

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

**Fakulta životního prostředí
Katedra pedologie a ochrany půd**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Historie těžby a zpracování stříbra na území
České republiky**

Vedoucí práce: doc. RNDr. Aleš Vaněk, Ph.D.

Autor práce: Hana Freibergová

Obor studia: Územní technická a správní služba v životním prostředí

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hana Freibergová

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Historie těžby a zpracování stříbra na území České republiky

Název anglicky

The history of silver mining and processing in the Czech Republic

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je pomocí dostupné literatury vytvořit ucelený přehled o historické těžbě a zpracování stříbra (Ag) a Ag-rud na území ČR a zhodnotit vliv těchto aktivit na životní prostředí. Hlavní pozornost bude věnována ložiskům, resp. lokalitám evropského významu (Kutná Hora, Jáchymov, Příbram, apod.). Součástí práce bude rovněž základní informace o mineralogii a petrologii Ag, historických metodách těžby, metalurgického zpracování a kontaminaci lokálních půd/sedimentů.

Metodika

Metodika práce má ryze rešeršní charakter. Studentka kombinací dostupné literatury vytvoří ucelený přehled o historii těžby a zpracování Ag na území ČR a posoudí jejich vliv na životní prostředí. V práci bude využita česká a zahraniční odborná literatura.

Doporučený rozsah práce

40-50 stran

Klíčová slova

stříbro; ruda; těžba; metalurgie; životní prostředí

Doporučené zdroje informací

- Albarède, F., Blichert-Toft, J., Rivoal, M., and Telouk, P., 2016, A glimpse into the Roman finances of the Second Punic War through silver isotopes: *Geochemical Perspectives Letters*, p. 127–137, <http://www.geochemicalperspectivesletters.org/article1613>.
- Boyle, R.W., 1968, *The geochemistry of the silver and its deposits: With Notes on Geochemical Prospecting for the Element*: Ottawa, Geological Survey of Canada, 264 p.
- Danielisová, A., 2017, *Oddělení archeologie krajiny a archeobiologie: Archeologický ústav AV ČR*
- Desaulty, A.-M., Telouk, P., Albalat, E., and Albarède, F., 2011, Isotopic Ag–Cu–Pb record of silver circulation through 16th–18th century Spain: *Pnas*, v. 108, p. 1–6.
- Pauliš, P., and Kopecký, S., 2012, *Minerály stříbra a jejich lokality v České republice: Martin Bartoš – KUTTNA*, 272 p.
-

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. RNDr. Aleš Vaněk, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pedologie a ochrany půd

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2022

prof. Dr. Ing. Luboš Borůvka

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 08. 08. 2022

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Historie těžby a zpracování stříbra na území České republiky vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 1. března 2023

Hana Freibergová

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému školiteli panu docentu RNDr. Alešovi Vaňkovi, Ph.D. za jeho trpělivost při vytváření této práce, za jeho cenné rady a poskytnutí potřebné literatury. Dále bych chtěla poděkovat svým kolegům a především rodině za nesmírnou trpělivost a podporu po celou dobu mého studia, zejména mému muži a dětem.

Historie těžby a zpracování stříbra na území České republiky

Abstrakt

Práce je zaměřena na vytvoření uceleného přehledu o historické těžbě a zpracování stříbra (Ag) a stříbrných rud na území ČR. Práce shrnuje základní důlní a hutnické postupy a mineralogické a petrologické charakteristiky stříbra.

Úvodní část je věnována charakterizaci geomateriálů a artefaktů s vysokým obsahem Ag a dále popisu těžebních metod, možnosti zpracování a obecné výjimečnosti tohoto vzácného stopového kovu, který doprovází lidstvo po tisíce let.

Druhá část práce je zaměřena na konkrétní vymezení lokalit světového významu, kterými jsou především Kutná Hora, Jáchymov a Příbram.

V závěru práce je hodnocen dopad těžby a zpracování Ag na lokální životní prostředí a s tím spojená potenciální rizika.

Klíčová slova: kov, metalurgie, důl, těžební průmysl, životní prostředí

The history of silver mining and processing in the Czech Republic

Abstrakt

The Bachelor thesis is focused on creating a comprehensive overview of the historical mining and processing of silver (Ag) and silver ores in the Czech Republic. The thesis summarizes the basic mining and metallurgical processes and the mineralogical and petrological characteristics of silver.

The introductory part of the thesis is devoted to the characterization of geomaterials and artefacts with a high Ag content, as well as a description of mining methods, processing options and the general exceptionality of this rare trace metal, which has accompanied humanity for thousands of years.

The second part of the thesis is focused on the specific definition of localities of world importance, which are mainly Kutná Hora, Jáchymov and Příbram.

At the end of the thesis, the impact of Ag mining and processing on the local environment and the associated potential risks are evaluated.

Key words: metal, metallurgy, mine, mining industry, environment

Obsah

1. ÚVOD	1
2. CÍLE	2
3. VLASTNOSTI STŘÍBRA A VÝSKYT	3
3.1. Vlastnosti.....	3
3.2. Výskyt.....	4
4. HISTORIE TĚŽBY STŘÍBRA.....	7
5. HISTORICKY VÝZNAMNÁ LOŽISKA V ČESKÉ REPUBLICE A VE SVĚTĚ	9
5.1. Česká republika.....	9
5.1.1. Kutná Hora	12
5.1.2. Český Krumlov	14
5.1.3. Příbram	15
5.1.4. Jihlava	17
5.1.5. Stříbro	18
5.1.6. Jáchymov	19
5.2. Těžba stříbra ve světě	21
6. TECHNOLOGIE TĚŽBY A ZPRACOVÁNÍ STŘÍBRA.....	28
6.1. Historický přehled dobývání stříbra.....	28
6.2. Dobývání stříbra v současnosti.....	30
6.3. Historický přehled zpracování.....	31
6.3.1. Komplexní sulfidické rudy	31
6.3.2. Galenitové rudy	34
6.3.3. Ušlechtilé rudy stříbra.....	34
6.4. Zpracování stříbra v současnosti	35
6.5. Získávání stříbra z recyklačních odpadů.....	37
7. VYUŽITÍ STŘÍBRA	39
7.1. Platidlo	39
7.2. Šperky	41
7.3. Lékařství.....	42
7.4. Průmysl	43
8. ENVIRONMENTÁLNÍ ASPEKTY	45
8.1. Hydrologický dopad / Znečištění vod a ovzduší	46
8.2. Půdní eroze a kontaminace	46
8.3. Fauna a flóra	47
8.4. Rekultivace.....	47
8.5. Legislativa	48
9. VÝSLEDNÉ ZHODNOCENÍ.....	50

10. DISKUZE	52
11. ZÁVĚR	55
12. ZDROJE A POUŽITÁ LITERATURA.....	56

1. ÚVOD

Stříbro je důležitý ekonomicky významný prvek, jehož ložiska, vývoj, mineralogie a způsob vazby představují cenné informace. Předkládaná práce má rešeršní charakter, jejímž cílem je shrnout aktuální dostupné informace z české a zahraniční literatury a jiných historických zdrojů, získaných návštěvou uvedených lokalit. Tato práce má za úkol přiblížit dějiny hornictví a zpracování stříbra a stříbronosných rud na našem území. Část práce je věnována i seznámení s vývojem těžby stříbra ve světě a popisu největších nalezišť tohoto kovu v současnosti. Hlavní pozornost je pak věnována historickým lokalitám evropského významu v České republice, jako je Kutná Hora, Příbram, Jáchymov a Stříbro, kde se dolovaly sulfidické rudy již v 7. století. V chronologickém sledu jsou popsány jednotlivé historické etapy vývoje těžby a zpracování Ag. Ekonomický význam českého stříbra měla těžba ve 14. století, avšak k prudkému rozvoji metalurgie došlo zejména v 19. a 20. století, až k současnému elektrolytickému oddělování jednotlivých složek rud. Historicky dochované odborné hutnické texty popisují staré postupy, které dnes činní problémy s jejich rekonstrukcí, což je způsobeno hlavně dobovou terminologií.

V dalších kapitolách je práce věnována základním informacím týkajícím se mineralogie a petrologie stříbra. Práce rovněž stručně popisuje chemické a fyzikální vlastnosti Ag, jeho kladné, ale i záporné vlastnosti a jeho rozsáhlé využití, které do budoucna bude ze stříbra dělat stále vzácnější kov.

Nezanedbatelným a v současné době velmi aktuálním tématem je vliv těžby na životní prostředí. Závěr práce proto řeší dopady těžby stříbra na jednotlivé složky prostředí, a možnou rekultivaci krajiny a jejího okolí v místech kde k těžbě docházelo.

Motivací k volbě zvoleného tématu bylo podrobnější seznámení se s danou problematikou, a to nejen z pohledu těžby a zpracování, ale i z pohledu vyčerpatelnosti zdrojů a z ní vyplývajícího dopadu na vzácnost tohoto kovu a růstu jeho ceny, které mohou vést i k zajímavým investičním rozhodnutím.

2. CÍLE

Cílem této práce je pomocí dostupných literárních zdrojů věnujících se těžbě a zpracování stříbra na území České republiky analyzovat vývoj klíčových technologií a postupů a porovnat tuto problematiku s jinými zeměmi světa. Práce se rovněž zaměřuje na hodnocení vlivu těžby stříbra na životní prostředí a popisuje vybrané možnosti řešení.

3. VLASTNOSTI STŘÍBRA A VÝSKYT

3.1. Vlastnosti

Stříbro jako chemický prvek známe pod latinským názvem *Argentum*, který v překladu znamená bílý. V periodické tabulce prvků mu náleží zkratka Ag patří do I.B skupiny, a ve valenční vrstvě má proto jeden elektron. Stříbro je obecně chemicky málo reaktivní. Při kontaktu s ozonem, sirovodíkem nebo sírou začne jeho povrch černat. Velmi dobře rozpustné je v koncentrované i zředěné kyselině dusičné, pro její silné oxidační vlastnosti.

Reakčnosti stříbra na kyselinu dusičnou se využívá při testování šperků na drahé kovy (Pohořelský, 2022).

Stříbro je ušlechtilý bílý kov, měkký, tažný a velmi dobře tvárný. Tvrdost stříbra jako ryzího prvku (minerálu) se podle Mohsovy stupnice tvrdosti pohybuje okolo 2,5 – 3, což je podobná hodnota, jako má např. halit (sůl kamenná). Hustota Ag je 10,49 g/cm³ (Národní pokladnice, 2016).

Z fyzikálních vlastností Ag stojí za zmínku jeho vysoká elektrická i tepelná vodivost, poměrně nízký bod tání a vysoká světelná odrazivost. Jedná se o diamagnetický kov.

Chemické vlastnosti stříbra jsou patrné z následující Tab.1:

Atomové číslo	47	Počet stabilních izotopů	2
Atomová hmotnost	107,8682	Elektronová konfigurace	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ¹
Teplota tání [°C]	961,78	Teplota varu [°C]	2162
Elektronegativita	1,93	Hustota [g.cm⁻³]	10,49

Tab.1: Chemické vlastnosti stříbra (Husted, 2011)

3.2. Výskyt

Ve svrchní litosféře je průměrné zastoupení Ag cca 0,1 ppm. V mořské vodě je pak jeho koncentrace přibližně 3 ppb. Téměř vždy je Ag příměsí v ryzím přírodním zlatě. Ve vesmíru připadá na jeden atom stříbra přibližně jeden bilion atomů vodíku (Boyl, 1968).

Stříbro se v přírodě málokdy vyskytuje v čisté ryzí formě. Občas se vyskytuje v podobě zrn, drátků, plíšků, v mechovitých, kostrovitých, dendrických a kusových agregátech (Periodická tabulka, 2017).



Obr.1: Masivní kus ryzího stříbra nalezený v Maroku v dole Imiter (670 g) (Nerosty, 2023)

Nejčastěji se však Ag nachází v přírodě ve formě minerálů. Stříbro se obvykle vyskytuje v minerálech sulfidů a halidů. Celkem je dnes známo přibližně 150 nerostů s obsahem stříbra.

Mezi minerály, ve kterých se často Ag vyskytuje, řadíme např. argenit (Ag_2S), argentit (*akantit*) (Ag_2S), pyrargyrit ($\text{Ag}_3[\text{SbS}_3]$), freibergit ($\text{Ag}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$), andorit ($\text{PbAgSb}_3\text{S}_6$), proustit ($\text{Ag}_3[\text{AsS}_3]$), matildit (AgBiS_2), stromeyerit (CuAgS), sylvanit ($\text{Ag}_2\text{Au}_2\text{Te}_8$), stephanit (Ag_5SbS_4), pearcit ($\text{Ag}_{16}\text{As}_2\text{S}_{11}$), petzit (Ag_3AuTe_2) (Husted, 2011).



Obr.2: Argentit (Špalek, 2023)



Obr.3: Freibergit (Špalek, 2023)

Nejvyšší obsah Ag (98,87 % Ag) po ryzím stříbru má nerost allargentum $Ag_{1-x}Sb_x$.



Obr.4: Allargentum (Špalek, 2023)

Mezi halidy, ve kterých se obvykle Ag vyskytuje, patří bromargyrit (AgBr), chlorargyrit (AgCl), embolit ($\text{Ag}(\text{Cl},\text{Br})$) a iodyrit (AgI) (Husted, 2011).



Obr.5: Chlorargyrit (Černý, 2023)

Mezi olověné rudy s výskytem stříbra patří galenit a produkty jeho zvětrávání, např. anglesit, cerusit a plumbojarosit (Husted, 2011).



Obr.6: Galenit (Špalek, 2023)

4. HISTORIE TĚŽBY STŘÍBRA

Stříbro bylo objeveno až po zlatu a mědi, které se také nacházejí v přírodě v ryzí podobě. Od prvního objevu v době kolem roku 4000 před Kristem je Ag považováno za jeden z nejcennějších strategických a mocenských kovů. Zmínky o jeho nálezů můžeme najít v mnoha antických rukopisech. Nejstarší stříbrné artefakty byly nalezeny na území tehdy slavného Babylonu, před více jak 6000 lety v Mezopotámii, kde se využívalo zejména jako platidlo a mělo vysokou směnnou hodnotu. Naproti tomu ve starověkém Egyptě z důvodu jeho nevelkého (řidkého) výskytu nebylo Ag natolik používáno. Předměty ze stříbra, které byly nalezeny archeology v Egyptě, patřily do doby 3400 let p. n. l.. Na nejstarších pyramidách se dochovaly malby, které ztvárňují člověka, jak pracuje s kovem. Výjimkou je období Staré říše, kdy stříbro dosáhlo vyšší hodnoty než zlato (Pauliš, et al., 2008).

V Čechách bylo Ag těženo již od 7. století. První dochované zmínky o těžbě stříbra v českých zemích pocházejí z 12. století z okolí Freibergu. Stříbrský rudný revír je zřejmě nejstarší historicky doloženou těžební oblastí v českých zemích. Vznik dolů patrně spadá do počátku vzniku města, o kterém máme první písemné zmínky z roku 1131 a poté z roku 1186. Ke skutečnému rozvoji těžby Ag v Čechách došlo ve 13. a 14. století.

V počátcích dolování stříbra byla největší oblastí Jihlava a okolí Havlíčkova Brodu. V roce 1249 získala Jihlava první horní právo na světě, poté co byla králem Václavem I. povýšena na město. Výtěžnost dolu v Jihlavě byla až 500 tun.

Dobývání Ag hrálo v minulosti v naší zemi důležitou úlohu. Jeho těžba byla u nás velmi intenzivní. Bývaly doby, kdy Čechy patřily k nejbohatším zemím v Evropě. Další velmi významnou lokalitou bylo ložisko stříbra v Kutné Hoře, kde se nacházel nejslavnější a nejhlubší důl na světě. Kutnohorský důl Osel dosáhl první na světě hloubky pěti set metrů. Kutná Hora proslula ražbou pražských grošů. Kutnohorské žíly nabízely výtěžnost až 2500 tun a to z hloubky 500 metrů. Následovala oblast Jáchymova, jehož hlavní období těžby bylo v období 15. století a zejména v 16. století. V Jáchymově byly bohaté rudné žíly a stříbro se těžilo těsně pod povrchem. Vyskytovaly se zde dráty Ag až 30 cm dlouhé (Vaněk & Velebil, 2007). V místní mincovně se razil jáchymovský tolar (Joachimsthaler), od jehož názvu byl později odvozen název pro dolar. Odhadovaná výtěžnost Krušnohorské oblasti, do

které spadá mimo Jáchymova ještě například Boží Dar, byla až 500 tun. Další významnou oblastí těžby Ag byla lokalita v okolí Příbrami. Nejstarší dobývání stříbra na příbramských dolech je přisuzováno starým Keltům. První dochovaná zpráva o hornické činnosti na Příbramsku je z roku 1311. V Příbrami bylo v roce 1875 poprvé na světě dosaženo na dole Vojtech kolmé hloubky dolu tisíc metrů. Výtěžnost tohoto revíru byla odhadnuta na 3400 tun Ag, což tvořilo 52 % z celkové těžby Ag v českých zemích. Podle odhadu byla celková produkce v českých zemích minimálně 6600 tun (Pauliš, et al., 2008).

5. HISTORICKY VÝZNAMNÁ LOŽISKA V ČESKÉ REPUBLICE A VE SVĚTĚ

5.1. Česká republika

Mezi hlavní česká ložiska či naleziště stříbrných rud lze zařadit Českomoravskou vrchovinu – Jihlavsko nebo Kutnohorsko, dále jižní Čechy – především Český Krumlov, Krušnohorskou oblast – Jáchymov, okolí Stříbra a v neposlední řadě Příbramsko (Uhlíková, 1982).

V 90. letech 20. století došlo k rozsáhlému útlumu hornictví, které bylo způsobeno politickou situací v zemi a změnou vlastnictví v sektoru hornictví. Došlo k masovému uzavírání dolů a ke změně vnímání hornictví, a to hlavně z pohledu dopadů na životní prostředí. Tento útlum nebyl problémem pouze České republiky, ale zasáhl téměř celou Evropu. Dnes se na našem území těží několik významných komodit, především černé a hnědé uhlí, kaolín a jíly.

