

## PRIMÁRNÍ ZLATONOSNÁ MINERALIZACE V OKOLÍ HOR U PŘEDÍNA, ZÁPADNÍ MORAVA

PRIMARY GOLD MINERALIZATION FROM HORY NEAR PŘEDÍN, WESTERN MORAVIA

TEREZA POTOČKOVÁ, ZDENĚK DOLNÍČEK, STANISLAV HOUZAR,  
PAVEL ŠKRDLA & MILAN VOKÁČ

### Abstract

Potočková, T., Dolníček, Z., Houzar, S., Škrdla, P., Vokáč, M. 2010: Primární zlatonosná mineralizace v okolí Hor u Předína, západní Morava. – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 1, 95, 83-104.

### *Primary gold mineralization from Hory near Předín, western Moravia*

In the Předín ore district, gold was exploited between 13<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> century. Gold-bearing quartz veins penetrate Moldanubian sillimanite-biotite gneisses and quartzites at three sites near Hory village (localities “Štůlně”, “Malý Štítek” and “Zákopy”). The Předín district is characterized by simple mineral assemblages in quartz veins. Fine-grained, ochre-coloured quartz or rarely limonitized white quartz are the typical gold-bearing ores (Štůlně, Malý Štítek). At Zákopy, the gold-bearing white translucent quartz forms tiny veinlets in the quartzite. Besides gold, the only commonly occurring ore mineral is pyrite. Rare primary accessory phases include acanthite, galena, chalcopyrite and unidentified Ni, As, S-bearing phase. Limonite, barite and goethite are supergene minerals. Gold typically fills infrequent small vugs in quartz. It commonly contains 17-34 wt. % Ag which is the only element present in elevated amount. Sporadically, isometric inclusions or tiny veinlets of gold significantly depleted in silver (1.5-4.2 wt. % Ag) were observed. Fluid inclusions were studied in quartz gangues. Only aqueous fluid inclusions were identified, the fluid system is H<sub>2</sub>O-MgCl<sub>2</sub>-NaCl with bulk salinity between 2.4 and 9.9 wt. % NaCl eq. The temperatures of homogenization range between 129 and 259 °C for primary inclusions. Both the relatively low homogenization temperatures and apparent absence of volatiles in fluid inclusions are distinctly different from the other gold-bearing mineralizations in Moldanubicum. The origin of gold-bearing fluids is probably related to the late-magmatic and/or late-metamorphic fluids, however, the available data do not allow definite conclusion.

*Key words:* Moldanubicum, gold, electrum, microprobe analyses, quartz vein, fluid inclusions, Czech Republic.

Tereza Potočková, Zdeněk Dolníček, Department of Geology, Palacký University, Trída 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc; e-mail: Tereza.Potockova@seznam.cz; dolnicek@prfnw.upol.cz

Stanislav Houzar, Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno; e-mail: shouzar@mzm.cz

Pavel Škrdla, Lipová 36, 674 01 Třebíč; e-mail: japs@atlas.cz

Milan Vokáč, Muzeum Vysočiny, Masarykovo nám. 55, 586 01 Jihlava; e-mail: vokac@muzeum.ji.cz

### Úvod

Nejvýznamnějším zlatonosným revírem na Moravě je okolí Hor u Předína na západní Moravě (WOLFSKRON 1889, POŠEPNÝ 1895, KOUTEK 1924, VESELÝ *et al.* 1988). Primár-

ní výskyty zlata jsou tam vázány na křemenné žíly, které pronikají sillimanit-biotitickými rulami a kvarcitu moldanubika v prostoru mezi Opatovem, Předínem a Želetavou. Zlato je rovněž častou součástí aluviálních sedimentů, z nichž bylo získáváno na počátku 13. století, ve stejné době bylo také dolováno i na primárních výskytech. Druhá etapa těžby je spojená se vznikem obce Hory u Předína v polovině 16. století. Archeologicky dokládají těžbu rud ve 13.–16. století hornické nástroje a keramika nalezená v místě těžebních i sídelních areálů. Ve zlatorudném mlýně (Opatov-Zlatomlýn) byly objeveny i zlomky mlýnských kamenů, keramika, kousky rudy a odpad z úpravárenského zařízení (VOKÁČ *et al.* 2008).

Teprve v poslední třetině 20. století byl předínský zlatonosný revír předmětem ložiskového geologického průzkumu, jehož závěry jsou shrnuty v dílčí závěrečné zprávě (VESELÝ *et al.* 1988) a stručně prezentovány v publikaci MORÁVKA *et al.* (1992). V nedávné době byly publikovány výsledky mineralogického studia zlata v sedimentech tamních vodních toků (HOUZAR *et al.* 2007) a podána komplexní charakteristika zlatonosné oblasti převážně z pohledu archeologie, historie, ale i geologie (VOKÁČ *et al.* 2008).

Mineralogie primárního zlatonosného zrudnění zůstává poněkud v pozadí všech dosavadních výzkumů především proto, že chyběl vhodný studijní materiál. Teprve po jeho nových nálezech mohla být této otázce věnována pozornost. Výsledky studia uvádíme v předkládané práci, aby poznatky o předínském zlatonosném revíru byly co nejpůlnější.

### Stručný přehled historie a výzkumů předínského zlatonosného revíru

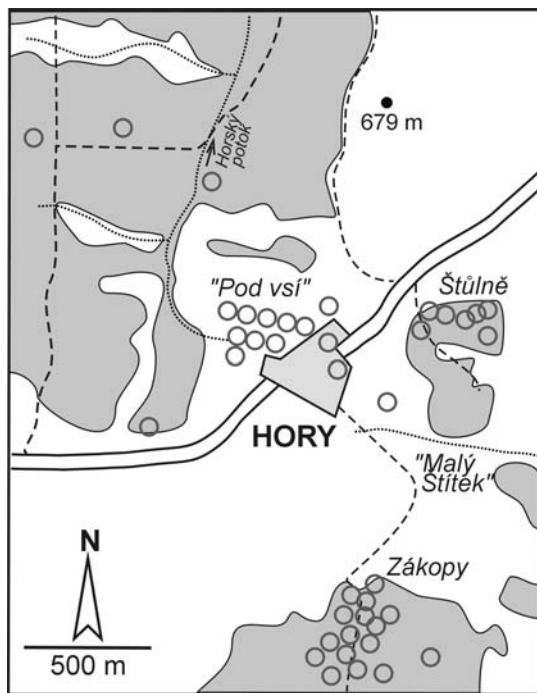
K založení zdejších zlatých dolů vedl prý zlatý kvítek, který našel poutník jdoucí z Telče do Třebíče (ŠILHAVÝ 1895). Vedle živé hornické tradice a terénních pozůstatků po dolování se studované oblasti týkají jen nemnohé písemné historické prameny. V poslední době byly zjištěny také archeologické nálezy, které kladou počátek dolování do první třetiny 13. století, do doby kolonizace této části Českomoravské vrchoviny (MĚŘÍNSKÝ a ZUMPFE 2001, VOKÁČ *et al.* 2008).

Prvním písemným dokladem o osídlení okolí dnešních Hor je listina z roku 1257 zmiňující osady Velký a Malý Štítek („Schytech maior et minor“), o dolování se ale v ní nehovoří. Jde však o stejná místa, někdy uváděná jako „Štítky“, kterých se týká listina z 6. června 1345, kterou markrabě moravský, pozdější král a císař Karel IV., dává právo jemnickým měšťanům na zlaté doly („*aurifodinis de novo circa villam dictam Schicken*“). Ze stejné doby pochází konfirmační listina zemského hejtmana Viléma z Landštejna, v níž je uveden i název Gezycky – „Ježičky“ přejímaný občas i do moderních publikací, avšak po topografické stránce zcela nejasný. MĚŘÍNSKÝ (1984) však upozornil na otevřenou otázku pravosti této konfirmace. Už 22. srpna 1345 jsou doly u „Štítku“ opět zmíněny v listině týkající se uplatnění jihlavského horního práva ve čtyřmílovém pásmu od Jihlavy a pak ještě v roce 1368 („prodej Štítku s dolem“). Předínského revíru, pravděpodobně Štítku, se týká rovněž údaj o již opuštěném dolu „Zum Prediger“ z r. 1410. Na obnovení dolování v 16. století ukazuje vedle názvu obce „Goldberg“ v r. 1568 (VOKÁČ *et al.* 2009) také zmínka o použití 1,1 kg zlata „z hor zlatých, Štíteckých“ k pozlacení stříbrného renesančního křesla Zachariáše z Hradce, zhotoveného v Brně v r. 1577 (HRDLÍČKA 2001). O topografickém situování osad Malý a Velký Štítek se vedla dlouhou dobu diskuse. Jedna z nich (Malý Štítek?) ležela na v. okraji dnešních Hor – „Goldberg“ (r. 1568), „zlaté hory Štítecké“ (r. 1577), „Wes Hory Sstítky“ (r. 1580), další pak, s malým hrádkem (Velký Štítek), u dolů na zlato zvaných „U jam“ blíže Želetavy (srov. MĚŘÍNSKÝ 1984, VOKÁČ *et al.* 2008, 2009).

Podrobnou charakteristiku dolování u Hor poprvé podal vynikající znalec rudních ložisek POŠEPNÝ (1895). Pozůstatky po něm našel hlavně na SZ od obce i mezi domky, v lese v. od silnice do Předína („Štůlně“) a také na ploše asi 200×100 m na J od Hor v mís-

tě zvaném „Zákopy“ (dnes Zákopy), s malými pinkami a většími haldami od šachet. KOUTEK (1924) reagoval svou publikací na propad staré šachty v Horách na konci roku 1922, který byl spojen s primitivními kutacími pokusy. U Hor potvrdil existenci 3 pruhů obvalů směru VJV–ZSZ, z nichž severní je nejvýraznější (při kraji lesa „Štůlně“ blízko silnice u Předína), naopak nejjihnější je sotva patrný. V materiálu odvalů zjistil ruly, turmalinický pegmatit a žilný křemen, rudy však nenalezl. Jako jediný uvádí v mapce dobývky východně od obce při jižním okraji lesa „Štůlně“ u Hor (*pozn. M. V. – jde o zaniklou osadu Malý Štůlněk*). Situace pozůstatků po dolování zlata u Hor je zřejmá z mapky KOUTKA (1937).

Novější a nejvýznamnější údaje o topografii, geologii a ložiskových poměrech zlato-  
nosné oblasti v okolí Hor jsou obsaženy v nepublikované zprávě VESELÉHO *et al.* (1988),  
které byly zčásti revidovány a podstatně doplněny ve výše zmíněné publikaci VOKÁČE *et al.* (2008). Topografická situace pozůstatků po dolování zlata na primárních výskytech je uvedena na obr. 1.



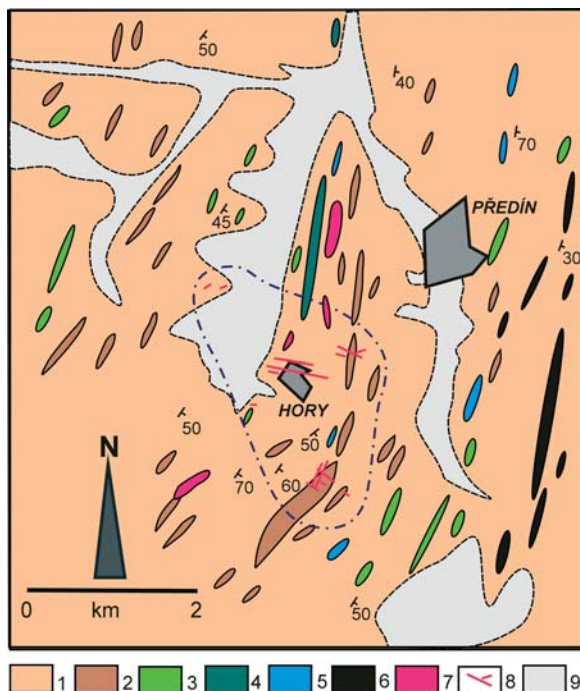
Obr. 1. Topografická situace pozůstatků po dolování u Hor (včetně zaniklých jam).

