

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA GEOLOGIE**

**ZLATONOSNÁ MINERALIZACE
NA HISTORICKÉM LOŽISKU ZLATA
MARIE POMOCNÁ
VE ZLATOHOŘSKÉM RUDNÍM
REVÍRU**

bakalářská práce

Vendula Bártková

**Biologie – Geologie a ochrana životního prostředí (B1501)
prezenční studium**

vedoucí práce: doc. RNDr. Jiří Zimák, CSc.

květen 2010

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: Vendula Bártková

Název práce: Zlatonosná mineralizace na historickém ložisku zlata Marie Pomocná ve zlatohorském rudním revíru

Typ práce: bakalářská

Pracoviště: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geologie

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Jiří Zimák, CSc.

Rok obhajoby práce: 2010

Abstrakt: Bakalářská práce je založena na literární rešerši, která se zabývá hlavně historií a mineralogií zlatohorského rudního revíru, charakteristikou zlata z vybraných jesenických lokalit a geologickou charakteristikou historického ložiska Marie Pomocná. Je zhodnocen současný stav historického ložiska Marie Pomocná. V prostoru dobývek Marie Pomocná III byly odebrány rudní vzorky, v nichž bylo detailně studováno zlato, zejména se zaměřením na jeho morfologii a chemismus.

Klíčová slova: Zlaté Hory, důl Marie Pomocná, historie, těžba rud, chemismus zlata, morfologie zlata, hydrotermální mineralizace

Počet stran: 48

Počet příloh: 0

Jazyk: čeština

Bibliographical identification:

Autor's first name and surname: Vendula Bártková

Title: Gold-bearing mineralization on the historical gold deposit Marie Pomocná in the Zlaté Hory ore district.

Type of thesis: bachelor

Institution: Palacky University in Olomouc, Faculty of Science, Department of Geology

Supervisor: Doc. RNDr. Jiří Zimák, CSc.

The year of presentation: 2010

Abstrakt: This Bachelor thesis is based on literary background research which deals mainly with the history and mineralogy of Zlaté Hory Ore District, characteristics of gold from selected localities in the Jeseníky Mountains and the geological characteristics of historical deposit Marie Pomocná. It evaluates the current situation at historical deposit Marie Pomocná. There were taken ore samples at this site, in which pieces of gold were studied in detail, with a particular focus on its morphology and chemistry.

Keywords: Zlaté Hory, Marie Pomocná Mine, history, ore mining, chemistry of gold, morphology of gold, hydrothermal mineralization.

Number of pages: 48

Number of appendices: 0

Language: Czech

Prohlašuji, že jsem celou práci vypracovala samostatně. K práci jsem použila literaturu a prameny uvedené v seznamu. Za odpovědné vedení mé bakalářské práce děkuji doc. RNDr. Jiřímu Zimákovi, CSc.

14. květen 2010

Vendula Bártková

Obsah

1. Úvod.....	5
2. Metodika	6
3. Zlatohorský rudní revír	7
4. Mineralogie zlatohorského rudního revíru	13
4.1. Rudní minerály	13
4.2. Nerudní minerály	16
4.3. Supergenní minerály	18
5. Charakteristika zlata z jesenických lokalit.....	21
5.1. Zlaté Hory–západ.....	21
5.2. Zlaté Hory–východ	23
5.3. Zlatý Chlum	23
5.4. Suchá Rudná	25
5.5. Aluviální náplavy Černé Opavy	26
6. Historické ložisko Marie Pomocná.....	28
6.1. Poloha	28
6.2. Historie lokality	29
6.3. Geologická charakteristika	31
6.4. Dělení ložisek Marie Pomocná.....	32
6.5. Současný stav lokalit Marie Pomocná I a Marie Pomocná III	33
6.5.1. Marie Pomocná I.....	34
6.5.2. Marie Pomocná III.....	37
7. Morfologie a chemismus zlata z ložiska Marie Pomocná	39
7.1. Zlato ze štoly Marie Pomocná I.....	39
7.2. Zlato ze štoly Marie Pomocná III	40
8. Diskuse.....	45
9. Závěr	47
Literatura.....	48

1. Úvod

Okolí Zlatých Hor bylo v minulosti bohaté na ložiska zlata a stříbra. Kromě těchto drahých kovů se zde těžila i měď, zinek, olovo a další kovy. Těžbou a zpracováním zlata se na tomto území zabývali již ve 3. stol. př. n. l. Keltové. Historická důlní činnost zanechala na Zlatohorsku mnoho pozůstatků v podobě hald, dolů, štol, pinek a různých jiných depresí. Nyní jsou stará důlní díla předmětem zájmu geologů a speleologů; některé podzemní prostory ložiska ZH–jih jsou využívány ke speleoterapii.

Moje bakalářská práce se v úvodní části zabývá zlatohorským rudním revírem, historií těžby v něm a jeho mineralogií. Dále podává informace o vlastnostech zlata z vybraných jesenických lokalit. Hlavní část práce se zaměřuje na historické ložisko Marie Pomocná. Popisuje jeho polohu, historii a geologickou charakteristiku. Písemná a fotografická dokumentace dokládá současný stav lokality Marie Pomocná I a Marie Pomocná III. Bylo provedeno zhodnocení křemenné žiloviny se zlatem z ložiska Marie Pomocná III. Dále bylo provedeno srovnání morfologie a chemismu zlata z ložisek Marie Pomocná I a Marie Pomocná III s vlastnostmi zlata na vybraných jesenických lokalitách.

2. Metodika

V rámci literární rešerše jsem se zabývala historií a mineralogií zlatohorského rudního revíru, dále jsem charakterizovala zlato z jiných jesenických lokalit a popsala jsem jeho morfologii a chemismus. Dále jsem se zaměřila na geologickou charakteristiku historického ložiska Marie Pomocná a zmínila jsem se o historii těžby.

Během terénní etapy jsem provedla rekognoskaci terénu v prostoru ložiska Marie Pomocná a zdokumentovala jsem současný stav lokality. Také byly odebrány vzorky ke zhotovení leštěných výbrusů k mikroskopickému studiu (tyto preparáty zhotovil pan Jiří Povolný, PřF MU Brno).

Chemismus zlata byl studován metodou WDX (vlnově disperzní analýza) na PEMM (pracoviště elektronové mikroskopie a mikroanalýzy) na PřF MU Brno na mikrosondě Cameca SX-100 (analytici: Mgr. Petr Gadas, RNDr. Radek Škoda, PhD.). Analýzy byly provedeny ze těchto podmínek: napětí 25 kV, proud 20 nA, průměr svazu <1 μm. Byly použity následující standardy: pararammelsbergit (Ni), Cu (Cu), ZnS (Zn), Ag (Ag), Au (Au), HgTe (Hg), Sb (Sb) a Bi (Bi).

Mikrofotografie leštěných výbrusů byly pořízeny na mikroskopu Olympus BX50 s fotoaparátem Olympus C-7070.

3. Zlatohorský rudní revír

Zlatohorský rudní revír se nachází v severovýchodní části silezika. Geologicky se řadí k variscidám východního okraje Českého masivu. Zaujímá území, které je omezeno údolím Prudníku na východě, silnicí Heřmanovice–Horní Údolí na jihu, horním tokem Olešnice v úseku Horní a Dolní Údolí na západě a státní silnicí Ondřejovice–Zlaté Hory na severu. Rozloha revíru je asi 25 km² (Fojt et al. 2001).

Ve východní části variské metalogenetické subprovincie je zlatohorský rudní revír považován za nejvýznamnější ložiskové území. V báňsko-historické minulosti má revír bohatou tradici, zlato zde bylo těženo z rozsypů i primárních ložisek (Fojt et al. 2001).

Tělesa sulfidických rud zlatohorského rudního revíru jsou součástí vulkanosedimentárního komplexu epizonálně metamorfovaných hornin. Komplex představuje severní část vrbenské skupiny devonského stáří. Tento horninový komplex byl i s rudními akumulacemi postížen vrásovými deformacemi několika generací. Tektonicky byl rozčleněn do systému šupin. Jeho geologická stavba je velmi komplikovaná (Zimák et al. 2003, Fojt et al. 2001).

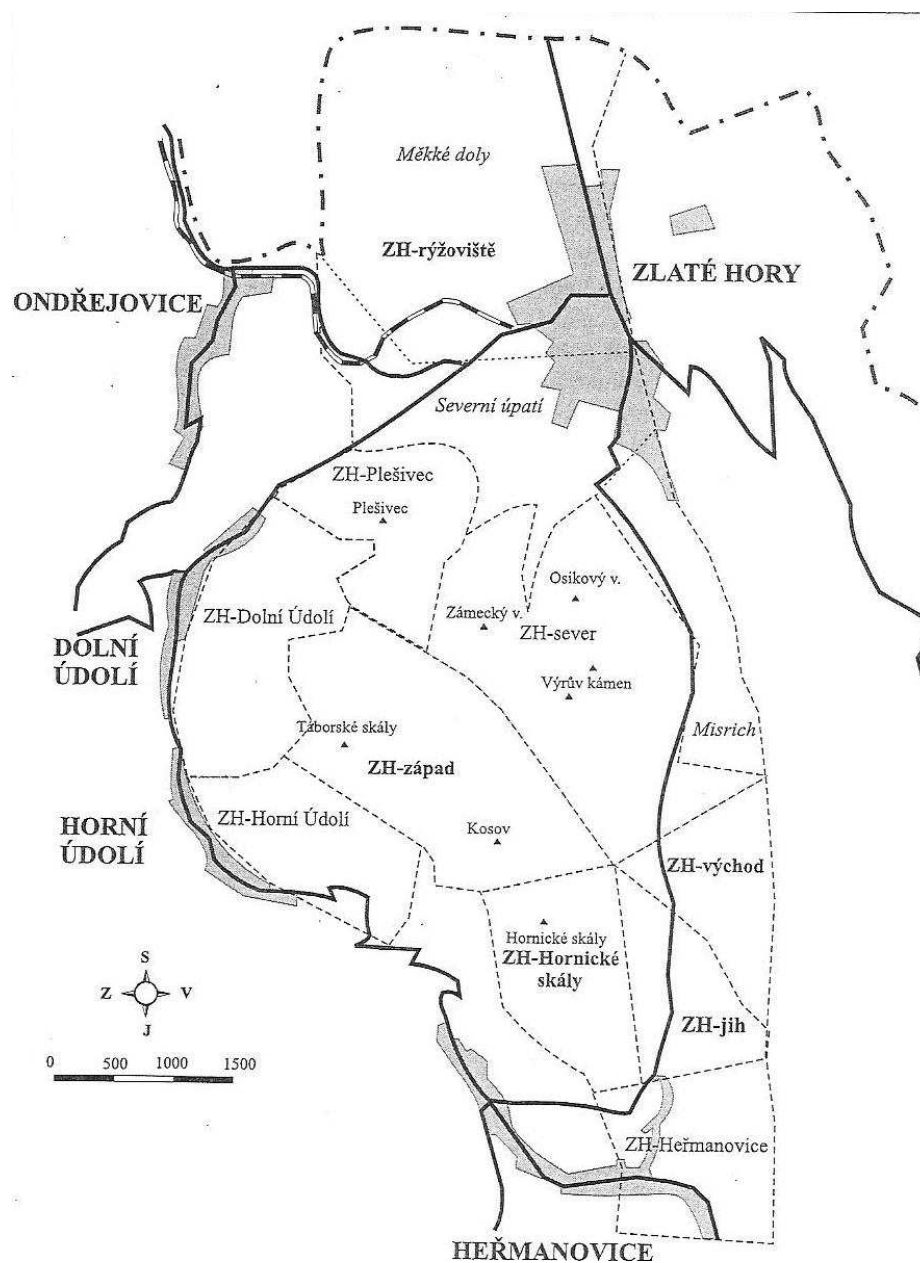
Významným horizontem vulkanosedimentárního komplexu jsou podle Zimáka et al. (2003) tzv. kvarcity Příčné hory. V podloží kvarcitů Příčné hory převládají metasedimenty často s bazickou tufitickou příměsí. Produkty bazického vulkanismu reprezentované zelenými chloritickými a chlorit-epidotickými břidlicemi jsou přítomny níže směrem do podloží. Postupně přecházejí do metasedimentů. Nadloží kvarcitů Příčné hory je tvořeno pestrým sledem vulkanosedimentárních hornin. Nejvyšší část vrstevního sledu vrbenské skupiny tvoří tzv. heřmanovické vápence.

V rámci zlatohorského revíru se vyčleňuje několik ložisek, která se liší mineralogicky (Zimák et al. 2003) :

- Zlaté Hory – západ: rudy Au, Zn, Pb, Cu
- Zlaté Hory – východ: rudy Pb, Zn, Cu, Ag a Au
- Zlaté Hory – Hornické skály: rudy Cu
- Zlaté Hory – jih: rudy Cu
- Zlaté Hory – Kozlín: rudy Cu
- Zlaté Hory – Heřmanovice: rudy Pb, Zn, Cu
- Zlaté Hory – sever: rudy Cu (v prostoru historického ložiska Marie Pomocná žíly křemene s Au).

