

Metodologie archeologie středověku a novověku

10. Historická montanistika – základy metodologie a terminologie, přehled historického vývoje.



Montánní archeologie

- **Montanistika** – nauka o dějinách hornictví (z lat. mons – hora)
 - disciplína zaměřená na získávání poznatků o historické těžbě a zpracování nerostů, zejména drahých kovů separovaných z polymetalických rud (Au, Ag, Cu, Zn, aj.)
- **Studium** – historie dobývání a hutnictví kovových surovin v rámci sídelního vývoje
- **Předmět studia** – zkoumání zaniklých těžebních a zpracovatelských areálů archeologickými metodami
 - exploatace zlata (těžba, rýžování)
 - exploatace stříbra a barevných rud
 - těžba a zpracování železných rud
- **Západní Evropa a USA** – úzce spojena s přírodními vědami, protože zkoumá historické metody těžby v návaznosti na technologické postupy.

Montánní archeologie

- **Středověké a raně novověké rudní hornictví: okruhy studia**
- **Ekonomická a technická infrastruktura** – hornické, úpravnické, hutnické provozy
 - vznik, délka trvání, zánik
- **Báňsko-hutnické technologie** – dolování
 - čerpání vody
 - úprava rud: praní mletí, pražení
 - hutnické (metalurgické) zpracování
- **Hornické a úpravnické areály** – vliv na osídlení regionu
 - infrastruktura (doprava, zemědělské zázemí)
 - vliv na odlesňování či znečištění krajiny
- **Hornická sídliště** – vznik, trvání a zánik
 - propojení s městskými centry
 - prostorová, sociální a ekonomická interakce s důlními a hutními provozy.

Předmět výzkumu

- **Studium** – dějin hornictví a dobývání rud
 - přírodní podmínky: geomorfologie, geologie, hydronymie, klima, vegetace
 - báňské, hutnické a úpravnické areály
 - technické zařízení a vybavení
 - zkoumání výrobních postupů a technologií
 - zpracovatelské postupy
 - vztahy mezi těžební a výrobní činností
 - vliv těžby na osídlení krajiny
 - formování kulturní krajiny (hornická a městská kolonizace)
 - mezioborová spolupráce s exaktními vědami: geologie, mineralogie, paleoenvironmentální průzkum
 - ekologické důsledky dolování a výrobní činnosti: exploatace ložisek, lesa, vodních toků, znečištění-kontaminace přírodního prostředí aj.



Propadlina kolmé šachty v Pittenwaldu u Rýmařova

Dějiny bádání

- **19. stol.** – rozvoj průmyslu: hornická a hutnická činnost, těžba uhlí na Ostravsku
 - **1829:** výstavba Vítkovických železáren **1837:** železářny v Třinci **1849:** v Příbrami vyšší učiliště hornické
 - dokumentace starých důlních prací v rámci ložiskového průzkumu
 - vyhledávání archivních písemných pramenů

František Pošepný – geolog: průzkum měděných rud v okolí Jilemnice

(1836 – 1895)

- vypracovat teorii o vzniku rudných ložisek
- studoval přírodní vědy na pražské polytechnice
- vyšší montánní učiliště (pozdější Báňská akademie)
- montánní geolog báňské správy Rakousko-uherska: v Rumunsku (Transylvánie), a Sedmihradsku
- hlavní geolog pro Uhry na báňském ředitelství v Banské Štiavnici
- navštívil ložiska v Nevadě a Kalifornii
- profesor Báňské akademie v Příbrami a Leobenu

1893: The Genesis of Ore deposit. Chicago. (Geneze rudných ložisek)

1895: Das Goldvorkommen Böhmens und der Nachbarländer. Freiberg. (Naleziště zlata Čech a sousedních zemí)

- **1. pol. 20. stol.:** studium exploatace surovin
 - J. L. Píč** – dokumentoval středověkou keramiku ze sejpů (kopečky hlušiny po rýžování)
- **30. léta: Karel Schirmeisen** – Želechovice: baterie 24 železářských pecí z 11. stol. revize 1950–1951 ARUB
 - Dolní Sukolom: tři pece z 8. až 1. pol. 9. stol.
- **50. léta: Radomír Pleiner** – zakladatel archeometalurgie, od 1953 v ARUP, výzkumy v Želechovicích a Moravském Krasu
 - technologie výroby železa: železářství (experimentální tavby), kovářství
 - 1955: Výroba železa ve slovanské huti u Želechovic na Uničovsku.
 - 1984: Dějiny hutnictví železa v Československu. Od nejstarších dob do průmyslové revoluce.
- **50. léta** – ložiskový průzkum a dokumentace terénních reliktních těžby zlata
 - prospekce, mapování, geologické vrty
 - **Jan Kořan:** historie montanistiky, dějiny železářství
 - dějiny dolování stříbra a těžby zlata
 - ředitel Ústředního ústavu geologického v Praze
 - **Josef Kratochvíl:** geolog, mineralog, ředitel petrografického ústavu
 - 8 svazků: Topografická mineralogie Čech (5 sv. 1937–1948)

- **60. a 70. léta** – rozvoj montánní archeologie urychlen růstem cen drahých kovů na světových burzách
 - ložiskový průzkum doplňován archeologickým výzkumem
- **1966-1967** – **Jaroslav Kudrnáč (ARUP)**
 - výzkum slovanských raně středověkých hradišť, hlubinná těžba zlata od 13. a 14. stol.
 - **Písek:** 1967: výzkum na pravém břehu Otavy na staveništi čistírny odpadních vod objevil pozůstatky úpravny, která zpracovávala zlatonosný křemen z Píseckých hor:
Havírky Písek-Drátovský mlýn (zlatorudný mlýn, doly)
- **1972** – soustavné sledování rýžovišť v rámci výzkumného úkolu:
Dějiny těžby zlata ve světle archeologických výzkumů
- **1973–1977: Modlešovice** u Strakonice – 1940: B. Dubský – keltský rýžovnický splav s ovčím rounem (3. stol.)
 - výzkum rýžoviště (52 sejpů), 12. – 16. stol.: J. Kudrnáč a J. Michálek

1976–1981: výzkumy u **Zátoně**, v **Saladíně**, **Lazištích** (14. – 16. stol.)