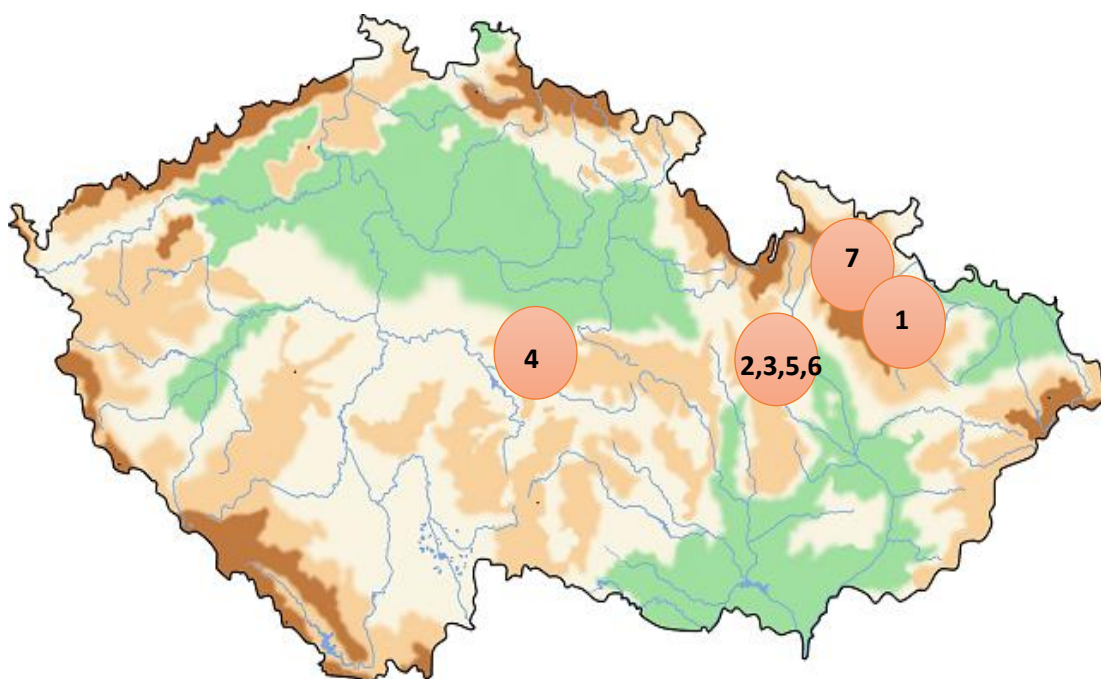
V České republice je v současné době evidováno 7 ložisek stříbra s nebilančními zásobami a 17 vytěžených ložisek (Starý, et al., 2008). V roce 2015 nebyly na území ČR evidovány žádné organizace těžící rudy obsahující stříbro.

Rok	2003	2004	2005	2006	2007	2015
Počet evidovaných ložisek	9	8	8	8	7	7
Zásoby Ag celkem (t)	533	533	533	533	532	532

Tab.2: Statistické údaje o evidovaných ložiscích stříbra v ČR (Starý, et al., 2008)

Evidovaná ložiska

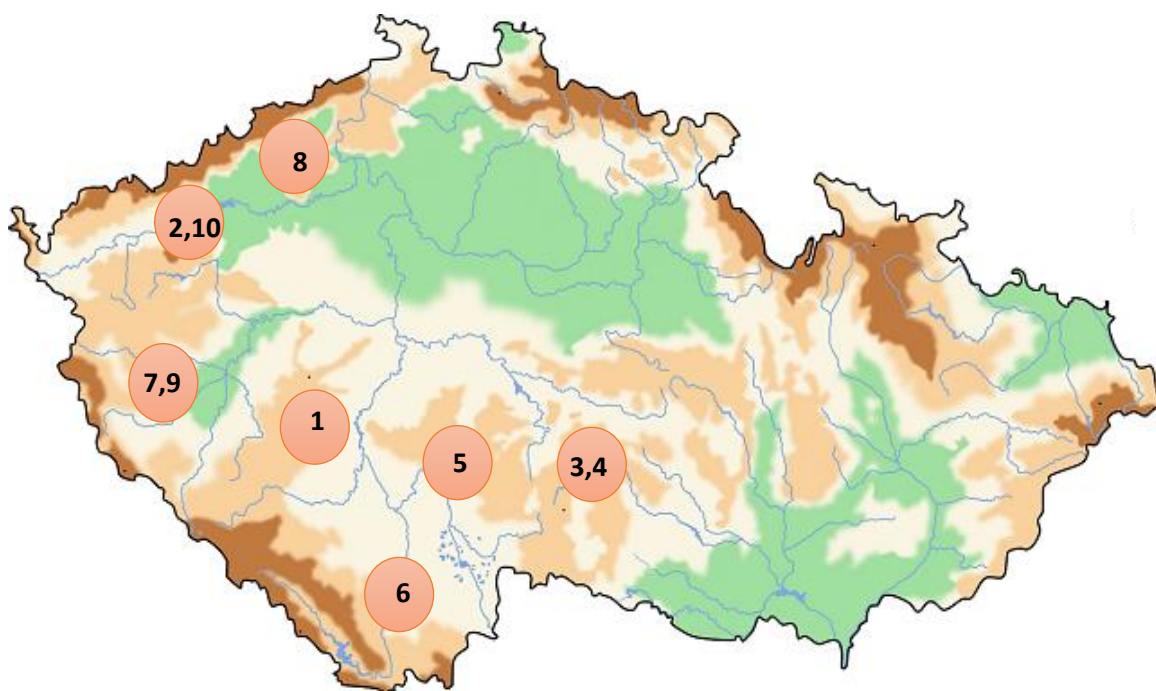
1. Horní Benešov
2. Horní Město
3. Horní Město – Šibenice
4. Kutná Hora
5. Oskava
6. Ruda u Rýmařova
7. Zlaté Hory



Obr.7: Evidovaná ložiska v ČR tvorba vlastní z podkladu (Bodenlosová, 2018)

Vytěžená ložiska

1. Příbramsko
2. Jáchymovsko
3. Havlíčkobrodsko
4. Jihlavsko
5. Ratibořické hory + Stará Vožice
6. Rudolfov
7. Stříbro
8. Hrob + Mikulov
9. Nalžovské hory
10. Vejprty + Hora sv. Kateřiny



Obr.8: Vytěžená ložiska v ČR tvorba vlastní z podkladu (Bodenlosová, 2018)

5.1.1. Kutná Hora



Vznik Kutné Hory se datuje již od dob Přemyslovců. Jméno budoucího města je spojováno s místem, kde se „kuta“ čili se hornickým způsobem dobývá ruda ze skály (Bisingerová, 2001). Stříbronosné žíly byly ve středověku základní oporou ekonomiky Českého království. Zdejší produkce představovala ve 13. a 14. století až 90 % těžby Ag na území českých zemí, a patřila tak k největším v Evropě. O počátku dolování nejsou dochovány žádné archivní materiály. Nejpravděpodobnějšími místy byly žilní výchozy na Kuklíku, Sukově, Kaňku, v údolí Vrchlice a Bylanky. Prvními průkopníky hornictví byli samostatní havíři, kteří neměli dostatek finančních prostředků k zakládání větších důlních děl.

K rozvoji těžby došlo až v druhé polovině 13. století. V okolí dolů začaly vznikat hornické osady s hutěmi, kaplemi, obchody a řemeslnickými dílnami. V té době patřila Kutná Hora mezi jedno z největších hornických středisek Evropy, kde se uplatňovala vyspělá technika a dobrá organizace práce. Nejbohatší doly byly na území dnešního města a zdejší těžba představovala asi třetinu evropské produkce stříbra.

Nejstarší doly byly otevřeny v blízkosti kostela Všech svatých, kde se křížilo pásmo oselské a grejfské s nejmocnějšími a nejbohatšími žílami. V důsledku velmi intenzivní těžby se dostaly kutnohorské doly do větších hloubek, což si vynutilo vývoj důlní těžní a čerpací techniky na vysoké úrovni.

Kutnohorský rudní revír se rozprostírá na ploše téměř 36 km² a vyskytuje se v něm celkem 10 až 14 žilných pásem. Zásadní význam pro těžbu Ag rud mělo ale jen 7 rudních pásem, a to v severní části revíru pásma rejzské, turkaňské, staročeské a kuklické, ve střední a jižní části pak pásma grejfské, oselské a roveňské.

Roku 1300 vydal král Václav II. nový horní zákon, protože původní horní zákon se ukázal jako nedostatečný. V té době proběhla také měnová reforma, kdy byly nahrazeny nehodnotné denáry groši, jejichž obsah stříbra byl pevně stanoven na 4 g. Daňová reforma přispěla ke vzniku nové zdejší mincovny ve Vlašském dvoře. Mincovna, která zde byla založena, byla v provozu po dobu více než 400 let

a nahradila staré mincovny, které se nacházely v různých městech království. Groš se po zavedení stal nejpevnější a všeobecně přijímanou měnou v Evropě. S novým horním zákonem získal král právo volně disponovat některými nerostnými surovinami bez ohledu na to, kdo byl vlastníkem pozemku, na kterém se suroviny nacházely. V souvislosti s tímto novým zákonem povoloval za poplatek půjčky důlních měr, zakládání dolů a měl možnost vést kontrolu těžby (Konvička, 2014).

Ve 14. století se na každém žilním pásmu nacházely desítky dolů s hloubkou okolo 450 m. Roční produkce v této době dosahovala 5 až 7 tun Ag (Kořán, 1955). V důsledku husitských válek docházelo k těžebnímu úpadku. V druhé polovině 15. století se obnovila těžba v jižní části oselského pásma a v kazovém pásmu Kaňku. V první polovině 16. století se těžba zaměřila především na hlavní žílu staročeského pásma na Kaňku. Těžilo se zde v 15 velkých dolech s 1000 havíři. Natěžené rudy obsahovaly v průměru pouze 200 až 300 g/t Ag, přesto bylo ročně získáváno 1 až 4 tuny Ag a 35 až 60 tun mědi.

Kutná Hora čelila konkurenci dalších báňských měst, a to především Jáchymova a později i Příbrami. Ke konci 15. století lze však sledovat stagnaci, která postupně přerostla ke krizi kutnohorského dolování. Krizi způsobovaly především spodní vody zaplavující doly, ale i klesající cena stříbra.

Na přelomu 16. a 17. století došlo k vyčerpání ložisek a celý revír tím postihl útlum těžby. Na sklonku 18. století v Kutné Hoře kutalo jen dvacet horníků. Poslední etapa dolování byla zahájena v roce 1939 v severní části v prostoru Kaňku. V poválečných letech těžba pokračovala. V Turkaňském dole byly těženy především zinkové a olovnaté rudy s malým množstvím stříbra. Tento důl byl v roce 1992 trvale uzavřen a dnes se v jeho objektu čistí důlní vody. Výtěžnost Ag je odhadována na 2 500 tun (Konvička, 2014).

Dnes je bývalé báňské město Kutná Hora zapsáno na Seznamu světového kulturního a přírodního dědictví UNESCO (Město Kutná Hora, 2023).

Kutnohorské důlní mapy náležejí nejen k nejstarším dochovaným mapám, ale i k nejdokonalejším památkám kutnohorského hornictví a představují nejdokonalejší soubor báňských map ze 16. století ve střední Evropě.



Obr.9: Důl Osel v Kutné Hoře (Svoboda.info, 2019)

5.1.2. Český Krumlov



Český Krumlov byl vyhlášený především dolováním zlata, avšak i na jeho území se nacházely stříbrnosné žíly, i když ve skromném množství. Počátky dolování se datují do druhé poloviny 15. století. K největšímu rozmachu dochází v období vlády Rožmberků počátkem 16. století. Tehdy zde byla také zřízena tavírna,

která zpracovávala i rudy dovážené z Ratibořských Hor. V době nejvyššího rozmachu byla výtěžnost přes 100 kg zlata a 6000 kg stříbra (Pauliš, et al., 2008). Jedním z prvních středisek stříbrorudného dolování bylo kutiště za Horní branou v Českém Krumlově. Řada dalších dolů byla otevřena ve svazích levého břehu Vltavy jižně od města, dále pak u Domoradic, u Přísečné, Svěrázu a pravděpodobně i na Kaplicku u Rozpoutí. Koncem 16. století začala těžba upadat a pozdější pokusy o obnovení nebyly úspěšné.

Roku 1719 se stali majiteli zdejších dolů Schwarzenbergové, kteří do historie dolů mnoho nezasáhli. V druhé polovině 18. století se obnovilo dolování na několika štolách např. štole Sv. Mikuláše, Sv. Jana Nepomuckého, ale vždy s neúspěchem. Poslední kutání bylo ve štole Sv. Jana Nepomuckého pod Křížovou horou. S koncem těchto prací roku 1849 končí i historie dolování stříbra a zlata v Českém Krumlově a jeho okolí (Konvička, 2014).

5.1.3. Příbram



První dochovaná archivní zpráva o hornických aktivitách pochází z roku 1311, ale má se za to, že počátky těžby v malém rozsahu pocházejí již z 10. století. Souvislé zprávy o založení řady malých dolů na Březových Horách, v Bohutíně a v širším okolí města jsou datovány k první polovině 16. století. Vlastníkem těchto dolů byli drobní těžaři. V druhé polovině 16. století doly zanikají a těžba upadá. Zlepšení nastalo v 18. století, kdy těžbu přebírá stát. Rozhodujícím byl příchod nového horního Jana Antonína Alise v roce 1772, který dříve působil v dolech v Kutné Hoře. Na jeho příkaz se začíná těžit z hlubších vrstev, zasadil se také o změnu řady technických a organizačních postupů. Jsou zakládány nové doly, v roce 1779 důl Vojtěch, v roce 1789 důl Anna a v roce 1799 důl Jarošovka. V Příbrami bylo v roce 1849 založeno horní učiliště, a protože se škola úspěšně rozvíjela, roku 1865 se proměnila v báňskou akademii. Nejvyššího statutu dosáhla v roce 1904, kdy byla založena Vysoká škola báňská (Vaněčková, 2007).

Během dalších let byly založeny doly: Ševcín (r. 1813), Marie (r. 1822), Štěpán (r. 1827), Prokop (r. 1832), Řimbaba a František (r. 1843), Lill (r. 1857) a Rudolf (r. 1878). V roce 1875 se na dole Vojtěch v Příbrami stala historická událost, když se jako první na světě podařilo dosáhnout svislé hloubky dolu až 1000 m.

Březohorské ložisko bylo otevřeno na třech úsecích – centrálním březohorském, strachovsko-černojském na severu a v drkolnovském na jihu. Po 70 let trvající ražbě byly úseky v úrovni 2. patra propojeny odvodňovací Dědičnou štolou probíhající

v hloubce až 100 m pod povrchem od Litávky, až k dolu Štěpánka na vzdálenost 8,9 km.

Roku 1892 vypukl v dole Marie na Březových horách požár, jenž se stal ve své době největší důlní katastrofou v dějinách lidstva (dodnes je považována za největší důlní katastrofu ve střední Evropě). Při požáru zahynulo 319 horníků.

Od konce 19. století nastává krize jak v těžbě, tak i v odbytu Ag a olova. Těžba byla ztrátová, náklady vzrůstaly se zvyšující se hloubkou dolů (v roce 1965 byla v dole Vojtěch dosažena hloubka 1597,6 m). V roce 1978 došlo po téměř 280 letech kontinuální těžby k uzavření všech dolů příbramského rudního revíru (Bambas, 2014).

Příbramský rudní revír se rozkládal na ploše o rozloze asi 60 km². Celková výtěžnost byla 3439 t Ag, což bylo 52 % Ag vytěženého v českých zemích. Po uzavření dolů se podařilo zachovat zdejší techniku unikátních staveb a zároveň historické podzemí a zařízení, a vzniklo tak unikátní hornické muzeum, které mohou návštěvníci navštěvovat již od roku 1978 (Kuchyňová, 2013).



Obr.10: Důl Marie po požáru v roce 1892 (Ježek, 2018)

5.1.4. Jihlava



Podle archeologických i písemných pramenů došlo k objevu stříbrných rud v okolí Jihlavy ve třicátých letech 13. století. Zdejší rudní revír byl velmi rozsáhlý, na severu dosahoval až k Polné, na jihu k Třešti, na západě k Vyskytné a na východě k Lukám nad Jihlavou. Archeologické

průzkumy odhalily nejenom pozůstatky dolů, ale také hornické osady a areály, kde se roztloukala ruda a kde stály tavicí pece (Kudyznudy, 2022).

Počátkem 14. století naráželo jihlavské hornictví na značné potíže s důlní vodou, která zatápěla důlní díla. Celkem bylo známo přes 20 rudonosných žil, jejichž mocnost byla velmi proměnlivá, a to od několika cm až do 2 m. Stříbro se vyskytovalo společně s olovem a zinkem. Největším žilným pásem bylo Starohorské pásmo, které dosahovalo délky kolem 2,5 km. Doly v této části byly dost hluboké a bylo potřeba je odvodňovat. Po Starohorském pásmu bylo nejbohatší pásmo Rančířovských žil, které se vyskytovalo jižně od Jihlavy. Na Rančířovských žilách se dolovalo hlavně v 16. a 17. století. Nejdlejší dědičná štola sv. Jiří byla vyražena na Jihlavsku u Malého Beranova v 18. století. Jejím úkolem bylo odvodnění starých dolů z konce 16. století. Celková délka štoly byla 864 m.

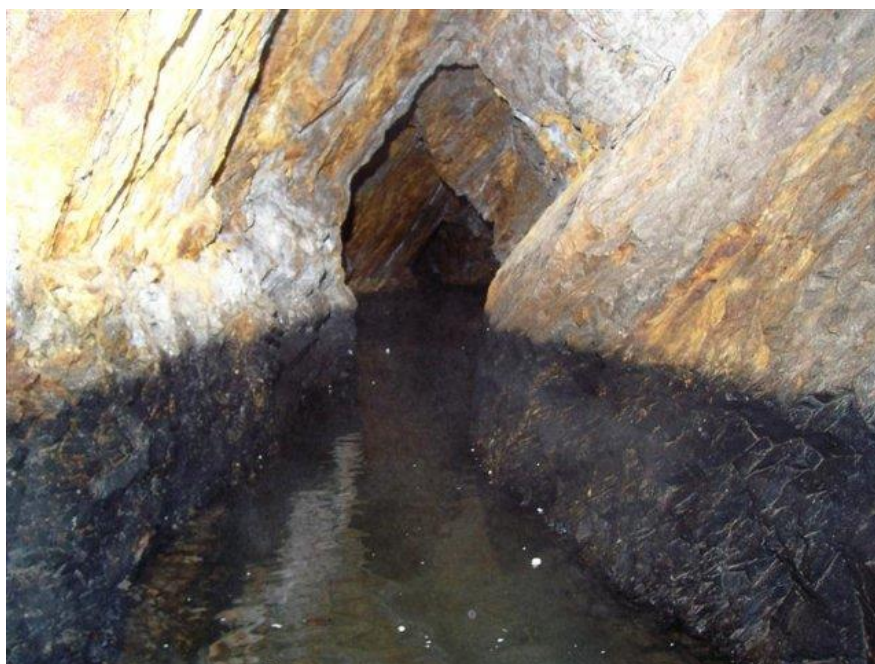
Teprve v 16. až 18. století pokročily hornické práce do větších hloubek, v průměru kolem 60 až 80 metrů. Nejhlouběji dosáhla Kunstšachta u Rančířova, do hloubky 113 metrů.