Podle Zimáka et al. (2003) byly zjištěny při geochemickém výzkumu zlatohorského rudního revíru dvě subzóny rudních aureol : spodní subzóna Cu (Ag, Au) a vrchní subzóna Zn, Pb (Ag, Au, Cu).

Členění zlatohorského rudního revíru na dílčí úseky je znázorněno na obr. 1.



Obr. 1. Dílčí úseky zlatohorského revíru (podle Fojta et al. 2001).

Historie těžby na Zlatohorsku

O počátcích těžby nejsou dochovány žádné důkazy, a proto jen z nepřímých indicií se usuzuje, že prvními prospektory, kteří objevili zdejší zlato, byli Keltové v době laténu. Keltové těžili rozsypy na Opavici a těžili také povrchově výchozy nejbohatších primárních rud v oblasti Příčné hory, pozdějšího Altenbergu. To lze odvodit podle morfologie povrchových pozůstatků. Po odchodu Keltů zůstala zlatá ložiska téměř tisíc let opuštěna.

Používání zlata se v archeologických nálezech začíná znovu objevovat až v druhé polovině 9. století, v období Velkomoravské říše. Slované používali šachtice a při rýžování byli schopni využít k těžbě vodu. Slované pronikli do oblasti Zlatých Hor při osídlování jesenického podhůří pravděpodobně od severu (z oblasti Prudniku). Četné rozsypy podél severního úpatí Příčné hory je přivedly údolím Miserichu až k primárním ložiskům v prostoru dolu Marie Pomocná, později označovaných jako zuckmantelské doly (Fojt a Večeřa 2000).

První významnější období těžby spadá do přelomu 10. a 11. století. Slezsko je pod vlivem slezských knížat a kronikářské zprávy hodnotí období jejich panování jako „dobu velikého bohatství polských knížat“ (Fojt a Večeřa 2000).

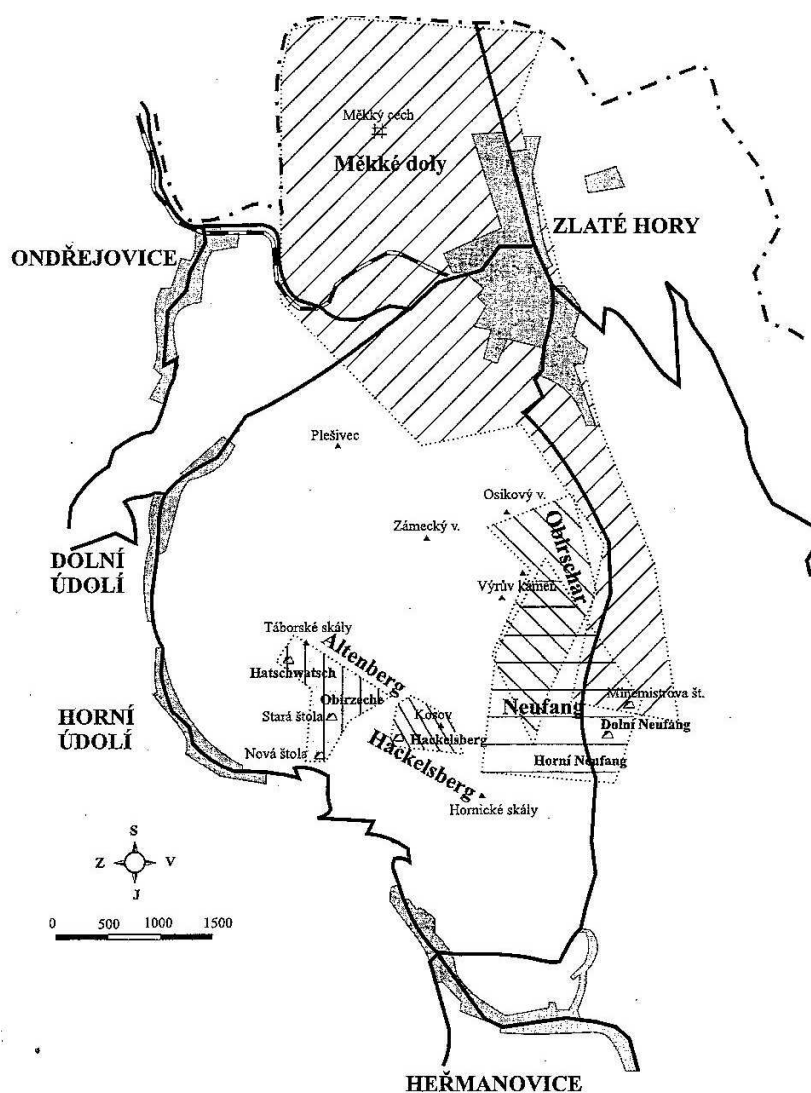
Podle rozsahu pozůstatků starých hornických prací a výsledků novodobého geologického průzkumu se do roku 1200 získalo na Zlatohorsku asi 750 kg zlata z primárních ložisek a asi 1450 kg zlata ze sekundárních ložisek (rýžovisek) (Zimák et al. 2003).

V listině z roku 1263 se opět dovídáme o zlatých dolech, poprvé jsou v listině zmiňovány Zlaté Hory (Cucmantel et Vrudental). V období sporu o hrad Edelštějn s podhradím Cucmantel mezi vratislavským biskupem Tomášem II. a vratislavským knížetem Jindřichem IV. v 2. polovině 13. století není v historických listinách o dolech žádná zmínka a doly patrně zpustly (Fojt a Večeřa 2000).

V roce 1305 bylo Zlatým Horám uděleno městské privilegium opavským knížetem Mikulášem I. Začala další etapa těžby. Převážně se těžilo na primárních ložiskách v prostoru Altenbergu. V letech 1325–1343 probíhala, dle četných dotazů k Jihlavskému hornímu právu, intenzivní těžba. Byla tu dědičná štola s hloubkou 31 láter (asi 60 m). Po roce 1343, po předání Zlatých Hor pod královskou správu Jana Lucemburského, doly zanikají (Fojt a Večeřa 2000, Zimák et al. 2003).

Během let 1430–1460 probíhá opětovná obnova dolů. Dokládají ji městská statuta a ražba zlatých dukátů Přemkem Opavským. V té době byly zlaté doly na Staréhoří a Obirscharu. Podle statutu města z roku 1450 lze usoudit, že důležitější bylo rýžování (Fojt a Večeřa 2000, Zimák et al. 2003).

V 2. polovině 15. století, po smrti knížete Bolka Opolského, získal hrad Edelštejn a celé Zlatohorsko král Jiří z Poděbrad. V roce 1460 dostal Edelštejn do správy Jan ze Žerotína. Po pár letech byl Edelštejn dobyt a zbořen vratislavským biskupem Joštem z Rožmberka (1467), aby jej v roce 1474 získal i se Zlatými Horami, doly a vším příslušenstvím od českého a uherského krále Matyáše Korvína. Tím začala rozsáhlá obnova dolování (Fojt a Večeřa 2000, Zimák et al. 2003).



Obr. 2. Hlavní oblasti těžby a nejdůležitější doly do 16. století (Fojt a Večeřa 2000).

Během 1. poloviny 16. století se těžba na *tvrdých dolech* dostala do problémů, které byly způsobeny vyčerpáním přístupných zásob. Nový rozvoj se pokoušejí biskupové zajistit častými propůjčkami s úlevami a novými horními řády. V roce 1506 povolují ražbu nové štoly pro Valentina Haugwolta. V roce 1522 dokonce biskup prohlašuje doly za svobodné. Poté nastává krátká obnova a nový úpadek. Po roce 1526 dochází na *měkkých dolech* k obnově. Další těžba byla limitována velkými přítoky vody a tak biskup Baltazar z Promnitz nařídil ražbu dědičné štoly Sv. Tří králů na měkkých dolech a ustanovil na ní v roce 1550 těžařstvo (Zimák et al. 2003).

Hlavním dílem 2. poloviny 16. století je štola na měkkých dolech, která měla délku 6,5 km a odvodňovala mnoho dolů v prostoru mezi Glucholazy a Zlatými Horami. Jeden z odvodňovaných dolů byl i důl Měkký cech hluboký až 100 m. V roce 1591 v něm byly nalezeny dva největší známé valouny křemene se zlatem o hmotnosti 1,3 a 1,7 kg. Těžba na měkkých dolech začala po roce 1595 upadat a zcela končí průvalem vody okolo roku 1606. V letech 1554–1563 a 1572–1578 se snažil Ferdinand I. a posléze i Rudolf II. o získání práva na zlatohorské doly. Biskupové svá práva uhájili, ale doly byly v úpadku. V roce 1577 vydal Rudolf II. horní řád pro Slezsko. Limitujícím faktorem těžby byla voda. Problémy s vodou neodstranilo ani čerpadlo Michala Fritze z Freibergu. Na Starohoří tehdy pracovalo přes 100 dělníků, z toho téměř polovina u pumpy. Doly byly ztrátové. Příjem byl 989 tol. a výdej byl 3108 tol. V letech 1598–1600 postavil Viktor Lindenau z Míšně nové čerpadlo a neúspěšně se pokoušel o odvodnění (Fojt a Večeřa 2000, Zimák et al. 2003).

V následujícím období 1. poloviny 17. století (1625–1650) se na Zlatohorsku negativně projevil vliv třicetileté války, moru a čarodějnických procesů. Dochází k úpadku dolování.

V 50. letech 17. století za vratislavského biskupa Karla Ferdinanda byly uskutečněny vizitace s úmyslem obnovit doly na Příčné hoře. Z historických dokumentů vyplývá, že doly byly mírně ziskové jen do roku 1656, kdy bylo pravděpodobně uvedeno do provozu nové mihadlové vodotěžní zřízení. Kovnatost rudy se pohybovala kolem 6 g/t Au. Od roku 1657 klesla produkce zlata na polovinu a kovnatost na 2–4 g/t. Kromě zlata se těžbou získával také vitriol a barviva. Od roku 1690 se tyto doprovodné produkty podílejí na příjmech více než 50 %. Cekem bylo v období 1653–1714 vytěženo asi 107 kg zlata (Fojt a Večeřa 2000).

Těžba v 1. polovině 18. století je stále více ztrátová. V roce 1753 vyvrcholil úpadek dolování ztrátou horních svobod pro Zlaté Hory i Jeseník (Fojt a Večeřa 2000, Zimák et al. 2003).

Ve 2. polovině 18. století se o obnovu dolů na Starohoří snažil vratislavský biskup Gothard von Schaffgotsch. V letech 1755–1786 zde vytěžil asi 30 kg zlata, ale k udržení dolů to nestačilo. Neúspěch v těžbě zlata se snažil biskup nahradit těžbou železných rud a stavbou železáren v Železné u Vrbna pod Pradědem v roce 1770 (Zimák et al. 2003).

V roce 1864 získal doly na Starohoří majitel chemické továrny Moritz Richter z Vrbna. Těžil hlavně pyrit a chalkopyrit. Používal je k výrobě kyseliny sírové. Moritz Richter vlastnil i další důlní míry jako například Jan Sarkander (pod Hornickými skalami), Maria Trost (nad Heřmanovicemi), Donatus (v prostoru Modré štolý). Začátkem 20. století byly doly opuštěny. Teprve v roce 1935 byly doly vymazány ze záznamů. Těžba hraběte Larische a později Juliuse Promnitze na dolech v oblasti Modré štolý byla méně významná (Fojt a Večeřa 2000, Zimák et al. 2003).

Po II. světové válce byl zahájen intenzivní vrtný geologický průzkum v oblasti Modré štolý (1952). Bylo také zahájeno zmáhání starých děl (štola Josef, Barbora, Sarkander aj.). V letech 1965–1990 probíhala těžba měďných rud na ložiskách ZH–J a ZH–HS. Celkem zde bylo vytěženo 6412,843 kt rudy o průměrné kovatosti 0,547 % Cu. V 80. letech 20. století dochází k dotěžování měďných rud a těží se polymetalické rudy (Pb–Zn) na ložiskách ZH–V a ZH–Z. V letech 1988–1992 se těžily komplexní rudy z ložiska ZH–V. Celkem bylo vytěženo 127,895 kt rudy. Získalo se z ní mj. 35,24 kg zlata. Od roku 1990 se těžily Zn–Au rudy ložiska ZH–Z. Výkazy těžby skončily v roce 1994. Za toto období bylo vytěženo 643,64 kt rudy o průměrném obsahu zlata 2,367 g/t. Z tohoto množství se získalo 1526,59 kg zlata. Za posledních 7 let těžby se podařilo vytěžit přibližně tolik zlata (1558,83 kg), kolik se odhaduje, že bylo vytěženo od prvopočátků těžby primárního zlata do roku 1793 (1680,7 kg) (Fojt a Večeřa 2000).

4. Mineralogie zlatohorského rudního revíru

V následujících odstavcích jsou charakterizovány hlavní rudní minerály, minerály hlušiny a supergenní minerály zlatohorských ložisek, a to na základě citací v literatuře (Fojt et al. 2001, Zimák et al. 2003).