Písek-Havírky: propadlé šachty zaniklého zlatodolu
(první výzkum hlubinného dolu u nás)



Zjištěny 2 kovárny, hornické nářadí (želízka, mlátky, lampičky) včetně menších obytných stavení horníků, keramických střepů a kamnových kachlů.

- **80. léta** : evidence rýžovišť: **Jan Michálek, Jiří Frölich , Petr Zavřel**
dříve: **František Pošepný** geolog
- **Rýžovnické lokality**: na horních tocích Volyňky, Otavy, Teplé Vltavy, Blanice, Zlatého a Živného potoka, Ostružné (Pstružné), Losenice a v Pošumaví
- **Kašpersko** – nejstarší zlatorudný revír (7 km dlouhý, 2 km široký)
90. léta: **Jiří Waldhauser**: „Na prádle“ – výzkum středověké úpravny rud a mlýna
- **Střední a dolní Pootaví**: **Jiří Frölich** - Modlešovice, Vrcovice, Písek-Pazderna, Drátovský mlýn
- **Českokrumlovsko**: potoky – Zubčický, Jílecký, Mirkovický, vltavské pravob.

Soupis montánních lokalit:

M. Ernée, P. Hrubý, K. Malý, M. Tomášek, J. Valkony,: Raná exploatace exogenních akumulací zlata na Českokrumlovsku, Acta rerum naturalium 16, 2014, 85–108.

- **Kutnohorsko** – těžba stříbra: Emanuel Leminger, Martin Tomášek, Jan Frolík, Tomáš Velímský
- **Jihlavsko:** 50–60. .l.: báňské průzkumy, geologické, mineralogické
60 –70. l.: geologické vrty, J. Vosáhlo (hist, prameny)
pol. 70. l.: Z. Měřínský, D. Zimola
90. léta: ARCHAIA Brno: David Merta, Ant. Zůbek, Petr Holub
- **Třebíčsko** – Muzeum Vysočiny: David Zimola
- **Havlíčskobrodsko** – Stříbrné Hory, Česká Bělá (Petr Hrubý, Petr Hejhal, Karel Malý)
- **Pelhřimovsko** – 2009: výzkum: Černov-Cvilínek (Hrubý...)
- Karel Malý, Milan Vokáč, David Zimola, Jiří Valkony, Pavel Rous, Jan Luna, Jiří Doležel, Karel Nováček, Jiří Prokop, Jiří Sobotka, Marek Krutiš.

Sborník příspěvků ze semináře
K dějinám hornictví a důlních prací
na Vysočině
Jihlava 17.9. - 19.9. 2004

STŘÍBRNÁ JIHLAVA 2004



Jihlava 2004

- **Jaromír Novák** : 1964–1982: prováděl báňsko-historický **výzkum v Jeseníkách** společně s Václavem Štěpánem (terén + archiv)
 - **doba bronzová**: nález ohniště v blízkosti krátkých šachet ve stráni v **Suché Rudné**. uhlíky radiokarbon. dat. 3505 let (± 330), tj. do období let 1824–1164 př. n. l.
2013 – výzkum NPÚ Ostrava, přístavba penzionu Holzberg
 - pozůstatky rýžovnického splavu, propojené s vodním náhonem (dendro: 1186/1187–1234)
 - **latén**: kol. r. 100 př.n.l. na **Oskavě a Moravici nad Malou Štáhlí**
haldičky – přerýžované ve středověku a ke konci 19. stol.
- **J. Kočandrle** - povrchové dobývky Keltů v oblasti **hankštejnských dolů** na Rýmařovsku

Suchá Rudná

- **2013** – výzkum opavského pracoviště NPÚ, ú.o.p. Ostrava při stavbě bazénu za hotelem Holzberg v hl. 6 m zbytky dřevěného zařízení (splavů na rýžování zlata:

dendro: 1225, 1226 až 1230

nálezy: zlatinky

dřevěné nádoby špachtle, lopatky

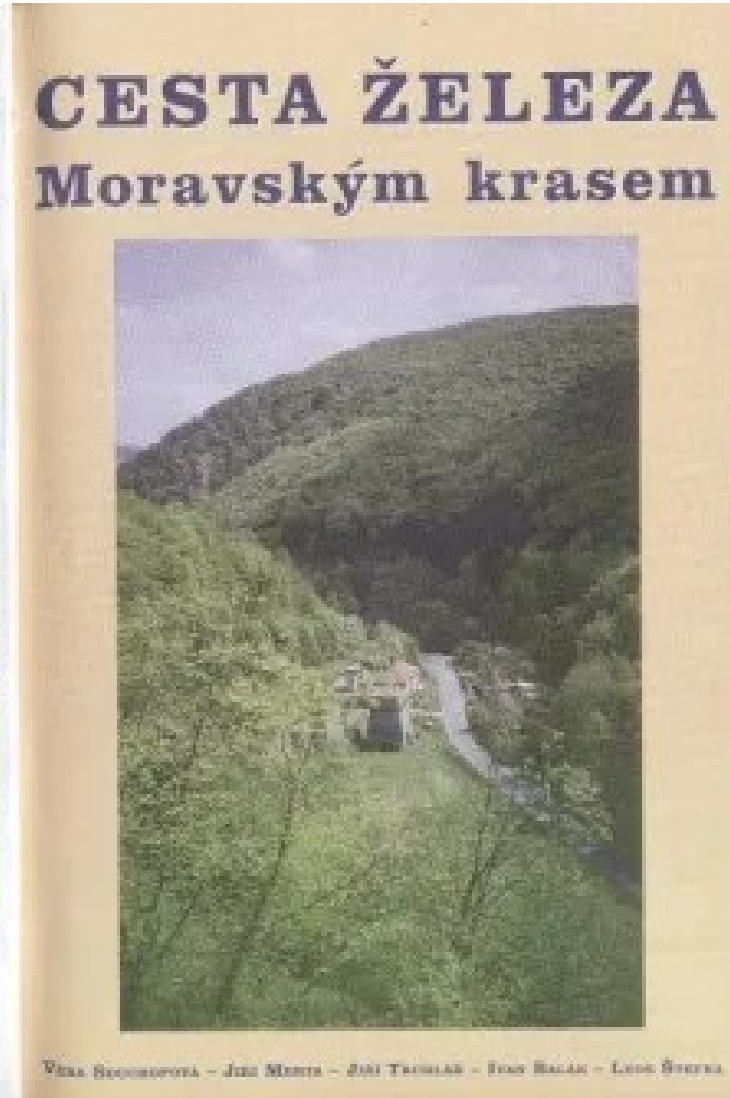
zbytky kožené obuvi

- **1213:** první zmínka o Bruntálu v tzv. Uničovské listině
- **1405:** první zmínka v tzv. dělící listině Bruntálska, kde je jmenována poloha Hoen Stolle, ztotožněná s vrchem Vysoká na severní katastru obce