Fig. 1. The topographic situation of the mining remnants in Hory (including destroyed pits).

### Geologická situace

Studovaná oblast náleží k pestré jednotce moldanubika, a to k subjednotce označené VESELOU *et al.* (1988) jako brtnická. Základními horninami celé oblasti jsou sillimanit-biotitické a biotitické plagioklasové pararuly, v různém stupni migmatitizované a s hojnými vložkami světlých kvarcitů, méně i diopsidických rul a metabazitů. Foliace a protažení vložek hornin má směr S–J až SV–JZ, úklon k V a JV (VESELÝ *et al.* 1988).

Nejbližší okolí Hor charakterizují drobnozrnné biotitické pararuly až migmatity s velmi hojnými vložkami světlých kvarcitů (obr. 2).



Obr. 2. Geologická mapa okolí Hor (upraveno podle VESELÉHO *et al.* 1988).

1 - biotitická rula a cordieritický migmatit (východně); 2 - kvarcit; 3 - amfibolit; 4 - amfibolický eklogit; 5 - diopsidová rula; 6 - grafitický kvarcit; 7 - turmalinický granit a ortorula; 8 - zlatonosné žíly; 9 - kvartérní sedimenty. Čerchovaně = oblast těžby zlata.

Fig. 2. Geological map of the Hory area (modified after VESELÝ *et al.* 1988).

1 - biotite paragneiss and cordierite migmatite (on the east); 2 - quartzite; 3 - amphibolite; 4 - amphibolic eclogite; 5 - calc-silicate gneiss; 6 - graphite quartzite; 7 - tourmaline granite and orthogneiss; 8 - gold-bearing veins; 9 - Quaternary sediments. Dot-and-dashed line = gold mining area.

Jejich vložky o mocnosti jen několik metrů (max. několik desítek metrů) jsou sdruženy do několika samostatných sekvencí o mocnosti až stovek metrů a délce i několik km. V nejmocnější z těchto sekvencí je v křemenných žilách přítomno primární zlatonosné zrudnění. Tyto žíly mají nejčastěji směr VJV-ZSZ, méně i JV-SZ, ojediněle ZJZ-VSV a příkrý až téměř kolmý úklon. Severně od Hor probíhá výrazná tektonická zóna s výskytem bazických až ultrabazických hornin, táhnoucí se od Brtnice k Jemnici. Kromě ojedinělých menších těles serpentinizovaných peridotitů (s ortopyroxeny) v ní převládají zejména granátické amfibolity, vzniklé retrogradní metamorfózou eklogitů a ojediněle i granát-pyroxenické eklogity. Amfibolity, eklogity, ojediněle i serpentinity jsou v této zóně rovněž prostorově sdruženy s výskyty žilných peraluminických turmalinických a biotit-muskovitických usměrněných (meta)granitů až plástevnatých turmalin-muskovitických pegmatoidních ortorul. V kvarcitové sekvenci se lokálně hojněji nacházejí menší, jen několik dm (ojediněle m) mocné polohy diopsidických rul, vzácněji i amfibolity.

Na východě zasahuje do studované oblasti od severu pokračování brtnické tektonické zóny, která zahrnuje hydrotermálně alterované a chloritizované mylonitizované pararyly. Lokálně obsahují vtroušený pyrit a vyznačují se anomálními koncentracemi Zn, Pb a Ba, např. u Opatova – Vlčích jam. Kvartérní sedimenty zastupují převážně pleistocenní až holocenní kamenito-hlinitá eluvia a deluvia, v blízkém okolí vodních toků písčité štěrky a jíly, lokálně rašeliny (VESELÁ *et al.* 1988, PERTOLDOVÁ 1988, VOKÁČ *et al.* 2008).

#### Studované lokality

##### Hory – „Zákopy“ (k. ú. Předín a Želetava)

Lokalita „Zákopy“ leží 0,6–1 km jižně od Hor na severním okraji většího lesního komplexu. Do literatury ji v souvislosti s dolováním uvedl poprvé POŠEPNÝ (1895), později ji zmínil a na mapce vyobrazil KOUTEK (1937). Teprve ložiskový průzkum Geoindustrie Jihlava v 2. pol. 20. století zde nesporně doložil těžbu zlata. Na několika místech byl z haldového materiálu získán různý počet nepatrných ostrohranných zlatinek (VESELÝ *et al.* 1988). Lokalita se tu nalézá na nejvyšším bodě okolní krajiny, na plochém vrcholu rozvodního hřebtu mezi Želetavkou, Moravskou Dyjí a Brtničkou (Brtnicí) v nadmořské výšce 680–686 m. Zde je přibližně oválná plocha o rozměrech 350×100 m, která je doslova posetá různými typy dobyvek. Kolekce železek, hojně nálezy zlatinek a početné jámy s odvaly dokazují rozsáhlou hornickou činnost spojenou s dolováním zlata v křemenných žilkách protínajících kvarcity. Na lokalitě probíhala nejintenzivnější těžba zlata zřejmě ve 13.–14. století a bude souviset s osídlením zaniklé středověké vsi Malý Štítek vzdálené odtud asi 500 m na S (VOKÁČ *et al.* 2008).

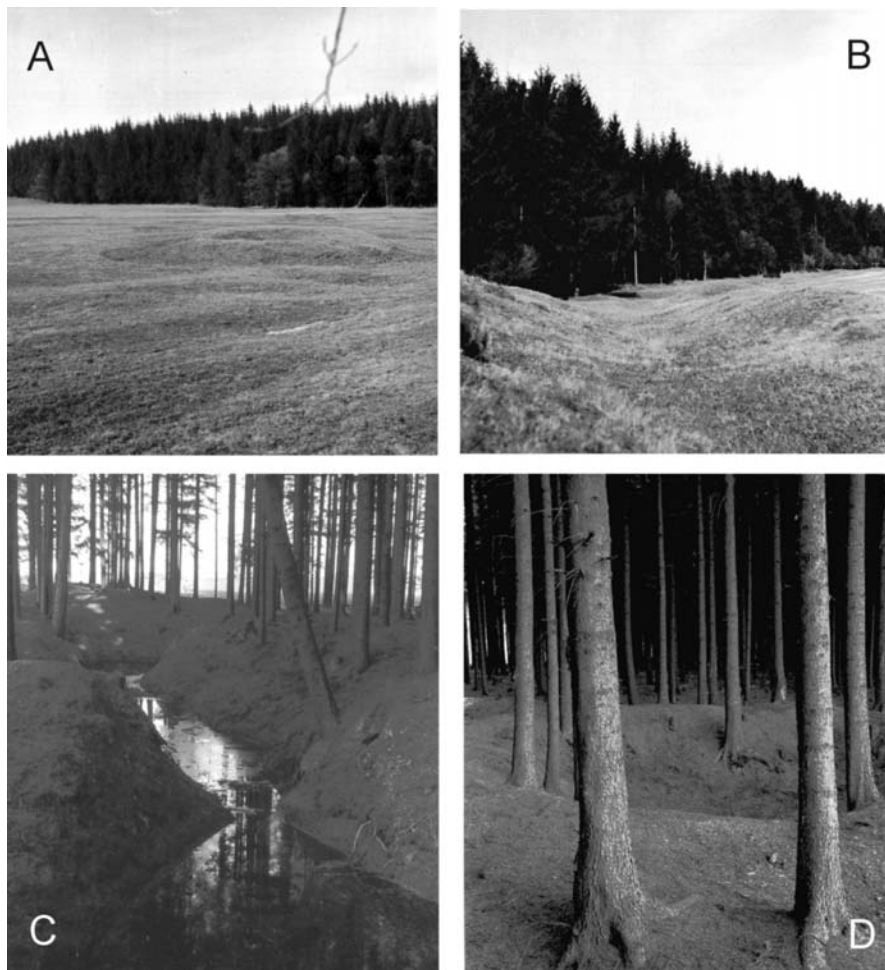


Obr. 3. Obvaly po těžbě zlata na lokalitě Hory – Zákopy (foto T. Potočková, 2009).

Fig. 3. Dumps after gold mining, site Hory – Zákopy (photo T. Potočková, 2009).

### Hory - „Malý Štítek“ (k. ú. Předín a Želetava)

Asi 350 m VJV od okraje Hor jsou dnes již téměř nezatelné zbytky po poměrně rozsáhlém dolování. Místo leží na severním okraji zaniklé středověké osady Malý Štítek na plošině klesající mírně k jihu. Na poli při JZ okraji lesa „Štůlně“ se nachází velké množství různých typů křemene, pocházejících ze složitého žilného systému vyvinutého ve směru zhruba V-Z. Někdy v šedesátých letech 20. století se zde podle informace p. ZADRAŽILA, p. TYMY (Předín, sdělení r. 2005) a p. MUSILA (Želetava, sdělení r. 2006) při zemědělských pracích propadla šachta nebo štola. Vzniklý trychtýř měl průměr asi 10 m a hloubku okolo 3 m. Na tomto místě je dodnes patrná mělká kruhová prohlubeň a v aplanovaném odvalu tu byla zjištěna ojedinělá hornická želízka a úlomky zlatonosného křemene. Na výše uvedené lokalitě probíhala s největší pravděpodobností těžba zlata z křemenných žil v období 13.-14. století (VOKÁČ *et al.* 2008).



Obr. 4. Obvaly po těžbě zlata u Hor, stav v roce 1964 (foto J. Štáva). A, B - zaniklé jámy západně od vsi, C, D - Hory - Štůlně.

Fig. 4. Dumps after gold mining in Hory, situation in 1964 (photo J. Štáva). A, B - pits west from Hory (now destroyed); C, D - Hory - Štůlně.

## Hory - „Štůlně“ (k. ú. Předín)

Jde o dlouho známou lokalitu ležící v Předínském lesíku zvaném hornickým názvem „Štůlně“ (též „Ve štulni“) 200 m vpravo od silnice vedoucí z Hor do Předína. Místo leží pod východním okrajem plochého hřbetu rozvodí Horského potoka a Brtničky na mírném svahu, který klesá k Předínu. Lokalitu nezávisle na sobě popisují ŠILHAVÝ (1895) a POŠEPNÝ (1895), později i VESELÝ *et al.* (1988); poslední autoři tam doložili v průzkumné rýze i viditelné zlato v křemenu. Povrchové reliktů těžby zůstaly díky zalesnění dobře zachovány. Pouze koncem 20. století došlo k zániku části pozůstatků po dolování v SZ rohu lesa (příkopovitý útvar). Důlní pole tvořilo přibližně 13 velkých pinek s obvaly a příkop v západní části lokality. Příkop ukazuje na kompletní vyrubání bohaté partie rudní žíly. Nejnižší položená pinka, ležící na sv. okraji dobývek nejbliže k vodojemu, byla nejspíše ústím úpadní (?) štoly. Seřazení obvalů ukazuje, že starci sledovali zrudněné křemenné žíly směru VJV-ZSZ a ZJZ-VSV. Lokalita „Štůlně“ poskytla doklady o těžbě zlata z typických křemenných žil, ke které docházelo někdy v období 13.-15. století. Nejbližší středověké osídlení představuje Malý Štítek vzdálený pouze 350 m.

### Metodika

Pro detailnější studium byly použity vzorky z vlastních sběrů autorů. Výbrusy, leštěné výbrusy a zalévané preparáty pro mikroskopické vyhodnocení a mikrosondu byly zhotoveny (T. P. a Z. D.) v preparátorské laboratoři Katedry geologie PříF UP v Olomouci.

Chemické složení zlatonosného křemene bylo stanoveno v laboratořích ACME, Vancouver, Kanada. Vzorky o hmotnosti řádově desítek gramů byly rozemlety na analytickou jemnost v mlýnku z legované (Cr-Ni) oceli. Navážka pro analýzu těžkých kovů (Ag, As, Au, Bi, Cd, Co, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se a Zn) o hmotnosti 0,5 g byla vyloužena v horké (95 °C) lučavce královské a vlastní analýzy byly provedeny metodou ICP-ES. Ostatní stanovené prvky včetně prvků vzácných zemin (REE) byly analyzovány metodou ICP-MS po rozkladu zvláštní navážky (0,1 g) tavením s LiBO<sub>2</sub> a následným vyloužením spečence ve zředěné (5 %) HNO<sub>3</sub>. Reprodukovatelnost výsledků analýz je lepší než 5-10 %.

