

# Kašperskohorské zlato (Šumava, Česká republika)

## The Kašperské Hory gold (the Šumava Mts., Czech Republic)

JIŘÍ LITOCHEB<sup>1)</sup>, JIŘÍ SEJKORA<sup>1)</sup>, VLADIMÍR ŠREIN<sup>2)</sup> A JAN MALEC<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1

<sup>2)</sup> Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i., V Holešovičkách 41, 180 09 Praha 8

<sup>3)</sup> Česká geologická služba, Geologická 5, 150 00 Praha 5 - Barrandov

LITOCHEB J., SEJKORA J., ŠREIN V., MALEC J. (2009): Kašperskohorské zlato (Šumava, Česká republika). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 17/1, 1-13. ISSN: 1211-0329.

### Abstract

The paper summarises historical reports of gold findings and their variable fineness, observation of previous geological and mineralogical research and results of new mineralogical study on museum samples of abundant macroscopic gold from the Kašperské Hory gold-bearing ore district (Šumava Mountains, Czech Republic). Except the dominant actually explored Au-quartz mineralization, the vein Au-base metals-quartz mineralization is developed in this ore district. It is represented by macroscopic Ag-rich gold in association with usually microscopic sulphides (pyrite, chalcopyrite, pyrrhotite, galena, sphalerite), complex sulphides (berthierite, bournonite, tetrahedrite, boulangerite) and rare Cu sulphides (covellite, geerite?). The occurrences of this type mineralization with macroscopic gold at outcrops of the ore zones at the Kašperské Hory ore district apparently initiated intense mining activities in the period of Middle Ages.

**Key words:** history of mining, mineralogy, macroscopic gold, Ag-rich gold, electrum, chemical composition, the Kašperské Hory gold-bearing district, Moldanubian, the Šumava Mts., Bohemian Massif

### Úvod

Kašperskohorský revír patří mezi historicky nejvýznamnější zlatonosné revíry Čech s vrcholem těžební aktivity ve 14. století. Tak jako ve většině českých revírů i v Kašperských Horách byly lokálně vyvinuté bonanzové akumulace makroskopického zlata. V době největšího rozkvětu dolování mohly nálezy tzv. hanštánů (der Handstein), zlatých nálomů (Anbruche) nebo zlatých štuflů (Stufle) znamenat i významný podíl na celkové produkci zlata v revíru. Z Kašperských Hor pochází i řada pověstí spojených s nálezy zlata v dávné minulosti (Kollibabe 1925; Skalníková 1980), které jistě měly reálný základ. Nálezy zlatem bohatých vzorků jsou písemně podchyceny až v 17. a 18. století a jako dary byly většinou předávány císařskému dvoru a vysokým horním úředníkům z důvodu očekávané podpory báňského podnikání. Bohužel do dnešních dnů se z výjimečných historických nálezů zlata v Kašperských Horách dochovalo velmi málo. Cílem příspěvku je kromě souhrnu údajů o rudní mineralizaci a nálezích makroskopického zlata v kašperskohorském revíru prezentovat výsledky mineralogického výzkumu vybraných ukázek zlata z muzejních a univerzitních sbírek a upozornit na zvláštní postavení mineralizace s makroskopickým zlatem v minerogenezi revíru.

### Přehled historie těžby a průzkumu

Vzhledem k významu kašperskohorského zlatonosného revíru existuje k historii dolování poměrně rozsáhlá bibliografie z období od 19. století až do současnosti (např. Sternberg 1836; Panni 1875; Pošepný 1895; Paprštejn 1903; Schreiber 1930; Lomič 1955; Urban 1956, 1960; Kratochvíl 1958; Horpeniak 1980; Kudrnáč 1980; Kořan 1980, 1988; Waldhauser et al. 1991, 1994; Štrupl 1993; Lehrberger 1996; Majer 2004; Fröhlich 2006).

Počátky těžby zlata rýžováním jsou sice spojovány s keltským osídlením Šumavy (Slabina 2005), ale začátky hornické těžby patrně probíhaly za posledních Přemyslovců. Období rozkvětu lze klást do konce 13. století, neboť již v roce 1325 je písemně doloženo zpracování zlatonosné rudy v mlýnech a hutích. Zpracovatelské provozy (mlýny, pražírny, tavírny) byly soustředěny v údolí Zlatého potoka a Losenice v j. okolí Kašperských Hor a též do blízkosti města (např. lokalita Prádlo, obr. 1). Jako významné zlaté doly jsou Kašperské Hory připomínány v roce 1338 a 1341. V listině Jana Lucemburského z roku 1345 vyplývá, že Kašperské Hory (Reichenstein, později Bergreichenstein) jsou svobodným horním městem. V roce 1356 byl na příkaz Karla IV. na ochranu dolů založen strážní hrad Kašperk (Karlsberg) a v roce 1366 byla dokončena nová obchodní cesta - zlatá stezka kašperskohorská - z Pasova přes Kvildu a Kašperské Hory dále do Čech. Intenzivní báňské práce pokračovaly i za panování Václava IV. a to až do husitských válek. Pozdější zpráva z roku 1713 publikovaná Pannim (1875) a vztahovaná k období před rokem 1426 zaznamenává u Kašperských Hor na 37 důlních provozů - cechů. Kořan (1980) však nepokládá vrocení za správné a podle jmen svatých u dolů spíše usuzuje na dobu pozdější - 16. století. V první polovině 15. století dolování postupně upadalo jako v jiných zlatonosných revírech Čech. Přesto se v 2. polovině 16. století kašperskohorský revír podílel svojí produkcí zlata na emisi zlatých dukátů (Majer 2003). Dolování kašperskohorských měšťanů v 16. století však nedosáhlo dřívějšího významu. Byla hlavně obnovována stará důlní díla. Přesto v roce 1584 povýšil císař Rudolf II. Kašperské Hory na královské svobodné horní město. Patrně jedním z nejvýznamnějších a nejstarších důlních děl v revíru byla dědičná štola sv. Jana, kde se snad pracovalo již v době předhusitské a s přestávkami ještě v 18. století (do roku 1774). Štola o délce cca 550 m s 380 m





Obr. 1 Základy středověké úpravny zlaté rudy, objevené v roce 1988, Kašperské Hory - Prádlu. Foto J. Litochleb, srpen 2009.



Obr. 2 Ústí dědičné štoly sv. Jana j. od Kašperských Hor. Foto B. Šreimová, září 2007.



Obr. 3 Výřez z přehledné mapy kašperskohorského revíru (F. Pošepný 1895 podle mapy A. Bleidla z roku 1804).

dalších bočních (sledných) chodeb ústí nad soutokem Řetízkového (Lohbachl) a Zlatého (Zollerbach) potoka mezi hornicky významnými vrchy Friedholz a Spannreifl (obr. 2) a měla podfárat od J doly ve městě, k čemuž nedošlo. Koncem 16. a v průběhu 17. století byly doly vesměs opuštěné a dolovalo se jen v malém měřítku. K oživení báňské činnosti došlo až v 1. polovině 18. století (šachta Masné krámy ve městě, Kettnerská štola o délce 97 m, Janova štola, štola Marie Klatovské o délce 120 m, štoly Václav a Corpus Christi o délce cca 250 m u Kavrlíku), práce však skončily v roce 1777. K další obnově podnikání dochází v letech 1804 - 1846 (obr. 3) ražbou nových průzkumných štol František (délka 480 m), Bedřich, Josef (90 m chodeb) (obr. 4) a prohloubením historické šachty Ždánov (Sosum) u Kavrlíku. Novodobé průzkumné práce byly zahájeny v roce 1916 Kašperskohorským zlatodůlním těžařstvem na 40 důlních mirách (štoly František, Josef, Bedřich, Kristina - 388 m) a ukončeny v roce 1923 (obr. 5). Do roku 1930 pokračovalo jen udržování důlních děl. V následujících letech chtěla v Kašperských Horách podnikat Živnobanka. Po prodeji důlního majetku Dresdner Bank byla (patrně koncem roku 1939) veškerá geologická a báňská dokumentace z předchozího průzkumu odvezena do Německa (Urban 1956). Další průzkumné práce proběhly v omezeném rozsahu v 2. polovině 50. let minulého století. V roce 1960 pak byla ve štole Kristina vybudována podzemní seismická stanice Geofyzikálního ústav AV ČR.

Celková délka obvalových a pinkových pásem jako pozůstatků po historické těžbě v kašperskohorském revíru činí cca 10 km. Hloubka dolování se nejčastěji pohybovala do 30 - 50 m, ojediněle 70 - 80 m (Morávek 1980). Nejhlubším dílem byla v 19. století Ždánovská šachta, kde je v roce 1810 uváděna úklonná hloubka 80 m a rozražení 2. patra s 240 m sledných chodeb (Urban



1956; Cícha 1999). Odhad historické produkce do 20. století se pohybuje kolem 2 t zlata s maximem v době předhusitské, z období 16. - 19. století jen 89 kg, z toho nejvíce v 16. století - 51 kg (Morávek 1980).

Od roku 1981 zahájila Geindustria Praha nový geologický průzkum v okolí Kašperských Hor a v roce 1989 byla zaražena průzkumná štola Naděje v údolí Zlatého potoka (obr. 6). Do roku 1991 zde bylo vyraženo 1720 m chodeb. V pracích pokračovala od roku 1994 společnost Bohemia důlní, a.s. (720 m chodeb a 4300 m vrtů) a o rok později společnost TVX Bohemia důlní, a.s. Koncem roku 1996 byly práce zastaveny (2450 m chodeb, 6901.5 m povrchových a 25 000 m podzemních vrtů). Hlavním dílem je 742 m dlouhý překop, z kterého byly vyraženy tři směrné chodby v rudních zónách a řada překůpků na ověření mocnosti a kovnatosti. Báňské práce se pohybovaly až 115 m pod povrchem Suchého vrchu. V průběhu 80. a 90. let 20. století bylo v rámci geologicko-průzkumných prací v revíru realizováno 92 povrchových vrtů, 181 podzemních vrtů a vyraženo 4890 m důlních chodeb. Průzkum nebyl dokončen a v evidenci zásob je vykazováno 189 t zlata v nebilančních zásobách o průměrném obsahu 3.44 g Au/t (Starý et al. 2006).