- **Karel Nováček** – historie a technologie těžby (Plzeň)
 - 2001: Nerostné suroviny středověkých Čech jako archeologický problém, AR 53, 279-309.
- **Jan Havrda, Jan Podliska** – výroba a zpracování železa v Praze
- **Jan Zavřel** – problematika železářství a sklářství v Praze
- **Věra Souchopová** – Moravský kras: Technické muzeum v Brně (archeometalurgie, experimentální tavby)
- **Jiří a Ondřej Merta** (st. a ml.) – Technické muzeum v Brně, technologie výroby železa
- **Michal Ernée, Jiří Valkony, Martin Tomášek** – exploatace zlata na Českokrumlovsku
- **Dana Stehlíková** – historička umění umělecké řemeslo – zlatnictví, třídění technické keramiky
 - 1983: Pražské zlatnické dílny v 15. století, Archaeologia historica, 267–286.
- **Gustav Hofmann** – ekonomické a historické aspekty výroby železa ve středověku, metrologie
 - 1968: Výroba a spotřeba železa v Čechách v polovině 18. století, Český lid.
- Studie z dějin hutnictví (vycházejí od roku 1955)
- Archeologia technica.
- Stříbrná Jihlava (konference), FUMA

Věra Souchopová, Jiří Merta, Jiří Truhlář, Ivan Balák, Leoš Štefka: Cesta železa Moravským krasem. Brno 2002.





TECHNICKÉ
MUZEUM
V BRNĚ

Zveme Vás na 38. seminář industriální archeologie

ARCHEOLOGIA TECHNICA

středa 10. dubna 2019 / od 9:30 hodin

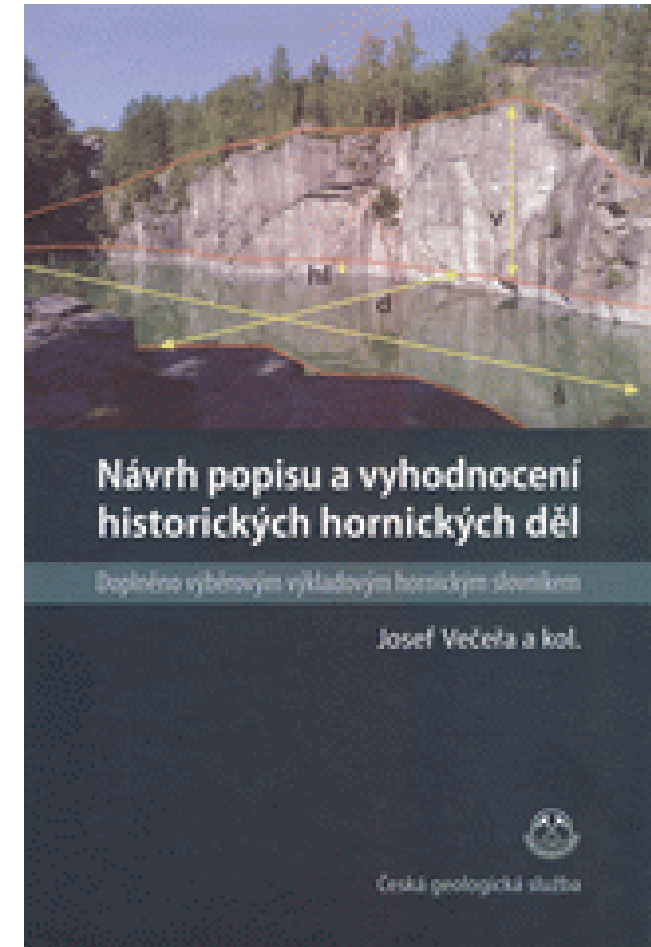
Tématem semináře je zkoumání výrobních objektů a technologií archeologickými metodami, průmyslová archeologie i praktické experimenty. Zájemci o přednesení příspěvku, oznamte laskavě téma i název organizátorům do 4. dubna 2019.

