

Zlatonosná mineralizace v okolí Horské Kvildy na Šumavě, Česká republika

The gold-bearing mineralization in Horská Kvilda area, the Šumava Mountains, Czech Republic

VLADIMÍR ŠREIN¹⁾, JIŘÍ LITOCHLEB²⁾, BLANKA ŠREINOVÁ²⁾, MARTIN ŠŤASTNÝ¹⁾, BLAHOSLAV KOLMAN³⁾, DALIBOR VELEBIL²⁾ A KAMIL DRYÁK²⁾

¹⁾ Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i., V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8

²⁾ Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1

³⁾ Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i., U Slovanky 1770/3, 182 00 Praha 8

ŠREIN V., LITOCHLEB J., ŠREINOVÁ B., ŠŤASTNÝ M., KOLMAN B., VELEBIL D., DRYÁK K. (2008): Zlatonosná mineralizace v okolí Horské Kvildy na Šumavě, Česká republika. - *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **16/2**, 153-176. ISSN: 1211-0329.

Abstract

Researched large hollows located in the forestry area of Šumava Mts. (SW Bohemia, Czech Republic) between Zhůří and Horská Kvilda villages are supposed to be a primary area of adjoining medieval gold placers. Hollows line structures are several hundred meters long. They represent old mines extracting gold-bearing quartz veins and quartz-cemented vein breccia or gold-bearing quartz strings in elongated tourmaline-bearing granite bodies. Granite bodies intruded along fault structures of the N - E or subordinately of the SW - NE extent. Gold appears related to the fine-grained quartz varieties with arsenopyrite accumulations. Arsenopyrite often also impregnates foliation planes of adjacent silimanite-biotite migmatites. The gold is accompanied by native bismuth, bismuthinite, joséite B and some Bi-Te mineral phases. Skorodite, pharmakosiderite, rooseveltite and waylandite accompanied by „limonite” represent secondary mineral phases. Adjoined placers have been proved the analogue mineral paragenesis. Research has been confirming highly variable gold content and anthropogenic arsenic pollution of the soil. An interesting area of the mined auriferous primary deposit together with adjoining gold-bearing placers in high latitude represents a unique old mining area which should be deeply protected.

Key words: gold mining, geology, petrology, mineralogy, gold, Bi-minerals, chemical composition, Horská Kvilda, the Šumava Mts., Czech Republic

Úvod

Studovaná oblast, rozkládající se přibližně mezi Zhůřím a Horskou Kvildou, je součástí centrální horské Šumavy a orograficky patří ke Kvildským pláním, centrální části Šumavských plání, jednomu z nejstarších reliktů paleoreliéfu Evropy. Celé území leží v nadmořské výšce nad 1000 m n. m., cca 10 km j. od Kašperských Hor a 15 km z. od Vimperka. Mezi význačné vrcholy, které se nacházejí v blízkosti zájmové oblasti, patří sz. od Zhůří Huťská hora (1187 m n. m.), zjz. od Horské Kvildy Sokol - Antýgl (1253 m n. m.) a jv. od Horské Kvildy Přílba (1219 m n. m.). Nejvyšším bodem přímo v oblasti je vrchol Břemenno (1156 m n. m.).

Naleziště zlata mezi Zhůřím a Horskou Kvildou patří k nejvýše položeným na Šumavě. Rozsáhlá rýžoviště podél vodotečí, protínajících jednotlivé slatě (obr. 1) dokládají, že primární zdroje zlata musí být ve svazích přímo nad nimi. Novodobé informace (viz následující kapitola) dokládají dobývání zlata v tomto území. Lokalita Břemenno je bez bližších informací uvedena na vložené mapě v kompendiu Morávka et al. (1992). Drobná důlní pole jsou vyznačena i v rukopisné mapě 1 : 25 000 22-334 Kvilda (Žáček 2005).

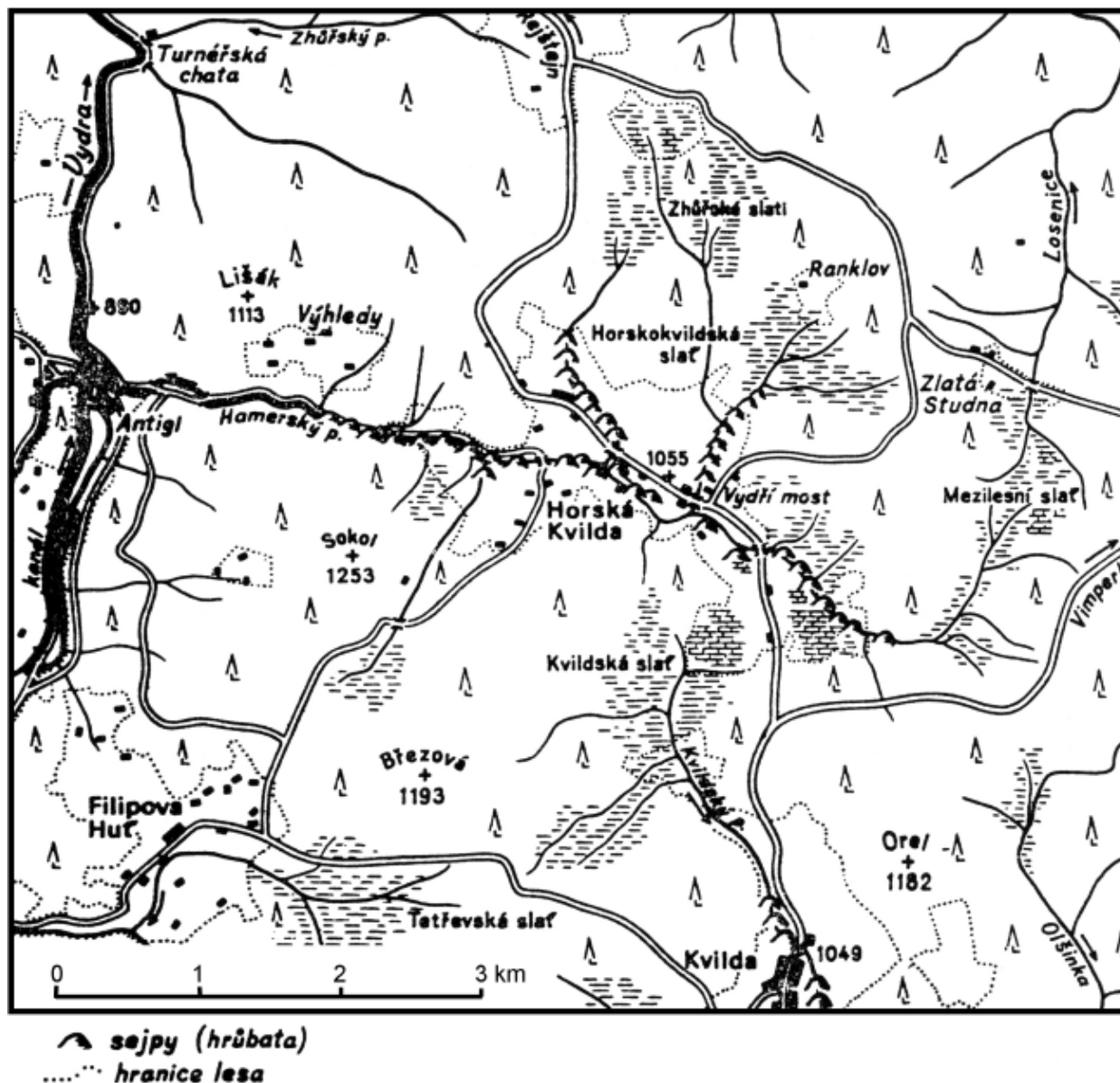
Po orkánu Kyrill došlo k devastujícím vývrátům a polomům na smrkové monokultuře zejména v prostoru pinkových tahů. Velké množství vývrátů umožnilo přístup

ke studijnímu materiálu bez jakékoliv další poškozující činnosti. Předmětem provedeného výzkumu byla pinková a obvalová pásma na j. úbočí kóty Břemenno a aluviální rozsypy v poloze „V Borovém“ na Mezijezerním potoce tekoucím ze Zhůřské slati podél Zlaté stezky do Horské Kvildy. Během lokalizace pinkových tahů byly odebrány i studijní vzorky pro poznání charakteru ve středověku dobývaného materiálu a pro jeho porovnání se sedimentárním materiálem z rýžovišť. Při výzkumu byl sledován i obsah arsenu v půdním pokryvu.

Přehled historie těžby zlata v okolí Horské Kvildy

V oblasti Horské Kvildy se v minulosti dobývalo zlato, a to jak rýžováním v náplavech, tak dolováním na primárních ložiscích. Horskou Kvildu můžeme řadit mezi zdrojové oblasti rozsypového zlata v náplavech Otavy a jejích přítoků, z nichž bylo zlato kdysi v nemalé míře rýžováno (např. Kudrnáč 1982, 1993; Fröhlich 2006).

Dolování zlata a jeho rýžování probíhalo na Horské Kvildě pravděpodobně ve 14. století (Kudrnáč 1980). Z této doby máme písemně doloženou existenci háje zvaného Kvilda i se zmínkou o zlatě; do 14. století jsou rovněž datovány nálezy artefaktů z oblasti Horské Kvildy (Kudrnáč 1973; Fröhlich 1999). Datování těžby zlata do 14. století dobře zapadá i do širších historických souvislostí. V době panování Lucemburků došlo v českých zemích



Obr. 1 Situace pozůstatků po rýžování zlata v okolí Horské Kvildy (podle Kudrnáče 1973).

k největšímu rozvoji dobývání kovů v české historii, a to především dolování stříbra na Jihlavsku, Havlíčkovobrodsku a v Kutné Hoře, dolování zlata v Jílovém u Prahy, Novém Kníně a Kašperských Horách, ale i rýžování zlata v povodí Otavy. Ve 14. století vznikly dvě dílčí větve obchodní stezky směřující z Bavorska do Čech, které se spojují právě u Horské Kvildy, takže dále do českého vnitrozemí směrem ke Kašperským Horám vede od Horské Kvildy již stezka jediná (Fröhlich 2006).

Oblasti dnešních Kvild (Horské Kvildy - dříve Innergefeld a Kvildy - dříve Aussergefeld) se týkají dva písemné dokumenty ze 14. století. V listině z 23. května 1345 potvrzuje král Jan Lucemburský jistému Tomáši a Janovi vlastnictví háje zvaného Geville („vulgater Geville vocatur“) za Rejštejnem. Z listiny vyplývá, že Tomáš a Jan byli synové Ondřeje, správce královských statků v Písku. Háj Geville obdržel správce Ondřej od krále již dříve (údajně v roce 1333 - Fröhlich 1999) za své zásluhy. V listině se výslovně uvádí, že Tomáš a Janovi patří kvildské „vody, rybníky, louky, pastviny a zvláště mají mít užitek z rud a kovů, rozumí se zlata, stříbra a dalších, jsou-li tam nale-

zené nebo podaří-li se je v budoucnu objevit“ (J. Emler 1892, RBM IV, s. 623, listina č. 1553 in Kudrnáč 1973, 1991; Horpeniak 1980; Fröhlich 1999, 2006).

S Kvildami souvisí i záznam z roku 1383. V tom roce prošetřoval Zdeněk z Rožmitálu neoprávněné užívání kvildských pozemků kašperskohorskými měšťany (Horpeniak 1980; Fröhlich 1999). Kašperskohorští museli zaplatit půl hřivny zlata (cca 130 g) rytířům sv. Jana ve Strakonicih za neoprávněné zabránění jejich půdy (Sedláček 1897; Šimák 1938, České dějiny I, 5, Praha, s. 1041 - tam i příslušný archivní pramen - in Kudrnáč 1973, 1991). Uvažuje se, že měšťané z Kašperských Hor, kteří byli obvykle zároveň těžaři zlata, zabrali pozemky v oblasti Kvild patřící v té době zčásti strakonickému johanitskému řádu a zčásti českému králi, aby tam mohli dobývat zlato (Fröhlich 1999).

Podle Kudrnáče (1991) mohou starou těžbu zlata v oblasti Kvild připomínat některá prastará místní jména. Kromě Zlaté Studny vsv. od Horské Kvildy (Kudrnáč 1973; Fröhlich 2006) je k roku 1356 zaznamenán původní německý název Rothsaißen (saifen, sejfy, sejpy

= rýžovnické kopečky) dnešní obce Červená jv. od Kašperských Hor a s. od Horské Kvildy (Kudrnáč 1991).

Přes Horskou Kvildu vedla vedlejší, nejzápadnější tzv. kašperskohorská větev Solné neboli Zlaté obchodní stezky (Kubů, Zavřel 1994, 2004, 2007). U Horské Kvildy se navíc ještě spojovaly dva dílčí podúseky kašperskohorské větve obchodní stezky vedoucí od Kvildy a od Filipovy Hutě (Fröhlich 1999, 2006). Solná neboli Zlatá stezka sloužila především k dopravě soli z bavorského Pasova, který byl jejím překladištěm, do Čech (Kudrnáč 1993; Fröhlich 1999). První písemné záznamy o této obchodní stezce jsou z 11. století. Vedlejší kašperskohorská větev se od hlavní prachatické větve oddělila později, snad ve 14. století (Kubů, Zavřel 1994); Fröhlich (1999) uvádí, že stezka přes Kvildu byla vybudována v letech 1356 až 1366 (Praxl 1989 in Fröhlich 1999). Pojmenování Solná stezka je poprvé písemně doloženo k roku 1359, pojmenování Zlatá stezka je uvedeno v listině z roku 1575 (Kudrnáč 1993). Kudrnáč (1993) prosazuje názor, že název Zlatá stezka je odvozen od dobývání zlata na mnoha místech podél trasy obchodní stezky. Mnozí jiní (např. Kubů, Zavřel 1994) se domnívají, že označení Zlatá je pouze příměr.

K roku 1406 je bezpečně doloženo osídlení na Horské Kvildě (Schuster 1937 in Fröhlich 1999). Za husitských válek Kvilda údajně zpustla a cestující se jí kvůli neupraveným cestám vyhýbali. Cesty nechal opravit až v roce 1458 Zdeněk ze Šternberka, majitel hradu Kašperk (Sedláček 1897 in Fröhlich 1999).

Staré sejpy po rýžování zlata se nacházejí na horním a středním toku Hamerského potoka v Horské Kvildě (obr. 2 až 4) a téměř po celé délce jeho dvou pravostranných přítoků Vydřího (též Ranklovského) potoka na východě a Meziježerního potoka na západě (Vydří/Ranklovský a Meziježerní potok se v Horské Kvildě od severu vlévají do Hamerského potoka; Hamerský potok se vlévá do Vydry) (Kudrnáč 1973; Pelíšek 1979). Na loukách jižně podél Hamerského potoka jsou velmi dobře patrné „mísovitě“ prohlubně po povrchové těžbě zlatonosných rozsypů a místy jsou patrné i strouhy, jimiž byla přiváděna voda k právě těženým partiím nebo zbytky hrází zadržovacích vodních nádrží (obr. 5).

V lese v pramenné oblasti Meziježerního potoka s. od Horské Kvildy, na jv. až v. svahu kóty Břemeno (vrchol 1156 m n. m., ssz. od Horské Kvildy) a j. až jz. od osady Zhůří (Haidl) se nacházejí haldy a šachtice po dolování na primárním ložisku (Schreiber 1930). Další pinky se nacházejí j. od vrcholu Břemene (z. od silnice z Horské Kvildy do Rejštejna, Kašperských Hor a Sušice). Výrazný asi 200 m dlouhý pruh pinek směru SV - JZ se nachází v lese jz. od hájenky v Horské Kvildě, respektive jz. od zatáčky silnice do Kašperských Hor, při nejzápadnějších domech Horské



Obr. 2 Sejpy na Meziježerním potoce při soutoku s Hamerským potozem u Horské Kvildy. Foto D. Velebil, 2003.



Obr. 3 Rýžoviště v Horské Kvildě při cestě do Filipovy Hutě. Foto D. Velebil, 2003.



Obr. 4 Sejpy v okolí Hamerského potoka u Horské Kvildy. Foto B. Šreinová, březen 2008.



Obr. 5 *Hráz vodní nádrže na Hamerském potoce (pohled od Z). Foto B. Šreinová, červen 2008.*

Kvildy, tj. mezi silnicí a Hamerským potokem.

Pozůstatky po rýžování zlata u Horské Kvildy nejsou v této části Šumavy zdaleka ojedinělé. Další nejbližší se nacházejí podél Kvildského potoka v Kvildě (jjv. od Horské Kvildy), jenž se vlévá do Teplé Vltavy (Kudrnáč 1973, 1991). Podle Kudrnáče (1973) se seipy nacházejí podél říčky Losenice pramenící v poloze zvané Zlatá Studna vsv. od Horské Kvildy. Blízko Zlaté Studny pramení také Vydří (Ranklovský) a Hamerský potok.

Nejvýše položená rýžoviště na Šumavě jsou známa v prostoru Roklanského potoka a někdejší tzv. Roklanské nádrže v nadmořské výšce kolem 1200 m z. a jz. od Modravy, zjz. od Horské Kvildy (Kučera 1984; Kudrnáč 1991) a na bavorské straně Šumavy v oblasti jižně od Roklanského potoka (Waldhauser in Kudrnáč 1991; Fehr et al. 1997). Šachty a štoly po hlubinné těžbě zlatých rud se nacházejí na kótě Křemelná (1125 m n. m.) sz. od Horské Kvildy (Fröhlich 2006).