4.1. Rudní minerály

Pyrit - nejrozšířenější sulfid zlatohorského rudního revíru je průběžnou hlavní složkou rudnin, v nichž tvoří monominerální agregáty a vtroušeniny. Vyskytuje se také v okrajových částech rudních zón. Na zlatohorských ložiskách je přítomen v několika morfologických a genetických typech:

- 1) kolomorfní agregáty, přítomné v masivních pyrit-chalkopyritových rudách ložisek ZH-J a ZH-HS a místy v monominerálních pyritových shlucích ložiska ZH-V,
- 2) hexaedrické idioblasty, které jsou uzavírány ostatními metamorfními minerály,
- 3) pyritové shluky i žilky vzniklé hypogenní i supergenní přeměnou pyrhotinu,
- 4) krystalovaný pyrit v podobě krystalů hexaedrického typu, pentagon–dodekaedru nebo spojek oktaedru s hexaedrem v dutinách žil alpského typu v prostoru ložisek ZH-J a ZH-HS.

V revíru jsou také pyrity, které lze charakterizovat jako metamorfní mobilizáty. Jedná se o žíly nebo drobné žilky, které jsou velmi blízké typu tzv. „alpských asociací“. V dutinách žil jsou krystalově omezení jedinci, kteří jsou až 1,6 cm velcí. Převládají hexaedry, otupené oktaedry, popřípadě i samostatné pentagondodekaedry velké 3–4 mm.

Okolní metamorfity běžně obsahují vtroušený akcesorický pyrit.

Pyrity obsahují řadu stopových prvků, nejdůležitější jsou kobalt a nikl. Mohou indikovat podmínky vzniku a metamorfního přepracování.

Sfalerit – druhý nejhojnější sulfid. Na ložisku ZH-J a ZH-HS je výjimečně zastoupen podřadně. Je běžně obsažen v masivních, páskovaných i vtroušených texturách. Je také součástí pometamorfních žilek „alpské asociace“, ojedinele v podobě drobných tetraedricky omezených krystalů. Na ložisku ZH-V a zřídka i v úseku ZH-Z jsou globulární formy sfaleritu uzavírány v galenitu, což lze považovat za významný

morfologický znak. Sfalerity obsahují železo a kadmium. Na ložisku ZH–V v prostředí mramorů není více než 3,5 hm. % Fe, v horninách, které obsahují chlorit, je zastoupení železa až 10 hm. %. Obsah kadmia ve sfaleritech je nízký, většinou pod 0,5 hm. %.

Galenit – na ložiskách ZH–V a ZH–Z patří mezi hlavní sulfidy. Na ostatních ložiskách revíru je vedlejší až akcesorickou složkou rudnin a doprovází sfalerit. V masivních a páskovaných rudninách je velikost zrn v řádech desetin mm, v agregátech dosahují krystalová individua velikosti až 1,2 cm. Na zlatohorských ložiskách je galenit kolektorem stříbra. Dalším významným mikroelementem je selen a tellur. Všechny tři prvky indikují metamorfní přepracování rudnin.

Chalkopyrit – běžný minerál rudnin. Představuje hlavní užitkovou složku na „monometalických“ ložiskách, na kterých se vyskytuje společně s pyrotinem (ZH–J) a s pyritem (ZH–HS). Na ložiskách ZH–V a ZH–Z je také významně zastoupen. Individua chalkopyritu vykazují mnohdy dvojčatné lamely. Individua v metamorfně mobilizovaných partiích ZH–J mají občas charakter tak zvaných „oleandrových listů“. Vznikají přeměnou pseudokubického chalkopyritu na tetragonální typ. Chalkopyrit také koncentruje stříbro sulfidických kumulací zlatohorských ložisek.

Pyrotin – ve zlatohorském rudním revíru je ze sulfidů zastoupen nejméně. Ve větším množství se vyskytuje na ložisku ZH–J, méně pak na ZH–HS, ZH–V a ZH–S. Je běžnou akcesorickou složkou bazických metatufů a metatufitů.

Arsenopyrit – v chalkopyrit–pyritových rudách tvoří izolovaná automorfní zrna. Na ložisku ZH–V se arsenopyrit vyskytuje v asociaci s chalkopyritem, pyritem a tennantitem.

Tennantit – na ložisku ZH–V se vyskytuje makroskopicky v podobě zrnitých agregátů v polymetalické rudě.

Freibergit – byl zjištěn pouze na ložisku ZH–J, a to v mikroskopických rozměrech.

Bismut – ryzí byl nalezen na ložisku ZH–J v asociaci s galenitem, pyrhotinem a chalkopyritem.

Freieslebenit – mikroskopický byl nalezen na ZH–HS.

Cosalit – byl zjištěn na ložisku ZH–V v chalkopyritu, v němž tvoří mikroskopické červíkovité útvary.

Ryzí zlato – tvoří významný podíl rudnin ložiska ZH–Z. Vyskytuje se spolu s křemenem i s ostatními sulfidy. Vzorek se zlatinkou o velikosti 3 mm pochází z ložiska ZH–V, kde vykazují centrální části rudních kumulací průměrný obsah Au 1g/t. Zlatinku provází chalkopyrit, chalkozín, bornit a tennantit. Na ložisku ZH–S (např. ve štole Marie Pomocná I) lze v sekrečních křemenech nalézt zlato jen výjimečně. Ložisko bylo vytěženo již v 15. století. Zlato různých ryzostí vzniká vlivem metamorfní látkové redistribuce v odlišném hostitelském prostředí. Zlato uzavřené v pyritu nebo v agregátech zrn křemene je vysoce ryzí (až 996), zlato vyskytující se s minerály, které koncentrují stříbro, klesá jeho ryzost až pod 670.

Magnetit – např. v prostoru ložiska ZH–Z tvoří hlavní součást železnorudných akumulací typu Lahn–Dill. V sulfidických rudách tvoří idioblasty (až 3 mm velké oktaedry), které se často vyskytují v úsecích ložisek ZH–HS a ZH–J v asociaci s pyritem a chalkopyritem.

Hematit – je produktem martitizace (přeměny magnetitu na hematit). Na železnorudných akumulacích lahn–dillského typu je hematit provázen magnetitem. Na ložisku ZH–V byl zjištěn výjimečně v masivní sfaleritové rudě, kde tvoří drobná zrna.

Ilmenit – ve formě inkluzí v pyritu a sfaleritu je přítomen v sulfidických rudách a na železnorudných akumulacích lahn–dillského typu. Na žílách alpského typu se vyskytuje v podobě tabulek. Často je postižen rutilizací.

Rutil – na ložisku ZH–V provází sfalerit a barnaté živce, které zbarvuje do hněda. Rutil je běžný akcesorický minerál většiny metamorfitů zlatohorského revíru. Ve štone Marie Pomocná I byly v sekrečním křemeni nalezeny až 1 mm velké agregáty rutilu.

4.2. Nerudní minerály

Křemen – nejvýznačnější nerudní složka provázející rudní mineralizaci. V prostředí slídnatých a karbonátových hornin se křemen–sulfidické agregáty projevují v páskovaných texturách. Zrna křemene v agregátech bývají izometrická i mírně protažená. Poměrně často se křemen vyvíjí stébelnatě v „tlakovém stínu“ rigidních krystalů pyritu. Charakter čočkovitých žil mají křemenné agregáty v metamorfne mobilizovaných částech ložisek. Do dutin vykrystalizovaná individua dosahují v drúzách až několik cm. Křemen má sloupcovitý habitus, který je dán převládajícími plochami hexagonálního prizmatu, omezeného pozitivním i negativním klencem. Křemen obklopují a korodují rekrystalizačně mladší sulfidy. Z hrubozrnných agregátů mléčně bílého křemene s výraznými projevy rekrystalizace bylo v minulosti příležitostně získáváno zlato. V okolních metamorfitech je křemen jediným minerálem sekrečních žil, žilek a izolovaných „suků“.

Baryt – čočkovité shluky barytu svým protažením kopírují metamorfní foliaci okolních hostitelských hornin (chlorit–sericitových břidlic a kvarcitů). Vytváří samostatné agregáty, které bývají místy sdruženy s pyritem. Největší výskyt byl zjištěn v dílčích úsecích ložisek ZH–J, ZH–HS a ve spojovací chodbě mezi ZH–V a ZH–Z. V masivních partiích se tvoří hrubozrnné agregáty se zrny velkými až několik centimetrů. Vyskytuje se i zcela rekrystalovaný s typickou jemnozrnnou granoblastickou strukturou. Mnohem vzácněji se vyskytují individua barytu, která tvoří tabulky a nedokonalé krystaly v žilkách „alpské asociace“.

Karbonáty – tvoří samostatné čočkovité protažené shluky, do kterých bývají nepravidelně vtroušeny sulfidy. Nejrozšířenější karbonáty jsou minerály dolomitové řady - dolomit, ankerit a Mn–ankerit (ložisko ZH–Z), Fe–dolomit (puklinová mineralizace na ložisku ZH–HS), norsethit, siderit. Kalcit je méně rozšířený minerál. Jeho výskyt je hlavně v pometamorfních žilkách „alpské asociace“ spolu se sulfidy.

Živce – jsou běžnou součástí sulfidických rud. Tvoří nedílnou složku horninového prostředí podobně jako křemen a karbonáty. Jedná se o K-živce, albit, oligoklas i plagioklas s vyšší bazicitou a také o barnaté živce. Automorfní metakrystaly albitu až kyselého oligoklasu nebo i barnatých živců (hyalofánu a celsianu) jsou přítomny v masivních sulfidických rudách. Barnaté živce jsou také běžnou součástí bezprostředního okolí barytových čoček. Na ložisku ZH-J a ZH-HS jsou známy žilky alpského typu s krystalovaným hyalofánem a celsianem. Provází je křemen, kalcit, karbonáty dolomit-ankeritové řady, pyrit a sfalerit. Na ložisku ZH-HS jsou Ba-živce také provázeny sideritem, ilmenitem, anatasem a brookitem. Adulár, minerál vyskytující se často v žilkách alpského typu, je přítomný na ložisku ZH-HS v podobě bílých až hnědých krystalů o velikosti do 8 mm, žluté krystaly o velikosti do 1 mm tvoří na ložisku ZH-V. Na ložisku ZH-Z v mineralizaci alpského typu byly nalezeny až 5 mm velké krystaly albitu.

Fylosilikáty – jsou na ložiskách zlatohorského revíru zastoupeny hlavně slídami (muskovit, flogopit a biotit) a chlority klinochlorchamositové řady. Slídy na zlatohorských ložiskách mívají zvýšený obsah Ba. Nejvyšší obsahy Ba jsou v muskovitu. V masivních pyrhotin-chalkopyritových rudách ložiska ZH-J tvoří muskovit až 1,5 mm velké tabulky seskupené do růžicovitých agregátů. Ba-muskovit se také nachází v sulfidických rudách a na žilkách alpského typu na ložiskách ZH-HS a ZH-V. Na ložiskách ZH-HS, ZH-J a ZH-V byl nalezen Ba-flogopit, jenž v sulfidických rudách tvoří šupinky o velikosti cca 1 mm. Cymrit, patřící také do fylosilikátů, byl zjištěn v sulfidických rudách společně s Ba-živci.

Harmotom – patří do asociace barnatých minerálů, ojediněle je součástí mineralizace alpského typu na ložisku ZH-V.

Berlinit – je bílý se slabě modrým odstínem. Byl nalezen v křemenné žilce na ložisku ZH-Z. Tvoří hrozníčkovité agregáty o velikosti do 1 cm. Jednotlivé vrstvičky agregátů jsou složeny z jemných jehliček.

4.3. Supergenní minerály

Limonit – označují se tak oxid–hydroxidy Fe, které jsou nejrozšířenějším druhotným produktem zlatohorského rudního revíru. Jsou charakteristické pro oxidační zónu ložisek sulfidických rud.

Schwertmannit – dříve se označoval jako glockerit. Běžně vytváří náteky ve stařinách. Schwertmannit tvoří hnědé krusty, krápníky, záclony a svou morfologií připomíná výzdobu krasových jeskyní. Nejvíce je rozšířen na historických dobývkách ložiska ZH–Z.

Alofán – patří mezi jílové minerály, které jsou značně rozšířeny na ložisku ZH–V. Alofán je rentgenamorfní alumosilikát s proměnlivým obsahem vody. Tvoří i několik centimetrů mocné povlaky podobné čeřinám v důlních dílech a vodopády a kory na stěnách štol. V krasových dutinách krystalických vápenců Modré štolý ložiska ZH–V bylo nalezeno velké množství alofánu. Alofány nasycené vodou vážily až několik kilogramů. Po vyschnutí se rozpadaly na prášek. V podobě hrozníčkovitých nárůstků a sklovitých náteků se na stěnách štol vyskytují méně často. Podle modré barvy alofánových povlaků, způsobené adsorbovanou mědí, byla pojmenována jedna z nejznámějších zlatohorských lokalit – Modrá štola. Nazelenalou barvu alofánu způsobují mechanické příměsi malachitu.