Chemické analýzy minerálů byly provedeny na elektronové mikrosondě Cameca SX 100 na společném pracovišti elektronové mikroskopie a mikroanalýzy PříF MU a ČGS v Brně (operátoři P. GADAS a R. ŠKODA). Pro silikáty, sulfáty a fosfáty bylo použito urychlovací napětí 15 kV, proud 20 nA a průměr elektronového svazku 1 μm (zirkon, baryt, xenotim, monazit), resp. 4 μm (slídy). Pro zlato a pyrit bylo použito urychlovací napětí 25 kV, proud 20 nA a průměr elektronového svazku 1 μm. Jako standardy byly použity syntetické fáze a dobře definované minerály. Načtené hodnoty byly přepočítány na hm. % použitím automatické PAP korekce (POUCHOU a PICHOR 1985).

Fluidní inkluze (dále též FI) byly studovány metodou optické mikrotermometrie ve standardních oboustranně leštěných destičkách, lepených za studena vteřinovým lepidlem. Rozlišení primárních (P), primárně-sekundárních (PS) a sekundárních (S) inkluzí bylo provedeno na základě kritérií uvedených např. v práci SHEPHERDA *et al.* (1985). V inkluzích byla konstatována přítomnost kapalné fáze (L - liquid), někdy i plynné fáze (V - vapour). Teplotní parametry inkluzí byly změřeny na Katedře geologie PříF UP v Olomouci v termokomoře Linkam THMSG 600. Měřeny byly: teplota homogenizace (Th), teplota zamrznutí inkluze (Tf), teplota eutektika (Te) a teploty tání posledního ledu (Tm ice). Komora byla kalibrována měřením anorganických standardů a fluidních inkluzí se známými teplotami fázových přechodů. Přesnost měření teploty je ± 0,1 °C v teplotním intervalu -56,6 až 0 °C, resp. ±1 °C pro teplotu 374,1 °C.

**a) charakteristika žil a okolních hornin**

Zlato je vázáno na křemenné žily v biotitických rulách a v kvarcitech. Často jde spíše o několik dm až m mocné žilníky, obsahující četné žilky křemene jen mm–cm mocnosti, pronikajících nazelenalými sericitizovanými, chloritizovanými, pyritizovanými a sekundárně limonitizovanými rulami (KOUTEK 1924, 1937; ČERNÝ 1983; VESELÝ *et al.* 1988).

Typický **zlatonosný křemen** z lokality **Hory – Štůlně** a **Malý Štítek** je jemnozrný až ce-listvý, převážně okrově zbarvený, ojediněle i limonitizovaný bílý křemen. Jen vzácně obsahuje mladší bílé žilky s nepatrnými drúzami křemene-křišťálu. Vyznačuje se na povrchu mastným leskem (srov. WOLFSKRON 1889) a vedle vzácného zlata místy obsahuje čerstvý i limonitizovaný pyrit, ojediněle lupínky muskovitu a mikroskopický sericitizovaný K-živec, rutil, zirkon, monazit, chalkopyrit a baryt. Tento křemen je někdy součástí žil bílého až hnědého jemnozrného žilného křemene, dosahujících mocnosti až okolo 0,5 m, s častým pyritem, uzavřeními alterovaných rul (někdy vylouženými), s muskovitem, žilkami a drobnými drúzami křišťálu. Nositelem zlata na lokalitě **Zákopy** jsou jen několik mm mocné žilky bílého průsvitného křemene. Kromě drobných dutinek s křemenem-křišťálem, muskovitem při okrajích (kontakt s alterovanými rulami anebo kvarcity) a povlaků Fe-oxidů jsme v nich nezjistili jiné minerály. Ke studiu byly k dispozici pouze kousky přepálené žiloviny.

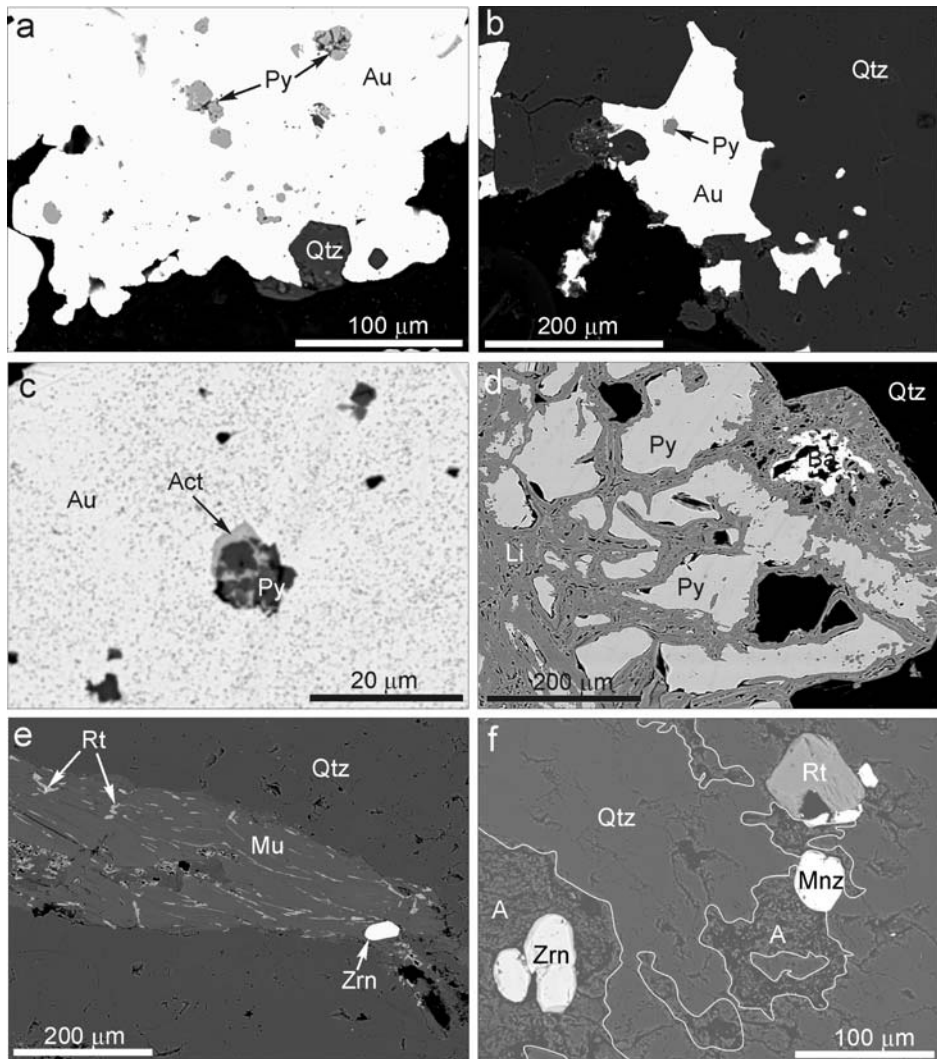
Ve výbrusu žilný křemen zháší jednotně na rozdíl od křemene okolní horniny, jenž vykazuje undulózni zhášení a místy je postižen i granulací. Ojedinělé bílé žilky vyskytující se v okrově zbarveném žilném křemeni ze Štůlní jsou tvořeny prizmatickými zrny křemene (individua o velikosti řádově 0,X mm). Samotný žilný křemen z této lokality je jemnozrný, složený z domén, v nichž velikost izometrických zrn křemene kolísá v řádu 0,0X–0,X mm. Na Zákopech je okraj symetrických žilek tvořen protáhlými prizmatickými (palisádovitě uspořádanými) zrny křemene o velikosti řádově 0,X–1,4 mm, střed tvoří jemnozrný křemen (~ 0,0X–0,X mm), v němž jsou rovněž nepravidelně rozmístěná jednostranně protažená větší (až 1 mm dlouhá) zrna křemene.

**b) Charakteristika zlata**

Primární zlato je světle žluté barvy. Je nezonální a značně porézní. Jako mladší fáze vyplňuje dutinky v křemeni, o čemž svědčí automorfni omezení křemene vůči zlatu (obr. 5a, b). Ojediněle tvoří v dutinkách keříčkovité agregáty, jen výjimečně s náznaky krystalového omezení (111). Místy je křemen zlatem zatlačován. Průměrná velikost zlata na Zákopech je 0,5 mm, výjimečně až 1,5 mm. Na lokalitě Štůlně je průměrná velikost zlata nižší (okolo 0,2 mm). Velmi vzácně se nachází i zlato o velikosti větší než 2 mm. Zlato obsahuje vzácně inkluze pyritu (ojediněle obrůstaného akantitem – Zákopy; obr. 5c), místy i nepravidelně zaoblené uzavření zlata s vyšší ryzostí (Štůlně) nebo žilky čistého zlata (Malý Štítek), výjimečně jsou inkluze NiAsS velikosti 2–3  $\mu\text{m}$  (Malý Štítek).

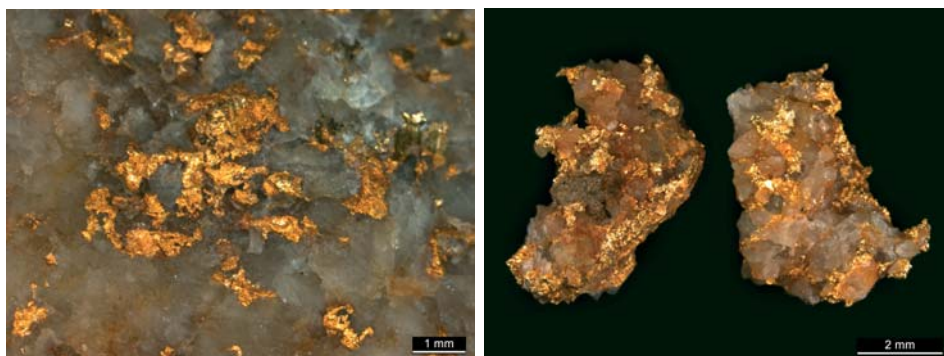
Chemické složení primárního zlata z této oblasti nebylo doposud dostatečně zkoumáno. Ve zlatinkách, získaných z rozdrčené žiloviny z lokality **Hory – Zákopy** bylo podle MALCE (1988) vedle zlata přítomno jen Ag v množství od 12,4–24,5 hm. %, zatímco Hg, Cu, Pd a Sb je pod mezí detekce. VESELÝ *et al.* (1988) uvádějí ojediněle obsah 33,6 hm. % Ag, VESELÝ (1992) 23,6 hm. % Ag. PERTOLDOVÁ (1988) analyzovala zlatinku s limonitem v křemeni z **Hor – Štůlní** s výsledkem: Au 75,47–76,32; Ag 23,25–23,88; Si 0,17–0,59; Fe 0,05–0,13 (vše v hm. %). Další analyzovaná zlatinka velikosti 0,5 mm v křemeni ze Štůlní (HOUZAR *et al.* 2007) je homogenní, s obsahem Ag v rozmezí 29,5–30,4 hm. % (jde tedy o elektrum s nepatrnou převahou Au 56–57 at. %) a obsahuje ojedinělé mladší žilky čistého zlata. Překvapením byl relativně vysoký obsah Hg (1,8–1,9 hm. %), pro zlato z křemenných žil v moldanubiku neobvyklý (MORÁVEK *et al.* 1992). Obsahy Ag z výše uvedených analýz jsou pro porovnání zahrnuty v obr. 7.





