

Stříbro stratiformních sulfidických ložisek moravskoslezských Jeseníků

Silver from the stratiform ore deposits of the Jeseníky Mts., Czech Republic

¹BOHUSLAV FOJT, ²JOSEF VEČERA, ³OLDŘICH VODA, ⁴JIŘÍ ZIMÁK

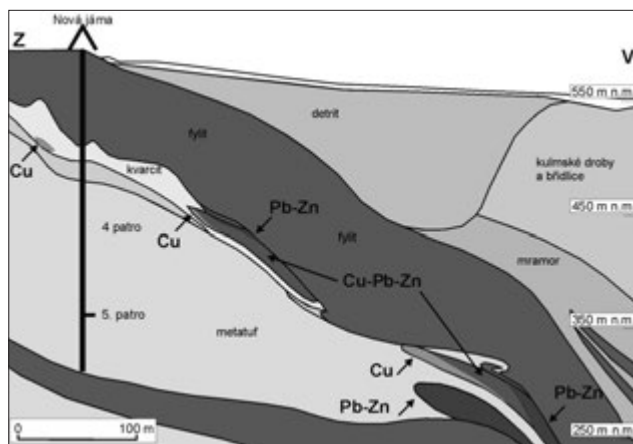
¹Ústav geolog. věd PŘF MU, Kotlářská 2, Brno, CZ – 611 37; e-mail: fojt@sci.muni.cz; ²Čes. geolog. služba Brno, prac. Jeseník, Erbenova 348, Jeseník, CZ – 790 01; e-mail: josef.vecera@geology.cz; ³Sídlíště Osvobození 41, Vyškov, CZ – 682 01; e-mail: oldvoda@seznam.cz; ⁴Katedra geologie PŘF UP, 17. listopadu 12, Olomouc, CZ – 771 46; e-mail: zimak@prfnw.upol.cz

Abstract: The contribution resumes the information about the stratiform polymetallic ore deposits and their silver-bearing mineral associations found in the Jeseníky Mts. It concerns sulphidic zinc, lead, and copper ores from Zlaté Hory (former Zuckmantel), Horní Benešov, and Horní Město near Rýmařov, and the smaller deposits of Oskava and Rejvíz. They are hosted by the Lower Paleozoic metamorphic rocks of the Vrbno Group and Šternberk-Horní Benešov-Belt in the Moravo-Silesian area. It is estimated that ~ 6,000 kg of silver have been extracted until the end of the 19th century. The modern mining (1961–1993) provided 86,761 kg of silver to the Zn, Pb, and Cu flotation concentrates. The stratiform ore deposits in the Jeseníky area still contain reserves as high as 634.1 tons of silver (with the respect to conditions in 1991), which represent 62 % of the total resources of the Czech Republic. The main silver-bearing sulphides are galena and tetrahedrite/freibergite in the ore. The Ag-sulphides and sulphosalts (proustite, pyrrargyrite, pearceite, stefanite, furutobeite, argentite) are present only as accessories.

Key words: stratiform ore deposits, Ag mining, history, resources

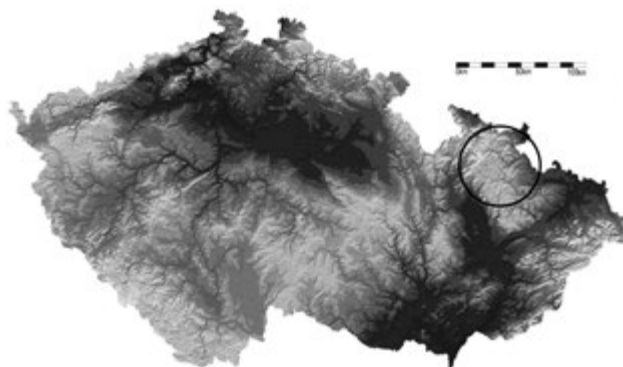
ÚVOD

Jesenická stratiformní sulfidická ložiska byla ještě v nedávné minulosti předmětem intenzivního vyhledávacího průzkumu i následné těžby – a to až do konce roku 1992 (s překlenutím úpravy rudnin až do počátku roku 1993). Ložiskové koncentrace jsou soustředěny v epizonálně metamorfovaných devonských horninách vrbenské skupiny při východním okraji Českého masivu (Zlaté Hory, Horní Město, Oskava, Rejvíz) a šternbersko-hornobenešovského pruhu (Horní Benešov).