Cerusit – je nejhojnější druhotný minerál olova na zlatohorských ložiskách. Vyskytuje se na ložisku ZH–V na vyluhovaných a limonitizovaných krystalických vápencích. Krystaly se v krasových dutinách shlukují do vějířovitých srůstů a drúz s jedinci, kteří jsou až 4 cm dlouzí. Krystaly mají dlouze sloupečkovitý habitus, menší krystaly bývají soudečkovité a trojčatně srostlé. Krystalové plochy jsou naleptané, jsou rýhované a mají nepravidelné nárůstky.

Anglesit – tvoří malé tabulkovité až dipyramidální nebo prizmatické krystaly, které mají bílou, namodralou nebo i nafialovělou barvu. Velikost nepřesahuje 5 mm. Nejčastěji se vyskytuje společně s cerusitem.

Pyromorfit – byl nalezen v Poštovní a v Modré štole na ložisku ZH–V. Tenké prizmatické krystaly mají délku max. 2 mm a mají světle žlutozelenou barvu. Tvoří nárůsty na křemeni nebo na limonitizovaných sulfidických rudách.

Dundasit – vzácný minerál, který se dříve hojně vyskytoval na ložisku ZH–V v Modré štole. Tvoří bílé kuličkovité agregáty až 2 mm velké, které pokrývají limonitizované rudy.

Aurichalcit – tvoří světle zelenomodré tenké tabulkovité až jehlicovité krystaly o délce 0,X mm. Byl nalezen na ložiskách ZH–HS a ZH–V. Jde o vzácný minerál zlatohoského revíru.

Linarit – vyskytuje se ve zkrasovělých krystalických vápencích s vtroušeným sulfidickým zrudněním na ložisku ZH–V. Tvoří tabulkovité krystaly o velikosti až 5,5 mm. Tvoří také pseudomorfézy po cerusitu a nejmladší snopečkovité agregáty.

Hemimorfit – v dutinách po vyloužených sulfidech na ložisku ZH–V vytváří drúzy bílých jehličkovitých krystalků, které bývají dlouhé až 1,2 mm. Společně s linaritem byl nalezen také na ložisku ZH–V, kde vytváří kuličkovité agregáty o průměru 2 mm, které vyplňují dutiny až 2 cm velké.

Malachit – vytváří radiálně paprscité agregáty o průměru až 3,5 mm. Častěji bývá v podobě práškovitých povlaků.

Brochantit – společně s posnjakitem se vyskytuje na ložisku ZH–V. V Modré štole tvoří zelené prizmatické krystaly o velikosti do 1 mm.

Ryzí měď – vytváří plíškovité až masivní shluky. Největší agregáty ryzí mědi vážící až 7 kg byly nalezeny na dislokaci vyplněné halloysitem, nafárané štolou Josef na ložisku ZH–HS. Agregáty cementační mědi dosahují velikosti až 10 cm. Tvoří se v kalech, které sedimentují z důlních vod.

Chalkozín – vytváří práškovité agregáty velké až několik cm na ložiskách ZH–HS a ZH–J.

Sádrovec – běžný sekundární minerál zlatohorského rudního revíru. Vytváří drúzy drobných krystalů, které mají místy délku až 3 mm a taky krusty ve stařinách.

5. Charakteristika zlata z jesenických lokalit

V této kapitole jsou sumarizovány publikované údaje o zlatě z jesenické oblasti (zlatohorský revír, Zlatý Chlum, Suchá Rudná a aluviální náplavy Černé Opavy).

5.1. Zlaté Hory–západ

Ložisko ZH–Z se nachází ve zlatohorském rudním revíru (viz obr. 1). Ložisko je vyvinuto v tektonicky predisponované struktuře, v níž se vyskytují kvarcitty Příčné hory s různými typy kyselých metavulkanitů.

Nejvýznamnějším rudním typem je zrudnění, které je vyvinuto na styku kvarcitů s kyselými metavulkanity. Zrudnění tvoří nepravidelná, laločnatě protáhlá a poměrně strmě uložená tělesa. Ruda je složena ze sfaleritu, pyritu, chalkopyritu, galenitu, pyrotinu a zlata. Součástí zrudnění tohoto typu je také tzv. „zlatý sloup“, který byl těžěn koncem 20. stol. Šířka rudního sloupu je 100 až 200 m. Průměrný obsah zlata v části těžené počátkem 90. let 20. stol. byl 2,4 g/t. Vysoké obsahy zlata jsou v polohách mocných 1 až 2 m, v nichž je velmi hojný jemnozrnný pyrit s vtroušenými zrny chalkopyritu. Rudní struktura se zlatem pokračuje ve formě nespojitých rudních těles až na úroveň 5. patra (tj. 380 m n. m.).

Drobná tělesa chudých vtroušeninových pyrit–pyrotin–chalkopyritových rud jsou uložena v chlorit–muskoviticých břidlicích v blízkosti podložního kontaktu kvarcitů. Ojedinele obsahují malé množství zlata pod 0,5 g/t (Zimák et al. 2003).

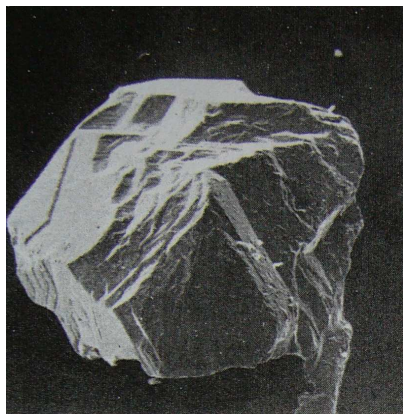
Morfologie zlata

Mikroskopické i méně časté makroskopické zlato bylo vyčleněno do čtyř morfologických typů:

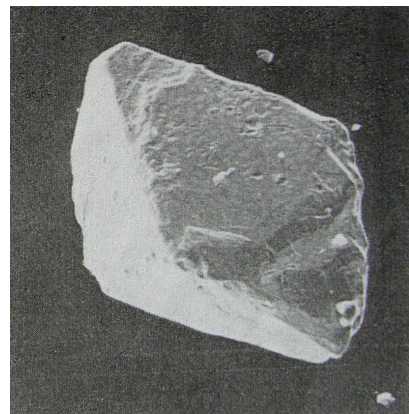
- **1. typ:** Drobnozrnné oválné inkluze zlata v pyritech, chalkopyritech a jejich okolní hornině o velikosti 0,0X mm. Z morfologie pyritu i uzavřenin zlata můžeme usuzovat, že současná forma je výsledkem přepracování metamorfními procesy. Podobu drobných, nepravidelně rozeklaných plíšků má zlato, nacházející se v horninové hlušině (Fojt et al. 1987, Hauk a Odehnal 1989).
- **2. typ:** Zlatinky jsou silně členité a značně rozeklané, místy mají bizarní tvary. Velikost mají až 3 mm. Druhý typ zlata se na lokalitě ZH–Z vyskytuje

nejčastěji. Zčásti se jedná patrně o agregáty. Zlato s náznaky krystalového omezení bylo pozorováno s chalkopyritem a všudepřítomným pyritem (Hauk a Odehnal 1989).

- **3. typ:** Tvoří víceméně dokonale krystalograficky omezené zlatinky o velikosti 0,0X mm. Zlato intimně graficky srůstá s chalcopyritem v přímém sousedství sfaleritu a pyrhotinu (Hauk a Odehnal 1989).
- **4. typ:** Cementační zlato, zlatinky dosahují rozměrů 0,0X–X mm. Morfologie zlata tohoto typu je rozmanitá. Tvoří rozeklané až velmi masívní plíšky. Místy tvoří izometrická individua s patrnými nedokonalými krystalovými tvary, která byla nalezena v poruchových partiích, kde se enormně kumulují zvláště v kavernách po vyloužení sulfidických minerálů spolu s chalkozímem a covellímem (Fojt et al. 1987).



Obr. 3. Nedokonale vyvinutý krystal zlata. Zvětšení 300x (Hauk a Odehnal 1989).



Obr. 4. Oktaedr zlata. Zvětšení 360x (Hauk a Odehnal 1989).

Chemismus zlata

- **1. typ:** Zlato nacházející se v pyritech je poměrně vysoce ryzí (kolem 970), zlato mimo pyrity v okolní hornině má ryzost o něco málo nižší.
- **2. typ:** Zlatinky obsahují zvýšené množství stříbra (až do 19 %). Místy zlato obsahuje měď, ojediněle i vizmut a rtuť.
- **3. typ:** Jde o elektrum, které má ryzost jen kolem 670.
- **4. typ:** Zlatinky dosahují až absolutní ryzosti 996. Obsah stříbra se pohybuje od 0,60–3,0 %. Obsah mědi kolísá od 0,06 do 0,16 % (Fojt et al. 1987).

5.2. Zlaté Hory–východ

Ložisko ZH-V se podobně jako ložisko ZH-Z nachází ve zlatohorském rudním revíru (viz obr. 1) a patří mezi nejznámější ložiska tohoto revíru jako typický zástupce polymetalického zrudnění. Podobně jako na ložisku ZH-Z jsou vtroušené, šmouhovité a páskované sulfidické rudniny koncentrovány v metamorfitech vrbenské skupiny, převážně v kvarcitech, zčásti i v krystalických vápencích (Fojt et al. 1987).

Na ložisku ZH-V se prováděly analýzy zlata jen velmi sporadicky a orientačně a ukázaly, že zlato se zde objevuje v průměrné koncentraci kolem 0,2 g/t rudniny. V centrálních partiích ložiskových těles lze vyčlenit tak zvané „zlaté zóny“ s průměrným obsahem 0,989 g/t Au. Zmíněný obsah zlata je podle ekonomických ukazatelů těžitelný. Mocnosti těchto zón se pohybují od 2 do 25 m. Zlato je zde vázáno na sulfidy a není volné. V minulosti se volné zlato našlo pouze v jednom vzorku společně s primárním bornitem a chalkozímem (Fojt et al. 1987).

Vazba zlata na pyrit na ložisku ZH-V ukazuje na to, že jsou zde projevy metamorfního ovlivnění méně intenzivní než na ložisku ZH-Z. Při méně intenzivních procesech nedošlo k uvolnění zlata ze struktury pyritu (Fojt et al. 1987).

5.3. Zlatý Chlum

Ložisko Zlatý Chlum se nachází na severozápadním svahu vrchu Zlatý Chlum (kóta 908 m n.m.), asi 2,5 km od města Jeseníku, na katastru obce Česká Ves (Morávek et al. 1992). Přístup do prostoru ložiska je po žlutě značené turistické trase, která vede z Jeseníku na Čertovy kameny (Zimák et al. 2003).

Historická důlní díla Zlatého Chlumu se vyskytují v biotitických rulách, kvarcitech a svorech. Ve všech typech hornin tohoto ložiska byly zjištěny relativně zvýšené obsahy zlata. V biotitických rulách byly obsahy zlata nejvyšší (v průměru 0,2 ppm). Nižší obsahy zlata byly zjištěny v muskovit–biotitických svorech (v průměru 0,1 ppm). Nejnižší obsahy měly kvarcity (v průměru 0,06 ppm). Uvedené typy hornin obsahují křemenné polohy, které tvoří systém převážně ložních a méně pravých žilek většinou čočkovitého charakteru, protažených ve směru SV–JZ. V křemenných polohách byly zjištěny maximální obsahy zlata až 28 ppm. Nelze jednoznačně vyjádřit, ve kterém horninovém typu jsou křemenné polohy na zlato nejbohatší (Zimák et al. 2003).

Morfologie zlata

Na ložisku Zlatý Chlum byly rozlišeny dva morfologické typy zlata (Fojt et al. 1987, Hauk a Odehnal 1989):

- **1. typ:** Nepravidelně vyvinuté plíšky, které dosahují maximální velikosti až 2 mm. Většinou jsou však menší než 0,6 mm. Zlato narůstá ve formě drátků až protáhlých plíšků. Povlaky mladšího zlata patrně souvisí se zvětrávacími procesy či slabší přínosovou fází vzniku zlata.
- **2. typ:** Vyskytuje se méně často. Jde o nepravidelně vyvinuté krystaly. Vzácně jsou dobře omezeny krystalovými plochami, nejčastěji oktaedrickými, také hexadrickými, dokonce byly nalezeny i kubo-oktaedry. Mají menší velikost, průměrně okolo 0,4 mm, maximálně 0,6 mm.

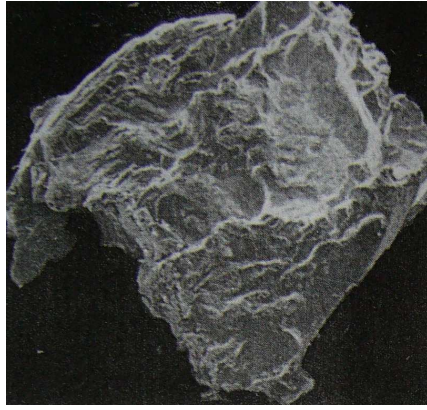
Podle Fojta et al. (1987) je zlatochlumské zlato velmi blízké metamorfogennímu zlatu nebo zlatu ze sulfidických ložisek velkých hloubek. Zlato bylo do křemenných poloh i pravých žilek extrémně segregované části horninového komplexu koncentrováno v průběhu metamorfních procesů.