Obr. 5. Minerální asociace křemenných žil z Hor u Předína. BSE fotografie (P. Gadas a R. Škoda). a - zlato s inkluzemi pyritu nepravidelného tvaru (Zákopy). b - zlato s inkluzí pyritu v dutince křemene (Štůlně). c - jemně porézní zlato s inkluzí pyritu, který je obrůstán a pronikán akantitem (Zákopy). d - zčásti limonitizovaný pyrit se supergenním barytem (Malý Štítek). e - jemně šupinkovitý agregát muskovitu (útržek okolní horniny?) se zirkonem a jehlicovitým rutilem v křemenu (Malý Štítek). f - úlomky alterované horniny (A) se zirkonem, monazitem a rutilem v křemenu (Štůlně). Au - zlato, Qtz - křemen, Py - pyrit, Li - „limonit“, Act - akantit, Mu - muskovit, Rt - rutile, Zrn - zirkon, Mnz - monazit, A - hydrotermálně alterovaná hornina.

Fig. 5. Mineral assemblages of quartz veins from Hory. BSE images (photo P. Gadas a R. Škoda). a - gold with inclusions of pyrite (Zákopy). b - gold with inclusion of pyrite in quartz vug (Štůlně). c - finely porous gold with inclusion of pyrite, which is overgrown and cross-cut by acanthite (Zákopy). d - partly limonitized pyrite with supergene barite (Malý Štítek). e - aggregate of fine leaves of muscovite (fragment of host rock?) with zircon and acicular rutile in quartz (Malý Štítek). f - fragments of altered rock with zircon, monazite and rutile in quartz (Štůlně). Au - gold, Qtz - quartz, Py - pyrite, Li - iron hydroxides, Act - acanthite, Mu - muscovite, Rt - rutile, Zrn - zircon, Mnz - monazite, A - hydrothermally altered rock.



Obr. 6. Zlato v křemenné žilovině, Hory (foto M. Ivanov).

Fig. 6. Gold in quartz gangue, Hory (photo M. Ivanov).

Z nových analýz (tato práce) vyplývá, že zlato z Hor obsahuje 17,3–34,4 hm. % Ag (obr. 7) a lze ho ve většině případů označit jako *elektrum*, ojediněle i jako *stříbrem bohaté zlato*. Byly analyzovány vzorky ze všech tří lokalit v nejbližším okolí Hor. Zlato ze Štůlní obsahuje 21,1–34,4 hm. % Ag. Na této lokalitě se dále ojediněle vyskytuje ryzejší zlato v podobě inkluzí s 1,5 hm. % Ag, uzavíraných v elektrů. Na lokalitě Malý Štítek je obsah Ag 28,8–30,3 hm. %. Stejně jako na předchozí lokalitě se vyskytuje i zde zlato s vyšší ryzostí, tentokrát však v podobě žilek (4,2 hm. % Ag) v elektrů. Na poslední lokalitě Zákopy obsahuje zlato 17,3–20,5 hm. % Ag. Jediný vzorek z této lokality měl obsah stříbra výrazně nižší (3,9 hm. %).

Byly analyzovány i další prvky (Cu, Ni, Zn, Hg, Sb, Bi), jejichž obsahy jsou buď pod 0,1 hm. %, nebo pod mezi stanovitelnosti. Zvýšený obsah Hg se v průměru nepotvrdil, jen jedna zlatinka obsahovala 0,12 hm. % Hg (Štůlně, tab. 1).

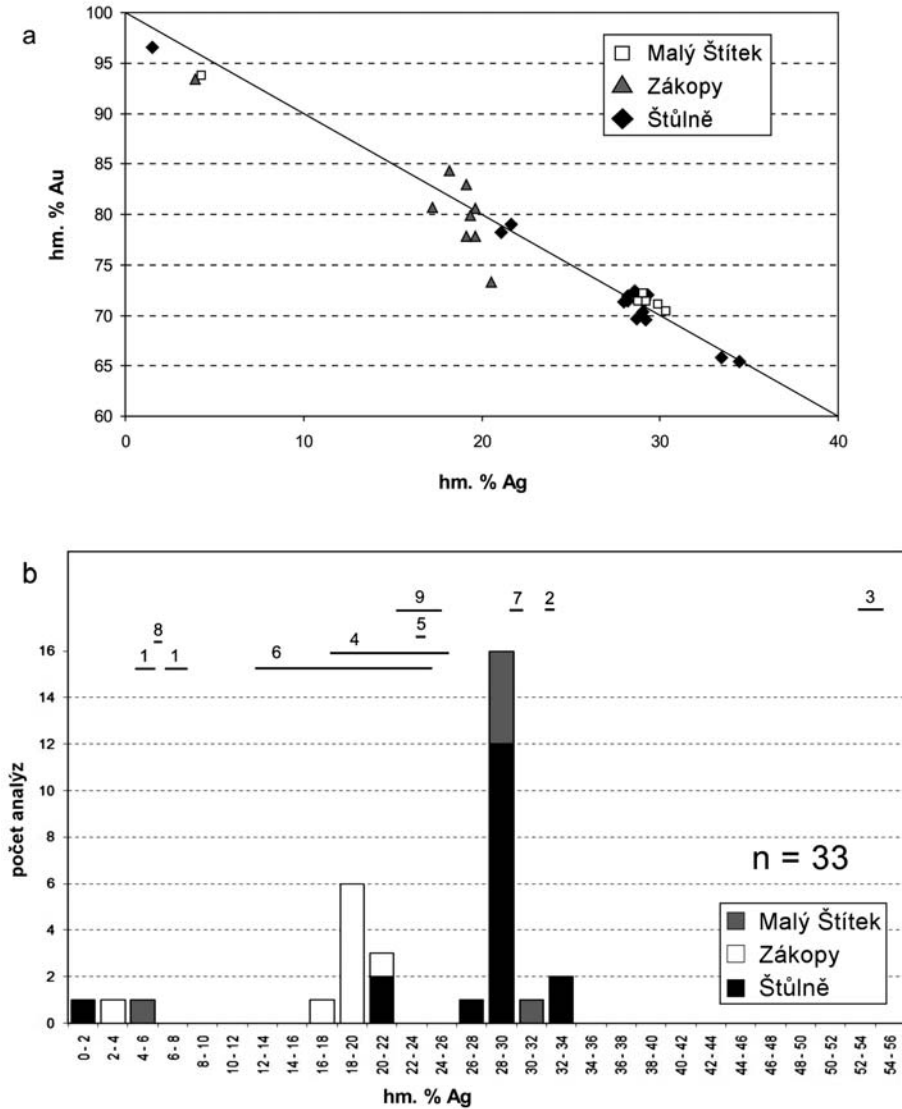
Tabulka 1. Reprezentativní analýzy zlata z Hor (WDX, hm. %).

Table 1. Representative WDX analyses of gold from Hory (WDX, hm. %).

Lokalita vzorek/sample	Štůlně 5/1.	Štůlně 7/1.	Štůlně 9/1.	Štůlně 18/1.	Zákopy 14/1.	Zákopy 15/1.	Malý Štítek 1/1.	Malý Štítek 4/1.
Ag	34,44	27,95	21,67	1,53	3,91	19,15	4,23	29,04
Au	65,42	71,30	78,99	96,51	93,42	77,78	93,80	72,26
Bi	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,09	0,02	0,08
Cu	0,01	0,00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00
Hg	0,00	0,12	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04
Celkem	99,87	99,37	100,72	98,09	97,34	97,05	98,06	101,42

### c) *Doprovodné minerály*

Minerální asociace zlatonosných žil je velmi jednoduchá. Jediným hojným minerálem je *pyrit* relativně běžný v křemenu nebo vzácně tvořící inkluze ve zlatě (obr. 5 a, b). Vyskytuje se v nepravidelných zrnech bez patrné zonálnosti a bez inkluzí jiných minerálů nebo je automorfní, omezený většinou plochami {100}. Vyplňuje také dutiny v křemenu společně se zlatem. Charakteristické je větší množství inkluzí pyritu ve zlatu z lokality Zákopy. Složení pyritu na všech lokalitách je v zásadě stejné. Obsah As je  $\leq 0,53$  hm. %, nejvíce v pyritu z lokality Zákopy, další prvky (Cd 0,01–0,05, Ag  $\leq 0,08$ , Se  $\leq 0,04$ , Cu  $\leq 0,02$  a Ni  $\leq 0,01$ ; vše v hm. %) jsou na hranici nebo pod mezi stanovitelnosti.



Obr. 7. Chemismus zlata. a - graf korelace obsahů Au-Ag, linie vyjadřuje ideální zastupování Au a Ag. b - histogram obsahu Ag, srovnávací data z lokalit v širším okolí převzatá z literatury jsou vyjádřeny úsečkami: 1. Orlík u Humpolce (MORÁVEK *et al.* 1992), 2. Roudný (MORÁVEK *et al.* 1992), 3. Dobrá Voda u Rudolfova (MORÁVEK *et al.* 1992), 4. Rozsypové zlato u Zlaténky (MORÁVEK *et al.* 1992), 5. Hory - Štůlně (PERTOLDOVÁ 1988), 6. Hory - Zákopy (MALEC 1988), 7. Hory - Štůlně (HOUZAR *et al.* 2007), 8 - Zlátenka (LITOCHEB *et al.* 2004), 9 - Písecko (MORÁVEK *et al.* 1992).

Fig. 7. Chemical composition of gold. a - graph of correlation Au-Ag. The line represents ideal substitution of Ag for Au. b - histogram of contents of Ag. Comparative data from other gold districts in Moldanubicum are marked by bars: 1. Orlík u Humpolce (MORÁVEK *et al.* 1992), 2. Roudný (MORÁVEK *et al.* 1992), 3. Dobrá Voda u Rudolfova (MORÁVEK *et al.* 1992), 4. alluvial gold from Zlaténka (MORÁVEK *et al.* 1992), 5. Hory - Štůlně (PERTOLDOVÁ 1988), 6. Hory - Zákopy (MALEC 1988), 7. Hory - Štůlně (HOUZAR *et al.* 2008), 8 - Zlátenka (LITOCHEB *et al.* 2004), 9 - Písek area (MORÁVEK *et al.* 1992).

Obsahy Zn, Mn, Co a In jsou ve všech případech pod mezi stanovitelnosti mikroanalýzátora.

Ostatní rudní minerály představují jen ojedinělé akcesorie. Na lokalitě Zákopy byl nalezen *akanit* (obr. 5c) vyskytující se v asociaci s pyritem ve zlatě. Obrůstá pyrit na jeho kontaktu se zlatem a proniká jím po puklinách. Nelze vyloučit, že může jít i o produkt supergenní sulfurizace elektra. Byl také zjištěn *galenit* a *chalkopyrit* v zrnech velikosti <5 µm a blíže neurčená NiAsS-fáze (*gersdorfit?*). Vzácný *gersdorfit* (a *ullmanit*), který dokládá pozoruhodnou přítomnost Ni ve zdrojových fluidech, poprvé zaznamenal v této asociaci v předínském revíru MALEC (1988). Ze supergenních minerálů se v křemenné zlatonosné žilovině vyskytuje výhradně „*limonit*“, který zatlačuje pyrit nebo tvoří povlaky na puklinách žiloviny a okolních hornin. Dále byl v limonitu, který zatlačuje pyrit v žilovině na lokalitě Malý Štítek, zjištěn supergenní porézni *baryt* (obr. 5d), jenž neobsahuje významnější příměsi. Obsah Sr v barytu je nízký, maximálně 0,19 hm. % SrO. Zvýšený

Tabulka 2. Chemické složení muskovitu (WDX analýzy, hm. %, vzorce přepočteny na 11 atomů O + F + Cl).

Table 2. Chemical composition of muscovite (WDX analyses, wt. %, formulae recalculated on 11 atoms of O + F + Cl).

