

Modelování historické primární produkce stříbra v hlavních rudních revírech Čech a přilehlé části Moravy

Results of the mathematic models of the historical silver production
from main ore district of the Bohemia and adjacent part of the Moravia

MILAN HOLUB

Malý Beranov 8, CZ – 586 03 Jihlava; e-mail: holubmilan.beranov@seznam.cz

Publikováno on-line 31. 12. 2015

Abstract: The published data about the historic production of the silver from main ore districts of the Bohemia and adjacent part of the Moravia were confronted with results of modern exploration and exploitation. Mathematic models of the amount mined out ore were constructed. The quantity of the silver obtained in this ore was found to be lower than the amount estimated previously by Kořan and Bílek for the Českomoravská highland and Kutná Hora districts. This is stated mainly for the pre-Hussite (medieval) period. The early modern period exploitation is better known from archive documents and results of about methods have good consent. The exception is the Jáchymov deposit. The newly estimated quantity of mined out silver correspond with Králík's study and is far higher than results from purely historian Kořan's and Mayer's approach.

Key words: silver, history, production modeling, Bohemia

ÚVOD

Středověká a ranně novověká těžba kovů byla nejen pramenem bohatství či ztrát pro panovníky a podnikatele, ale také zdrojem odpadů a škodlivin, znečišťujících tehdejší životní prostředí. V podobě hald, kontaminovaných půd a dalších sedimentů přetrvávají tyto staré zátěže dodnes.

Diskuze obsahů chemických prvků a jejich sloučenin zjišťovaných v půdách a subrecentních sedimentech řek, jezer a rašelinišť často naráží na nedostatek kvantitativních dat o přínosu z různých zdrojů. Historické údaje o těžbě na řadě ložisek, obdobně jako výsledky průzkumných prací a dobře dokumentovaná těžba ložisek v 19. a 20. století umožňují odhadnout produkci nejen hlavních zájmových kovů, ale i doprovodných prvků.

Pokus o odhad časových řad historické produkce drahých a barevných kovů i doprovodných škodlivin byl vyvolán počátkem devadesátých let podněty vzešlymi z diskusí nad mapami znečištění půd Příbramska a dalších regionů postižených hornickou a hutnickou činností starců (Holub 2002). Po dalších diskuzích a kritickém přehodnocení kvality vstupních dat jsem se snažil získat přesnější podklady z jednotlivých rudních revírů. Zvláště k tomu přispěla práce na likvidačních zprávách nedávno uzavíraných dolů a spolupráce na kolektivním díle o dějinách rudního a uranového hornictví v Čechách a na Moravě (Kolektiv 2003). Zde k diskuzi předkládám modelovou verzi, která odpovídá mým současným znalostem ložiskové geologie, dějin průzkumu a těžby v rudních stříbronosných revírech.

Cílem této práce není přehled velikostí produkce v přesné číselné formě, ale odhad hranic možné produkce v hlavních historických obdobích exploatace ložisek.

VSTUPNÍ DATA

A METODIKA JEJICH ZPRACOVÁNÍ

Historický výzkum poskytuje cenné údaje o těžbě a produkci kovů. Většina písemných pramenů se týká zlata a stříb-

ra, které byly hlavním předmětem zájmu českých panovníků. Kvantitativní údaje z jednotlivých revírů jsou však časově a věcně neúplné a nesourodé. V historických studiích uváděné souhrnné údaje o produkci jsou interpretací neúplných časových řad. U zlata a cínu navíc přistupuje problém poměru produkce z primárních rud a rýžovišť. Základem použitých informací o produkci rud a kovů jsou souhrnné práce J. Kořana (Kořan 1988), a téměř osmdesátičlenného kolektivu (Kolektiv 2003), J. Majera (Majer 2004) doplněné o výsledky historických výzkumů v konkrétních revírech. V posledním případě se většinou jedná o nepublikované práce, které jsou součástí závěrečných zpráv průzkumů a likvidačních zpráv těžby (tyto zdroje cituji u jednotlivých lokalit).

Podrobnější analýza vstupních údajů ukázala, že historická data jsou převážně řádovou proměnnou. Na příklad datum zahájení těžby v konkrétním revíru je v lepším případě známo s přesností na desetiletí a údaje o velikosti produkce v prvých, pravděpodobně nejproduktivnějších letech zcela chybí. Je také možné z archivních údajů vyvodit, že jeden důl či revír těžil v určitém časovém období více či méně než další, či byl bohatší atd. Není však možné určit velikost rozdílu těžeb, rozdíly v kvalitě rudy atd.

V literatuře uváděné odhady produkce drahých kovů pro jednotlivé revíry z předhusitského období jsou většinou založeny na nepřímých datech, hlavně na údajích o velikosti pronájmu urbuřy, tj. o zisku panovníka z mincování drahých kovů. Mincovny však nerazily jen primární kovy, ale i pagament, neboli mincovní šrot.

Při zpracovávání neúplných datových řad (na příklad časových – což je případ historických údajů o produkci drahých kovů) přistupují i problémy s interpolací a extrapolací dat. Navíc je nutné respektovat rozdíl mezi daty naměřenými a daty předběžně zpracovanými (odvozenými, průměrovanými apod.). Tento rozdíl ze zpráv a publikací zabývajících se historií těžeb většinou nelze zjistit. Proto považuji většinu publikovaných historických údajů o produkci kovů za data

interpretovaná, to znamená zatížená těžko odhadnutelnými chybami z interpretace.

Druhou skupinou vstupů jsou data z průzkumných a těžebních prací a z ložiskových publikací (hlavně Bernard, Pouba et al. 1986, Kolektiv 2003, Urbánek et al. 1998). Podrobnější informace o zpracování dat v geologických objektech viz Grym et al. (1980), obecněji pak například in Habr et Vepřek (1974), či z jiných publikací z oboru systémového inženýrství a teorie informace.

Samostatným problémem je srovnání kovnatostí rud uváděných v historických pramenech s výsledky novodobých těžeb a průzkumů. V některých částech Kutnohorského revíru byly ověřeny mocnosti a kovnatosti v historicky lokalizovatelných místech. Porovnáním s dobovými záznamy rudokupců tak bylo možné stanovit i poměry kovnatostí mezi rostlou a prodávanou (vytříděnou) rudou z přibližně stejných míst rudních žil. Obdobně bylo možné určit i plošný rozsah starých těžeb, koeficienty výrubnosti (plošné) rudních sloupů a ojedinele i ztráty při hutnění. Srovnatelné průzkumné a těžební údaje jsou v různé míře známy i z ostatních zde zpracovaných revírů. Tyto údaje jsou soustředěné většinou v nepublikovaných likvidačních zprávách těžeb, v podkladech k nim a také v závěrečných zprávách průzkumů.

Při modelování produkce hlavních kovů (v tabulkovém procesoru LOTUS) byl použit obvyklý systém vzorců pro výpočet zásob nerostných surovin a pro projektování primární produkce (pozn.: metodika bývalého Federálního ministerstva hutí a rudných dolů má chybný výpočet výrubnosti, znečištění atd.). V první fázi modelování byly z historických údajů vypočteny produkční křivky pro desetileté součty produkce kovů tak, aby sumární produkce za určitá období souhlasila se souhrny z historické literatury. Pro období bez doložených dat byla produkce interpolována s využitím historických údajů typu – *produkce klesala, stagnovala* apod. Ve druhé fázi byly s použitím představ o pravděpodobných kovnatostech těžených rud (získaných z výsledků moderních průzkumů a těžeb), dále z odhadu velikosti ztrát při úpravě a hutnění vypočteny velikosti produkce rubaniny.

V druhé části modelu byly z ložiskových údajů (dobývací délka, hloubka a mocnost ložiska, objemová hmotnost rud, plošná rudonosnost ložiskových struktur, koeficienty vydobytí těžených úseků) získaných při těžbě a průzkumech, rovněž vypočteny velikosti pravděpodobné produkce rubaniny, které byly považovány za kontrolní. Parametry druhé části modelu byly upravovány, až bylo dosaženo dobré shody v obou velikostech produkce rubaniny. Ta byla v další fázi modelování základem pro odhad produkce dalších kovů a vedlejších složek. Pokud se nepodařilo dosáhnout dobré shody, byly znovu kriticky analyzovány historické i ložiskové vstupy a výpočty opakovány.

Z časového hlediska byla produkce rozdělena do tří etap či období (viz Kořan 1988). Prvé období pionýrských těžeb končí počátkem husitských válek (modelově rokem 1420), druhé období – renesance dolování končí počátkem třicetileté války (modelově rokem 1620). Poslední, třetí období

je ukončeno rokem 1860. V ilustračních grafech jsou údaje z hlavních lokalit prodlouženy až do uzavírání dolů koncem dvacátého století.

Hodnoty produkce hlavních kovů získané modelováním produkčních křivek z historických dat a metodou výpočtu vytěžených objemů byly porovnávány a vstupy do finálního ložiskového modelu (např. koeficienty výrubnosti, výtěžnosti atd.) byly opět upravovány v pravděpodobných mezích tak, aby se obě vypočtené hodnoty produkce rubaniny přibližně rovnaly. Toto porovnávání sloužilo ke zpětnému odhadu kovnatostí v první (historické) části modelu, neboť v historických studiích se obvykle nerozlišuje, zda údaje o kovnatostech pojednávají o rudách v rostlém stavu či po přebrání. Nehledě na to, že i u kovnatostí rud v rostlém stavu není znám způsob vzorkování. U přibližně poloviny revírů byly použity vztahy mezi množstvím zásob kovu a kovnatostí rud získané autorem při modelování podmínek využitelnosti (kondic), či při zpracovávání podkladů pro likvidační zprávy. Pro konstrukci grafů, které jsou pouze přehlednou ilustrací výsledků, byly použity dvacetileté součty odvozené z produkčních křivek. Takováto konstrukce jednoduchým způsobem eliminuje časovou i věcnou nesouvislost vstupních historických dat a zároveň odstraňuje krátkodobá kolísání produkce, způsobená různými vlivy.

