

Univerzita Karlova v Praze
Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zlatodůl Roudný

Goldmine Roudný

Jan Babický

Vedoucí práce: doc. RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D.
Studijní program: Specializace v pedagogice
Studijní obor: Biologie, geologie a environmentalistika se zaměřením na
vzdělávání — Tělesná výchova a sport se zaměřením na vzdělávání

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Zlatodůl Roudný vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 15. 4. 2016

.....

podpis

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce doc. RNDr. Vasilisu Teodoridisovi, Ph.D. za odborné vedení práce a za podporu, cenné rady, trpělivost a lidský přístup při jejím vytváření.

Rád bych poděkoval také své rodině, všem blízkým, přátelům a Zdeňkovi Otradovcovi, kteří mě při vytváření této práce podpořili, a bez jejichž pomoci by nebylo možné práci dokončit.

ABSTRAKT

Předkládaná bakalářská práce se věnuje odvěkému fenoménu zlata, které nejprve charakterizuje jako prvek a jako minerál s důrazem na jeho vlastnosti a současný a historický výskyt a těžbu ve světě a v České republice. Dále se práce již zabývá charakteristikou bývalého zlatodolu Roudný s popisem geologických poměrů této lokality a ložiska zlata, historii těžby včetně popisu technologií zpracování zlatonosné rudy. Následuje část práce věnovaná ochraně přírody a krajiny v oblasti bývalého zlatodolu včetně analýzy negativních důsledků obnovení těžby ve studované oblasti.

KLÍČOVÁ SLOVA:

zlato, minerál, ruda, ložisko, ochrana, příroda

ABSTRACT

The presented bachelor thesis deals with the age-old phenomenon of gold, which initially was characterized as an element and as a mineral focusing on its properties and current and historical occurrence and mining in the World and the Czech Republic. Furthermore, the thesis also characterizes the former goldmine Roudný with the description of the geology, gold deposits, history of mining and description of processing technology of the gold ore. The following part devoted to nature and landscape protection in the former goldmine Roudný including an analysis of the negative consequences of the re-mining in the study area.

KEYWORDS:

gold, mineral, ore deposit, mining, protection, nature.

Obsah

1	Úvod	7
2	Zlato.....	8
2.1	Chemické a fyzikální vlastnosti zlata	8
2.1.1	Minerály zlata.....	9
2.1.2	Doprovodné minerály zlata	9
2.2	Výskyt zlata v přírodě.....	10
2.2.1	Charakteristika ložisek	10
2.2.2	Zlato v horninovém ložisku.....	12
2.3	Výskyt zlata v Českém masívu.....	13
2.3.1	Jílové u Prahy	14
2.3.2	Oblast Krásná hora	14
2.3.3	Kašperské hory a zlatonosná Otava.....	15
2.3.4	Jeseníky	15
2.3.5	Oblast Blanické brázdy.....	16
2.3.6	Další drobnější výskyty zlata v ČR	16
3	Těžba zlata.....	17
3.1	Metody těžby zlata.....	17
3.1.1	Těžba zlata rýžováním.....	17
3.1.2	Těžba zlata z kompaktních hornin.....	18
3.1.3	Další způsoby získávání zlata.....	19
3.2	Produkce zlata.....	19
3.2.1	Světová produkce zlata v roce 2014.....	21
3.2.2	Historie produkce zlata v českých zemích	21
3.3	Využití zlata.....	22

3.3.1	Forma využívaného zlata.....	22
3.3.2	Používání zlata.....	24
4	Zlatodůl Roudný.....	28
4.1	Geologická situace.....	29
4.1.1	Rudní ložisko Roudný.....	30
4.1.2	Prognózy zásob zlata.....	33
5	Těžba zlata ve zlatodolu Roudný.....	34
5.1	Historie těžby.....	34
5.1.1	Počátky těžby.....	34
5.1.2	Těžba Auespergky.....	35
5.1.3	Těžba Firmy Stantien a Becker.....	35
5.1.4	Největší rozvoj těžby.....	36
5.1.5	Práce na zlatodolu Roudném od ukončení těžby.....	37
5.2	Těžba a zpracování rudy v období 1904 - 1930.....	38
5.2.1	Dobývání a příprava rudy.....	38
5.2.2	Amalgamace.....	40
5.2.3	Roztřídění rmutu.....	42
5.2.4	Kyanizace.....	43
5.2.5	Chlorování zlata.....	44
6	Oblast Zlatodolu Roudný jako předmět ochrany přírody.....	45
6.1	Přírodní památky na území bývalého zlatodolu Roudný.....	45
6.1.1	Přírodní památka Roudný.....	46
6.1.2	PP Štola Mořic.....	47
6.2	Důvody odmítání případné těžby a geologických průzkumů na Roudném.....	48
6.2.1	Důvody odmítání jakýchkoli geologických prací na lokalitě.....	48

7	Závěr.....	51
8	Seznam použitých informačních zdrojů	53
9	Obrázkové zdroje.....	57

1 Úvod

Ve světě i na českém území má zlato výsostné postavení jednoho z nejdražších kovů. Lidstvo zná zlato přibližně od 4. tisíciletí př. n. l. Od těchto časů zlato provází různé kultury, které z něj vytvářely ozdobné předměty a šperky, které byly v minulosti mimo jiné symbolem moci a bohatství. Zlato se vyskytuje v přírodě na primárních a sekundárních ložiskách. Sekundární naleziště jsou v náplavech vodních toků, kam voda odnesla zlato z primárních ložisek. V primárních ložiskách se zlato vyskytuje většinou v hydrotermálně vzniklých křemenných žilách společně s dalšími minerály. Od středověku se zlato těžilo i na primárních ložiskách. Na českém území se v malé míře těžilo na mnoha místech. Nejrozsáhlejší středověká těžba zlata byla v okolí Jílového u Prahy. Až konci 19. století a v 1. polovině 20. století se dostal Zlatodůl Roudný do popředí těžby zlata v celém tehdejším Rakousku-Uhersku. V té době to byl nejmodernější důl v celé střední Evropě. Vznik ložiska Roudný spadá do hydrotermálních mineralizací v oblasti Blanické brázdy, kde jiná menší ložiska mají podobné mineralogické vlastnosti. V období největšího rozkvětu těžby (1904 - 1930) zde bylo vytěženo 5770 kg zlata. V těchto letech byla místní infrastruktura vybavena na zpracování rudy a získávání zlata pomocí amalgamace a kyanizace. Od roku 1930 se zde prováděly pouze průzkumy zásob zlata. Po těžbě zde zbyly kaly a písky uložené v kalojemech. Tyto kaly obsahují zajímavé množství zlata, které v době těžby nebylo možné dobýt. Na Roudném jsou ještě zásoby zlata stanovené na přibližně 30 tun. Po těžbě místní oblast zarostla stromy a vegetací. Dnes je tato oblast na okraji CHKO Blaník a spadá i do území Podblanicka, které se vyznačuje svojí zachovalostí krajiny s dominantou bájně hory Blaník. Na Roudném v důsledku těžby vznikly dvě přírodní památky. Pokusy o obnovení těžby jsou na území striktně odmítány.

Cílem této bakalářské práce je podrobná charakteristika zlata, jako minerálu se svými vlastnostmi a využitím. Shrnout výskyt a těžbu zlata ve světě a na Českém území. Poté se zaměřit na bývalý zlatodůl Roudný. Vymezit zdejší geologickou situaci a vlastnosti zlatonosného ložiska. Věnovat se historii těžby na Roudném. A popsat průběh zpracování na zlato bohaté rudy v dobách největšího rozmachu těžby. V poslední části práce je cílem zabývat se stavem a ochranou přírody na této lokalitě v přítomnosti a zhodnotit možné důsledky případných geologických prací.

2 Zlato

Zlato latinsky „aurum“ je díky jeho vlastnostem jeden z nejdražších kovů na světě. Je úžasné svou stálostí, protože nepodléhá vnějším vlivům a tak jsou i na několik set let staré mince, ať už ležela kdekoliv, vidět stále její detaily a zlatý lesk, jako v momentě kdy byla vyrobena. Touha po zlatu provází lidstvo od starověku. Tato touha zatemnila mysl spoustě lidem a byla hnací silou válek po celém světě. Lidstvo zná zlato přibližně 6000 let (Tuček, Tvrz 1982). Na českém území jsou první stopy rýžování zlata doloženy z 9. -8. století př. n. l. (Morávek et al. 1992). Zlato se v celé historii vždy dalo použít jako platidlo a zároveň bylo známkou bohatství. Tento prvek/kov se využívá k mnoha dalším účelům a jedním z nich je ukládání peněz, protože je to komodita s vysokou velmi stabilní až stoupající cenou. Aktuální cena zlata a její vývoj jsou znázorněny v grafu na obr. 1. Zlato je jistota. „Vždy záleželo a bude záležet na tom, kdo zlato vlastní a k jakým cílům ho využívá“ (Struž, Studýnka 2005: str. 35).

2.1 Chemické a fyzikální vlastnosti zlata

Zlato má chemickou značku Au. Tento prvek se vyznačuje zářivě žlutou barvou a kovovým leskem. Vryp je žlutý a lesklý. Atomové číslo zlata je 79. Atom zlata má tak v jádře 79 protonů a neutronů. Relativní atomová hmotnost je 196,97 (Bernard, Rost 1992). Zlato je

mimořádně odolné vůči vnějším vlivům i kyselinám, zásadám a solím. Je to také výborný elektrický vodič. Zlato je rozpustné pouze v roztocích kyanidů a v lučavce královské, což je směs koncentrované kyseliny chlorovodíkové a draselné. Má vysokou hustotu 19330 kg/m³. To například znamená, že krychle zlata o hmotnosti 1 kg, má délku strany jen 3,75 cm. Zároveň je zlato dokonale kujné a tažné. Dokonale kujné znamená, že z 1 g zlata lze vytepat plech s obsahem 0,5 m² s tloušťkou 0,00014 mm, který pak žlutozeleně prosvítá. Dokonale tažné znamená, že z 1 g zlata lze vytáhnout drát o délce až 160 m (Klomínský, Pacovský 1988; Tuček, Tvrz 1982). Ryzí zlato má velmi malou relativní tvrdost, která je



Obr. 1: Vývoj ceny zlata za poslední 4 roky. Zdroj: <http://www.stribroinvest.cz>

2,5 stupně Mohsovy stupnice tvrdosti, proto se slévá s tvrdšími kovy. V přírodě se zlato vyskytuje ve formě krystalů jen opravdu velmi vzácně. Pokud se vyskytne, tak krystalizuje v kubické soustavě. Teplota tání je 1063 °C, teplota je varu 2700 °C. V přírodě se vyskytuje v asociaci s jinými kovy, zejména se stříbrem (Ag), méně pak: se rtutí (Hg), mědí (Cu) nebo rhodiem (Rh) – viz např. Morávek et al. (1992). Zlato bývá často zaměňováno za pyrit, který je složkou v uhlí v podobě malých žlutavých žilek. Od pyritu lze zlato bezpečně odlišit vrypem, který je u pyritu černý na rozdíl od žlutého vrypu zlata (Cacutt 1994).