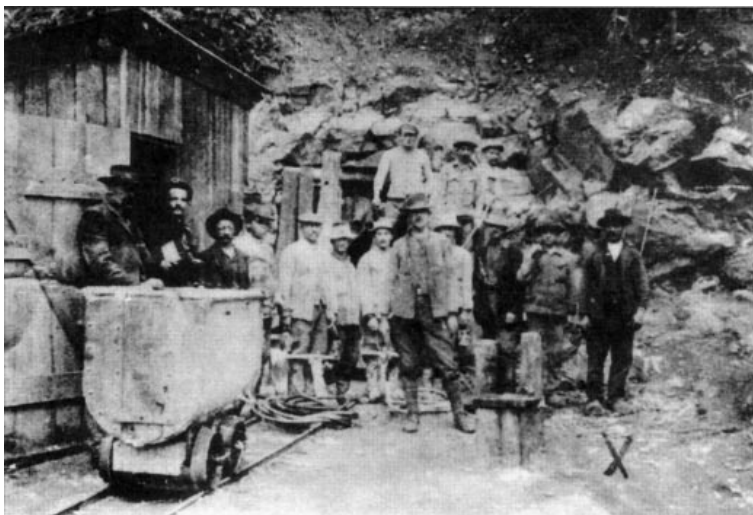
Slavnou historii kašperskohorského hornictví dnes připomíná naučná stezka „Cestou zlatokopů“ (kolektiv 2002) a expozice Muzea Šumavy v Kašperských Horách.

### Charakteristika rudní mineralizace

Kašperskohorský revír je situován uvnitř regionální střížné zóny směru V - Z až VJV - ZSZ na rozhraní pestré a monotónní jednotky šumavského moldanubika v území postiženém polyfázovou deformací a metamorfózou horninového komplexu (Fiála 1989). Mineralizované struktury se shlukují v žilné zóny a představují několik typů extenzních a střížných žil (Pertoldová et al. 1993; Strnad 1994; Ďurišová et al. 1995; Zachariáš et al. 1997). Rudní, především křemen-zlatonosná, mineralizace se nachází na území o rozloze cca 30 km<sup>2</sup> a podle situace starých báňských prací a výsledků novodobého geologického průzkumu je soustředěna do tří hlavních pásem přibližně směru V - Z (Morávek, Punčochář 1983; Morávek et al. 1985; Punčochář 1992a,b; Pertold, Punčochář 1996) (obr. 7). Hlavní jižní pásmo je cca 4 km dlouhé, 200 - 800 m široké a probíhá z jv. okolí Kašperských Hor (Suchý vrch, Dürrenberg) přes Liščí vrch (Füchselberg) k Rejštejnu. Jsou v něm situována rozsáhlá pinková pásma a staré štoly (štoly Kristina, Bedřich a Josef na úbočí Suchého vrchu, dědičná štola sv. Jana a štola František na Friedholzu jz. od města). Střední pásmo probíhá od jv. okraje Kašperských Hor přes vrch Vinice do s. okolí Rejštejna (Klostermannův



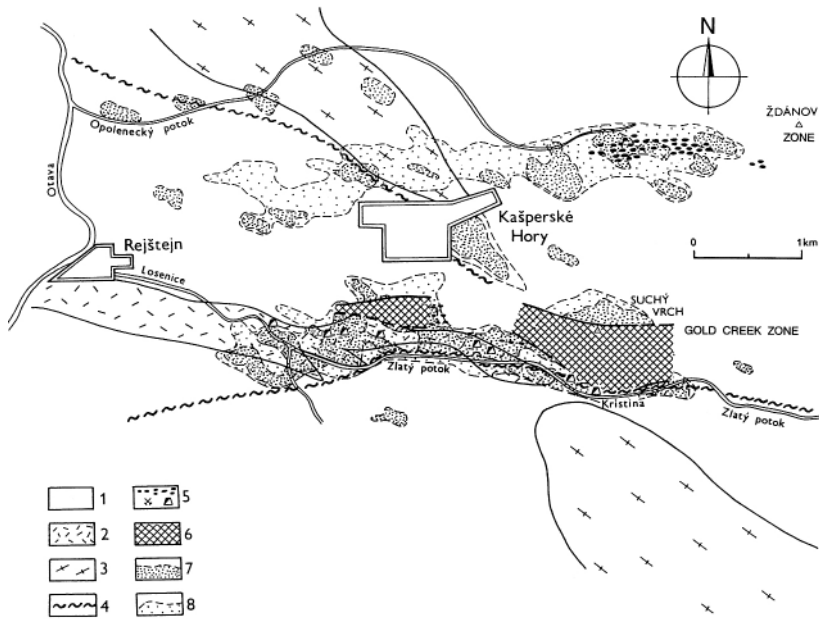
Obr. 4 Zabezpečené staré dobovky v údolí Zlatého potoka v blízkosti štoly Josef. Foto J. Litochleb, srpen 2009.



Obr. 5 Osazenstvo štoly Kristina (archivní foto z 20. let 20. století).



Obr. 6 Ústí průzkumné štoly Naděje jv. od Kašperských Hor. Foto B. Šreinová, září 2007.



**Obr. 7** Ložisková situace kašperskohorského zlatonosného revíru (podle Pertolda a Punčocháře 1996). Vysvětlivky: 1 - biotitické pararuly; 2 - kvarcity; 3 - biotitické ortoruly; 4 - zóny mylonitizace; 5 - staré hornické práce (pinky, šachty, štoly); 6 - vytěžené partie rudní zóny; 7 - obsahy Au nad 0.2 ppm z půdní geochemie; 8 - obsahy zlata v rozmezí 0.1 - 0.2 ppm z půdní geochemie.

vrch) a hlavní důlní díla se nacházejí přímo ve městě a v jeho nejbližším okolí. Na tomto pásmu byla značná část povrchových pozůstatků po dolování aplanována. Severně od Kašperských Hor ležící ždánovské pásmo s výraznými pinkovými tahy probíhá mezi osadou Kavrlík a jz. úbočím vrchu Ždánov (Sosumberg). Hlavním důlním dílem byla Ždánovská šachta.

V kašperskohorském revíru je vyvinuto několik typů rudní mineralizace.

- 1) Nejstarší, litologicky kontrolované, je výšeteplotní ( $T = 310 - 410\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) metamorfogenní stratiformní scheelitové zrudnění známé z jižní zóny, vázané na vápníkem bohaté metamorfity nebo žíly metamorfogenního křemene (Morávek, Punčochář 1983; Pertold, Punčochář 1996). Scheelit je převážně jemnozrnný (vtroušeniny, ložní žíly), méně často hrubozrnný (zrna až do 1 cm) a srůstá s křemenem a horninovými silikáty.
- 2) Relativně mladší je strukturálně kontrolovaná mezotermální ( $T = 200 - 310\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) křemen-zlatonosná mineralizace, spjatá se zónami ložní mylonitizace a vázaná na čoučkovité křemenné žíly a prokřeměné polohy v biotitických plagioklasových pararulách. Křemenné žíly jsou ložní (směr V - Z) nebo mírně diskordantní (směr ZSZ - VJV až SZ - JV) s úklonem nejčastěji  $20 - 40^{\circ}$ , někdy až  $80^{\circ}$  k SSV, ale i  $70 - 90^{\circ}$  k ZJZ (tzv. stratabound typ mineralizace). Mocnost křemenných žil silně kolísá od několika cm do 5 m, nejčastěji do 0.3 m (Komínek 1958; Štefek 1966; Havlík 1980; Pertoldová et al. 1993). Žíly se místy soustřeďují do paralelních zón. Křemenná výplň (šedý, tmavě modrošedý a mléčně bílý křemen) jeví znaky intenzivní deformace. Její hlavní podíl tvoří starší křemen I metamorfogenního původu místy s jemnou impregnací grafitu. Zlatonosná mineralizace je pak spjata s nejmladším epigenetickým křemenem III, pronikajícím do starších generací křemene. Nejvíce zlatonosným je rudními minerály a grafitem šedé až tmavě modrošedé zbarvený křemen. Kovnatost žil je silně variabilní. Zlato převážně vyšší ryzosti (do 10 hm. % Ag) je doprovázeno minerály Bi a Te, podíl sulfidů je nízký pod 5 % (pyrit, pyrhotin, arsenopyrit, místy molybdenit, galenit, chalkopyrit, sfalerit, vzácně gersdorffit, glaukodot, ullmannit), dále byly zjištěny scheelit, grafit, sericit, chlo-

rit, kalcit, zirkon, apatit, vzácně fluorit. Zlato je převážně jemnozrnné od několika  $\mu\text{m}$  do  $60\ \mu\text{m}$ , ojediněle do 0.X mm, stejnou velikost má i většina doprovodných minerálů. Chemické složení jednotlivých zlatinek je homogenní, ale vedle sebe se vyskytují zlatinky s různým podílem stříbra od 1.5 do 10.5 hm. % (Malec et al. 1985; Malec 1986). Z doprovodných Bi a Te minerálů mikroskopických rozměrů byly zjištěny maldonit (v mikrosrůstech s austobitem?), jonassonit, ryzý bismut, bismutin, cosalit?, Bi-Te a Bi-Te-S fáze s různým poměrem Bi : Te a Bi : Te : S (Novák, Malec 1979; Malec, Novák 1981; Malec et al. 1985; Malec 1986, 1988; Scharmová, Pertoldová 1990, 1992, 1993; Pertoldová et al. 1993; Lellák 1993; Litochleb, Šrein 1994; Ďurišová, Strnad 1994; Ďurišová et al. 1991, 1995; Paar et al. 2006).