Obr. 1. Schematický geologický profil ložiskem Zlaté Hory – východ (Kotris 1987, upraveno).

Fig. 1. Schematic geological cross-section through the Zlaté Hory-east deposit (Kotris 1987, modified).



STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA JESENICKÝCH STRATIFORMNÍCH SULFIDICKÝCH LOŽISEK

Díleč ložiskové koncentrace lze z hlediska jejich morfologie charakterizovat jako:

- čočkovitě protáhlá tělesa konformní s metamorfní břidličnatostí = stratiformní lože s. s. Příklad takového ložiska je znázorněn na obr. 1.
- metamorfogenní rudní sloupy související s metamorfní rekrystalizací a následnou částečnou nebo úplnou migrací – a to převážně uvnitř stratiformních poloh.

Převládající texturní typy rudnin představují vtroušeniny sulfidů provázené šmouhovitými rudními agregáty a nepravidelnými pásy; masivní koncentrace užitečných složek jsou málo zastoupené. Hlavní rudní minerály tvoří pyrit, sfalerit a galenit, ve Zlatých Horách i chalkopyrit. Nerudní doprovod je zastoupen křemenem, barytem, alkalickými a barnatými živci, slídkami a karbonáty. Geneze zrudnění je spojována s vulkanosedimentárními procesy v devonském mořském prostředí (typ SEDEX/VMS).

Konkrétní a detailní údaje k paragenetické charakteristice uvedených ložisek, těžených ve druhé polovině 20. století, lze najít v těchto publikacích: Zlaté Hory – Fojt et Večeřa 2000, Fojt et al. 2001; Horní Město – Fojt et al. 2007; Horní Benešov – Fojt et al. 2010. Informace o netěžených, vrtným průzkumem ověřených, výše zmíněných ložiskách jsou shrnuty v pracích Zimáka (Zimák 1991) a Zimáka a Kvačka (Zimák et Kvaček 1993), Fojta a Panovského (Fojt et Panovský 1971) a Čably a Albrechtové (Čabla et Albrechtová 1978).

Odhad historických zisků stříbra ze stratiformních jesenických ložisek:

Zlaté Hory: Stříbro bylo získáváno jako vedlejší produkt při čištění zlata, které obsahovalo až 30 % Ag. Při tavných rud s obsahem sulfidů se však stříbro dostávalo i do strusek. Z *primárních rudnin* (revír Starohoří 1 100 kg Au; revír Marie Pomocná 180 kg Au; Modrá štola a ostatní revíry 120 kg Au) bylo při průměrném obsahu 20 % Ag ve zlatě získáno přibližně 280 kg stříbra. Z *rýžovišť* bylo vytěženo ~ 670 kg Au, z tzv. *měkkých dolů* ~ 350 kg Au. Při průměrném obsahu 10 % Ag ve zlatě se získalo ze sekundárních zdrojů cca 100 kg stříbra. Celkem lze odhadnout, že do konce 18. století bylo získáno ~ 380 kg Ag (Večeřa 2004).