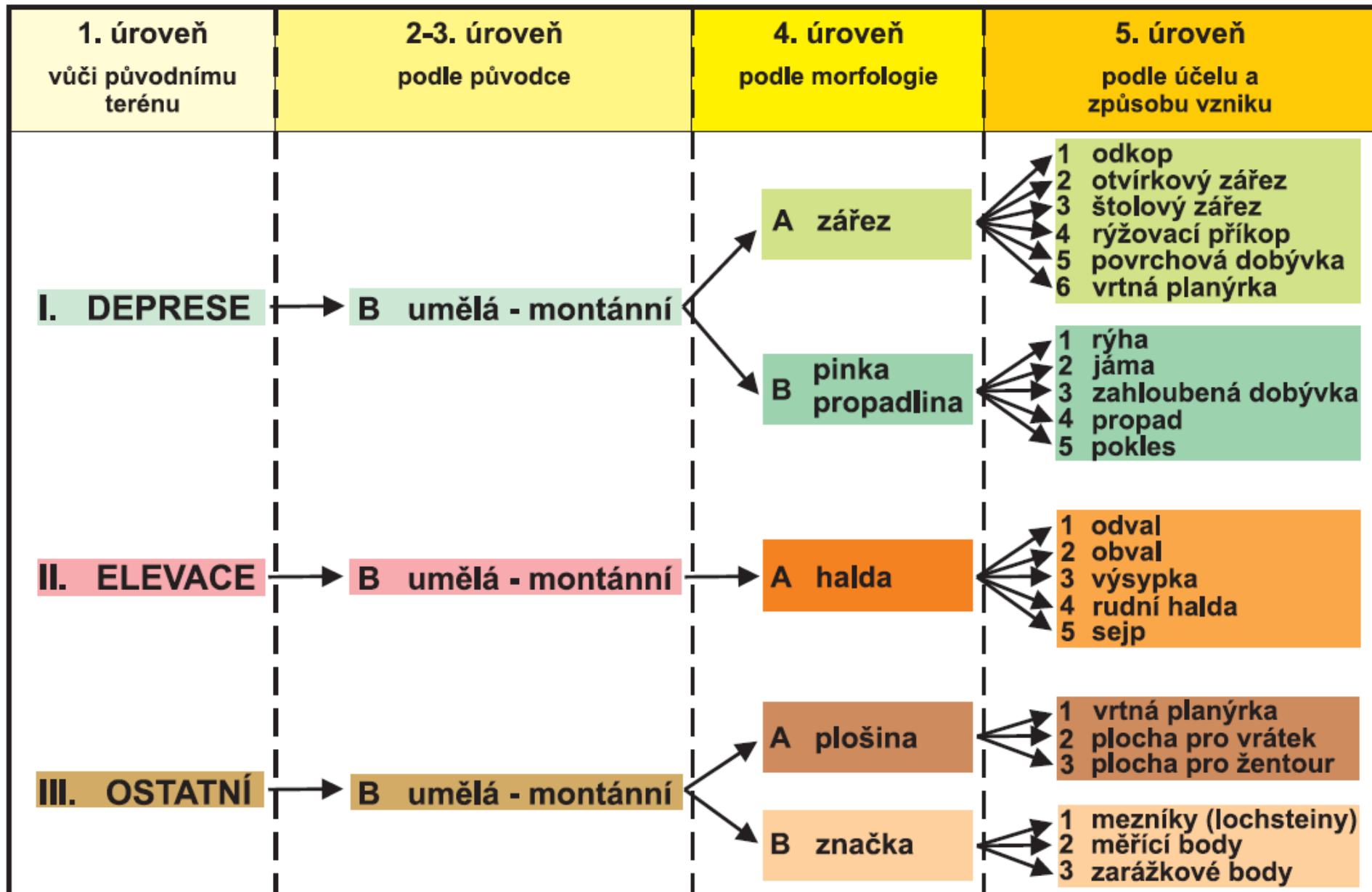
Účastnický poplatek činí 100 Kč, pro studenty 50 Kč (neplatí pro přednášející).
Program semináře bude zveřejněn na adrese www.tnbrno.cz či www.starahut.com

KONTAKT: Ondřej Merta / 541 421 426 / 770 184 617 / merta@tnbrno.cz

< relikv experimentální kusové železářské pece / Stará huť u Adamova / březen 2019

- **Josef Večeřa** – Česká geologická služba, Jeseník
 - báňskohistorický průzkum
 - lokalizace důlních děl na základě písemných pramenů
 - teoretické otázky
 - **2017: návrh jednotné terminologie povrchových tvarů**
1. **urbánní:** objekty vytvořené stavební činností
 2. **montánní:** objekty spojené s hornickou činností
 3. **industriální:** objekty spojené se zpracováním surovin (milíř, pece)
 4. **vodohospodářské:** objekty spojené s vodou (kanál, náhon)
 5. **agrární:** objekty spojené se zemědělskou a lesnickou činností
 6. **militární a fortifikační:** objekty spojené s vojenskou činností
 7. **komunikační:** objekty spojené s komunikacemi
 8. **funerální:** objekty spojené s pohřbíváním (náhrobní kámen)
 9. **ostatní:** nezařazené do předešlých kategorií





Metody

1. Písemné prameny:

- listiny: donace církevním institucím, zmínky o řemeslnících
- právní předpisy: ekonomické zájmy panovníka a vlastníků půdy

2. Ikonografické prameny:

- technologické příručky (Theophilus Presbyter, Vannoccio Biringuccio, Georgius Agricola, Lazar Ercker)

3. Kartografické prameny:

- historické mapy, plány důlních děl

4. Archeologický výzkum:

- **povrchový průzkum** – informace o ložiscích a pozůstatcích těžby, klasifikace nad- a podzemních památek
 - zaměření, letecké laserové skenování: digitální modely reliéfu
- **terénní výzkum** – hmotné doklady výrobních objektů a zařízení
 - doklady činnosti: strusky, rudy, hutnické polotovary, technická keramika
- **výzkum technologií** – analýzy nálezů, metalografické analýzy

Klasifikace povrchových stop

- Typologie vytvořená Karlem Nováčkem a Josefem Večeřou:
- Rozlišení primárních a sekundárních reliktnů těžby.
- **Primární ložiska:** dělí se podle fáze prováděné těžební aktivity na:
 - práce kutací (prospekční)
 - přípravné (otvírkové a vyřizovací)
 - těžební (dobývací)
- **Sekundární ložiska** – sejpy (halda prorýžovaného materiálu)

Klasifikace reliktnů těžby v terénu

- **Druh těžby:**
 1. Povrchová – jámy mají větší šířku než délku (pinky)
 2. Přípovrchodá – šachtice a odval (společně obval)
 3. Hlubinná – šachty, tzv. dědičné štoly (odvod vody)
- **Typ těžby:**
 1. Primární
 2. Sekundární – nové technologie, odtěžení odvalů
 3. Opakovaná
- **Typ hornických prací:**
 1. Prospekční – těžební jámy, rýhy (žíly)
 2. Přípravné neboli otvírkové
 3. Těžební
 4. Rýžování
 5. Likvidační (zasypání hlušinou)

Metalurgie

- **Hutnictví kovů** – součást montánních věd
- **Znalost výroby a zpracování** – u základních a drahých kovů (měď, cín, olovo, rtuť, zlato a stříbro) byla technologie zvládnuta ve starověku a to nezávisle na více místech (v Přední Asii, v Číně a Indii)
- **Pravěk** – v Evropě: Etruskové a Římané
- **Raný středověk** – v Evropě: útlum rozvoje metalurgických postupů
- **Vrcholný středověk** – otvírání četných ložisek stříbra na území dnešní Francie a Německa i Čech

