hg	b.d.	b.d.	0,15	0,27	0,21	0,13	0,18	b.d.	0,14	0,05	b.d.	b.d.	0,29	b.d.
Te	0,04	0,02	0,01	b.d.	0,06	0,01	0,03	0,04	0,04	b.d.	b.d.	0,02	0,01	0,01
Cu	0,01	0,01	0,04	0,01	b.d.	0,01	0,01	b.d.	b.d.	0,01	0,04	0,14	b.d.	b.d.
Sb	0,03	0,01	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0,04	0,01	b.d.	b.d.	b.d.	0,03	b.d.	0,03
Bi	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0,25	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0,03	b.d.	b.d.	0,09	b.d.
celkem	99,64	100,24	100,15	100,11	100,23	100,76	100,22	99,91	100,36	100,66	100,39	99,29	100,28	100,81
atom. %														
Au	95,9	70,1	95,4	70,7	52,3	98,6	97,6	66,2	52,0	60,1	56,3	96,4	70,6	44,4
Ag	4,1	29,9	4,6	29,3	47,7	1,4	2,4	33,8	48,0	39,9	43,7	3,6	29,4	55,6

* Au-stříbro
b.d. = pod mezí detekce

však často i zonálnost opačná. Někdy se nepravidelně střídá i několik zón s rovnými hranicemi. Za samostatný „subtyp“ lze pokládat světlé elektrum s poměrem $\text{Au/Ag} \approx 1:1$, které se vzácně objevuje na všech lokalitách. Ojedinele jde již o zlatnaté stříbro (Svojkovice-„Boroví“) s 56 at. % Ag.

(2) zlato s vysokou ryzostí (1–5 at % Ag) tvoří poměrně homogenní zlatinky syté žluté barvy, nápadné v obrazu BSE bílou barvou. Podíl ostatních prvků je nízký: $\text{Bi} = 0$; $\text{Hg} \leq 0,30$; $\text{Sb} \leq 0,08$; v porovnání s ostatním Au má relativně vyšší obsah $\text{Te} (\leq 0,06 \text{ at. \%})$. Toto zlato je součástí méně hojných myrmekitických Au-Bi srůstů, z nichž byly Bi-fáze vylouženy (srv. Malec 1993, Litochleb et Malec 1995). Ve zlatě tohoto typu byly zjištěny i 5–10 μm velké inkluze bismutu a výjimečně též maldonitu Au_2Bi . Bismut se však vyskytuje značně nepravidelně, nejhojnější je na Želetavce, často zcela chybí. Maldonit – Au_2Bi tvoří pouze sporadické, velmi drobné ($<10 \mu\text{m}$), nepravidelné až izometrické inkluze, myrmekity na jejich styku se zlatem však chybějí (srv. Litochleb et Malec 1995). Vzhledem k nepatrné velikosti je obtížné maldonit analyzovat; ojedinelá analýza odpovídá $\text{Au}_{66,6}\text{Hg}_{0,1}\text{Sb}_{0,1}\text{Bi}_{33,2}$ (lokalita Horský potok 1). Hojnější je na Horském potoce, Želetavce a u Svojkovic-„Boroví“.

(3) čisté Au (ostatní prvky jsou na a pod hranici detekce) tvoří tenké nesouvislé povlaky na povrchu zlatinek a výplně úzkých intergranulár (obr. 6a, b). Žilky jsou ostře omezené, nepravidelné a na zmíněné zonálnosti nezávislé. Jde patrně o zřetelně sekundární produkt migrace a redistribuce Au související s odnosem Ag v supergenních podmínkách (srv. Morávek et al. 1992, Suh et Lehmann 2003) a vyskytují se na všech studovaných lokalitách.