Lokalita	Štůlně 22/1.	Štůlně 26/1.	Zákopy 32/1.	Zákopy 41/1.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00	0,00	0,27	0,00
SiO <sub>2</sub>	49,68	49,91	50,27	45,46
TiO <sub>2</sub>	0,03	0,13	0,00	2,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,37	32,23	34,42	34,41
MgO	1,42	1,61	0,71	0,62
CaO	0,07	0,12	0,23	0,00
FeO(tot.)	1,77	1,22	2,89	0,80
BaO	0,05	0,06	0,03	0,24
Na <sub>2</sub> O	0,07	0,06	0,08	0,50
K <sub>2</sub> O	9,51	9,72	8,15	10,31
F	0,32	0,37	0,19	0,12
Cl	0,00	0,00	0,01	0,00
Celkem	95,30	95,43	97,24	94,52
P	0,000	0,000	0,015	0,000
Si	3,262	3,267	3,216	3,043
Ti	0,002	0,006	0,000	0,103
Al	2,505	2,487	2,595	2,715
Mg	0,139	0,157	0,068	0,062
Ca	0,005	0,008	0,016	0,000
Fe <sup>2+</sup>	0,097	0,067	0,154	0,045
Ba	0,001	0,002	0,001	0,006
Na	0,013	0,010	0,013	0,091
K	0,797	0,811	0,665	0,881
Catsum	6,821	6,815	6,743	6,946
F	0,067	0,077	0,039	0,025
Cl	0,000	0,002	0,021	0,006
O	10,933	10,921	10,940	10,969
Ansum	11,000	11,000	11,000	11,000

obsah v porovnání s ostatními prvky má Al (až 0,5 hm. % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Ca (až 0,6 hm. % CaO) a Fe (až 1,4 hm. % FeO). Jen lokálně se, převážně na JV od „Zákopů“, vyskytují masivní agregáty *goethitu* „gossanového typu“. Jeho vztah ke zlatonosnému zrudnění však není prokázán, stejně jako domněnka o jeho hutnění přímo v Horách (KOUTEK 1924).

Hojnější než rudní minerály jsou v žilném křemenu reliktní minerály pocházející většinou z okolních alterovaných hornin. V křemenu jsou místy časté útržky alterované horniny s drobně šupinkovitými agregáty (někdy zřetelné pseudomorfozy po živci) a lupínky *muskovitu* (obr. 5e). Muskovit má ve všech případech (tab. 2) relativně nižší obsah K (0,67–0,90 apfu), který je pouze na lokalitě Malý Štítek kompenzován zvýšeným obsahem Na a Ba. Na Zákopech a ve Štůlni vykazují analyzované muskovity deficit alkálií (0,68–0,82 apfu K+Na+Ba). Zvýšený obsah Mg (0,6–1,6 hm. % MgO) a Fe (0,5–2,9 hm. % FeO) nasvědčuje zvýšenému podílu „fengitové“ komponenty. Na lokalitě Ma-

lý Štítek muskovit vykazuje i vyšší obsah Ti (1,5–2,1 hm. %  $\text{TiO}_2$ ). Do muskovitu zarůstá jehlicovitý rutil (sagenit), monazit (Štůlně) a zirkon (Malý Štítek).

Zirkon (obr. 5e, f) tvoří oválná krátce sloupečkovitá nezonální a oscilačně zonální zrna a mimo muskovitu ho lze také nalézt v supergenním limonitu (Zákopy). Obsahuje obvyklou příměs Hf (kolem 1,5 hm. %  $\text{HfO}_2$ ) a na lokalitě Zákopy také Fe (1,1 hm. %  $\text{FeO}$ ; tab. 3). Charakteristickým minerálem je také tence jehlicovitý (a díky tomu na mikrosondě neanalyzovatelný) rutil (obr. 5e, f). Relativně hojný monazit (obr. 5f) tvoří nepravidelná zrna v muskovitu, ale také v pyritu, který je zatlačován limonitem (Malý Štítek). Vzhledem k tomu, že daný minerál obsahuje převahu Ce (0,37 a 0,40 at. %) nad La (0,17 a 0,20 at. %) a Nd (0,15 a 0,16 at. %), jedná se klasifikačně o monazit-(Ce) (tab. 4). Dále obsahuje Th (4,0 a 4,2 hm. %  $\text{ThO}_2$ ), které je vázáno jak v huttonitové, tak i brabantitové komponentě. Při přepočtu na mol. % se ukazuje velmi výrazná převaha monazitu (94,5 a 94,7 mol. %) a jen nepatrné množství huttonitu (3,1 a 1,7 mol. %) a brabantitu (2,4 a 3,6 mol. %). V limonitizovaném pyritu byl ojedinelé zjištěn i xenotim (Štůlně, Malý Štítek), který obsahuje ve významnějším množství prvky těžších vzácných zemin (Gd až Lu) zastupující v jeho struktuře Y. REE zaujímají v součtu 22 at. % strukturních pozic yttria (tab. 4), tj. minerál můžeme označit jako xenotim-(Y). Dále obsahuje 1,5 a 3,9 hm. % FeO.

#### d) Chemické složení křemenné žiloviny

Ve třech vzorcích křemenné žiloviny – v křemenu se zlatem (Štůlně), v křemenu s pyritem (Malý Štítek) a v přepáleném křemenu z pinky (Zákopy) byly stanoveny obsahy vybraných stopových prvků (tab. 5). Analýza dalšího vzorku (Štůlně\*) je převzata z VOKÁČE *et al.* 2008).

Z obsahů Ag a Au v žilovině i v samotném zlatu byly vypočítány hmotnostní poměry Ag/Au (tab. 5) a byly porovnány v rámci jednotlivých lokalit. U vzorku z Malého Štítka je poměr Ag/Au v žilovině větší (1,3) než v samotném zlatu (průměr 0,35), což by mohlo být způsobeno tím, že Ag je vázáno navíc v námi nezjištěných minerálech obsahujících stříbro. Mohlo by se jednat o galenit (méně pravděpodobná varianta vzhledem k nízkému obsahu Pb a analýze), případně akantit. Tyto fáze však během mineralogického studia zatím nebyly na této lokalitě objeveny. U vzorku ze Zákopů je poměr Ag/Au v žilovině shodný (0,16) jako v samotném zlatu (0,22). Zbylé dva vzorky nelze posoudit, neboť vždy jeden z prvků byl nad mezí stanovitelnosti.

Ve všech vzorcích byly zjištěny vyšší obsahy Ba a Rb (Ba 96–173 ppm; Rb 22–46 ppm), které se váží ve slídách (muskovit) a Ba také v barytu. Dále měly zvýšené obsahy Cu (10–47 ppm), Zr (24–141 ppm) a W (30 ppm; Štůlně\*). Zvýšený obsah mědi by mohl být vysvětlen jeho přítomností v pyritu, příp. výskytem akcesorického chalkopyritu. Na lokali-

Tabulka 3. Chemické složení zirkonu (WDX analýzy, hm. %, vzorce přepočteny na 4 atomy O).

Table 3. Chemical composition of zircon (WDX analyses, wt. %, formulae recalculated on 4 atoms O).

Lokalita	Štůlně 21/1.	Zákopy 31/1.	Malý Štítek 36/1.
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,02	0,01	0,10
$\text{As}_2\text{O}_5$	0,03	0,05	0,03
$\text{SiO}_2$	32,32	32,42	31,60
$\text{ZrO}_2$	66,12	65,64	64,26
HfO <sub>2</sub>	1,62	1,67	1,23
$\text{ThO}_2$	0,00	0,00	0,06
$\text{UO}_2$	0,00	0,07	0,03
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,00	0,02	0,00
$\text{Sc}_2\text{O}_3$	0,02	0,02	0,01
$\text{Y}_2\text{O}_3$	0,00	0,00	0,22
$\text{Yb}_2\text{O}_3$	0,00	0,00	0,01
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	0,04	0,05	0,07
CaO	0,01	0,02	0,00
FeO	0,17	1,09	0,06
Celkem	100,35	101,13	97,68
P	0,000	0,000	0,003
As	0,000	0,001	0,001
Si	0,992	0,990	0,994
Zr	0,990	0,997	0,986
Hf	0,014	0,015	0,011
Al	0,000	0,001	0,000
Sc	0,000	0,001	0,000
Y	0,000	0,000	0,004
Bi	0,000	0,000	0,001
Ca	0,000	0,001	0,000
Fe <sup>2+</sup>	0,004	0,028	0,002
Catsum	2,000	2,034	2,002
O	4,000	4,000	4,000
Ansum	4,000	4,000	4,000

Tabulka 4. Chemické složení monazitu a xenotimu (WDX analýzy, hm. %, vzorce přepočteny na 4 atomy O+F).

Table 4. Chemical composition of monazite and xenotime (WDX analyses, wt. %, formulae recalculated on 4 atoms O+F).

Lokalita	monazit		xenotim	
	Štůlně 24/1.	Malý Štítek 37/1.	Malý Štítek 35/1.	Štůlně 43/1.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,71	31,29	34,55	36,83
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06	0,06	0,00	0,00
SiO <sub>2</sub>	0,36	0,19	1,00	0,00
ThO <sub>2</sub>	4,00	4,24	0,11	0,02
UO <sub>2</sub>	1,13	1,35	3,58	0,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,00	0,00	0,00
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,21	2,62	36,85	41,35
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,87	12,24	0,04	0,00
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,33	25,95	0,12	0,10
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,06	2,84	0,00	0,09
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,37	11,08	0,51	0,35
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,07	2,25	0,54	0,45
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,15	0,00	-	-
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,25	1,81	1,98	1,71
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,41	0,91	5,71	5,37
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	1,08	1,07
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	0,20	3,96	4,81
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	5,06	6,69
Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	1,14	1,42
CaO	0,89	1,14	0,90	0,08
FeO	0,03	0,21	1,47	3,85
SrO	0,03	0,02	-	-
PbO	0,10	0,13	0,42	0,32
F	-	-	0,17	0,06
Celkem	99,15	98,52	99,25	104,91
P	1,008	1,020	0,985	0,997
As	0,001	0,001	0,000	0,000
Si	0,014	0,007	0,034	0,000
Th	0,035	0,037	0,001	0,000
U	0,010	0,012	0,027	0,002
Al	0,001	0,000	0,000	0,000
Y	0,025	0,054	0,660	0,703
La	0,198	0,174	0,001	0,000
Ce	0,402	0,366	0,002	0,001
Pr	0,043	0,040	0,000	0,001
Nd	0,157	0,152	0,006	0,004
Sm	0,028	0,030	0,006	0,005
Eu	0,002	0,000	-	-
Gd	0,016	0,023	0,022	0,018
Dy	0,005	0,011	0,062	0,055
Ho	-	-	0,012	0,011
Er	0,001	0,002	0,042	0,048
Yb	-	-	0,052	0,065
Lu	-	-	0,012	0,014
Ca	0,037	0,047	0,032	0,003
Fe <sup>2+</sup>	0,001	0,007	0,041	0,103
Sr	0,001	0,000	-	-
Pb	0,001	0,001	0,004	0,003
Catsum	1,987	1,985	2,001	2,033
F	-	-	0,018	0,006
O	4,000	4,000	3,982	3,994
Ansum	4,000	4,000	4,000	4,000

tě Zákopy a Malý Štítek byl objeven zirkon, což by mohlo způsobovat zvýšené obsahy Zr v žilovině. Obsahy dalších těžkých kovů (Bi, Cd, Co, Hg) jsou nízké (pod 1,9 ppm; tab. 5), výjimkou je Pb, které je součástí akcesorického galenitu.

Relativně nízký obsah mají REE (suma REE 19–64 ppm; tab. 5), který je však v souladu s minerálním složením analyzovaných vzorků (značná převaha křemene). Křivky obsahu REE rudnin normalizované chondritem vykazují negativní Eu anomálii, a obohacení na LREE oproti HREE (obr. 8). Křivka xenotimu je obohacena na HREE, u monazitu je patrné obohacení LREE a negativní Eu anomálie. Variabilita křivek REE u vzorků žiloviny může být způsobena různými obsahy monazitu a xenotimu, jež ve své struktuře váží přednostně LREE, resp. HREE.