- 3) Z aluviálních rozspův potoků v blízkosti Kašperských Hor jsou kromě zlata s obsahem 0 - 18.6 hm. % Ag známa i Ag-zlata (do 25.5 hm. % Ag) až elektra (do 45.2 hm. % Ag) a vysoký podíl stříbra vykazují i nověji analyzované historické ukázky makroskopického zlata (viz dále v textu). Stříbrem bohaté zlatinky jsou buď chemicky homogenní, nebo v nich obsahy Ag kolísají (např. v centru 15.1, při okraji 28.2 hm. % Ag), případně jsou složeny z více zrn lemovaných úzkými zónami elektra s obsahy až 43.7 - 45.2 hm. % Ag (Malec et al. 1985; Malec 1986). Značný rozptyl chemického složení zlata naznačuje původ z rozdílných typů mineralizací. Tento typ zlata s vysokým podílem Ag patrně představuje mladší mobilizáty v tektonických zónách, v nichž zlato krystalizovalo ze stříbrem bohatších roztoků (Punčochář 1992a,b; Lellák 1993) nebo přítomnost Ag-zlata až elektra indikuje mladší žilnou Au-Ag mineralizaci (Malec et al. 1985). Tomu napovídají i historické údaje o kolísající ryzosti kašperskohorského zlata (0.687 - 0.977), odváděného do pražské mincovny (tab. 1) (Pošepný 1895; Barviř 1929) a literární a archivní zmínky o rozdílné barvě kašperskohorského zlata. Například L. Ercker v relaci cisaři v roce 1592 uvádí mj., že „tak bledé a málo obsažné zlato vyskytuje se také u Hor Kašperských“ (Barviř 1929). Hrabák (1902) zmiňuje, že v křemenných žilách se nacházelo i stříbro. Existenci mladší Au,Ag - poly-



metalické mineralizace podporují i výsledky výzkumu autorů příspěvku (viz dále v textu). Při novém geologickém průzkumu (důlní práce, vrty) nebyl tento typ mineralizace zastížen.

- 4) Dispergovanou polymetalickou mineralizaci v kašperskohorském revíru indikují anomálie Cu, Zn, lokálně i Ag a Pb, zjištěné půdní geochemií (Lellák 1993). Minerální vazba uvedených prvků však není známa.
- 5) V z. pokračování hlavního jižního pásma u Rejštejna v údolí Otavy je známa skupina stařin, označovaná jako „Rothmoos“ (viz mapa A. Lembergera z roku 1756). Z kutacích prací, prováděných v roce 1769 v místě staré šachty jsou uváděny mocné křemenné žíly s nízkým obsahem zlata, ale vysokým podílem antimonu (Urban 1956; Komínek 1958). Zlatonosné „antimonity“ z Kašperských Hor zmiňuje Irmmler (1899). Vzácný antimonit, provázející spolu s galenitem, pyritem a arsenopyritem zlato (se 7 a 10 hm. % Ag), identifikoval v křemenné žilovině z Liščího vrch Malec (1988). Nelze vyloučit, že jde o projevy lokálního uplatnění Au-Sb mineralizační fáze v metalogenezi kašperskohorského revíru.

**Tabulka 1** Ryzost kašperskohorského zlata podle odvodů do pražské mincovny v 17. až 19. století (Pošepný 1895)

rok	ryzost	poznámka
1611	0.837	cech Boží pomoci
1616	0.688	dtto
1618	0.687	důlní zlato
1636	0.688	štoly Jan a Boží pomoci
1644	0.717	
1671	0.722	
1766	0.864	důlní zlato
1767	0.936	dtto
1768	0.927	důl Masné krámy
1768	0.841	rýžované zlato
1769	0.925	důl Masné krámy
1769	0.977	Kettnerská štola
1770	0.899	
1771	0.884	
1772	0.854	
1846	0.868	rýžované zlato
1848	0.852	dtto
1849	0.827	dtto
1852	0.914	dtto
1855	0.857	

### Historické nálezy makroskopického zlata

Písemné záznamy v archivních materiálech o nálezech „kusů ryzího zlata“ pocházejí až ze 17. století a byly publikovány pozdějšími badateli (zejména Panni 1875; Hrabák 1902; Paprštejn 1903; Želízko 1917; Kratochvíl 1958; Horpeniak 1995; Fröhlich 2006 aj.). Vesměs se jedná o nálezy zlata v ražbách v dědičné štolě sv. Jana j. od Kašperských Hor, někdy označované „u bohatého pokladu“. Ve zprávě z roku 1713 (Panni 1875) se uvádí, že „...nahore ve městě, k němuž štola nakonec směřuje, staré doly podfárává, a také v jiných starých dolech...kusy ryzího zlata zastíženy byly“.

Zmíněná zpráva z roku 1713 retrospektivně uvádí v roce 1622 hromadný nález 148 kusů křemene se zlatem a další opakované nálezy v roce 1634, které byly ceněny na několik tisíc zlatých a nejkrásnější z nich zaslány císaři

do Vídně. Také nálezy z následujících let putovaly opět do Vídně. Z období 1664 - 1678 pochází nález ukázek bohatých zlatem, mezi nimiž vynikal zejména křemen se zlatem tvarem připomínajícím obraz Panny Marie s korunou a žezlem o celkové hmotnosti 5 ¼ libry (3.15 kg). Také tento vzorek byl společně s ostatními velice ceněnými kusy nejvyšším horníkem baronem z Janinoli (Jaminali) zaslán císaři do Vídně. V lednu 1701 bylo na jedné rozsedlině nalezeno 34 kusů křemenné žiloviny se zlatem, z nichž největší měl rozměry 8 x 5 coulů (cca 20 x 12 cm). Plíškovité zlato vystupovalo až 2 cm nad povrch. Nejkrásnější ukázky byly kašperskohorskou deputací prezentovány císaři Leopoldovi. V lednu 1712 byly císaři Karlu VI., který tehdy dlel v horažďovickém zámku, přineseny dva zlatem bohaté vzorky. V roce 1728 zhotovil horní přísežný Karl Mischely důlní mapu štoly sv. Jana. V bohaté legendě k báňské situaci jsou popsány i mimořádné nálezy zlata z let 1634, 1674 a 1701.

8. června 1764 byly na poli M. A. Častalinové na Friedholzu (jz. od města) nalezeny 3 vzorky limonitizovaného křemene s plíškovým zlatem. Dva větší vzorky byly darovány nejvyššímu hornímu hraběti F. J. Pachtovi do Prahy, třetí nejmenší (2.5 x 2.6 x 3 cm) byl uložen na radnici. Originální zápis o nálezu je zachován v Muzeu Šumavy v Kašperských Horách. Ve 20. století byla tato ukázka součástí sbírky a expozice kašperskohorského muzea až do října 1994, kdy došlo k jejímu zcizení (Horpeniak 1995).

Zlato z některého nálezu v 17. století je i součástí 80 cm vysoké monstrance z kostela sv. Markéty na kašperskohorském náměstí. Monstrance ze stříbra (částečně i zlaceného) byla zhotovena v letech 1660 - 1680. Tři plíšky světle žlutého zlata trojúhelníkového a listovitého tvaru o velikosti do 2 cm jsou zavěšeny nad hlavami světic. Jeden z plíšků však není původní a byl nahrazen mosaznou imitací. Informace v publikaci Fröhlich (2006), že „originál je patrně v geologické sbírce Národního muzea v Praze“ se bohužel nezakládá na pravdě.

Bohaté ukázky zlata v bílém a modravém křemenu impregnovaném kyzy jsou zmiňovány i z obnovy dolování na šachtě Ždánov (sv. od Kašperských Hor) od roku 1769. Koncentráty z rozdrčené žiloviny obsahovaly makroskopické zlato (Urban 1956).

### Kašperskohorské zlato v mineralogických sbírkách

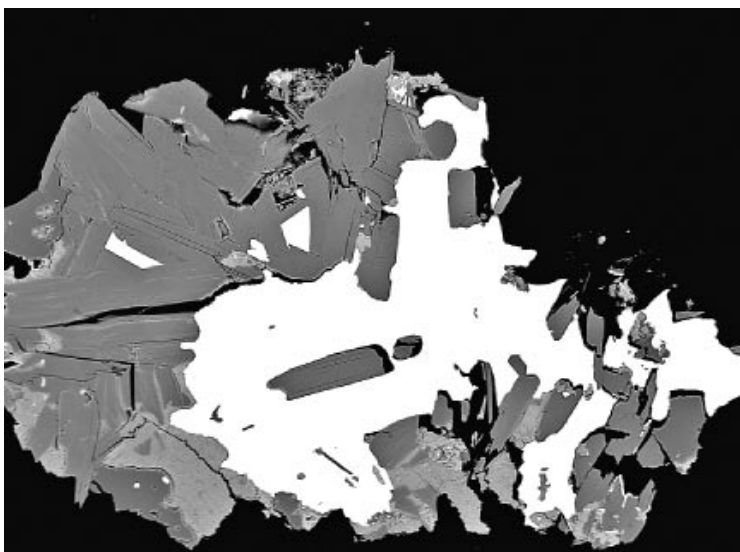
V rámci řešení úkolu „Postmagmatická ložiska zlata v Českém masivu“ (Geoindustria Praha) byla z účelem získání přehledu o zastoupení vzorků se zlatem ve veřejných sbírkách provedena revize mineralogických sbírek 18ti muzeí a vysokých škol v České republice a okolních státech (Švenek 1985). Celkem 7 ukázek zlata s kašperskohorského revíru se tehdy nacházelo jen v pěti revidovaných sbírkách - Národní muzeum, Praha (1), Vysoká škola chemicko-technologická, Praha (2), Moravské zemské muzeum, Brno (2), Muzeum Šumavy, Kašperské Hory (1) a Institut für Mineralogie Universität Wien (1), ale pouze ve dvou posledních sbírkách šlo o ukázky jedinečné kvality a dokumentační hodnoty. Za posledních 25 let byla do veřejných sbírek (Národní muzeum) získána pouze jediná ukázka kašperskohorského zlata kvalitou srovnatelná s historickými nálezy, pocházející ze staré soukromé sbírky. Osud vzorků makroskopického zlata z častých nálezů v 17. a částečně 18. století je neznámý. V souboru vzorků se zlatem z českých nalezišť v Naturhistorisches



**Obr. 8** Zlato na křemeni, nález na Friedholzu v roce 1764. Foto F. Tvrz, převzato z kompendia Morávek et. al. (1992).



**Obr. 9** Zlato na křemenné žilovině s rozptýlenými sulfidy, mineralogická sbírka Národního muzea. Foto J. Sejkora, šířka obrázku 3.2 cm.