SROVNÁNÍ SE ZLATEM PRIMÁRNÍCH LOKALIT

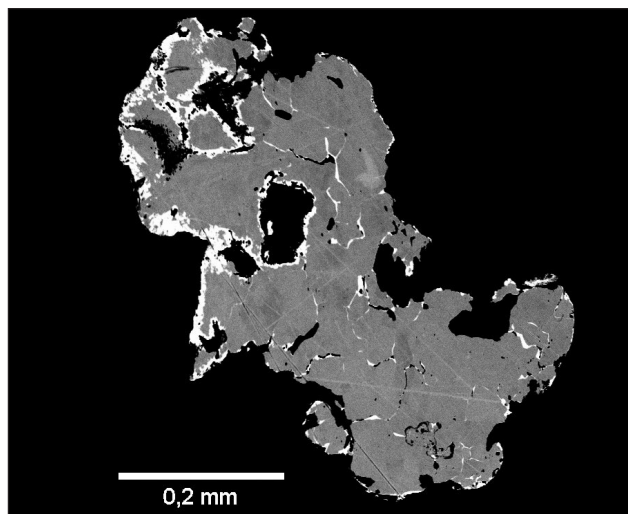
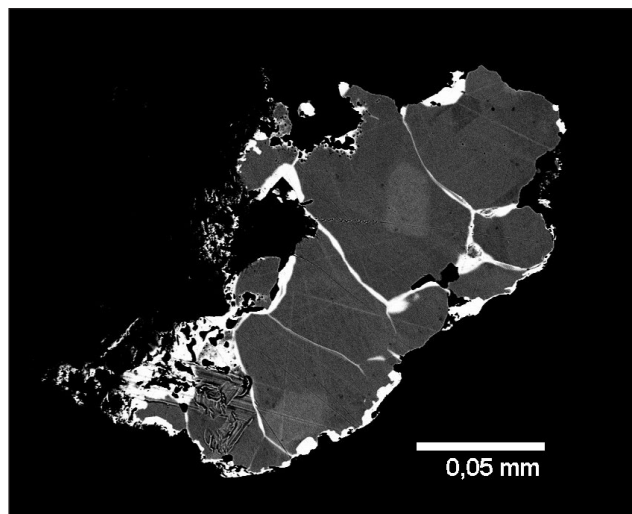
Pro srovnání zlata z aluviálních sedimentů a z primárních lokalit není zatím dostatek spolehlivých a publikovaných údajů. Ojedinelé starší analýzy mají jen orientační význam. Veselý et al. (1988) udává pro zlato v křemených žilách opatovsko-svojkovického revíru 33,6 % Ag, Pertoldová (1988) uvádí analýzu zlatinky s limonitem v křemenu z Hor – Ve štůlni s výsledkem: Au 75,47–76,32; Ag 23,25–23,88; Si 0,17–0,59; Fe 0,05–0,13 (hm. %). Námi studované zlato v křemenu z Hor (Ve štůlni) je stříbrem ještě bohatší (Ag ~ 30 hm. %). Překvapivý je zvýšený obsah Hg, zatímco podíl ostatních prvků je velmi nízký, Cd, Co, Fe, Ni, Pb, Sb, Tl a Zn je pod hranicí detekce (tab. 3).

Zlato – elektrum z aluviálních sedimentů je proti studovanému vzorku ochuzeno o Ag, příp. o Hg, což je v těchto

Tab 3: Zlato v nahnědlém jemnozrnném křemenu, lok. Hory – Ve štůlni.
Tab. 3: Gold in brownish fine-grained quartz, locality Hory – Ve štůlni.

hm. %	1	2	3	4	5
Au	68,23	68,03	68,09	68,00	68,17
Ag	30,35	30,34	29,96	29,72	29,47
Hg	1,78	1,83	1,88	1,84	1,85
As	0,10	0,12	0,03	0,08	0,06
Cu	0,02	b.d.	0,01	0,1	b.d.
Bi	0,05	b.d.	0,02	0,01	b.d.
S	0,04	0,01	b.d.	b.d.	0,03
Se	0,02	b.d.	b.d.	0,01	b.d.
Te	b.d.	b.d.	0,03	b.d.	b.d.
Co	0,01	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Celkem	100,60	100,33	99,97	99,76	99,58

b.d. = pod mezí detekce - below detection



Obr. 6: Zonální zlato-elektrum (typ 1) a novotvořené čisté zlato (typ 3) v žilkách a na okrajích zlatinek.

a – zonální zlato-elektrum s okrajem bohatším stříbrem a žilkami mladšího supergenního zlata, Horský potok; b – novotvořené zlato na hranici zlatinky, Jinšovský potok.

Obr. 6: Zonal gold-electrum (type 1) and newly formed fine gold (type 3) in the border of gold particles.

a – zonal gold-electrum with Ag-enriched rim and younger veins of supergene fine gold, Horský potok stream; b – newly formed fine gold on the border of gold particle, Jinšovský potok stream.

případech obvyklé (Morávek et al. 1992, Malec 2002). Primárnímu zlatu je složením nejbližší zlatu z Jinšovského potoka.