Existence sejpů po rýžování zlata v povodí Vydry, včetně těch u Horské Kvildy, byla dobře známa badatelům v 19. století (Hochstetter 1854; Wenzig, Krejčí 1860; Krejčí 1873; Schmidt von Bergenhold 1880; Höniger 1885; Katzer 1892; Pošepný 1895; Skalák 1895 - vše in Kratochvíl 1960).

Podle p. Smrže z Horské Kvildy (Smrž 2003, osobní sdělení) bylo mnoho sejpů na Hamerském potoce v Horské Kvildě zničeno v 50. a 60. letech 20. století při likvidaci starých neobydlených domů po odsunutých německých obyvatelích.

V letech 1970 až 1972 byly rozvážením značně poškozeny seipy na Vydřím (Ranklovském) potoce, u lesa s. od Vydřího mostu v Horské Kvildě (Kudrnáč 1973). V roce 1972 provedli J. Kudrnáč z Archeologického ústavu Akademie věd a Z. Štrejn a J. Hromas z Ústavu památkové péče povrchový archeologický průzkum porušených sejpů s. od Vydřího mostu a zároveň provedli dokumentaci horskokvildských sejpů (Kudrnáč 1973, 1991). Mapování a průzkumu sejpů se v roce 1972 spolu s J. Kudrnáčem účastnili i J. Fröhlich z píseckého muzea a geolog J. Machart (Fröhlich 1999).

Na rýžovišti na Vydřím (Ranklovském) potoce, poškozeném nepovolenou těžbou štěrku, našli J. Kudrnáč a jeho spolupracovníci zlomek nádoby, kterou datovali do 14. století (Kudrnáč 1973, 1991; Fröhlich 1999). Ve stejném prostoru našli ještě střep, který časově zařadili do

16. století (Kudrnáč 1973, 1991). Ničení sejpů s. od Vydřího mostu rozvážením na štěrk pokračovalo podle Kudrnáče (1991) i v letech 1974 až 1975. V roce 1984 umístil J. Kudrnáč se spolupracovníky u skupiny sejpů na Horské Kvildě smaltované tabulky s textem upozorňujícím na památkovou ochranu sejpů (Kudrnáč 1991).

V roce 1999 prohlédl J. Fröhlich pozůstatky po dobývání zlata na primárním ložisku na v. svahu kóty Břemeno (1156 m) s. od Horské Kvildy (Fröhlich 1999). Několik rovnoběžných řad šachtic a hald směru Z - V se rozprostírá

na obě strany od staré úvozové cesty severojižního směru, která je velmi dobře zachovaným reliktem Solné (Zlaté) stezky, a po obou stranách dnešní silnice, jež je v dalším severním úseku (do Zhůří) pokračováním někdejší Solné stezky (Fröhlich 1999).

Zlaté doly s. od Horské Kvildy sousedí s tzv. Traxlerskou slatí. Při těžbě rašeliny v Traxlerské slati byl kdysi nalezen 126 cm dlouhý středověký gotický meč a dále renesanční přilba a nákolence. Nálezy jsou dnes uloženy v Muzeu Šumavy v Sušici (Fröhlich 1999, 2006). Při jedné ze šachtic v prostoru vrchu Břemeno s. od Horské Kvildy objevil B. Toms z Prachatic zbytky kovárny, které byly částečně prozkoumány archeology. Kromě strusky byly nalezeny podkovy a jejich zlomky a železná šipka do kuše; nálezy byly datovány do 14. století. Z jiného místa prostoru starých dolů pochází nález středověkého loveckého tesáku (Fröhlich 2006).

Metodika

Pozice jednotlivých pinkových tahů, větších pinek a sejpů byla zaměřena pomocí přenosného GPS přístroje Garmin (GPSMAP 60CSx), vynesena do TOPO mapy České republiky a dále zpracována v programu dodaného s přístrojem. Současně byla sledována geologická stavba území a k dalšímu studiu byly odebrány vzorky hornin. Veškerý materiál byl studován makroskopicky a pod binokulárním mikroskopem. Na všech vzorcích byla změřena magnetická susceptibilita terénním analyzátozem KT-5 (Geofyzika Brno) podle návodu výrobce pro geologické vzorky. Vybrané reprezentativní fragmenty byly studovány mikroskopicky ve výbrusech a nábrusech v polarizačním mikroskopu Leica. Výzkum byl dále doplněn údaji o chemickém složení zrudněných hornin. Stanovení vybraných prvků těchto hornin (Au - předkoncentrace do Br sloučenin, As, Bi) bylo provedeno na AAS Philips (grafitová květa) standardním postupem v laboratoři Gematest s.r.o. v Černošicích pod vedením Ing. A. Mandy. Chemické složení minerálů bylo sledováno EDX - mikroanalyzátozem LAN 10000 s elektronovým mikroskopem CamScan 4DV (podmínky - 20 kV, 1 - 2 nA, průměr svazku 3 µm, anal. B. Kolman, V. Šrein) v Ústavu fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i. a pomocí elektronového mikroanalyzátozem JEOL JXA-50A s energiově disperzním analyzátozem EDAX PV9400 (podmínky - 20 kV, 1.7 · 10⁻⁹ A, průměr svazku elektronů 1 - 2 µm, korigováno, anal. A. Langrová,

V. Šrein) v Geologickém ústavu AV ČR, v.v.i. Sekundární minerály byly analyzovány elektronovým mikroanalýzátorem Cameca SX100 ve vlnově disperzním módu (podmínky - napětí 15 kV, proud 4 nA, průměr svazku 3 μm a za použití následujících standardů: andradit (Ca, Fe), vanadinit (Pb,V), baryt (S), dioplas (Cu), sanidin (K, Si, Al), olivín (Mg), InAs (As), albit (Na), ZnO (Zn), anal. R. Škoda) na Přírodovědecké fakultě MU Brno. Sekundární minerály byly potvrzeny Ramanovým disperzním spektrometrem Jobin Yvon model Labram HR, který je vybaven konfokálním mikroskopem Olympus (podmínky - jako excitační zdroj sloužil laser o vlnové délce 532.2 nm o vstupním výkonu 50 mW, vzorky byly měřeny při výkonu 12.5 mW, měřicím času 10 s a 5 akumulací spektra, byla použita mřížka o 600 vrypcech/mm, štěrbinová monochromátoru 150 a clona 1000, jako detektor sloužila multikanálová vzduchem chlazená CCD kamera, anal. V. Machovič) na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze.

Geologie oblasti

Studovaná oblast se rozprostírá v centrální části šumavské větve moldanubika. Charakteristickým znakem oblasti je monoklinální uložení horninového komplexu ve směru V - Z až VJV - ZSZ s úklonem 20 - 60° k S až SSV. Významným tektonickým elementem je šumavská mylonitová zóna v literatuře uváděná též jako podšumavský zlom (Beneš et al. 1983).

Ložisková oblast se nachází v přechodné zóně mezi pestroutou a monotónní skupinou moldanubika (Fiala 1989). Litologicky je přechodná zóna charakterizována komplexem biotitických plagioklasových pararul, které jsou často migmatizovány. V pararulách jsou hojné polohy a vložky kvarcitů, amfibolických, erlanových a kvarcitických rul, erlanů a leptynitů. Magmatické horniny jsou zastoupeny dvojslídny granity a jejich žilnými ekvivalenty. Intenzivnější rozšíření plutonických hornin je soustředěno do jz. části ložiskové oblasti, kde tělesa granitů představují dílčí masivy z. větve moldanubického plutonu (masiv Vydry). Masiv Vydry (peraluminický S-granit) patří k nejmladším intruzivním plutonickým horninám v oblasti Šumavy (Babůrek et al. 2006). V sv. exokontaktní zóně masivu Vydry vystupuje roj žil peraluminického turmalinického leukogranitu (Žáček, Sulovský 2005; Žáček, Babůrek 2007).

V geologické stavbě okolí Horské Kvildy (obr. 6) se hlavní měrou uplatňuje komplex migmatitů ve dvou základních varietách. Na sledovaném území je nejvíce rozšířen stromatitický sillimanit-biotitický migmatit. Ve v. části ložiskové oblasti se vyskytují protáhlá tělesa oftalmického sillimanit-biotitického migmatitu.

Zlomové struktury se nacházejí zejména v sv. části zlatonosné oblasti, kde byly vymapovány především podle střídání hornin krystalinika (Žáček 2005). Nerovnoměrně rozptýlené bloky žilných granitů s turmalínem (výplně původních zlomových struktur) dávají dílčí informaci o tektonickém postižení jak tomu je např. na kótě Břemeno nebo ve výchozu žíly na Zlaté stezce. Nejčastější směr zlomů je V - Z a SZ - JV, méně SV - JZ. Pásmo pinek navazují na oba hlavní směry, i když lokálně (zejména na temeni horských hřbetů) se mohou poněkud vlnit. Tektonická predispozice evidentně ovlivnila vznik rašeliníšť (slatí), ze kterých pak podle zařiznutého svahu pokračují tektonické linie v údolích potoků. Zrudněné rozmrštěné zpeřené zlomy navazují na zlomy vyšších řádů. Tektonické linie jsou vzhledem k hlubokému zvětrávání doprovázeny sloupovitým rozpadem granitoidních hornin.

Petrografická charakteristika

Hlavními horninovými typy ve studované oblasti jsou stromatitický sillimanit-biotitický migmatit, turmalinický leukogranit a dvojslídny granit (masiv Vydry). V prostoru pinkových pásem byly dále ojediněle zjištěny živcový amfibolit a granitový porfyr.

Stromatitický sillimanit-biotitický migmatit

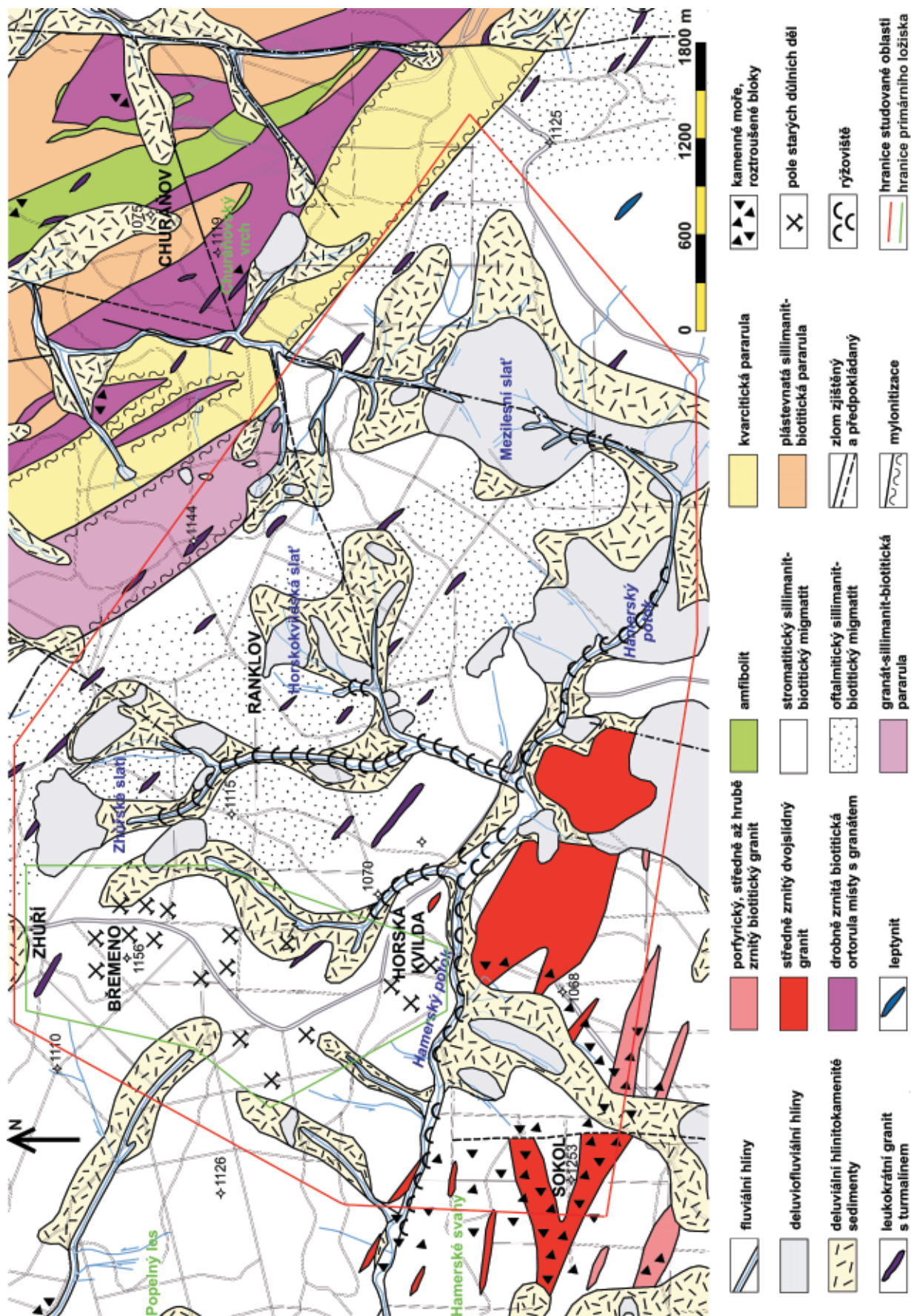
Základní horninou metamorfovaného komplexu v ložiskové oblasti jsou stromatitické sillimanit-biotitické migmatity. Na většině území mají tyto středně zrnité horniny vyrovnaný obsah slíd a křemeno-živcových žilek. Zejména v blízkosti těles granitů, případně žilných leukokratních granitů s turmalínem, dochází k zvýšení obsahu biotitových lupinek a zároveň k jejich zhrubnutí. Tepelný účinek granitových hornin vyvolává zvýšení intenzity sillimanitizace. Sillimanit pak tvoří jehlicovité povlaky ve formě plsti prorůstající se intimně s biotitem na rozhraní s křemennými pásky. Mimo ložiskový prostor jsou v těchto migmatitech mikroskopicky patrné partie bohaté cordieritem (zejména z. úbočí hory Sokol, dále j. od Horské Kvildy, mezi Horskou Kvildou a Jezerní slatí. Magnetická susceptibilita kolísá od 0.04 do 0.23 (10^{-3} SI).

Středně zrnitý dvojslídny granit

Středně zrnitý dvojslídny granit (masiv Vydry) se rozprostírá pod krystalinickým pláštěm v nevelké hloubce jak o tom vypovídají výchozy j. od obce Horská Kvilda. Na jeho minerálním složení se podílí křemen, K-živec, plagioklas, biotit a muskovit, v akcesorickém množství apatit, zirkon, monazit a ilmenit. Granitový materiál byl zastižen i v nově budované kanalizační síti j. od Vydřího mostu a záložním hydrogeologickým vrtem (až do hloubky 30 m kde byl ukončen) přímo v obci Horská Kvilda - u Honese. S tepelnými účinky průniků apofýz granitových těles se setkáváme v celém rozsáhlém pinkovém poli, kde jsou v sillimanit-biotitickém migmatitu patrné zvětšené biotitové šupiny až do 1 cm, výjimečně 3 x 4 cm, zvýšený podíl sillimanitu v podobě plstnatých agregátů. Detailní průniky granitů jsou pozorovatelné ve skalních výchozech kóty Sokol, zejména v jeho příkrém s. svahu, kde dosahují mocnosti střídavě 1 - 20 m. I v tomto granitu se vyskytují drobná tělesa pegmatitů, aplitů a křemenné žíly s muskovitem. Magnetická susceptibilita kolísá od 0.03 do 0.11 (10^{-3} SI).

Turmalinický leukogranit

Významnou roli pro lokalizaci zlatonosného křemen-arsenopyritového zrudnění má žilný turmalinický leukogranit. Jeho tělesa vystupují v podobě roje žil kose přetínajících polohy migmatitů a zřejmě tak vyplňují systémy tahových trhlin mezi zlomem Hamerského potoka a zlomovou linií Tří jedlí. Upadání těchto těles se mění od téměř 90° k SZ až po 45° k S (obr. 7). Základním horninovým typem je středně zrnitý granit se zrny o velikosti kolem 0.5 cm s alotriomorfně omezenými zrny křemene, draselného živce i plagioklasu a menšími lupinkami muskovitu do velikosti 2 mm. Uvedené minerály bývají na zubovité hranici zrn mozaikovitě podrceny, muskovit nabývá charakteru sericitu a draselný živec má charakteristické zakalení. V těchto postižených zónách dochází k tvorbě a krystalizaci arsenopyritových zrn a krystalů již v hornině. Částečně jsou však trhliny v hornině vyplněny různě mocnými křemennými žilami od mocnosti 5 cm až po žilky mocné jen 1 - 2 mm (obr. 8). V těchto tenkých žilkách bývají vyvinuty samostatné krystaly arsenopyritu. Obě



Obr. 6 Geologická mapa okolí Horské Kvildy (upraveno podle Žáčka 2005).

variety arsenopyritu mají charakteristické deformace (katakláza) a od středu krystalů bývají zatlačovány skoroditem.