Další žilná pásma v okolí Jihlavy nikdy nedosáhla většího hospodářského významu. Podle dochovaných zápisů byly Rančířovské žíly nejbohatší na stříbro, kterého obsahovaly 2,5 až 8 kg na tunu rudy.

Dolování na Jihlavsku bylo postupně ukončováno ke konci 18. století a ani novému geologickému průzkumu, prováděnému v 50. a 60. letech 20. století, se nepodařilo objevit nové rudní zásoby, které by umožnily obnovení hornických prací (Konvička, 2014).

Pozůstatky po středověkém dolování stříbrné rudy v lokalitách Rounek a Rudný byly prohlášeny za kulturní památku. Vrch Rudný je bývalé kutiště dlouhé 400 metrů,

dodnes tam existuje vodní náhon. Rounek je středověké kutiště se čtyřmi desítkami dochovaných jam (Z Jihlavy, 2007).



Obr.11: Štola sv. Jiří u Malého Beranova (Prokop, 2007)

5.1.5. Stříbro



O hornictví v okolí Stříbra existuje jen málo historických pramenů. Stříbrský rudní revír je v českých zemích zřejmě nejstarší historicky doložená těžební oblast. Nejstarší dokumentované zprávy jsou z roku 1183 a 1186. Dolování zdejších rud začalo tedy již od 12. století. Zpočátku bylo předmětem těžby Ag,

které bylo využíváno zejména k výrobě mincí. Po vytěžení těchto zásob se většina autorů zmiňuje již pouze o dolech na galenit, obsahující mnoho olova. Během dolování zde bylo pojmenováno několik hlavních šachet. Mezi nejvýznamnější patří šachty Prokop, Leo, Josef a Barbora. Oblast je rozdělena do 4 revírů (Pauliš &

Kopecký, 2012). Šachty dosahovaly hloubky až 350 metrů. V roce 1517 nastal rozkvět místní těžby zejména tedy olova. Olovo bylo posíláno do Českého Krumlova jako přísada k hutnění Ag. Celkem bylo odvezeno 19 100 kg. V roce 1520 bylo odvezeno skoro 17 000 kg olova do Velhartic. Do Kutné Hory bylo dodáno za rok 152 417 400 kg olova.

Dnes je již známo, že stříbrské doly byly poměrně na stříbro chudé. Výjimkou je výskyt u Kšic asi 5 km na sever od Stříbra, kde v roce 1866 ve starém dole činil obsah stříbra ve vytěžené rudě 6 lotů, což odpovídá 1872 g Ag v tuně galenitu (Pauliš & Kopecký, 2012).

5.1.6. Jáchymov



Jedním z našich nejbohatších mineralogických nalezišť je krušnohorský Jáchymov. Patří mezi nejvýznamnější česká historická města. První pokusy o prozkoumání této oblasti začaly v roce 1511. Koncem roku 1512 dva horníci jménem Bach a Öser začali razit

štolu Tří králů (Nálezna) a objevili zde bohaté naleziště stříbrné rudy (Kalabis, 2019).

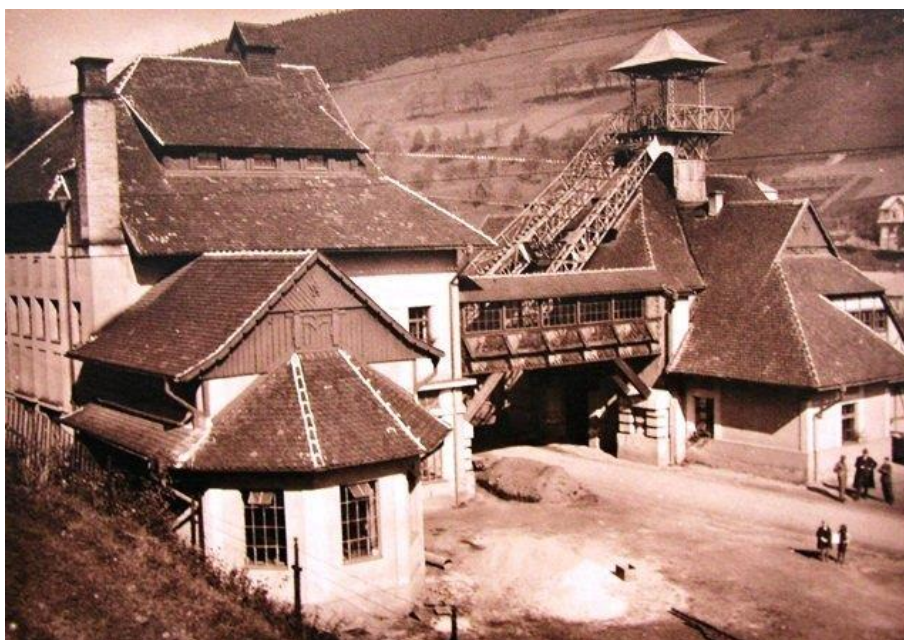
Město proslavila především těžba stříbra a následná ražba stříbrné mince tolarů. Od těchto mincí je odvozen i název měny USA - dolar. V letech 1520 až 1528 převyšovala mincovní výroba 3 milióny tolarů. Stříbrné doly přitahovaly v období takzvané Stříbrné horečky do této lokality mnoho lidí, jejichž cílem bylo rychle zbohatnout. V roce 1516 zde stálo již 400 domů. O čtyři roky později zde žilo přes 5000 obyvatel, z nichž většina pracovala v dolech. V roce 1534 to bylo již 18 200 obyvatel, bylo zde 1200 obytných domů, založeno bylo přes 900 dolů, ve kterých na 134 rudních žilách pracovalo 8000 horníků, 800 dozorců a 400 směnistrů. Až do roku 1540 byly stále objevovány nové stříbrné žíly. V roce 1527 zde začal působit jako městský lékař proslulý Jiří Bauer, známý jako Georgius Agricola, který napsal dvanáct knih o hornictví. Jeho dílo, které popisuje doly, techniky větrání, ražby a způsoby odvodňování, čerpalo ze zkušeností získaných v Jáchymově (Pauliš & Kopecký, 2012).

Stříbrná horečka sice během několika desetiletí pominula, ale hornická činnost pokračovala i nadále – vedle Ag se těžilo i olovo, arsen, kobalt, nikl, cín a také smolinec, který se používal k barvení skla.

Stříbrné žíly v tomto revíru vycházely často až na povrch, kde byly nacházeny kusy ryzího stříbra o váze i 100 kg. V druhé polovině 16. století docházelo k úpadku těžby a úpadek byl umocněn i přílivem levného jihoamerického stříbra. Mezi lety 1516 až 1600 se zde vytěžilo kolem 350 tun Ag (Pauliš & Kopecký, 2012).

Ve druhé polovině 18. století začala těžba opět stoupat, a to zejména v dole Svornost, který pochází z roku 1518 a hloubka zde dosahovala 292 metrů. Výtěžnost v letech 1755 – 1810 byla 68 tun stříbra. Nejprve se zde těžilo stříbro, později smutně proslul těžbou uranu politickými vězni. Těžba stříbra byla v tomto dole definitivně ukončena v roce 1853 následně byla zahájena těžba uranu. V roce 1901 byl důl kompletně zatopen a k obnovení provozu došlo až roku 1924. Po vyčerpání vody byl na 12. patře zachycen tryskající pramen Curie a sveden do lázní. V současné době je důl využíván lázněmi jako zdroj léčebných radonových vod (Kalabis, 2019).

Celkově se odhaduje, že v Jáchymově bylo za celé období dolování získáno 500 až 600 tun Ag (Pauliš & Kopecký, 2012).

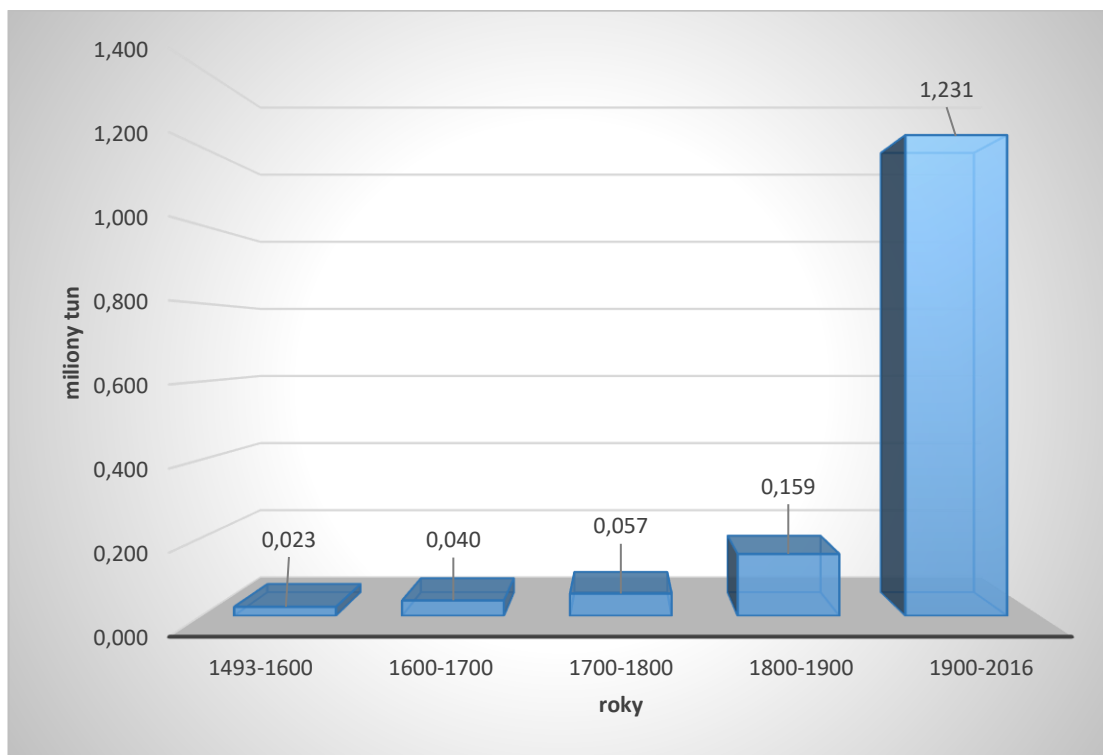


Obr.12: Důl Svornosti v Jáchymově před 100 lety (Dohaje, 2012)

5.2. Těžba stříbra ve světě

Ve starověku se stříbro těžilo hlavně v Řecku, Španělsku a o něco později v Německu. Španělské doly byly jedny z největších a nejstarších v Evropě. Těžili zde Féničané a nesmírně na tom zbohatli. V novověku nastal rozmach těžby po objevení bohatých ložisek v Americe (Svoboda, 2014).

V současné době mezi globální producenty Ag, jeho těžby, spotřeby a vývozu patří nejčastěji země z Amerického kontinentu. Naprostou světovou velmocí v odvětví stříbra je již po dlouhou dobu Mexiko, následované Čínou a Peru. Většina světové produkce stříbra byla vytěžena v letech 1900–2016 a to 81 %. Podle United States Bureau of Mines a United States Geological Survey, bylo od roku 1493 vyprodukováno cca 1,509 milionů tun stříbra (Prouza, 2017).



Obr.13: Celosvětová produkce stříbra od roku 1493 do roku 2016 (Prouza, 2017)

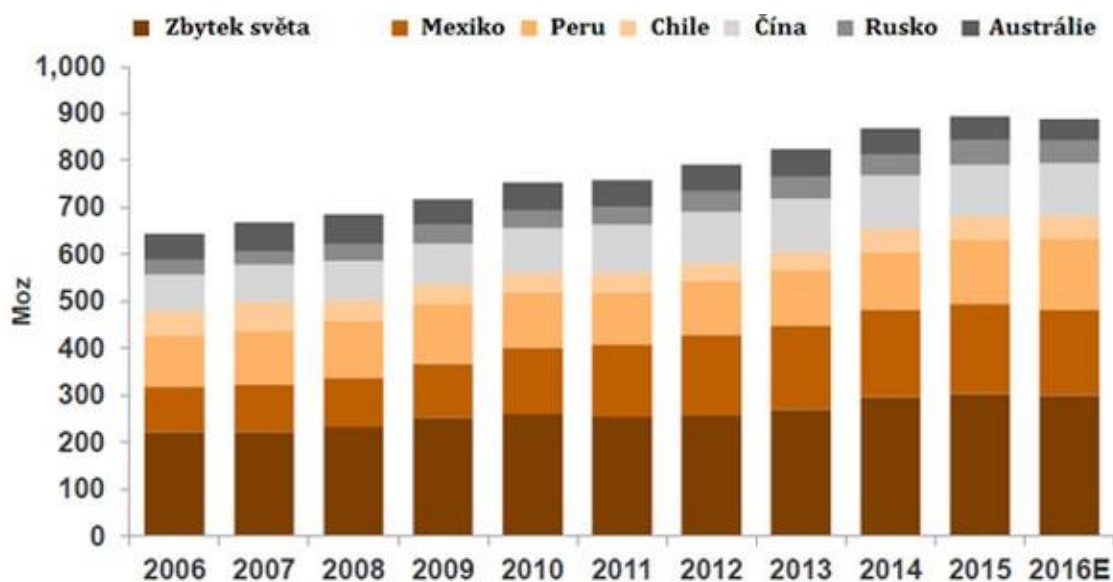
V průběhu historie těžby bylo učiněno mnoho raritních nálezů kusového Ag nebo hornin obsahující Ag. V roce 1969 se v dole Markich v Alsasku podařilo vytěžit více než půl tuny vážící kus stříbrné rudy. Avšak historicky největší kus, byl vytěžen

v americké Arizoně, vážil 1350 kg. V současné době stále existují možnosti nálezů velkých kusů stříbra nebo stříbronosných hornin. V marockém Argentu byly nalezeny stříbrné plechy o rozměrech 1,2 x 0,8 m s hmotností až 140 kg (Zlatokopové, 2014).

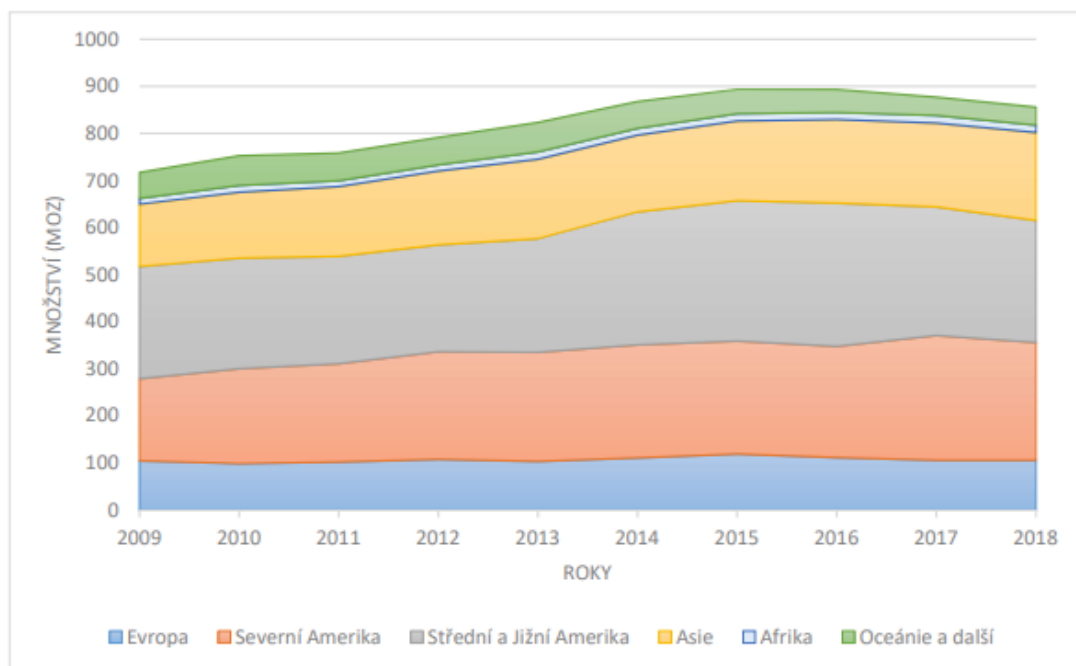
Svět spotřebovává v současnosti mnohem více stříbra, než se ho těží. Největší producenti jsou vidět v následující Tab.3:

Pořadí	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Stát	Mexiko	Peru	Čína	Austrálie	Chile	Bolívie	Rusko	Polsko	USA	Kanada

Tab.3: Pořadí nejvýznamnějších producentů stříbra v roce 2015 (Petruška, 2016)



Obr.14: Produkce stříbra v jednotlivých regionech světa (Petruška, 2016)



Obr.15: Produkce stříbra na jednotlivých kontinentech vlastní tvorba podle (Silver institute, 2019)

Největším světovým producentem Ag je Mexiko. V Mexiku se ve státě Zacatecas nalézají největší stříbrný důl na světě Fresnillo, kde probíhá těžba již od roku 1824 a který patří k nejproduktivnějším stříbrným dolům světa. Roční produkce se v roce 2015 pohybovala kolem 50 milionů uncí (Oz) stříbra a v roce 2018 necelých 62 milionů Oz. Produkci se daří stále držet v růstu, ale na úkor větší těžby. Výnosnost rud se snižuje. V roce 2005 produkoval důl průměrně 15,2 unce na tunu vytěžené rudy a v roce 2015 to bylo již pouze 6,5 Oz na tunu vytěžené rudy, což je o 57 % méně. Druhým významným dolem je Penasquito, jehož produkce je zhruba poloviční (Petruška , 2019).