DISKUSE A ZÁVĚRY

Ve studované oblasti bylo v aluviálních sedimentech zjištěno, resp. potvrzeno, zlatu tří základních paragenetických typů. Tvoří převážně zaoblená zrna různých tvarů, velikosti převážně < 0,5 mm, ojediněle i větší.

Prvním typem je elektum s obsahem Ag 30–50 at. %, jehož složení odpovídá primárnímu zlatu-elektu z hydrotermálních křemenných žil u Hor (Ve Štůlni). Dalším relativně rozšířeným typem je zlatu o vysoké ryzosti (1–5 at. % Ag), v němž byl vedle bismutu poprvé bezpečně potvrzen maldonit, předpokládán již dříve Malcem (Malec 1993, 2002). Jde patrně o zlatu metamorfogenního typu, odpovídající Au(-W) křemenné mineralizaci ve smyslu Morávka (Morávek et al. 1992). Výskyt takové mineralizace – typu Orlik u Humpolce (Litochleb 1981, 1992, Litochleb et al. 1982) nebo Zlatý Chlum u Jeseníku (Fojt et al. 1988) nelze vyloučit, ale nebyl v regionu zatím potvrzen. Ojedinělý granát-pyroxenický skarnoid se scheelitem a žilkami masivního hnědého křemene ze Želetavky obsahuje 640 ppm W a jen 0,02 ppm Au. Třetí typ téměř čistého zlatu je zřetelně supergenního původu a tvoří pouze nepatrné žilky a povlaky na povrchu zlatinek.

Zlatu se vyskytuje zejména ve srůstech s křemenem a ojediněle s (limonitizovaným) pyritem. Inkluze ullmanitu, gersdorffitu, galenitu, tetraedritu, chalkopyritu a pyrhotinu, které uvádí ve zlatě z rozspův v této oblasti Malec (1993, 2002) nebyly zjištěny, protože jsou zřejmě velmi vzácné. Podobně je tomu u dříve popsáných *srůstů* zlatu s horninotvornými minerály (srv. Malec 1988, 1993, 2002). V případě biotitu, sillimanitu a K- živce, jejichž stabilita v hydrotermálním procesu je nepravděpodobná, jde spíše o zrna uvízlá a „zakovaná“ do zlatinek v důsledku transportu. V námi studované křemenné žilovině byl v asociaci se zlatem zjištěn pouze muskovit-sericit (po K-živci), akcesoricky limonitizovaný pyrit, výjimečně zirkon, rutil a monazit.

Typickou indicií významnějšího výskytu těžkých minerálů (včetně zlatu) v aluviálních sedimentech této oblasti jsou nálezy šedých, zaoblených valounků rutilu o velikosti 5–30 mm, ojediněle i větších, nacházejících se v rezavě zbarveném sedimentu. Dokládají rozrušení velkého objemu rul s křemennými segregacemi a eklogitických amfibolitů, v nichž se nachází jako primární minerál. Také monazit v krystalcích velikosti 0,5–5 mm vyznačuje sedimenty obohacené většími zrny zlatu. Rutilem bohatší sedimenty bez viditelného zlatu představují nejspíš přerýžovanou frakci (např. některá místa na Jinšovském potoce, Brtnička pod Předínem v místě stavby kanalizační šachty v r. 2006). Běžný drobný rutil (< 1 mm) a místy i větší ostrohranná zrna hnědočerveného rutilu nemají k výskytu

zlatu žádný vztah a odpovídají redeponovanému detritu sillimanit-biotitických pararul, příp. amfibolických eklogitů.

Odhadovat celkové množství zlatu vytěženého z rozspův studované oblasti je dosud spíše spekulativní. O první odhad pro celý opatovsko-svojkovický revír se pokusili Houzar et Škrdla (1990); hodnotu 300–600 kg Au (včetně elektra) pokládal Veselý et al. (1988) za optimistickou. Tehdy však nebyla známa rozsáhlá rýžoviště na Jinšovském potoce ani naopak skutečnost, že v případě zlatem bohatých sedimentů Želetavky (srv. Houzar et Škrdla 1990) šlo jen o nahodilou lokální anomálii. Detailně se touto otázkou zabýval Obůrka (1996), který dospěl k hmotnosti 1850 kg. Přecenil však rozsah a zejména mocnost zlatonosných sedimentů nejméně desetkrát. Reálné odhady se na základě zjištěného rozsahu, mocnosti a zlatonosnosti zkoumaných sedimentů (~ 0,1–0,5 g/m³) budou pohybovat nejspíše okolo max. 150–200 kg vyrýžovaného zlatu v celé oblasti.