V menší míře dochází u žilného granitu k vývinu jemnozrnnější variety s velikostí zrn do 1 mm. Na druhé straně však dochází i ke zvětšení zrn až na 1 cm a tvorbě pegmatitových šlírů. V tomto případě se v hornině začíná hojněji objevovat turmalín, chloritizovaný biotit a limonitizovaný pyrit. Magnetická susceptibilita kolísá od 0.01 do 0.07 (10^{-3} SI).

Kromě hořečnatého X-vakantního skorylu leukogranity obsahují v akcesorickém množství U, Y, P bohatý zirkon (Žáček, Sulovský 2005).

Granitový porfyr

Mezi výjimečné horniny patří ojedinělý blok křemenem bohaté horniny, odpovídající granitovému porfyru, nalezený 300 m s. od silnice na z. okraji Horské Kvildy. Hornina obsahuje hojný křemen, uspořádaný ve formě hradbovitě srůstajících šedobílých křemenných individuů se symetrickými přírůstky a s konečnou přírůstkovou zónou v podobě zakalené záhnědy do společného centra s drobnými dutinami. Bázi agregátů hradbových krystalů křemene tvoří lehce zvětřelé bloky granitového porfyru nažloutlé barvy s vyrostlicemi křemene a bělavých živeců. Porézni partie vrcholů křemenných hradeb jsou hematizovány a na některých trhlínách jsou vidět povlaky světle až tmavě zeleného minerálu, který byl s ohledem na zvýšenou radioaktivitu a obsah mědi předběžně určen jako torbernit. Magnetická susceptibilita horniny je 0.01 (10^{-3} SI).

Živcový amfibolit

Další horninou, nalezenou 400 m j. od silnice na z. okraji Horské Kvildy na relativně rozsáhlém pinkovém tahu, byla navětralá hornina řazená k metabazitům - amfibolitům. Tato hornina se vyskytla na křížení dvou pinkových tahů v j. části ložiska a díky rozsahu propadlin je možné, že toto těleso svými topominerálními účinky příznivě ovlivnilo rozsah zrudnění. Hornina je pozoruhodná zejména hojným výskytem ilmenitu, který asociuje s rutilem, dále přítomností amfibolu a reliktní pyroxenu zatlačeného obecným amfibolem. Výrazná je mladší intenzivní aktinolitizace, vznik křemenných žilek, případně vyloučení křemene v podobě shluků zrn. Původní zachované živce se vyznačují zákonitými prorůstáními krystalů. Při okrajích jsou tabulky živců zakaleny a jsou zde vyvinuly drobné agregáty minerálu epidotové skupiny, zejména klinozoisitu. Přeměny původní horniny jsou pravděpodobně spjaté s účinky granitového podloží a ovlivněné průběhem žilného systému, protože se v hornině nachází drobná pyritová zrna a vzácně též zrna sfaleritu s chalkopyritem, které přírůstají k ilmenitovým lamelám. Magnetická susceptibilita je vysoká a pohybuje se v rozmezí 0.35 - 12.4 (10^{-3} SI).



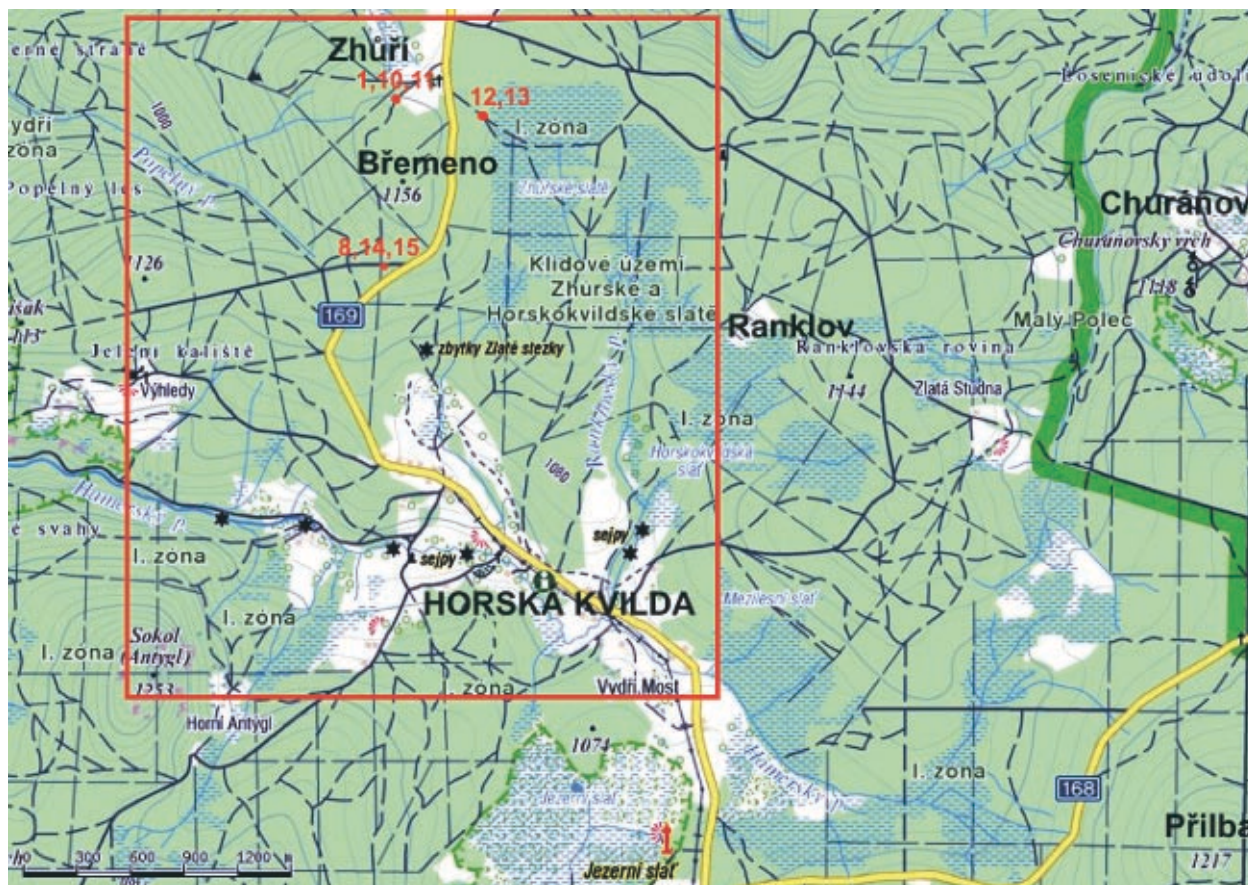
Obr. 7 Žila leukokratního turmalinického granitu příčně protínající silimanit-biotitický migmatit. Směr foliace migmatitu je souhlasný s násadou geologického kladiva, průběh žíly granitu probíhá podél delší osy kompasu. Foto B. Šreinová, červen 2008.



Obr. 8 Žilný granit s turmalínem rozlomený přímo po žíle s šedým křemenem a zvětřelými zrny arsenopyritu rezavohnědé barvy, kóta Břemeno. Foto B. Šreinová, červen 2008.

Zachované pozůstatky po dolování Au ložiska

Topograficky lze pozici pozůstatků po dolování (obr. 9) situovat po obou stranách průběhu Zlaté stezky od Hamerského potoka dál směrem na Zhůří. Původní cesta patrně záměrně protínala téměř všechna důlní pásma. Ve zkoumaném území bylo zaměřeno více jak 400 pinek, seskupených do pinkových tahů (obr. 10). Výškový rozdíl děl je téměř 150 m. Největší pinky dosahují průměru 12 m a často jsou protažené ve směru pinkového tahu s největší hloubkou cca kolem 5 - 6 m (obr. 11 až 14). Z obrázku 10 je patrné, že pinkové tahy v s. části ložiska sledují hlavně směr V - Z, ve střední a j. části ložiska směr VSV - ZJZ až SV - JZ. Na pinkové tahy ve střední části ložiska (v těsné blízkosti Zlaté stezky) přímo navazují deluviální rýžoviště



Obr. 9 Topografická situace okolí Horské Kvildy (červeně - kontura zájmového území a místa odběru vzorků na výzkum).

směru S - J. Na pinkové tahy podél v. části důlního pole pak přímo navazují výrazná aluviální rýžoviště (obr. 15, 16), která jsou většinou součástí Zhůřské, případně Horskokvildské slatě (obr. 1). Další aluviální rýžoviště nalezneme téměř v celé délce Hamerského potoka, případně jeho s. přítoků, z nichž nejvýraznější je Ranklovský potok, který pramení v již zmiňované Zhůřské slati.

Pinky jsou povětšinou poměrně dobře zachované, ale v poslední době dochází v důsledku zvýšené těžby dřeva po orkánu Kyrill (2007) a Emma (2008) k zániku menších pinek, kdy části stromů, větve, kůry jsou vřazovány do terénních nerovností a celý systém povrchových pozůstatků po těžbě zlata je rozježděn těžkými stroji.

Prostorové rozdělení primárního ložiska

Oblast ložiska je rozdělena na severní, střední a jižní část (obr. 10). Studium rozmístění hlavních důlních děl zcela jednoznačně prokázalo v s. části ložiska výhradně v. - z. směr tektonických zón s křemennými žilami včetně žilných granitů s turmalínem a jejich lokální přechody do smouh pegmatitů s granátem a turmalínem. Ve střední části ložiska mají tektonické zóny směr SV - JZ (VSV - ZJZ), což odpovídá i směřům vypapovaných s. od ložiska v okolí Tří jedlí Žáčkem (2005). V j. části ložiska, oddělené od střední části bezrudní zónou, dochází ke křížení sv. - jz. struktur opět s tektonikou směru V - Z (na J). Zvýrazněné zóny ložiska dosahují až do úrovně Hamerského potoka, avšak pozůstatky těžby na intravilánu obce jsou již nenávratně zlikvidovány.

Severní část ložiska

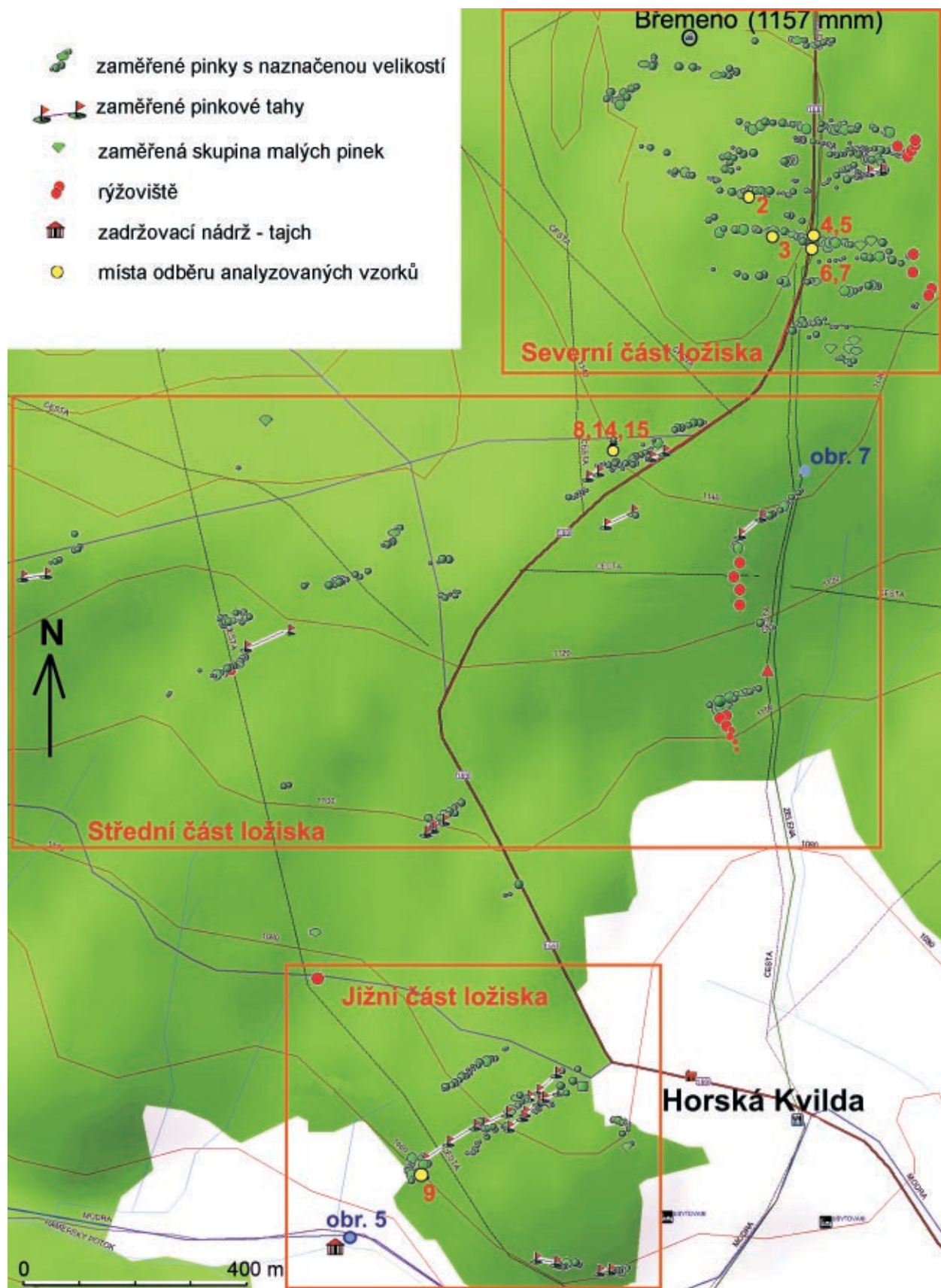
V severní části ložiska se podařilo nalézt netěženou

část zrudnění v umělém odkryvu lesní správy.

Akumulace Au-zrudnění se nacházejí v tektonicky postižených zónách. Hojný arsenopyrit obsahuje inkluze ryzího bismutu zatlačovaného bismutinem a oxidickými Bi minerály blízkými rooseveltitu. Kolem původních zrn zlata a bismutu vytváří rooseveltit kolomorfní agregáty. V nově odebraných vzorcích byly nalezeny tenké tabulkovité, bílé až čiré krystalky barytu, které krystalují do dutin po vyloučení arsenopyritu. Na jiném místě téhož vzorku se vyskytl krystalovaný skorodit, který narůstá na fázi bohatou Ba, Al, As a Fe označenou jako farmakosiderit (Ba), jehož hranolovité krystalky také vyplňují dutinu po arsenopyritu v blízkosti muskovitu.

Rozsahem daleko větší a pro studium příhodnější je těžená severní část ložiska s největším počtem zkoumaných analyzovaných vzorků.

Detailní výzkum arsenopyritem mineralizovaného bloku turmalinického porfyru prokázal nerovnoměrné zastoupení dvou typů arsenopyritu. Mladší část křemenné žiloviny obsahuje idiomorfní krystalky arsenopyritu v různém stupni supergenní přeměny v doprovodu zlata a bismutinu. Nedokonalé omezené krystalky supergenně korodovaného arsenopyritu jsou pak přítomny přímo v hornině. Inkluze dalších minerálů včetně zlata v tomto typu arsenopyritu nebyly zjištěny. Zrna arsenopyritu přímo v hornině se vyznačují intenzivním rozpraskáním centrálních částí a následným zatlačením skoroditem. Mladší pyrit postupně vyplňuje téměř všechny trhliny. Při okrajích těchto zrn se nacházejí limonitizované reliktu pravděpodobně menších částí původního arsenopyritu. Další akcesorie vyjma turmalínu, zirkonu a apatitu v hornině pozorovány nebyly.



Obr. 10 Pásma pinek a skupiny sejpů v okolí Horské Kvildy (červeně čísla - místa odběru vzorků na výzkum). Konturou vyznačena severní, střední a jižní část ložiska. Sestavila B. Šreinová.



Obr. 11 Pravděpodobný propad štoly ve střední části ložiska v místě křížení pinkového tahu s trasou Zlaté stezky. Foto B. Šreinová, březen 2008.



Obr. 12 Charakter pinkového tahu ve vrcholové části kóty Břemeno. Foto B. Šreinová, červen 2008.



Střední část ložiska

Pro tuto část ložiska je typický výskyt sterilního bílého masivního křemene a výrazné žilné proniky a impregnace turmalinického granitu do muskovit-sillimanitického migmatitu s cordieritem a vzácně i s granátem. V migmatitech jsou patrné až metakrysty arsenopyritu velké až 1.5 cm, seskupené do bohatých zón s četností přibližně 20 zrn na 10 cm². Živce v migmatitech jsou alterovány a část arsenopyritu je zatlačena skoroditem. Bloky migmatitu s arsenopyritem dosahují velikosti až 30 cm.

Jižní část ložiska

Pro j. část ložiska je typický zrnitý žilný křemen impregnovaný arsenopyritem. V ploše krystalu arsenopyritu se zlato vyskytuje v několika pozicích. Relativně velmi malé částice (několik μm) zlata ve srůstech s bismutinem se nacházejí v blízkosti arsenopyritu. Další, relativně velká samostatná zrna zlata jsou vázána na trhliny v arsenopyritu a jsou spolu s arsenopyritem uzavřena ve skoroditové mase. Jinou formou výskytu jsou velmi malá zrna zlata přímo ve skoroditu bez srůstů s dalšími minerály. Zlato je uzavíráno i v zatím nedostatečně určených arseničnanech Fe, Al a Bi. Také zde se potvrzený rooseveltit vyznačuje zonální stavbou. V jeho chemickém složení není zastoupen Co, Ni či Cu. Drobné, několik μm velké kulovité útvary jsou nahodile rozmístěny ve skoroditové mase.