Historická vstupní data jsou řádovou proměnnou. Při zpracovávání těchto dat z určitého revíru můžeme kombinací vstupů do modelu definovat interval, v němž se produkce mohla pohybovat. V rámci takto definovaných hranic nelze však zjišťovat rozdílné pravděpodobnosti jednotlivých odhadů velikosti produkce. *Varování – případná číselně konkretizovaná výše celkové produkce uvnitř těchto hranic je věcí intuice a přesvědčení autora, který ji provádí – příkladem jsou číselné údaje použité pro ilustrační grafy.*

Metodika práce byla testována na Kutnohorském a Příbramském revíru, dále na ložisku cínu – Cínovec (v této stati neuvedeno). Je zajímavé, že i v tak dobře dokumentovaném revíru, jakým je Příbramský v práci (Bambas 1990) vedly oba postupy výpočtu produkce rudy, při zadání Bambasem uváděných průměrných hodnot v první fázi práce k výsledku, který se lišil o +100 či -50 %. Podrobnější analýza ukázala, že v Bambasově monografii uváděné výrubnosti, znečištění a průměrné mocnosti žil jsou zatíženy metodickými chybami. Po jejich přepočtech podle dokumentace v Bambasově práci se dosáhlo dobré shody výsledků. Na dobře prozkoumaných žilách v severní části Kutnohorského revíru se výsledky získané oběma metodami lišily v intervalu +50 či -25 %, což lze považovat za solidní semikvantitativní výsledek.

POZNÁMKA K PŘEPOČTŮM KOVNATOSTÍ STŘÍBRNÝCH RUD Z HISTORICKÝCH PRAMENŮ

Snad již koncem 15. století a nejspíše v polovině 16. století se při vážení rudy a dalších substrátů (Leminger 1912, Bílek 1985) začala používat pražská libra (přibližně 513 gramů), později česká libra, která podle Příručního slovníku naučného (Kolektiv 1963) vážila 514,37 gramů. Větší, běžně používanou jednotkou byl centnýř (též centýř, centěř), vážící

61,7 kg, složený ze 120 liber. Libra obnášela 32 lotů po 16,2 g, nebo 128 kventlíků po 4,02 g (pro účely této poznámky považují za dostatečnou přesnost na dvě platné číslice, třetí je zaokrouhlována). Pro vážení stříbra byla nejpozději od mincovní reformy Václava II. používána pražská hřivna vážící 253,17 g (Kolektiv 1963), složená za 16 lotů po 15,8 g. Lot stříbra byl dělen opět na 4 kventlíky (3,96 g), atd.

Kovnatosti rud jsou v publikacích a zprávách zabývajících se montanistikou 15.–17. století uváděny několika způsoby. Ponechávám stranou většinou nejednoznačně interpretovatelné údaje uvádějící obsahy stříbra v rudě v peněžních jednotkách. Rovněž přepočítání z váhových výnosů stříbra nemůže být přesný, neboť ztráty kovu při úpravě a hutnění jsou známy jen přibližně. Zdánlivě bezproblémové jsou údaje vycházející z prubířských analýz. V druhé polovině 20. století, pravděpodobně pod Kořanovým vlivem, byly prubířské kovnatosti přepočítávány v Kutnohorském revíru poměrem 1 lot/centnýř je 260 g/t (Bílek 1985, 2000a–200f, Kořan 1988).

Bohužel historické údaje nejsou ani v těchto případech vždy jednoznačné. Na příklad Hrabák (1912) cituje zprávu o těžbě z Kuklického pásma: „... *týhodně vydávají 65 centů stříbrné rudy, v níž obsaženo 20 hřiven stříbra* ...“. Kovnatost Ag 1283 g/t odpovídá tomu, co je o tamních rudách známo. V jiném případě „... *Na Grejffském žilovém pásmu ... se týhodně dobývá 25 centů stříbrné rudy, v nichž 3 loty stříbra*“. Výše uvedeným poměrem vypočtená kovnatost je jen 31 g/t Ag. Pokud však Hrabákovu citaci – 3 loty stříbra – považujeme již za průměrnou kovnatost, po přepočtu dostáváme 782 g/t, což odpovídá dalším informacím o tomto pásmu (Bílek 2000a).

Podle mých poznatků však poměr používaný v Kutnohorském revíru pro přepočty ze soustavy vah ze 16.–18. století na jednotky soustavy SI – (lot/centnýř = 260,4 g/t) – není přesný. Hodnotu 260,4 dostaneme, vyjdeme-li z váhy centnýře 61,7 kg a váhy lotu 16,7 g, tj. lotu určeného k vážení jiných substrátů, než stříbra. Stříbro bylo váženo v hřivnách a jejich dílech, které se shodu okolností také nazývaly loty a kventlíky. Proto je třeba do přepočtu použít lot rovný jedné šestnáctině pražské hřivny stříbra (15,83 g). Výsledný poměr je 256,6. Rozdíl proti používanému poměru jsou necelá dvě procenta, a proto chybu vzniklou používáním hodnoty 260,7 g/t nepovažuji za závažnou.

Jiná situace vzniká, přečteme-li si pozorně Erckerovu knihu o prubířství (Ercker 1574, v překladu P. Vitouše 1974, stránky 31–32): „*O vahách, kterých se používá ke zkoušení rud a stříbra*.“

Váha centnýře podle něhož se všechny rudy, rudní měl, struskový kámen a kterékoliv podobné věci zkoušejí, je od starých německých prubířů tak rozdělena, že centýř právě je saděn na sto liber. A to z té příčiny, že v dnešní době na mnohých místech se kupuje podle váhy ruda, struskový kámen a stříbronosná nevycezená černá měď, právě tak se platí v nich ryzí stříbro podle průby (dříve než se z toho taví). Aby kupci, který musí stříbro z toho vytavit, nevznikly ztráty, přicházejí mu při jeho koupi k dobru ostatní libry, o které váží hornický

nebo hutnický centýř více než sto liber. Poněvadž ale obecně centýř na hornických podnicích má stodeset liber, vyrovnává ostatních deset liber se stříbrem v nich jeho ztrátu. Proto v dobře uspořádaném tavení na chudou rudu, která obsahuje obyčejně až tři, čtyři nebo pět lotů stříbra, nemá být ztráta na stříbře spravedlivě při tavení větší, než je obsah stříbra v těch deseti librách hutnického centnýře ve srovnání s prubířským centnýřem. Co však se týče bohaté rudy a také olova bohatého stříbrem nebo dokonce bohaté mědi, jsou v tom spravedlivě zachyceny při zkoušení také ostatní libry.“ (Řečeno současnou terminologií – riziko ztráty z nepřesně stanovené kovnatosti bylo na straně dodavatele – prodávajícího. U bohatých rud a hutních meziproduktů toto riziko bylo „spravedlivě“ rozděleno mezi oba účastníky obchodu.

Zároveň je možné z citovaného textu usoudit, že ztráty při hutnění „tří – až pětilotových rud“ by neměly přesáhnout 10 %.

Máme tedy pro přepočty k dispozici tři centýře: „Obvyklý“ po 120 librách, z nichž každá má 32 lotů, hornický se 110 librami a neznámým počtem lotů a konečně prubířský 100 librový. Počet lotů v prubířské libře Ercker neuvádí, ale Vitouš v poznámce 27 ke svému překladu Erckera, dělí prubířskou libru na 12 lotů, bez dalšího odkazu. Může jít však o překlep, v poznámce 27 je jich několik. Počet 12 lotů na prubířskou libru je i v rozporu s dělením vah (závaží?) prubířského centnýře a s postupem testování správnosti zhotovovaných závaží – viz stránky 32–33 a 76–81 zmíněného překladu. Z logiky Erckerova textu plyne, že prubířská hřivna stříbra měla 16 lotů, a zároveň byla polovinou prubířské libry. Prubířská libra tedy obsahovala 32 lotů. Váhy prubířských jednotek pro přepočty do soustavy jednotek SI je tedy nutné odvozovat od váhy hřivny stříbra.

Prubířská kovnatost stříbrné rudy v lotech (a kventlicích) na centnýř není kovnatostí rudy v dnešním slova smyslu. Neudává, kolik stříbra obsahuje váhová jednotka rudy, ale udává, kolik stříbra by hutník z této rudy měl získat. Proto při přepočtu prubířských hodnot na kovnatosti rudy v dnešním chápání by měl být dosud používaný poměr 1 lot/centnýř = 260 g/t zvětšen o 20 %, zaokrouhleně – na 300 g/t, pokud prodávaná ruda byla vážena v obvyklém 120 librovém centnýři, nebo jen o 10 % v případě, že prodávaná ruda byla vážena v hornickém, 110 librovém centnýři.

Do modelových výpočtů produkce stříbra v jednotlivých revírech byla používána data, tak jak jsou uváděna v citovaných publikacích a nepublikovaných zprávách o historickém výzkumu. Vlivy odchýlných přepočtových poměrů na velikost produkce jsou diskutovány u jednotlivých revírů.

VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ PRODUKCE STŘÍBRA V JEDNOTLIVÝCH REVÍRECH

STŘÍBRO V PŘÍBRAMSKÉM RUDNÍM REVÍRU

Výborně dokumentovaný Březohorský revír (Bambas 1990) posloužil jako etalon k testování a úpravám metodiky modelování produkčních křivek.

Drobná těžba stříbra existovala na Příbramsku, podle některých archeologických indicií (Kolektiv 2003), snad

již v 10. století. Podle Kořana (1988) ve 14. století se těžilo v nepatrných hloubkách na výchozech větvičích se žil. Těžba v dílčích revírech (Černojamský, Březohorský, Bohutínský atd.) je doložena od 20. let 16. století. Maxima ranně novověké těžební činnosti bylo dosaženo po polovině století, koncem 16. století se již téměř netěžilo. Podle Kubáta (in Kořan 1988) se v letech 1550–1574 získaly asi 4 tuny stříbra. Pro 16. století Kořan (1988) uvádí produkci 11 tun kovu a pro 18. století ve shodě s J. Bambasem (Bambas 1990) produkci dalších 16–20 tun kovu.