PODĚKOVÁNÍ

Za analýzy zlatu na elektronové mikroskopě děkujeme zejména RNDr. V. Kollárové, Ph.D. (Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava) a R. Škodovi (ÚGV, Přírodovědecká fakulta MU, Brně). Dr. M. Ivanovovi (ÚGV MU v Brně) vděčíme za kvalitní fotografie některých větších zlatinek. Cenné údaje z nepublikované literatury ochotně poskytl dr. J. Litochleb (Národní muzeum, Praha). Terénní výzkum zlatonosných sedimentů by se neobešel bez všestranné podpory dalších spolupracovníků: Milana Bednáře, Vítka Berana, Milana, Jana a Davida Hoffmana, Hany Houzarové, Jaroslava Kobra, Jakuba Škrdly a Jaroslavy Škrdlové. Práce byla podpořena institucionálním záměrem MZM MK 00009486201 (S. H.).

LITERATURA

- ČERNÝ M. (1983): Geologické a ložiskové poměry historických výskytů zlatu na lokalitách Opatov, Hory, Předín. – Rukopis, Diplomová práce PřF UK Praha.
- D'ELVERT CH. (1866): Zur Geschichte des Bergbaues und Hüttenwesens in Mähren und Oest. Schlesien. – Verlag. d. histor. stat. Sektion, Brünn, 438 p.
- HOUZAR S., ŠKRDLA P. (1990): Výskyt zlatu v širším okolí Želetavy na jihozápadní Moravě. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muzea v Třebíči, 17: 21–33.
- HOUZAR S., ŠKRDLA P., VOKÁČ M. (2004): Opatovsko-svojkovický zlatonosný revír na západní Moravě. – Exkurzní průvodce, seminář „Stříbrná Jihlava“: 1–9, Jihlava.
- FOJT B., HAUKE J., KOTRBA Z. (1988): Mineralogie zlatu a doprovodných minerálů ze Zlatého Chlumu u Jeseníku. – Věst. Ústř. úst. geol., 63, 2: 91–100.