2.1.1 Minerály zlata

Zlato se vyskytuje hlavně jako ryzí kov s izomorfním stříbrem. Je však známo přes 30 minerálů obsahující atomy zlata. Jeden z častějších minerálů je odrůda zlata s vysokým podílem stříbra 25-40% s názvem elektrum (Au, Ag). Zlato s vyšším obsahem mědi je cuproaurid (Au, Cu). Paládiové zlato je porpetzit (Au, Pd). Rhodiové zlato (34-43% Rh) je rhodit (Au, Rh). Další vzácné odrůdy jsou iridiové zlato (Au, Ir) (do 30% Ir), platinové zlato (Au, Pt) (do 10% Pt) a dále bizmutové zlato s bizmutem (Au, Bi). Dále zlato vytváří sloučeniny s tellurem, tzv. teluridy. Jedná se o minerály calaverit AuTe_2 obsahem 24-27% Au, krennerit (Au, Ag) Te_2 s obsahem 30-40% Au, petzit Ag_3AuTe_2 s obsahem až 24.5% Au a dále jsou to montbrayit (Au, Sb/2 Te_3), muthmannit (Ag, Au/Te), sylvanit AuAgTe_4 , kostovit (Au, Cu Te_4), nagyagit AuTe_2 . $6\text{Pb}(\text{S},\text{Te})$ a bezsmertnovit $\text{Au}_4\text{Cu}(\text{Te}, \text{Pb})$, který má nejvyšší obsah zlata ze všech minerálů, a to 78.56% Au. Sulfidy jsou zastoupeny minerálem uytenbogaardtit AgAuS_2 , antimonidy minerálem aurostibit AuSb_2 a selenidy minerálem fischesserit Ag_3AuSe_2 . Dále se zlato vyskytuje se rtutí v pevném stavu, jako monschellandsbergit neboli zlatý amalgám Au_2Hg_3 . Za zmínku stojí také maldonit Au_2Bi a auricuprid AuCu_3 (podrobně viz Bernard, Rost 1992)

2.1.2 Doprovodné minerály zlata

Zlato se v horninách vyskytuje společně s dalšími minerály. Jejich přítomnost, kombinace a poměr (parageneze) je typický pro dané lokality. Většinou převládající minerál, který váže zlatonosné zrudnění je křemen SiO_2 . Ten zaujímá převážnou část žilné výplně ložisek. Ve větším množství se vyskytují minerály: Dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, ankerit a v menší míře i siderit jsou karbonáty, které se vyskytují hlavně v hydrotermálně

zrudnělých horninách, kde mohou být také podstatnou součástí žilníků. Dále se vyskytuje také Baryt BaSO_4 , vzácněji fluorit CaF_2 . V malých množstvích se také vyskytují silikáty, které se dostaly do žil buď hydrotermální cestou, nebo se do žil dostaly z okolních hornin. A to jsou například: sericit, chlority, illit, biotit, amfiboly, pyroxeny, živce, muskovit, magnetit, grafit a další. Ve významné míře doprovázejí zlato sulfidy. A to zejména pyrit, arsenopyrit a pyrhotin. V některých ložiskách převládá pyrit FeS_2 , jinde zas arsenopyrit FeAsS , který se vyskytuje ve vysoké míře hlavně v krystalinikách a granitoidech, například na Roudném. Jeho obsah arsenu je nebezpečný. V malé koncentraci se vyskytují minerály: galenit, sfalerit, chalkopyrit, chalkozín, tetraedit, molybdenit, antimonit, arsen a další a další minerály, které jsou jen na některých ložiskách jako jejich akcesorie, což znamená, že jsou zde zastoupeny jen v nepatrném množství, které neovlivňuje klasifikaci horniny. Ale pro klasifikaci rud je jejich přítomnost zásadní (Morávek et al. 1992).

2.2 Výskyt zlata v přírodě

Zlato se vyskytuje prakticky na celém světě. Ale většinou jen v nepatrném množství. V zemské kůře je zlato zastoupené v průměrné koncentraci zlata 0,0035 gramu v tuně hornin, to odpovídá koncentraci 0,0035 ppm. Z hornin se dostává exogenními pochody do vody a poté i do všech organismů, ve kterých jsou koncentrace zanedbatelné. Platí však, až na výjimky, že obsah zlata je vyšší v jednodušších organismech, než ve složitějších. Pro příklad ve stromech se uvádí koncentrace 8 ppb (pozn. 1 mg/kg = 1000 ppb), která je daleko nižší, v porovnání s koncentrací 62 ppb uváděnou pro houby, řasy a lišejníky (Klomínský, Pacovský 1988). V Mořské vodě dosahuje koncentrace 1,5-30 miligramů zlata na tunu (Struž, Studýnka 2005). Těžba zlata se kvůli nákladům na jeho těžbu provádí jen v horninách s vyšší koncentrací zlata, aby byla zajištěna ziskovost.

2.2.1 Charakteristika ložisek

Primární ložiska

Primární ložiska zlata jsou horniny s vyšším obsahem zlata, které se sem dostalo endogenními pochody. Tyto úložiště většinou vznikají díky hydrotermálním dějům v zemské kůře. Různé horniny jsou prostoupeny kanály, ve kterých proudí plyny, horká voda a pára. „Žhavé magma způsobuje dehydrataci hornin a konvexní proudění zahřáté

vody, spojené s vylouhováním a redepozicí zlata kolem kontaktu“ (Klomínský, Pacovský 1988: příloha Zlato ve světě a u nás str.: 3).

Takto vzniknou zlatonosné žíly, které jsou zcela zaplněny hlavně křemenem a jinými zlatonosnými a zlato-doprovázejícími minerály. Hustá síť žil a žilek se nazývá žilník. Žíly mohou mít mocnost od několika centimetrů až po 1-2 metry (Morávek et al. 1992). Zde je zlato z převládající části rozptýlené v mikroskopické podobě a tak není vidět pouhým okem. To je zlato



Obr. 2. Zlatinka o velikosti 7 mm v křemeni. Zdroj: <http://www.sutrak.estranky.cz/>

zrudnělé. Dále se vyskytuje ve formě větších krystalků, zrněk, zlatinek, plíšků či valounků, které mohou ojediněle dosahovat velikosti i několika milimetrů, např. viz obr. 2. Dokonce jsou známy případy plechů a valounů o velikosti několika centimetrů (Tuček, Tvrz 1982). Žíly mají vysoký obsah zlata, který může dosahovat až na několik desítek gramů na tunu vytěžené horniny. Nejsou ojedinělé ani případy žil s obsahem zlata v řádech kilogramů na tunu. Primární ložiska lze dobývat hlubinnou nebo povrchovou důlní činností (Hála 1923; Klomínský, Pacovský 1988; Struž, Studýnka 2005).

Sekundární ložiska

Sekundární ložiska zlata jsou místa s nahromaděným zlatem původem z primárních ložisek. Ty se vlivem exogenních pochodů rozrušily a zlato se odplavilo do řečišť potoků a řek, kde se po milióny let kumulovalo v jejich náplavech díky jeho vysoké hmotnosti. Podle meandrů a ostrůvku lze dobře odhadnout, kde by se zlato mohlo nalézat. Tyto místa jsou právě za ostrůvky, v místech rozšíření koryta a na vnitřní straně ohybu řeky. Zde se ukládá zlato ve formě zlatých zrněk a valounků, ty také většinou nedosahují velkých rozměrů, ale například v Austrálii byly nalezeny valouny o hmotnosti až několik desítek kilogramů. Dále se dá zlato těžit v sedimentárních horninách v terasách, které za sebou nechaly řeky v místech, kde tekly v minulých dekádách. Zlato se také ve velké míře

nachází v metamorfovaných horninách, které byly dříve právě horninami sedimentárními a vznikly za účasti stejných exogenních pochodů. To je v místech, kde v minulých geologických érách tekla nějaká zlatonosná řeka. Jsou to takzvaná fosilní rýžoviska. Těžba se provádí rýžováním nebo samotným odtěžením horniny (Tuček, Tvrz 1982; Klomínský, Pacovský 1988).

2.2.2 Zlato v horninovém ložisku

Zlato se v přírodě vyskytuje zejména ve formě kovu s příměsí izomorfního stříbra. A dále jako složka minerálů v kombinaci s dalšími prvky. Každá lokalita, na níž se nacházejí zlatonosné horniny, má své specifické složení zlata a zlatonosné rudy, svou paragenезi. Ta závisí na geologickém prostředí a na samotných procesech při vzniku ložiska. Zlato se nikdy nenachází ve zcela ryzí formě, (viz kapitola 3.3.1), ale spolu s dalšími příměsnými kovy, jejichž výskyt a poměr je typický pro dané ložisko. Zlato je také v rudě součástí minerálů a je doprovázeno různými minerály, které jsou svým výskytem v přítomnosti zlata očekávané a jinými minerály, jejichž přítomnost je ojedinělá a specifická pro různá ložiska. Například žilníky v Jílovém u Prahy obsahují více než 40 minerálů. Hlavními rudnými materiály zlata jsou ryzí zlato, které je vždy v kombinaci se stříbrem 40-70% Au, a sloučeniny zlata s tellurem (teluridy). Podle veškerého složení žil, ve kterých se zlato vyskytuje, se dá rozdělovat a určovat původ zlata (Klomínský, Pacovský 1988; Morávek et al. 1992).

Struktura zlata v rudě

Struktura zlata/zlatinek v rudě je charakteristická pro každé ložisko a používá se pro jejich odlišení. Zlatinky mají formu jednotlivých zrn nebo jejich sjednocení. Vnitřní stavba zrn může být složitá pro nehomogenní složení. Struktura zrn vzniká při krystalizaci zlata a závisí na případných změnách složení hydrotermálních roztoků, změnách teploty a tlaku. Dále závisí na složení zrudňované horniny (Morávek et al. 1992). Zlato v rudě utváří různé tvary, které jsou ovlivněny hlavně prostorovými možnostmi horniny, a to dutinkami a trhlinkami. Proto zlato tvoří nejvíce ostrohranné nepravidelné plíšky, zrna a agregáty. Krystaly vytváří jen velmi vzácně. Velikost zrn se nejčastěji pohybuje v rozmezí 0,00X-X mm. Zrna o velikosti několika milimetrů, centimetrů a více jsou jen v ojedinělé (Morávek et al. 1992).

2.3 Výskyt zlata v Českém masívu

Zlato se vyskytuje v Českém masívu na mnoha místech. A v minulosti se tyto zásoby zlata těžily rýžováním nebo důlními pracemi. Na českém území jsou první stopy rýžování zlata doloženy z 9. až 8. století př. n. l. Důlní těžba se na mnoha ložiskách provozovala hlavně ve středověku (Morávek et al. 1992). Primární ložiska nemetamorfního typu v Českém masívu vznikla zejména dvěma hydrotermálními mineralizacemi. Byly to starovariská a středně variská zlatonosná mineralizace. Procesy geneze a diferenciacie primárních ložisek jsou však ještě složitější (Bernard 2000). „Jednotlivá naleziště jak primární, tak sekundární se tedy liší nejen geologickým stářím, ale také podmínkami, prostředím, ve kterém vznikaly, mineralogickým složením, tvarem, velikostí a v neposlední řadě také i různou ryzostí zlata“ (Klomínský, Pacovský 1988, str. 137). Charakteristika ložisek je důležitá pro přehled a hodnocení využitelnosti zásob. Této problematice se věnují rozsáhlé geologické práce. Významná ložiska zlata v českém masívu se nacházejí v několika oblastech, viz obr. 3. Prognózy zásob zlata na těchto ložiskách předpovídají hodně přes 200 tun zlata, které jsou stále ještě nevytěženy. Podrobně zpracováno Morávkem et al. (1992). Ve článku Morávka (2013) jsou geologické zásoby zlata v českých zemích odhadované až na 380 tun. Momentálně však stát nejeví zájem o těžení těchto zdrojů zlata.



Obr. 3: Mapa evidovaných ložisek zlata v ČR. Zdroj: <http://geologie.vsb.cz/>

2.3.1 Jílové u Prahy

Jílovské pásmo je naše nejznámější a největší zlatonosná oblast s několika velkými žilníky. Patří sem významné naleziště Jílové u Prahy, které je mineralogicky velmi bohatá oblast, dále Psí hory a Štěchovice (Morávek et al. 1992). V okolí Jílového u Prahy žily tvořil hlavní minerál zlatonosný křemen. Dále se zde vyskytují minerály jako je pyrit, kalcit, ankerit, dolomit nebo arsenopyrit a další. Zlato se zde vyskytuje ve formě drobných plíšku a drátků (Bernard 2000). A dosahuje vysoké ryzosti až 850/1000. Nejrozsáhlejší je Šlojiřské žilné pásmo, které je tvořeno systémem zlomů a tyto zlomy byly vyplněny zlatonosnými žilami o průměrné mocnosti 1,5 metru a průměrném obsahu 6,8 gramu zlata. Rýžovalo se zde na řece Sázavě od dob před naším letopočtem. Ve středověku v okolí Jílového u Prahy důlní těžba dosahovala vysoké produkce. Za dob Karla IV. se šachty táhly do hloubky 200 metrů. V tuto dobu ta bylo Jílové u Prahy nejvýznamnější producent zlata v českých zemích. V 16 – 19. století bylo však odvedeno jen 245 kg zlata. A těžba dál stagnovala. Ve 20. století proběhlo poslední období těžby a to v letech 1938 – 1968. Kdy se znovuobnovovaly některé šachty. V letech 1958-68 se zde vytěžilo 1133 kg zlata. V roce 1969 byla těžba přerušena, protože se při tehdejších ceně zlata nevyplatila (Klomínský, Pacovský 1988).