Charakteristika vzorků žilné výplně

Bylo analyzováno 9 pevných vzorků (7 ze severní, 1 ze střední a 1 z jižní části ložiska) (tab. 1).

Vzorek č. 1, odebraný v oblasti Břemene, představuje jemnozrný až rohovcovitý křemen se slabými prožilkami živcoslídového materiálu a s četnými limonitizovanými zrny arsenopyritu na trhlínách. Arsenopyrit je přítomen v krystalcích nebo agregátech zrn o velikosti až 2 cm často s hojnými dutinkami vzniklými při zvětrávacích procesech. V nábrusech tento materiál obsahuje hojná „limonitová“ zrna, zrna a povlaky skoroditu a vzácně též inkluze rutilu. V arsenopyritu se vyskytují nerovné inkluze zlata a minerálů telluru.

Vzorek č. 2 pochází z mírného návrší Břemene, neobsahuje viditelné sulfidy, zlato a Bi minerály. Šedavé zbarvení může být zapříčiněno jemně rozptýleným grafitem, nejsou ovšem vyloučeny ani mázdry pyritu nebo pyrotinu.

Vzorek č. 3 odebraný mezi návrší Břemene a silnicí tvoří křemenné žilky do dvou centimetrů narostlé v šedém turmalinickém žilném granitu.

Obr. 13 Dvě řady pinek ve vymýceném lese. Foto B. Šreinová, červen 2008.

Vzorek č. 4 představoval šedobílý masivní žilný křemen bez arsenopyritu pouze s malým množstvím akcesorické slídy při okrajích.

Vzorek č. 5 tvoří šedý zrnitý žilný křemen bez arsenopyritu a dalších viditelných rudních fází (zlato, ryzí bismut a joséit B). Minerály byly zjištěny až mikroskopickým výzkumem.

Vzorek č. 6 představuje silně limonitizovanou partii jemnozrnného turmalinického žilného granitu s křemennými žilkami a relikty „limonitu“ po zrnech arsenopyritu. Vyjma oxidů a hydroxidů Fe nebyly pozorovány žádné rudní minerály.

Vzorek č. 7 je tvořen jemnozrnným žilným turmalinickým granitem bez křemenných žilek a patrných zrn rudních minerálů.

Vzorek č. 8 se skládá z křemenné žiloviny se zrný arsenopyritu a zbytku turmalinického žilného granitu.

Vzorek č. 9 představuje křemennou žilovinu zrudněnou arsenopyritem, jehož agregáty dosahují velikosti až několik cm. V nábrusech arsenopyrit obsahuje četná zrna Bi minerálů a zlata (74 - 86 hm. % Au). Samostatně v křemenné hmotě se na mikrotrhlinách vyskytují drobné žilky nebo zrna ryzího bismutu společně s bismutinem, který je zatlačován arseničnany (příp. oxidy) bismutu. Všechny tyto minerály obsahují velmi jemné inkluze ryzího zlata (92 - 100 hm. % Au).

Charakteristika vzorků půdního profilu

Odebrané sytké vzorky na stanovení obsahu Au a As, respektive i Bi, představují půdní materiál, který byl v supergenních podmínkách nabohacen těmito prvky v blízkosti tektonických struktur, vyhojených žilným turmalinickým granitem s křemennou žilovinu. Každý vzorek byl rozdělen na frakci nad 1 mm a pod 1 mm (tab. 2).

Vzorek č. 10 byl odebrán na j. straně tektonické struktury ve vzdálenosti 60 - 70 cm a v hloubce 50 cm. Vzorek č. 11 byl odebrán na stejné lokalitě v protilehlém zářezu odkopu ve stejné pozici. Materiál je zahliněný s rozpadlými relikty horninového skeletu a křemene, obsahuje i hojné úlomky žilného granitu s turmalínem, přecházejícího do pegmatitových partií bez dutin. Vzorky č. 12 a 13 pocházejí ze s. svahu kóty Břemeno u bývalého hliníku stejné hloubce mimo žilnou strukturu. Jde o část svažující směrem k rašeliništi. V materiálu se více objevují jílové částice bez horninového skeletu. Hojný je také organický substrát.

Obr. 16 Potok odvodňující rašeliniště (Zhůrskou slat') s přerýzovanou nivou a skupinou sejpů. Přetěženy byly sedimenty až 7 m po obou stranách vodoteče. Foto B. Šreínová, březen 2008.



Obr. 14 Charakter pinkového tahu v j. části ložiska v prudkém svahu k Hamerskému potoku pod pravděpodobnou štolou. Foto B. Šreínová, červen 2008.



Obr. 15 Přechod dobývek do rýžoviště, které probíhá kolmo k pinkovému tahu. Foto B. Šreínová, červen 2008.



Tabulka 1 Obsahy vybraných prvků v pevných vzorcích z oblasti Zhůří - Horská Kvilda (v ppm)

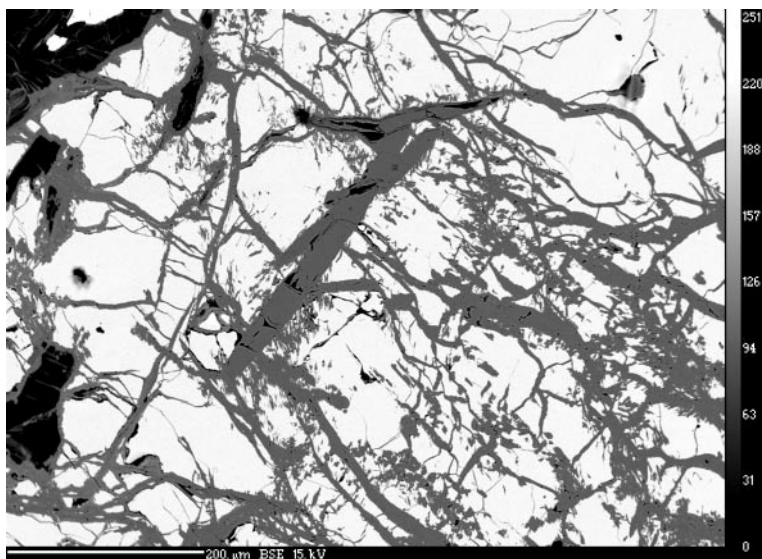
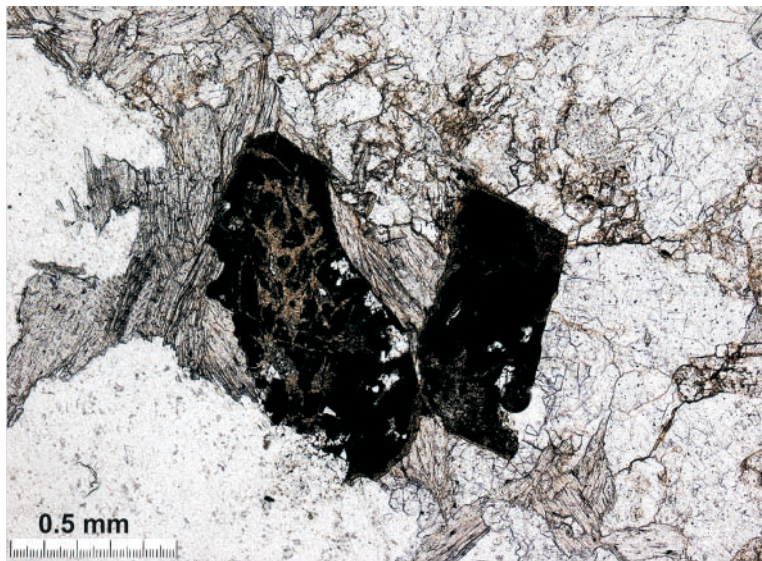
č. anal.	Au	Ag	Pb	Cu	Zn	Sb	As	Bi
1	1.15						640	17.5
2	1.20						87.5	15.1
3	2.66						86.5	20.2
4	<0.20	5.45	423	17	125	57.8	21.2	1
5	25.56	1.55	50	7	6	6.6	36.8	202
6	49.80	2.50	98	113	55	757	321	7.95
7	0.64	1.00	44	7	10.1	86.8	197	5.55
8	0.39						460	8.8
9	64.6						5650	71.5

Lokalizace vzorků - viz obrázek 9 a 10

Tabulka 2 Obsahy Au, As, a Bi ve vzorcích z půdního profilu

	Au	As	Bi
č. vzorku	g/t suš.	g/t suš.	g/t suš.
10a	0.014	75.5	10.7
10b	0.028	80.0	13.6
11a	0.013	59.0	5.1
11b	0.032	71.0	8.8
12a	0.021	62.0	7.5
12b	0.112	62.5	7.0
13a	1.090	48.6	6.4
13b	0.111	55.5	28.0
14a	0.012	54.5	7.9
14b	0.033	67.0	5.0
15a	0.290	58.5	<5
15b	0.120	64.0	<5

Lokalizace vzorků - viz obrázek 9 a 10; frakce vzorků Xa je > 1 mm; frakce vzorků Xb je < 1 mm

**Obr. 17** Ilmenitová lamela v krystalu arsenopyritu, trhliny jsou vyplněny skoroditem. V levém horním rohu světlé zrna náleží monazit. BSE foto R. Škoda.**Obr. 18** Idiomorfnní krystalky arsenopyritu v žilném granitu mezi živci a křemenem s patrnou přeměnou ve skorodit, zejména ve střední části levého krystalu. Nepolarizované světlo. Foto B. Šreinová.

Vzorky č. 14 a 15 představují opět půdní materiál z blízkosti rudní struktury. V balvanitém podílu byly zjištěny četné fragmenty žilného granitu s turmalínem i s vtroušeným arsenopyritem. V nábrusech nebyly inkluze zlata zjištěny.

Vysoké obsahy zlata jsou ve zrudněných částech hornin vázané převážně na arsenopyrit, zatímco ve vzorcích s jinými zvýšenými obsahy prvků Bi, Sb jsou obsahy zlata pouze mírně zvýšené a nízké zůstávají při zvýšeném obsahu Pb nebo Zn.

Vzorky z půdního profilu dosahují podstatně nižších hodnot a není zde závislost na obsahu As nebo Bi. Au proti Bi má spíše negativní korelaci. Ve vzorcích z půdního profilu se téměř neprojevuje rozdíl mezi obsahem prvků ve frakci nad 1 mm a pod 1 mm. Pouze v jediném případě byla naměřena zvýšená hodnota pro obsah Au zhruba 10 x vyšší, než tentýž vzorek s frakcí pod 1 mm, u kterého naopak byla zvýšená hodnota Bi.

Variabilita obsahu námi zjištěná však naráží na těžbou redeponovaný pokrov a tudíž část výsledků není směrodatná tak, jak by to bylo v nedotčeném terénu. V tom je analogie s prací provedenou Fillippim et al. (2004), který prováděl výzkum v půdním profilu na svazích Suchého vrchu u Kašperských Hor. Tam zjistili, že se liší hodnoty v profilech odebraných ve středověkých důlních zónách s hodnotami v nižších stovkách až vyšších stovkách g/t As, zatímco v netěžených zónách hodnoty obsahují jen řádově desítky g/t As. Biogeochemická prospekce zlata provedená Suchým (1994) na dvou ložiscích kašperskohorské zlatonosné oblasti potvrdila za hlavní markanty pro tělesa se zrudněním As, Bi a Au a námi zjištěné poznatky jsou srovnatelné a navíc potvrzené výzkumem primárního zrudnění.

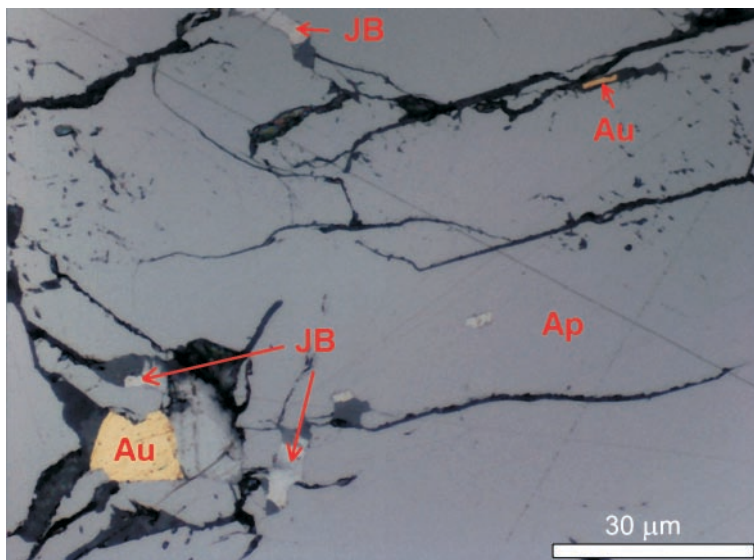
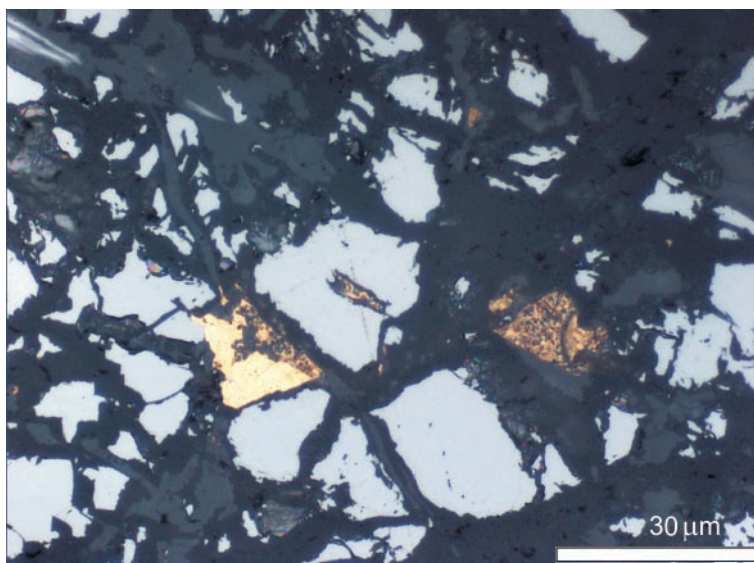
Obr. 19 Kataklažovaný krystal arsenopyritu přeměněný ve skorodit a rooseveltit s drobnými zrnky zlata. Odražené nepolarizované světlo. Foto B. Šreinová.

Charakteristika primární Au mineralizace

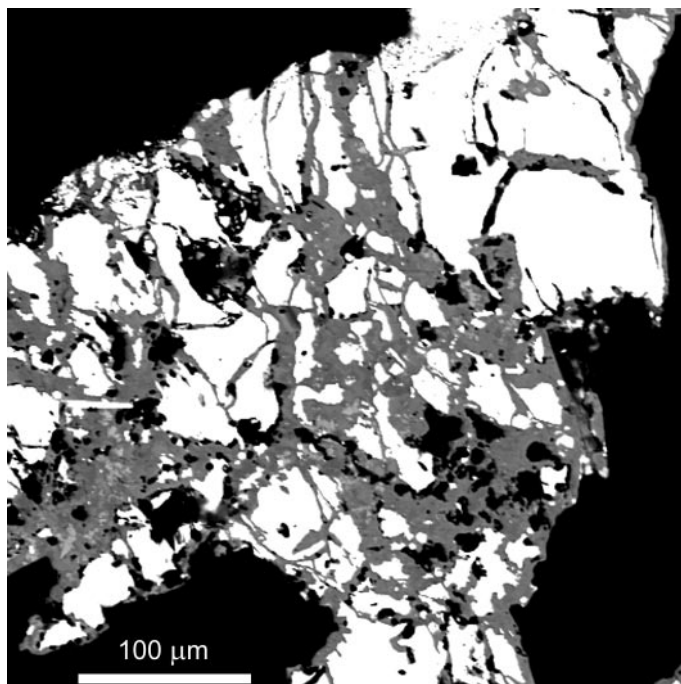
Arsenopyrit se na ložisku vyskytuje velmi hojně v několika minerálních asociacích. Největší akumulace zrn arsenopyritu byly pozorovány v bílém křemeni s hnědým turmalínem a představují díky absenci zlata a přítomnosti bismutu pravděpodobně pegmatitový původ. Někdy jsou v arsenopyritu zarostlé lupínky muskovitu nebo ilmenitu (obr. 17). Shluky arsenopyritových zrn dosahují velikosti až 5 cm, jindy ale mohou tvořit jednotlivá zrna o velikosti pod 1 mm, vytvářející několikacentimetrové smouhy.