Z hlediska monetární politiky tehdejší monarchie byla těžba stříbra na Příbramsku velmi významná. Prohlubování dolů a nálezy bohatých nálomů prováděné podle Alisových projektů z druhé poloviny 18. století přinesly zvýšení produkce až ve století následujícím, v souvislosti s technickou modernizací. V druhé polovině 19. století produkce stříbra z příbramské huti téměř kryla po několik desetiletí mincovní potřeby monarchie. Podle J. Bambase, který monograficky zpracoval Březohorský revír (Bambas 1990), celková důlní produkce Březohorského a Bohutínského revíru dosáhla množství, které shrnuje tab. 1. (Jiří Bambas důsledně rozlišuje mezi produkcí důlní, tj. mezi množstvím kovu ve vytěžené rudě a mezi hutní produkcí, tj. množstvím kovu z rudy vyrobeného. V historických studiích to nebývá běžným zvykem.)

Tab. 1. Důlní produkce Březohorského a Bohutínského revíru, Bambas (1990) (Kovnatosti As jsou podle údajů úpravy).

Tab. 1. The mine production of the Březové Hory – Bohutín district, Bambas (1990).

Revír	Rubanina (Mt)	Produkce kovů		Kovnatosti rubaniny			
		Ag (t)	Pb (kt)	Ag g/t	Pb %	Zn %	As %
Březové hory	18.1	3439	416	190	2.3	1.7	0.6
Bohutín	3.4	398	102	117	3.0	1.3	0.6

Diskuze modelové produkce

Produkční křivka byla modelována podle údajů o produkci hutě (Bambas 1990). Pro testování programu byly použity parametry nejlépe známých žil Březohorského revíru. Při prvním propočtu modelu se vstupy podle (Bambas 1990) vycházela pro jednotlivé žíly modelová produkce přibližně dvojnásobná oproti Bambasem uvedené hutní produkci. Vzhledem k tomu, že údaje o výrubnosti, znečištění a ztrátách při těžbě jsou v citované publikaci vypočteny podle metodiky bývalého Federálního ministerstva hutí a rudních dolů (FMHRD), byly vstupy do modelu odečteny znovu přímo z grafické dokumentace in Bambas (1990) a Dubec (1985). Pro modelové odhady produkce byly žíly považovány za lichoběžníky s těmito rozměry:

- Vojtěžská hlavní – vytěžená část dole 1600 m, nahoře 500 m, vyrubáno (plošná výrubnost) 90 % plochy, zbylé zásoby do 10 % plochy.
- Matkobožská – dole 1450 m, nahoře 200 m, plošná výrubnost 60 %.
- Klementsá s odžilkou – nahoře 800 m, dole 700 m, plošná výrubnost 40 %.

Znečištění bylo odhadnuto v souladu s dobývacími metodami. Po dosažení nových dat stále modelová produkce značně přesahovala skutečnou hutní produkci. Podrobnou analýzou ložiskových parametrů na Vojtěžské hlavní žíle se ukázalo, že průměrné mocnosti uvedené v citované publikaci jsou nadhodnocené. Dobré shody modelové produkce se skutečnou bylo dosaženo po snížení průměrných mocností žil až na jednu polovinu. Je však také možné, že grafická dokumentace zahrnuje jako plochy vytěžené rudy i plochy sice vytěžené, ale skladované na haldách na příklad jako nebilanční rudy apod. Tento problém jsem neřešil. Pro ilustrační graf produkce stříbra byly použity dvacetileté součty skutečné hutní produkce pro celý revír podle J. Bambase (Bambas 1990).

KUTNOHORSKÝ RUDNÍ REVÍR

Kutnohorské ložisko bylo pravděpodobně nalezeno v druhé polovině padesátých let 13. století, s prvými doly, podle tradice, na Kaňku, Sukově a Kuklíku (tj. v severní části revíru). Podle (Bílek 1985) se však těžilo stříbro již od 10. století s průměrnou produkcí okolo jedné tuny kovu ročně. Bílek ve své argumentaci vychází z existence mincovny v Malíně a ze založení cisterciáckého kláštera v Sedlci roku 1142. Ten měl podle jeho názoru za úkol vzdělávat nikoliv zemědělství v zemědělsky již kultivované krajině, ale věnovat se stříbrným ložiskům. J. Kořan (1988) pochybuje o tom, že budou nalezeny přímé doklady o dolování mezi 10. až 12. stoletím. Podle něj k legendárnímu „sběhu na Kutně“ vyvolanému snad objevy bohatých nálomů v oblasti „Starého neufgangu“ v blízkosti kostela Všech svatých v jižní části revíru došlo mezi roky 1276 a 1290. Moderní geochemické výzkumy rozsáhlejší těžbu stříbra před polovinou 13. století vylučují (Šrein 2005, ústní sdělení – přednáška v Muzeu stříbra). Montánní kutnohorská historie je přehledně popsána in (Kolektiv 2003), podrobněji v Bílkových separátních monografiích dějin jednotlivých rudních pásem (Bílek 2000a–2000f).

Tradiční, i v současné literatuře občas používané dělení kutnohorských žil a pásem (na příklad Bartoš 2004) na „kyzová“, „stříbrná“ a „přechodná“ má původ v ranně novověkém hutnicko-technologickém dělení kutnohorských rud. Sledujeme-li distribuci prvků, minerálů a minerálních asociací v ploše žil a rudních sloupů skládajících žíly, s důrazem na znalost přesné lokalizace vzorků ve strukturním plánu rudního pásma, zjistíme, že rozdíly mezi pásmy jsou dány zonálností prvých dvou přínosových stadií mineralizace (Holub et al. 1982, Holub 2009a). Tato zonálnost je výrazně ovlivněna litologickými a strukturními vlastnostmi hornin krystalinika v okolí žil.

Z hlediska celkové produkce stříbra nejvýznamnější pásmo Staročeské bylo považováno za pásmo kyzové. Historickou produkci stříbra z tohoto pásma uvádí Bartoš (2004) na základě zmíněných Bílkových prací ve výši 300 t. Na Staročeském pásmu byly těženy nejen kyzové, ale i stříbrné rudy. Je to zřejmé ze starci zapomenutého, či spíše díky logice vizitačních komisí z konce 16. století, nenalezeného rudního sloupu na žíle Láskovské (Holub 2009b, 2014). V tomto

sloupu se obsahy stříbra pohybují v prvních kilogramech na tunu rostlé rudy, při mocnosti žíly v decimetrech. Stříbro je vázáno převážně na miargyrit (AgSbS_2). Bohatým zdrojem stříbra z tohoto pásma byla i žíla Benátecká, s žílou Láskovskou tvořící jeden strukturální systém.

Z modelování vztahu kovnatost rudy – množství zásob (Holub 1993) plyne, že rudy na pásmech v jižní části revíru mají průměrné obsahy Ag 400–600 g/t. Tyto rudy tvoří nevelké bloky s mocnostmi v decimetrech až okolo 1 m. Plošný koeficient rudonosnosti je na hlavních strukturách okolo 0.1–0.3, nižší je na podřízených strukturách. Podél sečlenění významných struktur jsou vyvinuty mohutnější rudní sloupy i několikametrové mocnosti, s kovnatostí 800–1500 g/t Ag. V těchto rudních sloupech plošná rudonosnost roste a pohybuje se okolo 60 %. Bohaté, ploše uložené rudní sloupy s galenitem a tetradritem, místy i několikametrových mocností, byly vytěženy i v severní části revíru na Rejzském a Turkaňském pásmu – koeficient plošné rudonosnosti zde přesahoval hodnotu 0,5 (tj. zrudnění bylo vyvinuto na více než 50 % plochy pásma). Mohutný sloup obdobných, a snad i bohatších rud byl vyvinut do úklonné hloubky větší než 600 m na Oselském pásmu v jižní části revíru.

Údaje o ztrátách při úpravě a hutnění jsou nepravidelně roztroušeny ve výše citované literatuře a byly pro konstrukci modelové křivky uvažovány v rozsahu 20–40 %. Vezme-li se v úvahu běžné přepracovávání starších strusek, byly sumárně, za delší časový úsek, nižší. Výrubnost rudních sloupů blíže povrchu byla podle pozorování ve starinách 80–90 %. Rudy Staročeského pásma jsou v hloubce 300 m prokazatelně, podle výsledku průzkumných prací, vydobyty minimálně z 80 %. Olověno – stříbrné rudy Rejzského pásma v téže hloubce jsou vydobyty selektivně a tvořily více jak 50 % plochy sloupů, zůstaly po nich jen chudé celíky a ochranné pilíře.

Nejhlouběji dosahovaly doly Oselského pásma. Jejich úklonná hloubka byla nad 600 m. Byly opuštěny před polovinou 16. století. Předhusitské dolování dosáhlo na Roveňském pásmu, podle výsledků vrtného průzkumu, hloubky více jak 150 m. Pravděpodobně i na ostatních pásmech dosáhlo předhusitské dolování hloubek okolo 100–150 m. Do těchto hloubek bylo nutné, při obnově těžeb za Jiřího z Poděbrad, doly zmáhat (Bílek in Holub et al. 1974).

Na zrudněných pásmech v severní části kutnohorského revíru nebyly před zahájením středověké těžby vyvinuty rozsáhlejší zóny výrazně druhotně stříbrem obohacených rud (Holub 2007a). Případné obohacené zóny předkřídového stáří byly zničeny při transgresi moře ve svrchní křídě. V terciéru byly nejdříve erodovány sedimenty křídového stáří. Reliéf krystalinika byl zmlazován jen nepatrnou rychlostí a hladiny spodních vod reagovaly na pozvolný návrat k erozivním bázím předkřídového reliéfu. Proto nedocházelo k opakovanému rozpouštění, transportu a opětovnému srážení hypergenních minerálů, tj. k obohacování rud v hlubších podpovrchových částech ložiska.

Pravděpodobně vznikaly jen lokálně omezené zvětraliny rud, obsahující i drátkové stříbro. Obsahy v nich byly, podle historických zpráv, na úrovni obsahů v primárních rudách,

z nichž tyto zvětralinové rudy, „vitruňky“, vznikaly. Druhotně obohacené rudy Ag snad s jemnozrnným akantitem a chlorargyritem („stříbrné černě“ starců) jsou známy na Skaleckém a Grejfském pásmu. Tyto rozsahem nevelké, avšak mimořádně bohaté uložení na bázi křídových sedimentů byly vítaným cílem starých prospektorů a mohly být příčinou pověstného „běhu na Kuttnu“.