- **Historické hutnictví** – studuje technologie a techniku tepelného zpracování rud:
 - a) postupy předcházející vlastnímu hutnění – rozdrůžování rudy
 - obohacování rudy
 - příprava rudního koncentrátu
 - b) tavení rudního koncentrátu – oddělování kovových složek
 - čištění výsledného produktu
- Kromě zmínek starověkých autorů se o starém hutnictví barevných kovů zmiňují práce:
 - Vanoccia Biringuccia (1480–1538)**
 - Georga Agricoly (1494–1555)**
 - Johanna Mathesia (1504–1565)**
 - Lazara Erckera (1530–1594)**

Vanoccius Bringuccius

(1480 - 1539)

- Rodák ze Sieny
- Věnoval se kovolictví – především puškařství a zvonařství
- **De la pirotechnia libri X** – první soustavné pojednání o metalurgii, které vyšlo r. 1540 v Benátkách.
 - popisuje vlastnosti rud a kovů, prubířské zkoušky, kovolictví.
- Zdokumentoval nejstarší středověké technologie a navázal na:
- **Theophila Presbyteri** – **benediktínský mnich** (Roger z Helmarshausenu)
 - popsal techniky uměleckých řemesel (zlatnictví)
 - 1100-1120: *Schedula diversarum artium* (v opisech „*De diversis artibus*“)

Georg Bauer (Georgius Agricola)

(1494-1555)

- Narodil se v Glauchau, studoval v Bologni, nakladatel v Benátkách pak v Chemnitz
- lékař, který se zabýval mineralogií, hornictvím a hutnictvím.
- **1516**: objev stříbrorudného ložiska Jáchymově
- **1527-1531**: působil v Jáchymově na místě městského lékaře a lékárníka
- **1530**: **Bermannus sive de re metallica** (rozhovor lékařů s hutníkem Bermannem)
- **1533**: Spis o moru (nemoci horníků)
- **1546**: **De natura fossilium** (O povaze nerostů)
- **1556**: **De re metallica libri XII** (Dvanáct knih o hornictví a hutnictví)
 - první systematická učebnice nauky o kovech: vyhledávání rudných žil, budování dolů, větrání a odčerpávání vod, zaměřování podzemních chodeb, tavení rud a získávání čistého kovu.
- Kniha přeložena do němčiny, italštiny, 1912 do angličtiny (díky prezidentu H. C. Hooverovi a jeho ženě)
- K osvojení technologie kovů bylo nutné zvládnout metalurgii, matematiku pro geodetické práce, výrobu nástrojů a vybavení dolů, dopravu, čerpadla a medicínu kvůli léčení důlních úrazů a nemocí horníků.
- **Jiřího Agricoly: Dvanáct knih o hornictví a hutnictví. Z lat. orig. přel. Bohuslav Ježek a Josef Hummel. 1. vyd. P., Národní technické muzeum 1976.**

Johannes Mathesius

(1504-1565)

- Současník Georgia Agricoly, v Jáchymově působil 30 let
- Zajímal se o matematiku, alchymii a mineralogii, shromáždil mineralogickou sbírku a knihovnu
- Rodák z Rochlitz v Sasku (z rodiny těžaře)
- Studoval v Norimberku, na univerzitě v Ingolstadt a Wittenberku, studia nedokončil (učitel v Altenburku)
- Přítel Martina Luthera: sepsal jeho životopis

- 1532: získal místo rektora latinské školy v Jáchymově
- 1538: spolupodílníkem provozu dolu (za výuku dětí těžaře)
- 1540: dostudoval wittenberskou univerzitu a pak se vrátil do Jáchymova: kazatel a pak evangelický pastor

- **1564:** vydal knihu pod názvem „**Sarepta oder Bergpostill**“ (tzv. Mathesiova postila)
v 16ti kázáních pojednal o vzniku rudních ložisek, počátcích hornictví a těžby rud (zlato, stříbro, měď, železo a cín), popsal dějiny Jáchymova a hornictví v letech 1516-1563 včetně soupisu žil a jejich výtěžku stříbra

Lazarus Ercker von Schreckenfels

1528 – 1594

- **1528:** narodil se v Annabergu v saském Krušnohoří, studoval ve Wittembergu, pocházel z obchodnické rodiny, původem z Norimberku, spojené po více generací s hornictvím.
- **1555:** jako zkušební mistr ve službách saského kurfiřta Augusta měl zkoumat kovy a rudy v nerostech (zkoušení = prubířství), což předpokládalo dobré znalosti z metalurgie a chemické analýzy
- **1556: Das kleine Probierbuch** (Malá zkušební či prubířská kniha)
 - popisuje procesy, které se používaly při „zkoušení“ mincí, kovů a hornin
 - jmenován generálním zkušebním mistrem (dohled nad mincovnami ve Freibergu, Schneebergu a Annabergu)
- **1558:** odešel do Goslaru a vstoupil do služeb vév. Jindřicha ml. Braunschweigu vardajn (úředník odpovídající za provoz mincovny) a mincmistr
- **1563:** založil společnost na zpracování chudých rud těžených v okolí hory Rammelsberg
- **1570:** prubíř v Kutné Hoře a v Praze (báňský odborník)
- **1577:** jmenován Rudolfem II. císařským vrchním horním mistrem

Vavřinec Kříčka z Bítvyšky

1500 - 1570

- **1557** – konvář a zvonař, působil v Praze, kde spolupracoval s královským puškařem Tomášem Jarošem z Brna (až do smrti v roce 1570)

Návod k lití a přípravě děl. kulí, hmoždířů, zvonů, konví ke zvedání vody k vodotryskům a četnými kresbami opatřený.