Především u 1. morfologického typu zlata se zřídka vyskytují srůsty s křemenem. Zlatinky dobře omezené krystalovými plochami se srůsty s jinými minerály se nevyskytují. S klesajícím stupněm omezení zlatinek krystalovými plochami stoupá počet srůstů s křemenem. Nepravidelné, ale velice hojné a výrazné srůsty tvoří zlatinky prvního morfologického typu s teluridy Bi (tetradymitem, wehrlitem a hedleyitem). Srůsty jsou místy intimní a tvoří rozdílný povrch srůstajících zlatinek (Hauk a Odehnal 1989).

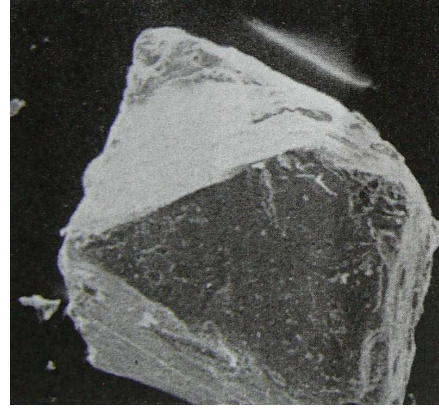
Výjimečně byl zjištěn se zlatem také kerogen. Sporadicky je v křemenných polohách přítomen pyrit, pyrhotin a sfalerit. Akcesoricky byl zjištěn grafit a ilmenit (Fojt et al. 1987).

Chemismus zlata

Zlato je chemicky jednoduché a vysoce ryzí. Ryzost se pohybuje v rozmezí 969–987. Obsah stříbra kolísá mezi 1,1 až 2,4 %, průměrně je obsah stříbra 2,1 %. Další příměsí je měď, její obsah ve zlatě je okolo 0,3 % (Fojt et al. 1987).



Obr. 5. Nepravidelně vyvinutý plíšek zlata. Zvětšení 51x (Hauk a Odehnal 1989).



Obr. 6. Oktaedr zlata. Zvětšení 220x (Hauk a Odehnal).

5.4. Suchá Rudná

Pozůstatky nejrozsáhlejší těžby v andělskohorském revíru jsou soustředěny v okolí obce Suchá Rudná. Andělskohorský rudní revír je vedle zlatohorského rudního revíru nejvýznamější revír severovýchodní části Českého masivu. Leží v prostoru mezi Vrbnem pod Pradědem, Malou Morávkou a Andělskou Horou po obou stranách tektonického styku vrbenské skupiny s nadložním andělskohorským souvrstvím. Ve sledu vrbenské skupiny převažují šedé až tmavě šedé fylity s grafitem a s vložkami metaprachovců a metadrob. Přítomny jsou polohy zelených břidlic, metadoleritů, mafických metatufů, vzácně kvarcitů a krystalických vápenců. Andělskohorské souvrství vystupuje v prostoru revíru jako soubor páskovaných fylitů s vložkami metadrob a vzácných metakonglomerátů. V horninách obou sledů se nepravidelně vyskytují ve velkém množství porfyroblasty Fe, Mg–karbonátů (Morávek et al. 1992).

V andělskohorském revíru byly kromě rozsypů předmětem těžby především křemenné žíly a žilníky s karbonáty, nehojnými sulfidy a ryzím zlatem. Mineralizace u Suché Rudné byla předmětem tzv. měkkého dobývání (Měkká žíla, Podmáslí). Zlato bylo získáváno rýžováním silně rozložených hornin andělskohorského souvrství v těsném nadloží styku s metatufy vrbenské skupiny.

Zvýšený zájem o lokalitu Suchá Rudná nastal v 80. letech 20. stol. po provedení strukturního vrtu SRV–4. V hlubším podloží rozsáhlého komplexu dobovek Měkké žíly byla zachycena zlatonosná mineralizace, vázaná na tmavé karbonátické pyritické fylity s grafitem svrchní části sledu vrbenské skupiny.

Převládajícím typem výskytu rudních minerálů ve fylitech jsou různě intenzivní vtroušeniny s pyritem a ostatními sulfidy. Galenit a zlatonosný arsenopyrit byly zjištěny hlavně v křemen–karbonátových sekrečních žilách. Obsahy zlata v arsenopyritu se uvádí od 12 do 30 g/t, v pyritu se obsah zlata pohybuje kolem 3 g/t.

Morfologie zlata

Zlato na lokalitě Suchá Rudná tvoří drobná zrna a nepravidelné agregáty, většinou menší než 0,125 mm. Zlato se nachází v paragenezi s pyritem a arsenopyritem, méně zřetelně s křemenem a Fe, Mg–karbonáty.

Chemismus zlata

Chemické složení zlatinek je charakterizováno pouze mírně kolísajícím obsahem Ag (5,6–16,8 %) bez příměsí dalších prvků nad 0,1 %. Na Suché Rudné je zastoupeno zlato, stříbrnaté zlato i elektrum.

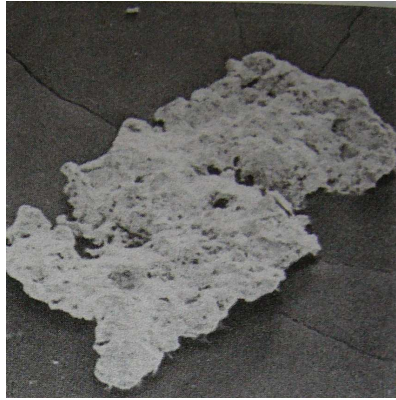
5.5. Aluviální náplavy Černé Opavy

Haukem a Odehnalem (1989) studovaný materiál byl získán z aluviálního náplavu Černé Opavy na tzv. „Zlatonosné loučce“ asi 1,4 km východně od kóty 934 m n. m., zvané Zámecký vrch.

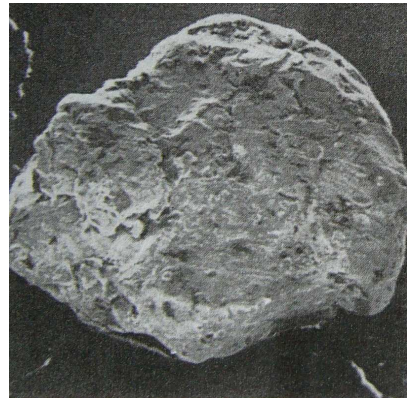
Morfologie zlata

Byly zjištěny dva morfologické typy zlata:

- **1. typ:** Plíšky mají nepravidelné tvary. Jejich mocnost je proměnlivá, od velmi tenkých a jemných po tlusté až destičkovité plíšky. Velikost se pohybuje od 0,2 do 3 mm. Jemné plíšky by mohly teoreticky vznikat jejich transportem. Zlatinky mohou během transportu „vločkovatět“ a dochází k jejich roztloukání a vytepávání do šupinek.
- **2. typ:** Hrudkovité zlatinky, které možná získaly svůj tvar sbalením plíšků během transportu. Nebo se možná jedná o nedokonale vyvinuté monokrystaly. Velikost těchto zlatinek je od 0,2 do 1 mm.



Obr. 7. Jemný tenký plíšek zlata z náplavu Černé Opavy. Zvětšení 50 x (Hauk a Odehnal 1989).



Obr. 8. Valounek zlata. Zvětšení 190x (Hauk a Odehnal 1989).

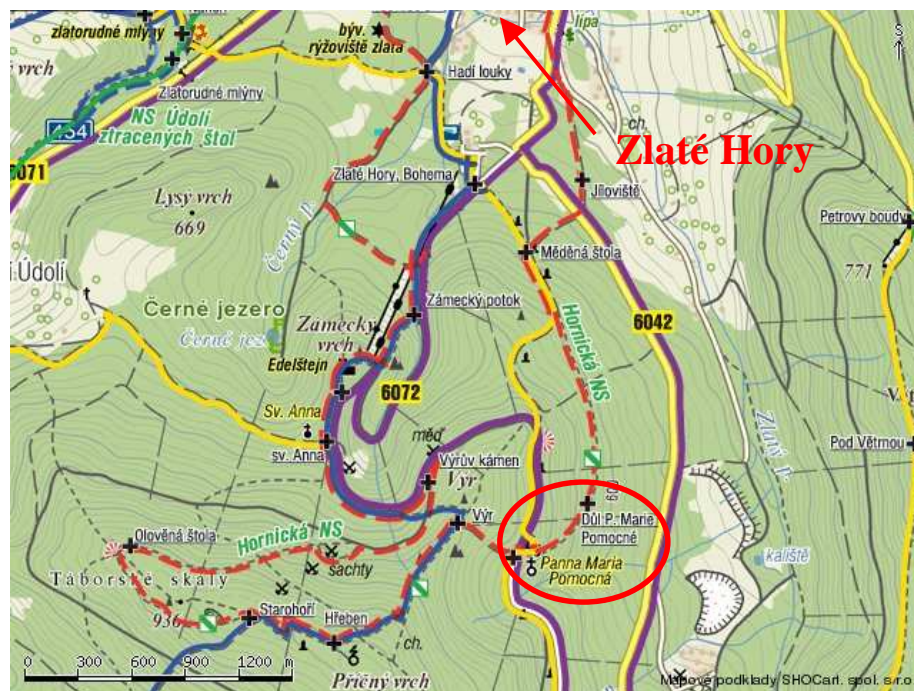
6. Historické ložisko Marie Pomocná

6.1. Poloha

Prostory starých důlních děl Marie Pomocná jsou součástí dílčího úseku zlatohorského rudního revíru Zlaté Hory–sever (viz obr. 1). Úsek ZH–S se rozprostírá v lesích na rozsáhlém území severovýchodního svahu Příčné hory s výběžkem Výrova kamene – Osikového vrchu a Zámeckého vrchu (viz obr. 9 a obr. 10).



Obr. 9. Příčná hora s kostelem Panny Marie Pomocné (foto: V. Bártková).



Obr. 10. Turistická mapa s ložiskem Marie Pomocná a s poutním kostelem (www.mapy.cz).

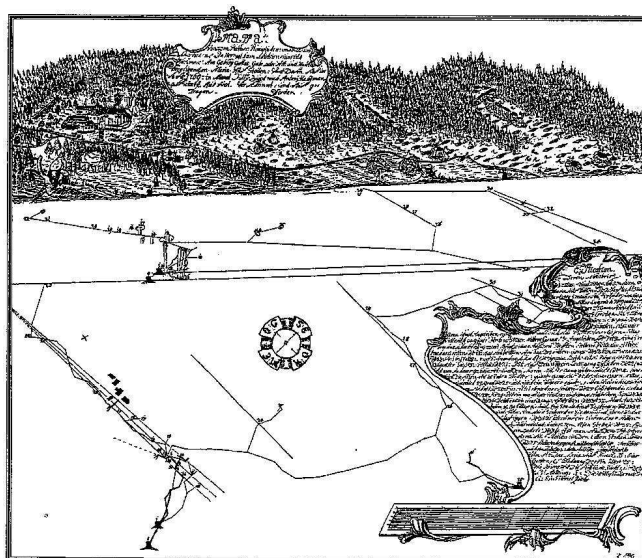
6.2. Historie lokality

Název Marie Pomocná, dříve Maria Hilfe, se od roku 1674 vztahoval k poutnímu místu s mariánským kultem na východním svahu Příčného vrchu, asi 4 km jižně od Zlatých Hor. Za třicetileté války v pol. 17. stol. se zde před švédskými vojsky schovávali lidé z okolí. Těhotná řezníková žena Anna Tanheiserová zde pod skalním převisem porodila syna Martina, který ve své závěti žádal svoji dceru, aby v místech jeho narození pověsila na starou jedli obraz Bohorodičky. Lidé, kteří tudy procházeli, viděli z obrazu vyzařovat bílé světlo. Místo se postupně stalo poutním místem, na kterém byla z darů poutníků vybudována dřevěná kaplička a poutní kostel Panny Marie Pomocné, vysvěcený v roce 1841. Po roce 1945 byl přístup ke kostelu z důvodů rozvíjející se důlní činnosti omezen. Postupná demolice kostela byla dokončena v roce 1975 jeho odstřelem. Zůstala jen neudržovaná Posvátná studánka. Po roce 1989 vznikla iniciativa na obnovu tohoto poutního místa. Za přispění darů z celé Evropy bylo do r. 1997 poutní místo znovu obnoveno (viz obr. 11) (www.turistika.cz).