Obr.16: Důl na stříbro Fresnillo v Mexiku (Prokop, 2016)

Dalším významným producentem stříbra je Peru. Tato země má také největší známé zásoby stříbra. Většina peruánského stříbra pochází z dolu Antamina, který se nachází na severu země. V tomto dole, který produkuje více stříbra než kterýkoliv jiný v zemi, je dolována především měď a stříbro je druhotný produkt těžby.



Obr.17: Důl Antamina v Peru (The Gold Report, 2017)

V Austrálii, která má v těžbě Ag bohatou historii, leží jeden z největších světových dolů Cannington v Queenslandu. Cannington je významný nejen svou produkcí, ale také svou technologií. Důl využívá pokročilé metody těžby, jako je těžba pod úrovní hladiny vody, což umožňuje snížit náklady na čerpání vody a zvýšit efektivitu těžby. Kromě stříbra se zde těží také olovo a zinek. Od roku 2010 se jedná o nejlevnější důl na stříbro a olovo na světě (Mindat, 2015).

Největším povrchovým dolem na světě je San Cristobal v Bolívii. Využívají se zde tradiční metody vrtání a odstřelu. Kromě stříbra se zde těží také olovo a zinek. Zásoby Ag se zde odhadují na 450 milionů uncí (NS Energy, 2007).



Obr.18: Důl San Cristobal v Bolívii (NS Energy, 2007)

Zajímavým státem z pohledu těžby stříbra je USA. Přestože patří stále do první desítky největších producentů, dochází zde k velkému poklesu výtěžnosti rud. Z Tab.4: je patrné o kolik více rudy je potřeba natěžit pro získání stejného množství stříbra. Náklady na těžbu tím rostou a těžba se stane nerentabilní. Podobná situace je i v dalších světových dolech jako třeba v Mexiku nebo Kanadě (Prouza, 2019).

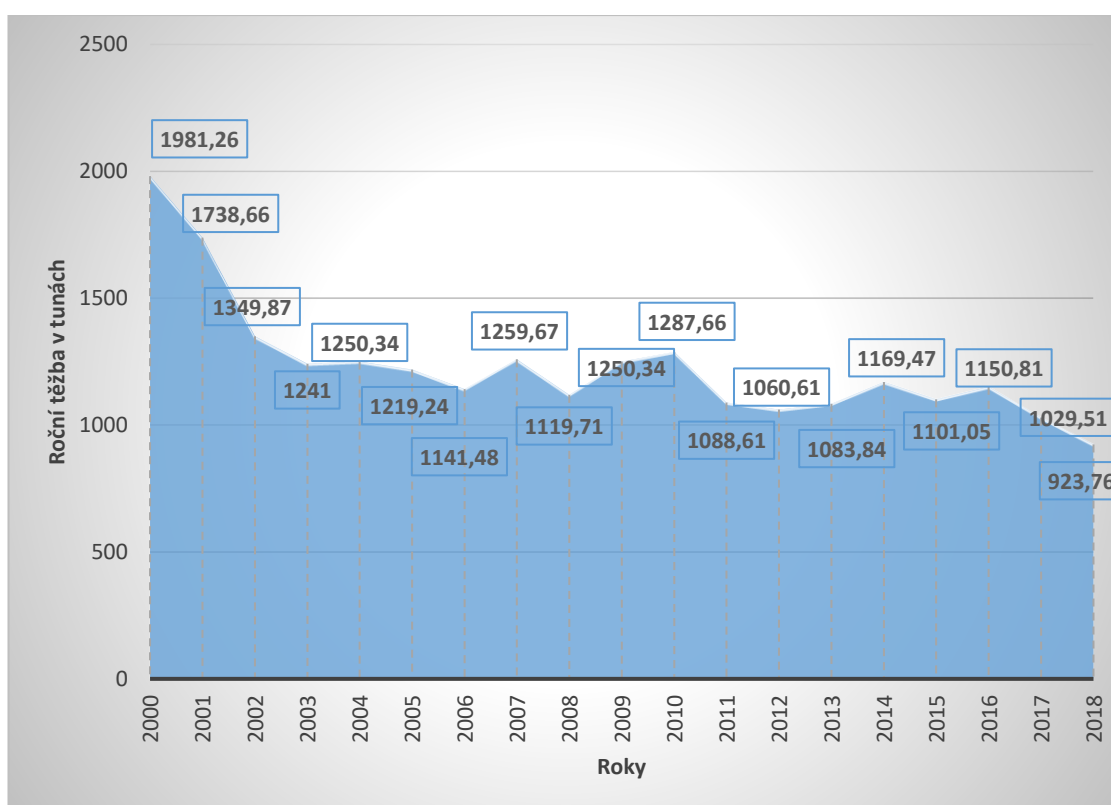
Rok	Množství vytěžené rudy v mil. tun	Produkce stříbra v mil. Oz	Produkce stříbra v tun	Stupeň stříbrné rudy Oz/tun
1935	36,10	48,90	1520,94	1,35
1970	252,50	45,00	1399,64	0,18
1993	483,70	52,70	1639,13	0,11

Tab.4: Historická těžba stříbra v USA a výtěžnost (Prouza, 2017)

Z Tab.5: je vidět pokles těžby stříbra v USA ve vybraných letech od roku 2000. Podrobnější vývoj je pak zřejmý z Obr.19:.

Rok	Produkce stříbra v mil. Oz	Produkce stříbra v tunách
2000	63,70	1981,26
2010	41,40	1287,66
2018	29,70	923,76

Tab.5: Americká produkce stříbra ve vybraných letech (Prouza, 2017)



Obr.19: Americká produkce stříbra v letech 2000–2018 (Prouza, 2019)

Z evropských zemí je největším producentem stříbra Polsko. Kromě stříbra jsou zde velké zásoby mědi. Ložiska jsou unikátní svou rozlohou a kvalitou. Polský stříbrný důl v Tarnovských Horách je veden jako jediná průmyslová památka na seznamu světového dědictví UNESCO. Světovým unikátem je především kvůli systému regulace vody, kterou není třeba čerpat na povrch. V dolech byly vybudovány vodní

kanály, které odváděly vodu z míst, kde se těžilo. Těžilo se nad úrovní hladiny řeky, voda tedy odtékala z šachet samospádem. Celkem je v dole třináct vodních chodeb o délce 150 km. Při těžbě se nepoužívali žádné chemikálie, takže voda je pitná (Daněk, 2017).



Obr.20: Důl v Tarnovských Horách v Polsku (Vystrčil, 2017)

6. TECHNOLOGIE TEŽBY A ZPRACOVÁNÍ STŘÍBRA

6.1. Historický přehled dobývání stříbra

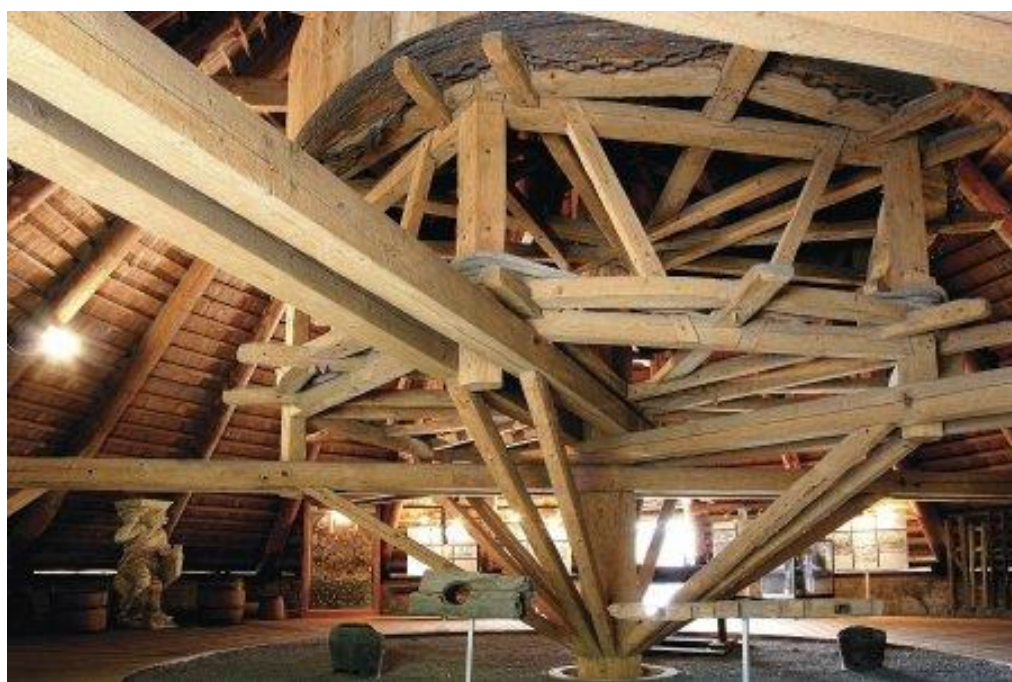
Jak bylo zmíněno v předchozích kapitolách, těžba stříbra se v historii českých zemí významně podílela na hospodářském rozvoji země. Největší rozvoj těžby probíhal ve 13. a 14. století. Technologie dolování a zpracování rud byly v té době již dokonale propracovány a v následujících obdobích se příliš nelišily. Základním územím pro těžbu Ag, bylo tzv. dolové pole. Tento prostor byl těžařům pouze propůjčen. Zakládání důlních děl povoloval panovník a měl nárok na podíl z těžby. Ten, kdo jako první narazil při průzkumu na rudní žílu, mohl dostat právo na těžbu. Aby bylo těžaři vyměřeno důlní pole, musel prokázat, že objevená žíla bude rentabilní. Po udělení práva, musel na pozemku založit nejméně tři šachty.

Základem dolu byla vždy šachta, která se hloubila svisle nebo šikmo dolů po úkonu žíly. Hloubka šachet se většinou pohybovala od 20 do 150 metrů. Při vstupu do šachty byl vyrubán prostor pro manipulaci s materiálem a jímka na vodu. Velikost šachty byla dostatečná, aby zde mohl proudit materiál vyrubaný z dolů a zároveň zde byl dostatečný prostor pro vstup do dolu. Na hlavní šachtu se v podzemí napojovaly v různých horizontech chodby a štoly, které sledovaly dobývanou žílu. Robení bylo prováděno základními havířskými nástroji, mezi které se řadí želízko (klínek) a mlátek (šlígl). Mlátkem se želízko zarazilo do horniny. Poté ze želízka havíř vytáhl odnímatelné topůrko a vzniklým klínem uvolnil horninu. Podle typu horniny se kromě základního želízka, které bylo dlouhé obvykle 7–8 cm, používaly nejrůznější typy klínů různých velikostí.



Obr.21: Želízko a špičák s násadou byly hornické pracovní nástroje ze 14. až 16. století používané v březohorském rudním revíru (Velf, 2017)

V místech, kde byla hornina velmi tvrdá a kde to místní podmínky dovozovaly, se používala metoda žárového dobývání. Do čela chodby se typicky naskládala hranice dříví, omazala se jílem a zapálila. Pomalu hořící dřevo rozpálilo horninu do hloubky, ta pak žárem popraskala a dala se snadněji dobývat. Měkčí hornina se dobývala špičákem. Jedná se o nástroj s ostrým hrotem. K odklizení vydolované rubaniny sloužila trojhranná ostrá motyka (kracka). Větší kusy rudy se pomocí palice (pucka) rozbíjeli na menší. K vodorovné přepravě vytěžené rudy se ve štolách používaly vydlabané necičky ze dřeva (troky) nebo bedny (kaštny), které se smýkaly pomocí lan, nebo přemísťovaly ručně. Pokud byla štola širší, používaly se k přemísťování rubaniny dřevěné trakaře a později pak důlní vozíky. Pro transport mezi patry nebo na povrch musela být ruda překládána do okovů, proutěných košů nebo měchů z volské kůže. Menší náklad horniny, jen do 70 kg a do menších hloubek se dopravoval pomocí ručních vrátků (hašplů). Pro větší náklad až do 1 tuny a hloubek až 200 metrů se stavěly velké dřevěné důlní stroje (žentoury, trejvy), které byly poháněné koňmi nebo vodou a byly kryty šindelovou střechou. Sloužily také pro odvádění vody ze štol (Velf, 2017).



Obr.22: Trejv (žentour), doposud funkční mohutný dřevěný těžní stroj, který je nyní součástí expozice Českého muzea stříbra v Kutné Hoře (Velf, 2017)

6.2. Dobývání stříbra v současnosti

V současné době se stříbro těží nejen v podobě rudy z podzemních nebo povrchových dolů, ale může se také získávat z recyklace použitých produktů, jako jsou například elektrosoučástky. Povrchové doly jsou nejlepší pro těžbu velkého množství stříbrné rudy s nižší kvalitou blízko povrchu, oproti tomu podzemní šachtová těžba je nejlepší pro těžbu vysoce kvalitních žil stříbrné rudy. Na světě je dnes přibližně 300 povrchových a podzemních stříbrných dolů. Tyto doly mají typicky velké chodby, které sledují žíly rudy.

Těžba Ag z podzemních dolů se provádí pomocí těžebních strojů a používají se různé technologie pro zpracování horniny. Postup těžby se může lišit v závislosti na typu horniny a geologických podmínkách. Nejdříve se na zvoleném území provede podrobný průzkum, který zahrnuje geologické, geofyzikální a geotechnické studie, na základě kterých se zvolí způsob těžby. Pak následuje ražba důlních větracích šachet a vrtných otvorů. Uvolněná hornina se pomocí odvalových strojů odváží na stanovené místo, kde se pomocí třídíčů oddělují kusy s obsahem stříbra (Conte, 2021).



Obr.23: Vrtná souprava ve stříbrném dole v Mexiku (Bnamericas, 2017)

6.3. Historický přehled zpracování

Metalurgie, jinými slovy hutnictví kovů, znali naši předci již ve starověku. V Evropě byli zdatnými metalurgy především Etruskové a po nich i Římané. K rozvoji metalurgických postupů došlo ve vrcholném středověku, v období zvaném Zlatá Horečka. V této době dochází k otvírání mnoha evropských ložisek stříbra (Bailly-Maître, 2004) .

V případě starého hutnictví polymetalických rud zaměřeného na stříbro bylo nutné rozpoznat a zvládnout způsoby hutního zpracování několika typů rud (Vaněk & Velebil, 2007):

- a) Komplexní sulfidické rudy, které se nacházejí ve složitějších geologických formacích a mohou obsahovat mnoho různých kovů, jako jsou měď, olovo, zinek a další. Stříbro je zde vázáno převážně na pyrit, sfalerit a chalkopyrit.
- b) Galenitové rudy, které jsou složeny především z olověného sulfidu, nazývaného galenit. Tyto rudy jsou obvykle méně složité než komplexní sulfidické rudy a mají čistější složení, což znamená, že obsahují převážně pouze olovo.
- c) Ušlechtilé rudy stříbra, které obsahují vysokou koncentraci drahého kovu, jako například argentit.

6.3.1. Komplexní sulfidické rudy

Proces hutnického zpracování byl extrémně náročný a složitý, zahrnoval mnoho kroků a vyžadoval vysokou úroveň přesnosti. Mezi hlavní kroky patřilo opakované tavení na kamínek, oddělování železných nečistot pomocí strusky, vypražení kamínku, zolovnění koncentrátu a následné oddělování stříbra.

Postup historického hutnictví stříbra ze sulfidické rudy lze rozdělit na čtyři základní fáze (Vaněk & Velebil, 2007):

1. třídění rudy a další úpravy na vstupní sulfidický koncentrát
2. oxidace sulfidů pražením
3. redukce na kovové stříbro (resp. jeho slitinu s dalšími kovy)
4. oddělení a přečišťování (rafinace) stříbra

6.3.1.1. Třídění rudy a další úpravy na vstupní sulfidický koncentrát

Vytříděná rudnina se mlela, drtila a prosévala na přibližně stejné zrno. Tato činnost se dělala buď ručně, nebo s pomocí vodního kola a mlecích kamenů. Roztřídění na sulfidy Ag se provádělo ručně nebo pomocí prádel. Prádla byly provozy podobné rýžovnickým pracovištím. Šlo o soustavy dřevěných nádržek, v nichž byla těžší užitková ruda gravitačně oddělována od ostatního materiálu (Hrubý, 2011).

Další metodou úpravy chudé horniny na sulfidy je vytavování kamínku. Kamínek je hutní meziprodukt, který má tmavý, matně kovový vzhled a vysokou hustotu. Při vytavování kamínku je hlavním cílem, aby se kamínek, ve kterém na počátku převládá Fe nad Cu, Fe zbavoval a podíl Cu se zvyšoval. Proces probíhá za přítomnosti pyritu a struskotvorných přísad (SiO_2). Struskotvorné přísady mají čistící funkci a vážou na sebe nežádoucí látky. V peci vznikla tavenina, která vytvořila dvě nemísitelné vrstvy – spodní vrstvu kamínku a svrchní vrstvu Fe-silikátové strusky, která byla z pece upouštěna. Během tavení se sulfid stříbrný (Ag_2S) prakticky všechn koncentroval do kamínku. Následně se mohl provést další proces zvaný protavování kamínku, což spočívalo v dalším tavení prvotního kamínku s novou směsí, obsahující rudy, strusky a další přísady. Tavení probíhalo nepřetržitě několik dní v otevřené peci. Tento proces byl někdy opakován i vícekrát, dokud nedošlo k dostatečnému obohacení kamínku stříbrem (Vaněk & Velebil, 2007).

6.3.1.2. Oxidace sulfidů pražením

Sulfidické rudy je možné zpracovat na oxidy pražením. Proces zahrnoval jemné drcení kamínku nebo rudního koncentrátu a následné pražení v otevřených pecích. Pražení je proces zahřívání rudy na vysokou teplotu za přítomnosti vzduchu. Během pražení se sulfid přeměňuje na oxid a síra se uvolňuje jako oxid siřičitý. Vzniklý praženec byl následně znovu drcen a opětovně pražen. Celý postup se opakoval tak dlouho, dokud nebyla cítit žádná síra (Vaněk & Velebil, 2007).