Diskuze modelové produkce

V druhé polovině dvacátého století rozsáhlý historický výzkum, geologický průzkum a výzkum, stejně jako těžba zinkových rud přinesly řadu poznatků, které jsem se pokusil použít k odhadu množství stříbra obsaženého v rudách vytěžených v Kutnohorském revíru do počátku 19. století. K odhadu jsem použil metody výpočtu zásob nerostných surovin. Vzhledem ke značné nehomogenitě vstupních dat v prostoru a čase jsem zvolil variantní modelové výpočty se vstupními daty v mezích daných znalostmi vlastností ložiska. Výsledky na jednotlivých pásmech jsou řádovou proměnnou a jsou vyjádřeny slovně. Sumarizace je sice uvedena číselně, ale opět se jedná o řádovou proměnnou, u níž nelze přesněji definovat chybu odhadu (Holub 2009c, 2010). To ostatně platí i o odhadech citovaných autorů.

Z hlediska množství a kvality vstupních dat do výpočtů, a zároveň i přesnosti výsledků výpočtu, je možné rozdělit rudní pásma kutnohorského revíru na pásma otevřená báňskými pracemi (Gruntecké, Staročeské, Turkaňské a Rejzské), dále na pásma ověřená vrtným průzkumem (Hloušecké, Roveňské) a pásma známá jen z báňsko – historického výzkumu (Grejfské, Oselské a další, drobnější pásma). Pokusím-li se číselně vyjádřit (převod semikvantitativní (řádové) proměnné na číselné hodnoty je subjektivní a má ilustrativní charakter, zjednodušuje však diskuzi) celkové výsledky kritického přepočtu, tj. množství stříbra obsaženého v rudě vytěžené z hlavních rudních pásem, případně celého Kutnohorského revíru, získávám rozsah hodnot (tab. 2.), který ukazuje pravděpodobné limity produkce drahého kovu. V tabulce je zohledněn vliv vyššího poměru použitého při přepočtu prubířských kovnatostí na kovnatosti v jednotkách SI. Po odečtení ztrát při úpravě a hutnění (25–35 %) je možné výsledky přepočtů srovnat s odhady J. Kořana a J. Bílka.

Tab. 2. Odhad množství stříbra obsaženého v rudě vytěžené z hlavních rudních pásem.

Tab. 2. The estimation of the quantity of the silver obtained in the ore mined out from main ore zones.

Množství stříbra v tunách	M. Holub (tato práce)	J. Bílek*
Staročeské pásmo	450–650	300
Turkaňské, Rejzské pásmo	100–200	?
Hloušecké pásmo	10–30	20
Roveňské pásmo	20–40	125–200
Grejfské pásmo	80–150	240–300
Oselské pásmo	250–500	?
Ostatní pásma	10–100	??
Celkem (přibližně)	900–1700	>2500

Poznámka: *Pravděpodobně hutní produkce

J. Kořan (1950) odhadl, že z Kutnohorského revíru bylo získáno přibližně 2000 tun stříbra. Později (Kořan 1988) poněkud zvýšil odhad celkové produkce. Zároveň snížil produkci po roce 1450 ze 750 na přibližně 500 tun a zvýšil produkci předhusitskou. Pro období po roce 1450 použil, podobně jako J. Bílek ve svých odhadech, listinné dokumentované údaje o množství propůjček důlních měř, produkci dolů a jejich skupin. Tyto údaje jsou bohužel nesoustavné a jsou známy jen z některých časových úseků 16. a následujících století. Těch 400–500 tun stříbra získaného po roce 1450 však odpovídá i odhadu produkce z mých modelových výpočtů a lze je považovat za hodnotu blízkou historické realitě.

Pro dobu předhusitskou Kořanův odhad produkce přibližně ve výši 1300–1500 tun kovu vychází z údajů o pronájmech urbury za Jana Lucemburského. Úskalí takového odhadu spočívá ve faktu, že se nejednalo o pronájem budoucí produkce dolů, ale pronájem zisku z ražby mince. Mincovna v Kutné Hoře razila nejen z kovu z místní primární produkce, ale razila i primární kov z ostatních důlních oblastí království. Na příklad produkce dolů z Vrchoviny se mohla za Jana Lucemburského pohybovat mezi 1–2 tunami kovu ročně (Kořan 1988). Podle Bílka (Bílek 1985) bylo v té době „... ročně získáváno kolem 2 až 3 tisíc kg (stříbra) a později za příznivých okolností i 5 a více tisíc kg tohoto kovu“. Množství stříbra z ostatních důlních oblastí činilo tedy při ražbě mince a tím i velikosti urbury významný podíl. Dále bylo mincováno neznámé množství pagamentu a dalšího stříbra (stříbrného šrotu).

J. Bílek (1985) vyjádřil svou představu časového průběhu produkce stříbra v grafu (při používání grafu pozor – časová osa je oproti hodnotám posunuta o sto let), v němž se přiklonil k celkovému odhadu produkce snad až 3000 tun. Způsob celkového odhadu neuvádí. V publikacích z roku 2000 (Bílek 2000a–2000f) prezentuje odhady produkce z některých kutnohorských pásem. Z hlediska metodiky výpočtů zásob nerostných surovin však jeho odhady produkce stříbra trpí metodickými nedostatky Holub (2010).

Ze srovnávací tabulky je patrné, že Bílkovy odhady se od mých modelových výpočtů liší nahoru i dolů (tab. 2.). Podrobněji diskutuji Bílkovy odhady in Holub (2009c, 2010). Výsledky modelových variantních výpočtů zásob, vycházející z výsledků vrtného průzkumu a z analogie s baňsky ověřenými pásmy, jsou u pásem v jižní části revíru až řádově nižší. Limitujícími jsou zde malá mocnost rudních žil (v decimetrech), vysoká variabilita obsahů stříbra, vysoký kontrast zrudnění (tj. vázanost rudních minerálů pouze na žilné struktury, nikoliv i na přeměněné horniny v okolí žil) a také podstatně nižší kovnatosti „bohatých“ rud oproti odhadům vycházejících z historických zpráv.

Celkový odhad produkce stříbra vycházející z modelových výpočtů je nižší, než tradiční Kořanův odhad. Vezme-li se v úvahu, že J. Kořan vycházel z velikosti pronájmu urbury, do níž se v době předhusitské promítla pravděpodobně i produkce z dalších stříbronosných oblastí a z ražby pagamentu, není rozdíl již tak výrazný. Pro dobu pozdější, můžeme za

směrodatný považovat Bílkův (Bílek 1985) odhad produkce z dokumentovaného počtu propůjček a velikosti těžeb některých dolů. Tento odhad je nejspíše mezi 400–500 tunami stříbra získaného po hutnění rudy. Na předhusitské období zbývá podle modelových výpočtů méně než 1200 tun kovu obsaženého ve vytěžené rudě, po započtení ztrát při hutnění méně než 900–1000 tun kovu.

Těžba v revíru nepravidelně pokračovala i po roce 1620. Pro úplnost dodávám, že v letech 1958–1991 bylo vytěženo 2038 kt (tisíc tun) rudy s 1.99 % Zn, většinou z Turkaňského pásma (Mikuš et al. 1993). Obsah Ag v prodejním koncentrátu se pohyboval okolo 300–500 g/t. Stejný obsah Ag přecházel při flotaci selektivního zinkového koncentrátu do odpadu a toto stříbro je uloženo na odkališti úpravní.

STŘÍBRNÉ REVÍRY ČESKOMORAVSKÉ VRCHOVINY

Ze starých rudních revírů Českomoravské vrchoviny, soudě podle trvání těžby a rozsahu stařin, měly největší produkci Jihlavský a Brodský revír. Ostatní výskyty v okolí Ledče nad Sázavou, Humpolce, Pelhřimova či jižně od Třeště byly pravděpodobně řádově méně vydatné. Na většině lokalit byly nejspíše těženy různé typy zvětralinových rud a těžba postupně přecházela do primárních rud. Hloubky dobývek těžících druhotné rudy, podle současné morfologie terénu, dosahovaly maximálně 20 m. Při přechodu na těžbu primárních rud významnější produkce většinou rychle končila. Výjimkou byl Jihlavský revír a východní část Brodského revíru, v nichž byly, podle nálezů na starých haldách, historických zpráv a novějších průzkumů, ve větší míře těženy i primární, převážně galenitové rudy. Podle některých názorů, vycházejících z archeologických nálezů (orientační přehled in Jaroš 1993) těžba snad začínala v 11. století na jihu Vrchoviny od rakouských hranic. Pokud skutečně nějaké těžební aktivity do poloviny 13. století na Vrchovině existovaly, měly nepatrný rozsah, který se neprojevil významněji v sedimentech šumavských jezer (Veselý 2000).

Jihlavský revír byl objeven mezi roky 1234–40 a bezprostředně poté bylo založeno horní město Jihlava. Hlavní rozmach těžby v sousedním Brodském revíru nastal po roce 1250. Přípovrchové zvětralinové rudy však byly rychle vyčerpány a navíc horní lid se hromadně zúčastnil v poslední čtvrtině století „sběhu ke Kutné“. Ilustrací rozvoje a úpadku hornictví na Vrchovině může být historie České Bělé. Ta se z nepatrné osady stala roku 1278 horním městem. Ale v první polovině 14. století měla opět jen několik usedlostí (Stránská 2009, Hrubý, Hejhal et Malý 2012). Koncem 13. století se pravděpodobně přecházelo na nákladnější těžbu primárních rud (Hrubý, Hejhal et Malý 2014). Na útlum produkce působila i politická nestabilita v Českém království na počátku 14. století. Později, za Jana Lucemburského, na tehdejší dobu obrovská produkce stříbra v Kutné Hoře (až několik tun kovu ročně) vedla k poklesu ceny stříbra asi o půl řádu (měřeno cenou lidské práce i cenou zlata, Holub 2005).