#### e) Fluidní inkluze

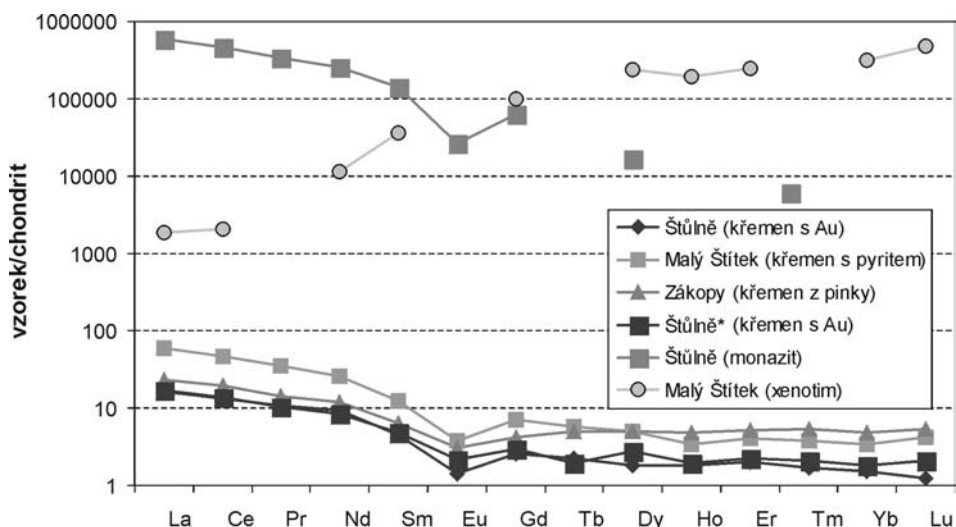
Fluidní inkluze byly studovány mikrotermometrickou metodou v křemenné žilovině (Štůlně (2)), v žilovině s útržky horniny (Malý Štítek (8)), v křemenných žilkách v kvarcitu (Zákopy (7,9)) a v přepálených úlomcích křemene z pinky (Zákopy (10)).

Všechny studované vzorky (mimo vzorku Zákopy (10)) obsahují primární fluidní inkluze nepravidelného tvaru tvořící shluky většího či menšího počtu inkluzí uprostřed nebo na okraji křemenných zrn. Dále se mohou vyskytovat i solitérní inkluze v trojrozměrné distribuci (Zákopy, Malý Štítek). Dosahují maximální velikosti 15  $\mu\text{m}$  (výjimečně). Nejčastěji se pohybuje jejich velikost kolem 2  $\mu\text{m}$  a méně. Ve všech vzorcích se vyskytují dva typy primárních inkluzí, a to jednofázové (typ L) a dvojfázové (typ L + V), v nichž kapalná fáze zaujímá 95 obj. % inkluze. Ve vzorku z lokality Malý Štítek (8) byla nalezena pouze jedna inkluze typu V + L o velikosti 35  $\mu\text{m}$ .

Tabulka 5. Celková chemická analýza žilného křemene. Analýza vzorku Štůlně\* převzata z VOKÁČE *et al.* (2008), vzorek Malý Štítek je křemenná žilovina bez viditelného zlata.

Table 5. Bulk chemical composition of quartz vein. Analysis of sample Štůlně\* was taken from VOKÁČ *et al.* (2008), sample from Malý Štítek is quartz gangue without visible gold.

Lokalita	Štůlně*	Štůlně*	Štůlně	Malý Štítek	Zákopy	
	hm. %	ppm	ppm	ppm	ppm	
SiO <sub>2</sub>	95,24	Ag	>100	96,0	0,2	2,3
TiO <sub>2</sub>	0,06	As	28,3	26,2	18,5	31,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,24	Au	100	>100	0,15	14,7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>tot</sup>	0,85	Ba	121	173	96	111
MnO	0,01	Be	<1	<1	<1	<1
MgO	0,06	Bi	0,4	0,4	0,2	0,1
CaO	0,05	Cd	0,4	0,1	0,3	0,1
Na <sub>2</sub> O	0,02	Co	<0,5	1,8	1,9	1,9
K <sub>2</sub> O	0,49	Cs	2,8	2,9	3,0	2,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	Cu	38,7	47,0	15,2	9,6
S	0,10	Ga	3,3	3,6	5,3	2,4
C	0,04	Hf	0,7	0,7	3,6	1,6
Celkem	100,05	Hg	0,61	0,27	0,02	0,03
ztr.žih.	1,00	Mo	0,2	0,8	0,9	0,7
		Nb	1,2	1,2	3,9	0,6
		Ni	2,3	9,8	8,1	5,8
		Pb	27,7	14,0	14,6	8,5
		Rb	32,8	32,7	45,6	22,0
		Sb	1,8	5,1	3,7	6,0
		Sc	1	-	-	-
		Se	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
		Sn	2	3	3	2
		Sr	8,5	11,1	10,9	9,4
		Ta	0,2	0,2	0,8	<0,1
		Th	1,1	1,3	4,5	1,9
		Tl	<0,1	0,2	0,2	0,2
		U	0,4	0,4	1,3	0,8
		V	6	9	<8	<8
		W	30,3	2,2	3,7	1,5
		Y	3,6	2,6	6,0	7,4
		Zn	12	16	37	16
		Zr	26,9	24,1	140,5	59,7
		La	4,0	3,9	14,2	5,4
		Ce	8,3	7,9	28,2	11,7
		Pr	0,92	0,95	3,12	1,29
		Nd	3,8	4,2	11,8	5,5
		Sm	0,70	0,67	1,84	0,94
		Eu	0,12	0,08	0,21	0,17
		Gd	0,59	0,50	1,39	0,82
		Tb	0,07	0,08	0,21	0,18
		Dy	0,66	0,44	1,21	1,22
		Ho	0,11	0,10	0,19	0,27
		Er	0,36	0,32	0,65	0,82
		Tm	0,05	0,04	0,09	0,13
		Yb	0,30	0,25	0,55	0,78
		Lu	0,05	0,03	0,10	0,13
		Ag/Au žilovina	>1,00	<0,96	1,33	0,16
		Ag/Au zlato	0,38	0,38	0,35	0,22



Obr. 8. Chondritem normalizované distribuce REE v křemenné žilovině, monazitu a xenotimu z Hor u Předína. Normalizováno chondritem C1 podle ANDERSE a GREVESSEHO (1989).

Fig. 8. Chondrite-normalized REE patterns of quartz vein, monazite, and xenotime from Hory near Předín. Normalized on C1-chondrite according to ANDERS and GREVESSE (1989).

Primárně-sekundární inkluze (Zákopy, Malý Štítek) se nacházejí na puklinách protínající střed křemenných zrn. Mají oválný, nepravidelný nebo měňavkovitý tvar. Jedná se o inkluze typu L+V (kapalná fáze tvoří 90–95 obj. %) o velikosti pod 10  $\mu\text{m}$ .

Na všech studovaných lokalitách byly popsány sekundární inkluze nepravidelného nebo protáhleho tvaru vyskytující se na puklinách, které procházejí celým zrnem, popř. více zrny najednou. Lze pozorovat i křížení řádků sekundárních inkluzí. Dosahují velikosti do 16  $\mu\text{m}$ . Jsou to dvojfázové inkluze typu L+V (95 obj. % kapalná fáze) a typu L (Zákopy).

Ve vzorcích ze Štůlně a Zákopů byly objeveny i tmavé, obtížně průhledné inkluze nepravidelného tvaru o velikosti až 60  $\mu\text{m}$ . Tvoří shluky i řádky a jsou ploché. Jsou pravděpodobně jednofázové. Při měření v nich nedocházelo k žádným změnám.

Ve vzorku č. 10 (Zákopy) byly objeveny také všechny typy inkluzí (P, PS i S). V tomto vzorku byla konstatována podstatně širší variabilita fázového složení inkluzí (s převahou kapaliny, s převahou plynu, s víceméně vyrovnaným obsahem obou fází). Jedná se ovšem o přepálený křemen. Při jeho zahřátí mohlo tedy dojít k termodekrepitaci (porušení hermetičnosti) a úniku části obsahu fluidních inkluzí, proto fázové složení ani poměr fází přítomných inkluzí nemusí být reprezentativní. Z tohoto důvodu byla v tomto vzorku provedena pouze kryometrická měření na inkluzích s výraznou převahou kapalná fáze.

Teploty homogenizace primárních inkluzí se pohybují v rozmezí 129–259  $^{\circ}\text{C}$ , přičemž nižší teploty byly naměřeny ve vzorku Štůlně (2) a Malý Štítek (8) (tab. 6, obr. 9a). Všechny vzorky vykazují široký rozptyl  $T_h$  mimo vzorku z lokality Zákopy (7), u kterého byly zjištěny  $T_h$  v intervalu 184 až 228  $^{\circ}\text{C}$ . Obsah inkluzí zamrzal při teplotách -42 až -50  $^{\circ}\text{C}$ . Teploty prvního tání nebylo téměř vůbec možno změřit kvůli malým rozměrům inkluzí. Podařilo se to pouze u vzorku Zákopy (9), kde  $T_e$  dosáhla hodnot -35 a -38  $^{\circ}\text{C}$ , z čehož lze usuzovat na trojsložkový systém  $\text{H}_2\text{O} + \text{MgCl}_2 + \text{NaCl}$ , pro který DAVIS *et al.* (1990) uvádí stabilní eutektickou teplotu -35  $^{\circ}\text{C}$ . Teploty tání posledního ledu jsou v intervalu od -2,9 do -6,5  $^{\circ}\text{C}$  (tab. 6, obr. 9b), což odpovídá salinitě 4,8–9,9 hm. % NaCl ekv. (BODNAR 1993).



Tabulka 6. Výsledky mikrotermometrie fluidních inkluzí. \* - nezměřeno.  
Table 6. Results of microthermometry of fluid inclusions. \* - not measured.

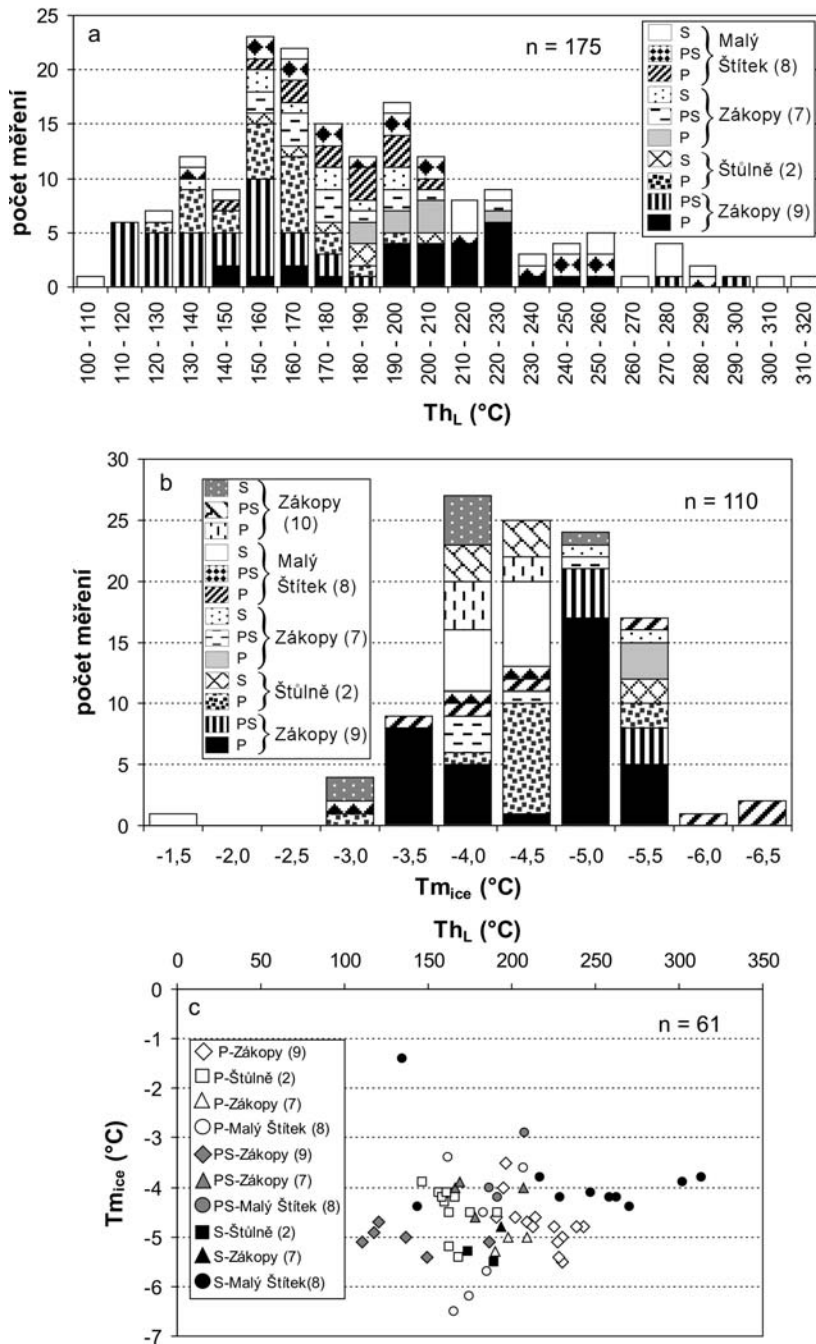
vzorek č.	lokalita	geneze	fázové složení	Th (°C)	Tf (°C)	Tm <sub>eut</sub> (°C)	salinita (hm.% NaCl ekv.)
2	Štůlně	P	L, L+V	129,6-191,6	-43 až -50	-2,9 až -5,4	4,8-8,4
		S	L? (malé)	157,9-202,7	-50	-5,3; -5,5	8,3; 8,6
7	Zákopy	P	L, L+V	183,9-228,0	-49 až -50	-5,0 až -5,3	7,9-8,3
		PS	L+V	150,3-225,6	-46 až -48	-3,9 až -4,6	6,3-7,3
8	Malý Štítek	S	L, L+V	133,2-195,7	-48 až -49	-4,8 až -5,5	7,6-8,6
		P	L, L+V, V+L*	149,5-206,8	-40 až -50	-3,4 až -6,5	5,4-9,9
		PS	L+V	132,9-282,3	-46 až -48	-2,9 až -4,2	4,8-6,7
9	Zákopy	S	L+V	107,0-313,3	-45 až -48	-1,4 až -4,4	2,4-7,0
		P	L,L+V	145,5-259,6	-44 až -50	-3,2 až -5,5	5,3-8,6
		PS	L+V	110,8-295,0	-46 až -51	-4,7 až -5,4	7,5-8,4
10	Zákopy	S	L,L+V				
		P	L+V		-42 až -45	-3,8 až -4,4	6,2-7,0
		PS	L+V		-45 až -47	-3,6 až -4,1	5,9-6,6
		S	L+V		-46 až -48	-2,6 až -4,6	4,3-7,3