6.3.1.3. Redukce na kovové stříbro

Abychom z oxidů, které vznikly pražením sulfidických rud, získaly kovy, musíme je redukovat pomocí uhlíku, olova nebo sulfidů. Z historických popisů vyplývá, že redukční tavení, které se odehrávalo v šachtové peci, neprobíhalo jako čisté oddělené postupy, ale naopak jako komplexní proces, při kterém docházelo nejen k vytavení

čistého kovu, ale i k odstraňování železných nečistot pomocí strusky a i k vypalování kamínku. Po určité době byla otevřena výpust u dna pece a tavenina vytekla do kelímku v předpecí, kde se postupně rozdělila na několik nemísitelných vrstev. Tyto vrstvy se poté postupně ochlazovaly a tuhly. Ve spodní vrstvě byl vytavený kov, tj. rudní olovo, na něm vrstva míšně (jedná se o vedlejší produkt hutnění s vyšším obsahem arsenu), ještě výše kamínek a na vrchu Fe-silikátová struska (tavenina o nejmenší hustotě, která v peci plave na povrchu). Přítomné stříbro z velké části přešlo z kamínku do rudního olova. Dále většinou následovaly další tavby. Jejich cílem bylo převést co největší množství Ag z měděného kamínku do Pb. Cílovými produkty bylo:

- hutní olovo obohacené Ag
- černá měď obohacená Ag (slitina Cu, Pb a Ag)
- měděný kamínek s větším či menším obsahem Ag

Druhou možností vyredukování kovů z rud je zolovňování. Rudy byly dávány do roztaveného Pb, kde začaly struskovat, uvolňovala se síra ve formě oxidu siřičitého (SO_2) a Ag se rozpustilo v olovu. Tato metoda se používala u rud velmi bohatých na stříbro (Vaněk & Velebil, 2007).

6.3.1.4. Oddělení a přečišťování (rafinace) stříbra

Poslední fází je získání stříbra ze slitin kovů. Podle složení slitiny se provádí buď:

- kupelace
- ságrování

Kupelace (shánění) je oddělení stříbra z rudního olova. Do taveniny olova se stříbrem se vhání vzduch a při tom dochází k oxidaci olova na oxid olovnatý (klejt), který je kapalný a usazuje se na povrchu lázně, ze které se nechá odtékat. Na dně nádoby zůstane čistá tavenina stříbra.

Ságrování (vycezování) je proces, při němž bylo stříbro oddělováno ze slitiny černé mědi pomocí olova. Využívalo se při tom rozdílných tavících bodů mědi, olova a stříbra. Nejdříve se černá měď stavila s olovem v určitém poměru. Vzniklá tavenina byla zchlazena a vznikly dvě oddělené fáze slitiny. Krystaly mědi byly obklopeny olovem, které obsahovalo veškeré stříbro. Vytvořená slitina byla poté umístěna na šikmo položené měděné desky v ságrovací peci a zahřívána na teplotu mezi 500

a 600 stupni Celsia, což je pod bodem tání mědi. V průběhu procesu tavení se z měděné slitiny oddělilo olovo a stříbro, které teklo mezi měděnými deskami. Na dně pece zůstala pouze čistá měď. Získané olovo se stříbrem pak bylo od sebe odděleno kupelací.



Obr.24: Prostor pro ságrování ve skanzenu v Olbernhau (Olbernhau, 2010)

Po kupelaci obsahovalo stříbro asi 10 % znečišťujících příměsí, které byly odstraněny tzv. přepalováním (rafinací, čištěním). Jedná se o jemnou kupelaci ve speciální kupelační nádobě zvané test. Docházelo při ní i k oxidaci kovových příměsí jako Cu. Oxidy nežádoucích kovů byly vázány stěnami nádoby (Vaněk & Velebil, 2007).

6.3.2. Galenitové rudy

Zpracováván byl stříbronosný galenit. Šlo o poměrně dobře zpracovatelnou rudu, která byla pražena, tavena, následně redukována na olovo a olovo bylo dále oddělováno od stříbra kupelací (Vaněk & Velebil, 2007).

6.3.3. Ušlechtilé rudy stříbra

Jednalo se především o ryzí stříbro, argentit, proustit, pyrargyrit aj. Jejich zpracování bylo poměrně snadné. Docházelo k jejich zolovňování a následné kupelaci (Vaněk & Velebil, 2007).

6.4. Zpracování stříbra v současnosti

V současnosti se na světě těží velké množství stříbra, které je určeno pro mnoho průmyslových odvětví. Těžba Ag je však jen zřídka jediným cílem, téměř vždy se vyskytuje s jinými kovy, jako je zlato, měď, olovo a zinek. Z tohoto důvodu je dnes 50% Ag vytěženo jako vedlejší produkt jiných těžebních operací. V současné době můžeme rozdělit proces metalurgie stříbra na:

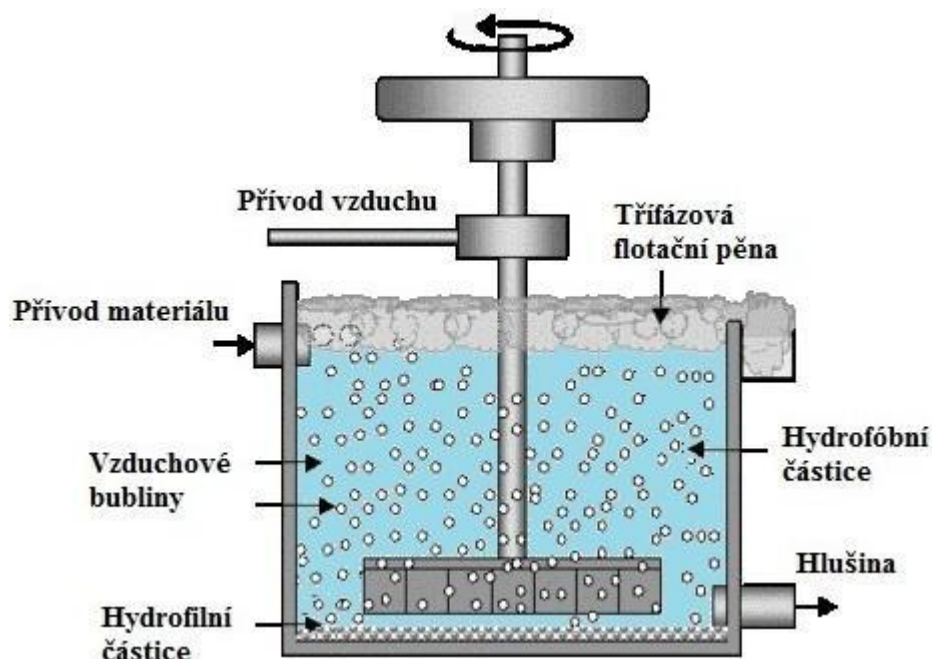
- těžbu
- separaci
- rafinaci

Při těžbě jsou využívány výbušniny a těžké stroje k rozbití velkých kusů rudy na menší části pro snadnější přepravu. Jakmile je ruda vytěžena a přepravena z dolu, prochází řadou drtičů, které rudu rozkládají na malé kousky. Tyto malé kousky stříbrné rudy jsou rozdraceny a rozemlety na jemný prášek, což umožňuje zahájení separačního procesu (Conte, 2021).

Existují dva základní způsoby separace stříbrné rudy. Jedná se o:

- flotaci
- loužení

Flotace je založena na rozdílných fyzikálně-chemických vlastnostech povrchu separovaných minerálních zrn. Jinak řečeno se jedná o proces oddělování minerálních zrn podle rozdílné smáčivosti různých materiálů. Ve 20. století se tato metoda široce rozšířila a postupně nahradila gravitační techniky. Při flotaci je maximální velikost zrn 0,1 až 0,25 mm. Flotace má mnoho způsobů, nejpoužívanější metodou je pěnová flotace. Do kaše se přidávají chemikálie, díky kterým se stříbrná a olověná voda vzájemně odpuzují (Conte, 2021). Směs se intenzivně míchá ve vodě, kterou probublává vzduch. Částice s hydrofobním povrchem (povrch špatně smáčený) ulpívají na vzduchových bublinách, které je unášejí na povrch vody. Zde se shromažďují ve formě pěny, která se mechanicky odstraňuje a dopravuje k dalšímu zpracování. K částicím s hydrofilním povrchem (povrch dobře smáčený) vzduchové bublinky nepřilnou, takže sedimentují a vytvářejí na dně flotační odpad (Bartovská & Šišková, 2005). Pěna bohatá na stříbro se sbírá z horní části lázně, následně se suší a taví, aby se dala oddělit od ostatních kovů (The Natural Saphir Company, 2002).



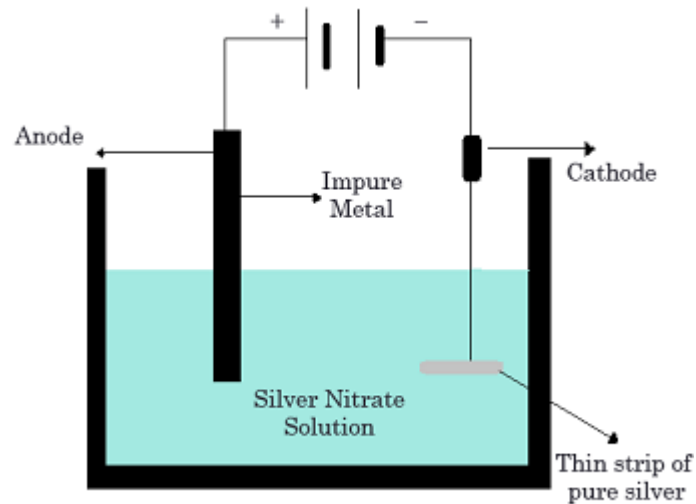
Obr.25: Princip flotačního rozdělování (Halas, 2014)

Dalším způsobem získávání stříbra je loužení. Tato metoda přeměňuje nerozpustnou látku na rozpustnou pomocí konkrétního rozpouštědla. Loužení stříbrných rud se provádí pomocí kyanidu sodného (NaCN) nebo kyanidu draselného (KCN). Jemně rozemleté částičky rudy se rozpustí v roztoku NaCN, a tím se vytvoří rozpustný kyanid stříbrný. Pokud je v roztoku nedostatek kyslíku, může být vyžadováno provzdušňování. Poté se pevné látky odfiltrují v usazovací nádrži. Z roztoku kyanidu stříbrného se stříbro vysráží buď kyselinou chlorovodíkovou, nebo zinkem, který je v podobě hoblinek nebo zinkového prachu. Nakonec se sraženiny vysuší (Vedantu, 2023).

Rafinace stříbra je konečným procesem při výrobě čistého stříbra, která by měla být 99,9 %. Při rafinaci dochází k extrakci stříbra od zbývajících kovů. Volba metody je závislá na přítomném kovu, který musí být oddělen. Nejčastěji jsou používány tyto způsoby rafinace (Conte, 2021):

- elektrolytická rafinace
- Parkesův proces

Metoda elektrolytické rafinace probíhá v elektrolytickém článku, do kterého se do roztoku elektrolytu umístí koncentrát mědi a stříbra. Je to nejčastěji používaný způsob. Elektrina prochází roztokem, což vede k oddělení mědi a stříbra na opačné konce článku. Proces se opakuje, dokud nezůstane pouze stříbro, které se pak shromažďuje a taví, aby se odstranily všechny zbývající nečistoty.



Obr.26: Elektrolytická rafinace (Great mining, 2018)

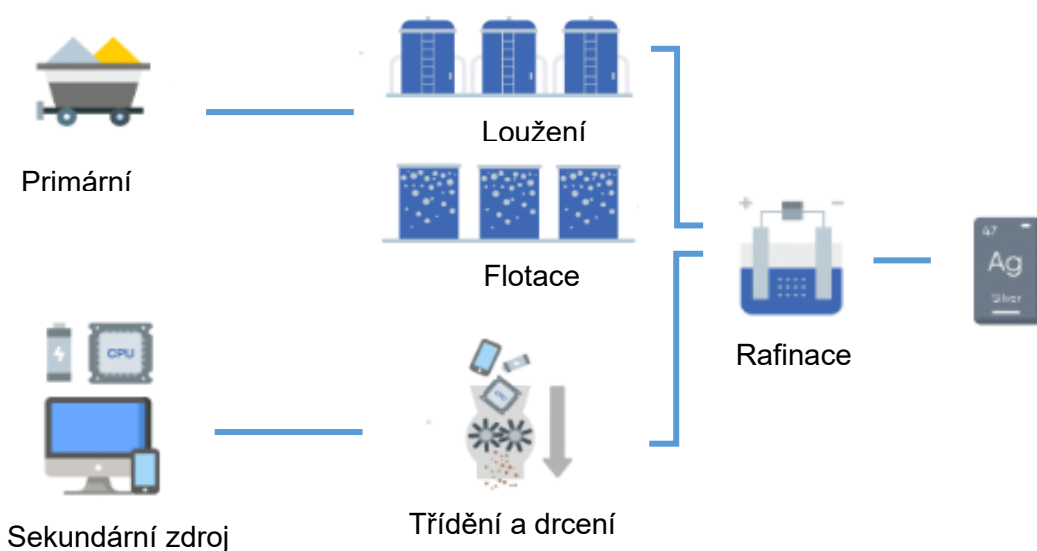
Parkesův proces rafinace je metoda rafinace stříbra, která byla vyvinuta v 19. století. Tento proces se používá k odstranění příměsí olova. Proces začíná tím, že se surové stříbro roztaví a přidá se k němu zinkový prášek. Zinek reaguje s přítomným olovem a vytváří se slitina, která se pak ochladí a ztuhne. Během tohoto procesu se olověné příměsí oddělí od čistého stříbra a uloží se na povrchu sloučeniny, kde je lze snadno odstranit. Poté, co se odstraní olověné příměsí, se stříbro znovu roztaví a ochladí. Tento proces se opakuje několikrát, dokud se nedosáhne požadované čistoty stříbra. Parkesův proces rafinace je relativně jednoduchý a levný, vhodný spíše pro menší množství stříbra. Nemusí být tak účinný jako elektrolytická rafinace a může vyžadovat více času a úsilí pro dosažení požadované čistoty stříbra (Barshai, 2022).

6.5. Získávání stříbra z recyklačních odpadů

Modernizace technologií vedla k eskalaci poptávky po stříbře, a to hlavně v elektrotechnickém a elektronickém výrobním sektoru. Těžba stříbra z konvenčních rud však neeskalovala tak, primární zdroje stříbra se zmenšují a náklady na výrobu

Ag rostou. Velmi zásadním se tedy stává získání Ag ze sekundárních zdrojů. Hlavním zdrojem stříbra jsou v tomto případě fotografický průmysl, průmysl solárních článků a elektronický odpad (Mishra, et al., 2021). Jen množství elektronického odpadu vyprodukovaného v celém světě v roce 2019 bylo přibližně 53,6 milionů tun a společnost GEPS (Globální partnerství pro statistiku elektronového odpadu) predikuje, že v roce 2030 by se mělo množství tohoto odpadu zvýšit na 75 milionů tun. Z jedné tuny elektroniky se dají získat 3 kg stříbra (Kapitol Gold, 2019).

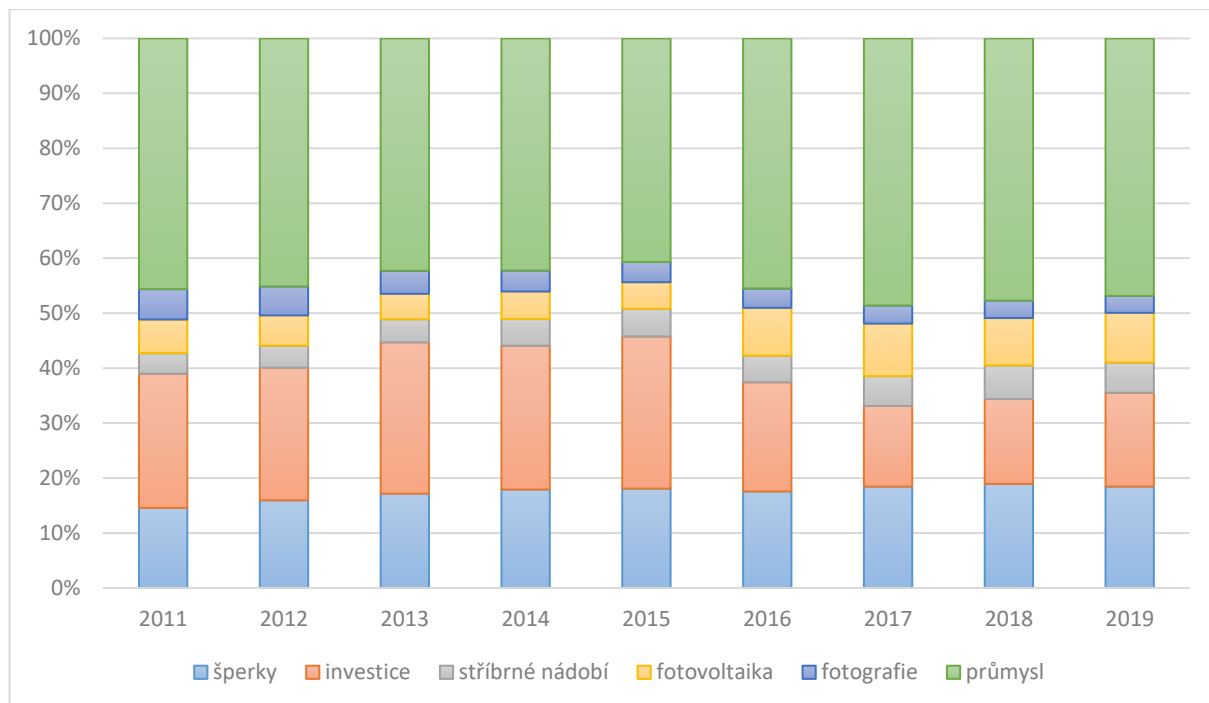
Odpad je nejdříve nutné rozebrat a vytřídit části, které obsahují drahé kovy. Ty se následně rozemelou nebo roztaví. Poté se pomocí spektrometru zjistí obsah stříbra ve směsi. Další zpracování je pak podobné jako při metalurgii z primárních zdrojů (Barshai, 2022).