**Obr. 10** Ag-zlato (bílé) pronikající do lístečkovitého agregátu muskovitu (šedý) a Fe-chloritu (světle šedý) s drobnými okrouhlými zrny rutilu (bílé tečky). BSE foto J. Sejkora, šířka obrázku 1.5 mm.

Museum Wien, celkově vysoké sbírkové kvality, není evidována ani jedna ukázka z Kašperských Hor.

#### **Muzeum Šumavy, Kašperské Hory**

Ukázka (evid. č. G 39) o velikosti 2.5 x 2.6 x 3 cm pocházela z nálezů v roce 1764 na Friedholzu (viz výše v textu). Jedná o sytě žluté, silně zprohýbané plíšky seskupené do podkovovitě růžicovitěho trsu o velikosti 1.9 x 1.5 x 0.8 cm, narostlé na hnědočerný kolomorfní „limonit“ na čirém drúzovém křemenu (obr. 8). Po 230 letech, v říjnu roku 1994, byla tato jedinečná ukázka „s rodokmenem“ ze stálé expozice zcizena neznámým pachatelem (Horpeniak 1995).

#### **Institut für Mineralogie Universität Wien**

Vzorek (evid. č. 4979) představuje hojně, až 8 mm dlouhé protáhlé plíšky a drobné zlatinky zarostlé v 2 cm mocné žilce šedobílého, sklovitého jemnozrnného, drobně porézního křemene II, který uzavírá úlomky limonitizovaného křemene I.

#### **Národní muzeum, Praha**

Ukázka (evid. č. P1N 82 932) byla do mineralogické sbírky získána v roce 2001. Vzorek o velikosti 4.5 x 4 x 1.5 cm (obr. 9) je tvořen starším hrubozrnným bělavým křemem I a mladším jemnozrnným tmavě šedým křemem II. Hojně, sytě žluté plíškovité až keříčkovité útvary zlata o velikosti 2 - 5 mm se vystupují na trhlínách křemenné žiloviny společně s lístečkovitým muskovitem (agregáty do 2 mm) a v doprovodu „limonitu“ nesouvisle pokrývají plochu 3 x 1.5 cm. V bílém křemenu zlato vytváří jemné až téměř vlasové žilky o délce 1 - 1.5 mm. Tmavě šedé zbarvení křemene II způsobují hojně jemně rozptýlené vtroušeniny většinou mikroskopických rudních minerálů (viz dále v textu). Makroskopicky jsou patrná pouze hnědá zrnka sfaleritu (do 2 mm) a ocelově šedá zrna tetraedritu (do 1 mm).

#### **Výsledky mineralogického výzkumu**

Předmětem mineralogického výzkumu, provedeného ve dvou etapách, byly 3 výše charakterizované sbírkové ukázky zlata. V první etapě bylo pomocí elektronového mikroanalyzátoru studováno pouze chemické složení zlata (separované zlatinky) ze sbírek Muzea Šumavy v Kašperských Horách a Universität Wien (Malec et al. 1985; Malec 1986). Z analýz (tab. 2) vyplývá, že se jedná o Ag-zlato až elektrum. Stříbrem bohaté zlato ze vzorku G 39 je pokryto jen několik  $\mu\text{m}$  silnou vrstvičkou ryzího zlata v důsledku supergenního vyloužení stříbra (polní nález z roku 1764). Elektrum ze vzorku 4979 se vyznačuje výrazněji kolísajícími obsahy Ag v analyzovaných bodech.

V případě vzorku P1N 82 932 ze sbírky Národního muzea bylo podrobně studováno nejen zlato, ale i asociace doprovodných minerálů ve zlatonosném křemenu.

### Metodika výzkumu

Nábrusy zrnových preparátů byly studovány v odraženém světle (polarizační mikroskop Leica a Amplival) a chemické složení zlata a doprovodných mikroskopických rudních minerálů bylo orientačně sledováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru JEOL JXA-50A s energiově disperzním analyzátozem EDAX PV9400 (20 kV,  $1.7 \cdot 10^{-9}$  A, průměr svazku elektronů 1 - 2  $\mu\text{m}$ , korigováno, anal. A. Langrová a V. Šrein, laboratoř mikroanalýzy GIÚ AV ČR, v.v.i.). Chemické složení zjištěných fází pak bylo podrobněji studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta MU, Brno, anal. R. Škoda a J. Sejkora) za podmínek: WD analýza, 25 kV,

**Tabulka 2** Chemické složení kašperskohorského zlata z muzejních vzorků (podle Malce et al. 1985, Malce 1986) (v hm. %)

	G 39	4979
Au	80.5 - 81.2	44.2 - 49.1
Ag	18.8 - 19.5	50.9 - 55.8
Hg	0	0
Cu	0	0
Fe	0 - 0.07	0
průměrná ryzost	0.808	0.464
G 39 Muzeum Šumavy Kašperské Hory		
4979 Institut für Mineralogie, Universität Wien		

**Tabulka 3** Chemické složení zlata (hm. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ag	15.62	15.54	15.30	15.12	15.09	14.81	14.78	14.89	14.82	14.51	0.80	0.73	0.57	0.34
Au	83.49	84.93	84.72	84.12	84.94	84.83	84.51	85.38	85.35	84.94	98.00	97.64	97.92	97.95
Hg	0.00	0.00	0.14	0.08	0.05	0.00	0.07	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
Cu	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.04	0.00
total	99.11	100.47	100.19	99.46	100.08	99.65	99.42	100.31	100.22	99.45	98.80	98.57	98.52	98.39
Ag	0.2547	0.2505	0.2475	0.2465	0.2448	0.2418	0.2417	0.2413	0.2407	0.2378	0.0146	0.0135	0.0104	0.0063
Au	0.7453	0.7495	0.7504	0.7511	0.7547	0.7582	0.7571	0.7577	0.7590	0.7622	0.9854	0.9846	0.9892	0.9928
Hg	0.0000	0.0000	0.0012	0.0007	0.0005	0.0000	0.0006	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010
Cu	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019	0.0004	0.0000

Koeficienty empirického vzorce počítány na bázi 1 apfu.

**Tabulka 4** Chemické složení chalkopyritu a pyritu (hm. %)

	chalkopyrit					pyrit					Cu-Sb bohatý pyrit			
	mean	1	2	3	4	mean	1	2	3	4	mean	1	2	3
Ag	0.03	0.00	0.00	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	30.22	30.04	30.14	30.22	30.46	45.84	45.31	45.93	46.02	46.12	42.84	41.44	43.37	43.71
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.16	0.11	0.03	0.12	0.67	0.97	0.50	0.53
Zn	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	34.47	34.58	34.23	34.54	34.54	0.09	0.28	0.02	0.03	0.02	3.09	4.47	2.47	2.35
Sb	0.02	0.04	0.00	0.00	0.03	0.22	0.66	0.15	0.03	0.02	3.56	3.75	3.45	3.48
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.09	1.12	0.97	0.41	0.14	0.19	0.12	0.10
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	35.43	35.34	35.37	35.53	35.47	52.25	51.97	52.10	52.53	52.40	49.28	47.93	50.18	49.72
total	100.21	100.05	99.80	100.39	100.58	99.14	98.46	99.42	99.60	99.09	99.58	98.75	100.08	99.91
Ag	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	0.988	0.985	0.989	0.987	0.993	1.000	0.996	1.001	0.998	1.004	0.964	0.949	0.966	0.977
Pb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.004	0.006	0.003	0.003
Zn	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cu	0.991	0.996	0.987	0.991	0.990	0.002	0.005	0.000	0.000	0.000	0.061	0.090	0.048	0.046
Sb	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.007	0.001	0.000	0.000	0.037	0.039	0.035	0.036
Bi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
As	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.001	0.018	0.016	0.007	0.002	0.003	0.002	0.002
Se	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
S	2.019	2.017	2.022	2.020	2.015	1.985	1.990	1.978	1.985	1.988	1.932	1.912	1.946	1.936
báze	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Koeficienty empirických vzorce počítány na bázi počtu atomů uvedených v tabulce.