Po polovině 14. stol. se těžba v Jihlavském revíru potýkala i s dalšími obtížemi – zemětřeseními a zaplavováním dolů. Po kritickém roce 1376 bylo mnoho hlubších dolů opuš-

těno. Těžba primárních rud, z důvodů obtížného větrání a odvodňování dolů v ploché krajině dosahovala jen zřídka do hloubek okolo 50 m. Výjimečně, jak je potvrzeno vrty na Starohorském couku (Veselý 1963), přesáhla 80 m. Primární galenitové rudy byly z dobového hlediska pravděpodobně považovány zprvu za bohaté, tj. ekonomicky těžitelné. Později, v průběhu 14. století rudy s obsahem Ag pod 100–150 g/t na 1 % Pb (při vzorkování v rostlém stavu) přestávaly být pro těžaře zajímavé.

O obnovování těžeb po husitských válkách není v Jihlavském revíru mnoho ložiskových údajů. V 16. a 18. stol. se obnovovací práce soustředily jen na úseky známých žil s převážně galenitovým zrudněním v místech, v nichž bylo možné razit dědičné větrací a odvodňovací štoly – na příklad v okolí Beranova, Sasova, Rantířova či Rancířova a Jezdovic. V 15. a 16. století jsou udávány kovnatosti pravděpodobně ručně přebíraných či vybraných rud mezi 1–2,5 kg/t Ag. Práce v 18. století již byly vzorkovány na těžební mocnost a výsledky tohoto vzorkování, i s ohledem na přepočty prubírských kovnatostí (prubírský centnýř = 100 liber, obvyklý centnýř = 120 liber) a jsou zahrnuty do charakteristiky rud revíru. Celková produkce stříbra byla při revitalizacích dolování nejméně o řád nižší, než ve 13.–14. století.

Brodský revír (Dobeš et Malý 2001 a literatura tam uvedená) se původně dělil na čtyři báňské okrsky – Brod (Smilův), Šlapánov, Bělá (Česká) a Chotěboř. Dolování se stalo již ke konci 13. století nevýnosným. Pokusy o obnovu dobývání v 16., koncem 17. století i později se soustředily v okolí Stříbrných Hor (přibyslavské doly) a v okolí Mírovky (Freitahl). Zmáhané a nově ražené štoly podsedaly rudní žíly v hloubkách 20–80 m. Velikost produkce stříbra z primárních rud je v 13.–14. století nejistá, lze ji však odhadnout z moderních ložiskových údajů. Pozdější produkce stříbra nebyla významná.

Ložisková charakteristika primárních i zvětralinových rud je stručně shrnuta in (Holub 2007a). Z analýzy historických dat a dokumentace stavebních průzkumů plyne, že zrudnění v jihlavském revíru (Koutek 1952, Veselý 1963, Vosáhlo 1988) je koncentrováno do rudních odstavců uvnitř různé rozsáhlých zón mylonitizace a hydrotermálních alterací, často sledujících grafitické horniny pestré jednotky moldanubika. Směrná délka zrudněných křemenných odstavců pravděpodobně nepřesahuje prvé desítky metrů. Mocnost křemenné žiloviny se zrudněním je velmi nepravidelná a jen ojediněle dosahuje několika metrů. Plošná rudonosnost struktur není známá. Kvalita zrudnění je velmi proměnlivá a z dnešního ekonomického hlediska velmi nízká. Součet Zn+Pb jen zřídka přesahuje 4 % a obsahy Ag se pohybují v primární rudě nejčastěji okolo 40–80 g/t. Poměr Ag/Pb je relativně variabilní. Podle výsledku vrtů na Starohorském couku a podle starších analýz se pohybuje okolo 40–150 g/t Ag na 1 % Pb.

Celková délka žil na povrchu je asi 12–15 km (Jurák 1975). Hloubka stařin na významnějších pásmech je do 50 m, ojediněle okolo 100 m. Celkový počet moderních průzkumných vrtů nestačí k objektivnímu odhadu ložiskového potenciálu.

Údaje do modelu jsou proto použity podle analogie s nově prozkoumanými částmi Brodského (Bartášek et Martínek 1973, Holub 1981, 1987, Jurák 1975, Němec 1964, 1965, Pokorný 1963, Schramová 1996, Špaček et al. 1963) a Kutnohorského revíru.

Rozsah vstupních kovnatostí Ag g/t do modelu pro rudy zvětralinové: 100–200, rudy druhotně obohacené: 1000–2000, rudy primární: 100–900.

Diskuze modelové produkce

Stříbro bylo z rudních revírů Českomoravské vrchoviny produkováno hlavně do husitských válek. Pozdější produkce byla v poměru k produkci Kutné Hory a Jáchymova nepatrná. Přímé historické údaje o produkci v předhusitské době neexistují. J. Kořan (1988) odhaduje celkovou produkci stříbra pro Vrchovinu na 200 tun kovu, způsob odhadu neuvádí. Další odhady celkové historické těžby rud a z nich odvozená produkce kovů v Jihlavském a Brodském revíru jsou uvedeny v závěrečných zprávách průzkumných akcí z 60. let 20. století. (Pokorný et al. 1963, Špaček et al. 1963, Veselý et al. 1963). Podle těchto odhadů byla celková produkce stříbra z obou revírů okolo 500 tun.

Podle úvahy in Holub 2007b, drobnější lokality, jakými byly na příklad beranovské doly, prokazatelně vydobyte do hloubky okolo 80 m, mohly poskytnout 1–2 tuny stříbra. Z toho asi polovina byla z obohacených cementačních rud. Starohorský couk měl po dobu nejméně pěti milionů let podmínky vhodné pro elektrolytickou koncentraci stříbra ve svých přepovrchových částech a pro vznik stříbrných černí. Během miocenu a pliocenu se zde mohly nahromadit i prvé desítky tun stříbra. Je zajímavé, že „kyzové“ rudy hlavní polohy ložiska Dlouhá Ves nebyly na svém výchozu téměř postiženy stařinami. I když ve své jižní části obsahovaly jemnozrnný galenit a dobově zajímavé obsahy stříbra. Většina žil obou revírů je však v geomorfologických podmínkách, ve kterých mohly během kvartéru vznikat a zůstat zachovány zvětralinové rudy s obsahem stříbra obdobným, jaký měly primární rudy, z nichž zvětralinoviny vznikaly.

Sumární modelová hutní produkce stříbra pro předhusitské období v obou revírech vychází v intervalu 30–70 tun kovu. Srovnáme-li rozsah dobývek se situací v Kutnohorském revíru je pravděpodobné, že tato modelová produkce je mírně podhodnocena. Vzhledem k tomu, že se jedná o řádovou proměnnou, nelze zjistit o kolik.

Tab. 3. Srovnání odhadů produkce stříbra, rubaniny, dalších kovů a škodlivin do roku 1420 (vytěžená rubanina obsahovala řádově obdobné množství zinku jako olova o dva řády menší množství kadmia).

Tab. 3. The comparison of the production of silver, ore, other metals and pollutants produced until year 1420.

Autor	Stříbro (t)	Rubanina (Mt)	Olovo (kt)	Síra (kt)	Arzén (kt)
Kořan 1985	200				
Průzkumy 1963 atd.	500	2–4	50–100	50–100	10–50
Model 2008	30–70	0.5	1.5–3.5	7	5

Modelová produkce rubaniny a z ní odvozené produkce stříbra a olova, dále produkce odpadů a škodlivin – Zn, Cd, S a As jsou relativně nízké, přibližně až o řád nižší než odhady uváděné ve výše citovaných závěrečných zprávách průzkumů. Rozdíly v obou odhadech jsou způsobeny hlavně započtením či nezapočtením plošné rudonosti žil, výrubnosti zásob a ztrát při úpravě a hutnění rud. Koefficient plošné rudonosti byl pro výpočty odvozen z odstavcovitého vývoje zrudněných křemenných žil. Jeho velikost byla zvolena podle analogie s kutnohorským ložiskem v rozsahu mezi 0.1–0.3, jinak řečeno ekonomicky zajímavé zrudnění je přítomno na 10–30 % plochy žil. Rozdíly jsou i v odhadu průměrných kovnatostí v minulosti selektivně těžných rud. Pro odhad výrubnosti zásob je použita analogie z báňsky prozkoumaných revírů. Výrubnost byla do hloubek okolo 50 m vysoká a pohybovala se okolo 70–90 %, poté rychle klesala. Pro ztráty při úpravě a hutnění rud je opět použita analogie z Kutnohorského revíru. Pro bohaté rudy s uslechtilými minerály stříbra byly ztráty nejspíše okolo 10–15 %, pro galenitové rudy v křemenné žilovině se pohybovaly okolo 25 % a v chudých kyzových rudách přesahovaly 25–30 %.

STŘÍBRNÁ LOŽISKA BLANICKÉ BRÁZDY A OKOLÍ

Pod termín Blanická brázda a okolí jsem pro modelování spojil produkční křivky několika rudních revírů – Stříbrnou Skalici, Ratibořské hory se Starou Vožicí, Táborské hory, Rudolfovský revír a Krumlovské doly. Tyto lokality leží v bezprostředním okolí tektonického prolomu Blanické brázdy. Základní informace o montánní historii a ložiskové geologii poskytují publikace vycházející ze studia archivů a z terénních výzkumů ve čtyřicátých letech minulého století (Čech, Kořan et Koutek 1952, Kořan 1988). Moderní průzkumné práce v tomto území chybí. Prognózním oceněním stříbrných ložisek Blanické brázdy se zabýval Nouza (1987).

Pro 13. a 14. století je předpokládána jen malá těžba na těchto ložiskách. Nejvýznamnějším stříbronosným revírem, z hlediska množství vytěženého stříbra, byly v té době doly v okolí Ratibořských Hor a Stará Vožice. Hlavní rozmach těžby je předpokládán ve druhé polovině 16. století a na počátku 17. století (Čech, Kořan et Koutek 1952). Těženy byly leštěncové rudy s obsahem stříbra 1–4 kg/t. Ojedinele byly těženy rudy s ryzím Ag s obsahy i nad 10 kg/t (tyto obsahy Ag z archivních pramenů však nereprezentují kovnatosti rud v rostlém stavu). Celková produkce stříbra v letech 1596–1631 byla 16.5 tun kovu. Pro období 1632–1719 je udáváno 1.7 t kovu a celková produkce do roku 1867 dosáhla výše 89 tun kovu. Žíly dosahovaly délky 100–1000 m, jejich mocnosti byly v decimetrech.