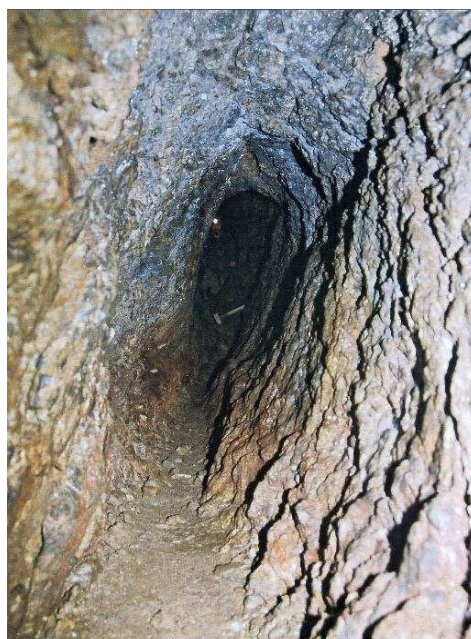
Obr. 11. Poutní kostel Panny Marie Pomocné (foto: V. Bártková).

Původní název ložiska Maria Hilfe nelze spolehlivě stanovit. Podle Večeři (1991) a jeho báňsko–historického výzkumu se může jednat o historický revír Obirschar. Jedinou dochovanou historickou mapou je mapa A. Habtmanna z roku 1769 (viz obr. 12). Na ní se termín Maria Hilfe poprvé objevuje v názvu dolu. Na mapě A. Habtmanna jsou zakresleny dvě přístupné štoly a další čtyři zavalené. V té době byl tento prostor součástí důlního pole Marie Theresia (Večeřa 1991).



Obr. 12. Historická mapa dolů kostela P. Marie Pomocné A. Habtmanna (Fojt a Večeřa 2000).

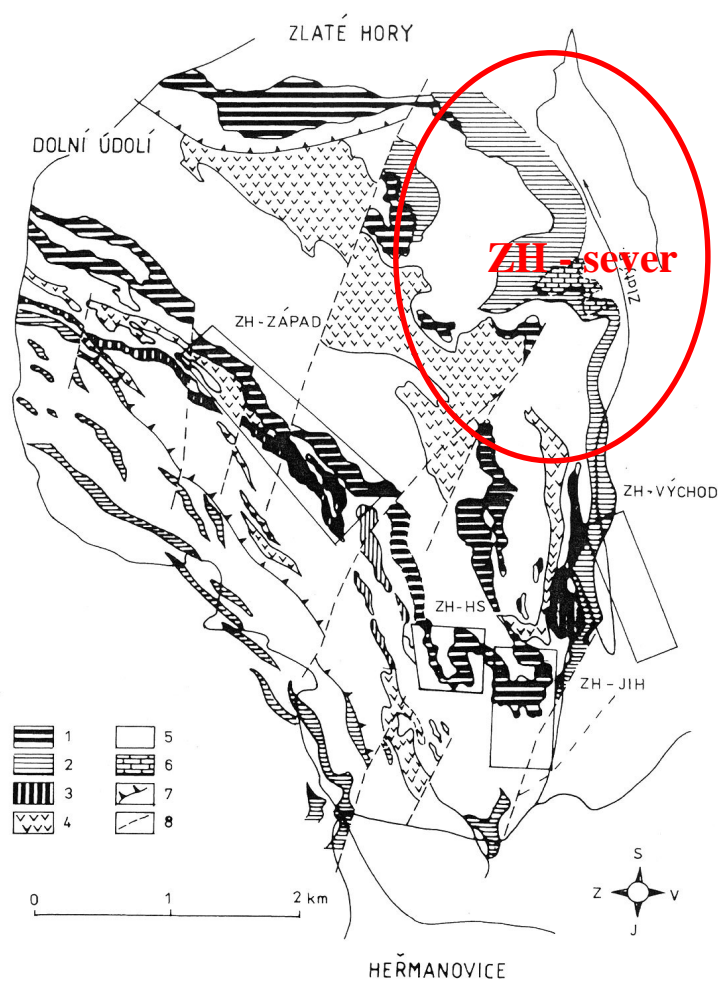
Lze předpokládat, že většina zlatonosných žil byla v oblasti Obirschar vytěžena během 14. –15. století a že v době vrcholné báňské činnosti na Zlatohorsku v 16. století byly doly na Obirscharu už opuštěny. Pro těžbu staršího data svědčí i charakter chodeb a dobývek dosud přístupných na štole Maria Hilfe I – například ručně vysekaná chodba vejčitého profilu, užší místo je v dolní části chodby (viz obr. 13). Jedná se o nejstarší zachovalou důlní chodbu na Zlatohorsku. Tento typ chodeb byl ražen ve 13. století, eventuelně už ve 12. století.



Obr. 13. Ručně vysekaná chodba vejčitého profilu ve 13. stol. (www.hornictvi.info).

6.3. Geologická charakteristika

V prostoru ložiska Marie Pomocná (viz obr. 14) se vyskytují hlavně muskovit–chloritické fylity a muskovitické kvarciticke fylity, kterými probíhají zlatonosné křemenné žíly. Tyto žíly jsou strmé a probíhají ve směru VSV–ZJZ až V–Z. Mají proměnlivou mocnost 0,5–2,0 m, místy s čočkovitým vývinem. Kromě křemene, fylosilikátů (muskovit, chlorit) a zlata vyplňují žíly také hrubozrnné agregáty sulfidů, nejčastěji pyrotin, místy chalkopyrit a pyrit (Novotný, Zimák 2002).



Obr. 5 Geologická mapa a ložiska těžená ve 20. stol. na Zlatohorsku (Kalenda, 1987), upraveno.
1 kvarcit Příčné hory, 2 grafit-muskovitické břidlice, 3 metakeratofyry, 4 metabazity,
5 chlorit-muskovitické břidlice, 6 mramory, 7 starší dislokace, 8 mladší poruchy

Obr. 14. Geologická mapa zlatohorského rudního revíru (Fojt et al. 2001).

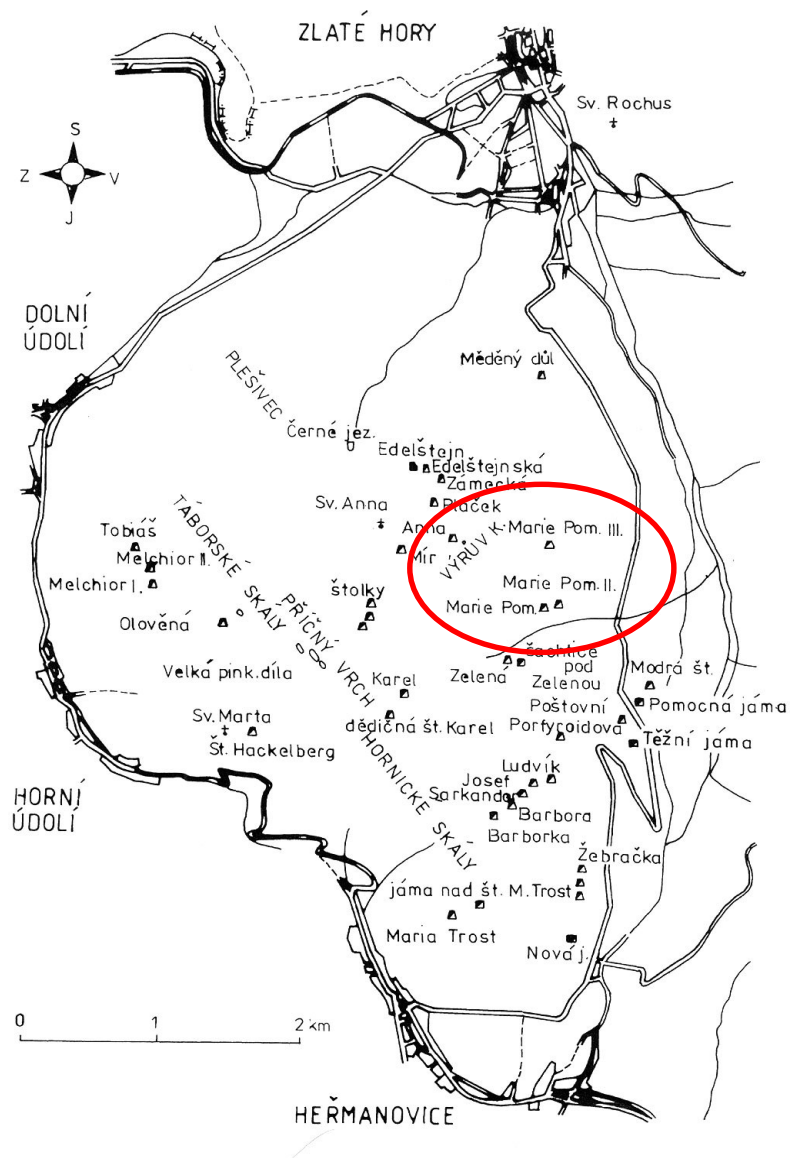
6.4. Dělení ložisek Marie Pomocná

V dnešní době se jednotlivé pinkové tahy označují jako **Marie Pomocná I až IV** (viz obr. 15). Naleziště **Marie Pomocná I** tvoří pruh dobývek, který se nachází přímo pod kostelem Panny Marie Pomocné. Z historické mapy A. Habtmanna lze vyčíst, že na tomto místě těsně nad potokem je kresleno ústí štoly, označované jako „Tieffern Marie Hilf Stollen“. Nad touto štolou je ústí štoly označované jako „Oberrn Maria Hilf Stollen“ a 6 šachet, z nichž 5 je zavaleno. Na Habtmannově mapě jsou na tomto žilném tahu zaznačeny ještě dvě zavalené štoly. Jedna se nachází východně od skupiny šachet a druhá 120 m západně od šachet těsně nad cestou.

Jáma označovaná v dnešní době jako **Marie Pomocná II** leží 120 m východně od komínů. Protože leží na stejném žilném tahu, tak by se správně měla řadit ke komplexu děl Marie Pomocná I. Na Habtmannově mapě není zakreslena.

Zhruba 400 m ssv. od šachet se nachází mohutný pinkový tah nazývaný jako **Marie Pomocná III**. Naleziště je otevřeno propadlou dobývkou. V 50. letech 20. století byla vyzmáhána část štoly zakreslené na Habtmannově mapě. Na historické mapě A. Habtmanna je zaznamenána ještě jedna štola. Dnes je z ní patrná pouze halda a nezřetelné propadlé ústí.

Další tah s nepřístupnými dobývkami se někdy označuje jako **Marie Pomocná IV**. Je situován o dalších 150 m dále na SSV (Večeřa 1991).



Obr. 4 Přehled důlních děl u Zlatých Hor (Fojt, 1966), upraveno.

Obr. 15. Přehled důlních děl u Zlatých hor (www.hornictvi.info).

6.5. Současný stav lokalit Marie Pomocná I a Marie Pomocná III

V rámci terénní etapy jsem provedla rekognoskaci terénu a zdokumentovala jsem současný stav v prostoru ložiska Marie Pomocná I a III. V následujících podkapitolách jsem popsala jednotlivá přístupná díla tohoto ložiska .

6.5.1. Marie Pomocná I

Zavalené ústí historické štoly Marie Pomocné I leží na jihovýchodním svahu kóty Vír (798m), cca 150 m východně od znovuvybudovaného poutního kostela Panny Marie Pomocné (Novotný a Zimák 2002).



Obr. 16. Lokalita Marie Pomocná I, v pozadí kostel Panny Marie Pomocné (foto: V. Bártková).

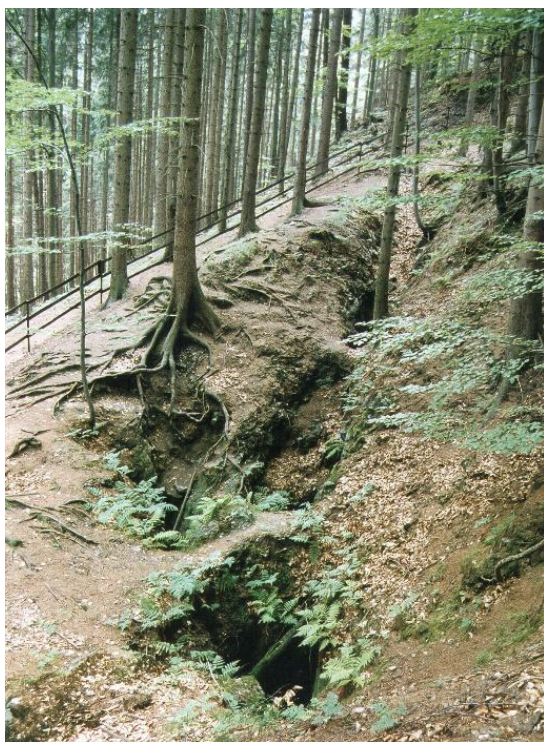


Obr. 17. Dobývka sledující průběh zlatonosné žíly na lokalitě Marie Pomocná I (foto: V. Bártková).

Hlavní důlní díla štoly jsou v prostoru pod poutním kostelem. V současnosti jsou z větší části zavalena nebo založena základkou. Současný stav děl v jejich povrchové části dokumentují obr. 16–24.



Obr. 18. Zabezpečení dobývek na lokalitě Marie Pomocná I (foto: V. Bártková).



Obr. 19. Lokalita Marie Pomocná I (www.hornictvi.info).



Obr. 20. Detailní pohled na dobývky na lokalitě Marie Pomocná I (foto: V. Bártková).