Psí hory také patří do Jílovského pásma a jsou JZ od Jílového u Prahy. Patří sem ložisko Čelina, které bylo těženo již ve středověku. Dále jsou zde ložiska Mokrsko a Prostřední lhota, které zůstaly nedotčeny. Nejvýznamnější je ložisko Mokrsko – západ, které je podle Morávka et al. (1992) těžitelné povrchového způsobem s roční výtěžností 3 až 5 tun zlata. Zlato se zde vyskytuje jako jemnozrnné s vysokou ryzostí nad 945/1000 a je uloženo v síti křemenných žil a žilek, kde se vyskytuje i v teluridech. Průzkumy v Psích horách prokázaly nejvyšší ložiskovou akumulaci zlata v Českém masívu. Zásoba činí minimálně 100 tun zlata. Případná povrchová těžba však naráží na odpor místních obcí a ekologických organizací (Morávek et al. 1992; Morávek 2013; Bernard 2000).

2.3.2 Oblast Krásná hora

Krásná hora nad Vltavou se nachází v Sedlčanské oblasti a patří do metamorfovaných ostrovů ve středočeském plutonu. V této oblasti se vyskytuje zlato v přítomnosti antimonitu Sb_2S_3 , který je rudou Antimonu (Sb). V prvopočátcích těžby zde Keltové

získávali zlato rýžováním. Ve středověku se prováděla i důlní činnost s malou výtěžností. Až v 19. století se zde začal těžit primárně antimon, který se mimo jiné používá v různých slitinách (Tuček, Tvrz 1982). V období 1850-1923 se v Krásnohorský-Milešovském revíru vytěžilo 500 kg zlata a 50 000 tun antimonu. V této oblasti se nachází ještě významnější ložiska Voltýřov a Předbořice, kde jsou převážně mineralizace zlata s manganem (Mn) a zejména v Předbořicích s uranem (U) – Morávek et al. (1992).

2.3.3 Kašperské hory a zlatonosná Otava

V Kašperských horách se jsou významná ložiska zlata, která se tu potvrdila při průzkumech od roku 1982, při kterých se zde potvrdilo ekonomicky významné zrudnění zlatem. Zlato je tu v podobě mikroskopického zlata o vysoké ryzosti uložené v křemenných žilnicích, které jsou obklopeny biotickými plagioklasovými pararulami. Těžilo se hlavně ve středověku za Jana Lucemburského. Těžba však nebyla nikdy prováděna ve velké míře. Průzkumy zdejšímu regionu předpovídají minimálně obsah 30 tun zlata. V Kašperských horách je tak jedna z největších zásob zlata na našem území. Vyskytuje se zde také významné množství scheelitu (Morávek et al. 1992) CaWO_4 , což je ruda Wolframu (Bernard, Rost 1992). V řece Otavě se už rýžovalo více než před 2000 lety. A rýžování je, díky archeologickým nálezům, písemným dokladům a haldám, doloženo na celém toku řeky a na jejich přítocích. To jsou říčky Vydra a Křemelná. Říčka Losenice se svými přítoky, například Zlatým potokem, přiváděla zlato z primárních ložisek z Kašperských hor. Zlato se v těchto řekách vyskytovalo a v malé míře ještě vyskytuje ve formě drobných plíšků vysoké ryzosti, skoro 900/1000. Tyto zásoby byly vytěženy rýžováním hlavně ve středověku. Dnes zde zlata mnoho není. Dále se v řekách objevují granáty, turmalíny, safíry, zirkony a další drahé kameny (Klomínský, Pacovský 1988).

2.3.4 Jeseníky

V Jeseníkách se nachází zlatonosný Zlatohorský revír. Zde byla objevena významná ložiska mědi (Cu), zinku (Zn) a olova. Zlato se zde vyskytuje zejména ve svém nejvýznamnějším ložisku Zlatá hora-západ. V tomto ložisku se vyskytuje ve formě viditelných zlatinek a dále jako malé vtroušenina v pyritu a chalkopyritu. Toto zlato dosahuje ryzosti až 950/1000. Zlato se tu však vyskytují ve velké míře se sulfidy, což by případnou těžbu činilo složitější. Tato oblast byla významným nalezištěm zlata od dob

před naším letopočtem, kdy se tu ve velké míře rýžovalo ve zdejších potocích a říčkách. Zlato ve zdejších tocích dosahovalo větších rozměrů. Dokonce jsou zde zdokumentovány nálezy nuggetů o hmotnosti až 1,78 kg. Důlní těžba probíhala ve středověku hlavně v 16. století. Poté těžba stagnovala. Odhaduje se však, že se zde vytěžilo až několik tun zlata. Výpočty zásob na tomto ložisku dosahují 6 milionům tun rudy s obsahem zlata 0,9 – 2,4 g/t místy i vyšší (Morávek et al. 1992; Klomínský, Pacovský 1988).

2.3.5 Oblast Blanické brázdy

Zlato v této oblasti má výskyt v okolí Českého Krumlova, Dobré Vody u Rudolfova a Tábořska. Tato ložiska se vyznačují vysokým obsahem stříbra a častý obsah arsenopyritu. A zlato se zde vyskytuje zejména ve formě elektra. V Českém Krumlově se nejvíce těžilo v 16. století., kdy se vytěžilo přes 100 kg zlata a přes 6300 kg stříbra. V Dobré Vodě se těžilo nejvíce v 17. století. Tato těžba však z dlouhodobého hlediska nedosahovala velkých výtěžností (Morávek et al. 1992; Klomínský, Pacovský 1988). Do této oblasti také patří Roudný – viz kapitola 4 a 5.

2.3.6 Další drobnější výskyty zlata v ČR

Zlato se v Českém masívu vyskytuje ještě v dalších oblastech a ložiscích většího nebo menšího významu. Za zmínku stojí ještě například oblasti: Rožmitál, Železné hory, Příbramsko, Bohutín, Červená hora, Libčice, Zlatý chlum, Písecko a další. Toto vše podrobněji v publikaci Morávek et al. (1992).

3 Těžba zlata

Ložiska zlata jsou rozeseta téměř po celém povrchu země. Významná těžená ložiska v celosvětovém měřítku se nacházejí v Austrálii, Jihoafrické republice, USA, Kanadě, Rusku, Brazílii, Papue – Nové Guinei, Zimbabwe, Filipínách, Indii, Číně, Chile a v dalších zemích. Do dnešní doby bylo vytěženo víc jak 200 000 tun zlata. První rýžování zlata probíhalo za dob faraonů ve významných afrických řekách Nil, Niger, Zambezi nebo v indické Ganze. Zlato má tu vlastnost, že se těžší a shromažďuje, na rozdíl od jiných těžených kovů, které se po vytěžení rozptýlí v různých podobách po světě. (Struž, Studýnka 2005; Klomínský, Pacovský 1988).

3.1 Metody těžby zlata

Těžba zlata se provádí několika způsoby podle toho, jestli jde o těžbu primárního nebo sekundárního ložiska. Dále způsoby těžby ovlivňuje složení rudy a obsah zlata v primárním ložisku, které se dá těžít povrchovými nebo hloubkovými doly. Na sekundárním ložisku se v řekách získává zlato propíráním náplav vodou nebo těžbou říčních teras. (Klomínský, Pacovský 1988).

3.1.1 Těžba zlata rýžováním

Jedná se o nejstarší způsob dobývání zlata. Princip této činnosti spočívá ve využití vysoké hmotnosti zlata na jeho objem. Hustotu má totiž 19300 kg/t. Další vlastnosti, které usnadňují rýžování je barva a lesk zlata. Při rýžování se pracuje zejména s velkými oválnými miskami s mělkým dnem, do kterých se nabere usazenina z řeky. Tato usazenina se v misce se současným kroužením propírá vodou, a tak se z písku odplavují jeho lehké složky, až na dně misky zůstanou



Obr. 4: Moderní rýžovnický splav. Zdroj: <http://strankymineraly.wz.cz/>

jen složky těžké. Zde se budou nacházet případné zlatinky, plíšky, lupénky nebo nuggety

zlata. Dále se využívají různé druhy rýžovnických žlabů (viz obr. 4). V těchto zařízeních jsou místa, kde se těžké částice písku tedy zlato zachytí a lehké složky protečou dál. Tato zařízení se používají tak, že tekoucí voda prohání tímto žlabem naplaveniny řeky. Tímto způsobem lze proprat velké množství písku za kratší čas (Klomínský, Pacovský 1988).

3.1.2 Těžba zlata z kompaktních hornin

Zatímco rýžováním mohl jeden člověk získávat zlato sám s minimální výbavou, tak proces této těžby je daleko složitější a náročnější na náklady a vybavení. Proto se provádí jen ve velkém v důlních závodech. Těžba tohoto zlata lze provádět povrchovou nebo hloubkovou těžbou. To záleží na tvaru, velikosti a umístění ložiska pod zemí. Hornina se kontroluje analýzou rudy na obsah zlata. Hornina se odtěžuje tam, kde má zlato použitelnou koncentraci. Tato hornina se strojově rozmělní na co nejmenší možné částice. Z tohoto jemného písečku se pak získává zlato loužením v chemických sloučeninách. Dříve se využívaly 3 procesy. Proces amalgamační, kde se využívá rozpustnost zlata ve rtuti. Proces kyanidový a proces chlorovací. Více o těchto procesech v kapitole 5.2. Dnes se tyto procesy zdokonalily. Pokud je zlato vázané v rudě na sirníky, využívá se flotace. Ta funguje na základě rozdílné smáčlivosti minerálů ve vodě s flotačními přísadami. Tyto přísady přilnou k zrnkům zlata a obalí je vrstvou vzduchu. Zlato tak vystoupá na povrch tekutiny, kde se pak sbírá v podobě pěny. Získávání zlata z rudy se dále provádí tzv. metodou CIP a CIL (viz níže). Tato těžba dnes funguje s menšími ztrátami zlata v odpadu a také má menší důsledky na životní prostředí. Podle Morávka et al. (1992) stačí k výtěžné, udržitelné povrchové těžbě průměrný obsah zlata 1,5 g/t. Pro hloubkovou těžbu je to přes 3 g/t. Záleží to však i na jiných mineralogických vlastnostech ložiska (Hála 1923; Klomínský, Pacovský 1988).