Nejvýznamnějším stříbrným ložiskem rožmberského panství byl Rudolfovský revír. Těžba je doložena již koncem 13. stol. Obohacené rudy v hloubkovém intervalu 60–150 m byly nalezeny až v pohusitské době. Tyto obohacené zóny dnes nevycházejí na povrch. Ve druhé polovině 16. století dosáhla těžba úklonných hloubek 200–300 m, u Vesce a Rudolfova

dokonce 290–370 m. Podle J. Kořana (Kořan 1988) dosáhla produkce stříbra z veseckých dolů 35 t kovu v letech 1547–1618 a z libníčských dolů v letech 1571–1598 jedenáct tun kovu. Při pokusech o obnovu těžeb v období 1624–1850 byly z různých dolů získány asi 2 tuny kovu (stříbrné rudy z Nalžovských hor byly v 16. století hutněny na panství Rožmberků spolu s rudami z Rudolfova; produkce z Nalžovských hor dosáhla asi 20 t kovu).

Krumlovské doly byly nalezeny v polovině 15. století, významnější těžba je doložena z první poloviny 16. století, poté upadala (Kořan 1988). Těžba dosáhla hloubek okolo 200 m. Těženy byly kyzy, zčásti měděné, dále leštěnce s obsahy Ag mezi 1–2 kg/t. Rudy byly ale většinou chudší a obsahovaly As. Produkce kovů podle Pošepného in Kořan (1988), byla v letech 1430–1620 asi 6 t stříbra, 100 kg zlata a něco mědi. Podrobnější informace o historii a produkci dalších, nejspíše málo významných lokalit, jakými jsou Táborské hory či Stříbrná Skalice, chybí.

R. Nouza (1987) rozdělil výskyty a ložiska v okolí Blanické brázdy podle vztahu polymetalické mineralizace k vúdčím zlomu Blanického prolomu. Morfologické typy zrudnění rozdělil na *kontrastní zpeřené* (Ratibořské Hory – Stará Vožice), *kontrastní ve výplni velkých dislokací* (Rudolfov), *vtroušené ve výplni vúdčích dislokací* (ve všech revírech) a *metasomatické v mramorech* (Malovice, Pacova Hora u Chýnova). Do podélných řezů žilami a jejich systémy promítl historické mapy a údaje o těžbě (tab. 4.).

Tab. 4. Přehled rozsahu vytěžení žil podle hloubkových intervalů v revírech Ratibořské Hory – Stará Vožice a Rudolfov (Nouza 1987).

Tab. 4. The exploitation of the veins divided by depth intervals in Ratibořské Hory – Stará Vožice and Rudolfov (Nouza 1987).

Rudní revír	Délka žil (km)	Lineární koeficient vytěžení v hloubkovém intervalu					
		-25	-50	-100	-150	-200	> 200
Ratibořské Hory, Vožice	10	0.46	0.30	0.19	0.08	0.06	0.06
Rudolfov	13	0.43	0.29	0.06	0.05	0.04	0.06

Diskuze modelové produkce

Produkční křivka byla modelována jako sumární pro celou oblast s hutní produkcí 10–40 t stříbra pro období předhusitské. Dalších 100–150 tun kovu bylo získáno do třicetileté války a 40–60 tun kovu do roku 1870. Kontrolní ložiskové vstupy byly použity zčásti podle analogie s ostatními revíry. Celková hutní produkce byla nejpravděpodobněji v rozmezí 170–300 t stříbra. Největší nejistotou je odhad pro předhusitské období.

STŘÍBRNÁ Z JÁCHYMOVSKÉHO RUDNÍHO REVÍRU

Do 12. století se v Krušných horách stříbro pravděpodobně netěžilo. Freiberg v Sasku byl objeven roku 1168. Ve 13. století se těžba v Saské části Krušných hor postupně rozrůstala, po půli 14. století již upadala. Oživení nastalo po roce 1450, po nálezů Annabergu a dalších ložisek. Prospektorská horečka se postupně přenesla i na českou stranu hor. Město Jáchymov

bylo založeno roku 1516. V Krušných horách se v té době hledalo a těžilo nejen stříbro, ale i cín a měď.

V prvním desetiletí po nálezů ložiska v Jáchymově byly těženy připovrchové zóny druhotně obohacených rud (stříbrné černě), o jejichž množství a kovnatostech neexistují podrobnější zprávy. Literární údaje o produkci stříbra z Jáchymova jsou značně rozdílné a odrážejí pravděpodobně již primární nesourodost a nespolehlivost písemných pramenů. Celkové odhady produkce stříbra v Jáchymově v 16.–17. století se pohybují od 200 tun (Majer 1968) po více jak 800 tun (Králík et al. 1985). Šternberk (citace in Kořan 1988) uvádí pro léta 1529–1535 produkci 65 tun, 1516–1545 produkci 190 tun a pro 1546–1575 281 tun. Nebo-li pro období, v němž dolování bylo již pod Ferdinandovou královskou kontrolou (od roku 1521) přibližně 400 tun kovu. Produkce stříbra v dalších obdobích je nepravidelně dokumentována a byla již nízká. Z rud v Jáchymově byla získávána i měď, kobalt (smalty již v 16. století), vizmut, arzenové sloučeniny a v 19. století i smolinec na barvení skla.

Stříbro se těžilo i na dalších lokalitách východních Krušných hor. Nedaleké Abertamy těžily již před rokem 1529. Velikost produkce je nejistá, do roku 1589 byla nejméně 27 tun kovu (Kořan 1988). Blízké okolí Jáchymova poskytlo do roku 1589 asi 5 t kovu. Ostatní lokality východních Krušných hor vyprodukovaly v 16. století nejméně 10–20 tun stříbra a více než 10 kt mědi (Kořan 1988). Po třicetileté válce bylo dolování nepatrné, produkce celé oblasti v letech 1631–55 byla 0.9 tuny stříbra. Mírný růst těžby nastal od počátku 18. století. Na všech lokalitách středních a východních Krušných hor v letech 1621–1850 činila produkce (Kořan 1988) asi 50–200 tun stříbra, nejisté množství mědi, arzenových produktů a kobaltových smaltů. Pro úplnost dodávám, že v 16. století se vytěžilo z historických pramenů neodhadnutelné množství stříbra a dalších kovů v okolí Mariánských Lázní a v Slavkovském lese.

Po ukončení těžby uranu bylo ložisko Jáchymov počátkem šedesátých let krátce předmětem intenzivního průzkumu na Ni-Cu-Co rudy. Souhrnné ložiskové výsledky této revize nebyly publikovány. Bouldan, Chrt et al. 1966 publikovali podélné řezy stříbronosnými žilami jáchymovského ložiska. Z těchto řezů lze odvodit následující parametry pro model: délka podélného řezu 1200 m, hloubka 600 m, plošná rudonosnost sulfidických rud 40–60 %. Celkově vytěženo 30 % plochy žíly, z toho do hloubky 300 m asi 50–60 %. H. Lienert (Lienert et al. 1996) uvádí průměrné mocnosti žil většinou v prvních decimetrech. Průměrné kovnatosti stříbra v těžných (primárních) rudách byly převážně v intervalu 300–900 g/t, podle Králíka (Králík et al. 1985) byly okolo 400900 g/t Ag. Obsahy stříbra se do hloubky údajně snižovaly.

Diskuze modelové produkce

Produkční křivka v historické části modelu byla sestrojena podle údajů in Kořan (1988) pro Jáchymov a nejbližší okolí. Pro období do roku 1620 byla uvažována celková historická produkce kovu ve výši 500–600 tun, do roku 1850 dalších 150–200 tun. Přepočteme-li tato množství kovu na rubaninu pomocí výše uvedených průměrných kovnatostí, dostáváme řádovou hodnotu 2 miliony tun. Stejná hodnota vychází z ložiskových vstupů jako minimální. Se stejnou pravděpodobností z ložiskových vstupů vychází i hodnota dvojnásobná, tj. 4 miliony tun rubaniny. Z této rubaniny mohlo být získáno, při zvážení vlivu přepočtů historických prubírských analýz, více než 1000 tun stříbra. V tomto ložiskovém výpočtu není zahrnuta produkce prvního desetiletí po nalezení ložiska, tedy produkce z obohacených rud. Pro hodnoty modelové křivky do ilustračního grafu byla použita sumární produkce 800 tun kovu, a to i s ohledem na neznámou, celkově však významnou produkci stříbra z obohacených „poddrtových“ stříbrných černí.

Při hledání velikosti jáchymovské produkce nacházíme mnohé nesrovnalosti. Jednou z nich je spotřeba olova. Jen z Oloví jej bylo v letech 1523–1620 údajně (Kořan 1988) dodáno 20–25 tisíc tun. V tomto období byla hutní produkce stříbra asi 500 tun (Šternberk in Kořan 1988). Další olovo bylo v té době do Jáchymova dodáváno ze Stříbra a snad i z Harzu. Pokusíme-li se z těchto, a z výše uvedených kovnatostí rud vypočítat kovnatost hutní vsázky, dostáváme nereálné výsledky. Buď byl koeficient nabohacení při úpravě rudy velmi vysoký, nebo byly ztráty olova při hutnění nepřírozně nízké¹.