V další asociaci se idiomorfnní zrna arsenopyritu vyskytují v šedě zbarvených křemených žilkách, které vyplňují trhliny v žilném granitu, případně se odmršťují do okolního migmatitu. Idiomorfnní krystalky dosahují velikosti až 1 cm (obr. 18), jejich shluky pak tvoří agregáty do 2 cm a často bývají samostatné idiomorfnní krystaly do 0.75 cm přítomny i v chloritizovaných migmatitech. Zlato se v tomto typu arsenopyritu objevuje nepravidelně, někdy ve 4 až 5 krystalcích v nábrusu, jindy v jednom z 5 zrn arsenopyritu v jednom nábrusu (obr. 19). Zjištěny byly dvě generace arsenopyritu, kdy starší obsahuje systémy drobných trhlin s křemenem a slídou v jádrech, mladší generace arsenopyritu většinou narůstá od okrajů na starší arsenopyritová jádra v podobě drobných přírůstkových zrn. Na rozhraní obou generací se místy vyskytují zrnka zlata, společně jak s ryzím bismutem, tak s joséitem B a Bi telluridy (obr. 20). Další formou výskytu jsou idiomorfnní zrna arsenopyritu, o velikosti do 0.5 cm, která se vyskytují v pegmatitových částech žil v granitech, případně v aplitických partiích při okraji těchto žil.

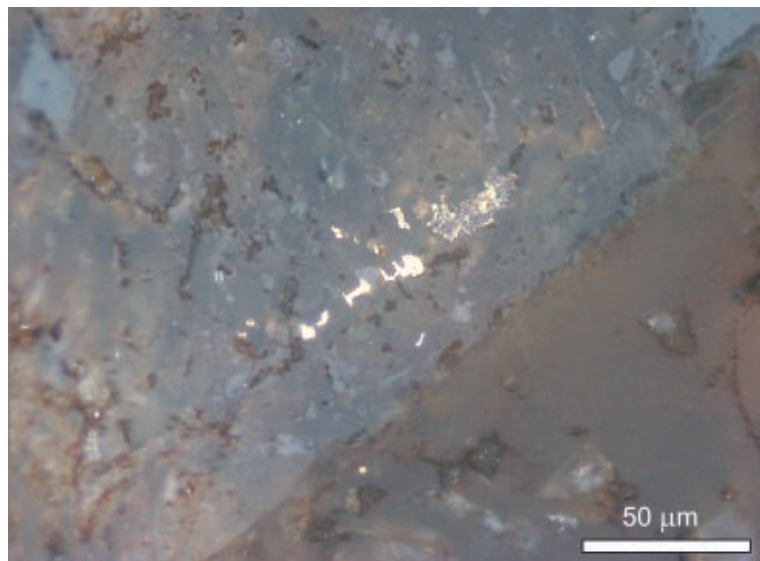
Chemické složení všech analyzovaných zrn arsenopyritu je vyrovnané a neliší se výrazně od teoretického složení, vyjma některých zrn mladšího arsenopyritu, ve kterém se objevují domény bohatší antimonem. Orientační EDX analýza ukázala až 1.5 hm. % Sb. Základním produktem supergenní přeměny arsenopyritu bez ohledu na generaci je skorodit (obr. 21), velmi vzácně pak rooseveltit, farmakosiderit a waylandit.



Obr. 20 Zlato (Au) a joséit B (JB) na trhlínách arsenopyritu (Ap). Odražené nepolarizované světlo. Foto B. Šreinová.



Obr. 21 Arsenopyrit s inkluzemi zlata zatlačovaný skoroditem a waylanditem. BSE foto, B. Kolman.



Obr. 22 Akumulace zlata v „limonitu“ zatlačujícím spolu se skoroditem arsenopyrit. Odražené nepolarizované světlo. Foto B. Šreinová.

Tabulka 3a Chemické složení zlata a bismutu ze Zhůří - Břemene (v hm. %)

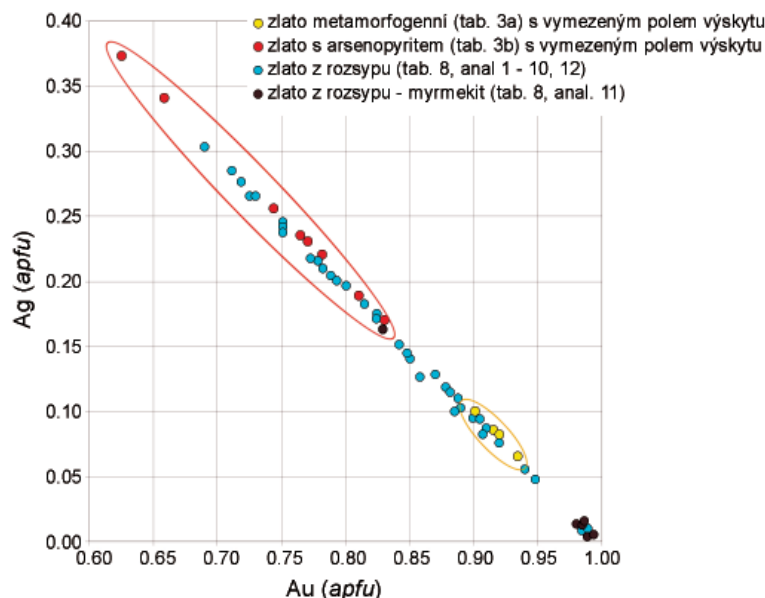
	1	2	3	4	5	6	7	8
Au	94.32	96.23	95.34	94.38	0.03	0.09	0.03	0
Ag	5.71	3.72	4.62	4.87	0.11	0.24	0.27	0.07
Bi	0.2	0.12	0.15	0.2	98.53	98.07	98.29	97.72
Fe	0.08	0.11	0.07	0.06	0.2	0.17	0.13	0.26
As	0.05	0.08	0.06	0.15	0.45	0.51	0.44	0.79
S	0	0.04	0	0.07	0.08	0.14	0.05	0.29
Total	100.36	100.3	100.24	99.73	99.4	99.22	99.21	99.13

1 - 4 zlato; 5 - 8 bismut

Tabulka 3b Chemické složení zlata ze Zhůří - Břemene (v hm. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Au	85.03	86.26	88.28	89.01	83.77	85.39	77.66	75.04
Ag	14.35	13.26	11.28	9.96	15.81	14.01	22.04	24.55
Bi	0.09	0.08	0.07	0.07	0.12	0.15	0.07	0.03
Fe	0.21	0.26	0.1	0.08	0.07	0.07	0.1	0.16
As	0.32	0.14	0.11	0.27	0.11	0.24	0.03	0.05
S	0	0	0.16	0.61	0.12	0.14	0.1	0.17
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

1 - 2 vzorky ze s. části ložiska; 3 - 5 vzorky ze střední části ložiska; 6 - 8 vzorky z j. části ložiska



Pyrit v křemenné žilovině je vzácný, výrazně limonitizovaný, bez přítomnosti arsenopyritu, vyskytuje se společně s muskovitem nebo biotitem a grafitem. V některých případech tvoří samostatná zrna do 1 mm. Také většina zrn pyritu v okolních horninách je již limonitizována.

Zlato v rudnině tvoří nejčastěji srůsty s arsenopyritem, do kterého proniká po trhlinách, je provázáno ryzím bismutem a bismutinem. Velikost jeho zrn v nábrusech nepřesahuje 50 μm. Vytváří reliktu v sekundárních minerálech, zejména v skoroditu a po jeho další přeměně zůstává v podobě drobných shluků zrn v „limonitu“ (obr. 22). Pravděpodobně starším typem zlata jsou velmi jemné (do 10 μm) shluky jednotlivých zrn společně s ryzím bismutem a bismutinem v šedomodrém křemeni (místy s Bi oxidy), ve kterém Au-zrudnění vytváří mikroskopické smouhy. Tento typ zlata má vysokou ryzost kolem 95 hm.% Au (tab. 3a, obr. 23). Vzhledem k zjištěné rozdílné velikosti primárního a rozsypového zlata dochází buď k růstu částic zlata vlivem účinků huminových kyselin přímo v rašelinšti nebo se do rozsypu dostaly větší zrna z bohatších denudovaných (výchozových) částí ložiskových struktur.

Chemické složení inkluzí zlata, zjištěných v křemenné žilovině nebo v arsenopyritu má variabilní složení. Nejvyšší ryzosti dosahuje zlato z křemen-zlato-bismutové asociace, které je sice velmi malých rozměrů (od 5 do 20 μm), ale obsahuje 93.0 až 99.6 hm. % Au. Mnohem častější je zlato větších rozměrů zrn (až 45 μm) z arsenopyritu, kde obsah zlata kolísá od 90 hm. % Au až do 75 hm. % v okrajových částech (tab. 3b, obr. 23), srůstajících s Bi-Te minerály.

Ryzí bismut se nachází v podobě zrn o velikosti jen několika μm, uzavřených v arsenopyritu (obr. 24), kde je dále zatlačován bismutinem. Další formou výskytu ryzího bismutu jsou samostatná oválná nebo suboválná zrna do 20 μm zarostlá přímo v křemeni, obvykle v sousedství zrn ryzího

Obr. 23 Chemické složení zlata.

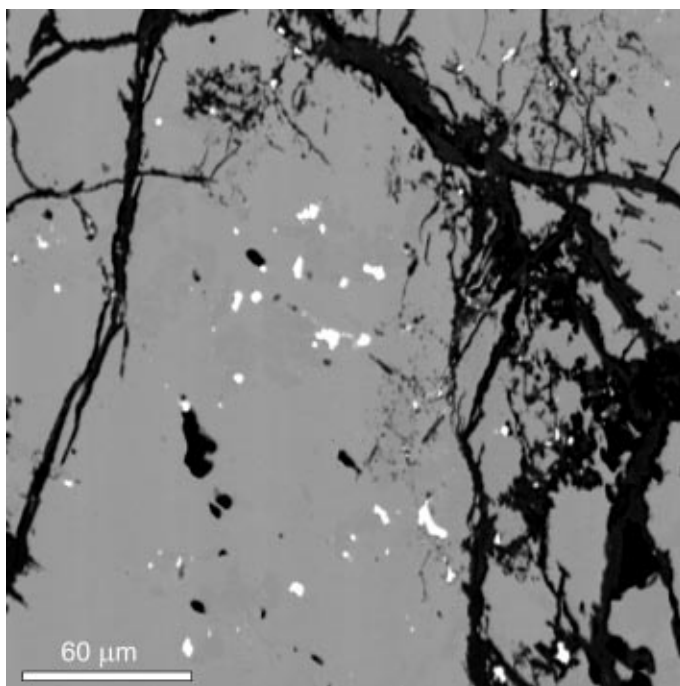
zlata. Větší zrna ryzího bismutu jsou pak od okrajů zatlačována bismutinem (obr. 25). Ve výjimečných případech dochází v arsenopyritu ke srůstům ryzího bismutu s lupínky joséitu B. Místy je bismut zcela přeměněn v oxidické minerály bismutu.

Bismutin patří k nejhodnějšímu doprovodným minerálům, srůstajícím se zlatem. Zrna šedé barvy s výraznou anizotropií intenzivně zatlačují původní okrouhlé agregáty ryzího bismutu. Bismutin byl potvrzen EDS analýzou a jako příměsí obsahuje do 0.5 hm. % Cu, případně Te.

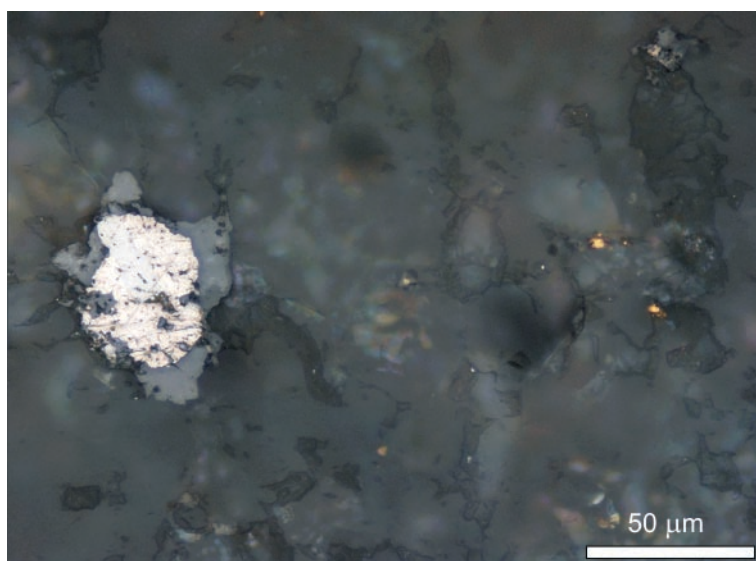
Joséit B patří k nejhodnějšímu Bi a Te minerálům, vyskytujícím se v arsenopyritu v asociaci se zlatem (tab. 4). Jeho zprohýbané lupínkovité agregáty šedé barvy mají zřetelnou anizotropii, ale slabší ve srovnání s bismutinem. Lupínky joséitu B se v arsenopyritu ovšem vyskytují i zcela samostatně nebo v doprovodu Bi-Te fází. Supergenní přeměnou dochází ke vzniku Bi-Te oxidu a velmi vzácně k chemicky anomální, Pb, Fe a P bohaté varietě waylanditu.

Fáze Bi-Te vytváří nevýrazné a obtížně rozlišitelné tenké lemy kolem joséitu B, které dosahují 3 - 5 μm tloušťky a 12 μm délky. Na periferních partiích této fáze dále vznikají lemy rooseveltitu. Podle nízkých sum chemických analýz (80 - 85 hm. %) jde spíše o oxidické fáze s poměry Bi : Te = 2 : 1, 3 : 2 a 5 : 2.

Ilmenit byl zjištěn ve formě drobných tabulkovitých krystalů zarostlých v arsenopyritu (obr. 17), asociuje se skoroditem a reliktním monazitem nebo s velmi drobnými shluky namodralých krystalků **anatasu**. Mikroskopicky vytváří v arsenopyritu inkluze člunkovitého obrysu. Je přítomen i v křemenných žilách s **fluorapatitem** a grafitem. Ilmenit obsahuje kolem 3 hm. % MnO (do 0.068 *apfu*) (tab. 5). **Rutil** asociuje v křemenu s arsenopyritem. V BSE obrazu (obr. 26) jsou patrné světlejší nepravidelné zóny s vysokým obsahem W (do 3.14 hm. % WO_3 , 0.011 *apfu*) (tab. 5). Obdobný rutil s vysokým obsahem W (4.16 hm. % WO_3 , 0.02 *apfu*) nově popisují ze zlatohorského rudního revíru Novotný a Zimák (2008).



Obr. 24 Inkluze ryzího bismutu a bismutinu v arsenopyritu. BSE foto, B. Kolman.

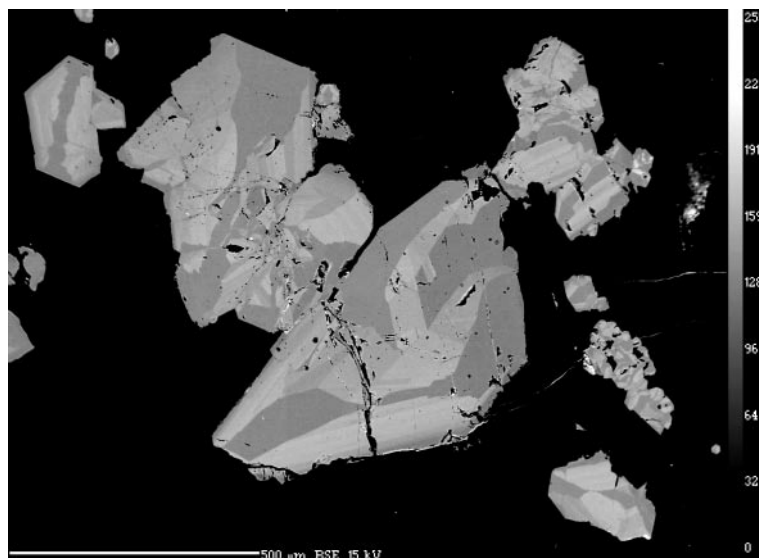


Obr. 25 Zrno ryzího bismutu zatlačované bismutinem a obklopené zrnky rooseveltitu v zrnitém křemenu s drobnými inkluzemi zlata. Odražené nepolarizované světlo. Foto B. Šreinová.