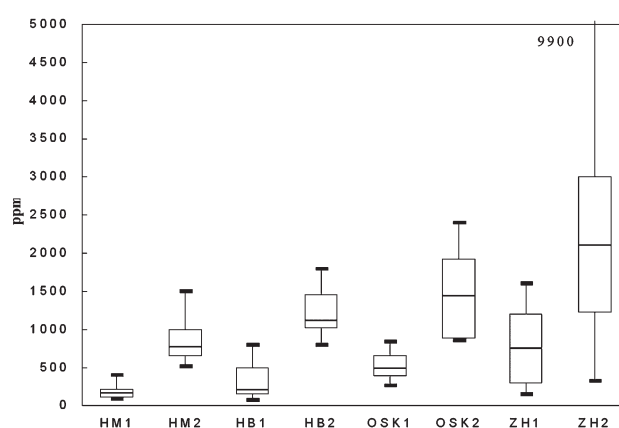
Horní Město: Odhady o zisku stříbra až do poloviny 15. století jsou velmi rozporuplné. Podle Nováka (Novák 1987) mělo být vytěženo 1 800 kg Ag. Data z let 1450 až 1553 uvádějí zisk stříbra přesně ve výši 2 016 kg, z výkazů o těžbě v 18. století vyplývá jen malý objem vydobytého stříbra (~ 7 kg – Bílek 1954). Velmi přibližně lze odhadnout, že v historické fázi těžby bylo získáno ~ 4 000 kg Ag.

Horní Benešov: Odhady zisků stříbra až do konce 15. století (Novák et Štěpán 1980) jsou málo pravděpodobné až fantastické. Autoři uvádějí 10 600 kg. Od roku 1560 do konce 19. století bylo v rámci pokusů o obnovení dobývání rud vytěženo podle oficiálních záznamů (Lomič 1956) jen ~ 35 kg Ag. Realistický odhad objemu vytěženého stříbra z tohoto ložiska se pohybuje v rozmezí 1 000 až 1 500 kg.

V historickém období bylo vytěženo a následně i získáno ze stratiformních jesenických ložisek ne více než 6 000 kg stříbra. Ložiska Rejvíz a Oskava nebyla těžena vůbec.

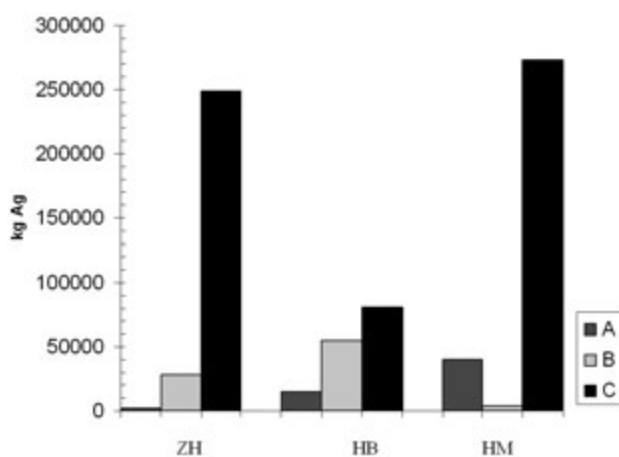
OBSAHY STŘÍBRA V MINERÁLECH STRATIFORMNÍCH SULFIDICKÝCH LOŽISEK JESENÍKŮ

Hlavní minerály: Převládající hlavní minerál – *pyrit* – je svými obsahy stříbra sblížen s *sfaleritem*. V obou je stříbro zastoupeno v rozsahu 2–500 (sfalerit až 522) ppm. Také median je velmi blízký (45 pyrit, 37 sfalerit). Hlavním nositelům stříbra v rudninách je *galenit*. Je zastoupen ve dvou geneticky rozdílných populacích: stratiformní forma s. s. je relativně stříbrem chudá (76–1600, median 425 ppm Ag); metamorfogenní galenit je stříbrem výrazně obohacen (330–9910; median 1395 ppm). Názorně je uvedená sku-



Obr. 2. Obsah stříbra galenitů dvou populací (1: stratiformní, 2: metamorfogenní). HM – Horní Město, HB – Horní Benešov, OSK – Oskava, ZH – Zlaté Hory.

Fig. 2. Silver contents in two populations of galena (1: stratiform, 2: metamorphogenic). HM – Horní Město, HB – Horní Benešov, OSK – Oskava, ZH – Zlaté Hory.