Další nesrovnalost plyne z numizmatických výzkumů. Stříbro pravděpodobně bylo zpočátku mincováno a pravděpodobně vyváženo do Saska mimo kontrolu českého stavovského účetnictví. V počátcích těžby, v době v níž se těžily nejbohatší části druhotně obohacených rud, Šlikové neměli naprosto zájem na kontrole svého hospodaření ze strany krále či stavů. Pozoruhodný je v této souvislosti i počet typů mincí a mincovních značek na rodových šlikovských tolarech (ražených převážně bez tehdy již obvyklých letopočtů) a o něco později i vládních jáchymovských ražeb ražených do převzetí správy jáchymovského dolování a mincování Ferdinandem I. (srovnej: Halačka 1992, Marco 1983). Je pravděpodobné, že v Jáchymově v té době pracovaly dvě mincovny razící Šlikovské tolary. Stavům mohly být předkládány účty a odváděna urbura jen z jedné z nich. Snad se i pašovalo neražené stříbro do Saska. Realitu šlikovského hospodaření se již asi nedovíme. Na příklad samotná existence mincovny v Horním Slavkově, která pracovala v režii Šliků a jejich příbuzných, a do nástupu Ferdinanda I. mincovala tamní

1 Při hutnění stříbra v šachtové peci bylo nové čisté olovo roztaveno v předpeci a přijímalo od nečistého, redukci vzniklého (nístějového) olova vytékajícího z pece stříbro. Toto stříbrem obohacené olovo (rudní) bylo poté oxidačně taveno ve sháněcí peci. Vzniklý PbO (klejt) byl při dalším cyklu tavení součástí nové vsázky do redukční tavby v šachtové peci. Při takovémto cyklu docházelo ke ztrátám olova, hlavně rozpouštěním do strusky a úlety do ovzduší. Pokud by na příklad ztráty olova činily při jednom cyklu 25 %, po 4 tavbách by veškeré primárně vsazené olovo bylo ztraceno.

Bohaté stříbrné rudy (Agricolovy „ryzí stříbrné rudy šedé, červené či jiných barev“) byly ručně vybírány a po vypražení v železných kelímcích přímo rozpouštěny v roztaveném olovu, nebyly tedy hutněny v šachtových pecích a ztráty olova v tavicím cyklu byly relativně nízké. Bohužel pro další alespoň semikvantitativní hodnocení průměrnosti spotřeby olova chybí podrobnější údaje o výnosech a kovnatosti suroviny při ruční přebírce a další úpravě meziproductů.

stříbro, je předmětem sporů historiků (Nemeškal 2000). Nepořádky v pozdějším vedení účetních knih byly jedním z důvodů zadlužení a úpadku jáchymovských dolů v druhé půli 16. století. Nemeškalem (Nemeškal 2000) uváděné počty vyražených tolarů v letech 1625–1627 svou sumární vahou až o 50 % přesahují váhu vytěženého kovu udávaného pro tytéž roky Majerem (Majer 1968). Celý rozdíl nemusel vzniknout jen přeražbou pagamentu.

Celková produkce stříbra z jáchymovské oblasti mohla být podstatně vyšší, než vychází z historických odhadů. Důlní produkce v rozsahu 1000–1500 tun stříbra lépe odpovídá známé ložiskové situaci Jáchymova a blízkého okolí. Z analýzy ložiskové části modelu plyne, že množství stříbra obsaženého ve vytěžené rudě bylo nejpravděpodobněji v intervalu 750–1500 tun kovu.

ZÁVĚR

Výsledky modelových výpočtů stříbra obsaženého ve vytěžené rudě jsou pro předhusitské období nižší na Českomoravské vrchovině a v Kutné Hoře oproti Kořanovým odhadům vycházejícím hlavně z údajů o pronájmu urbury za Jana Lucemburského. Výsledek je podstatně nižší pro toto období i ve srovnání se souhrnným odhadem Bílkovým z Kutnohorského revíru. Pozdější období produkce

stříbra jsou již lépe dokumentována listinnými prameny a oba přístupy, historický a ložiskový, lze téměř vždy uvést do semikvantitativního souladu. Výjimkou je Jáchymovský revír s okolím, v němž ve shodě s Králíkovým odhadem vychází z ložiskových vstupů vyšší množství vytěženého kovu oproti čistě historickému Majerovu a Kořanovu přístupu (tab. 5, obr. 1.).

Tab. 5. Přehled důlní a hutní produkce stříbra po studovaných revírech (údaje v tunách kovu).

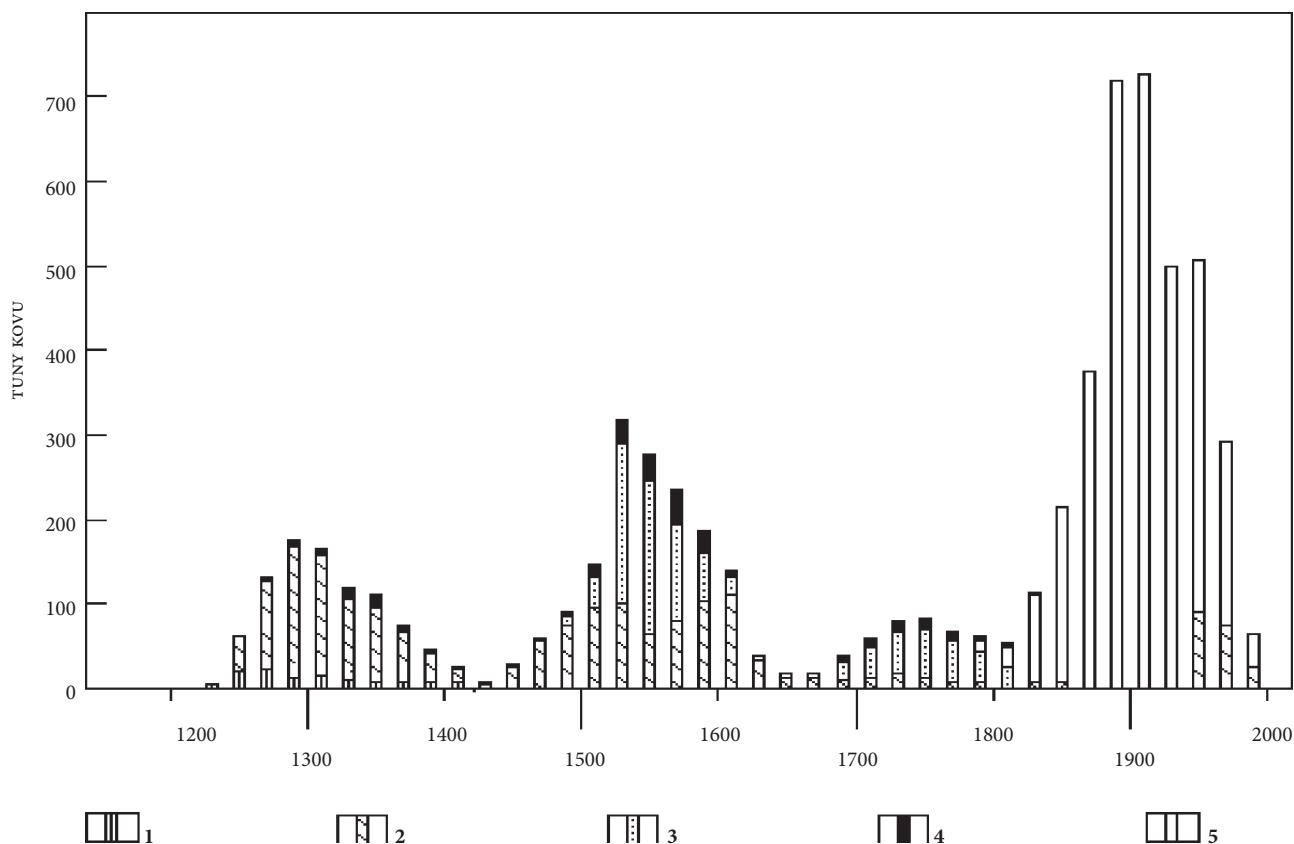
Tab. 5. The summary of the mine and silver mil production in districts studied (in metric tons).

Revír	Do roku 1420	1421–1620	1621–1860
Českomoravská vrchovina	30–70*	< 10*	?
Kutnohorský	500–1000*	400–500	15–30
Blanická brázda	10–40*	100–150	40–60
Jáchymovský	–	–	750–1500*
Příbramský	?	11	3800**

Poznámky: Hutní produkce je proti důlní produkci nižší o ztráty při úpravě a hutnění rudy

* Důlní produkce

** Souhrnná důlní produkce 1621–1960



Obr.1. Množství stříbra (dvacetileté sumy tun kovu) obsažené v rudě vytěžené v hlavních stříbronosných revírech Čech a Západní Moravy od 13. do 20. století. Další stříbro bylo získáváno při těžbě zlatých rud. Rudní revíry: 1 – Českomoravská vrchovina, 2 – Kutná Hora, 3 – ložiska v okolí Blanické brázdy, 4 – Jáchymovský s okolím, 5 – Příbramský. Ilustrační diagram je sestavený ze semikvantitativních dat.

Fig.1. The quantity of the silver (in sums of twenty years production) obtained in mined out ore in main ore districts of the Bohemia and West Moravia from 13th to 20th centuries. Next amount of the silver yielded the gold ore mining. Ore districts: 1 – Českomoravská vrchovina (highland), 2 – Kutná Hora, 3 – vicinity of the Blanice furrow, 4 – Jáchymov and its vicinity 5 – Příbram. Diagram was done from semiquantitative data as illustration only.