V centrální části dolu je zachován částečně zřícený komín, ústící do propadlé dobývky na křemenné žíle (obr. 21). Vzniklý prostor je bizardně členěn a tvoří 5 metrů hluboký trychtýř s rozeklanými stěnami (www.hornictvi.info).



Obr. 21. Pohled do zříceného komína na lokalitě Marie Pomocná I (foto: V. Bártková).



Obr. 22. Větrací komín na lokalitě Marie Pomocná I (foto: V. Bártková).

V západní části dolu, blíže ke kostelu, vyúsťuje na povrch větrací komín obdélníkového profilu (obr. 22). Komín byl ručně sekán želízkem a mlátkem a v současnosti se jedná o nejlépe zachovalé báňské dílo tohoto druhu na Zlatohorsku (www.hornictvi.info).



Obr. 23. Mříží osazené ústí štoly na lokalitě Marie Pomocná I (foto: V. Bártková).



Obr. 24. Ústí štoly na lokalitě Marie Pomocná I (foto: V. Bártková).

Podle Zachaře (1991) je důl Marie Pomocná I v současné době přístupný pouze protáhlou propadlinou pod vrtnou planýrkou a krátkým, cca 5 m kolmým komínem. Propadlinou lze sestoupit na hlavní hloubkovou úroveň dolu, ve které lze pokračovat na obě strany ve směrné linii V–Z. V západní větvi dolu existují 2 paralelní chodby různého stáří, které se po asi 10 m spojují. Dále chodba pokračuje směrem k předpokládanému ústí štoly a profil je posléze zavalen sutí. V centrální části dolu pod propadlinami existují dvě zhruba izometrické, nepřiliš rozsáhlé dobývky. Jedna z dobývek je do 1/3 zatopena. Ve druhé dobývce je malé jezírko. Dobývky ve východní větvi jsou úzké a vysoké a leží paralelně. Jsou vertikálně přepažené křemennými povaly se sutí a s řadou traversových cest. Dobývky jsou propojeny skalními okny. Celková délka průchozí části dolu se odhaduje na asi 100 m a výšku asi 15 m.

6.5.2. Marie Pomocná III

Vchod do dolu se nachází v nadmořské výšce 690 m. Má rozměry 0,5–3,0 m. Jde o propadlý strop dobývek. Ústí štoly je zavaleno (Zachař 1991).

Ložisko Marie Pomocná III má západní a východní větev. Dobývky jsou úzké, 0,4–1,6 m široké a až 15 m vysoké. V prostorách se vyskytuje mnoho traverzových cest, často s odvalovou sutí. Při průzkumu byla zjištěna celková délka dolu 335 m a denivelizace 42 m. Důl Marie Pomocná III byl profárán a zaměřen speleologickou skupinou Hádes (Zachař 1991).

Současný stav terénu v prostoru ložiska Marie Pomocná III je zřejmý z obr. 25–28.



Obr. 25. Dobývka na lokalitě Marie Pomocná III (foto: V. Bártková).



Obr. 26. Dobývka zavalená kládami stromů na lokalitě Marie Pomocná III (foto: V. Bártková).



Obr. 27. Detail zavaleného ústí štoly na lokalitě Marie Pomocná III (foto: V. Bártková).



Obr. 28. Zabezpečené dobývky na lokalitě Marie Pomocná III (foto: V. Bártková).

7. Morfologie a chemismus zlata z ložiska Marie Pomocná

7.1. Zlato ze štoly Marie Pomocná I

Analyzované vzorky byly odebrány již v roce 1994 z bloku žilného křemene (viz Novotný a Zimák 2002). EDX analýzy (energiově disperzní analýzy) zlata byly provedeny na katedře mineralogie, petrologie a geochemie PřF MU v Brně na přístroji CamScan s připojeným EDX analyzátozem Link AN 10 000, urychlovací napětí 20 kV, korelace programem ZAF-4, analytik RNDr. V. Vávra. Ve všech analyzovaných bodech bylo zjištěno pouze Au a Ag. Sumy provedených analýz se pohybovaly v intervalu **100,85 až 101,93** hm. %. Výsledky těchto analýz po přepočtu na at. % jsou uvedeny v tab. 1.

Zlato 1. typu má relativně vysokou ryzost – **913–944**, ryzost zlata 2. typu je podstatně nižší – **778–824** (Novotný a Zimák 2002).

	Zlato 1. typu		Zlato 2. typu		
Analýza č.	1	2	3	4	5
Au	94,36	91,29	80,94	77,83	82,35
Ag	5,64	8,71	19,06	22,17	17,65
Suma	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 1. EDX analýza zlata (at. % po přepočtu na 100 %) (Novotný a Zimák 2002).

- **1. typ zlata** – v drúzových dutinách v centrální části křemenného bloku. Zlato vytváří nedokonale vyvinuté krystaly oktaedrického habitu, jejichž velikost dosahuje max. 0,3 mm. Oktaedry zlata narůstají na prizmatické krystaly křemene a částečně i do nich.
- **2. typ zlata** – také zjištěn v centrální části křemenného bloku. Podoba drobných plíšků, vytváří shluky velké max. 1,5 mm. Zlato je přítomno na stěnách drobných dutinek, které jsou částečně vyplněny zemitými agregáty limonitu. Tyto kaverny vznikly patrně vyloužením sulfidů.

Podle Zimáka a Novotného (2002) je zjištění zlata dvojí ryzosti zajímavé z genetického hlediska. Chemismus zlata je ovlivněn látkovou redistribucí v průběhu regionální metamorfózy v prostoru zlatohorského revíru. U zlata, v jehož rekrystalizačním prostředí jsou přítomny stříbrnosné sulfidy, dochází k výraznému poklesu jeho ryzosti. Zlato uzavřené v pyritu nebo v křemenných agregátech si uchovává svoji vysokou ryzost. Zlato 1. typu s vysokou ryzostí (913–944) se vyskytuje uzavřeno v křemenu nebo jsou jeho krystaly v drúzových dutinách obklopených křemenem (bez sulfidů). Zlato 2. typu s relativně nízkou ryzostí (778–824) se nacházelo v asociaci se sulfidickými minerály, jejichž stříbrem se mohlo nabohatit v průběhu metamorfních procesů.

7.2. Zlato ze štoly Marie Pomocná III

Vzorky křemenné žiloviny z ložiska Marie Pomocná III obsahují vedle dominantního křemene jemné šupinky muskovitu, zrna pyritu (silně postiženého limonitizací), rutilu a také zrnka zlata (obr. 29–32). Lze rozlišit dva typy rud:

- a) křemenná žilovina se zlatem
- b) silně limonitizované partie s původně vysokým obsahem pyritu a relativně hojnými zrnky zlata.

Byl studován chemismus zlata ve vzorcích náležejících k oběma typům.

Ve všech analyzovaných bodech byly WDX analýzou (vlnově disperzní analýza) mimo Au a Ag zjištěny v nepatrném množství prvky Cu, Bi, Hg, Ni, Sb. Sumy provedených analýz se pohybovaly v intervalu **100,25–101,75** hm. % (viz tab. 1–3), výsledky těchto analýz po přepočtu na at. % jsou uvedeny v tab. 4–6. Zlato má ryzost **858–907**. Vzorky byly studovány metodou WDX na PEMM PřF MU Brno na mikrosondě Cameca SX-100, analytici Mgr. Petr Gadas a RNDr. Radek Škoda, PhD.

Au	Ag	Cu	Bi	Hg	Ni	Sb	Suma
88,377	13,152	0,014	0,02	0	0,002	0	101,565
86,943	13,152	0,013	0,089	0	0	0,058	100,254
86,531	15,045	0,012	0	0,164	0	0	101,752
86,134	15,165	0,007	0	0,046	0,003	0	101,356
85,96	15,261	0,004	0	0,023	0	0	101,249

Tab. 2. Výsledky WDX analýzy zlata v limonitu – vzorek č. 1.

Au	Ag	Cu	Bi	Hg	Ni	Sb	Suma
86,206	15,371	0,006	0	0	0,015	0	101,597
85,98	15,174	0	0	0	0	0	101,155
85,836	15,38	0,007	0,004	0	0	0	101,227
85,86	15,573	0,014	0	0	0,007	0	101,454
85,759	15,923	0	0	0,054	0	0	101,736

Tab. 3. Výsledky WDX analýzy zlata v křemenu – vzorek č. 2.

Au	Ag	Cu	Bi	Hg	Ni	Sb	Suma
90,367	10,132	0	0,073	0	0,004	0	100,576
90,396	10,157	0,019	0,033	0,04	0	0	100,644
90,733	10,136	0,016	0,053	0,87	0,003	0	101,028
90,352	10,161	0,007	0	0	0	0,009	100,528
90,119	10,204	0,006	0,033	0	0,001	0	100,363

Tab. 4. Výsledky WDX analýzy zlata v křemenu – vzorek č. 3.

	Vzorek č. 1 - zlato v limonitu				
Analýza č.	1	2	3	4	5
Au	78,6	78,2	75,9	75,6	75,8
Ag	21,4	21,6	24,1	24,4	24,2
Cu	0	0,03	0	0	0
Bi	0	0,08	0	0	0
Hg	0	0	0	0	0
Ni	0	0	0	0	0
Sb	0	0,09	0	0	0
Suma	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

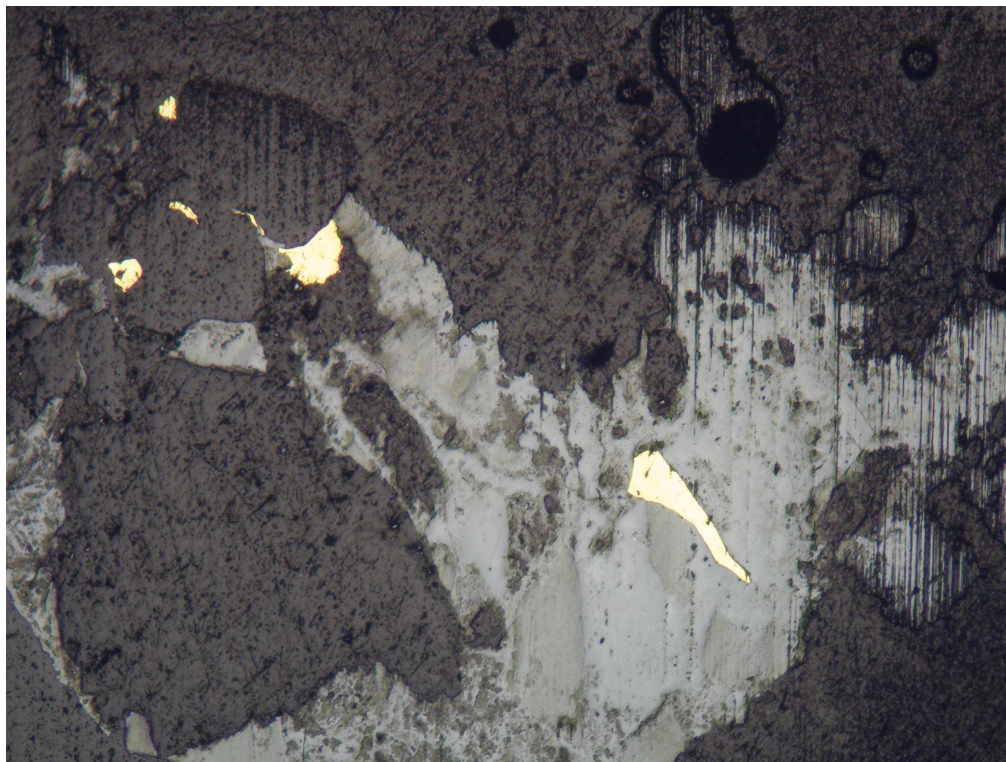
Tab. 5. WDX analýzy zlata (at. % po přepočtu na 100 %).

	Vzorek č. 2 - zlato v křemenu				
Analýza č.	6	7	8	9	10
Au	75,4	75,6	75,3	75,2	74,6
Ag	24,5	24,4	24,7	24,8	25,4
Cu	0,04	0	0	0	0
Bi	0	0	0	0	0
Hg	0	0	0	0	0
Ni	0,06	0	0	0	0
Sb	0	0	0	0	0
Suma	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 6. WDX analýzy zlata (at. % po přepočtu na 100 %).