Obr.27: Proces zpracování stříbra (Barshai, 2022)

7. VYUŽITÍ STŘÍBRA

Stříbro je jedním z nejuniverzálnějších kovů na Zemi s jedinečnou kombinací použití jako drahý i průmyslový kov. Používá se pro různé účely, jak je patrné z Obr.28:



Obr.28: Užití stříbra v letech 2011–2019 (Free - Bullion - Investment - Guide, 2020)

7.1. Platidlo

Stříbro tradičně sloužilo jako kov používaný v mincích. Nejstarší záznamy o Ag lze vysledovat do roku 3 000 př. n. l., kdy obchodníci používali nhrubo opracované stříbro jako prostředek směny za zboží a služby. Okolo roku 1770 př. n. l. docházelo k používání zrnků stříbra jako jednotky pro obchod, stříbro se nevážilo, ale jednotlivá zrnka se počítala (Visual Capitalist, 2021). První mince, které byly z přírodní směsi zlata a stříbra (elektra), se razily v Lýdii v západním Turecku v 7. století př. n. l. Používání stříbrných mincí se postupně rozšířilo do Římské říše a Číny, kde ve 2. století př. n. l. byla stříbrná mince přijata jako součást oficiální měny pro účely královské rodiny a ve 13. století se stala hlavním platidlem (TrustWorthy, 2020).

Dalším přelomovým okamžikem bylo v 15. století objevení Nového světa Kryštofem Kolumbem, které vedlo k založení velkých stříbrných dolů v Mexiku, Bolívii a Peru. V 17. století ve Španělsku vznikla mince zvaná „osmireál“, která se rozšířila do celého světa a stala se celosvětovým platidlem. V 18. století ministr financí USA navrhl, aby byl měnový systém založen na zlatě a stříbře, a následně byl vyroben první oficiální stříbrný dolar. Stříbro se jako přímý prostředek měny přestalo používat na konci 19. století. (Revenda, 2010).



Obr.29: Stříbrný dolar z roku 1794 (Coinupdate.com, 2013)

První české mince, zvané denáry, byly raženy v devátém století. Začátkem 13. století se začaly vyrábět brakteáty. Jednalo se o jednostranné tenké mince ve tvaru knoflíku. Jejich ražba trvala až do začátku 14. století, kdy je nahradily pražské groše. Toto platidlo bylo poměrně těžké a velké, razilo se v Kutné Hoře a platilo až do 16. století. Groš se dělil na dvanáct menších peněz (parvů). V tomto období se v českých zemích začal používat haléř, jako nejmenší mince, jednostranně ražená s počátečním písmenem panovníka. Ražba pražského groše byla ukončena v roce 1547 a vystřídal jej stříbrný tolar, který se stal předchůdcem americkému dolaru. Tolary se používaly do konce 19. století (Ražba.cz, 2020).



Obr.30: Jáchymovský tolar z 16. století (Vorel, 2020)

7.2. Šperky

Stříbrné šperky mají velmi dlouhou tradici. Čisté ryzí stříbro je odolné proti zašpinění, ale pro použití ve šperkařství je příliš měkké. Pro zpevnění se do něj nejčastěji přidává měď.

Počátek šperkařství začíná již na konci 4. tisíciletí př. n. l., kdy bylo v Mezopotámii jako platidlo užíváno stříbrných prstenů. Z té doby existují také nálezy stříbrných sošek a nádob. Pro Egypťany bylo z počátku stříbro vysoce ceněno, protože na rozdíl od zlata, které bylo možné získat v blízkosti domova, se stříbro muselo dovážet zdaleka. Někteří králové měli dokonce celostříbrné sarkofágy. Keltové stříbro s oblibou používali pro výrobu zdobených broží a ozdob na krk. Stejně jako v Mezopotámii používali prsteny, které nebyly určeny k nošení, ale sloužily výhradně jako platidlo. Ve středověku se stalo zlato v Evropě vzácností a v důsledku toho se stříbro stalo nejčastějším kovem používaným při výrobě šperků. Vznikaly hlavně fibuly (zavírací brož k upevnění roucha na rameni), brože a přezky, často vykládané drahými kovy a granáty. Jak se společnost vyvíjela a obchodní cesty na východ byly znovu obnoveny, zlato opět získalo svou pozici nejoblíbenějšího kovu pro jemné šperky. Stříbrem se začala zdobit střední třída, protože pro ně bylo dostupnější. Šperkařství se odklonilo od převážně funkčních předmětů k předmětům dekorativním, jako jsou prsteny, náramky, přívěsky apod. Na konci středověku získaly stříbrné výrobky puncovní značení (Antique Jewellery University, 2020).



Obr.31: Stříbrná Lunula, 2. století p. n. l. (Antique Jewellery University, 2020)

Stříbro patří vedle zlata i dnes k tradičním šperkařským kovům. Vzhledem ke své ceně jsou v současnosti stříbrné šperky užívány mezi všemi vrstvami obyvatel. Oblíbené jsou především u mužů a u dětí. Jednou z hlavních nevýhod stříbrných šperků je jejich sklon k zašpinění. To je způsobeno nečistotami ve stříbře, které reagují se vzduchem. Nejoblíbenějším stylem stříbrných šperků jsou dnes šperky ze sterlingového stříbra, které ve skutečnosti tvoří 92,5 % stříbra. Další procenta tvoří buď měď, zinek nebo nikl.

7.3. Lékařství

Kromě použití Ag v obchodě lidé také poznali schopnost Ag být antibakteriálním činidlem. Staří Féničané například věděli, že voda, víno nebo ocet uchovávané ve stříbrných nádobách zůstávají čerstvé během dlouhých námořních plaveb. Kromě toho během vypuknutí dýmějového moru ve středověké a renesanční Evropě lidé jedli a pili ze stříbrného nádobí, aby se chránili před nemocemi. Nové léčebné využití stříbra se objevilo ve 19. a 20. století, kdy chirurgové sešivali pooperační rány stříbrnými stehy, aby zmírnili zánět.

Jedno z nejdůležitějších použití stříbra je jako biocid ve zdravotnických zařízeních. Lonty stříbra, které mají silné antibakteriální vlastnosti, nemají škodlivé účinky na lidský organizmus, bakterie si však vůči nim nedokážou vybudovat odolnost.

Nemocnice používají zdravotnické pomůcky a zařízení, jejichž součástí je stříbro. Jedná se například o chirurgické nástroje, katetry, jehly, amalgamové plomby, stetoskopy, ale například i nábytek, kliky dveří a dokonce i papírové pořadače. Koloidní stříbro (nanočástice stříbra v destilované vodě) se používá v mastech, v obvazech na popáleniny, při léčbě akné a kožních infekcí, utiňuje bolest a zmenšuje otoky. Díky svým vlastnostem je také součástí kosmetických přípravků (Visual Capitalist, 2021).

7.4. Průmysl

V průmyslu se využívá stříbro v mnoha oblastech. Díky svým fyzikálním vlastnostem je v dnešním průmyslovém světě téměř nepostradatelné a těžko nahraditelné jinými kovy. Jedním z primárních využití Ag byla až do nedávna fotografie. Fotografování na bázi stříbra je způsobeno citlivými krystaly halogenidu stříbra, které dopadají na světlo, zavěšenými na filmu. Díky použití chemického procesu vytvářejí rozdíly v intenzitě světla negativní obrazy, které lze následně zpracovat na papírové obrázky pomocí papíru se stříbrem. I přes vzestup digitálních médií jsou díky své extrémní přesnosti a efektivitě nákladů pro některé aplikace stále vybírány filmy s halogenidovým stříbrem. Například lékaři rentgenoví technici, zejména ti v rozvojových zemích, preferují snímky na bázi stříbra kvůli jejich nízké ceně a vysoké přesnosti. Mnoho tvůrců filmů navíc stále upřednostňuje film na bázi halogenidu stříbra před digitálním filmem kvůli jeho nízké ceně, vynikajícímu rozlišení a skutečným barevným vlastnostem (Free - Bullion - Investment - Guide, 2020).

Tepelná a elektrická vodivost Ag ho předurčuje pro využívání v elektronice. Najdeme ho ve spotřební elektronice, automobilech, v bateriích a elektrických spínačích, v tištěné elektronice a letectví aj. Stříbro je využíváno jako vodivá vrstva ve fotovoltaických článcích solárních panelů. V jaderné energetice se používá bílý kov v regulačních tyčích k zachycení neutronů a zpomalení rychlosti štěpení v jaderných reaktorech. Vložením regulačních tyčí do jaderného jádra se reakce zpomalí, zatímco jejich vyjmutím se urychlí. Stříbro je nejpoužívanější materiál tvrdých pájek. Zajišťuje pevný, spolehlivý spoj dvou materiálů, většinou kovů, případně kovu a keramiky, skla nebo krystalických látek (Ferré, 2008).

Ionty stříbra zabraňují hromadění bakterií a řas, stříbro se je proto součástí systémů čištění vody v nemocnicích, malých komunitních vodních systémech, bazénech

a lázních. Hlavní výhodou filtru stříbrných iontů je to, že nahrazuje tradiční metody hubení bakterií, které využívají chemikálie, jako je chlór a brom. Úlohou stříbra je zabránit růstu bakterií a plísní. Čištěná voda se v některých ohledech stává vzácnější komoditou než zlato, díky čemuž je filtr stříbrných iontů velmi potřebným aktivem v rozvinutých zemích.

Stříbro vykazuje vysokou odrazivost. V různých sloučeninách se proto využívá v kvalitních zrcadlech a k potažení oken v mrakodrapech nebo při optickém záznamu dat na CD, DVD, BluRay a dalších optických záznamech dat. Krystaly halogenidu stříbra zatavené do skla mohou změnit propustnost světla z 96 % na 22 % a blokovat nejméně 97 % slunečních ultrafialových paprsků. Používá se proto do dioptrických brýlí. Populární je například jeho uplatnění v textilním průmyslu. Na trhu jsou dostupné antibakteriální ponožky, které odstraňují zápach a působí proti plísním, další použití je ve spodním prádle, nebo ve zdravotnickém materiálu – roušky, operační oblečení, obvazy a další. Ložiska motoru také spoléhají na Ag. Nejsilnější ložisko je vyrobeno z oceli, která byla galvanicky pokovena stříbrem. Vysoký bod tání stříbra umožňuje odolat vysoké teplotě motorů. Stříbro také působí jako mazivo pro snížení tření mezi kuličkovým ložiskem a jeho pouzdrem. Snižuje se tak tření a zvyšuje výkon motoru. Zbrojní průmysl využívá Ag v raketách a řízených střelách (Free - Bullion - Investment - Guide, 2020).

8. ENVIRONMENTÁLNÍ ASPEKTY

Z pohledu dopadu na životní prostředí můžeme celý proces získávání stříbra rozdělit na dvě části a to:

- těžbu stříbronosné rudy
- zpracování stříbra

Mezi environmentální problémy spojené s těžbou patří ničení krajiny, zemědělské a lesní půdy, její kontaminace a znečištění vod povrchových a podzemních, a to jak na úrovni místní, regionální i mezinárodní. Těžba nerostných surovin má negativní dopad nejen na životní prostředí ale také na lidské zdraví, a to ať se jedná o těžbu samotnou nebo o následky, které těžbu doprovází.

Důsledky mohou zahrnovat erozi půdy, závrtý, ztrátu biologické rozmanitosti a kontaminaci povrchových, podzemních a sladkovodních zdrojů chemikáliemi uvolňovanými během těžebních operací. (Amaechi, 2022).

Těžba stříbra a její dopady se významně liší v návaznosti na typu lokality a závisí na řadě faktorů. Jedním z těchto faktorů je způsob těžby a těžká technika, která bude v daném čase a lokalitě použita. Těžbu dělíme na povrchovou, hlubinnou a podzemní. Těžební techniky jsou různorodé a každý způsob dolování vyžaduje diametrálně odlišné těžební procesy. Z nichž podzemní těžba má menší dopad na krajinu, přesto stále významně působí na podzemní vody. Těžba a zpracování stříbra je velmi nákladná, vyžaduje pokročilé inženýrství a nákladné vybavení. Používají se chemické látky, při jejichž použití hrozí vznik nebezpečných vedlejších produktů. Důležitým faktorem je i citlivost prostředí, ve kterém má těžba probíhat. Může se jednat o mokřady, místa v blízkosti řek či jezer, popřípadě na půdě s vysokou přírodní hodnotou a rozmanitostí.

Mezi environmentální problémy spojené s metalurgií stříbra patří hlavně emise oxidů síry a dusíku. Při některých technologiích může docházet k uvolňování rtuti nebo jiných chemikálií. Sulfidické rudy kromě Ag obsahují také olovo, zinek a jiné kovy. Při extrakci stříbra se pomocí kyselin rozpouští tyto kovy a může dojít k jejich úniku. Tato kontaminace může mít škodlivý vliv na okolní ekosystémy a může také ohrozit lidské zdraví, pokud se znečištěná půda používá k zemědělskému pěstování nebo k jiným účelům. Výroba stříbra může zahrnovat také vytváření velkého množství odpadu

a vedlejších produktů, které se obvykle skladují na skládkách. Tyto skládky mohou způsobovat znečištění půdy a vody, pokud nejsou správně ošetřovány a udržovány. Metalurgický proces zpracování stříbrných rud může být velmi energeticky náročný, což může mít dopad na životní prostředí v podobě emisí skleníkových plynů a zvýšení celkových emisí oxidů uhličitých.

8.1. Hydrologický dopad / Znečištění vod a ovzduší

Při těžbě nerostných surovin musí být dodržována řada preventivních opatření, při jejichž porušení dochází například ke zhoršení kvality vod v okolí těžby. Ne zřídka se stává, že dochází k narušení přirozených vodních tras a z důvodu zhutnění půdy těžkou technikou také k bránění přirozenému vsaku vody do půdy. Velkou rolí hraje typ a propustnost půdního horizontu. K chemickým změnám vody v jámě může dojít v důsledku oxidace pyritických materiálů, což zvyšuje kyselost vody. Kyselé důlní vody jsou vysoce korozivní. Kyselá voda stejně jako těžké kovy vázané na horninu, které kyselina rozpustila, se vyluhují z dolů do blízkých řek, jezer a potoků, zabíjejí zde vodní život a činí vodu nepoužitelnou (Ascension, 2022). Hornickou činností může také docházet k vysychání krajiny v okolí těžby. Snížením spodní vody má za následek zrychlený odtok srážkové vody z území a odvodnění půdy. Odvádění důlních vod může zamokřovat pozemky. Vyvolává umělý sklon hladiny podzemní vody a současně zrychluje její oběh, takže voda z území rychleji odtéká. V průběhu času může docházet k nesprávnému doplnění podzemních vod či k jejich kontaminaci.

V průběhu těžby a úpravy surovin dochází k rozsáhlému znečištění atmosféry. Většina znečištění se usadí v blízkém okolí zdroje, ale aerosoly a částice menší než 0,005 mm zůstávají v ovzduší trvale a dostávají se do vzdálenosti až 2000 km. Jejich celková produkce se odhaduje na 3 105 tun za den. Tyto emise pak toxicky působí na biotop, včetně člověka (Matyášek & Suk, 2010). Těžké kovy a další škodlivé látky znečišťující ovzduší usazené na půdě poškozují vývoj kořenů a brání rostlinám v efektivním využívání půdních zdrojů.

8.2. Půdní eroze a kontaminace

Tento negativní dopad je pro všechny typy těžební techniky stejný. Dochází k narušení ornice, která následně způsobuje půdní erozi (Ascension, 2022). Nejedná se jen o procesy vyvolané člověkem, ale také o negativní přírodní procesy, které jsou

sekundárním důsledkem těžby. Nedostatek řádného územního plánování dolů může mít za následek záplavy a rychlejší větrnou či vodní erozi. Nadměrné srážky, špatné hospodaření s půdou a chemická expozice z těžby jsou hlavními příčinami eroze půdy. Těžba má potenciál zničit ekosystémy a stanoviště v oblastech divočiny, stejně jako produktivní pastviny a ornou půdu v zemědělských oblastech. Ekosystém rostlin může zaznamenat snížení populace v důsledku eroze půdy, která snižuje vodu dostupnou pro růst rostlin (Amaechi, 2022).

V důsledku špatných postupů mohou vznikat prohlubně. Tyto dutiny vzniklé po deformaci a přemístění nadložních vrstev. Sesedání prohlubní je jednou z příčin poškození povrchové struktury. Některé dutiny mohou výrazně ovlivnit průtok vody jiné zase ovlivnit vegetaci a okolní stanoviště uvolňováním škodlivých chemikálií (Ascension, 2022).

8.3. Fauna a flóra

Rozsáhlé oblasti biotopů jsou zničeny během výstavby a při využívání dolů. Zvířata musí opustit lokalitu a navíc mohou být otrávena, a to buď přímo důlními zbytky nebo požitím rostlin či malých organismů, které byly vystaveny toxické koncentraci chemických látek. Ke snížení počtu druhů rostlin přispívá místní okyselení půdy. Těžba představuje vážné ohrožení existence a udržitelnosti druhu. Druhy vymírají v důsledku mohutné degradace a změn půdy. Chemické látky produkované během těžebního procesu způsobují udušení organismů přítomných v této pevnině.

Ne vždy musí být vliv na životní prostředí negativní. Těžební průmysl může pozitivně přispívat k zachování biologické rozmanitosti, například rekultivací těžebních lokalit na konci projektového cyklu. Stále více firem přijímá společenskou odpovědnost a aktivně obnovuje využitá lomy ve prospěch volně žijících živočichů vytvořením nových nebo obnovených starých stanovišť například k vytvoření nových mokřadních ploch vhodných pro různé druhy obojživelníků nebo nových útesů, které poskytují dobré hnízdní možnosti pro některé ptáky (Taterová, 2019).

8.4. Rekultivace

Rekultivace je nedílnou součástí hornické činnosti a zodpovědností každé těžařské společnosti. Krajinu do kondice navrácí těžební společnosti většinou formou technické rekultivace, ale není to pravidlem. V posledních letech je častější moderní

a ekologický způsob, kdy se obnova ponechává v režii přírody. Přirozená sukcese má řadu výhod: je rychlá, stromy a rostliny snáze rostou a pohlčí tak více uhlíku. Má velký význam pro ochranu ohrožených druhů a zároveň ji z estetických důvodů často preferují i lidé

Krajina po těžbě má své specifické vlastnosti. Těžbou totiž vznikají plochy s atypickým tvarem i složením půdy, které jsou ideální právě pro přirozenou sukcesi. Jde o to, dát prostor samotné přírodě všude tam, kde je to jen možné.