Obr. 3. Srovnání obsahů stříbra vytěženého v historickém období (A, 10-krát převyšeno) s údaji o těžbě v druhé polovině 20. století (B) a s objemem nevytěžených ověřených zásob (C) ložisek Zlaté Hory (ZH), Horní Město (HM) a Horní Benešov (HB).

Fig. 3. A comparison of silver contents which were mined in the historical period (A, super-elevation 10-times), in the second half of the 20th century (B), and unmined proved resources (C) of the Zlaté Hory (ZH), Horní Město (HM), and Horní Benešov (HB) deposits.

tečnost prezentována histogramem obr. 2. *Chalkopyrit* lze mezi hlavní rudní minerály zařadit jedině na ložisku Zlaté Hory. Také ten však lze označit za koncentrátor stříbra. Obsahuje 40–530 (median 178) ppm Ag.

Méně zastoupené (vedlejší) minerály představuje skupina tetraedrit-tennantitu a freibergit. Zmíněné sulfosoli mají zvýšené až vysoké obsahy stříbra (1,7 až 33,8 hm. %).

Za **akcesorické minerály stříbra** lze označit fáze, které se vyskytují jako postmetamorfní žilkovité asociace. Jde o agregáty tak zvaných „ušlechtilých stříbrných rud“, které významně ovlivňují stříbrnosť těžených

rudnin. Identifikovány byly: proustit (65 hm. % Ag), pyrrargyrit (62 hm. % Ag), stefanit (68 hm. % Ag), rtuťnaté stříbro (13 hm. % Hg), zlatnaté stříbro (0,3–0,5 hm. % Au), Sb-pearceit (70 hm. % Ag), argentit-akantit (86 hm. % Ag) a furutobeit (3,2–14,8 hm. % Ag).

NOVODOBÉ ZISKY A NEVYTĚŽENÉ ZÁSoby STRĚBRA JESENICKÝCH STRATIFORMNÍCH SULFIDICKÝCH LOŽISEK

Průzkumné práce v jesenickém regionu po 2. světové válce, podmíněné hospodářským embargem, ověřily v té době využitelné zásoby polymetalických rud. Následná těžba probíhala v letech 1961 až 1992.

Z vytěženého objemu rudnin ložiska *Horní Benešov* (6,560 600 t) přešlo do Pb a Zn koncentrátu 55 239 kg Ag. Z rudnin ložiska *Horní Město* (vytěženo 205 628 t o kvalitě 29 g/t Ag) bylo získáno do stejného koncentrátu 3 527 kg Ag. *Zlatohorské* polymetalické rudniny (127 900 t) poskytly do Pb a Zn koncentrátu 746 kg Ag; z dle dobývaných Cu-rudnin přešlo do koncentrátu 27 249 kg stříbra. Celkem bylo získáno z jesenických stratiformních sulfidických ložisek v druhé polovině 20. století do koncentrátů 86 761 kg Ag (Voda 1979, Voda et Kouřil 1992, 1993, Zelinger 1998). Grafické srovnání historických a novodobých zisků včetně perspektivních zásob stříbra poskytuje obr. 3. K datu 1. 1. 1991 byly oficiálně evidovány obsahy stříbra nevytěžených a průzkumem ověřených zásob ve výši 1 028,7 t (Sine 1991). Jde o údaj, který sumarizuje objem stříbra všech genetických typů ložisek. V současnosti jsou uvedené zásoby klasifikovány jako „nebilanční“. Stratiformní ložiska Jeseníků představují 61,6 % všech zásob České republiky: Horní Benešov – 80,9 t Ag; Horní Město – 272,8 t Ag; Zlaté Hory 248,9 t Ag; netěžené ložisko Oskava – 22,1 t Ag; netěžené ložisko Rejvíz – 9,4 t Ag.

ZÁVĚRY

Stříbro jako doprovodný prvek rudnin stratiformních ložisek barevných kovů přispělo k efektivitě těžby i úpravy jesenických rud a ovlivnilo jejich bilančnost. Koncentrátory stříbra jsou minerály skupiny tetraedritu a galenit, místně i „ušlechtilé“ Ag-fáze a ve Zlatých Horách i chalkopyrit. Využívání těchto rud v budoucnosti je závislé na vývoji světových cen kovů (k 15. 5. 2010 byla cena 1 trojské unce stříbra 19,31 USD, zlata 1 227,8 USD) a na hospodářských a politických záměrech státu.