Primárně-sekundární inkluze vykazují, podobně jako inkluze primární, velký rozsah teplot homogenizace 111–295 °C (tab. 6, obr. 9a). K zamrznutí obsahu inkluzí dochází při teplotách od -45 do -51 °C. Vzhledem k malé velikosti inkluzí nebylo možno stanovit teploty eutektika. Poslední led tál při teplotách v intervalu -3,6 až -5,4 °C (tab. 6, obr. 9b), což odpovídá salinitě 5,9–8,4 hm. % NaCl ekv. Vzorek Zákopy (9) vykazuje nižší teploty tání (-4,7 až -5,4 °C) než ostatní vzorky (do -4,6 °C).

U sekundárních inkluzí byly zjištěny Th v rozmezí 133–203 °C (Zákopy a Štůlně). Překvapující je velmi široký rozsah teplot homogenizací u vzorku z lokality Malý Štítek, kde dosahují hodnot od 107 do 313 °C (tab. 6, obr. 9a). Při kryometrii bylo zjištěno, že inkluze zamrzají při teplotách od -46 do -50 °C. Teploty eutektického tání nebylo opět možno stanovit z již výše uvedených důvodů. Teploty tání posledního ledu byly stanoveny v rozmezí -1,4 až -5,5 °C (salinita 2,4–8,6 hm. % NaCl ekv.), přičemž nižší teploty byly zjištěny u vzorků Štůlně (2) a Zákopy (7) v intervalu -4,8 až -5,5 °C (tab. 6, obr. 9b).

Z grafu Th-Tm (obr. 9c) lze vyčíst, že v případě primárních inkluzí ze Zákopů a Štůlní by mohlo jít o mísení dvou fluid, z nichž jeden roztok by byl nižšesalininní a nižšeteplotní a druhý naopak výšesalininní a výšeteplotní. Výjimkou je Malý Štítek, kde se jedná sice také o mísení dvou fluid, ale jedno má vyšší salinitu a zároveň nižší teplotu a druhé nižší salinitu a vyšší teplotu. Pro určení trendu primárně-sekundárních inkluzí z Malého Štítu není dostatek dat. U lokality Zákopy se opět jedná o mísení dvou roztoků (nižšesalininní, nižšeteplotní×výšesalininní, výšeteplotní), což by bylo ve shodě s primárními inkluzemi z této lokality a ze Štůlní. Pouze u lokality Malý Štítek bylo získáno dostatek dat pro interpretaci trendu sekundárních inkluzí, jenž odpovídá trendu primárních inkluzí z lokality Zákopy a Štůlně.

V okolí Hor dosud nebyly fluidní inkluze v křemenných žilách se zlatonosným zrudněním na žádné lokalitě studovány. Nejbližší oblastí, odkud jsou k dispozici srovnávací data, je až středočeský pluton, příp. oblast blanické brázdy. ZACHARIÁŠ a PUDILOVÁ (2002) studovali fluidní inkluze na dole Jakub nedaleko Kasejovic. Inkluze obsahují kromě vodného roztoku také významný podíl CO<sub>2</sub> (7–25 mol. %). Teploty homogenizací se pohybují v intervalu 95–368 °C, salinita od 1,5 do 3,0 hm. % NaCl ekv. Teplota vzniku ložisek Jílové, Libčice a Kasejovice-Bělčice je cca 300 °C. Fluidum systému CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O obsahuje 5–20 mol. % CO<sub>2</sub> (ZACHARIÁŠ *et al.* 1997). Dalším studovaným ložiskem je



Obr. 9. Výsledky mikrotermometrie fluidních inkluzí. a - histogram homogenizačních teplot. b - histogram teplot posledního tání ledu. c - graf  $Th-Tm$ .

Fig. 9. Results of microthermometry of fluid inclusions. a - histogram of homogenization temperatures. b - histogram of the last ice melting temperatures. c - plot  $Th-Tm$ .

Petráčkova hora (ZACHARIÁŠ *et al.* 2001), kde je doložen dlouhodobý a velmi složitý vývoj za spolupůsobení více typů fluid. Lze zde vyčlenit tyto typy fluid:  $H_2O$ ,  $H_2O$ -soli,  $H_2O$ - $CO_2$ ,  $H_2O$ - $CO_2$ -soli,  $N_2$  a  $H_2O$ - $N_2$ . Obsah  $CO_2$  ve fluidní fázi se pohybuje v rozmezí 3,5–92,4 mol. % a salinita v rozsahu 1–65 hm. % NaCl ekv. Na ložisku Mokrsko se vyskytuje typ fluid  $CO_2$ - $H_2O$  (13–83 mol. %  $CO_2$ ) a  $H_2O$ -NaCl (BOIRON *et al.* 2003). U prvního typu fluid se teploty homogenizací pohybují v intervalu 300–420 °C. Teploty homogenizace fluida typu  $H_2O$ -NaCl jsou v rozsahu 130–280 °C a salinity mezi 0,9 a 9,2 hm. % NaCl ekv. V blanické brázdě bylo studováno ložisko Roudný u Vlašimi (ZACHARIÁŠ *et al.* 2009), kde vznikaly minerální fáze hlavního rudního stádia hlavně z fluid charakteru vodných roztoků se salinitou 3,7–6,2 hm. % NaCl ekv. a s homogenizačními teplotami mezi 250–330 °C, v menší míře (ve starší fázi) z fluid  $CO_2$ - $H_2O$ ± $CH_4$ ± $N_2$  (20–70 mol. % nevodné fáze) a homogenizačními teplotami mezi 300–400 °C.

Žádná z výše uvedených lokalit neodpovídá svými mikrotermometrickými charakteristikami ani složením fluidů námi studované lokalitě. Srovnatelný je pouze rozsah teplot homogenizací a/nebo salinita inkluzí vodných roztoků na Mokrsku a Roudném, kde se ovšem vyskytuje na našem zájmovém území nenalezený systém  $CO_2$ - $H_2O$ . Pro další studium by bylo vhodné získat srovnávací data z dalších lokalit ze západní části moldanubika.

### Diskuse a závěr

V krystaliniku jižní části Českého masivu lze rozlišit několik typů zlatonosných mineralizací. Neuvažujeme-li ojedinělou přítomnost Au (±Bi, Te) v regionálně metamorfovaných magnetitových skarnech (např. Svratouch), připadají pro okolí Hor na základě litologie hornin a dosavadních výzkumů do úvahy následující typy Au-zrudnění (srov. MORÁVEK *et al.* 1992): (1) Au (±W) stratiformní typ (typ Orlik u Humpolce); (2) hydrotermální žíly se zlatem vysoké ryzosti (typ Zlátenka) a (3) hydrotermální žilná Au-Ag mineralizace (typ Roudný).

(1) První typ se vyznačuje zlatem o vysoké ryzosti, doprovázeném ryzím bismutem, maldonitem a někdy scheelitem a teluridy. Zlato je rozptýlené v litologicky kontrastních metamorfitech (vápenatosilikátové horniny, kvarcity). Část zlata na tomto typu výskytu může být mobilizována mladšími fluidy a mít žilný charakter (LITOHLEB 1981). Na možnou přítomnost tohoto typu zrudnění v předínském revíru by bylo možno usuzovat podle složení a struktury zlata a doprovodných minerálů (ryzí Bi, maldonit) v sedimentech Brtničky a Horského potoka, (MALEC 1988, HOUZAR *et al.* 2007), primární zrudnění tohoto typu však nalezeno nebylo (VESELÝ *et al.* 1988, tato práce). Určitou indicii výskytu (Au)-W mineralizace v této oblasti může představovat scheelitový skarnoid od nedaleké Želetavy, kde je však obsah Au v hornině (jen 1 analýza)  $\leq 0,10$  ppm (VOKÁČ *et al.* 2008).

(2) Téměř shodná litostratigrafická pozice předínského Au-revíru, s hojnými kvarciti při hranici monotónní a pestré jednotky moldanubika, se zlatorudným výskytem Zlátenka u Pacova vedla k názoru i o možné podobnosti zrudnění (NĚMEC 1963). V obou případech jde o křemenné žíly se zlatem a pyritem v sillimanit-biotitických rulách. Zlato ze Zlátenky má však vysokou ryzost (93,34–93,91 hm.% Au, 5,83–6,13 % Ag, 0,89–1,20 % Hg a  $\leq 0,19$  % Bi) a vyskytuje se v asociaci s arzenopyritem a vzácnými Bi-telluridy na křemenných žilách (LITOHLEB a PAVLÍČEK 1989, LITOHLEB *et al.* 2004), zatímco u Hor je arzenopyrit ojedinělý (VESELÝ *et al.* 1988) a teluridy nebyly dosud zjištěny (VOKÁČ *et al.* 2008, tato práce).