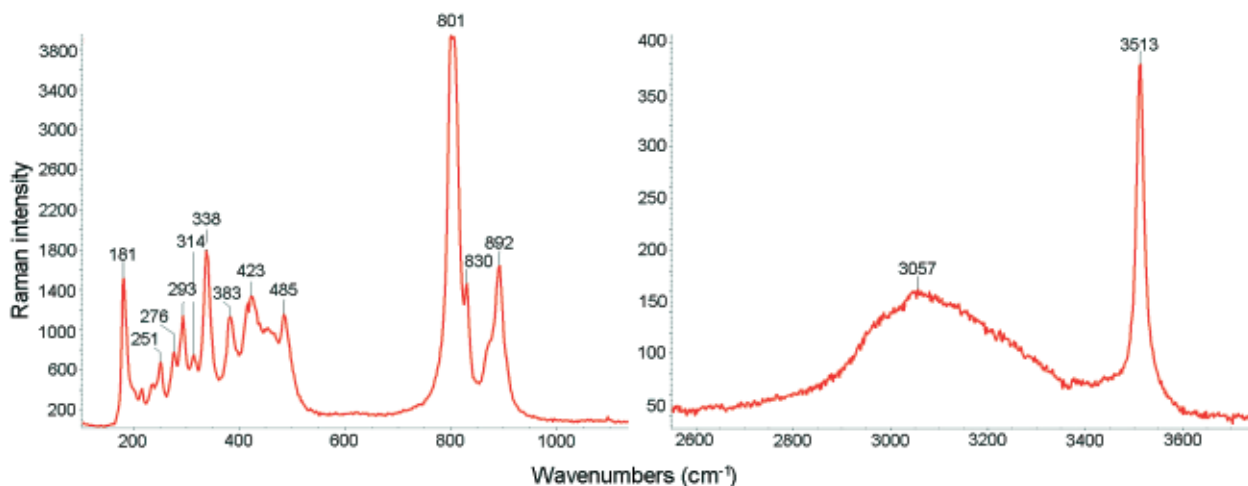
Tabulka 4 Chemické složení joséitu B ze Zhůří - Břemene (v hm. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Bi	74.32	74.52	73.93	74.72	74.27	74.50	75.02	74.63
Te	22.33	21.76	22.15	22.07	22.52	21.92	22.34	22.22
Au	0.09	0.09	0.05	0.15	-	-	-	-
Ag	0.38	0.24	0.37	0.09	-	-	-	-
S	2.98	2.85	2.83	2.36	2.81	2.88	2.79	2.85
Total	100.10	99.46	99.33	99.39	99.60	99.30	100.15	99.70
Bi	3.967	4.034	3.999	4.132	4.016	4.037	4.046	4.031
Te	1.952	1.929	1.962	1.999	1.994	1.945	1.973	1.966
Au	0.005	0.005	0.003	0.009	-	-	-	-
Ag	0.039	0.025	0.039	0.010	-	-	-	-
S	1.037	1.006	0.998	0.851	0.990	1.017	0.981	1.003
total	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000

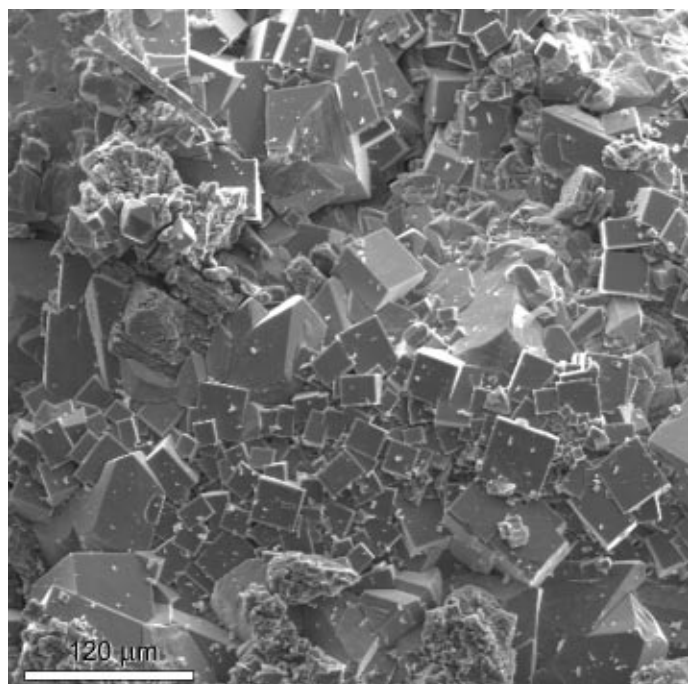
Báze přepočtu 7 *apfu*



Obr. 26 Agregát krystalů rutilu se světlejšími zónami obohacenými W. BSE foto R. Škoda.



Obr. 27 Ramanovské spektrum skoroditu z Horské Kvildy.



Obr. 28 „Krychlové“ krystaly farmakosideritu s narostlými klínovitými krystalky skoroditu (levá část obrázku). SEM foto B. Kolman.

Produkty supergenní přeměny

Skorodit je nejhojněji zastoupeným sekundárním Fe-As minerálem, který po trhlinách až 50 μm mocných zatlačuje podrcené arsenopyritové krystalky a lokálně vzniká i v centrálních partiích větších krystalů arsenopyritu, v nichž uzavírá přítomná zrna ilmenitu nebo monazitu. Velmi vzácně byl pozorován i krystalovaný ve formě typických klínovitých krystalků až 20 μm velkých, které v dutinách po vylouženém arsenopyritu narůstají na farmakosiderit. Skorodit v blízkosti původních primárních Bi minerálů může obsahovat i zvýšené množství Bi_2O_3 . Výzkum pomocí Ramanovy spektroskopie skorodit bezpečně potvrdil (obr. 27).

Farmakosiderit byl pozorován velmi vzácně v agregátech arsenopyritu v granitu, kde tvoří do dutin pseudokubické krystalky hranolovitého tvaru do velikosti 30 μm a srůstá se skoroditem (obr. 28). Charakteristický je pro něj zvýšený obsah Al (do 3 hm. % Al_2O_3) a Ba (do 6 hm. % BaO).

Rooseveltit představuje produkt přeměny Bi minerálů. Zonální kolomorní agregáty rooseveltitu o velikosti až 30 μm , obsahující relativně vysoký podíl Fe_2O_3 (tab. 6), se nacházejí v centrálních partiích zrn arsenopyritu. V některých nábrusech rooseveltit vytváří v křemenné žilovině i samostat-

Tabulka 5 Chemické složení ilmenitu a rutilu (v hm. %)

	1	2	3	4	5
WO ₃				-	3.14
Ta ₂ O ₅				0.05	0.07
Nb ₂ O ₅				0.07	0.28
TiO ₂	52.11	52.25	52.19	54.94	93.45
SiO ₂	0.45	0.43	0.44	0.03	-
SnO ₂				0.02	0.58
ZrO ₂				-	0.10
UO ₂				0.03	-
Al ₂ O ₃	0.47	0.45	0.46	0.02	0.07
Sc ₂ O ₃				0.01	-
Y ₂ O ₃				0.01	-
Cr ₂ O ₃				0.01	0.03
V ₂ O ₃				-	0.15
FeO	43.91	43.85	43.98	38.11	1.46
MnO	2.83	2.75	2.91	3.14	0.01
PbO				0.05	-
MgO	-	-	-	0.35	0.02
CaO	0.10	0.09	0.11	0.01	0.01
ZnO				0.03	-
NiO				0.03	-
K ₂ O	0.13	0.15	0.14		
Total	100.0	99.97	100.23	96.91	99.37
W ⁺⁶				-	0.011
Ta ⁺⁵				0.000	0.000
Nb ⁺⁵				0.001	0.002
Ti ⁺⁴	0.984	0.987	0.984	1.050	0.966
Si ⁺⁴	0.011	0.011	0.011	0.001	-
Sn ⁺⁴				0.000	0.003
Zr ⁺⁴				-	0.001
U ⁺⁴				0.000	-
Al ⁺³	0.014	0.013	0.014	0.001	0.001
Sc ⁺³				0.000	-
Y ⁺³				0.000	-
Cr ⁺³				0.000	0.000
V ⁺³				-	0.002
Fe ⁺²	0.923	0.921	0.922	0.810	0.017
Mn ⁺²	0.060	0.059	0.062	0.068	0.000
Pb ⁺²				0.000	-
Mg ⁺²				0.013	0.000
Ca ⁺²	0.003	0.002	0.003	0.000	0.000
Zn ⁺²				0.001	-
Ni ⁺²				0.001	-
K ⁺¹	0.004	0.005	0.004		
Total	1.999	1.998	2.000	1.946	1.003
O ⁻²	3.000	3.000	3.000	3.000	2.000

1 - 3 rozsyp; 4 - 5 Zhůří - Břemeno (křemen + arsenopyrit); Přepočten na bázi 3 (ilmenit) a 2 (rutil) atomů O

ná zrna o velikosti pod 10 µm spolu se zlatem. Rozšíření těchto malých akcesorických zrn v žilovině je nepravidelné.

Waylandit vytváří zcela ojedinělá zrna o velikosti do 8 µm, nalezená v supergenně alterovaném arsenopyritu poblíž zrna téměř ryzího zlata (99.5 hm. % Au). Pro chemické složení waylanditu je charakteristické zastoupení Bi, Al a P v jednotlivých pozicích obecného vzorce. Bi (do 0.565 *apfu*) je izomorfne zastupován Pb (do 0.384 *apfu*); Al (do 2.469 *apfu*) je izomorfne zastupován Fe (do 0.722 *apfu*) a P (do 1.068 *apfu*) je izomorfne zastupován

Tabulka 6 Chemické složení rooseveltitu ze Zhůří - Břemene (v hm. %)

	9	10	11	12
PbO	0.33	1.18	1.07	1.33
CaO	0.59	0.40	0.18	0.37
SO ₃	1.02	0.81	0.93	0.49
As ₂ O ₅	31.32	30.30	30.21	30.46
V ₂ O ₅	-	0.02	-	-
ZnO	-	-	0.03	0.10
FeO	2.28	1.83	1.96	1.52
Bi ₂ O ₃	61.54	62.76	61.79	65.38
P ₂ O ₅	0.18	0.07	0.21	0.14
SiO ₂	0.03	0.05	0.01	0.47
F	0.18	0.16	0.16	0.21
Total	97.47	97.58	96.55	100.47
Pb ⁺²	0.005	0.019	0.017	0.021
Ca ⁺²	0.036	0.025	0.011	0.023
S ⁺⁶	0.044	0.036	0.041	0.021
As ⁺⁵	0.934	0.928	0.928	0.916
V ⁺⁵	-	0.001	-	-
Zn ⁺²	-	-	0.001	0.004
Fe ⁺²	0.109	0.090	0.096	0.073
Bi ⁺³	0.905	0.948	0.936	0.970
P ⁺⁵	0.009	0.003	0.010	0.007
Si ⁺⁴	0.002	0.003	0.001	0.027
F	0.032	0.030	0.030	0.038
Total	2.076	2.083	2.072	2.100
O ⁻²	4.000	4.000	4.000	4.000

Přepočten na bázi 4 atomů O

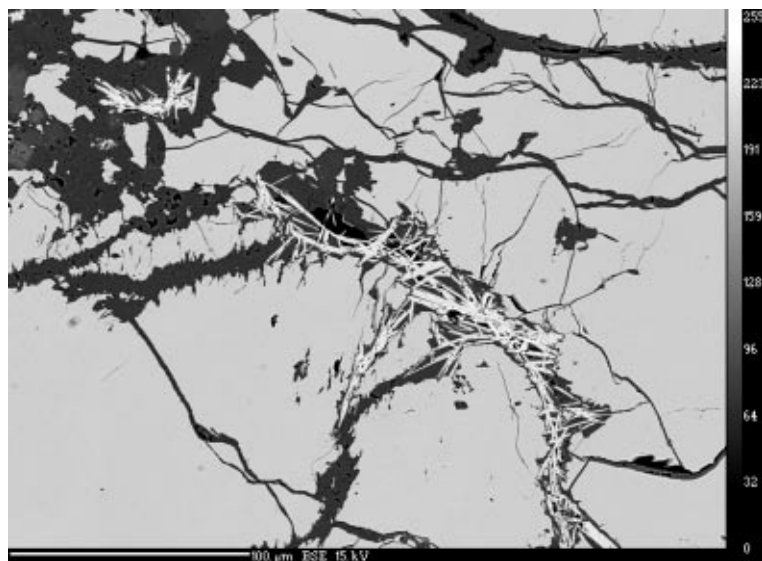
As (do 0.850 *apfu*) (tab. 7). Minerál nedosahuje hodnot As uváděných pro arsenowaylandit (Scharm et al. 1994; Scharm, Scharmová 1995).

„Limonitové“ žilky hojně vyplňují trhliny v křemenu na kontaktu se žilným granitem, slídy a hlavní podíl živců jsou zvětrávacími procesy přeměněny v jílové minerály. „Limonit“ zatlačuje okrajové zóny původních arsenopyritových krystalů, které jsou relativně bohaté na drobné částice zlata. Směrem k jádru zrn zůstávají zachovány reliktory skoroditu a nezvětralého arsenopyritu. Podle intenzity odraznosti a přítomnosti vnitřních reflexů se celá zóna vnitřně rozpadá na segmenty paprskového charakteru, které náleží **goethitu** v doprovodu práškovitého **hematitu**.

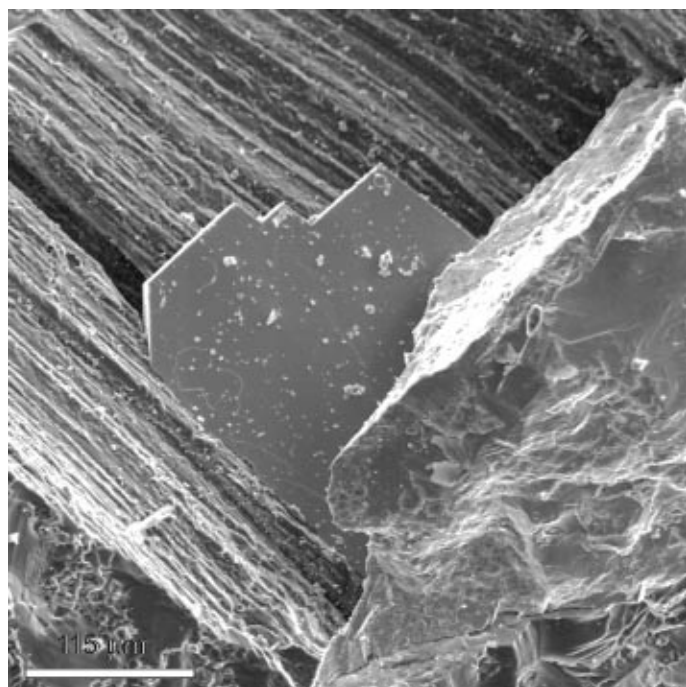
Baryt je vzácným supergenním minerálem vznikajícím v křemenné žilovině bohaté muskovitem v dutinách po rozvětralém arsenopyritu (obr. 29, 30). Jeho tabulkovitě krystaly tvoří až 12 x 30 µm velké snopkovité útvary, v nichž průměr jedné tabulky je jen 3 µm. Zdrojem Ba pro vznik barytu byly jak K- živce, tak muskovit, v nichž byly nízké obsahy BaO zjištěny (Žáček, Sulovský 2005).

Zlato a doprovodné minerály z rozsypů

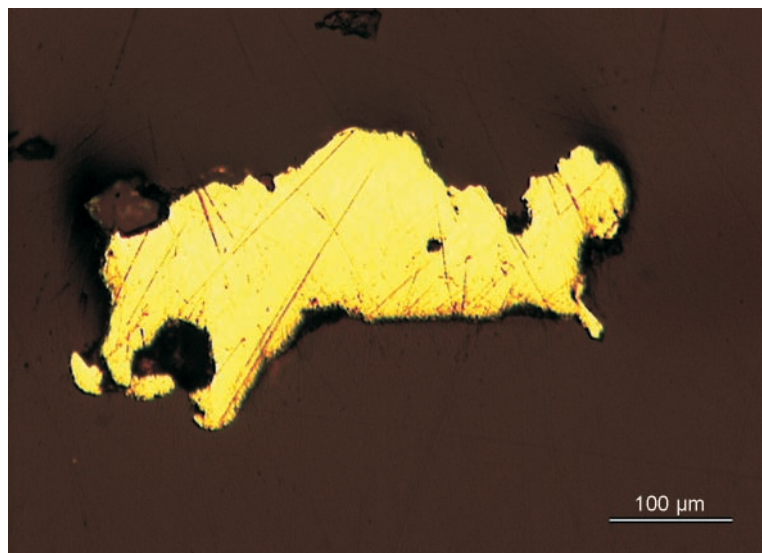
Při výzkumu asociace těžkých minerálů (zlata, turmalínu, zirkonu, granátu a dalších) byly v rozsypovém materiálu sledovány i úlomky hornin obsahující těžké minerály. Ty byly analyzovány pro porovnání chemismu. Vzorek těžkých minerálů pochází z recentních náplavů Mezijezerního potoka, který vytéká z nedalekého rašelinného území. Směr potoka je kolmý nebo jen mírně kosý k průběhu tektonických struktur, vyplněných žilami granitových porfyrů a leukokratických turmalinických granitů s křemen-arsenopyritovými žilkami. Celé území v blízkosti vodotečí bylo minulosti přerýžováno



Obr. 29 Tabulkovité agregáty barytu v doprovodu skoroditu v trhlině arsenopyritu. BSE foto R. Škoda.



Obr. 30 Tabulkovitý krystal barytu na zvětralém arsenopyritu (vpravo) v dutině rýhovaného křemene. SEM foto B. Kolman.