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Beitrag wurden die Erkenntnisse über die stratiformen polymetallischen Erzlagertstätten und ihre silberhaltigen Assoziationen im Jeseníky Massiv (Altvaergebirge) zusammengefasst. Es geht um die sulfidischen Zink-, Blei- und Kupfererze bei Zlaté Hory (Zuckmantel), Horní Benešov (Bennisch) und Horní Město (Bergstadt)

bzw. um die kleineren Vorkommen bei Oskava (Oskau) und Rejvíz (Reihwiesen), die in mährisch-schlesische Devonmassive gehören und in der Vergangenheit als Gold- und Silberrohstoffe verwendet wurden. Zur Paragenese der Erzlagertstätten bei Zlaté Hory siehe Fojt et Večeřa 2000, Fojt et al. 2001, bei Horní Město Fojt et al. 2007, bei Horní Benešov Fojt et al. 2010. Zur Bohruntersuchung dieser nicht abgebauten Erzlagertstätten bei Oskava siehe Zimák 1991, Zimák et Kvaček 1993, bei Rejvíz Fojt et Panovský 1971 oder Čabla et Albrechtová 1978.

Man schätzt, dass dort bis zum Ende des 19. Jhs. ca. 6 000 kg Silber gewonnen wurden. Noch in den Jahren 1961–1993 wurden im modernen Bergbau- und Aufbereitungsbetrieb in die Blei-, Zink- und Kupfer-Flotationskonzentrate insgesamt 86 761 kg Silber überführt (Voda 1979, Voda et Kouřil 1992, 1993, Zelinger 1998). Im Rahmen der gegenwärtigen Bergbauindustrie sind die Lagerstätten in Jeseníky (Altvaergebirge) als Außerbilanzvorräte klassifiziert, wobei diese stratiformen Erzlagertstätten jedoch gleichzeitig 61,6 % des gesamten Vorrates der Buntmetallerze in der Tschechischen Republik (1 028,7 t; Sine 1991) darstellen: Horní Benešov (Bennisch) – 80,9 t Ag; Horní Město (Bergstadt) – 272,8 t Ag; Zlaté Hory (Zuckmantel) 248,9 t Ag; Erzlagertstätte Oskava (Oskau) – 22,1 t Ag; Erzlagertstätte Rejvíz (Reihwiesen) – 9,4 t Ag.

Silber hat als das Begleitelement in den stratiformen Erzlagertstätten die Effektivität der früheren Erzgewinnung und Erzaufbereitung, sowie die Bilanz positiv beeinflusst. Geringe Silbergehalte findet man in den Kiesen oder Sulfosalzen wie Galenit, Sphalerit, Pyrit, Chalkopyrit (bei Zlaté Hory – Zuckmantel), bzw. Tetraedrit und natürlich viel mehr in den seltenen Silbermineralien wie Pyrrargyrit, Proustit, Freibergit, Pearceit, Stephanit, Stromeyerit, Elektrum, Silberglanz, Akanthit oder ged. Silber. Daraus lässt sich schließen, dass die eventuelle zukünftige Verwendung dieser Erze sehr stark von der wirtschaftlichen und politischen Entwicklung der Tschechischen Republik, sowie von den aktuellen Weltmarktpreisen abhängig ist (15. Mai 2010: 1 Feinunze Silber 19,31 USD; 1 Feinunze Gold 1 227,8 USD).