Metoda Carbon in pulp (CIP) a Carbon in leach (CIL)

Jde o metody těžby zlata, ve kterých se využívá uhlíku. Metoda „Carbon in pulp (CIP)“ je metoda získávání zlata z rudy, kterou se v dnešní době vytěží největší část světové produkce zlata. Další velká část světové produkce se získává pomocí metody „Carbon in leach (CIL)“. Rozemletá ruda se louží v kyanidech za přítomnosti granulí aktivního uhlí, na které se pak vyloužené zlato naváže. Zlato je pak uvolňováno z uhlíku propíráním alkalickým kyanidem. Odizolovaný roztok se podrobí elektrolýze, při které se zlato se

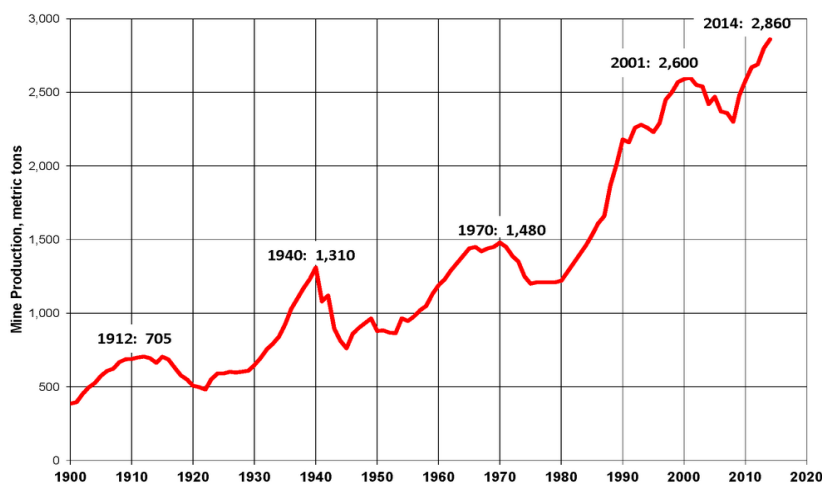
stříbrem sráží na katodě. Uhlík se reaktivuje a znovu využívá pro další adsorbci zlata. Metoda CIL se využívá na rudy s vyšším obsahem organických hmot. Liší se hlavně v tom, že se uhlík přidá hned na začátku loužení, aby se zlatu zabránilo se vázat na organickou hmotu. Dále se ještě používá metoda CIC, kde je ruda zabalená ve sloupcích s uhlíkem. Aktivní uhlí má vynikající adsorbční vlastnosti a je odolné proti oděru. Získává se ze zuhelnatělých kokosových skořápek. Tyto postupy nejsou tak náročné na provozní náklady a jsou velmi účinné. Je tak možné těžit rudy s obsahem zlata 1 – 2 g/t Postupy jsou také šetrnější k životnímu prostředí, než metody používané v minulosti. Podrobněji tuto problematiku popsal např. Co (2005).

3.1.3 Další způsoby získávání zlata

Dále lze zlato získávat i s pomocí mikroorganismů. Písky se louží za přítomnosti bakterií, například železitých a siřných, které napomáhají rozkladu hornin a nerostů. Usnadní tak následné kyanidové loužení. Specifické bakterie jsou schopny rozpustit zbylé malé koncentrace zlata v dolech v důlní vodě, ze které se zlato získá snadněji. Stejný princip se používá hlavně v dolech na měď. Dále existují zelené řasy, které jsou schopny vázat atomy zlata z vody, například *Chlorella vulgaris*. Hmotnost na sebe navázaného zlata může dosahovat až 10 % sušiny řasy (Klomínský, Pacovský 1988).

3.2 Produkce zlata

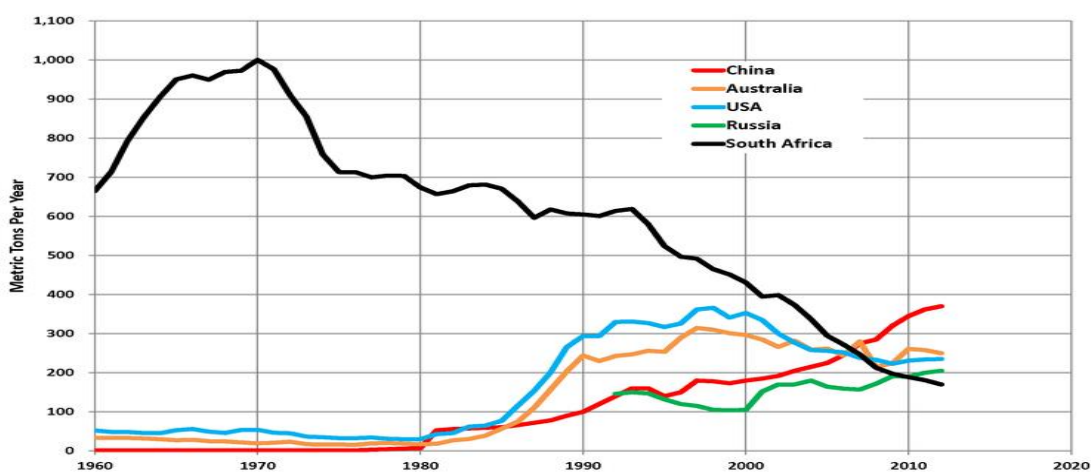
V dolování zlata došlo v 19. a 20. století k velkému rozmachu. Došlo k tzv. zlatým horečkám. Masy lidí se vydávaly do zlatonosných polí kvůli vidině zisku. Docházelo



Obr. 5: Historie světové produkce zlata a její vrcholy a útlumy. Zdroj: <https://en.wikipedia.org/>

tak k migraci lidí za zlatem. Tento jev je známý z USA, Austrálie, Brazílie, Kanady či Sibíře a dalších zemí, kde se zlato hojně vyskytovalo. Těžba zlata ve světě měla

v minulosti několik vrcholů a útlumů. Útlumy následovaly vrcholům těžby, jak je vidět na obr. 5. Měly zcela jasné příčiny způsobené 1. a 2. Světovou válkou a v 70. letech 20. století koncem tzv. zlatého standardu spjatým s prodejem zlata z centrálních bank a devalvací libry. Avšak obecně produkce zlata stále stoupá k vyšším číslům. Zmíněný trend ve vývoji těžby zlata je patrný v grafu na obr. 5. Zatímco na začátku 20. století světová produkce zlata přesahovala 500 tun zlata za rok. V roce 2014 to bylo už 2860 t/rok. V 2. polovině 20. století těžba narůstala. Hlavně v Austrálii, Rusku, Jihoafrické republice, USA a Kanadě se



Obr. 6: Vývoj těžby zlata největších producentů. Zdroj: <https://en.wikipedia.org/>

těžba rozrostla do vysoké produkce v řádech několika set tun za rok. Dnes již těžba v některých zemích stagnuje z důvodů vyčerpání hlavních nejvíce zlatonosných zásob nebo dochází k úplným opuštěním ložisek kvůli jejich malé využitelnosti. A to například v Jihoafrické republice, kde v 60. letech 20. století těžba dosahovala produkce přes 1000 tun zlata za rok! Doly zde dosahují hloubky až 4000 metrů, kde se stává těžba velmi náročnou. V posledních letech se do popředí těžby zlata dostává Čína. To vše znázorněno v grafu na obr. 6. Dále se ve velké míře těží v Peru a Indonésii. Těžba, která nedosahuje tak závratných čísel jako u předchozích zemí, probíhá také ve státech: Argentina, Bolívie, Brazílie, Chile, Kolumbie, Ghana Kazachstán, Mali, Maroko, Mexiko, Papua, Filipíny, Tanzanie a v dalších. Dohromady se tyto země se stále větší mírou podílejí na celkové světové produkci zlata (Chaize 2007, 2010, 2014)

3.2.1 Světová produkce zlata v roce 2014

V roce 2014 světová těžba dosáhla nejvyšší historické míry a to 2860 tun. Největším producentem byla Čína se 450 tunami. Její těžba má rostoucí tendenci. Druhým největším producentem byla Austrálie, jejíž produkce v posledních letech mírně roste. V roce 2014 se zde vytěžilo 270 tun zlata. Třetí v produkci zlata je Rusko s 245 tunami. Zde těžba v posledních letech mírně stoupá. Čtvrtou největší produkci mělo USA, kde má těžba trvale klesající charakter, s 211 tunami. Pátá je Kanada. Šestá je Jihoafrická republika, kde těžba trvale uvadá a zlato se doluje ze stále větší hloubky s většími náklady. V roce 2014 se zde vytěžilo 150 tun zlata. V Peru to bylo také 150 tun. Uzbekistán je osmý s vyprodukovanými 102 tunami. Ostatní země měly na produkci už 41 % podíl (Chaize 2014).

3.2.2 Historie produkce zlata v českých zemích

V českých zemích se začalo rýžovat zlato nejspíš okolo 1. tisíciletí př. n. l. Největší rozmach Keltského rýžování je datován na 2. – 1. století př. n. l. Z této doby se dochovalo nejvíce archeologických nálezů spjatých se zlatem. Byly to hlavně keltské duhovky. Odhady množství vytěženého zlata, do dob kdy se začalo těžit na primárních ložiskách, jsou velmi rozdílné. Uvádí se odhady produkce rýžování v rozmezí 22 – 56 tun zlata. Středověký rozvoj těžby z primárních ložisek se řadí do období 13. – 14. století, kdy

Oblast	Do 20. století	20. století	Celkem
Jílové u Prahy	10,0	1,333	11,133
Štěchovice - Slapy	1,5	-	1,5
Nový Knín a okolí	3,0	0,077	3,077
Krásná hora nad Vltavou	2,5	0,428	2,928
Kašperské hory	4,0	-	4,0
Roudný	1,0	5,770	6,770
Dobrá Voda	0,2	-	0,2
Slezsko	4,0	-	4,0
Příbram	-	0,300	0,3
Ostatní	5,0	-	5,0
Celkem	31,2	7,708	38,908

Tabulka 1: Odhady těžby z primárních ložisek v Čechách do roku 1980 (Morávek et al. 1992).

byl posléze přerušen husitskými válkami. Z primárních ložisek jsou odhady jistě přesnější, protože od středověku je velká část podložena písemnými dokumenty, jako jsou například zápisy z odvodů zlata do mincoven a také samotné evidence dolů. Odhady historické produkce zlata z těžby primárních ložisek jsou uvedené v tabulce 1. V tabulce 1 nejsou uvedeny těžby zlata na konci 20. století, kdy se v letech 1986 – 1992 z bohatých částí ložiska v Krásné Hoře nad Vltavou vytěžilo 0,4 t zlata. A Poslední těžba zlata na našem území spadá do období let 1989 – 1994, kdy probíhala výběrová těžba zlatého sloupu ve Zlatých horách, odkud se získalo 1,2 t zlata. (Klomínský, Pacovský 1988; Morávek et al. 1992; Morávek 2009).

3.3 Využití zlata

Zlato bylo využíváno a schraňováno v lidských kulturách po celém světě (Cacutt 1994). Zlato a stříbro se v historii nepoužívalo jen jako dekorační předměty obchodu, ale také jako platidlo. Dnes je to důležitá komodita v bankovníctví. V sejfách bank leží desítky tisíc tun zlata ve formě zlatých cihel a prutů. Díky vlastnostem zlata, jeho nízké tvrdosti, se směšuje s jinými kovy do slitin, které pak mají vyšší tvrdost a pevnost. Složení slitin je ve většině států uzákoněno, aby kupec nemohl být oklamán (Struž, Studýnka 2005).

3.3.1 Forma využívaného zlata

Ryzost zlata

„Takzvané puncovníctví je jednou z nejstarších činností při ochraně zájmů spotřebitele“ (Struž, Studýnka 2005, str. 48). Dnes zákon č. 539/1992 Sb., o puncovníctví a zkoušení drahých kovů (puncovní zákon), mimo jiné uzákonňuje nakládání s drahými kovy a hlavně obsah ryzího kovu a poměr kovů ve slitinách. V roce 1921 se v Československu zavedly puncovní značky. Puncovní značky jsou vyraženy na výrobcích a garantují tak ryzost použitého zlata. Je jich 6 a označují zlato o ryzosti č. 0 – č. 5. Ryzost zlata se uvádí v tisícínách. To tak, že zcela ryzí zlato by bylo označené 1000/1000, jenže takové

Ryzost v x/1000	250	333	375	585	750	900	986	999
Počet karátů	6	8	9	14	18	21,6	23,6	24
Číslo ryzosti	-	-	5	4	3	2	1	0

Tabulka 2: Předepsané stupně ryzosti a jejich příslušné označení čísla puncovních značek a počty karátů (Klomínský, Pacovský 1988).

zlato se ještě nepodařilo vyrobit, ale zlato o ryzosti 999,9999 už ano. Tyto hodnoty náleží 24 karátovému zlatu, viz tabulka 2. Karát je hmotnostní jednotkou pro zlato a drahokamy. Jeden karát se rovná 0,2 gramu drahokamů a pro zlato je jeden karát 1/24 obsahu zlata ve slitině. Karát je z řeckého slova keration, protože hmotnostně karát zhruba odpovídá semenu rohovníku obecného (*Ceratonia siliqua L.*), které je tvrdé a má nejméně kolísavou hmotnost 0,195 g. Díky této vlastnosti byla semena používána pro vážení drahých kamenů, perel a zlata. Obsah ryzího zlata lze zjistit takzvanou zkouškou črtem. Zkoumaná slitina se otře o prubiřský kámen, což je jemnozrná křemičitá hornina sytě černé barvy. Zanechá zde zlatě zbarvený črt. Na ten se odděleně nanesou kapky zkušebních kyselin, které jsou příslušné pro 18, 14 a 8 karátové zlato. Pod kterými příslušnými kyselinami k ryzosti zlata črt nezmění barvu a nezmizí, tak takový má zlato počet karátů. Přesné zjištění ryzosti zlata lze provést pouze laboratorní zkouškou, která se provádí ve zvláštních zařízeních složitým postupem (Struž, Studýnka 2005; Klomínský, Pacovský 1988).