- příručka o technologii slévání (poznámky doplněné nákresy)
- kniha je rozdělena do třech kapitol :
 - skupina I.: zbrojní materiál
 - skupina II.: konstrukce pump
 - skupina III.: konstrukce a výroba zvonů a cimbálů
- lití zvonů a ostatních předmětů (hmoždíře, trojnožky, kotlíky)
- technické nákresy nástrojů i pecí (s výpočty)

Hospodářské aspekty předindustriálního hornictví

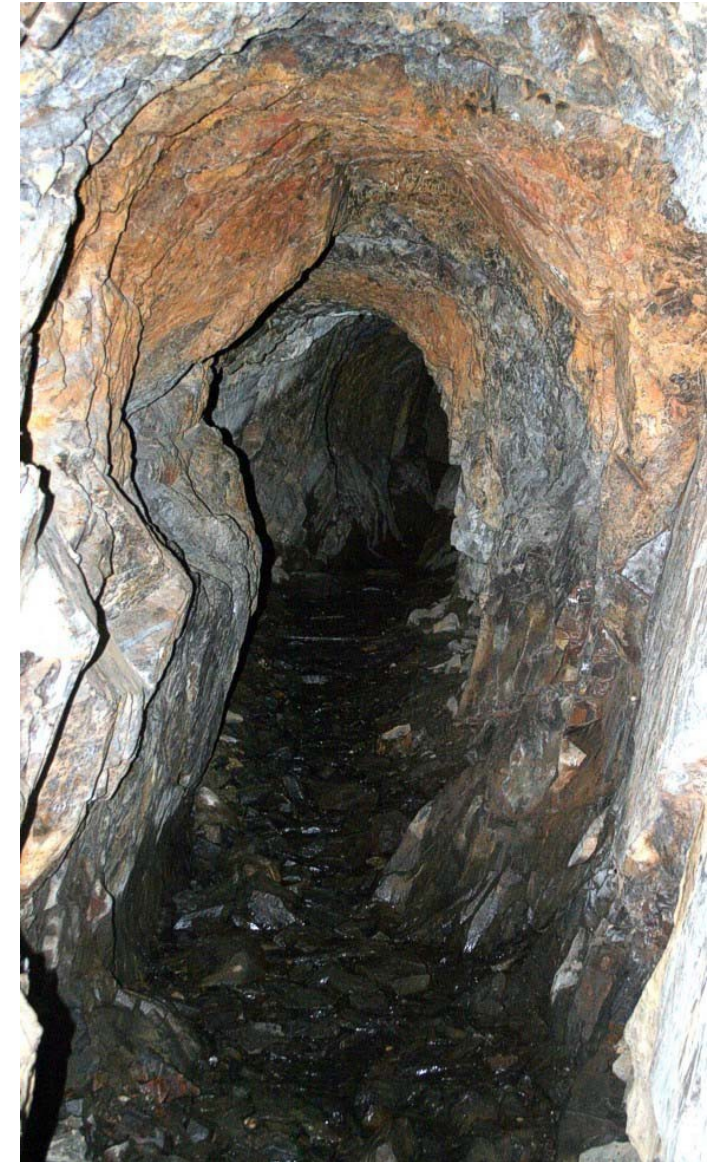
- **Intenzifikace těžby:**
 - a) poptávka po kovech, hlavně stříbro – pol. 13. stol. : Krušnohoří, Jeseníky
 - konec 13. stol.: Kutná Hora: 90% veškeré těžby
1 až 2 tis. horníků
 - b) ekonomický přínos – příjem panovníka (urbura)
 - podíly na výtěžcích : města (privilegia: Bruntál, Uničov, Jihlava)
 - vlastní podnikání: církve a šlechta (vrchnost)
 - c) efektivita těžby rud a zpracování kovů – nové technologie hlubinného dobývání a zpracovatelské postupy
 - zvýšení nákladů (v 15. stol. nerentabilní)
 - e) negativní vlivy – válečné události: husitské a uherské války v 15. stol.
 - morové epidemie a hladomory: 1349, 1357, 1380
 - zámořské objevy: příliv levného stříbra v 16. stol.

Metody získávání zlata

- Primární ložiska – zlato vystupuje k povrchu
- Sekundární ložiska – častější v Čechách: zlato se vyskytuje volně v náplavech nebo paleorosypech.
- a) **Rýžování volného sedimentu** – nejstarší a nejjednodušší způsob, který zanechává minimální stopy (sejpy).
- b) **Dobývání svrchní části ložiska** – metoda použitá po vyčerpání sekundárních rozsypů a následném objevení primárního zdroje.
- c) **Tzv. „měkké dolování“** – kombinace předešlých dvou metod aplikovaných v místech výskytu zvětralých žil nebo méně zpevněných sedimentů (paleorosypů) a v místech říčních teras

Podpovrchové rýžování v žilách

- Probíhalo standardními hornickými metodami
- Hranice mezi povrchovou a hlubinnou těžbou: 10 m
- **Pinky** – z německého „Die Pinge“, (deprese, kutací jámy, obvaly)
- **Šachty** – lokální hloubkové dobývání zlatonosných sedimentů
- **Štoly** – dobývání báňskou metodou
- **Ohlubeň** – jiný výraz pro šachetní věnec, který se nachází okolo ústí šachty
- **Obval** – zasypané trychtýřovité kutací jámy nebo šachtice obklopené kruhovou nebo půlměsícovitou haldou vytěženého (jalového) materiálu
- **Deprese** – propadliny nad zřícenými štolami
- **Zakládání** – navracení přerýžovaného materiálu zpět do těžebních jam
- **Obvalové tahy** – kutací práce sledovaly rudné žíly
- **Obvalová pole** – plošné sledování
- **Střední Povltaví a dolní Posázaví** – zlatonosná ruda (kyzy) nebo žilný křemen
- **Křemelná** – podpovrchová těžba do hl. 30 m



Těžba

- **13. stol.** – stříbrorudná ložiska byla dobývána na výchozech žil šachtami
 - po vyčerpání svrchních partií se přecházelo na hlubinnou těžbu
 - hlubinnou metodou se těžily přípovrchové partie ložisek do hloubek okolo deseti či desítek metrů
- **Důlní pole** – obdélný tvar (98 x 64 m) s přidělenými lány (král, město, vrchnost)
 - minimálně 9 šachet
- **Důlní díla:**
 - a) **jámy** – kutací: hloubené po úklonu rudných žil
 - b) **šachty** – ražené ložiskem nebo ve směru rudných žil
 - ze šachet se k rudním žilám razily chodby
 - c) **štoly** – otvírány v nejhlubším místě terénu kvůli odvodnění a odvětrání důlního díla



Pozdně středověká těžba šachtou.

Dřevoryt z díla Ulricha Rulleina von Calv: Eyn wohlgerechnet nutzlich Buchlein, wie man Bergwerk suchen und finden soll, okolo roku 1500.



Důlní dělník s mlátkem a želízku;
Kutnohorský antifonář z roku 1471.