20 nA, průměr svazku elektronů 1 μm, použité standardy: Ag (AgLα), Au (AuLα), Bi (BiMβ), CdTe (CdLβ), chalkopyrit (SKα), Co (CoKα), Cu (CuKα), FeS<sub>2</sub> (FeKα), HgTe (HgMa), pararammelsbergit (NiKα, AsLβ), PbCl<sub>2</sub> (ClKα), PbS (PbMa), PbSe (SeLβ), Sb (SbLβ), Tl (TlLα) a ZnS (ZnKα). Obsahy výše uvedených prvků, které ne-

jsou zahrnuty v tabulkách, byly kvantitativně analyzovány, ale zjištěné obsahy byly pod detekčním limitem (cca 0.01 - 0.04 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

**Tabulka 5** Chemické složení berthieritu, bournonitu a galenitu (hm. %)

	berthierit					bournonit					galenit					
	mean	1	2	3	4	mean	1	2	3	4	mean	1	2	3	4	5
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07
Fe	26.90	26.75	26.83	26.83	27.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.07	0.82	0.87
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.40	41.48	41.95	41.05	41.12	84.97	85.48	85.68	84.80	83.55	85.32
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.66	13.62	13.36	13.92	13.75	0.86	0.00	0.86	0.84	1.25	1.35
Sb	57.85	57.62	58.12	57.69	57.98	24.25	24.10	24.18	24.56	24.17	0.58	0.05	1.25	1.41	0.07	0.12
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.06	0.09	0.15	0.08
As	0.05	0.03	0.00	0.08	0.09	0.30	0.29	0.32	0.29	0.30	0.07	0.06	0.06	0.11	0.09	0.03
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.21	0.20	0.18	0.22	0.25
S	15.40	15.38	15.67	15.19	15.37	19.66	19.58	19.68	19.77	19.63	13.49	13.75	13.76	13.21	13.06	13.66
total	100.21	99.79	100.61	99.79	100.64	99.28	99.07	99.49	99.58	98.97	100.63	99.56	101.88	100.71	99.28	101.75
Ag	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001
Fe	1.005	1.003	0.996	1.008	1.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.003	0.035	0.035
Pb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.974	0.979	0.988	0.959	0.968	0.954	0.976	0.951	0.961	0.948	0.936
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.048	1.048	1.026	1.060	1.056	0.032	0.000	0.031	0.031	0.046	0.048
Sb	0.991	0.991	0.990	0.995	0.990	0.971	0.968	0.970	0.977	0.969	0.011	0.001	0.024	0.027	0.001	0.002
Bi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001
As	0.001	0.001	0.000	0.002	0.003	0.020	0.019	0.021	0.019	0.019	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.001
Se	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.006	0.006	0.005	0.006	0.007
S	1.002	1.005	1.013	0.995	0.996	2.988	2.986	2.995	2.985	2.988	0.979	1.015	0.986	0.967	0.958	0.968
báze	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2

Koeficienty empirických vzorců počítány na bázi počtu atomů uvedených v tabulce.

**Tabulka 6** Chemické složení tetraedritu (hm. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ag	2.92	2.94	2.96	4.39	4.43	5.95	6.16	6.26	6.71	7.20
Fe	5.18	5.21	5.18	5.01	5.04	5.47	5.45	5.41	5.38	5.62
Zn	1.85	1.84	1.84	2.05	2.02	1.47	1.48	1.47	1.44	1.51
Cu	36.09	36.08	35.99	34.71	34.93	33.53	33.54	33.50	32.41	32.13
Sb	27.96	28.05	27.89	28.98	29.05	27.85	27.95	27.67	27.60	28.49
As	0.77	0.84	0.79	0.23	0.21	0.89	0.95	0.97	0.23	0.20
S	24.94	25.20	25.09	24.86	24.94	24.65	25.57	24.57	22.89	23.91
total	99.71	100.16	99.75	100.22	100.61	99.81	101.10	99.84	96.63	99.06
Ag	0.453	0.453	0.458	0.685	0.687	0.933	0.949	0.983	1.104	1.153
Cu	9.499	9.440	9.455	9.187	9.209	8.936	8.773	8.934	9.052	8.736
ΣAg+Cu	9.952	9.893	9.914	9.872	9.896	9.869	9.722	9.917	10.155	9.889
Fe	1.551	1.552	1.549	1.507	1.511	1.658	1.622	1.643	1.709	1.739
Zn	0.474	0.468	0.470	0.528	0.517	0.381	0.376	0.380	0.390	0.400
ΣFe+Zn	2.025	2.020	2.019	2.035	2.027	2.039	1.998	2.023	2.100	2.139
Sb	3.841	3.831	3.825	4.003	3.998	3.874	3.815	3.852	4.023	4.043
As	0.173	0.187	0.176	0.052	0.046	0.200	0.210	0.219	0.053	0.045
ΣSb+As	4.014	4.017	4.001	4.055	4.044	4.074	4.025	4.072	4.076	4.088
S	13.009	13.070	13.066	13.038	13.033	13.017	13.255	12.989	12.669	12.884

Koeficienty empirického vzorce počítány na bázi 29 apfu.

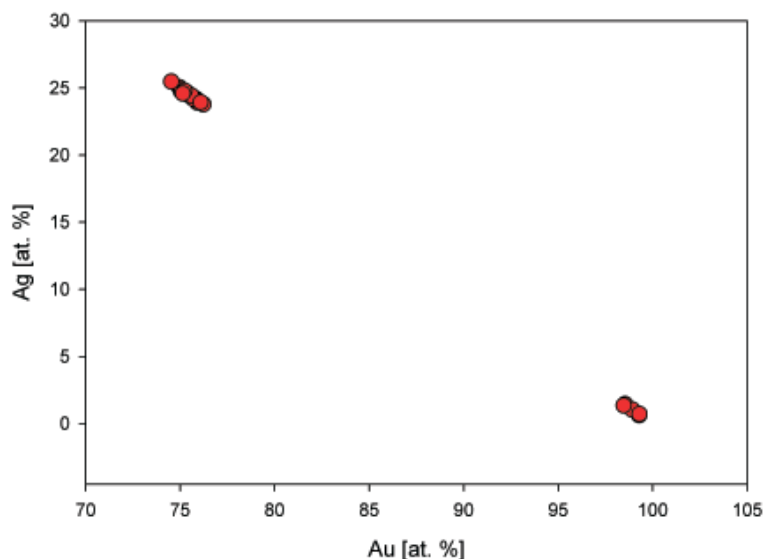


### Charakteristika zlata a asociujících minerálů (vzorek P1N 82 932)

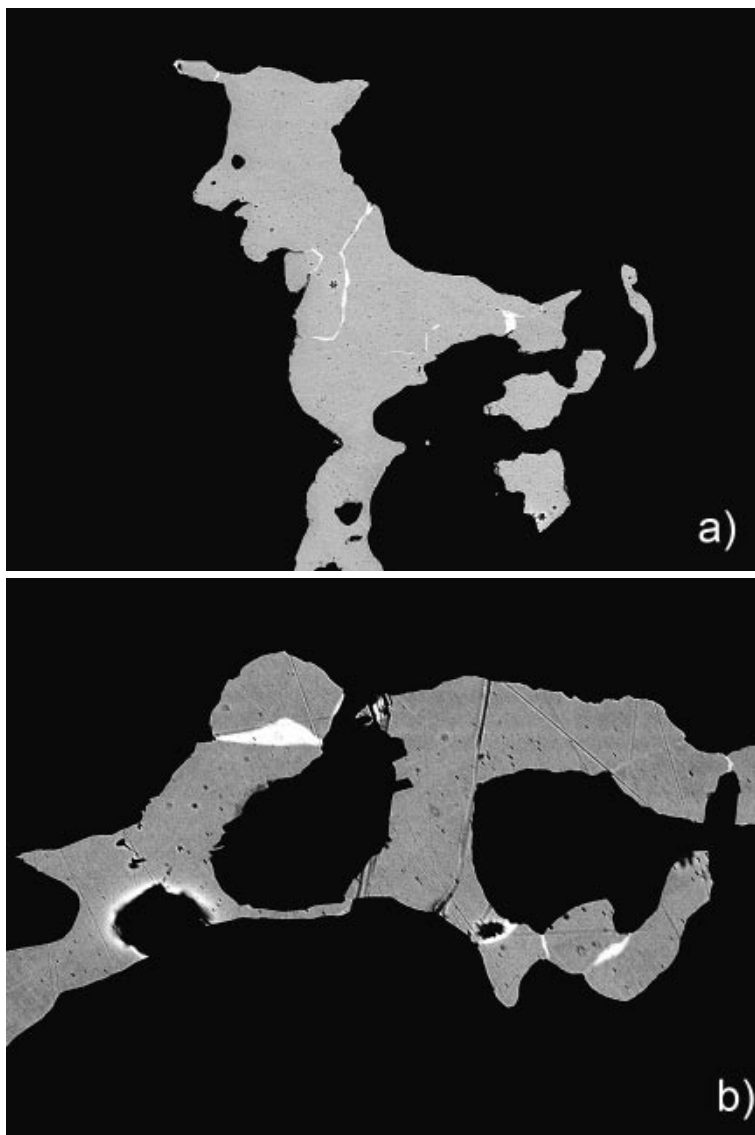
**Zlato** srůstá pouze s křemenem a lístečkovitými agregáty muskovitu (+ chlorit, rutil) (obr. 10). Ostatní zjištěné rudní minerály zlato doprovázejí, přímé vzájemné srůsty nebyly pozorovány. Podle 33 bodových analýz v cca 20 zrnech zlato vytváří dva typy s výrazně odlišným chemickým složením (obr. 11). V obou typech zlata byly zjištěny nepravidelné a jen zcela minoritní obsahy Hg, Cu, Sb a Bi (tab. 3). Objemově vysoce převažuje zlato relativně bohaté stříbrem s ryzostí 0.842 - 0.852 (24.8 - 25.5 at. % Ag) (body 1 - 10 v tab. 3). Úzké kontrastní zóny uvnitř Ag-zlata (body 11 - 14 v tab. 3) tvoří ryzí zlato o ryzosti 0.991 - 0.992 s nízkým obsahem stříbra v rozmezí 0.6 - 1.5 at. %. Relativně mladší ryzí zlato patrně proniká do agregátů zrn Ag-zlata po intergranulárách (obr. 12 a,b).