Tabulka 7 Chemické složení waylanditu ze Zhůří - Břemene (v hm. %)

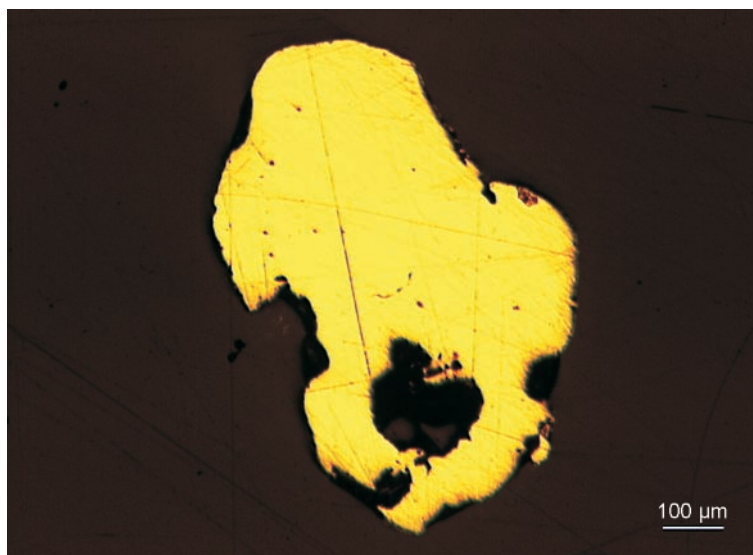
	13	14	15
PbO	11.75	11.26	12.91
CaO	0.55	0.60	0.56
Bi ₂ O ₃	19.73	19.40	19.84
Fe ₂ O ₃	7.60	7.60	8.69
Al ₂ O ₃	19.02	18.99	18.98
ZnO	-	0.03	-
As ₂ O ₅	15.19	15.22	14.74
P ₂ O ₅	11.57	12.08	11.02
V ₂ O ₅	0.07	0.04	0.02
SO ₃	1.39	1.25	1.42
SiO ₂	0.03	-	0.01
F	0.24	0.30	0.29
Cl	0.01	0.02	0.03
Total	87.15	86.79	88.51
Pb ⁺²	0.336	0.317	0.364
Ca ⁺²	0.063	0.068	0.070
Bi ⁺³	0.540	0.523	0.565
ΣA	0.939	0.908	1.019
Fe ⁺³	0.607	0.598	0.722
Al ⁺³	2.380	2.339	2.469
Zn ⁺²	0	0.002	0
ΣB	2.987	2.939	3.191
As ⁺⁵	0.843	0.832	0.850
P ⁺⁵	1.039	1.067	1.030
V ⁺⁵	0.005	0.003	0.001
S ⁺⁶	0.110	0.098	0.118
Si ⁺⁴	0.003	0	0.001
ΣC	2.000	2.000	2.000
F	0.080	0.100	0.101
Cl	0.002	0.004	0.006
Přepočten na bázi 2 atomů (As+P+V+S+Si)			

Obr. 31 Krátkým transportem málo opracovaná zlatinka s reliktu „limonitu“ při okraji. Meziježerní potok, rozsyp. Nábrus, foto V. Šrein.

Zlato tvoří 0.X až přes 1 mm velké, krátkým transportem málo opracované plíškovité a keříčkovité útvary (obr. 31) nebo nepravidelná, suboválná až izometrická zrnka (obr. 32). K výzkumu chemického složení byly z koncentráty vybrány jednak větší zlatinky (kolem 1 mm), jednak jemný podíl o velikosti zrněk zlata kolem 0.2 mm. Jak

vyplývá z tabulky 8 chemické složení analyzovaných zrn výrazně kolísá i v rámci jedné zlatinky (primární zonálnost). Z výsledků analýz lze vyčlenit dvě skupiny zlatinek s obsahem Ag v rozpětí 0.30 - 9.68 (nejčastěji kolem 5 - 6 hm. % Ag) a 10.31 - 19.36 hm. % Ag, které patrně odpovídají rozdílným primárním zdrojům (obr. 23). Průběžnou

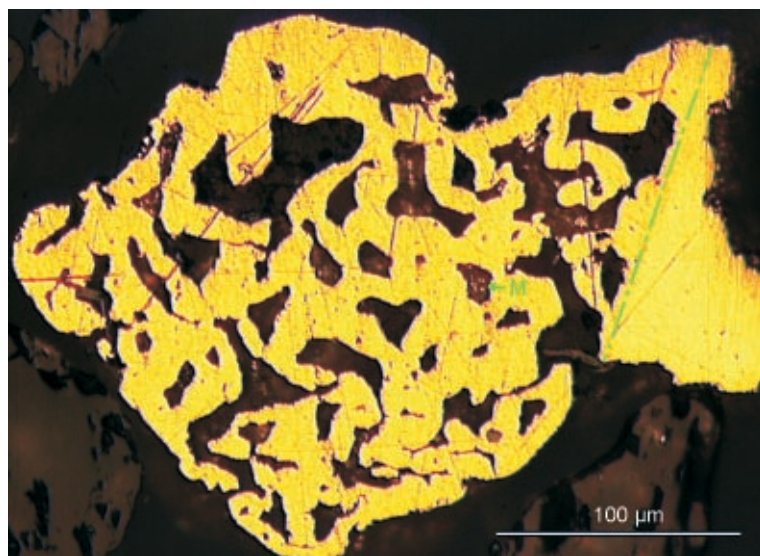
Obr. 32 Suboválně omezená zlatinka. Meziježerní potok, rozsyp. Nábrus, foto V. Šrein.



Tabulka 8 Chemické složení zlata z rozsypu Meziježerního potoka (v hm. %)

	1a	1b	1c	1d	1e	1f	1g	1h	1i	2a J	2b O
Au	90.55	86.74	81.86	87.90	84.68	82.68	82.41	88.63	89.22	94.76	93.03
Ag	8.94	12.31	17.98	11.86	14.97	16.58	17.39	10.89	10.22	4.93	6.64
Cu	0.23	0.24	0.16	0.13	0.25	0.29	0.16	0.08	0.13	0.07	0.14
Total	99.72	99.29	100.00	99.89	99.90	99.55	99.96	99.60	99.57	99.76	99.81
Au	0.842	0.789	0.711	0.799	0.751	0.726	0.719	0.815	0.824	0.911	0.881
Ag	0.152	0.204	0.285	0.197	0.242	0.266	0.277	0.183	0.172	0.087	0.115
Cu	0.007	0.007	0.004	0.004	0.007	0.008	0.004	0.002	0.004	0.002	0.004
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	3a J	3b O	4a O	4b J	5a J	5b O	5c O	5d J	6a J	6b O	7a O
Au	91.80	92.01	93.77	93.15	91.29	99.02	98.79	91.31	84.73	86.81	86.36
Ag	7.37	7.43	5.96	6.82	8.44	0.46	0.53	8.30	14.78	12.78	13.25
Cu	0.55	0.05	0.23	0.10	0.27	0.12	0.18	0.29	0.36	0.28	0.09
Total	99.72	99.49	99.96	100.07	100.00	99.60	99.50	99.90	99.87	99.87	99.70
Au	0.858	0.870	0.890	0.879	0.849	0.988	0.985	0.850	0.751	0.782	0.779
Ag	0.126	0.128	0.103	0.118	0.143	0.008	0.010	0.141	0.239	0.210	0.218
Cu	0.016	0.001	0.007	0.003	0.008	0.004	0.006	0.008	0.010	0.008	0.003
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	7b J	7c J	7d O	8a J	8b O	8c O	8d J	9a O	9b J	10a J	10b O
Au	84.51	86.21	87.98	80.41	87.41	89.68	82.89	96.89	96.82	93.68	94.94
Ag	15.10	13.32	11.85	19.36	12.14	10.31	16.59	3.17	2.66	5.85	4.74
Cu	0.13	0.34	0.13	0.25	0.25	0.09	0.18	0.12	0.13	0.47	0.33
Total	99.74	99.87	99.96	100.02	99.80	100.08	99.66	100.18	99.61	100.00	100.01
Au	0.751	0.773	0.800	0.690	0.792	0.824	0.729	0.940	0.948	0.885	0.907
Ag	0.245	0.218	0.197	0.303	0.201	0.173	0.266	0.056	0.048	0.101	0.083
Cu	0.004	0.009	0.004	0.007	0.007	0.003	0.005	0.004	0.004	0.014	0.010
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	11a M	11b M	11c M	11d MO	11e M	11f M	12a J	12b O	12c J	12d O	
Au	98.78	99.46	99.29	89.89	99.28	98.97	93.46	94.32	94.27	95.32	
Ag	0.69	0.35	0.30	9.68	0.64	0.65	6.35	5.36	5.51	4.30	
Cu	0.12	0.11	0.18	0.26	0.15	0.21	0.11	0.07	0.15	0.13	
Total	99.59	99.92	99.77	99.83	100.07	99.83	99.92	99.75	99.93	99.75	
Au	0.984	0.990	0.989	0.829	0.984	0.982	0.887	0.904	0.900	0.920	
Ag	0.013	0.006	0.005	0.163	0.012	0.012	0.110	0.094	0.096	0.076	
Cu	0.004	0.003	0.006	0.007	0.005	0.006	0.003	0.002	0.004	0.004	
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	

1a - 1i jednotlivá drobná zrna zlata, analyzované body uvnitř zlatinek; 2 - 12 jednotlivá zrna zlata (O - okraj zrna; J - střed zrna; M - myrmekit)

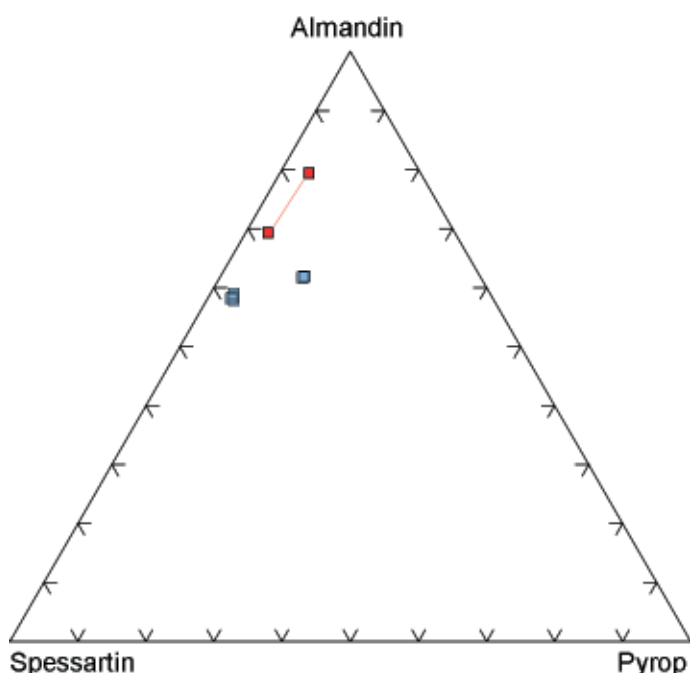


Obr. 33 Myrmekity vysoce ryzího zlata (do 0.53 hm. % Ag) s okrouhlými relikty maldonitu (M) (ryzí bismut vyloužen) ve srůstu s homogenním Ag-zlatem (do 15.1 hm. % Ag) (hranice mezi oběma částmi je vyznačena). Meziježerní potok, rozsyp. Nábrus, foto V. Šrein.

Tabulka 9 Chemické složení inkluzí maldonitu v myrmekitových srůstech zlata a bismutu, rozsyp Meziježerního potoka (v hm. %)

	1	2	3	4
Au	66.48	66.75	65.54	65.72
Ag	0.15	0.27	0.36	0.46
Bi	33.27	34.23	34.29	33.87
Te	0.10	0.13	0.17	0.18
S	0.13	0.18	0.22	0.13
Total	100.13	101.56	100.58	100.36
Au	2.013	1.986	1.964	1.980
Ag	0.008	0.015	0.020	0.025
Bi	0.950	0.960	0.968	0.962
Te	0.005	0.006	0.008	0.008
S	0.024	0.033	0.040	0.024
Total	3.000	3.000	3.000	3.000

Přepočet na bázi 3 apfu



příměsí ve zlatě obou typů je Cu (0.07 - 0.55 hm. %, 0.002 - 0.016 apfu).

V jednom případě byla v koncentrátu těžkých minerálů nalezena 0.3 mm velká zlatinka myrmekitové struktury, tvořena myrmekity vysoce ryzího zlata (do 0.53 hm. % Ag) s okrouhlými inkluzemi maldonitu ve srůstu s homogenním zlatem s obsahem do 15.10 hm. % Ag (obr. 33). Zlatinka tak odpovídá původnímu agregátu maldonitu a Ag-zlata. Z rozpadové struktury maldonitu (myrmekitové srůsty ryzího zlata a bismutu) se v supergenních podmínkách zvodněného rozsypu zachovalo pouze zlato s relikty maldonitu a ryzí bismut byl zcela vyloužen. Chemické složení maldonitu je uvedeno v tabulce 9. Analogické struktury zlata, bismutu a maldonitu byly popsány z primárního metamorfogenního Au-zrudnění na lokalitě Orlík u Humpolce (Litochleb et al. 2001). Z rozsypů v bavorské části moldanubika uvádějí myrmekitové struktury zlata a bismutu (+ maldonit) Lehrberger et al. (1990), Martinek, Lehrberger (1993, 1997), Lehrberger (1997) a Hartl et al. (1997). Primárním zdrojem je podle uvedených autorů stratiformní metamorfogenní zrudnění s geochemickou asociací Au+Bi+As. Podle Tootha et al. (2008) asociace maldonitu s ryzím bismutem reprezentuje eutektickou asociaci při teplotě 241°C v Au-Bi systému, kde symplektity představují dekompozici maldonitu na ryzí bismut a zlato.

Nejhojnějším doprovodným těžkým minerálem je **granát** ve formě drobných zaoblených krystalů růžové nebo růžovohnědé barvy s převahou almandinové složky. Hnědavé granáty bohatší spessartinovou složkou, zatímco v narůžovělých granátech je almandinová a spessartinová složka doplňována stabilním podílem pyropové a grosulárové složky. Chemické složení granátu (tab. 10) znázorňuje diagram na obrázku 34.

Obr. 34 Diagram chemického složení granátu z dvojslídneho granitu (viz tab. 10) (modré čtverečky). Meziježerní potok, rozsyp. Doplněno projekcí analýz zonálního granátu z dvojslídneho granitu (červené čtverečky) uvedeného Žáčkem a Sulovským (2005).

Tabulka 10 Chemické složení granátu z rozsypu Meziježerního potoka (v hm. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	36.52	36.92	36.98	36.48	36.53	36.61	36.82	36.47
TiO ₂	0.18	0.14	0.20	0.20	0.24	0.28	0.15	0.24
Al ₂ O ₃	20.70	20.94	20.71	20.38	20.35	20.49	20.69	20.80
FeO	27.15	27.17	27.13	24.94	24.66	25.08	24.61	24.87
MnO	11.31	11.22	11.35	15.68	15.70	16.14	16.02	16.09
MgO	2.97	3.00	2.93	0.81	0.85	0.83	0.84	0.84
CaO	0.86	0.84	0.87	0.29	0.32	0.27	0.35	0.26
Total	99.69	100.23	100.17	98.78	98.65	99.70	99.487	99.57
Si ^{IV}	5.941	5.960	5.978	6.040	6.049	6.017	6.043	5.994
Al ^{IV}	0.059	0.040	0.022	-	-	-	-	0.006
T site	6.000	6.000	6.000	6.040	6.049	6.017	6.043	6.000
Al ^{VI}	3.909	3.944	3.923	3.977	3.972	3.969	4.002	4.023
Ti ^{VI}	0.022	0.017	0.024	0.025	0.030	0.035	0.019	0.030
O site	3.931	3.961	3.947	4.002	4.002	4.003	4.021	4.052
Fe ⁺²	3.693	3.668	3.667	3.453	3.415	3.447	3.379	3.418
Mn ⁺²	1.558	1.534	1.554	2.199	2.202	2.247	2.227	2.240
Mg	0.720	0.722	0.706	0.200	0.210	0.203	0.206	0.206
Ca	0.150	0.145	0.151	0.051	0.057	0.048	0.062	0.046
A site	6.122	6.070	6.078	5.904	5.884	5.945	5.873	5.910
O	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
mg_GA	0.163	0.164	0.161	0.055	0.058	0.056	0.057	0.057
Fe+2+Mn	85.787	85.711	85.905	95.742	95.469	95.780	95.453	95.743
Mg_GA	11.765	11.895	11.616	3.387	3.566	3.421	3.500	3.483
Ca_GA	2.448	2.394	2.479	0.871	0.965	0.800	1.048	0.775
Al_GA	99.440	99.571	99.384	99.378	99.253	99.136	99.540	99.268
Ti_GA	0.560	0.429	0.616	0.622	0.747	0.864	0.460	0.732
Alm	60.224	60.350	60.218	58.372	57.895	57.818	57.442	57.697
Spes	25.409	25.241	25.515	37.169	37.332	37.684	37.860	37.806
Pyr	11.744	11.879	11.593	3.379	3.557	3.411	3.494	3.474
Gros	2.085	2.111	2.075	0.449	0.456	0.217	0.732	0.272
Ti-Gros	0.538	0.419	0.599	0.631	0.760	0.871	0.472	0.751
Fe tot	3.693	3.668	3.667	3.453	3.415	3.447	3.379	3.418
Alm+Spes	85.633	85.591	85.733	95.541	95.227	95.502	95.302	95.503

Přepočet na bázi 24 atomů O

Ke zdrojovým horninám granátu patří zejména pegmatitoidní partie (+ muskovit, turmalín) leukogranitů a leukogranity s turmalínem a vzácným granátem. Zonální almandiny (obr. 34) z dvojslídých granitů uvedené Žáčkem a Sulovským (2005) mezi těžkými minerály z rýžoviště zjištěny nebyly.

Turmalín je v těžkém podílu druhým nejčtenějším minerálem. Vyskytuje se ve formě tmavě hnědých, šedohnědých až černých nepravidelných zrn nebo fragmentů krystalů, místy s patrným pyramidálním zakončením. Černé krystaly skorylu dosahují velikosti až několika centimetrů. Podle chemického složení (tab. 11, obr. 35) náleží turmalín přechodnému členu - skoryl - dravitu, resp. hořečnatému X-vakantnímu skorylu. Ve valounovém podílu sedimentu se turmalín vyskytl v pegmatitoidních partiích žilných granitů, v samostatných pronicích pegmatitů (ze středně zrnitého granitu typu Vydry) a vzácně v aplitických horninách.