Česká báňská technika

- **14. stol.** – výše produkce stříbra v kutnohorském revíru dosáhla až 20 tis. kg
 - těžbu umožnila efektivní (účelná) důlní praxe odpovídající povaze ložiska:
optimální dobývací metody, těžní a čerpací technika a technologie úpravy a hutnění vytěžených rud.
- **Hlavní znaky** – otvírka ložiska po úklonu a dobývání žil sestupkovým způsobem (postupným vysekáváním stupňů v šíři dobývaného ložiska)
 - doprava v podzemí pomocí trakařů
 - těžba na povrch ručními rumpály a z větších hloubek žentoury na koňský pohon, sloužícími i k vytahování důlních vod ve džberech či v kožených měších
 - touto technikou bylo možné ložiska vytěžit jen do určitých hloubek:
v Jílovém do 400 m, v Kutné Hoře do 500 m
- **15./16. stol.** – technika využívající lidský a zvířecí pohon nepostačovala požadavkům těžby ve větších hloubkách

Formy důlního podnikání:

- 1) **samostatní podnikatelé** (Eigenlöhner) – havíř jediný nájemce dolu (s rodinou a námezdními silami)
 - povrchová ložiska: 13. a 14. stol.: Jihlava, Kutná Hora, 16. stol. Jáchymov
 - prospekce, propůjčky, kapitál od nákladníků, kteří od nich odebírali rudu

- 2) **společenstvo havířů** – několik osob kooperujících v jednoduchých důlních provozech
 - společný majetek, o náklady a zisk se dělili

- 3) **těžařstvo** – sdružení podnikatelů (šlechta, měšťané, obchodníci, cizinci)
 - financovali těžbu, o zisk si dělili podle počtu podílů
 - nejvyšší orgán: shromáždění těžařů, tzv. rejtung (Raitung)
 - někdy pronajímali část dolu tzv. lénhavířům nebo štolníkům (nájemci)
 - rudu prodávali rudokopcům, což bývali majitelé hutí nebo ji prodávali sami

- 4) **Mezinárodní obchod (bankéřské domy)** – **Fuggerové z Augšpurku:** velkoobchodníci s mědí a cínem
 - **Welserové:** obchod se zlatem (z Nového světa) a kořením

Rentabilita dolů:

1574: kutnohorský revír: příjmy 163 053 kop grošů
výdaje: 162 454 kop grošů

- báňské investice hradil panovník: Maxmilián II. žádal měšťany o půjčky
- náklady: technické vybavení a stavba náhonů dovoz dřeva z Krkonoš a výroba uhlí
náhony (plavení dřeva) a pumpařské šachty
pracovní síla (cizí odborníci)
- výroba hřivny stříbra (cca ¼ kg) se spotřebovalo: olovo: 8 až 10 kg (i 12 až 18 kg)
dřevěné uhlí: 4 až 4½ truhly
celkové náklady: 20 až 30 českých grošů
- **propůjčení odvalů:** exploatace starých hlušinových a struskových hald
B. Nickel: získal od panovníka licenci: 1556–1562: 7 tun mědi a 400 kg stříbra
- konec. 16. stol.: některé doly kvůli nedostatku kapitálu a ztrátové těžbě zavřeny

Těžba stříbrných rud

- **Dobývací metoda** – rubání ložiska (žíly) po jeho sklonu metodou tzv. sestupkování
 - „rozpojování“ (kutání) pomocí kladiv a klínů (mlátky a želízka)
 - „sázení ohně“, tj. rozvolňování hornin ohněm
- **Nakopání materiálu** – čelba důlní chodnice 2x1m se za 1 směnu (6 hod.) posunula o 2,5 cm
- **Doprava materiálu** – materiál se dopravoval k těžní jámě ručně v dřevěných necičkách, v proutěných koších, smykem v truhlách na saních či trakařem
 - přístup do nižších pater pomocí žebříků
- **Vyvezení materiálu** – pomocí vrátku (rumpálu) umístěného na plošině u ústí šachty (50 kg ze 30 – 40 m)
 - od 13. stol. z hlubších šachet pomocí žentourů poháněných koňmi (cca 150 kg)

Ražba štol a těžba rudy pomoci mlátku a želízka.

Das Schwazer Bergbuch, Ludwig Lasl (texty) a Jorg Kolber (iluminace), polovina 16. stol.



Rubání a transport natěžené žiloviny a rudniny v neckách.

Kutnohorský graduál, poslední čtvrtina 15. stol.





a)



b)

Osvětlení dolů

Nejstarší: louče a pochodně.

Od 13. stol.: keramické lampy.

Od 16. stol. : kovové kahance



c)



d)

- **Odvádění vody** – a) odvodňovacími štolami
 - b) vaky nebo vědry vytahovanými vrátkem
 - c) dřevěnými vydlabanými koryty (Dippoldiswalde)
 - d) vodními koly (13/14. stol.: Schwarzwald, Staré Hory)
- Vytříděná ruda se odvážela do úpraven, hlušina na odvaly (někdy se ukládala do vyrubaných prostor)
- Na povrchu se rudní materiál rozbíjel kladivy, pak se rudnina rozemlela v rudních mlýnech

Hutnictví stříbra

Proces hutnění sulfidické rudy měl čtyři fáze:

- **1. Třídění rudy** – úpravy pro vstupní sulfidický koncentrát: praní, drcení, mletí
- **2. Pyrotechnická úprava** – oxidace sulfidů pražením (převedení sulfidických rud na oxidy)
- **3. Redukování na kov** – tavení v peci: **vsázka:** uhlí, ruda + struskotvorné přísady
(klejt: PbO – oxid olovnatý, křemen pro vázání Fe do strusky)
– vznikla slitina Pb a Ag
- **4. Oddělení a přečišťování** – rafinace stříbra: do kelímku v předpecí se vtilo roztavené olovo, do něhož se vypustila tavba (několikrát se opakovalo)



Prádlo s umělým přívodem v dlabaných korytech



Drcení a pražení rudy



Stříbrná huť na malbě Hanse Hesseho na zadní straně oltáře v kostele sv. Anny v Annabergu:

Vlevo: hutník sype dřevěné uhlí z proutěného koše do šachtové pece, která má ve spodní části otevřenou výpust, z níž vytéká tavenina do předpecí.