- KOUTEK J. (1924): O zlatonosném území v okolí Hor na jihozápadní Moravě. – Čas. Vlasten. muz. spol. (Olo-mouc), 35: 1–5.
- KOUTEK J. (1937): O novém kutání na zlato v okolí Že-letavy na jihozápadní Moravě. – Věst. Stát. geol. Úst. (Praha), 13: 160–165.
- KOUTEK J. (1941): O zaniklých zlatých dolech na jihozá- padní Moravě. – Naší přírodou, 4: 951–953.
- LITOCHLEB J. (1981): Zlatonosné zrudnění metamorfo- genního typu v moldanubiku východních Čech. – Sbor. Symp. „Hornická Příbram ve vědě a technice“, Sekce Průzkum, těžba a úprava Au-rud: 178–192.
- LITOCHLEB J. (1992): České moldanubikum. Zóna Pacov – Humpolec. – In.: MORÁVEK P. [ed]: Zlato v Českém masivu. – Český geologický ústav (Praha): 116–118.
- LITOCHLEB J., MALEC J. (1995): Genetický význam myr- mekitových struktur zlata a bismutu. – Bull. mineral. petrolog. Odd. Národ. muzea (Praha), 3: 209–210.
- LITOCHLEB J., MALEC J., SZTACHO P. (1982): Příspěvek k mineralogii zlatonosného zrudnění z Orlíku u Hum- polce. – Sbor. Jihočes. Muz., Vědy přír., 22: 37–50.
- MALEC J. (1988): Výzkum zlata a doprovodných mine- rálů z vybraných oblastí v Českém masivu – Oblast Hor u Předína. – Rukopis, Ústav nerost. surovin Kutná Hora: 31–39.
- MALEC J. (1993): Mineralogické posouzení zlata z vrtů v aluviích na Pelhřimovsku, Vlašimsku, Čáslavsku a Že- letavsku. – Rukopis, Ústav nerost. surovin Kutná Hora.
- MALEC J. (2002): Morfologie a složení zlata z aluviálních rozsyptů v České republice. – Bull. mineral. petrolog. Odd. Národ. muzea (Praha), 10: 156–166.
- MÁRQUEZ-ZAVALÍA M. F., SOUTHAM G., CRAIG R., GALLISKI M. A. (2004): Morphological and chemical study of placer gold from the San Luis Range, Argenti- na. – Canad. Mineralogist, 42, 1: 169–182.
- MĚŘÍNSKÝ Z. (1984): Hornické vsi Velké a Malé Štít- ky u Svojkovic a Hor (okr. Jihlava a Třebíč). – Sbor. „Zkoumání výrob. objektů a techn. archeolog. metoda- mi“: 23–33, Brno.
- MEISSER N., BRUGGER J. (2000): Alluvial native gold, tetraauricupride and AuSn₂ from western Switzerland. – Schweiz. Mineral. Petr. Mitt., 80: 291–298.
- MORÁVEK P. et al. (1992): Zlato v Českém masivu. – Čes- ký geologický ústav, Praha, 245 s.
- OBŮRKA A. (1996): Zlato v okolí Předína. – Naším kra- jem, 7: 37–40, Třebíč.
- PERTOLDOVÁ J. (1988): Petrologická charakteristika hor- nin na lokalitě Svojkovice-Hory. – In: VESELÝ J. et al.: Opatovsko-svojkovický revír. Dílčí závěrečná zpráva. – Rukopis, Geofond Praha (též Muzeum Vysočiny, Třebíč).
- POŠEPNÝ F. (1895): Das Goldvorkommen Böhmens und der Nachbarländer. – Archiv für praktische Geologie II: 351–355.
- STRÁNSKÝ K., LEVÍČEK J., ROBLÍČEK T. (1987): Příspě- vek k rýžování zlata na Horském potoce. – Sbor. „Zkou- mání výrob. objektů a techn. archeolog. metodami“: 187–195, Brno.
- SUH C. E., LEHMANN B. (2003): Morphology and electron-probe microanalysis of residual gold-grains at Dimako, Southeast Cameroon. – N. Jb. Mineral. Mh., 6: 255–275.
- ŠILHAVÝ F. (1895): Zlaté Hory a potok zlatonosná Brtnič- ka na západní Moravě. – Čas. Matice Morav. (Brno), 19: 334–344.
- VESELÁ M., HRÁDEK M., HRKAL Z., MANOVÁ M., NO- VÁK J. K., PŘÍHODOVÁ A., ŠALANSKÝ K. (1988): Vy- světlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000 Brtnice. – Ústř. Úst. geol. Praha: 7–50.
- VESELÝ J., STRAKA L., HRON M., MIKSCHI J., VÁCLAVEK V., PERTOLDOVÁ J., MALEC J., ŠIMEK K., KOPECKÝ P., OBST P. (1988): Dílčí závěrečná zpráva úkolu Český masiv – ověřování prognóz Au 01 81 2101, Opatovsko- -svojkovický revír. – Rukopis, Geofond Praha (též Mu- zeum Vysočiny Třebíč).
- VOKÁČ M. (2007a): Předín – Opatov: Intravilán – stavba kanalizace, podzim 2006, nálezová zpráva č. 74–05. – Rukopis, Muzeum Vysočiny, Jihlava.
- VOKÁČ M. (2007b): Opatov – Zlatomlýn: nálezová zpráva č. 203–06. – Rukopis, Muzeum Vysočiny, Jihlava.
- VOKÁČ M., ŠKRDLA P., HOUZAR S. (2007): Dolování zlata v širším okolí Hor u Předína na západní Moravě: dějiny výzkumů, historie dolování, topografie a archeo- logie lokalit a přehled geologických poměrů. – Sborník „Stříbrná Jihlava 2007, v tisku.
- VOSÁHLO J. (1996): Metody vyhledávání a průzkumu stří- brorudných ložisek v rozmezí 13.–18. století. – Sborník příspěvků ze semináře „Stříbrná Jihlava 1995“: 29–44.
- WOLFSKRON M. (1889): Die Goldvorkommen Mährens. – Berg.-u. Hüttenm. Jahrb., 37: 16–268.