(3) Na základě dosavadního výzkumu, prezentovaného v předkládané práci, odpovídá primární Au-zrudnění předínského revíru převážně typu žilného Au-Ag hydrotermálního zrudnění. To se vyznačuje zlatem nízké ryzosti s vysokým obsahem Ag (elektrum) v asociaci s pyritem a arzenopyritem a je vázáno na zřetelně postmetamorfnní žíly (MORÁ-

VEK *et al.* 1992). Odpovídá mu jak chemické složení zlata (atomární poměr Au:Ag ~ 1), tak jednoduchá minerální asociace a relativně nízkoteplotní vznik. Jediným rozdílem je, že na lokalitách u Hor nebyl zjištěn v asociaci se zlatem arzenopyrit (tato práce) nebo je jeho podíl pouze akcesorický (VESELÝ *et al.* 1988), což však může souviset právě s nižší teplotou vzniku, neboť arsen ve fluidech byl přítomen, jak nasvědčuje chemické složení pyritu. Ze studia vzorků i z chemických analýz vyplývá, že výskyty zlata jsou v žilách silně kontrastní a zdá se, že obsahy Au nekoreluji s výskytem žádného dalšího minerálu; chemických analýz rudniny je však pro další úvahy velmi málo (VOKÁČ *et al.* 2008, tato práce). Pro tento typ Au-žil relativně bohatých stříbrem bývá předpokládán (MORÁVEK *et al.* 1992) i určitý přechod k formaci Ag-Pb-Zn rud, které jsou někdy nositeli akcesorického zlata (např. v blízkém jihlavském revíru je uvádí NĚMEC 1963). Pro úvahu o mobilizaci Au z moldanubických kvarcitů, kde byly stanoveny obsahy Au 0,01-0,02 ppm (NĚMEC 1979), nebyly v předinském revíru dosud nalezeny žádné věrohodné doklady. Ze studia inkluzí je patrné, že se jedná o poměrně originální lokalitu v porovnání s ostatními ložisky zlata ze západní části moldanubika, resp. středočeského plutonu. Teploty homogenizací v Horách u Předína jsou relativně nižší a rozsah salinit menší. Dalším rozdílem je nepřítomnost vyšších obsahů CO<sub>2</sub> a N<sub>2</sub> ve fluidech. Relativně nejvíce shodných znaků lze konstatovat při porovnání s ložiskem Roudný, ať už jde o ryzost zlata, zvýšený obsah As, či složení fluid. Původ fluid v Horách u Předína nelze zatím z dostupných údajů interpretovat jednoznačně. Fluida by mohla být jak původu pozdně magmatického, tak původu pozdně (retrográdně?) metamorfního. Srážková voda jako *hlavní zdroj* roztoků se nejeví příliš pravděpodobná, vzhledem ke stálým a relativně zvýšeným hodnotám salinity. K dalšímu řešení otázky původu fluid bude nutné studovat izotopové složení kyslíku a vodíku.

#### Poděkování

Publikace vznikla s finanční podporou grantu GAČR 205/07/P130 (Z.D.) a institucionálního záměru MK 00009486201 (S.H.). Autoři děkují operátorům společného pracoviště elektronové mikrosondy ÚGV MU v Brně Radku ŠKODOVI a Petru GADASOVI za spolupráci při studiu chemického složení minerálů a rovněž recenzentům dr. J. LI-TOCHLEBOVI a dr. M. ŠTASTNĚMU za připomínky k rukopisu.

#### LITERATURA

- ANDERS, E., GREVESSE, N., 1989: Abundances of the elements: Meteoritic and solar. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, 53, 197–214.
- BODNAR, R. J., 1993: Revised equation and table for determining the freezing point depression of H<sub>2</sub>O–NaCl solutions. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, 57, 683–684.
- BOIRON, M. CH., CATHELINAU, M., BANKS, D. A., FOURCADE, S., VALLANCE, J., 2003: Mixing of metamorphic and surficial fluids during the uplift of the Hercynian upper crust: consequences for gold deposition. – *Chem. Geol.*, 194, 119–141.
- ČERNÝ, M., 1983: Geologické a ložiskové poměry historických výskytnů zlata na lokalitách Opatov, Hory, Předín. – Rukopis, Diplomová práce PřF UK Praha.
- DAVIS, D. W., LOWENSTEIN, T. K., SPENCER, R. J., 1990: Melting behavior of fluid inclusions in laboratory-grown halite crystals in the system NaCl–H<sub>2</sub>O, NaCl–KCl–H<sub>2</sub>O, NaCl–MgCl<sub>2</sub>–H<sub>2</sub>O and NaCl–CaCl<sub>2</sub>–H<sub>2</sub>O. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, 54, 591–601.
- HOUZAR, S., ŠKRDLA, P., VOKÁČ, M., 2007: Mineralogie zlata z aluviálních sedimentů malých vodních toků mezi Želetavou a Opatovem na západní Moravě. – Mineralogy of gold from aluvial sediments of streams between Želetava and Opatov, Western Moravia. – *Acta Rerum naturalium*, 3, 1–10.
- HRDLÍČKA, J., 2001: Příběh renesančního křesla. – *Dějiny a současnost*, 23, 1, 12–17.

- KOUTEK, J., 1924: O zlatonosném území v okolí Hor na jihozápadní Moravě. - *Čas. Vlast. muzejního spolku v Olomouci*, 35, 1-5.
- KOUTEK, J., 1937: O novém kutání na zlato v okolí Želetavy na jihozápadní Moravě. - *Věst. Stát. geol. úst.*, 13, 160-165.
- LITOCHEB, J., 1981: Zlatonosné zrudnění metamorfogenního typu v moldanubiku Českomoravské vrchoviny. - Sbor. symp. Hornická Příbram ve vědě a techn., Sekce Průzkum, těžba a úprava Au-rud, 178-192.
- LITOCHEB, J., PAVLÍČEK, V., 1989: Zlato ze Zlátenky u Pacova. - *Sbor. Jihočes. Mus. v Českých Budějovicích, přírodní vědy*, 29, 65-70.
- LITOCHEB, J., SEJKORA, J., PAVLÍČEK, V., 2004: Tellurobismutit ze zlatonosného zrudnění od Zlátenky u Pacova. - *Bull. mineral-petr. Odd. Národního muzea*, 12, 107-113.
- MALEC, J., 1988: Výzkum zlata a doprovodných minerálů z vybraných oblastí v Českém masivu - Oblast Hor u Předína. - Rukopis, Ústav nerost. surovin Kutná Hora, 31-39.
- MĚŘÍNSKÝ, Z., 1984: Hornické vsi Velké a Malé Štítky u Svojkovic a Hor (okr. Jihlava a Třebíč). - *Sborník „Zkoumání výrobních objektů a technik archeologickými metodami“*, 23-33.
- MĚŘÍNSKÝ, Z., ZUMPF, E., 2001: Der Bergbau und die Besiedlung des südwestlichen Mährens - Hornictví a osídlování jihozápadní Moravy. - *Archeologia Historica*, 26, 15-25.
- MORÁVEK, P., AICHLER, J., DOŠKÁŘ, Z., DUDA, J., ĎURIŠOVÁ, J., HAUK, J., JANATKA, J., KALENDA, F., KLOMÍNSKÝ, J., KVĚTOŇ, P., LITOCHEB, J., MALEC, J., MRÁZEK, I., NOVÁK, F., POUBA, Z., PUDILOVÁ, M., PUNČOCHÁŘ, M., SKÁCEL, J., SOUKUP, B., STUDNÍČNÁ, B., SZTACHO, P., ŠPONAR, P., TÁSLER, R. ML., VÁŇA, T., VANĚČEK, M., VESELÝ, J., 1992: Zlato v Českém masivu. - *Český geologický ústav*, 248 p. Praha.
- NĚMEC, D., 1963: Genetické typy primárních zlatonosných výskytů na Českomoravské vrchovině. - *Čas. Mor. muz., Vědy přír.*, 48, 53-58.
- NĚMEC, D., 1979: Kvarcity české části Českomoravské vrchoviny. - *Sbor. příspě. ke geol. výzk. jz. části Českomoravské vrchoviny*, Jihočeské muzeum, České Budějovice, - 39-56.
- PERTOLDOVÁ, J., 1988: Petrologická charakteristika hornin na lokalitě Svojkovice-Hory. - In: VESELÝ, J., STRAKA, L., HRON, M., MIKSCHI, J., VÁCLAVEK, V., PERTOLDOVÁ, J., MALEC, J., ŠÍMEK, K., KOPECKÝ, P., OBST, P. (eds.): Opatovsko-svojkovický revír. Dílčí závěrečná zpráva. - Rukopis, *Geofond Praha. (též Muzeum Vysočiny, Třebíč)*.
- POŠEPNÝ, F., 1895: Das Goldvorkommen Böhmens und der Nachbarländer. - *Archiv für prakt. Geol.*, II, 351-355. Praha.
- POUCHOU, J., PICOIR, F., 1985: „PAP“ procedure for improved quantitative microanalysis. - *Microbeam Anal.*, 20, 104-105.
- SHEPHERD, T. J., RANKIN, A. H., ALDERTON, D. H. M., 1985: A practical guide to fluid inclusion studies. - Blackie. Glasgow and London.
- ŠILHAVÝ, F., 1895: Zlaté Hory a potok zlatonosná Brtnička na západní Moravě. - *Čas. Matice Morav.*, 19, 334-344.
- VESELÁ, M., HRÁDEK, M., HRKAL, Z., MANOVÁ, M., NOVÁK, J. K., PŘÍHODOVÁ, A., ŠALANSKÝ, K., 1988: Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000 Brtnice. - *Ústřední ústav geologický Praha*, 7-50.
- VESELÝ, J., 1992: Endogenní zlatonosná mineralizace - Moravské moldanubikum. - In: MORÁVEK, P., MORÁVEK, P., AICHLER, J., DOŠKÁŘ, Z., DUDA, J., ĎURIŠOVÁ, J., HAUK, J., JANATKA, J., KALENDA, F., KLOMÍNSKÝ, J., KVĚTOŇ, P., LITOCHEB, J., MALEC, J., MRÁZEK, I., NOVÁK, F., POUBA, Z., PUDILOVÁ, M., PUNČOCHÁŘ, M., SKÁCEL, J., SOUKUP, B., STUDNÍČNÁ, B., SZTACHO, P., ŠPONAR, P., TÁSLER, R. ML., VÁŇA, T., VANĚČEK, M., VESELÝ, J. (eds.): Zlato v Českém masivu. - *Český geologický ústav*, 119-120.
- VESELÝ, J., STRAKA, L., HRON, M., MIKSCHI, J., VÁCLAVEK, V., PERTOLDOVÁ, J., MALEC, J., ŠÍMEK, 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 Muzeum Vysočiny, Třebíč)*.
- VOKÁČ, M., ŠKRDLA, P., HOUZAR, S., 2008: Dolování zlata v širším okolí Hor u Předína na západní Moravě: dějiny výzkumů, historie dolování, topografie a archeologie lokalit a přehled geologických poměrů. - *Stříbrná Jihlava 2007, Studie k dějinám hornictví a důlních prací, Archeol. Výzk. na Vysočině*, Supl. 1, 26-55.
- VOKÁČ, M., ŠKRDLA, P., HOUZAR, S., 2009: Goldberg (Hory u Předína) - zlatokopecská osada ze 16. století. - *Naším krajem (Třebíč)*, 13, 79-81.
- WOLFSKRON, M., 1889: Die Goldvorkommen Mährens. - *Berg-und Hüttenmännisches Jahrbuch*, 37, 16-268.
- ZACHARIÁŠ, J., PATEROVÁ, B., PUDILOVÁ, M., 2009: Mineralogy, fluid inclusion, and stable isotope constraints on the genesis of the Roudný Au-Ag deposit, Bohemian Massif. - *Econ. Geol.*, 104, 53-72.
- ZACHARIÁŠ, J., PERTOLD, Z., PUDILOVÁ, M., ŽÁK, K., PERTOLDOVÁ, J., STEIN, H., MARKEY, R., 2001: Geology and genesis of Variscan porphyry-style gold mineralization, Petrůvka hora deposit, Bohemian massif, Czech Republic. - *Mineral. Deposita*, 36, 517-541.

- ZACHARIÁŠ, J., PUDILOVÁ, M., 2002: Fluid inclusion and stable isotope study of the Kasejovice gold district, central Bohemia. - *Bull. Czech Geol. Surv.*, 77, 3, 157-165.
- ZACHARIÁŠ, J., PUDILOVÁ, M., ŽÁK, K., MORÁVEK, P., LITOCHEB, J., VÁŇA, T., PERTOLD, Z., 1997: P-T-X conditions of gold-bearing mineralization within the Central Bohemian Metallogenic Zone. - *Acta Univ. Carol., Geol.*, 41, 167-178.