Vpravo: hutník stojí u sháněcí (kupelační) pece, z níž shora odtéká přes okraj klejt;

na zemi: dřevěné necičky s rudním koncentrátem

v horním rohu: štádla na pražení rudy

Výroba mědi

- **1. Těžba rudy** (obsah Cu v rudě přibližně 1%)
- **2. Úprava rudy (zkoncentrování)** – drcení, flotace → zvýšení Cu na 8-35%
- **3. Hutnění (vlastní postup výroby)**

- **2 způsoby výroby Cu:**

a) pyrometalurgická (suchá) výroba – pro sulfidické a kyslíkové rudy

b) hydrometalurgická (mokrá) výroba – pro zpracování chudých kyslíkatých rud a rud obsahujících ryzí Cu

- měděná ruda se rozpustila ve zředěné kyselině sírové
- po odstranění nerozpuštěných zbytků se Cu vysrážela (cenentace)
- čistota mědi 50 až 90%

- **1. Těžba rudy** (obsah Cu v rudě přibližně 1%)
- **2. Úprava rudy (zkoncentrování)** – drcení, flotace → zvýšení Cu na 8-35%
- **3. Hutnění (vlastní postup výroby)**

- **2 způsoby výroby Cu:**

a) pyrometalurgická (suchá) výroba – pro sulfidické a kyslíkové rudy

b) hydrometalurgická (mokrá) výroba – pro zpracování chudých kyslíkatých rud a rud obsahujících ryzí Cu

– měděná ruda se rozpustila ve zředěné kyselině sírové

..

– po odstranění nerozpuštěných zbytků se Cu vysrážela (cenentace)

– čistota mědi 50- 90%

Pyrometalurgická výroba

1. **Pražení v peci** – odsíření rudy pražením: při 850°C
 - materiál se zahříval v plamenných pecích s uhlím a struskotvornými přísadami: křemen, vápenec
 - ve spodní části pece se hromadil meziprodukt – **tzv. kamínek** (tavenina sulfidu železnatého a měďného) pokrytý struskou
 - při tavení přešlo do kamínku 95 až 99% Cu nebo drahých kovů
 - drcení a pražení kamínku se opakovalo až tzv. „do mrtva“ (do úplného odstranění síry)
 - v některých případech nebyla primární úprava rudy nutná a mohlo se hned přikročit k redukčnímu tavení rudy, obvykle s použitím struskotvorných přísad, za teplot minimálně 1150°C

- 2. Redukce** – tavením se získal koncentrovaný, „bohatý“ kamínek (oxid mědný cca 60 % Cu)
- v otevřených nebo uzavřených výhních na dřevěném uhlí
 - za silného dmýchání, redukoval na měď
 - oxidace sulfidu mědného vzduchem: oxid mědný reaguje se zbylým sulfidem mědným za vzniku surové mědi

- 3. Rafinace** – čistění od příměsí v tyglíkových pecích
- dmýchání vzduchu do surové Cu (oxidace)
 - vzniklé oxidy se shromažďují na povrchu mědi jako struska (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2)

4. Odlévání – do formy desek nebo plastrů

- **Černá měď (Schwarzkupfer):**

- od pol. 15. stol. – ve většině stříbrných revírů hlavní produkt prvotního hutnění stříbrných rud (vedle rudního olova)
- slitina měla proměnlivé složení (Cu+Pb+Ag vč. dalších kovů) a v literatuře se zaměřuje se surovou mědí (surová Cu: cca 90%)
- historický termín označoval produkt vyrobený konkrétní technologií zpracování rudy
- obsah Cu byl okolo 50 % (kutnohorské: 50–60 %) a hlavní složkou bylo Pb (rudní olovo)
- revíry ji prodávaly do tzv. ságrovacích (vycezovacích) hutí ve větších hornických střediscích (v Kutné Hoře a Jáchymově), kde se z ní získávají finální kovy

Literatura

- Bílek, J., 2001: Kutnohorské dolování. Historický přehled k problematice poddolování, hald a Vrchlické přehrady. Kutná Hora.
- Häberlein, M., 2006: *Die Fugger. Geschichte einer Augsburger Familie (1367 – 1650)*, Stuttgart.
- Hodný, Václav – Strohalm, Petr: Historie dolování na Jesenicku - Andělskohorský rudní revír, www.diamo.cz
- Hrubý, P., 2019: Metalurgická produkční sféra na Českomoravské vrchovině v závěru přemyslovské éry. Brno.
- Jiskra, J., 2008: Těžba stříbrných rud v Jáchymově v 16. století s jáchymovskými osobnostmi a první báňskou školou. Georgius Agricola, Johannes Mathesius, Lazar Erckel. Praha.
- Kořan, J., 1950: Dějiny dolování v rudním okrsku kutnohorském. – Geotechnica, Praha.
- Kořan J., 1967a: K vývoji jáchymovského dolování, Sbor. pro dějiny přírod. věd a techniky 12, 7-34. Praha.
- Kořan J., 1967b: Jáchymovské ložisko v minulosti, Sbor. pro dějiny přírod. věd a techniky 12, 35-74. Praha.
- Majer J., 1968: Těžba stříbrných rud v Jáchymově v 16. století. Sborník Nár. techn. Muz. 5, 111–279.
- Majer J., 2004: Rudné hornictví v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Praha.
- Novák, Jaromír – Štěpán, Václav: Exploatace zlata na Bruntálsku, Časopis Slezského muzea, série B, 35-1986, Opava.

- Novák, J. – Štěpán, V., 1987: Dolování rud v 16. století na sovineckém a šumvaldském panství. – Sborník Okresního vlastivědného muzea Bruntál, 3, 9–13.
- Schenk, H., 1969: Nürnberg und Prag. Ein Beitrag zur Geschichte der Handelsbeziehungen im 14. und 15. Jahrhundert. Wiesbaden.
- Večeřa, J. – Malík, P. – Zezula, M., 2014: Suchá Rudná – záchranný archeologický výzkum a geologická charakteristika lokality Suchá Rudná – archeological rescue work and the geological characteristics of the locality, Acta rerum naturalium 16, 75–84.
- Večeřa, J. – Večeřová, V., 2011: Stručná historie těžby polymetalických rud a železa v Hornobenešovském revíru. Uhlí – Rudy, Geologicky průzkum, roč.18, č. 6, s. 15–19. Praha.