LITERATURA

- BÍLEK J. (1954): K historii dolování stříbra v rudním obvodu Hankštýn – Horní Město. – Ms. [Nepublikovaný rukopis, Český báňský archiv Kutná Hora].
- ČABLA V. et ALBRECHTOVÁ E. (1978): Ložiska kyzových rud v rejvízské sérii. – Sborník GPO, 10: 5–40.
- FOJT B. et PANOVSÝ K. (1971): Mineralogická charakteristika sulfidického zrudnění v oblasti Rejvízu v Hrubém Jeseníku. – Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun., 12, Geologia 22.
- FOJT B. et VEČEŘA J. (2000): Zlaté Hory ve Slezsku. Největší rudní revír v Jeseníkách, část 1.: A. Historie těžby B. Přehled literárních poznatků. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 85: 3–45.

- FOJT B., HLADÍKOVÁ J., KALENDA F. (2001): Zlaté Hory ve Slezsku. Největší rudní revír v Jeseníkách, část 2.: C. Geologie D. Mineralogie E. Geochemie stabilních izotopů. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 86: 3–58.
- FOJT B., DOLNÍČEK Z., HOFFMAN V., ŠKODA R., TRDLIČKA Z., ZEMAN J. (2007): Paragenetická charakteristika ložisek Zn-Pb rud v širším okolí Horního Města u Rýmařova (Nízký Jeseník). – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 92: 3–57.
- FOJT B., DOLNÍČEK Z., HLADÍKOVÁ J., ŠKODA R., ZEMAN J. (2010): Paragenetická charakteristika ložisek Zn-Pb a Fe rud u Horního Benešova v Nízkém Jeseníku. Část I.: Ložisko Zn-Pb rud. – *Čas. Slez. Muz. (A)*, 59: 1–59.
- KOTRIS J. (1987): Závěrečná zpráva s výpočtem zásob mezi povrchem a 1. patrem na ložisku Zlaté Hory-východ po podrobném průzkumu. – Ms. RD Jeseník.
- LOMIČ V. (1956): Závěrečná zpráva o archivním výzkumu na lokalitě Horní Benešov. – Ms. [Nepublikovaný rukopis, Český báňský archiv Kutná Hora].
- NOVÁK J. (1987): Báňsko-historický výzkum. – In: VALENTA J. a kol. (1988): Janovice-Ruda. Vyhledávací průzkum Pb, Zn, Ag rud. – Ms. [Nepublikovaná zpráva, Unigeo Ostrava].
- NOVÁK J. et ŠTĚPÁN V. (1980): Horní Benešov Ag-Pb, báňsko-historická studie. – In: URBÁNEK J. (1980): Horní Benešov – revize. Surovina Ag, Pb, Zn, etapa vyhledávací. – Ms. [Nepublikovaná zpráva, Geologický průzkum Ostrava].
- SINE (1991): Bilance zásob výhradních ložisek nerostů České republiky k 1. lednu 1991. Díl I.: Rudy, stopové prvky, ropa, zemní plyn. – Ms. [Nepublikovaná zpráva Min. pro hosp. politiku a rozvoj ČR Praha].
- VEČEŘA J. (2004): Historická produkce zlata zlatohorského rudního revíru. – In: Sborník Zlatohorský rudní revír (minulost, současnost, budoucnost). – Česká geologická služba Jeseník, 14–22.
- VODA O. (1979): Geologicko-ekonomické vyhodnocení průmyslového významu rudního revíru Zlaté Hory. – Ms. [Nepublikovaná kandidátská disertace PŘF UK Praha].
- VODA O. et KOUŘIL T. (1992, 1993): Podmínky využitelnosti polymetalických ložisek Horní Benešov a Zlaté Hory II. a III. Část. – *Uhlí-Rudy*, 5: 148–151, 158–163.
- ZELINGER O. [ed.] (1998): RD Jeseník 1958–1998.
- ZIMÁK J. (1991): Mineralogie sulfidického zrudnění na lokalitě Oskava. – Ms. [Nepublikovaná kandidátská disertace, PŘF UP Olomouc].
- ZIMÁK J. et KVAČEK M. (1993): Geochemie der Sulfiden aus der Blei-Zink Lagerstätte Oskava. – *Acta Univ. Palack. Olomucensis, Fac. Rer. Nat., Geogr.-geol.*, 32: 91–103.