V Česku se nachází přes 400 km² území s projevy těžby, které je třeba obnovit. Tato území lze obnovit dosud hojně využívanou technickou rekultivací jako je rekultivace hydrická, lesnická či zemědělská, nebo naopak je možno dát větší prostor přirozené sukcesi, s jedinečným a pestrým druhovým složením. Vznikají tak unikátní biotopy, které jsou domovem pro celou řadu hmyzu, obojživelníků, drobných živočichů i ptáků. Biotopy jsou zdrojem vody a vytvářejí ráz nově vznikající krajiny. Tvoří je vodní plochy, mokřady a doplňují kamenné mohyly, hromady odumřelého dřeva i písčité a štěrkové plochy (Těžební unie, 2022).

Tato území mohou po úpravě a rekultivaci plnit různé funkce: park, skládka netoxických odpadů, zemědělsky obdělávaná pole, rekreačně sportovní zařízení – hřiště, koupaliště, nebo mohou být využívána jako parkoviště apod.

8.5. Legislativa

Základní legislativou pro využití a ochranu nerostného bohatství v České republice je zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství, tzv. horní zákon. Dalším zákonem, který s dobývání nerostů bezprostředně souvisí, je zákon č. 61/1998 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a státní báňské správě, a zákon č. 62/1988 Sb., o geologických pracích. Tři základní právní předpisy jsou doplněny množstvím prováděcích vyhlášek Českého báňského úřadu (ČBÚ), Ministerstva životního prostředí (MŽP ČR) a Ministerstva průmyslu a obchodu (MPO ČR). V roce 1994 proběhla novela horního zákona, na základě které mají těžební společnosti povinnost tvořit dostatečnou finanční rezervu, která pokryje likvidaci škod a rekultivaci území po skončení těžby. Část z úhrady z dobytých nerostů (25 %), kterou odvádí těžební společnost, přerozdělí ČBÚ stejným dílem mezi MPO ČR a MŽP ČR. Tyto prostředky jsou také užity k řešení následků těžby. MŽP ČR je užívá k zajištění likvidace popř. zabezpečení starých důlních děl a způsobených

následků. MPO ČR, jako orgán zaštiťující zahlazování následků hornické činnosti, užívá tyto prostředky spolu s dalšími právě k tomuto účelu. Za škody vzniklé vyhledáváním a průzkumem ložisek a jejich dobýváním, škody spojené se důlními díly a další nese zodpovědnost těžební organizace, pokud neprokáže opak. Těžební organizace jako původce škody je povinna tuto škodu nahradit (Jordánová, 2001).

9. VÝSLEDNÉ ZHODNOCENÍ

Práce byla věnována tématu, které se zabývá těžbou a zpracováním Ag v České republice i ve světě, a to nejen v historii, ale i v současnosti. Jak vyplývá z odborné literatury těžba a zpracování Ag má v ČR velkou historickou tradici, která sahá až do středověku. V minulosti byla jedním z hlavních zdrojů příjmů a bohatství země. V průběhu celé historie dolování Ag až po současnost došlo k významnému rozvoji způsobů zpracování tohoto drahého kovu přičemž Česká republika sehrála v tomto procesu významnou roli a přispěla k rozvoji tohoto odvětví. V současnosti je Ag důležitou surovinou využívanou hlavně v průmyslovém odvětví. Na území ČR se však již přes dvacet let z rud netěží. V Habrech u Havlíčkova Brodu se nachází jediná rafinerie na našem území, která získává Ag z elektroniky a šperků.

Historické doly v nejvýznamnějších oblastech, jako Kutná Hora, Jáchymov a Jihlava byly přeměněny na muzea, kde kromě mnoha zajímavých informací o těžbě je možné vidět i středověké technické vybavení a jejichž součástí jsou prohlídky starých štol. České muzeum stříbra v Kutné Hoře, kde probíhalo převážně hlubinné dolování otevřelo pro veřejnost podzemní štolu, která byla objevena v roce 1967 hydrologickým průzkumem města. Tato stará štola byla původně považována za slavný důl Osel, který patřil v České republice k nejhlubším a nejbohatším. Další průzkum však prokázal, že se nejednalo o tento slavný důl, ale o odvodňovací štolu. Důlní expozice se zde skládá ze dvou částí. První část je povrchová, jedná se o havířskou osadu se srubovými stavbami, kde je možné vidět koryta, která sloužila k promývání rudy, stroj k drcení nebo repliku nístějové pece. Podzemní expozice, která je v hloubce 40 m a jejíž délka je 250 m návštěvníci procházejí oblečení v tradiční hornické plátěné, bílé haleně tzv. perkytli, součástí oděvu je také helma a svítilna. Zbývající důlní díla byla po konci dolování zasypana hlušinou a tím zakonzervována pro budoucí geologické průzkumy. Nejvýznamnějšími povrchovými zbytky po těžbě jsou v dané oblasti odvaly, které se v okolí Kutné Hory dochovaly dodnes. Jedná se především o hlušinu nebo struskový materiál a slouží jako doklad hornictví stříbra v dané lokalitě.

Podobně jako Kutná Hora i ostatní lokality revitalizovali opuštěné stříbrné doly jako turistické atrakce s expozicemi o historii dolování a ukázkami technologií. Revitalizace stříbrných dolů má význam nejen z hlediska zachování kulturního

dědictví a historie těžby stříbra, ale také z pohledu ekonomického a turistického rozvoje regionů ve kterých se doly nacházejí.

10. DISKUZE

Stříbro svou významnou roli hrálo od nepaměti. Z historických i současných pramenů, které byly předmětem zkoumání této práce je zřejmé, že tento vzácný kov je jedním z nejdůležitějších prvků na Zemi a zároveň jedním z nejužitečnějších kovů v moderní historii.

Těžba Ag má v historii i v současnosti významnou roli. V minulosti bylo Ag těženo v různých částech světa a bylo cenným kovem používaným jako platidlo a později i důležitý materiál v průmyslu, jako například pro výrobu různých druhů nádobí a přístrojů nebo fotografických filmů. Ve středověku bylo Ag využíváno pro mezinárodní obchod a bylo vzácnější a dražší než měď. Stříbro zpravidla rudy jiných stopových kovů, např. olova, zinku, mědi a zlata.

I na území České republiky se nacházela významná ložiska Ag, která byla využívána již od středověku. K nejvýznamnějším z nich patří doly v Kutnohorském a Jáchymovském revíru, kde se těžilo již od 10. století. Jak je zmiňováno v dokumentech mapující historii a vývoj těžby Ag, patřila Kutná Hora i mezi významné centrum těžby v Evropě a Ag z této lokality bylo využíváno pro výrobu mincí, které sloužily jako platidlo v celé Evropě. Jáchymovský revír, nacházející se v Krušných horách, byl intenzivně využíván až v 16. století a byl v té době důležitý pro hospodářský rozvoj celého krušnohorského regionu. Z dochovaných zdrojů je také patrné, že zde byly využívány na tuto dobu pokročilé technologie, jako například vodní kola a vodní stroje. Byla zde také vyvinuta tzv. rýžovací technologie, která umožňovala vysokou účinnost zpracování rudy obsahující stříbro.

Ve stejné době, tj. v 16. a 17. století, docházelo k většímu rozvoji těžby stříbra i ve světě. Mezi nejvýznamnější historické oblasti těžby patřily Mexiko, Peru, Bolívie, Německo a v neposlední řadě také USA. V současnosti na území České republiky nedochází k žádné těžbě tohoto drahého kovu, jinak je tomu ale ve světě. Důležitými producenty jsou stále Mexiko a Peru, dále pak Čína a Rusko.

V průběhu let se změnil i způsob zpracování Ag. V minulosti docházelo převážně k ručnímu mechanickému zpracování rudy, které spočívalo v drcení, mletí nebo třídění, aby bylo možné oddělit Ag od ostatních hornin. Dále docházelo k odstranění nečistot ze stříbrné rudy pomocí oxidací pražení a následně získáváno Ag pomocí tzv. kupelace. V současnosti se nejčastěji používají moderní zpracovatelské metody,

jako jsou vysokotlaké mletí, tavení a elektrolytické rafinace. Tyto metody jsou efektivnější a rychlejší. Je tedy zřejmé, že způsob zpracování Ag se v průběhu let výrazně změnil a v současnosti se stále vyvíjí. Moderní metody jsou šetrnější k životnímu prostředí, což je důležité pro udržitelný rozvoj.

Stejně jako metody těžby a zpracování se i náklady na extrakci Ag v průběhu času výrazně změnily. V minulosti byly náklady na těžbu Ag vysoké, protože většina stříbrných dolů se nacházela v obtížně dostupných oblastech a zpracování stříbrné rudy bylo náročné. Navíc byla v minulosti používána mnohem méně efektivní technologie, což obecně znamenalo, že se z každé tuny rudy získalo mnohem méně Ag. V současnosti jsou náklady na vytěžení Ag ovlivněny pokročilejšími technologiemi a zlepšeným způsobem těžby a zpracování.

Náklady na vytěžení stříbra se mohou výrazně lišit podle různých faktorů, jako je místo a dostupnost dolu, kvalita a složení rudy, proces zpracování a celková poptávka po Ag. Z důvodu velké poptávky po Ag dochází také k jeho získávání z recyklovaného odpadu.

Lidé si Ag cenili již od starověku. Považovalo se za cennost a používalo se k výrobě šperků. Na úplném počátku však sloužilo jako platidlo ať již například formou prstenů, stříbrných zrnků nebo později stříbrných mincí. Z archivních zdrojů je také patrné, že již v historii si lidé uvědomovali antibakteriální účinky Ag a proto ho používali jako nádobí nebo nádoby pro uchování potravin. V současnosti je primárně využíváno v průmyslovém odvětví, ve fotografickém průmyslu, v medicíně a je nedílnou součástí solárních panelů.

Je důležité si však uvědomit, že jakákoli těžba má dopad na životní prostředí a musí být prováděna s ohledem na udržitelnost a zodpovědnost.

Na základě všech informací získaných dostupnými zdroji lze definovat základní problémy související s těžbou stříbra:

- Ekologické problémy – Těžba Ag a jeho zpracování může mít negativní dopad na životní prostředí. Hlavní problém spočívá v používání chemických látek, jako jsou například kyanidy, které se používají při zpracování stříbrných rud. Tyto chemikálie mohou znečišťovat vodu a půdu a poškozovat ekosystémy.
- Nárůst nákladů – Náklady na těžbu stříbra se v posledních letech výrazně zvyšují kvůli rostoucí poptávce a zmenšujícím se ložiskům. Tento trend ještě

umocňuje rostoucí náklady na energie, díky kterým jsou náklady na těžbu stříbra stále vyšší.

- Politické a sociální problémy – Některé země, kde se těží stříbro, jsou politicky nestabilní a neexistuje v nich stabilní právní rámec pro těžební firmy. Toto může vést k sociálním problémům, jako jsou stávky zaměstnanců a protesty místních obyvatel, kteří se domáhají většího podílu na zisku z těžby Ag.

11. ZÁVĚR

Historicky bylo Ag velmi cenným kovem a bylo intenzivně těženo zejména v Evropě a Jižní Americe. Nezanedbatelnou roli v historii hrála i Česká republika, ve které se nacházela ložiska stříbrnosné rudy, a to hlavně v okolí Kutné Hory a Jáchymova. V současnosti se dolování stříbra stále provádí, avšak jeho význam klesl oproti minulosti. Hlavními producenty stříbra jsou země jako Mexiko, Peru, Čína a Austrálie.

V průběhu let se změnil nejen způsob těžby, ale také zpracování samotné rudy. Moderní technologie a postupy umožňují těžbu a zpracování stříbra s vysokou účinností a efektivitou, což umožňuje jeho využití v různých oblastech, jako jsou průmyslová výroba, medicína a výroba šperků.

Samotné dolování Ag dnes čelí mnoha výzvám, jako jsou například nároky na udržitelnost a ochranu životního prostředí. Většina stříbrných dolů se nachází v zemích s nízkými standardy ochrany životního prostředí a z tohoto důvodu může mít těžba v těchto lokalitách negativní dopad na okolní ekosystémy. Nicméně některé společnosti se snaží snižovat tento dopad těžby na životní prostředí a zlepšovat pracovní podmínky pro zaměstnance.

12. ZDROJE A POUŽITÁ LITERATURA

Odborné publikace

Bailly-Maître, M., 2004: Les mines d'argent dans la France du Sud XIe–XIVe siècles. Persée. 28^e congrès, Clermont-Ferrand, P. 182-207.

Bisingerová, M., 2001: Vlašský dvůr tajemství mince. Euromint, Kutná Hora, 27 s.

Boyl, R. W., 1968: The geochemistry of the silver and its deposits: With Notes on Geochemical Prospecting for the Element. Geological Survey of Canada, Ottawa, 264 s.

Kořán, J. & Žebera, K., 1955: Přehledné dějiny Československého hornictví. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 214 s.

Pauliš, P. & Kopecký, S., 2012: Minerály stříbra a jejich lokality v České republice: kompletní přehled a popis 135 nalezišť stříbrných minerálů ČR I. díl. Kuttna, Kutná Hora, 135 s.

Pauliš, P. & Kopecký, S., 2012: Minerály stříbra a jejich lokality v České republice: kompletní přehled a popis 135 nalezišť stříbrných minerálů ČR II. díl. Kuttna, Kutná Hora, 268 s.

Pauliš, P., Kopecký, S. & Ďuďa, R., 2008: Minerály selenu a telluru České a Slovenské republiky a jejich lokality. Selen und Tellurminerale in der Tschechischen und Slowakischen Republik und ihre Fundstellen. Kuttna, Kutná Hora, 108 s.

Revenda, Z., 2010: Peníze a zlato. Management Press, Praha, 272 s.

Starý, J. et al., 2008: Surovinové zdroje České republiky - nerostné suroviny. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 413 s.

Svoboda, M., 2014: Stříbro - průmyslový kov vs. měnová alternativa. Zertifikate Journal, Issue 12: P. 3-5.

Uhlíková, O., 1982: K vývoji českého stříbrorudného hornictví. Studie z dějin hornictví 13: 103-111.

Internetové zdroje

Amaechi, P., ©2022: Top 9 dopadů těžby na životní prostředí. (Online) [cit. 2023.02.26], dostupné z <<https://environmentgo.com/cs/vlivy-t%C4%9B%C5%BEby-na-%C5%BEivotn%C3%AD-prost%C5%99ed%C3%AD/>>.

Antique Jewellery University, ©2020: A History of Silver in Jewellery. (Online) [cit. 2023.02.26], dostupné z: <<https://www.langantiques.com/university/a-history-of-silver-in-jewelry/>>.

Ascension, A., ©2022: Environmentální dopady povrchové těžby. (Online) [cit. 2023.02.26], dostupné z: <<https://environmentgo.com/cs/environmental-impacts-of-open-pit-mining/>>.

Bambas, J., ©2014: Dějiny dolování polymetalických rud v Březových horách a Bohumíně. (Online) [cit. 2023.02.19], dostupné z: <<http://podzemi.solvayovylomy.cz/histor/lokality/pribram2/PRIBRAM2.htm>>.

Barshai, A., ©2022: Silver Refining. (Online) [cit. 2023.02.23], dostupné z: <<https://blog.emew.com/silver-refining>>.

Bartovská, L. & Šišková, M., ©2005: Co je co v povrchové a koloidní chemii - výkladový slovník. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. (Online) [cit. 2023.02.19], dostupné z: <https://e-learning.vscht.cz/knihy/uid_es-001/index.html>.

Bnamericas, ©2017: Mexico miners hit by strikes, blockades. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.bnamericas.com/es/reportajes/tendencias-huelgas-y-bloqueos-en-minas-mexicanas>>.

Bodenlosová, G., ©2018: Slepé Mapy. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://www.unoduo.cz/cr/slepe-mapy-cr/>>.

Coinupdate.com, ©2013: Vzácný stříbrný dolar se v USA vydražil za 10 milionů dolarů. (Online) [cit. 2023.02.25], dostupné z: <https://www.idnes.cz/hobby/domov/stribrny-dolar-drazba.A130125_103435_hobby-domov_bma>.

Conte, N., ©2021: The silver mining journey from ore to more. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.mining.com/web/visualized-the-silver-mining-journey-from-ore-to-more/>>.

Černý, P., ©2020: Chlorargyrit. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://sberatelmineralu.cz/en/eshop/size/medium/chlorargyrit/>>.

Daněk, V., ©2017: Stříbrný důl v polských Tarnovských Horách je zatopený pitnou vodou. Staletý systém odvodnění ocenilo i UNESCO. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://radiozurnal.rozhlas.cz/stibrny-dul-v-polskych-tarnovskych-horach-je-zatopeny-pitnou-vodou-stalety-7183094>>.

Dohaje, ©2012: Důl Svornost. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.dohaje.cz/stezky/256/3362>>.

Ferré, E. C., ©2008: The Many Uses of Silver. (Online) [cit. 2023.02.26], dostupné z: <<https://geology.com/articles/uses-of-silver/>>.

Free - Bullion - Investment - Guide, ©2020: Silver Supply and Demand 2011 - 2019. (Online) [cit. 2023.02.24], dostupné z: <<https://www.free-bullion-investment-guide.com/silver-supply-and-demand.html>>.

Great mining, ©2018: Silver mining. (Online) [cit. 2023.02.22], dostupné z: <<https://www.greatmining.com/silver.html>>.

Halas, J., 2014: Flotační činidla na bázi kapalných produktů z pyrolýzy odpadů. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Ostrava. 63 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. (Online) [cit. 2023.02.22], dostupné z: <<https://theses.cz/id/k558wf/>>.

Hrubý, P., ©2011: Doklady primární úpravy rud. (Online) [cit. 2023.02.22], dostupné z: <<https://digilib.phil.muni.cz/cs/handle/11222.digilib/127601>>.

Husted, R., ©2011: Silver. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://periodic.lanl.gov/47.shtml>>.

Ježek, V., ©2018: Historie dobývání stříbra, olověných a železných rud na Příbramsku. (Online) [cit. 2023.02.19], dostupné z: <<http://www.rimbaba.cz/index.php/clanky-o-hornictvi/40-historie-dobyvani-na-pribramsku>>.

Jordánová, J., 2001: Dopady těžby nerostných surovin na ekonomickou situaci místních obyvatel a životní prostředí. Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta. 90 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. (Online) [cit. 2023.02.26], dostupné z: <<https://theses.cz/id/auooi0/?lang=en>>.

Kalabis, Z., ©2019: Jáchymovské stříbro objevil německý horník Öser. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.mesec.cz/clanky/jachymovske-stribro-objevil-nemecky-hornik-oser/>>.