Slitiny zlata

Kvůli nízké tvrdosti zlata není ryzí zlato vhodné pro výrobu šperků a jiných předmětů. Proto se vytvářejí směsi zlata s kovy o vyšší tvrdosti a pevnosti. Přidaný kov nebo kovy podle jejich množství a druhu ovlivňují vlastnosti vzniklé slitiny. Zlato dodá slitině jedinečné vlastnosti jako je stálost a odolnost. Ve šperkařství je důležitá i barva slitiny. Mezi nejpoužívanější slitiny patří tzv. červené zlato, které je známo už od nepaměti. Přidáním mědi (Cu) získá slitina červený odstín. Tato slitina se vyrábí v ryzosti od 750/1000 níže. Nevýhoda je v tom, že čím větší zastoupení ve slitině měď má, tím méně je slitina pevná. Bílé zlato je známo od počátku 20. století. Je to slitina, která je bílá a lesklá s vysokou tvrdostí. Příměs niklu (Ni) a paládia (Pd) způsobí vznik čisté bílé barvy, kterou lze vyleštit do vysokého lesku. Někdy se přidávají i další složky a to: rhodium (Rh), platina (Pt), měď (Cu) a zinek (Zn). Díky jeho vysoké tvrdosti se používalo v hodinářství. Dnes se používá zejména v klenotnictví jako náhražka platiny, od které lze bílé zlato odlišit zkouškou vrypu na zkušební kámen. Po nanesení lučavky královské na vryp se slitina s obsahem zlata rozpustí. Další používaná slitina je tumbagu, která se skládá ze zlata a mědi (Cu) v poměru 4:1. Má velmi nízkou tavitelnost a větší tvrdost než jiné slitiny a má matný lesk bronzu. Zelené zlato je slitina zlata se stříbrem (Ag) a kadmíem (Cd). Zelený odstín je

závislý na množství stříbra ve slitině. Modré zlato se nazývá slitina zlata s ocelí v poměru 18:6. Bylo využíváno hlavně v 19. století na výrobu ocelových šperků. Purpurové zlato je slitina zlata s hliníkem (Al) v poměru 18:6. Barva odpovídá bronzu se švestkovým nádechem. Tato slitina je známa od roku 1937 (Struž, Studýnka 2005).

3.3.2 Používání zlata

Už přibližně od 3. tisíciletí př. n. l. se zlato používalo zejména ve zlatnictví, pro výrobu ozdobných předmětů a šperků. Dále se zlato využívá k pozlacování povrchů různých předmětů. V historii mělo zlato významné užití jako platidlo. A díky jeho vlastnostem má dnes využití v mnoha dalších oborech (Struž, Studýnka 2005).

Zlatnictví

Zlato je a bylo, díky jeho zářivé žluté barvě a lesku, velmi využíváno pro výrobu všelijakých šperků. Ty měly za úkol učinit ženy krásné a obdivované. Zlaté šperky a umělecké předměty také demonstrovaly moc a sílu vladařů před jejich poddanými a nepřáteli. V dřívějších dobách šlo podle přítomnosti zlatého šperku kategorizovat lidi. To však dnes již neplatí. Velmi používané šperky jsou náhrdelníky, řetízky, medailónky, náušnice. Ale asi nejvíce využívanými šperky všech dob jsou prsteny. V řeckých bájích vymyslel prsten bůh Zeus, který ho dal Prometheovi na paměť jeho přikování ke skále. V antickém Římě mohli nosit zlaté prsteny jen senátoři, kteří ho často měli zdoben drahým kamenem. Svobodní občané mohli nosit prsteny stříbrné a otroci železné. Prsten má být symbolem věčnosti a jednoty. Zlaté šperky a umělecké předměty jsou vyráběny z různých slitin (viz kapitola 3.3.1) a jsou často doplňovány drahými kameny například smaragdy, karneoly, diamanty, granáty a dalšími drahokamy nebo barevnými skly.



Obr. 7: Náramek ze starověkého Egypta. Zdroj: <http://faraon.wz.cz/>

Jejich výroba a použití závisí na dané kultuře a módě v určitém čase, kdy se předmět vyrábí. Z historického hlediska mají nalezené zlaté předměty z dávných časů obrovskou

hodnotu, protože to jsou velmi dobře zachované pozůstatky předchozích kultur, např. na obr. 7, o kterých nám tak zanechávají určité představy. My si tak můžeme skládat dohromady vývoj kultury lidstva (Struž, Studýnka 2005).

Pozlacovačství

Toto řemeslo má původ již ve středověku. Materiály a technika pro tuto práci zůstaly do současnosti stejné. Ve středověku se pozlacovaly rámy obrazů, sochy, předměty a různé ozdobné prvky v náboženských chrámech a světských stavbách (Struž, Studýnka 2005). „Hlavní účel pozlacování je zušlechtnění a ochrana povrchu před chemickými vlivy“ (Klomínský, Pacovský 1988, str. 66). Při chemickém zlcení se provádí máčením předmětu ve vhodném roztoku. Tím se získává slabý povlak zlata. Dále se pozlacuje pomocí elektrolýzy, při které lze nanášet větší vrstvy kovu. Při pozlacování se dále používají vytepané lupínky zlata, které jsou vytepany do tloušťky 0,0001 mm. Tyto lupínky jsou nastříhány a uloženy v knížečce o rozměrech 7 x 7 cm mezi ochrannými papíry. Pozlacovač odkrajuje podle potřeby na koženém polštáři z jelení kůže. Poté štětcem, nejlépe z chlupů veverčího ocasu, přejeďe po své tváři, čímž štětec zelektrizuje. Na štětec se lupínek přichytí a pozlacovač ho umístí a nanese na povrch předmětu (Klomínský, Pacovský 1988). Povrch se již dříve připraví na pozlacování pomocí kožního zaječího klišu, boloňské křídly, směsí jílovité hlínky (přírodní pigment) a vaječného bílku. Po nanesení lupínku se pozlacený povrch leští achátem a pro zpevnění natře šelakem, což je druh přírodní pryskyřice (Struž, Studýnka 2005). Například pro představu: „Na pozlacení střechy Národního divadla v Praze – korunky, hlavní římsy nárožních říms a dalších pasířských prvků – bylo spotřebováno 140 000 plátků zlata dohromady vážících kolem 2,5 kilogramu“ (Klomínský, Pacovský 1988, str. 69).

Zlato jako peněžní hodnota

Díky odolnosti, trvanlivosti, vysoké koncentraci hodnoty na jednotku váhy, neznehodnotitelnosti a dalším vlastnostem zlata jako látky se zlato používalo jako platidlo. O počátcích používání zlata jako platidla jsou nejstarší záznamy z Egypta z 16. století př. n. l. Sloužilo spíše jako měřítko hodnoty. V Mezopotámii se zprvu v malé míře používalo jako platidlo ve formě hrudek, prstenců nebo prutů. První zlaté mince zavedli maloasijsí Lýdové přibližně v 7. století př. n. l. Mince byly vyrobeny z elektra (Au, Ag, = 2:1) a

vážily 14,5 gramů. Na jedné straně byl vyražen čtyřhranný obrazec a na druhé straně symbol městského státu, kde byla mince vyražena. Zlaté mince dále v historii mělo zavedeno spousta národů. Peršané měli dáreiky podle Perského krále Dáreiose I. Keltové měli kolem počátků našeho letopočtu své



Obr. 8: Keltská duhovka. Zdroj: www.detector-team.estranky.cz

duhovky, které měly miskovitý tvar, viz obr. 8. Další mince byly tzv. statéry, které byly nalezeny v okrese Beroun ve Stradonicích v keltském oppidu, byly raženy ve 3 hmotnostech a to statér 7,2 gramu, třetinky statéru měly 2,4 gramu a osminky 0,9 gramu zlata. V historii se razilo ještě mnoho dalších variant zlatých mincí. Byzantská říše měla solid. V 7. století se v arabských zemích zavedl dinár, mince s hmotností 4,25 gramu a ryzostí 970/1000. Další mince byly například dukáty, které jsou vydávány v českých zemích od roku 1325, např. na obr. 9. Mají hmotnost 3,5 – 3,9 gramů a jsou raženy z 23,6 karátového zlata. Po první světové válce zlato ztrácelo význam jako oběživo. Ale mince se stále více stávaly obchodní komoditou. Dnes se zlaté mince vydávají s ražbou k různým výročím, událostem nebo se symboly států. Ty samy osobě mají hodnotu zlata a dále ještě



Obr. 9: Zlatý dukát vydaný v Československu v roce 1923. Zdroj: <http://cenne-mince.cz/>

hodnotu mince jako takové. Hodnota těchto mincí má velmi stabilní i stoupající hodnotu a tak tyto mince fungují jako investice drobným investorům a jako složky sběratelských kolekcí. V Jihoafrické republice se razí poslední zlaté mince, které fungují jako legální platidlo, jsou tzv. Kregerrandy. V oběhu jich je kolem 50 milionů. Až na tuto výjimku je zlato vyjmuta z oběhu, tezaurováno. Protože ze strachu z revolucí, válek a jiných možných příčin snížení hodnot měny (devalvace), je zlato shromažďováno. Ve zlatu je jistota, že zlato svou hodnotu nijak závratně neztratí. Proto lidé investují do zlata v různých

podobách, ať šperků, mincí nebo zlatých cihel či prutů (Struž, Studýnka 2005; Klomínský, Pacovský 1988).