Obecné sulfidy vytvářejí v křemeni drobná hypidiomorfní až alotriomorfní zrna. **Chalkopyrit**, místy ve srůstech s **galenitem**, se vyznačuje jen velmi nízkými obsahy Ag, Zn a Sb do 0.001 *apfu* (tab. 4) s empirickým vzorcem (báze 4 *apfu*)  $\text{Cu}_{0.99}\text{Fe}_{0.99}\text{S}_{2.02}$ . **Pyrit** kromě až 0.12 hm. % As (do 0.018 *apfu*) vykazuje většinou jen zcela minoritní obsahy Pb, Cu a Sb (do 0.001 - 0.007 *apfu*; tab. 4) s empirickým vzorcem (báze 3 *apfu*)  $\text{Fe}_{1.00}(\text{S}_{1.99}\text{As}_{0.01})_{\Sigma 2.00}$ . Některá zrna (agregáty) pyritu obsahují nepravidelné metasomatické zóny (obr. 13) výrazně obohacené zejména Cu (do 0.09 *apfu*) a Sb (do 0.04 *apfu*) s empirickým vzorcem (báze 3 *apfu*)  $(\text{Fe}_{0.96}\text{Cu}_{0.06}\text{Sb}_{0.04})_{\Sigma 1.06}\text{S}_{1.93}$ . **Pyrrhotin** odpovídá podle ED analýz vzorci  $\text{Fe}_{0.98}\text{S}_{1.00}$  (báze S = 1 *apfu*), tj. v ideálním vzorci  $\text{Fe}_{1-x}\text{S}$  je  $x = 0.02$ . **Sfalerit** obsahuje kolem 0.16 *apfu* Fe a minoritní podíl Cd do 0.01 *apfu* (ED analýzy).

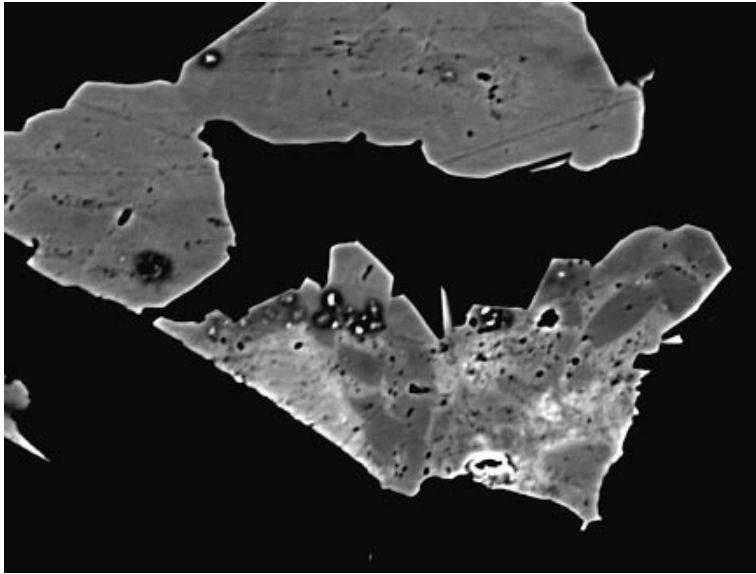
Z komplexních sulfidů byly v křemeni s Ag-zlatem identifikovány **berthierit** (v doprovodu galenitu), **bournonit**, **tetraedrit** a **boulangerit**. **Berthierit** v ploše nábrusu vytváří téměř idiomorfní průřezy (metakrystaly) do velikosti 100  $\mu\text{m}$  korodované galenitem (obr. 14). Je stechiometrický (tab. 5) se vzorcem  $\text{Fe}_{1.01}\text{Sb}_{0.99}\text{S}_{1.00}$  (báze 3 *apfu*) a obsahuje minoritní podíl As (do 0.03 *apfu*). S berthieritem srůstající **galenit** (tab. 5) vykazuje minoritní obsahy Cu (do 0.05), Fe (do 0.04) a Sb (do 0.03 *apfu*), v aniontu pak pravidelně do 0.01 *apfu* Se. Empirický vzorec na bázi 2 *apfu* je  $(\text{Pb}_{0.95}\text{Cu}_{0.03}\text{Fe}_{0.02}\text{Sb}_{0.01})_{\Sigma 1.01}(\text{S}_{0.98}\text{Se}_{0.01})_{\Sigma 0.99}$ . Chemické složení bournonitu (tab. 5) odpovídá empirickému vzorci na bázi 6 *apfu*  $\text{Pb}_{0.97}\text{Cu}_{1.05}(\text{Sb}_{0.97}\text{As}_{0.02})_{\Sigma 0.99}\text{S}_{2.99}$  jen s minoritním podílem As. **Fe-dominantní tetraedrit** (Fe v rozmezí 1.51 - 1.74 *apfu* vždy převažuje nad Zn s rozmezím 0.38 - 0.53 *apfu*) vykazuje proměnlivé obsahy Ag od 0.45 do 1.15 *apfu* (tab. 6), které pozitivně korelují s obsahy Fe (obr. 15). Podíl tennantitové komponenty je nízký, jen 0.04 až 0.22



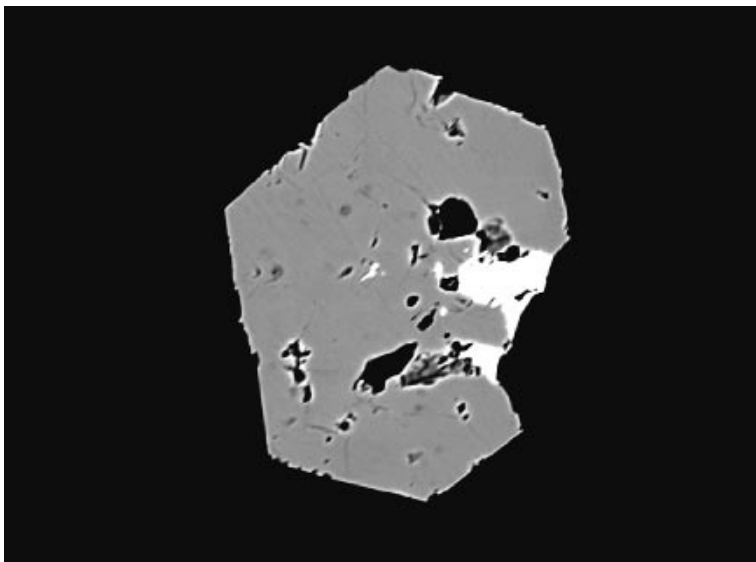
Obr. 11 Graf obsahů Au vs. Ag (at. %).



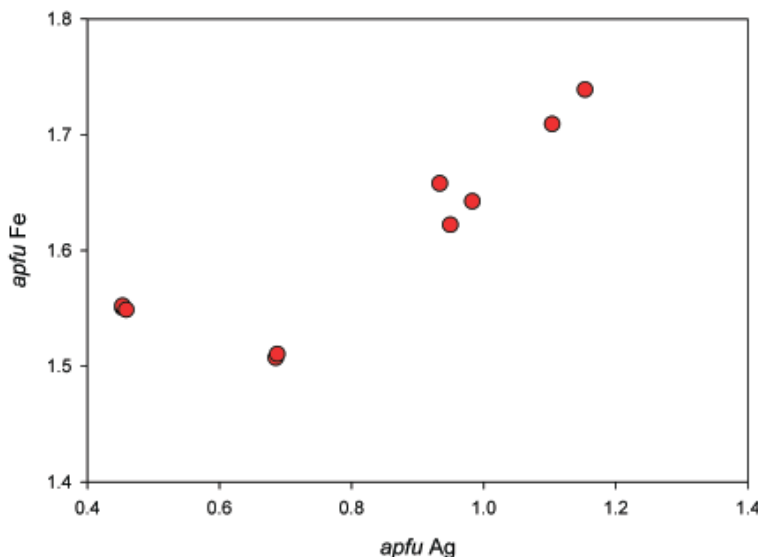
Obr. 12 a,b Žilky ryzího zlata (bílé) v Ag-zlatu (šedé). BSE foto J. Sejkora, šířka obrázku 600  $\mu\text{m}$  (a) a 400  $\mu\text{m}$  (b).



Obr. 13 Zóny Cu-Sb bohatého pyritu II (světlý) zatlačující starší pyrit I (šedý). BSE foto J. Sejkora, šířka obrázku 150  $\mu\text{m}$ .



Obr. 14 Hypidiomorfní metakrystal berthieritu (šedý) korodovaný galenitem (bílý). BSE foto J. Sejkora, šířka obrázku 200  $\mu\text{m}$ .



apfu. Koeficienty empirických vzorců jsou uvedeny v tabulce 6. Přítomnost tetradritu ve vzorcích z kašperskohorského revíru uvádí v mineralogickém posudku Našinec (1956), tetradrit však nebyl blíže studován. Chemické složení ojedinelých jehliček **boulangeritu** lze podle ED analýz vyjádřit vzorcem  $\text{Pb}_{5.01}\text{Sb}_{3.81}\text{S}_{11.18}$  (báze 20 apfu).

Vzácně byly ve studovaném vzorku se zlatem nalezeny doprovodné Cu-sulfidy. **Covellin** tvoří nepravidelná zrnka do velikosti 40  $\mu\text{m}$  ve srůstech s pyritem, tetradritem a supergenními fázemi. Vyznačuje se jen nízkými obsahy Ag a Fe do 0.002 apfu (tab. 7) a jeho empirický vzorec je  $\text{Cu}_{0.99}\text{S}_{1.1}$  (báze 2 apfu). Kromě covellinu byla zjištěna zrna dalšího Cu-sulfidu do velikosti 50  $\mu\text{m}$ , který se svým chemickým složením blíží vzácnému **geeritu** (obr. 16). Pro tento minerál je uváděn ideální chemický vzorec  $\text{Cu}_8\text{S}_5$  s  $\text{Cu/S} = 1.60$  (Goble, Robinson 1980). Poměr Cu/S se v přírodních vzorcích geeritu (Goble, Robinson 1980; Okrusch et al. 2007) pohybuje v rozmezí 1.44 - 1.62, Goble (1981) pak pro geerit uvádí rozmezí 1.5 - 1.6. Analyzovaný minerál z Kašperských Hor s poměrem Cu/S = 1.50 - 1.55 tedy s největší pravděpodobností náleží geeritu.