Kapitol Gold, ©2019: Těžba investičních kovů z elektroniky. (Online) [cit. 2023.02.23], dostupné z: <<https://www.kapitolgold.cz/zajimavosti-o-investicnich-kovech/tezba-investicnich-kovu-z-elektroniky/>>.

Konvička, V., ©2014: Dějiny dolování stříbrných rud na Českokrumlovsku. (Online) [cit. 2023.02.19], dostupné z: <http://podzemi.solvayovylomy.cz/histor/lokality/c_krum/KRUMLOV.htm>.

Konvička, V., ©2014: Dějiny dolování polymetalických rud v Jihlavě. (Online) [cit. 2023.02.19], dostupné z: <<http://podzemi.solvayovylomy.cz/histor/lokality/jihlava/JIHLAVA.htm>>.

Konvička, V., ©2014: Dějiny dolování stříbrných rud v Kutné Hoře. (Online) [cit. 2023.02.19], dostupné z: <http://podzemi.solvayovylomy.cz/histor/lokality/kutna_h/KUTNA_HO.htm>.

Kudyznudy, ©2022: Věda a historie není nuda: stříbrné pokladnice českého království, doly, štoly, mincovny a rekordy. (Online) [cit. 2023.02.19], dostupné z: <<https://www.kudyznudy.cz/aktuality/veda-a-historie-neni-nuda-stibrne-pokladnice-ceska>>.

Kuchyňová, M., 2013: Vazba stříbra na polymetalických ložiscích Blanické brázdy a porovnání s podobnými ložisky ve světě. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Ústav geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů, Praha. 29 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. (Online) [cit. 2023.02.23], dostupné z: <<https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/56456>>.

Matyášek, J. & Suk, M., ©2010: Ovlivňování litosféry člověkem. (Online) [cit. 2023.02.26], dostupné z: <<https://www.mesec.cz/clanky/ovlivnovani-litosfery-clovekem>>.

z: <<https://is.muni.cz/elportal/estud/pedf/js10/antropog/web/pages/4-1-dusledky-tezby-zpracovani-nerostnych-surovin.html>>.

Město Kutná Hora, ©2016: Historie města. (Online) [cit. 2023.01.06], dostupné z: <<https://www.kutnahora.cz/index.php?sec=2&cid=89>>.

Mindat, ©2015: Cannington Mine. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.mindat.org/loc-17584.html>>.

Mishra, G. a kol., ©2021: Recovery of silver from waste printed circuit boards (WPCBs) through hydrometallurgical route: A review, Environmental Challenges. (Online) [cit. 2023.02.23], dostupné z: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667010021000524#bbib0044>>.

Národní pokladnice, ©2016: Stříbrný fenomén – čím si tento drahý kov získal obdiv lidí po celém světě?. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://www.narodnipokladnice.cz/numismaticke-novinky/180-stribrny-fenomen-cim-si-tento-drahy-kov-ziskal-obdiv-lidi-po-celem-svete>>.

Nerosty, ©2023: Nerosty. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <https://www.nerosty.cz/nerosty/st%25f8%25edbro/3575_st%25f8%25edbro>.

NS Energy, ©2007: San Cristobal Zinc, Lead and Silver Mine. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.nsenergybusiness.com/projects/san-cristobal-zinc-lead-and-silver-mine/>>.

Olbernhau, ©2010: Vycezoování – ságroování. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.olbernhau.de/cs/vycezoov%C3%A1n%C3%AD-%E2%80%93-s%C3%A1grov%C3%A1n%C3%AD>>.

Periodická tabulka, ©2017: Stříbro. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<http://www.prvky.com/47.html>>.

Petruška, J., ©2019: Výrazný propad produkce stříbra u největšího producenta na světě. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.kurzy.cz/zpravy/492132-vyrazny-propad-produkce-stibra-u-nejvetsiho-producenta-na-svete/>>.

Petruška, J., ©2016: 10 největších těžařů stříbra. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://zlataky.cz/novinky-zlato-stibro-trh/10-nejvetsich-tezaru-stibra>>.

Petruška, J., ©2016: Stříbrné doly sníží těžbu a budou tlačit ceny vzhůru. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.kurzy.cz/zpravy/412922-stribrne-doly-snizi-tezbu-a-budou-tlacit-ceny-vzhuru/https://www.kurzy.cz/zpravy/412922-stribrne-doly-snizi-tezbu-a-budou-tlacit-ceny-vzhuru/>>.

Pohořelský, M., ©2022: Multimediaexpo. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<http://www.multimediaexpo.cz/mmecz/index.php/St%C5%99%C3%ADbro>>.

Prokop, F., ©2016: Jak dlouho ještě vydrží největší stříbrný důl?. (Online) [cit. 2023.02.20], Dostupné z: <<http://www.kitco.cz/jak-dlouho-jeste-vydrzi-nejvetsi-stribrny-dul/>>.

Prokop, J., ©2007: Štola sv. Jiří u Malého Beranova. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.speleoijhlava.cz/?stola-sv-jiri-u-maleho-beranova>>.

Prouza, R., ©2017: Celosvětová produkce zlata a stříbra: Fakta a konspirace. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.goldprofit.cz/blog/detail/celosvetova-produkce-zlata-a-stibra-fakta-a-konspirace>>.

Prouza, R., ©2019: Velký propad americké produkce stříbra. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.goldprofit.cz/blog/detail/velky-propad-americke-produkce-stibra>>

Ražba.cz, ©2020: Historie mincí. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.razba.cz/historie-mince.html>>.

Silver institute, ©2019: World Silver Survey. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.silverinstitute.org/wp-content/uploads/2019/04/WSS2019V2.pdf>>.

Svoboda.info, ©2019: Středověký důl v Kutné Hoře čeká další velká oprava. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.svoboda.info/zpravy/kutna-hora/stredoveky-dul-v-kutne-hore-ceka-dalsi-velka-oprava/>>.

Špalek, J., ©2023: Allargentum. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://www.minerals.cz/>>.

Špalek, J., ©2023: Argentit. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://www.minerals.cz/>>.

Špalek, J., ©2023: Freibergit. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://www.minerals.cz/>>.

Špalek, J., ©2023: Galenit. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://www.minerals.cz/>>.

Taterová, L., 2019: Dopady těžby nerostných surovin na životní prostředí. (Online) [cit. 2023.02.26], dostupné z: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.studentsummit.cz/wp-content/uploads/2019/11/BGR_UNEA_Nerostn%C3%A9-suroviny.pdf>.

Těžební unie, ©2022: Po těžbě vrací krajinu do kondice člověk i příroda. (Online) [cit. 2023.02.26], dostupné z: <<https://tezebni-unie.cz/2022/09/01/po-tezbe-vraci-krajinu-do-kondice-clovek-i-priroda/#:~:text=Obnovu%20krajiny%20po%20t%C4%9B%C5%BEb%C4%9B%20si%20v%20%C4%8Cesk%C3%A9%20republice,na%20%C5%A1t%C4%9B%20a%20p%C3%ADsky%20%C4%8Di%20jin%C3%A9%20nerostn%C3%A9>>.

The Gold Report, 2017: Silver Wheaton's Profile Boosted by Progress at Antamina Mine. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.streetwisereports.com/article/2017/03/16/silver-wheatons-profile-boosted-by-progress-at-antamina-mine.html>>.

The Natural Saphir Company, ©2002: Silver Processes & Uses. (Online) [cit. 2023.02.22], dostupné z: <<https://www.thenaturalsapphirecompany.com/education/precious-metal-mining-refining-techniques/silver-mining-refining/>>.

TrustWorthy, ©2020: Historie stříbra. (Online) [cit. 2023.02.24], dostupné z: <<https://www.twicz.com/produkty-a-sluzby/investicni-stibro/o-stribre/historie-stribra/>>.

Vaněčková, M., 2007: Historický vývoj těžby nerostných surovin na Příbramsku v 19. a 20. století a její vliv na životní prostředí. Masarykova univerzita, Faculty of Social Studies, Brno. 107 s. (diplomová práce). „nepublikováno“ (Online) [cit. 2023.02.19], dostupné z: <<https://is.muni.cz/th/udphd/>>.

Vaněk, V. & Velebil, D., ©2007: Staré hutnictví stříbra, Studie k dějinám hornictví a důlních prací. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<http://www.velebil.net/clanky/hutnictvi-stibra/>>.

Vedantu, ©2023: Questions & Answers. (Online) [cit. 2023.02.22], dostupné z: <<https://www.vedantu.com/question-answer/in-the-cyanide-process-for-the-extraction-of-class-11-chemistry-cbse-5fab6750f80ae317ab9df976>>.

Velf, J., ©2017: Dolování v čase vlády Karla IV.. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.stavebni-technika.cz/clanky/dolovani-v-case-vlady-karla-iv>>.

Visual Capitalist, ©2021: Silver Through the Ages: The Uses of Silver Over Time. (Online) [cit. 2023.02.24], dostupné z: <<https://www.visualcapitalist.com/sp/silver-through-the-ages-the-uses-of-silver-over-time/>>.

Vorel, P., ©2020: Od tolaru k dolaru. Měna USA je své jméno dlužna vynucené české minci. (Online) [cit. 2023.02.25], dostupné z: <https://www.idnes.cz/technet/veda/puvod-dolar-tolar-penize-mena.A200301_212416_veda_mla>.

Vystrčil, R., ©2017: Tarnovské Hory. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.dusekarpat.cz/polsko/tarnowskie-gory/>>.

Z Jihlavy, ©2007: Stříbrné doly – nová kulturní památka. (Online) [cit. 2023.02.19], dostupné z: <<http://www.zihlavy.cz/c1-stibrne-doly-nova-kulturni-pamatka>>.

Zlatokopové, ©2014: Raritní nálezy stříbra. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.zlatokopove.cz/raritni-nalezky-stibra/>>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Masivní kus ryzího stříbra nalezený v Maroku v dole Imiter (670g) (Nerosty, 2023. Nerosty. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <https://www.nerosty.cz/nerosty/st%25f8%25edbro/3575_st%25f8%25edbro>).

Obr. 2: Argentit (Špalek, J., 2023. Argentit. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://www.minerals.cz/>>).

Obr. 3: Freibergit (Špalek, J., 2023. Freibergit. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://www.minerals.cz/>>).

Obr. 4: Allargentum (Špalek, J., 2023. Allargentum. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://www.minerals.cz/>>).

Obr. 5: Chlorargyrit (Černý, P., 2023. Chlorargyrit. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://sberatelmineralu.cz/en/eshop/size/medium/chlorargyrit/>>).

Obr. 6: Galenit (Špalek, J., 2023. Galenit. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://www.minerals.cz/>>).

Obr. 7: Evidovaná ložiska v ČR tvorba vlastní z podkladu (Bodenlosová, G., 2018. Slepé Mapy. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://www.unoduo.cz/cr/slepe-mapy-cr/>>).

Obr. 8: Vytěžená ložiska v ČR tvorba vlastní z podkladu (Bodenlosová, G., 2018. Slepé Mapy. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://www.unoduo.cz/cr/slepe-mapy-cr/>>).

Obr. 9: Důl Osel v Kutné Hoře (Svoboda.info, 2019. Středověký důl v Kutné Hoře čeká další velká oprava. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.svoboda.info/zpravy/kutna-hora/stredoveky-dul-v-kutne-hore-ceka-dalsi-velka-oprava/>>).

Obr. 10: Důl Marie po požáru v roce 1892 (Ježek, V., 2018. Historie dobývání stříbra, olovených a železných rud na Příbramsku. (Online) [cit. 2023.02.19], dostupné z: <<http://www.rimbaba.cz/index.php/clanky-o-hornictvi/40-historie-dobyvani-na-pribramsku>>).

Obr. 11: Štola sv. Jiří u Malého Beranova (Prokop, J., 2007. Štola sv. Jiří u Malého Beranova. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.speleoijhlava.cz/?stola-sv-jiiri-u-maleho-beranova>>).

Obr. 12: Důl Svornosti v Jáchymově před 100 lety (Dohaje, 2012. Důl Svornost. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.dohaje.cz/stezky/256/3362>>).

Obr. 13: Celosvětová produkce stříbra od roku 1493 do roku 2016 (Prouza, R., 2017. Celosvětová produkce zlata a stříbra: Fakta a konspirace. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.goldprofit.cz/blog/detail/celosvetova-produkce-zlata-a-stribra-fakta-a-konspirace>>).

Obr. 14: Produkce stříbra v jednotlivých regionech světa (Petruška, J., 2016. 10 největších těžařů stříbra. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://zlataky.cz/novinky-zlato-strebro-trh/10-nejvetsich-tezaru-stibra>>).

Obr. 15: Produkce stříbra na jednotlivých kontinentech vlastní tvorba podle (Silver institute, 2019. World Silver Survey. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.silverinstitute.org/wp-content/uploads/2019/04/WSS2019V2.pdf>>).

Obr. 16: Důl na stříbro Fresnillo v Mexiku (Prokop, F., 2016. Jak dlouho ještě vydrží největší stříbrný důl?. (Online) [cit. 2023.02.20], Dostupné z: <<http://www.kitco.cz/jak-dlouho-jeste-vydrzi-nejvetsi-stibrny-dul/>>).

Obr. 17: Důl Antamina v Peru (The Gold Report, 2017. Silver Wheaton's Profile Boosted by Progress at Antamina Mine. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.streetwisereports.com/article/2017/03/16/silver-wheatons-profile-boosted-by-progress-at-antamina-mine.html>>).

Obr. 18: Důl San Cristobal v Bolívii (NS Energy, 2007. San Cristobal Zinc, Lead and Silver Mine. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.nsenergybusiness.com/projects/san-cristobal-zinc-lead-and-silver-mine/>>).

Obr. 19: Americká produkce stříbra v letech 2000 – 2018 (Prouza, R., 2017. Celosvětová produkce zlata a stříbra: Fakta a konspirace. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.goldprofit.cz/blog/detail/celosvetova-produkce-zlata-a-stribra-fakta-a-konspirace>>).

Obr. 20: Důl v Tarnovských Horách v Polsku (Vystrčil, R., 2017. Tarnovské Hory. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.dusekarpat.cz/polsko/tarnowskie-gory/>>).

Obr. 21: Želízko a špičák s násadou byly hornické pracovní nástroje ze 14. až 16. století používané v březohorském rudním revíru (Velf, J., 2017. Dolování v čase vlády Karla IV.. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.stavebni-technika.cz/clanky/dolovani-v-case-vlady-karla-iv>>).

Obr. 22: Trejv (žentour), doposud funkční mohutný dřevěný těžní stroj, který je nyní součástí expozice Českého muzea stříbra v Kutné Hoře (Velf, J., 2017. Dolování v čase vlády Karla IV.. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.stavebni-technika.cz/clanky/dolovani-v-case-vlady-karla-iv>>).

Obr. 23: Vrtná souprava ve stříbrném dole v Mexiku (Bnamericas, 2017. Mexico miners hit by strikes, blockades. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.bnamericas.com/es/reportajes/tendencias-huelgas-y-bloqueos-en-minas-mexicanas-->>).

Obr. 24: Prostor pro ságrování ve skanzenu v Olbernhau (Olbernhau, 2010. Vycezování – ságrování. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.olbernhau.de/cs/vycezov%C3%A1n%C3%AD-%E2%80%93-s%C3%A1grov%C3%A1n%C3%AD>>).

Obr. 25: Princip flotačního rozdělování (Halas, J., 2014. Flotační činidla na bázi kapalných produktů z pyrolýzy odpadů. Diplomová práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta. Vedoucí práce Vladimír Čablík. (Online) [cit. 2023.02.22], dostupné z: <<https://theses.cz/id/k558wf/>>).

Obr. 26: Elektrolytická rafinace (Great mining, 2018. Silver mining. (Online) [cit. 2023.02.22], dostupné z: <<https://www.greatmining.com/silver.html>>).

Obr. 27: Proces zpracování stříbra (Barshai, A., 2022. Silver Refining. (Online) [cit. 2023.02.23], dostupné z: <<https://blog.emew.com/silver-refining>>).

Obr. 28: Užití stříbra v letech 2011 – 2019 (Free - Bullion - Investment - Guide, 2020. Silver Supply and Demand 2011 – 2019. (Online) [cit. 2023.02.24], dostupné z: <<https://www.free-bullion-investment-guide.com/silver-supply-and-demand.html>>).

Obr. 29: Stříbrný dolar z roku 1794 (Coinupdate.com, 2013. Vzácny stříbrný dolar se v USA vydražil za 10 milionů dolarů. (Online) [cit. 2023.02.25], dostupné z: <https://www.idnes.cz/hobby/domov/stribrny-dolar-drazba.A130125_103435_hobby-domov_bma>).

Obr. 30: Jáchymovský tolar z 16. století (Vorel, P., 2020. Od tolaru k dolaru. Měna USA je své jméno dlužna vynucené české minci. (Online) [cit. 2023.02.25], dostupné z: <https://www.idnes.cz/technet/veda/puvod-dolar-tolar-penize-mena.A200301_212416_veda_mla>).

Obr. 31: Stříbrná Lunula, 2. století p. n. l. (Antique Jewellery University, 2020. A History of Silver in Jewellery. (Online) [cit. 2023.02.26], dostupné z: <<https://www.langantiques.com/university/a-history-of-silver-in-jewelry/>>).

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Chemické vlastnosti stříbra (Husted, R., 2011. Silver. (Online) [cit. 2023.02.18], dostupné z: <<https://periodic.lanl.gov/47.shtml>>).

Tab. 2: Statistické údaje o evidovaných ložiscích stříbra v ČR (Starý, J. et al., 2008. Surovinové zdroje České republiky. In: Nerostné suroviny. Geofond, s. 413).

Tab. 3: Pořadí nejvýznamnějších producentů stříbra v roce 2015 (Petruška, J., 2016. 10 největších těžařů stříbra. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://zlataky.cz/novinky-zlato-stribro-trh/10-nejvetsich-tezaru-stribra>>).

Tab. 4: Historická těžba stříbra v USA a výtěžnost (Prouza, R., 2017. Celosvětová produkce zlata a stříbra: Fakta a konspirace. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.goldprofit.cz/blog/detail/celosvetova-produkce-zlata-a-stribra-fakta-a-konspirace>>).

Tab. 5: Americká produkce stříbra ve vybraných letech (Prouza, R., 2017. Celosvětová produkce zlata a stříbra: Fakta a konspirace. (Online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.goldprofit.cz/blog/detail/celosvetova-produkce-zlata-a-stribra-fakta-a-konspirace>>).