Zlato v lékařství

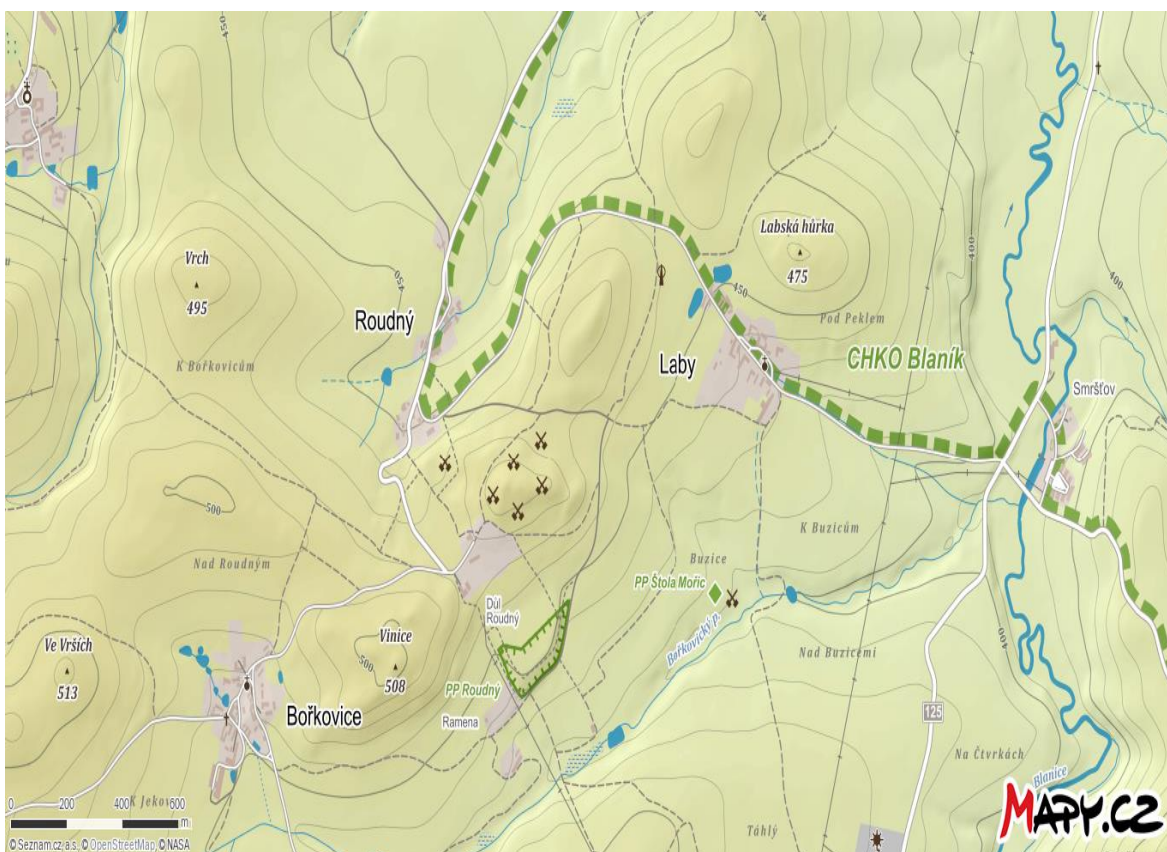
Využití zlata ve stomatologii má počátek již ve starověku u Etrusků, kteří využívali zlato při zhotovování zubních protéz. Od nich to převzali Římané. Zlato se dále ve středověku využívalo i na plombování. Dokonce i dnes se ve stomatologii zlato celkem běžně využívá jako zubní náhrada. Na konci 20. století se ve stomatologii spotřebovalo ročně 70 tun zlata. V 19. a 20. století se zlato používalo i na léčení pohlavních chorob, léčení nervových poruch jako jsou deprese, epilepsie a migrény. Prokázal se i účinek zlata na zánětlivá onemocnění kloubů, na které se používá dodnes. Problém je, že se zlato v těle usazuje a při jeho dlouhodobém užívání dochází ke vzniku tzv. chrysiázy, která se projevuje trvalým šedým až šedomodrým zbarvením kůže. Dále se zlato používá v kosmetické chirurgii pro zpevnění kůže v obličejových partiích (Struž, Studýnka 2005).

Další využití zlata

Protože je zlato tak odolné vůči korozi a má výbornou vodivost a kujnost, je výborným spolehlivým materiálem pro výrobu důležitých komponentů. V elektrotechnickém průmyslu se využívají slitiny zlata, s germaniem (Ge), galiem (Ga) a křemíkem (Si), na výrobu elektrických kontaktů. Dále je zlato obsaženo v membránách vysílačů v telefonech. „Zlatem potažené plíšky umožňují přenášet hlasové vibrace do telefonní sítě“ (Struž, Studýnka 2005, str. 70). Dále výfuky motorů tryskových letadel mají povrch pokrytý vrstvou zlata. Ta odráží záření a funguje jako protipožární plášť. A určitě by se našlo ještě spoustu využití tohoto jedinečného kovu (Struž, Studýnka 2005).

4 Zlatodůl Roudný

Území bývalého zlatodolu Roudný se nachází ve středočeském kraji přibližně 12 km od Vlašimi. Tato oblast je jihozápadním výběžku CHKO Blaník se sídlem v Louňovicích pod Blaníkem, které jsou vzdáleny 3,5 km. Zlatodůl Roudný se rozprostíral na vrchu Roudný



Obr. 10: Mapa oblasti zlatodolu Roudný. Zdroj: www.mapy.cz

s nadmořskou výškou 503 m. n. m a blízkém okolí. Hornická činnost zde probíhala přibližně od 14. století. Největší rozkvet těžby pak byl v úvodu 20. století, kdy těžba dosahovala nejvyšší produkce z tehdejších evropských zlatodolů. Oblast je odvodňována několika potoky. Je to hlavně Roudenský potok, který ústí v Libouni do Zvěstovského potoka, který teče dál do Blanice, dále Ramenský a Bořkovický potok, který ústí u Smrštova do Blanice. Na těchto potocích a řece rýžovali zlato už Keltové. Za přispění minulé důlní činnosti zde vznikly dvě přírodní památky. Je to PP Roudný, která byla vyhlášena na haldách odpadních písků, kde se vytvořily specifické biotopy. A PP Štola Mořic, kde zimují netopýři. V okolí oblasti nachází vesnice, které vznikly více či méně

právě v souvislosti přítomnosti těžby zlata v této lokalitě. Jsou to vesnice: Roudný, kde sídlila hlavní infrastruktura. Libouň, ve které je významný románský kostel Sv. Václava z 12. století. Dále Laby, Bořkovice, Zvěstov a také malá osada Ramena. Pro představu znázorněno na mapě na obr. 10. Zlatodůl Roudný sloužil i jako inspirace pro Franze Kafku a jeho román “Tajemství zlatodolu“ (Racková 2001; Zemek 2001; Litochleb 1981).

4.1 Geologická situace

Geologií tohoto území je kvalitně podrobně zpracována a publikována Zachariášem a Hübstem (2012), dále pak Zemkem (2001) Litochlebem (1981) a Němcem (1977) Toto území se nachází se v severní části blanické brázdy, která tvoří rozhraní mezi Středočeskou pahorkatinou a Českomoravskou vrchovinou. Samotná oblast Roudného se nachází v Jankovské pahorkatině. Blanická brázda se nachází v moldanubiku a její vznik je datován do prvohor. Je významným geomorfologickým útvarem, který se projevuje jako sníženina terénu způsobená složitým systémem tektonických zlomů, která se táhne v SSV – JJZ směru z jihočeské kotliny přes Mladou Vožici, Vlašim a také Roudný. Pro oblast Blanické brázdy je charakteristický výskyt hydrotermálních ložisek. Zrudnění zlatem je doprovázeno vyšší množstvím stříbra, 30 – 40 %. Významnější rudní ložiska zlata jsou právě na Roudném, dále v Českém Krumlově a Dobré vodě. V Ratibořských horách, Staré Vožici a u Českého Štemberka se vyskytuje stříbro (Zemek 2003). Roudný spadá do oblasti okolí bájně hory Blaník (638 m. n. m.), která je nazývána Podblanicko. Západní část Podblanicka spadá do oblasti středočeského plutonu. Z hornin jsou zastoupeny zejména hlubinné vyvřeliny granodiority a diority. Východní část Podblanicka včetně Roudného je tvořena krystalickými břidlicemi, zejména sillimanit-biotickými a sillimanit-muskovitickými pararulami. Jsou středně šupinaté a neostře páskované. „Místa obsahují čočky a protáhlé vložky kvarcitů a kvarciticých rul.“ (Němec 1977, str.: 8) Dále se zde často vyskytují ortoruly, které jsou všesměrně zrnité, bělavě šedé migmatity, kvarcity, vápence, a grafitické ruly. Horninové minerály jsou zde zastoupeny zejména křemenem, biotitem a sodnovápenatými živci. V menší míře se vyskytují: sillimanit, granát, muskovit, draselný živec, apatit, zirkon, rutil a grafit. Na několika lokalitách se nacházejí pozůstatky permských nemetamorfovaných sedimentárních hornin, ze kterých se do roku 1921 u Chobota v malé míře těžilo černé uhlí. Grafitické ruly s grafitem byly také v minulosti

v malé míře těženy a to zejména u obce Psáře v 70. letech 19. století. Dále se na některých místech v Podblanicku vyskytují malé zásoby rud stříbra, uranu, železa, mědi, antimonu, hořčíku, olova a zinku. Zlato se na Podblanicku vyskytuje kromě Roudného ještě poblíž obce Vojkov a v Trhovém štěpánově (Zachariáš, Hübst 2012; Zemek 2001, 2012; Němec 1977).

4.1.1 Rudní ložisko Roudný

Rudní ložisko Roudný se rozprostírá ve střední části Blanické brázdy v oblasti vrchu Roudný na levém břehu řeky Blanice. Oblast spadá do moldanubického krystalinika. Zdejší horninám převládají sillimanit-biotitické pararuly. Ty obsahují zejména křemen, živce, slídy biotit a v menší míře muskovit, a dále pak sillimanit, apatit, pyrit a granáty. Pararulou prostupují kvarcité a žilné vyvřeliny aplitů a pegmatitů (Litochleb 1981). Tyto horniny svou pevností ztěžovaly těžbu. Dále se zde vyskytují, pyroxenity, amfibolity, a skarn (Zemek 2001).

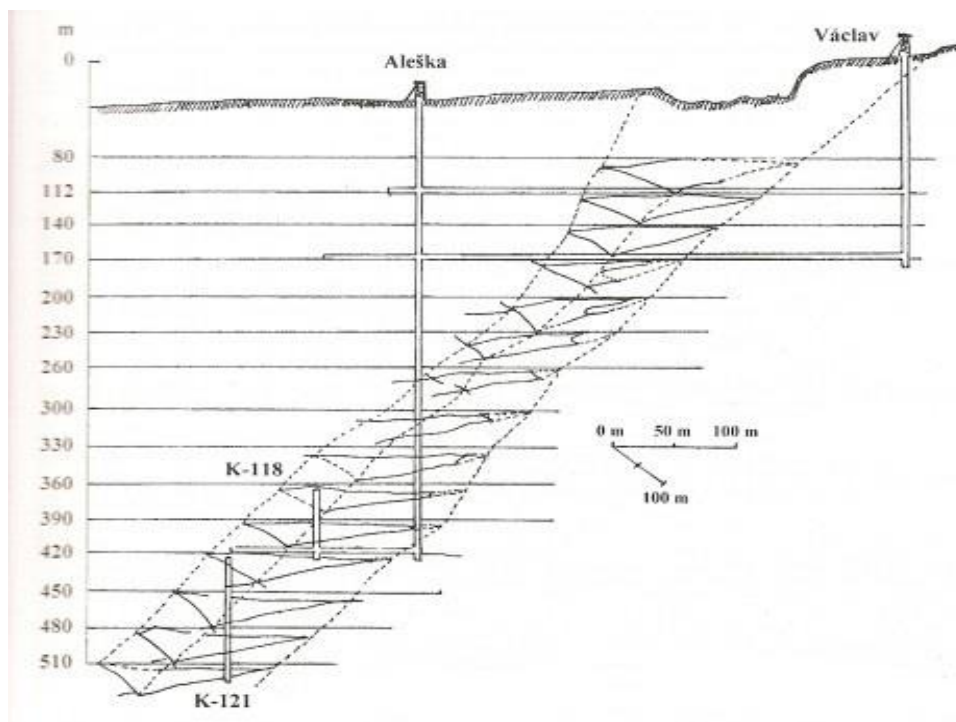
Samotná hlavní část ložiska zlata je omezena čtyřmi poruchami: Podložní, Nadložní, Michalská a Pavlínská. Pavlínská porucha je nejstarší a náleží do tektonických zlomů Blanické brázdy. Rudní sloup má díky nim tvar trojbokého hranolu, který se smykem uklání pod úhlem 45 – 50° k severozápadu, viz obr. 11. Zlatonosná ruda je vázána na toto těleso. Zde hydrotermální mineralizací vznikla síť rudních žil zlata. Ložisko je dlouhé 50 – 150 metrů (Litochleb 1981), široké 2 – 8 místy i 20 metrů a kopíruje poruchy. Práce na ložisku vedly až do hloubky 510 metrů (Morávek et al. 1992). Ložisko však pravděpodobně dosahuje větších hloubek. Zlato je přítomno i v okolí hlavního ložiskového tělesa za omezujícími poruchami. To potvrdily i pozdější výzkumy. „Lze však uvažovat o existenci obdobných samostatných rudních těles v okolí opuštěného ložiska.“ (Litochleb 1981, str.: 12.) Roudenský žilník je nepravidelný a bohatě rozvětvený (Němec 1977). Obsahuje hlavní žílu s mocností od 10 do 150 centimetrů, ze které vybíhá množství nepřilíš mocných čočkovitých žilek a odžilků (Litochleb 1981). Jako nejčastější mocnost hlavní žíly se uvádí 30-50 centimetrů. Žíly jsou tvořeny masivní jemnozrnnou výplní nebo hrubozrnnými úlomky tmelené jemnozrnnou rudní hmotou. Drobné žilky mají obvykle větší zlatonosnost než hlavní žíla. Zlatonosnost rudy je v patrech ložiska menší ve směru k povrchu a do hloubky, viz tabulka 3. Při těžbě se hledělo na obsahy zlata a jejich