Ve studovaných nábrusech byly vedle primárních fází vzácně pozorovány i supergenní produkty alterace zejména bournonitu a tetradritu. Zjištěné supergenní fáze o velikosti do 100  $\mu\text{m}$  jsou podle BSE obrazu velmi často chemicky nehomogenní a odpovídají Fe a Cu bohatému **bindheimitu**. Jejich průměrné chemické složení lze vyjádřit empirickým vzorcem  $(\text{Pb}_{1.22}\text{Fe}_{0.43}\text{Cu}_{0.18}\text{Cd}_{0.04}\text{Ag}_{0.02}\text{Zn}_{0.02})_{\Sigma 1.91}(\text{Sb}_{2.08}\text{As}_{0.01})_{\Sigma 2.09}\text{O}_6(\text{OH})$ . Ojedinele byly pozorovány i nevelké trigonální krystaly **beudantitu** s empirickým vzorcem  $\text{Pb}_{1.12}(\text{Fe}_{2.67}\text{Zn}_{0.12}\text{Cu}_{0.08}\text{Sb}_{0.08})_{\Sigma 2.95}[(\text{AsO}_4)_{1.39}(\text{SO}_4)_{0.53}]_{\Sigma 1.92}(\text{OH},\text{H}_2\text{O})_6$ .

### Závěr

Podle výsledků geologicko-průzkumných a výzkumných prací, realizovaných v kašperskohorském zlatonosném revíru od roku 1981, představuje mezotermální Au-křemenná mineralizace v zónách ložní mylonitizace dominantní typ Au-zrudnění, charakterizovaný jemnozrnným zlatem vyšší ryzosti (do 10 hm. % Ag) v doprovodu mikroskopických minerálů Au, Bi a Te (Punčochář

Obr. 15 Korelace mezi obsahy Ag a Fe v tetradritu (at. %).



Tabulka 7 Chemické složení covellinu a minerálu blízkého geeritu (hm. %)

	covellin						geerit			
	mean	1	2	3	4	5	mean	1	2	3
Ag	0.17	0.15	0.22	0.17	0.17	0.14	0.11	0.08	0.14	0.11
Fe	0.09	0.06	0.07	0.08	0.11	0.13	0.15	0.11	0.16	0.18
Cu	65.86	66.54	65.80	65.97	65.69	65.29	74.78	74.86	74.77	74.72
Sb	0.06	0.00	0.06	0.07	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
S	34.11	33.04	34.32	34.32	34.37	34.52	24.90	25.25	24.46	24.98
total	100.29	99.79	100.46	100.61	100.34	100.24	99.94	100.29	99.52	99.99
Ag	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.007	0.005	0.008	0.007
Fe	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.017	0.013	0.019	0.021
Cu	0.985	1.007	0.982	0.983	0.980	0.974	7.818	7.782	7.870	7.802
Sb	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
S	1.011	0.991	1.015	1.014	1.016	1.021	5.159	5.201	5.102	5.170
báze	2	2	2	2	2	2	13	13	13	13
Cu/S	0.978	1.019	0.971	0.973	0.968	0.959	1.520	1.499	1.548	1.514

Koeficienty empirických vzorců počítány na bázi počtu atomů uvedených v tabulce.

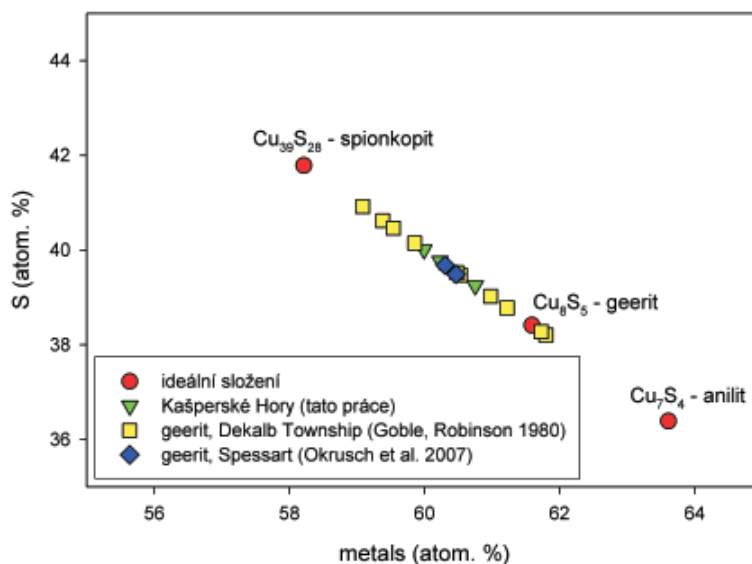
1992b; Pertold, Punčochář 1996). Ze zhodnocení historických zpráv o nálezích zlata a o jeho proměnlivé rylosti, výsledků mineralogického výzkumu zlata a poznatků studia dochovaných sbírkových ukázek bohatých makroskopickým zlatem je však zřejmé, že v kašperskohorském revíru je vyvinuta i žilná Au-křemen-polymetalická mineralizace s uplatněním hrubozrnného makroskopického Ag-zlata až elektra v doprovodu sulfidických minerálů Pb, Sb, Cu a Zn, jako produkt mladší hydrotermální mobilizace v tektonických poruchách. Existence tohoto typu mineralizace ve výchozových partiích rudních zón patrně iniciovala intenzivní těžební práce v období středověku, případně obnovu dolování v 16. - 18. století, a mohla se i významně podílet na historické produkci zlata v kašperskohorském revíru. Při novodobém geologickém průzkumu nebyl tento typ Au-mineralizace technickými pracemi pod úrovní historických dobývek zastížen.

#### Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za spolupráci při studiu na elektronovém mikroanalyzátoru R. Škodovi (Přírodovědecká fakulta MU, Brno). Za pomoc při shromažďování historických podkladů autoři děkují V. Horpeniakovi (Muzeum Šumavy Kašperské Hory), D. Velebilovi (Národní muzeum) a S. Houzarovi (Moravské zemské muzeum, Brno). Předložená práce vznikla v rámci projektu DE07P04OMG004 finančně podpořeném Ministerstvem kultury ČR a výzkumného záměru A VOZ30460519 AV ČR.

#### Literatura

- Barvič J. L. (1929): Ze zlatých hor Jílovských. VI. (Pokrač. 5). Pokračování o jakosti zlata Jílovského. - *Vlt. Proudy (Praha)* 8, 1, 3-4.
- Cícha J. (1999): Jeskyně a historická důlní díla v jižních Čechách a na Šumavě. - Vyd. Nakl. KLETR, Plzeň (část Kašperskohorský revír, s. 45-51).



Obr. 16 Graf chemického složení geeritu (at. %).

- Đurišová J., Goliáš V., Leach D., Pudilová M., Snee L. W., Stein H. J., Strnad L., Žák K. (1991): Evolution of crustal fluids in a shear zone during retrograde metamorphism, regional uplift, and cooling (the Kašperské Hory gold deposit, Moldanubian Unit, Bohemian Massif). - *Journ. Czech Geol. Soc.* 42, 3, MAEGS-10 Challenges to Chemical Geology, Abstr., 52.
- Đurišová J., Strnad L. (1994): Kašperské Hory: studium fluidních inkluzí v křemenných žilách. - *Zpr. geol. Výzk. v R.* 1993, 22. Vyd. Čes. geol. úst., Praha.
- Đurišová J., Strnad L., Pertold Z., Pudilová M., Boiron M. C. (1995): Gold-bearing quartz veins in a regional shear zone: Kašperské Hory gold deposit (Bohemian Massif). - In: Mineral Deposits (J. Pašava, B. Kříbek, K. Žák eds.), 109-112. Balkema, Rotterdam.
- Fiala J. (1989): Tektonický vývoj moldanubika v kašperskohorském rudním obvodu. - *Acta Univ. Carol., Geol.*, 4, 427-436.
- Fröhlich J. (2006): Zlato na Prácheňsku. - Prácheňské nakl., Písek.