	Vzorek č. 3 - zlato v křemeni				
Analýza č.	11	12	13	14	15
Au	83	82,9	83	83	83
Ag	17	17	16,9	17	17
Cu	0	0,06	0,03	0	0
Bi	0	0	0	0	0
Hg	0	0,04	0,07	0	0
Ni	0	0	0	0	0
Sb	0	0	0	0	0
Suma	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

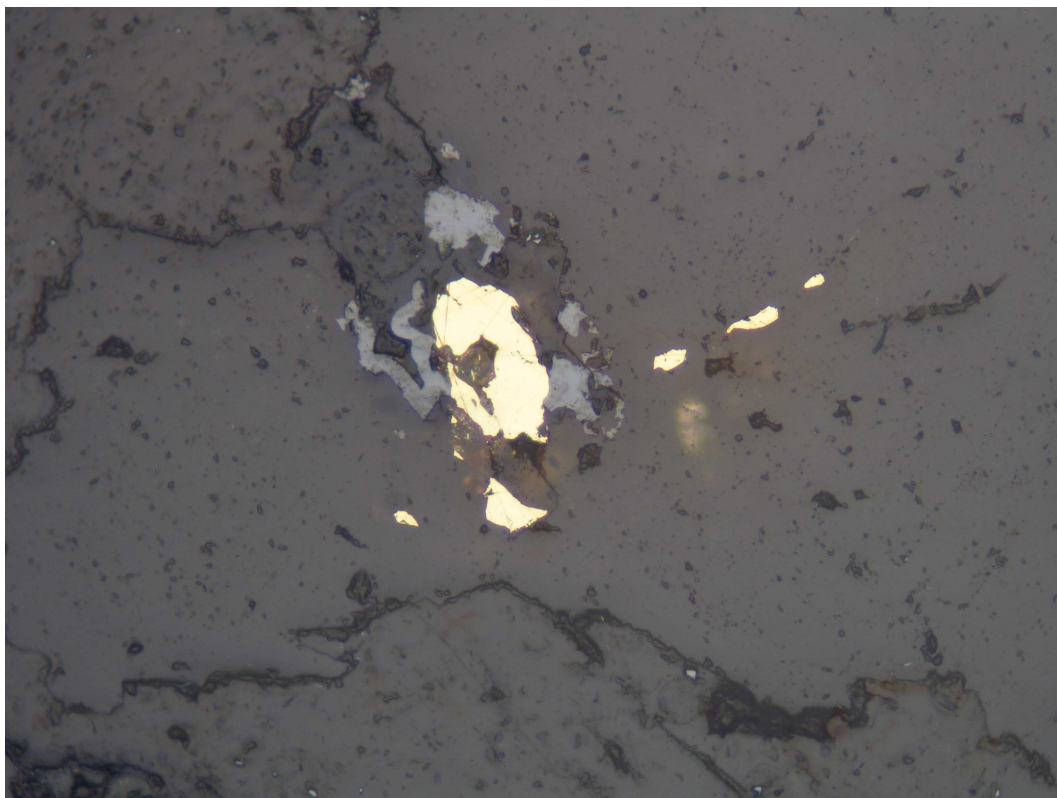
Tab. 7. WDX analýzy zlata (at. % po přepočtu na 100 %).



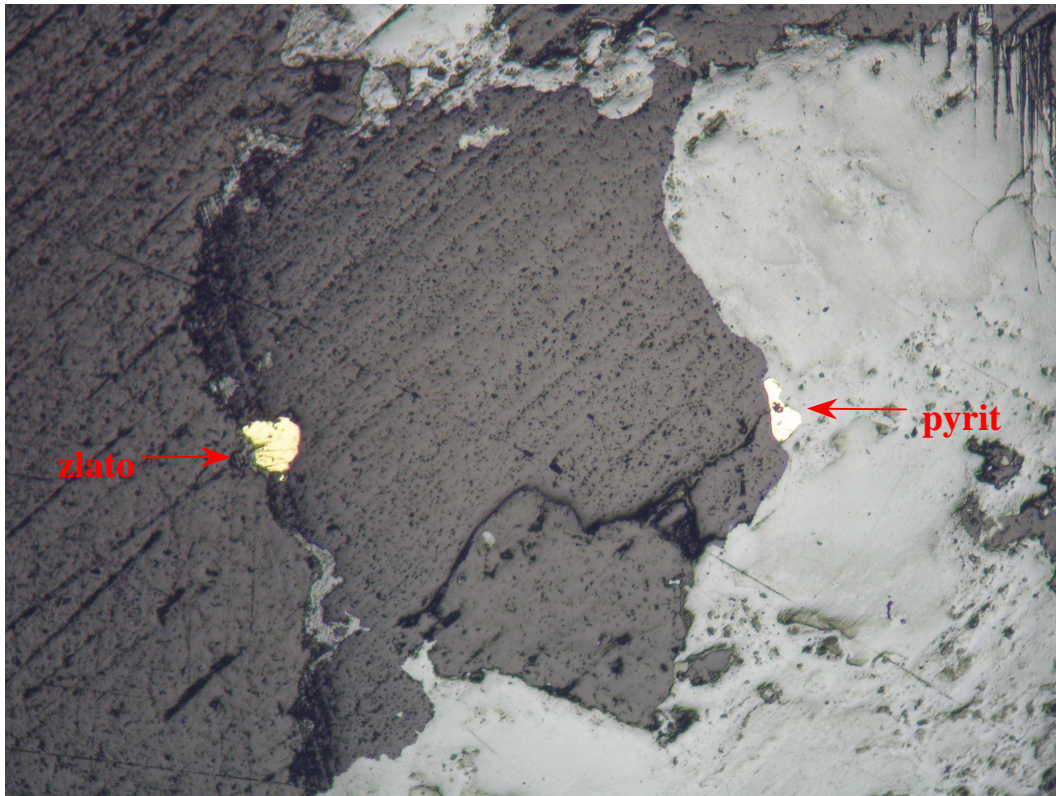
Obr. 29. Zlato společně s totálně limonitizovaným pyritem, šířka pole 2 mm. Vzorek č. 1. Nábrus, odražené světlo (foto: V. Bártková).



Obr. 30. Zlato v křemeni ze žiloviny s limonitizovaným pyritem (není zachycen v ploše snímku), šířka pole 0,8 mm. Vzorek č. 1. Nábrus, odražené světlo (foto: V. Bártková).



Obr. 31. Zlato v křemenné žíle, šířka pole 1 mm. Vzorek č. 2. Nábrus, odražené světlo (foto: V. Bártková).



Obr. 32. Zlato provázené limonitem s reliktem pyritu v křemenné žíle, šířka pole 2 mm. Nábrus, odražené světlo (foto: V. Bártková).

8. Diskuse

V materiálu získaném z historického ložiska Marie Pomocná III lze rozlišit dva typy hydrotermální mineralizace s ryzím zlatem:

- 1. typ: Křemenné žíly bez sulfidů nebo jen s jejich minimálním zastoupením. Zlato má ve dvou různých vzorcích z tohoto typu zrudnění rozdílnou ryzost (kolem 860 a 900).
- 2. typ: Křemenné žíly s kavernami po vyloužených sulfidických minerálech (hlavně pyrit). Zlato je vázáno na partie s limonitem nebo na jejich bezprostřední okolí. Zlato tohoto typu má ryzost v rozpětí 860–880. Relativní nízká ryzost tohoto zlata je překvapením, neboť vzhledem k jeho sepětí s limonitem by bylo možno předpokládat, že toto ryzí zlato vzniklo při cementačním procesu (pro cementační zlato je charakteristická také vysoká ryzost – viz například data v tab. 8).

Srovnání ryzosti a morfologie zlata z Marie Pomocná I a Marie Pomocná III s ryzostí a morfologií zlata z jiných jesenických lokalit je uvedeno v tab. 8.

	Morfologie Au	Ryzost Au
Marie Pomocná I	1. typ: Nedokonale vyvinuté krystaly oktaedrického habitu, velikost maximálně 0,3 mm.	913–944
	2. typ: Drobné plíšky, které vytvářejí shluky o velikosti 1,5 mm.	778–824
Marie Pomocná III	Drobné plíšky a nepravidelná zrna o velikosti do 0,4 mm.	858–907
Zlatý Chlum	Nepravidelné plíšky o velikosti až 2 mm, většina menší než 0,6 mm, méně často tvoří drobné krystalky.	969–987
Suchá Rudná	Drobná zrna a nepravidelné agregáty většinou menší než 0,125 mm.	832–944
Zlaté Hory - západ	1. typ: Oválné inkluze zlata v pyritech, velikost 0,0X mm. Přepřacování metamorfními procesy. Nepravidelné rozeklané plíšky v horninové hlušině.	∅ 970
	2. typ: Rozeklané zlatěnky, místy bizardních tvarů, rozpoznány také náznaky krystalového omezení.	∅ 810
	3. typ: V podobě intimních grafických srůstů elektra s chalkopyritem. Elektrum tvoří ostrůvky o velikosti 0,0X mm.	∅ 670
	4. typ: Cementační zlato, zlatěnky jsou morfologicky rozmanité, tvoří rozeklané až velmi masivní plíšky, místy izometrická individua s patrnými nedokonalými krystalovými tvary. Rozměry 0,0X - X mm.	970–997
Aluviální nápavy Černé Opavy	1. typ: Plíšky nepravidelného tvaru. Mocnost je proměnlivá, od velmi tenkých a jemných po tlusté až destičkovité plíšky. Velikost od 0,2 - 3 mm.	nejsou data
	2. typ: Hrudkovité zlatinky, tvar získaly sbalením plíšků během transportu nebo se jedná o nedokonale vyvinuté monokrystaly. Velikost 0,2 - 1 mm.	nejsou data

Tab. 8. Morfologie a ryzost zlata na jesenických lokalitách (na základě publikovaných dat a vlastních poznatků).

9. Závěr

V této práci jsou obsaženy výsledky literární rešerše, terénního výzkumu na lokalitách Marie Pomocná I a Marie Pomocná III a v případě lokality Marie Pomocná III též laboratorního zpracování vzorků žilné mineralizace se zlatem.

Na Zlatohorsku se nachází v největší míře sulfidické zrudnění a Au–zrudnění. Kovy v okolí Zlatých Hor byly dobývány již od počátku středověku. Jejich těžba často upadala vlivem špatné znalosti struktury a typu ložiska, nedostatečných a zaostalých technologií a nástrojů a v neposlední řadě také vlivem nedostatku finančních prostředků. Určitou roli v pozastavování těžby mohly sehrát i politické vlivy.

V prostoru lokality Marie Pomocná, která byla největším předmětem zájmu v této práci, proběhla převážná část báňských prací již před 15. stoletím. Během 14. a 15. století jsou zlatonosné křemenné žíly z větší části vytěženy. V dnešní době jsou doly z bezpečnostních důvodů ohraničeny dřevěnými ploty a vstup do prostoru je na vlastní riziko.

V materiálu odebraném v prostoru historického ložiska Marie Pomocná III jsem rozlišila dva typy zlata. První typ zlata je vázán na křemenné žíly bez sulfidů nebo s jejich nepatrným zastoupením. Toto zlato může mít relativně vysokou ryzost (v jednom ze vzorků se ryzost pohybovala kolem 900, v druhém kolem 860). Druhý typ zlata je vázán na kavernózní křemen, v němž dutiny vznikly vyloužením pyritu, případně dalších sulfidů. Ryzost tohoto zlata se pohybuje v intervalu 860–880.

V diskusi je provedeno srovnání zlata z historického ložiska Marie Pomocná se zlatem pocházejícím z jiných nalezišť v oblasti Jeseníků.

Literatura

- Fojt B., Večeřa J. (2000): Zlaté Hory ve Slezsku – největší rudní revír v Jeseníkách. Část 1.: A. Historie těžby. B. Přehled literárních poznatků. – Acta Mus. Moraviae, Sci.geol., 85, 3-45. Brno.
- Fojt B., Hauk J., Vodová E. (1987): Zlato jesenických stratiformních ložisek. – Shar. Symp. Zlato v Západných Karpatoch, 35 – 39. GÚDS Bratislava 1987.
- Fojt B., Hladíková J., Kalendra F. (2001): Zlaté Hory ve Slezsku – největší rudní revír v Jeseníkách. Část 2.: C. Geologie D. Mineralogie E. Geochemie stabilních izotopů. – Acta Mus. Moraviae, Sci.geol., 86, 3-58. Brno.
- Hauk J., Odehnal F. (1989): Studium morfologie zlata z několika výskytů v Hrubém Jeseníku. – Věst. Ústř. úst. geol., 64, 5, 297-300. Praha.
- Morávek P. et al. (1992): Zlato v českém masívu. Vydavatelství ČGÚ Praha.
- Novotný P., Zimák J. (2002): Chemismus zlata v křemenné žíle štoly Maria Hilfe I ve Zlatých Horách. – Sborník „Mineralogie Českého masívu a Západních Karpat“, 67-69. Olomouc.
- Večeřa J. (1991): Toponomie dolů ve Zlatých Horách. In: Sborník referátů ze semináře „Historie dolování ve Slezsku a na severní Moravě“, 9-55. Zlaté Hory.
- Zachař Z. (1991): Stručný stav hornických děl ve Zlatých Horách. In: Sborník referátů ze semináře „Historie dolování ve Slezsku a na severní Moravě“, 56-67. Zlaté Hory.
- Zimák J., Novotný P., Fojt B., Večeřa J., Losos Z., Vávra V., Večeřová V., Skácel J., Kopa D. (2003): Exkurzní průvodce po mineralogických lokalitách v okolí Javorníku, Jeseníku a Zlatých Hor. Vydavatelství UP Olomouc. 64 stran.
- www.hornictvi.info
- www.turistika.cz