Ekonomickou využitelnost. Proto se odebíralo mnoho vzorků. Těžba se tak prováděla v místech s vyšším obsahem zlata, aby se vyplatila. „ Limitující obsah zlata pro těžbu se obvykle pohyboval mezi 4 – 8 g. V nepříznivých obdobích (během války) to ale bylo více asi kolem 14g/t“ (Zemek 2001: str. 24). A tak se částem ložiska s nedostatečnou zlatonosností při těžbě vyhnuli. Zlatonosnost při těžbě se pohybovala se v rozmezí 4-25 g/t viz tabulka 3. Časté byly výskyty i několika

Obsah Au v rudě na patrech	
Hloubka patra	Průměrný obsah Au (g/t)
110 m	6,5
140 m	11,5
170 m	15,5
200 m	20,4
230 m	23,9
260 m	20,3
300 m	28,6
330 m	14,2
360 m	21,1
390 m	16,9
420 m	6,2
Pod patrem 420 m	11,2
Celkem	17,98

Tabulka 3: Průměrný obsah Au v rudě na patrech Zemek (2001).

tisíc g/t. Nejvyšší zjištěný obsah zlata v rudě na Roudném činil 10334,2 g/t. Ložisko dosahovalo vysoké těžené zlatonosnosti i v tzv. černé kuchyni, která se nachází v hloubce mezi 120 – 170 metry, kde dochází ke styku tří poruch (Morávek et al. 1992; Zachariáš, Hübst 2012; Zemek 2001).



Obr. 11: Schéma rudního tělesa se šachtami. Zdroj: Zemek (2001)

Mineralogie ložiska Roudný

Ložisko na Roudném se řadí mezi mineralogicky chudší ložiska. Zlato je přítomno zejména mikroskopicky rozptýlené v šedém až šedomodrém křemenu, který tvoří většinu výplně žil, a v kyzech a to v hlavně arzenopyritu a pyritu. „ Tyto kyzy jsou buď kubické s velikostí zrna 1/10 mm nebo drobně jehličkovitě s velikostí zrna 1/100 mm“ (Němec 1977 str.: 9) Vážou se na křemenné žíly a způsobují tak jeho šedavé zabarvení. Dále je zlato přítomno za řídké přítomnosti chalkopyritu, markazitu, sfaleritu nebo galenitu. Viditelné zlato mělo nejčastěji podobu zrníček, většinou do velikosti 1 mm, vtroušenin a plíšků. Větší plíšky zlata o rozměrech do 5 mm se nacházely jen ojediněle. Našlo se zde i zlato v podobě osmibokých krystalků. Zlato na Roudném není přítomno v teluridech. Zlato se zde vyskytuje jako odrůda elektrum, což je světle žluté zlato o nízké ryzosti. Na Roudném je to s obsahem přibližně 67,6 % Au, 32,4 % Ag a stopovými příměsemi Hg, Pb a Cu (Litochleb 1981). Minerály tzv. jaloviny (minerály bez přítomnosti kovů), jsou zastoupeny dolomitem, který je jedním z nejhojněji se vyskytujících nerostů na Roudném. Dále je zde často přítomný baryt, turmalín, kalcit, fialový nebo smaragdově zelený fluorit a zelenavá odrůda muskovitu s vyšším obsahem chromu fuchsit. Ze sekundárních minerálů se vyskytuje limonit, který je na úlomcích hornin a také tvoří ve štole Mořic krápníky až 30 cm dlouhé. Dále se nepříliš často vyskytují: chlorit, siderit, epidot, grossular, opál, sádrovec, a ještě několik dalších (Morávek et al. 1992; Zemek 2001).

Mineralizace ložiska

Ložisko vzniklo na základě tektonicky příhodného prostředí na křížení poruch v soustavě poruch Blanické brázdy. Tyto poruchy umožnily cirkulaci roztoků a rudních látek. Předpokládá se, že při a po mineralizaci zlatem docházelo ještě k tektonickým posunům v Blanické brázdě a tak by se části ložiska zlata mohly ještě ukrývat někde poblíž v minulosti těženého ložiskového tělesa. Dosud se však přes rozsáhlé průzkumy nepodařilo prokázat existenci významnějších akumulací zlata. Samotná mineralizace ložiska je variského stáří a probíhala v několika stádiích.

V nejstarším stádiu mineralizace vznikly křemenné žíly I. generace s turmalínem a akcesorickým výskytem apatitu, zirkonu, muskovitu a plagioklasu.

V 2. stadiu mineralizace zde vznikla část šedé křemenné rudy II. generace, která tvořila žíly tlusté od několika centimetrů do několika metrů. Tento křemen byl prostoupen zlatem uzavřeným v arsenopyritu a pyritu I. generace.

Podle Morávka et al. (1992) ve 3. stadiu vznikly žíly mléčně bílého křemene III. generace. Tento křemen byl hlavní rudou zlata II. generace, jímž byl mikroskopicky prostoupen společně s pyritem a arsenopyritem II. generace. Podle Zachariáše a Hübsta (2012) je toto stádium prohozeno s 2. stádiem.

Ve 4. stádiu mineralizace již generace minerálů neobsahují zlato (Litochleb 1981). Dochází k prostoupení tenkými bilaterálně souměrnými žilkami s obsahem barytu, fluoritu, pyritu III. a IV. generace, karbonátů, sfaleritu a chalkopyritu (Morávek et al. 1992; Zachariáš, Hübst 2012).

4.1.2 Prognózy zásob zlata

Na základě všech získaných dat se zásoby ložiska odhadují na 25 – 30 tun zlata a 37 – 45 tun stříbra. V kalech, které jsou uloženy na haldách, je ještě zbytkové zlato. Zlatonosnost těchto kalů se uvádí přibližně od 1,8 g/t až po 3,5 g/t. V celkovém množství kalů, uvádí se od 250 000 – 400 000 t, by tak mělo být uloženo až 600 – 900 kg zlata. Kaly jsou tak zajímavé pro získání tohoto zlata, pro které by byla vhodná dnešní metoda CIP (Morávek et al. 1992; Zemek 2001).

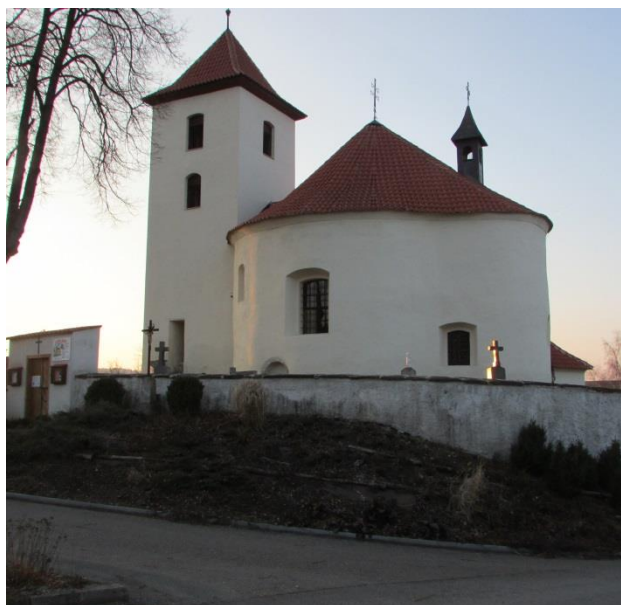
5 Těžba zlata ve zlatodolu Roudný

5.1 Historie těžby

Těžba zlata na Roudném nejdříve probíhala jen rýžováním na zdejších potocích a řece Blanici. Ve středověku zde započala i hornická činnost. Koncem 19. a počátku 20. století byla těžba v období největšího rozvoje produkce. Vystřídalo se zde několik majitelů. Největší rozkvět byl pak ve 20. letech 20. století, kdy těžba dosahovala nejvyšší produkce z tehdejších evropských zlatodolů. Od roku 1930 je těžba, i přes pokusy o znovuotevření, zastavena. Uvádí se, že odtud dohromady získalo přes 7 t zlata. Přehlednou historii zlatodolu Roudný zpracoval Václav Zemek (2001) a (2010) nebo Němec (1978).

5.1.1 Počátky těžby

Ložisko Roudný je odvodňováno potůčky do řeky Blanice. U obce Smršťov u řeky Blanice jsou dochované stopy rýžování zlata v podobě haldiček, které pocházejí pravděpodobně už od Keltů, kteří měli oppidum na Velkém Blaníku. První dochovaná písemná zpráva o dolování zlata na Podblanicku je listina Krále Jana Lucemburského z roku 1338, ve které je zmíněn i Karrenberg. To je nedaleká obec Kamberk, pod který Roudný patřil. Další důkaz o těžbě v tomto období je rotunda v Libouni na obr. 12. Tento románský kostel leží nedaleko Roudného. Podle lidového podání ho postavili horníci z dolů. Ve středověku se těžba soustředila zejména na vycházející zlatonosné horniny na povrch, které se tak těžily povrchovým odklizem. Později byly hloubeny první šachty. Pozůstatky této těžby byly nalezeny například v 60 metrech v šachtě Václav. Středověká těžba se však pravděpodobně přerušila za husitských válek. V tomto období se podle odhadů Morávka et al. (1992) mohla vytěžit až 1 tuna zlata (Zemek 2001).



Obr. 12: Rotunda Sv. Václava v Libouni. Zdroj: Zdeněk Otradovec

5.1.2 Těžba Auespergky

Další záznamy o těžbě jsou datovány až do 18. století. Těžbu zde prováděli vlastníci Libouně Auespergové v letech 1769 – 1804. Záznamy z Pražské mincovny dokumentují odvody zlata z dolů poblíž Libouně. V těchto letech dosahovala těžba nevelkých čísel, a to do 1 kg za rok. Jen v roce 1777 se vytěžilo přes 2 kg a v letech 1789 – 1792 překročil výnos 1 kg za rok. V této době bylo ložisko dolováno několika šachtami, a to nejvýznamnější štolou Václav, dále pak šachtami: Josef, Pavlína, Michal a František. Navazovalo se i na středověké práce. Prováděly se tu rozsáhlejší práce spojené s odvodňováním a propojováním šachet, které navrhoval jílovský důlní odborník Jan Fischer. Po roce 1804 se od těžby upustilo pravděpodobně z důvodů vyčerpání tehdejších dosažitelných zásob. V tomto období bylo podle doložených záznamů, bez chybějících záznamů z několika let, vytěženo 21 kg zlata (Němec 1978; Zemek 2001).