Mezi významné těžké minerály patří i **zirkon** se zvýšeným obsahem Hf, U a Th, způsobující zvýšenou radioaktivitu koncentráty. Krystaly zirkonu si zachovávají původní hranolovitý tvar, ale pyramidální zakon-

čení jsou již zaoblená. V některých fragmentech zirkonu lze pozorovat starší jádro suboválného tvaru, oddělené od okrajové zóny inkluzemi dalších minerálů.

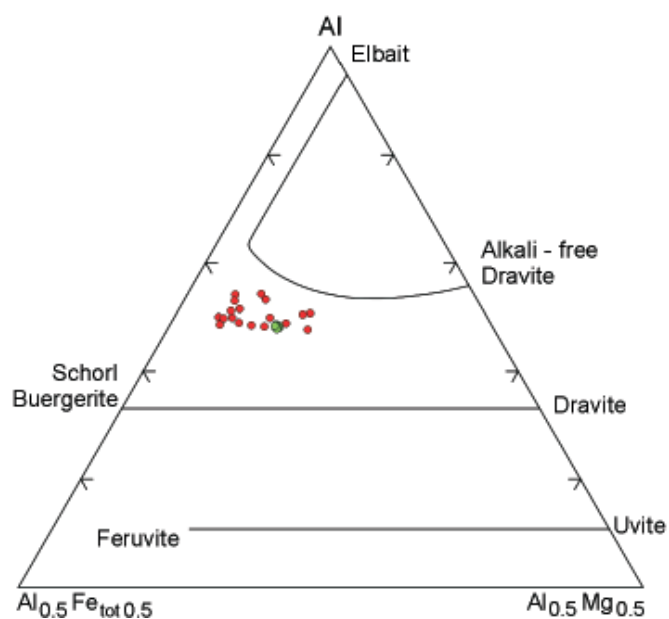
Z rudních minerálů jsou v těžkém podílu kromě zlat zastoupena tabulkovitá trna **ilmenitu** (tab. 5), **rutil** a limonizované fragmenty cínové lesklého **arsenopyritu**, který se vyskytl i ve formě drobných uzavřenin ve úlomcích křemene.

S antropogenní kontaminací rozsypu souvisí zjištěné drobné fragmenty železa (bez příměsí Ni a Co) a čistého zinku.

Mineralogickým výzkumem zlatonosných rozsypů ve vjv. okolí Horské Kvildy se zabývali Novák, Malec (1981), Malec et al. (1985) a Malec (1986). Předmětem výzkumu byly hrubozrnné štěrkopísky aluviálního rozsypu z písčiny cca 400 m s. od Vydřího mostu (sejnové pole) a recentní náplavy blízkého potoka nad rýžovištěm o cca 200 m severněji. Kamenitý podíl rozsypu představují částečně opracované úlomky biotitické parafy, granátické amfibolitu, granitoidů, pegmatitu, turmalinitu a křemene. V asociaci těžkých minerálů převládá rutil (40 obj. %) a monazit (20 obj. %) nad granátem, ilmenitem, turmalínem, vzácně je přítomen zirkon, wolframit a akcesoricky

Tabulka 11 Chemické složení turmalínu z rozsypu Meziježerního potoka (v hm. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	35.75	35.63	35.69	35.87	35.94	35.98	35.80	35.78
TiO ₂	0.52	0.60	0.45	0.49	0.38	0.35	0.43	0.54
B ₂ O ₃	9.79	9.79	9.78	9.80	9.81	9.81	9.81	9.80
Al ₂ O ₃	33.50	33.54	33.58	33.57	33.56	33.52	33.61	33.55
Fe ₂ O ₃	0.00	-	0.00	-	0.00	-	-	-
FeO	10.99	11.01	10.87	10.91	10.84	11.03	10.86	10.90
MnO	0.28	0.26	0.30	0.27	0.34	0.33	0.31	0.29
MgO	3.08	3.05	3.10	3.02	3.12	3.09	3.14	3.07
CaO	0.20	0.27	0.21	0.19	0.18	0.16	0.23	0.26
Na ₂ O	1.98	1.95	1.91	2.01	2.04	1.99	2.03	2.00
K ₂ O	0.13	0.14	0.11	0.09	0.10	0.12	0.14	0.12
H ₂ Oplus	3.61	3.61	3.61	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62
Total	99.84	99.86	99.61	99.84	99.93	100.01	99.98	99.93
Si ^{IV}	5.928	5.910	5.927	5.942	5.949	5.955	5.927	5.926
B ^{III}	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Al Z	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Al Y	0.547	0.557	0.572	0.555	0.547	0.538	0.558	0.549
Ti	0.065	0.075	0.056	0.061	0.047	0.044	0.054	0.067
Fe ⁺²	1.524	1.527	1.510	1.512	1.500	1.527	1.504	1.510
Mn	0.039	0.037	0.042	0.038	0.048	0.046	0.043	0.041
Mg	0.761	0.754	0.767	0.746	0.770	0.762	0.775	0.758
Y site	2.937	2.950	2.948	2.911	2.912	2.917	2.933	2.925
Ca	0.036	0.048	0.037	0.034	0.032	0.028	0.041	0.046
Na	0.637	0.627	0.615	0.646	0.655	0.639	0.652	0.642
K	0.028	0.030	0.023	0.019	0.021	0.025	0.030	0.025
X site	0.700	0.705	0.676	0.698	0.708	0.692	0.722	0.714
O	27.000	27.000	27.000	27.000	27.000	27.000	27.000	27.000
OH	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
mg_TU	0.333	0.331	0.337	0.330	0.339	0.333	0.340	0.334
Al _{TU}	6.547	6.557	6.572	6.555	6.547	6.538	6.558	6.549
Fe _{TU}	1.524	1.527	1.510	1.512	1.500	1.527	1.504	1.510



Obr. 35 Diagram chemického složení turmalínu (viz tab. 11) (zelená kolečka). Meziježerní potok, rozsyp. Doplněno projekcí analýz turmalínu (červená kolečka) podle Žáčka a Sulovského (2005).

scheelit. Zlato o velikosti zrn 0.X mm, místy srůstající s idiomorfními krystalky křemene, je slabě opracované nebo téměř neopracované, jen krátce transportované, tj. místní provenience. Podle chemického složení převažuje zlato s podílem 8.8 - 15.5 hm. % Ag, malá část zlatinek vykazuje vysokou ryzost (do 4.4 hm. % Ag). Přes určité rozdíly v kvalitativním a kvantitativním složení asociace těžkých minerálů je chemické složení zlata z rozsypů s. a v. od Horské Kvildy analogické. Jako primární, blíže neznámý zdroj výše uvedení autoři předpokládají metamorfogenní Au-zrudnění a křemenné žíly a Au (+Ag) mineralizaci.

Obdobně tři typy zlata (0.1 - 4.78, 16.51 a 26.00 hm. % Ag popisují z pleistocenních náplavů v Bavorském lese (Rachel foreland, j. od Modravy) Fehr et al. (1997). Zlata vysoké ryzosti obsahují příměs Cu do 0.79 hm. %. Také Hartl et al. (1997) vyčleňují v rozsypech Hornofalckého lesa tři typy zlata - převládající pod 0.5 hm. % Ag (zlato z myrmekitových struktur), do 12 hm. % Ag (22 obj. %) a nad 20 hm. % Ag (8 obj. %).

Závěr

Výsledky výzkumu prokázaly jako primární zdroj zlata pro aluviální rozsypy v okolí Horské Kvildy systém žilníků turmalinického žilného granitu a křemenných žil, pronikajících do komplexu migmatitizovaných biotit-sillimanitických pararul, vystupujících na povrch v prostoru kóty Břemeno mezi Zhůřím a Horskou Kvildou. Lze předpokládat, že zlato vysoké ryzosti v doprovodu maldonitu, Bi a Bi-Te minerálů a nízkého podílu arsenopyritu odpovídá starší mineralizační fázi (metamorfogenní), zatímco zlatonosné křemenné žíly s arsenopyritem a žilníky, vázané na tělesa žilného leukogranitu jsou produktem postmagmatické remobilizace. Pozoruhodným jevem je shlukování drobných částic zlata v „limonitové“ krustě původních arsenopyritových krystalů. Nápadný rozdíl mezi velikostí zrn zlata ve studovaných vzorcích primární mineralizace a v rozsypu ukazuje na možný nárůst velikosti zrn zlata v kyselém prostředí rozsypu v rašeliništi a jeho blízkosti, případně na snos hruběji granulovaného zlata z bohatších, dnes již denudovaných výchozových partií ložiska. Z geochemického hlediska může být díky intenzivní supergenní přeměně rudní mineralizace (zejména převažujícího arsenopyritu) závažné jakékoliv porušení půdního krytu ložiskového území vnějšími zásahy, kdy hrozí uvolnění zejména As, částečně Bi, Pb a Cu do okolního prostředí, ať již do povrchových vod, či méně do biologického prostředí.

Poděkování

Výzkum byl finančně podpořen v rámci projektu GA AV ČR (IAA3407401) a MK ČR (DE07P04OMG004 a MK00002327201). Autoři děkují za podporu a pomoc při analytických pracích Ing. A. Langrové, Z. Korbelové a R. Škodovi, a za změřením spektra skoroditu V. Machovičovi.

Literatura

- Babůrek J., Pertoldová J., Verner K., Jiříčka J. (2006): Průvodce geologií Šumavy. - Vyd. Správa NP a CHKO Šumava a Čes. geol. služba, Praha.
- Beneš K., Holubec J., Surňáková R., Zeman J. (1983): Geologická stavba šumavského moldanubika. - *Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. Věd*, 93-97.
- Fehr K.T., Hauner U., Webr A. (1997): Zür Mineralogie und Bergbau-geschichte der pleistozänen Goldseifen im Rachel - Vorland, Moldanubikum/Bayerischer Wald. - *Geol. Bavarica* **102**, 301-325.
- Fiala F. (1989): Tektonický vývoj moldanubika v kašperskohorském rudním obvodu. - *Acta Univ. Carol., Geol. (Praha)* **4**, 427-436.
- Filippi M., Goliáš V., Pertold Z. (2004): Arsenic in contaminated soils and anthropogenic deposits at the Mokrosko, Roudný, and Kašperské Hory gold deposits, Bohemian Massif (CZ). - *Environmental Geology* **45**, 5, 716-730.
- Fröhlich J. (1999): Kvilda na Šumavě ve středověku. - *Výběr - časopis pro historii a vlastivědu jižních Čech* **36**, 3, 171-175.
- Fröhlich J. (2006): Zlato na Prácheňsku. Kapitoly z dějin historie těžby a zpracování zlata. - Prácheňské nakladatelství Písek, 96 s.
- Hartl E., Wimmer G., Lehrberger G. (1997): Die Goldgewinnung aus eluvialen und alluvialen Goldvorkommen im Moldanubikum bei Haidmühle und Bischofsreut, Bayerischer Wald. - *Geol. Bavarica* **102**, 327-344.
- Horpeniak V. (1980): Hornické Kašperské Hory v době předhusitské. - In: Sbor. vlastivěd. prací o Šumavě k 650. výročí města Kašperské Hory, 75-97. Kašperské Hory.
- Kratochvíl J. (1960): Topografická mineralogie Čech III. - Nakl. ČSAV, Praha (hesla Kvilda a Kvilda Horská).
- Kubů F., Zavřel P. (1994): Terénní průzkum české části Zlaté stezky. - *Zlatá stezka, Sbor. Prachatického Muz.* **1**, 54-76.
- Kubů F., Zavřel P. (2004): Zhůřský systém pozůstatků Zlaté stezky. - *Zlatá stezka, Sbor. Prachatického Muz.* **11**, 59-85.
- Kubů F., Zavřel P. (2007): Horskokvildský systém pozůstatků Zlaté stezky. - *Zlatá stezka, Sbor. Prachatického Muz.* **14**, 59-84.
- Kučera S. (1984): Pozůstatky rýžování na zlato v nejvyšší části Šumavy. - *Sbor. Jihočes. Muz., Vědy přír.* **24**, 3, 103-106.
- Kudrnáč J. (1973): Dávná rýžoviště zlata u Horské Kvildy na Šumavě - *Archeol. Rozhl. (Praha)* **25**, 2, 218-221.
- Kudrnáč J. (1980): Svědectví archeologie o těžbě zlata v Čechách. - *Rozpr. Nár. techn. Muz. v Praze* **78**, Studie z dějin hornictví **12**, 7-24.
- Kudrnáč J. (1982): Rýžování zlata v Čechách. - *Pam. Archeol.* **73**, 455-485.
- Kudrnáč J. (1991): Středověká těžba zlata v horských pásmech Šumavy. - *Výběr - časopis pro historii a vlastivědu jižních Čech* **28**, 301-309.
- Kudrnáč J. (1993): Zlatá stezka ve vztahu k těžbě drahého kovu v jižních Čechách. - *Archeologické výzkumy v jižních Čechách* **8**, 53-63.
- Lehrberger G. (1997): Geochemische Untersuchungen an der Goldvererzung bei Oberviechtach - Unterlangau im Moldanubikum des Oberpfälzer Waldes. - *Geol. Bavarica* **102**, 200-227.
- Lehrberger G., Preinfalk C., Morteani G., Lahusen L. (1990): Stratiforme Au - As - Bi - Vererzung in Cordierit - Sillimanit - Gneisen des Moldanubikums bei Oberviechtach - Unterlangau, Oberpfälzer Wald (NE Bayern). - *Geol. Bavarica* **95**, 133-176.
- Litochleb J., Malec J., Táborský Z., Šreinová B. (2001): Chemické složení a fyzikální vlastnosti maldonitu a doprovodných minerálů zlata a bismutu z Orlíku u Humpolce. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **9**, 213-224.
- Malec J. (1986): Zlato a doprovodné minerály z okolí Kašperských Hor. Dílčí zpráva. Mineralogický výzkum postmagmatických ložisek zlata Českého masivu. - MS, ÚNS Kutná Hora, Geofond Praha.
- Malec J., Novák F., Blüml A., Litochleb J. (1985): Mineralogický výzkum postmagmatických ložisek zlata Českého masivu. Etap. zpráva. - MS, ÚNS Kutná Hora, Geofond Praha.
- Martinek K.-P., Lehrberger G. (1993): Morphologie und chemische Zusammensetzung von Seifengold aus dem Falkensteinmassiv bei Zwiesel (Bayerischer Wald). - *Eur. J. Mineral.* **5**, 229.
- Martinek K.-P., Lehrberger G. (1997): Goldvererzungen im Moldanubikum des Falkensteinmassivs zwischen Zwiesel und Bayerischen Eisenstein, Bayerischer Wald. - *Geol. Bavarica* **102**, 269-300.
- Morávek P. et al. (1992): Zlato v Českém masivu. - Vyd. Čes. geol. úst., Praha, 248 s.
- Novák F., Malec J. (1981): Zlato a doprovodné minerály z platformních útvarů Českého masivu. - *Nerost. Sur., Inf. Zprav.* **13**, 5-6, 74-114. Kutná Hora.

- Novotný P., Zimák J. (2008): Mineralizace alpského typu se sulfidy, W-rutilem a pevným uhlovodíkem z Olověné štolý ve zlatohorském rudním revíru. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **16/1**, 68-71.
- Pelíšek J. (1979): Staré rýžování zlata v horské oblasti Šumavy. - *Geol. Průzk.* **21**, 1, 14.
- Sedláček A. (1897): Hradý, zámky a tvrze Království Českého XI, Prácheňsko. - Praha, s. 131.
- Scharm B., Scharmová M. (1995): Minerály crandallitové skupiny. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **3**, 172-177.
- Scharm B., Scharmová M., Kundrát M. (1994): Crandallite group minerals in the uranium ore district of Northern Bohemia (Czech Republic). - *Věst. Čes. geol. Úst.* **69**, 1, 79-85.
- Schreiber H. (1930): Der Gold- und Silberreichtum des Böhmerwaldes. - In: Festschrift zur Zechshundertjahrfeier der königl. Freien Goldbergstadt Bergreichenstein im Böhmerwalde, 52-59. Bergreichenstein.
- Suchý J. (1994): Aplikace metody biogeochemické prospekce zlata na lokalitách Kašperské Hory a Dolejší Těšov. - MS, dipl. práce, PřF UK, Praha.
- Tooth B., Brugger J., Ciobanu C., Liu W. (2008): Modeling of gold scavenging by bismuth melts coexisting with hydrothermal fluids. - *Geology* **36**, 10, 815-818.
- Žáček V. (2005): Geologická mapa České republiky 1 : 25 000, list 22-334 Kvilda. - MS, Čes. geol. služba, Praha.
- Žáček V., Babůrek J. (2007): Radioaktivita a facie vyderského a prášilského granitového plutonu na Šumavě. - In: Sbor. abstr. a Exkurzní průvodce 3. sjezdu Čes. geol. společ., Volary (K. Breiter ed.), 89-90.
- Žáček V., Sulovský P. (2005): The dyke swarm of fractionated tourmaline-bearing leucogranite and its link to the Vydra Pluton (Moldanubian Batholith). - *J. Czech Geol. Soc.* **50**, 3-4, 107-118.