LITERATURA

- BARTÁŠEK M. et MARTÍNEK M. (1973): Přehled některých ložisek jihovýchodní části Českého masívu. – In: Hornická Příbram ve vědě a technice, G, 49–65. Příbram.
- BAMBAS J. (1990): Březohorský rudní revír. – Hornická Příbram ve vědě a technice. Zvláštní tisk. Příbram.
- BARTOŠ M. (2004): Středověké dobývání v Kutné Hoře – In: Těžba a zpracování drahých kovů: Sídlní a archeologické aspekty. *Mediaevalia archaeologica*, 6: 160–168, Praha – Brno – Plzeň.
- BERNARD J. H., POUBA Z. et al. (1986): Rudní ložiska a metalogeneze československé části Českého masívu. ČSAV Praha.
- BÍLEK J. (1985): Historický přehled dolování v Kutnohorském revíru. – In: ORASKÝ F. et al.: Tisíc let kutnohorského dolování a mincování. Rudné Doly Příbram, závod Kutná Hora, 21–52.
- BÍLEK J. (2000a): Kutnohorské dolování 1: Grejfské žilné pásmo. Kuttna, Kutná Hora.
- BÍLEK J. (2000b): Kutnohorské dolování 2: Roveňské žilné pásmo. Kuttna, Kutná Hora.
- BÍLEK J. (2000c): Kutnohorské dolování 4: Hloušecké a Šipecké žilné pásmo. Kuttna, Kutná Hora.
- BÍLEK J. (2000d): Kutnohorské dolování 5: Staročeské žilné pásmo. Kuttna, Kutná Hora.
- BÍLEK J. (2000e): Kutnohorské dolování 7: Oselské žilné pásmo. Kuttna, Kutná Hora.
- BÍLEK J. (2000f): Kutnohorské dolování 8: Skalecké žilné pásmo. Kuttna, Kutná Hora.
- BOULDAN H., CHRT J. et al. (1966): Die postmagmatische mineralisation des Westteils der Boehmischen Masse. Postmagmatická mineralizace v západní části Českého masívu. – Sborník geologických věd, LG, 8: 113–192.
- ČECH V., KOŘAN J. et KOUTEK J. (1952): Rudní ložiska okolí Ratibořských Hor a Staré Vožice u Tábora. – *Geotechnica*, 13.
- DUBEC J. (1985): Ekonomické zhodnocení rudního potenciálu Příbramska. – Ms. [Kandidátská disertační práce, Vysoká škola báňská, Ostrava].
- DOBEŠ P. et MALÝ K. (2001): Mineralogie polymetalických rudních výskytů ve střední části havlíčkobrodského revíru. – In: Vlastiv. sbor. Vysočiny, sect. natur., XV: 51–85.
- ERCKER L. (1574): Beschreibung aller firmemisten mineralischen Ertz und Berckwercksarten. Prag. – Český překlad: VÍTOUŠ P. (1974): Kniha o prubířství, Praha.
- GRYM V., PLUSKAL O., PROCHÁZKA Z., RENÉ M. (1980): Příklady aplikace matematiky v ložiskové geologii. Skripta, PF KU Praha.
- HABR M. et VEPŘEK V. (1974): Systémová analýza a syntéza. Nakladatelství ekonomické literatury, Praha.
- HALAČKA I. (1992): Vládní mincovnictví na našem území 1526–1740, díl I. Česká numismatická společnost, Brno.
- HOLUB M. (1981): Relationship between the orientation of ore shoots and the surrounding geological structure. Vztahy mezi orientací rudních sloupů a geologickou stavbou okolí. – In: Sborník geologických věd, Ložisková geologie a mineralogie, 22: 201–219.
- HOLUB M. (1987): Modelování vztahu zásoby – kovnatost rud na ložisku Dlouhá Ves. – *Geoindustria Praha*. Ms. [Depon. in: archiv autora].
- HOLUB M. (1993): Modelování vztahu kovnatost – zásoby na některých žilách kutnohorského revíru. – In: MIKUŠ M. et al. (1995): Rebilance zásob kutnohorského ložiska. – Ms. [Depon. in: Geofond Praha].
- HOLUB M. (2002): Pokus o odhad množství síry a arzenu obsaženého v rudách drahých a barevných kovů vytěžených v Čechách a na Moravě do poloviny 18. století. – *Uhlí, rudy, geologický průzkum*, 5: 24–26.
- HOLUB M. (2005): Nakolik mohly chudé, stříbro obsahující rudy zajímat prospektory v polovině 13. století? – *Archeologické rozhledy*, LVII: 573–580.
- HOLUB M. (2007a): Poznámky k existenci větráním obohacených zón stříbrnosných rud v Brodském a Jihlavském rudním revíru. – In: *Stříbrná Jihlava, 2007: Studie k dějinám hornictví a důlních prací*, 206–215, Jihlava – Brno.
- HOLUB M. (2007b): K možnostem vzniku a zachování bohatých sekundárních rud stříbra v Kutnohorském revíru. – In: *Antiqua Cuthna*, 2: 122–148. České muzeum stříbra, Kutná Hora.
- HOLUB M. (2009a): Kutnohorský ložiskový appendix. – In: *Příspěvky k dějinám dolování stříbra. Kutnohorsko – vlastivědný sborník 11/09: 1–21*, Kuttna, Kutná Hora.
- HOLUB M. (2009b): „Zapomenutý“ sloup stříbrné rudy na rudonosné struktuře Láskovské žíly. – In: *Příspěvky k dějinám dolování stříbra. Kutnohorsko – vlastivědný sborník 11/09: 22–29*, Kuttna, Kutná Hora.
- HOLUB M. (2009c): Odhad množství stříbra obsaženého v rudě vytěžené ze Staročeského pásma. – In: *Příspěvky k dějinám dolování stříbra. Kutnohorsko – vlastivědný sborník 11/09: 30–56*, Kuttna, Kutná Hora.
- HOLUB M. (2010): Odhad množství stříbra obsaženého v rudě vytěžené z hlavních rudních pásem Kutnohorského revíru. – In: *Příspěvky k dějinám dolování stříbra. Kutnohorsko – vlastivědný sborník, 14/10: 1–26*, Kuttna, Kutná Hora.
- HOLUB M. (2014): Sloup stříbrné rudy „zapomenutý“ v 16. století na Láskovské žíle Kutnohorského ložiska. – *Acta Rer. Natural.*, 16: 155–163.
- HOLUB M. et al. (1974): Kutnohorský revír. Mineralogická, geochemická a ložisková studie. – Ms. [Depon. in: *Geoindustria Praha*].
- HOLUB M. et al. (1982): Polymetalická mineralizace kutnohorského revíru. – In: Sborník geologických věd, Ložisková geologie a mineralogie, 23: 69–123.
- HRABÁK J. (1912): Hornictví a hutnictví v království českém. Knihupectví Řivnáč, Praha.
- HRUBÝ P., HEJHAL P. et MALÝ K. (2012): Dva zaniklé důlní a zpracovatelské provozy na Českomoravské vrchovině. – *Acta Rer. Natural.*, 12: 145–180.
- HRUBÝ P., HEJHAL P. et MALÝ K. (2014): K metalurgii při středověké produkci stříbra na Českomoravské vrchovině. – *Archeologia technica*, 23: 21–25.

- JAROŠ Z. (1993): Jihlavské dolování I. – Kulturní spolek města Jihlavy. Jihlava.
- JURÁK L. (1975): Zpráva o revizi a úlomkovém mapování jihlavského rudního revíru. – Ms. [Depon. in: Archiv Geindustria (Geomin) Jihlava].
- KOLEKTIV (1963): Příruční slovník naučný. – Československá akademie věd, Praha.
- KOLEKTIV (2003): Dějiny rudního a uranového hornictví v Čechách a na Moravě. ANAGRAM, Ostrava.
- KOŘAN J. (1950): Dějiny dolování v rudním okrsku kutnohorském. – Geotechnica, Praha.
- KOŘAN J. (1988): Sláva a pád starého českého rudného hornictví. – Hornická Příbram ve vědě a technice. Zvláštní tisk. Příbram.
- KOUTEK J. (1952): O rudních žilách a starém dolování u Jihlavy. – Sborník Ústředního ústavu geologického, 19: 77–22.
- KOUTEK J. (1966): Geologie kutnohorského rudního obvodu. – Sborník oblastního muzea Kutná Hora, B, 8–9.
- KRÁLÍK M. et al. (1985): Zhodnocení prognózních zdrojů stříbra v Českém Masivu. – Ms. [Depon. in: Geindustria Praha].
- LEMINGER E. (1912): Královská mincovna v Kutné Hoře. – 180 str., druhé vydání M. Bartoš 2003, Kutná Hora.
- LIENERT H. et al. (1996): Rebilance zásob II – Jáchymov. – Ms. [Depon. in: Geofond Praha].
- MAJER J. (1968): Těžba stříbrných rud v Jáchymově v 16. století. – Sborník Národního technického muzea, 5: 111–279.
- MAJER J. (2004): Rudné hornictví v Čechách, na Moravě a ve Slezku. – Libri, Praha.
- MARCO I. (1983): Mincovní a mincmistrovské značky na mincích Habsburské monarchie 1519–1918. – Česká numismatická společnost, Praha.
- MIKUŠ M. et al. (1993): Rebilance zásob kutnohorského ložiska. – Ms. [Depon. in: Geofond Praha].
- NEMEŠKAL L. (2000): K otázce existence a činnosti mincovny v Horním Slavkově. – Numismatické listy, LV: 9–13.
- NĚMEC D. (1964): Geologische und paragenetische Verhältnisse der Erzgänge des Jihlava – Jezdovice Reviers. – Tschermarks mineralogische und petrografische Mitteilung, 9: 1–2.
- NĚMEC D. (1965): Geologické a paragenetické poměry ložiska formace Pb – Zn – Ag u Bartoušova na Havlíčkově rodu. – Sborník geologických věd, LG, 6: 47–79.
- NOUZA R. (1987): Prognózní ocenění polymetalické mineralizace Blanické brázdy. – In: Nové trendy a poznatky v československé ložiskové geologii, 139–141. Přírodovědecká fakulta Karlovy univerzity, Praha.
- POKORNÝ J. (1963): Závěrečná zpráva vyhledávacího průzkumu v Havlíčkově rodu Cu, Zn, Pb a Ag rud. – Ms. [Depon. in: Geofond Praha].
- SCHARMOVÁ M. (1996): Nové mineralogické poznatky z havlíčkově rodu. – Hornická Příbram ve vědě a technice, sekce D, 18: 1–8.
- ŠPAČEK J. et al. (1963): Závěrečná zpráva a výpočet zásob Cu, Zn, Pb, Ag, Cd a In rud – Dlouhá Ves u Havlíčkova Brodu. – Ms. [Depon. in: Geofond Praha].
- STRÁNSKÁ J. (2009): Dějiny České Bělé, Obecní úřad, Česká Bělá.
- URBÁNEK J. et al. (1998): Rebilance ložisek ČR II – rudy. – Ms. [Depon. in: Geofond Praha].
- VESELÝ JAR. (1963): Závěrečná zpráva o vyhledávacím průzkumu ložisek barevných kovů – Jihlavsko. – Ms. [Depon. in: Geofond Praha].
- VESELÝ JOS. (2000): The history of metal pollution recorded in the sediments of Bohemian Forest lakes: Since the Bronze Age to the present. – Silva Gabreta, 4: 147–165.
- VOSÁHLA J. (1988): Jihlavský rudní revír. – Ms. [Dipl. pr., depon. in: Karlova Univerzita Praha].