- Goble R. J. (1981): The leaching of copper from anilite and the production of metastable copper sulfide structure. - *Can. Mineral.* **19**, 583-592.
- Goble R. J., Robinson G. (1980): Geerite,  $\text{Cu}_{1,60}\text{S}$ , a new copper sulfide from Dekalb township, New York. - *Can. Mineral.* **18**, 519-523.
- Havrlík A. (1980): Zlato Šumavy (oblast kašperskohorská). - *Rozpr. Nár. techn. Muz. v Praze* **78**, *Studie z dějin hornictví* **12**, 269-279.
- Horpeniak V. (1980): Hornické Kašperské Hory v době předhusitské. - In: Sbor. Vlastivěd. prací o Šumavě k 650. výročí města Kašperské Hory (V. Horpeniak ed.), 75-97. Měst. NV a Muzeum Šumavy, Kašperské Hory.
- Horpeniak V. (1995): O ukradené hroudě zlata. - *Vlastivěd. Zpr. Muz. Šumavy* **3**, 186-189. Muz. Šumavy Sušice - Kašperské Hory.
- Hrabák J. (1902): Hornictví a hutnictví v království českém. Jeho vznik a vývoj až po nynější stav. - Praha.
- Irmiler A. (1899): Zlato. - *Čas. Prům. chem. (Praha)* **9**, 48-56.
- Kolektiv (2002): Šumavou po stopách zlatokopů. Průvodce po historických místech těžby zlata v centrální Šumavě. - Vyd. Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk.
- Kollibabe H. (1925): Sagen und Märchen aus dem Böhmerwalde, besonders aus Reichenstein und Umgebung. I. Teil. - Reichenberg.
- Komínek E. (1958): Mapovací zpráva z okolí Kašperských Hor. - MS, Západočes. rud. průzk., n.p. Praha, závod Vrančice, Geofond Praha (P 9263).
- Kořan J. (1980): K hlubinné těžbě zlata v Čechách. - *Rozpr. Nár. techn. Muz. v Praze* **78**, *Studie z dějin hornictví* **12**, 47-74.
- Kořan J. (1988): Sláva a pád starého českého rudného hornictví. - Vyd. Komitét symp. Horn. Příbram ve vědě a techn. Příbram.
- Kratochvíl J. (1958): Topografická mineralogie Čech II (heslo Hory Kašperské). - Nakl. ČSAV, Praha.
- Kudrnáč J. (1980): Ryžoviště, zlatodoly a zlatorudné mlýny v Pootaví. - In: Sbor. Vlastivěd. prací o Šumavě k 650. výročí města Kašperské Hory (V. Horpeniak, ed.), 59-74. Měst. NV a Muzeum Šumavy, Kašperské Hory.
- Lehrberger G. (1996): Die Goldreviere in Böhmen - mehr als Glanz vergangener Zeiten. - In: Gold im Herzen Europas, Schriftenreihe des Bergbau- und Industriemuseums Ostbayern, 34, 73-88. Kümmersbruck.
- Lellák J. (1993): Metalogeneze kašperskohorského rudního revíru. - MS, disert. práce, Přír. fak. UK Praha.
- Litochleb J., Šrein V. (1994): Minerály bismutu a telluru z ložisek a výskytů zlata v České republice. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **2**, 89-105.
- Lomič V. (1955): Soupis historických podkladů pro prospekční práce na lokalitě Kašperské Hory. - MS, Úst. pro výzk. rud, středisko Kutná Hora - Čes. báň. archiv, Geofond Praha (P 7326).
- Majer J. (2003): Zlato v českých dějinách. - In: Zlato na Novoknínsku (P. Lhotský, P. Morávek, V. Štědrá ed.), 7-13. Vyd. Čes. klub zlatokopů, Čes. geol. služba, Hornické muzeum Příbram, Město Nový Knín.
- Majer J. (2004): Rudné hornictví v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Obrazy z dějin těžby a zpracování. - Nakl. Libri, Praha.
- Malec J. (1986): Mineralogický výzkum postmagmatických ložisek zlata Českého masivu. Dílčí zpráva. Zlato a doprovodné minerály z okolí Kašperských Hor. - MS, Úst. nerost. sur. Kutná Hora, Geofond Praha (P 111 526).
- Malec J. (1988): Mineralogický výzkum postmagmatických ložisek zlata Českého masivu. Dílčí zpráva. Výzkum zlata a doprovodných minerálů z vybraných oblastí v Českém masivu. - MS, Úst. nerost. sur. Kutná Hora, Geofond Praha (P 114 701).
- Malec J., Novák F. (1981): Zlato z některých výskytů v oblasti Šumavy. - In: Sbor. I. cykl. mineral. semin., Staré Splavy, 27-28. Dům techn. ČSVTS, Ústí nad Labem.
- Malec J., Novák F., Blüml A., Litochleb J. (1985): Mineralogický výzkum postmagmatických ložisek zlata Českého masivu. Etapová zpráva. - MS, Úst. nerost. sur. Kutná Hora (evid. č. 2700).
- Morávek P. (1980): Produkce zlata v historii českých zemí. - *Rozpr. Nár. techn. Muz. v Praze* **78**, *Studie z dějin hornictví* **12**, 75-92.
- Morávek P., Punčochář M. (1983): Nový perspektivní typ metamorfogenní Au-W mineralizace v kašperskohorském revíru. - *Geol. Průzk.* **25**, 7, 193-196.
- Morávek P. a kolektiv (1985): Zpráva úkolu zhodnocení prognóz zlata v Českém masivu. - MS, Geoindistria Praha, Geofond Praha (P 51 820).
- Morávek P. a kolektiv (1992): Zlato v Českém masivu. - Vyd. Čes. geol. úst., Praha.
- Našinec J. (1956): Mineralogicko-petrografický rozbor rudního materiálu z lokality Kašperské Hory. - MS, Úst. pro výzk. rud Praha, závod Kutná Hora, Geofond Praha (P 14 507).
- Novák F., Malec J. (1979): Mineralogický výzkum zlata postmagmatických ložisek Českého masivu. - MS, Úst. nerost. sur. Kutná Hora (evid. č. 2213).
- Okrusch M., Lorenz J. A., Weyer S. (2007): The genesis of sulfide assemblages in the former Wilhemine mine, Spessart, Bavaria, Germany. - *Can. Mineral.* **45**, 723-750.
- Paar H. W., Putz H., Topa D., Roberts A. C., Stanley Ch. J., Culetto F. J. (2006): Jonassonite,  $\text{Au}(\text{Bi,Pb})_5\text{S}_4$ , a new mineral species from Nagybörzsöny, Hungary. - *Can. Mineral.* **44**, 1127-1136.
- Panni E. (1875): Die königliche freie Goldbergstadt Bergreichenstein. - Klatovy.
- Paprštein V. (1903): Kašperské Hory a jich dolování na zlato. - *Horn. hutn. Listy (Praha)* **4**, 102-103, 138-139.
- Pertold Z., Punčochář M. (1996): The Kašperské Hory ore district. - In: Gold deposits in Bohemia (P. Morávek ed.), 79-91. Publ. Czech Geol. Survey, Prague.
- Pertoldová J., Fiala J., Pudilová M., Punčochář M., Scharmová M., Sztacho P. (1993): Au-W Mineralization of the Kašperské Hory Ore District, SW Bohemia, Czechoslovakia. - In: Proceedings of the 8th Quadrennial IAGOD Symposium, 627-636. Ottawa 1990, Canada.
- Pošepný F. (1895): Die Goldvorkommen Böhmens und der Nachbarländer. - *Arch. prakt. Geol.* **2**, 1-752. Freiberg.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985): „PAP“ ( $\phi$  pZ) procedure for improved quantitative microanalysis. - In: Microbeam Analysis (J. T. Armstrong ed.), San Francisco Press, 104-106.



- Punčochář M. (1992a): Kašperské Hory. - MS, GMS a.s. Praha, Geofond Praha (FZ 6375).
- Punčochář M. (1992b): Kašperské Hory. - In: Zlato v Českém masívu (P. Morávek ed.), 106-109. Vyd. Čes. geol. úst., Praha.
- Scharmová M., Pertoldová J. (1990): Příspěvek k mineralogii zlata a bismutu na ložisku Kašperské Hory. - *MEGA* **14**, 3 (Zippe Vol.), 146-164. Stráž pod Ralskem.
- Scharmová M., Pertoldová J. (1992): Stříbro na některých ložiscích zlata v Českém masívu. - In: Sbor. konf. Stříbrné minerální asociace v Československu, Donovaly, 141-147. Dům techn. ČSVTS, Ústí nad Labem.
- Scharmová M., Pertoldová J. (1993): Minerál  $AuBi_5S_4$  z Kašperských Hor a Petráčkovy hory u Rožmitálu pod Třemšínem. - In: Sbor. cykl. mineral. semin. Aplikovaná mineralogie při řešení ekologických problémů, Horní Bečva, 24-26. Audit VT s.r.o., Ústí nad Labem.
- Schreiber H. (1930): Der Gold- und Silber-reichtum das Böhmerwaldes. - In: Festschrift zur Sechshundertjahrfeier 1330 - 1930 der königl. freien Goldbergsstadt Bergreichenstein im Böhmerwalde, 52-59. Bergreichenstein.
- Skalníková O. (1980): Pověsti o nálezech zlata v Čechách a na Moravě. - *Rozpr. Nár. techn. Muz. v Praze* **78**, *Studie z dějin hornictví* **12**, 280-288.
- Slabina M. (2005): Keltové na Šumavě. - Vyd. Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk a Nár. muz., Praha.
- Starý J., Kavina P., Vaněček M., Sitenský I., Kotková J., Nekutová T. (2006): Surovinové zdroje České republiky. Nerostné suroviny (stav 2005). - Čes. geol. služba - Geofond, Praha.
- Sternberg K. (1836): Umriss einer Geschichte der böhmischen Bergwerke. Bd. 1, Abth. 1 und 2. - Prag.
- Strnad L. (1994): Žilné struktury a charakter paleofluid na ložisku Kašperské Hory. - MS, dipl. práce, Přír. fak. UK, Praha.
- Štefek V. (1966): Geologicko-ložiskové poměry jižně od Kašperských Hor. - MS, dipl. práce, Přír. fak. UK, Praha.
- Štrupl V. (1993): Staré doly v prostoru města Kašperské Hory. - *Rozpr. Nár. techn. Muz. v Praze* **125**, *Studie z dějin hornictví* **22**, 49-53.
- Švenek J. (1985): Postmagmatická ložiska zlata v Českém masívu. Dílčí úkol: Revize sbírkových materiálů. - MS, Nár. muz. v Praze a Geindustria Praha.
- Urban J. (1956): Zpráva o báňskohistorickém výzkumu kašperskohorského rudního revíru. I. díl. - MS, Úst. pro výzk. rud - Čes. báň. archiv Kutná Hora, Geofond Praha (P 8748).
- Urban J. (1960): Příspěvek k historii starého zlatonosného revíru Kašperské Hory. - *Z minulosti Plzně a Plzeňska* **3**, 92-102.
- Waldhauser J., Daněček V., Nováček K. (1991): Eine hochmittelalterliche Aufbereitungsanlage für goldhaltige Erze im Bergbaurevier von Kašperské Hory (Bergreichenstein) in Böhmen. - In: Montanarchäologie in Europa (H. Steuer, U. Zimmermann Hrsg.), Archäol. u. Geschichte. Freiburger Forschungen zum ersten Jahrtausend in Südwestdeutschland, 4, 391-400. Sigmaringen.
- Waldhauser J., Lehrberger G., Morteani G. (1994): Zlata země Gabreta. 4000 let rýžování a dolování zlata po obou stranách Šumavy. - Vyd. Nár. techn. muz., Praha.
- Zachariáš J., Strnad L., Fričová A., Pudilová M. (1997): Charakter paleofluid spjatých se vznikem Au-ložisek ve středoečeské metalogenetické zóně. - In: Sbor. prací semin. k 75 letům profesora Zdeňka Pouby (J. Zachariáš ed.), 115-121. Úst. geochemie, mineral. a nerost. zdrojů, Přír. fak. UK, Praha.
- Želízko J. V. (1917): Aus dem Golddistrikte von Bergreichenstein. - *Verh. K.-k. geol. Reichsanst. (Wien)*, 213-217.