5.1.3 Těžba Firmy Stantien a Becker

Do konce 19. století byl důl opuštěn. Roudný v roce 1882 navštívil profesor František Pošepný. Dodnes je to uznávaný český geolog a mineralog ložisek, který byl ve své době v Evropě nepochopeným strůjcem své teorie o genezi rudních ložisek. Navštívil mnoho evropských rudních ložisek a navštívil i ložiska v severní Americe, kde Pošepný svými myšlenkami způsobil silný rozvoj zájmu o geologii ložisek. Dnes se uděluje Pošepného medaile vynikajícím badatelům v geologických vědách. Více o Pošepném napsal například Řídčkošil (2006). Tento geolog prozkoumal dokumenty a samotné ložisko na Roudném. A dospěl k závěru, že ložisko je stále perspektivní pro těžbu. Pošepný se poté seznámil s důlním podnikatelem Moricem Beckerem, kterému Roudenské ložisko doporučil jako perspektivní pro těžbu. Kutací oprávnění dostala firma v roce 1892. Následné práce započaly 1. 5. 1893. Práce na výstavbě zlatodolu na Roudném vedl Josef Hoffmann a po něm Ing. Kamil Staněk. Práce startovaly na šachtě Mořic, pojmenované podle Morice Beckera, která dosáhla délky 560m. Od této šachty se upustilo a vznikla nová šachta Jindřiška. Na ní tehdy probíhalo dolování nejintenzivněji. Štola Václav byla propojena s Jindřiškou, a sloužila jako větrací šachta. Těžba zlata probíhala od roku 1896. Zlato se dostávalo z rudy amalgamací. Zbývající sulfidy s vysokým obsahem zlata, které byly nejtěžší součástí rmutu, se odesílaly na další zpracování do německého Freibergu. Rozvoj

těžby však zastavila smrt Morice Beckera v roce 1901. Poté byl důl dán do dražby z důvodů nezájmu o dolování zlata ze strany společníka Stantiena a pozůstalých. V tomto období se vytěžilo 21121 t rudy a bylo získáno celkem 111,713 kg ryzího zlata (Němec 1978; Zemek 2001, 2012).

5.1.4 Největší rozvoj těžby

V roce 1903 důl získala anglická společnost Sugdan a Fischer za 600 000 říšských marek. Začal tak největší rozmach těžby. V průběhu tohoto roku byla provedena rozsáhlá modernizace a výstavba dolu, při které Angličané využívali zkušenosti z transvalských dolů. Slavnostní otevření dolu proběhlo 10. 9. 1904, kde došlo, za přítomnosti velkého množství lidí a horníků, k posvěcení nových budov. Důl byl vedený ředitelem J. Hoffmannem, dále měl velký vliv Dr. Fischer, a cons. Ing. F. H. Moriss. Důl dával práci přibližně 400 horníkům a dělníkům. Hlavní těžební štola byla Václav (těžní věž nad štolou Václav na obr. 14, v počátku 112m hluboká, propojená s Jindřiškou. Ta sloužila jako větrací šachta. Václav se poté spojila se slepou jámou Albert, později Aleška, viz obr. 11. Tato štola zpřístupňovala hlubší části ložiska. Těžební práce postupovaly rychle. V roce 1912 se těžilo už v 300 m a na 360 m se kutalo v roce 1921. Hloubka dolu dosáhla patra



Obr. 13: Letecký snímek zlatodolu Roudný pravděpodobně z roku 1930. V popředí je louhovna a dva kalojemy, vpravo stoupovna a nad ní laboratoř s drtírnou a vlevo lanová dráha. Zdroj: Zemek (2001)

450 m v roce 1930. Podoba dolu z této doby je na obrázku 13. Zpočátku měla těžba výnosy



Obr. 14: Těžní věž šachty Václav. Zdroj: Zemek (2001)

6 kg zlata za měsíc, poté však dosahovala i 30 kg za měsíc. Důl byl ovlivňován také světovým děním. A to hlavně první světovou válkou, kdy důl postrádal pracovníky, a náklady na těžbu se zvyšovaly. A tak byla těžba prováděna výběrem na zlato bohatších částí ložisek, aby nedocházelo k finančním ztrátám. V roce 1922 byla těžba dokonce na 9 měsíců přerušena, kvůli poklesu ceny zlata. Na konci 20. let začalo být nutné do dolu investovat kvůli opravám, obnově a modernizaci. Anglická společnost však peníze nechtěla poskytnout. A tak v roce 1929 došlo k prodeji dolu belgicko-francouzské společnosti, která však neposkytla dostatečné finanční prostředky a v důsledku toho byla těžba 11. 10. 1930 zastavena. V tomto období byl jedním z nejmodernějších zlatodolů v Evropě. V letech 1904 – 1930 zde bylo vytěženo cca 660 000 tun rudy a z ní získáno 5,770 t zlata (Morávek et al. 1992; Němec 1978; Zemek 2001, 2012).

5.1.5 Práce na zlatodolu Roudném od ukončení těžby

Na zlatodole, s ředitelem Ing. Arnoštem Hoffmannem, však probíhaly udržovací práce i po ukončení těžby s nadějí, že se důl znovuotevře s dopomocí státních dotací. Důl byl provozuschopný do října 1931. Od té doby chátral. V roce 1934 měla jiná nová francouzská společnost zájem o těžbu. Byla zavedena elektrická síť, objednány těžební stroje a vydřevěna šachta Václav. Těžbu se však nepodařilo obnovit. V průběhu 2. Světové války se obnovil zájem o Roudný. Byly prováděny průzkumy ložiska a opravy budov. Vyčerpávala a vysoušela se těžební patra. Avšak během války byly vyrabovány úpravny rudy. Práce byly přerušeny v roce 1945. Po skončení války bylo v červnu 1946 rozhodnuto o znovuzahájení kutacích prací na Roudném. Tohoto úkolu se zhostily Příbramské rudné

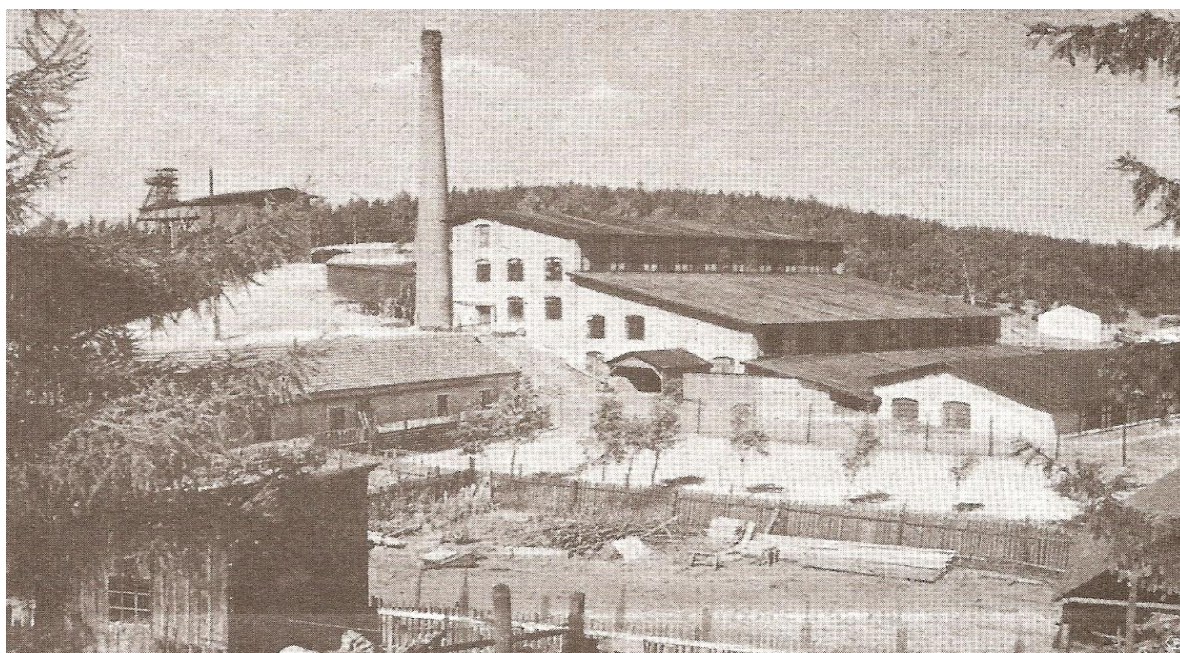
doly. Pokračovalo se v čerpání vody a vysoušení šachet. Jáma Aleška byla proražena na povrch jako náhrada za poškozenou šachtu Václav, viz obr 11. V tomto období byla zjištěna přítomnost jedovatých plynů a to oxidu uhelnatého CO, oxidu uhličitého CO₂ a arsenovodíku. Byla budována infrastruktura v podobě sociálních zařízení, knihovny, dětského hřiště. Celý důl se zpřístupňoval, rozšiřoval a odebíraly a zkoumaly se vzorky rudy i z nejhlubšího patra, které bylo založeno v hloubce 510 m. Průzkum a vyhodnocování zásob rudy na patrech ložiska byl ukončen v roce 1956. Bylo zde zjištěno velké množství zbytkové zlatonosné rudy, ale tehdy nebylo z ekonomických důvodů pro důl reálné těžbu obnovit. Proto bylo rozhodnuto prozatím těžbu neobnovit. Průzkumné a měřicí práce se prováděly i v 70. letech a to na východní části ložiska. Začátkem 80. let byla oblast zpracována do geologické mapy. V tomto období se provádělo mnoho ověřovacích, průzkumných vrtů. Těmi byla zjištěna a zmapována zóna pracovní nazvaná „Nová struktura“, která se nachází v nadloží ložiska. V této zóně se nachází asi 1000 000 t zásob rudy se zlatonosností 6 g/t zlata a zvýšenou koncentrací stříbra a arsenu. Koncem 80. let zde probíhaly další rozsáhlé průzkumy rud zlata a Wolframu v širším okolí Roudného. Těmito průzkumy byly nalezeny perspektivní úseky, které se následně prověřovaly zahuštěnými vrty (Zemek 2001, 2012). O perspektivách ložiska je psáno v kapitole 4.1.2.

5.2 Těžba a zpracování rudy v období 1904 - 1930

Největší rozvoj probíhal ve vlastnictví anglické společnosti. V tomto období zde pracovalo okolo 400 horníků a dělníků. Na Roudném vznikla k těžbě potřebná infrastruktura, která zajistila dolu produkci přes 200 kg za rok po většinu let. Úpravny (na obr. 15) byly zařízení v posloupnosti zpracování rudy od shora dolů k důmyslnému využívání gravitace. Samotný proces získávání zlata zpracoval zejména Hála (1923), který v dobovém časopise Naše hory a hutě popsal proces získávání zlata z rudy, jak probíhal přímo v zlatodole na Roudném. Dál je toto téma zpracováno Němcem (1978) nebo přepracováno Zemkem (2001).

5.2.1 Dobývání a příprava rudy

Ložisko bylo dobýváno z šachty Václav, která vedla do hloubky 170 m, a Aleška, která dosáhla 420 m. Tyto jámy zajišťovaly dopravu rudy z hlubin na povrch. Z dolů se za provozu stále odčerpávala voda. V pozdějších letech to bylo 160 m³ vody denně. Tato voda



Obr. 15: Stouповna v roce 1924. Zdroj: Zemek (2001)

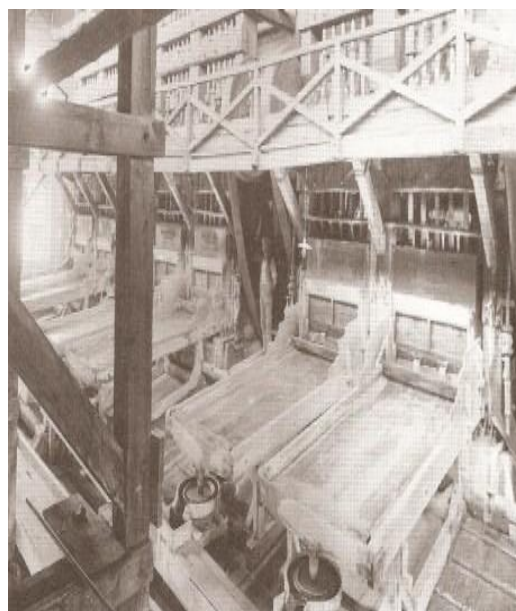
byla dále využívána v provozu. Již při dobývání rudy se v podzemí braly vzorky hornin k analýzám, a to přibližně 20 krát denně, aby se těžila ruda tam, kde měla využitelnou zlatonosnost. Odběr vzorků zajišťovali zodpovědní dělníci tzv. prubíři. Hranice dobytelnosti zlata byla v tomto období kolem 6g/t rudy. V některých obdobích tato hranice vystoupila až na 10 – 12 g/t, kvůli tehdejším poklesům cen zlata a vysokým nákladům na těžbu. V dole se zakládala patra, na kterých probíhala těžba. Nejhlubším těženým patrem v tomto období bylo patro ve 450 m. Jednotlivá těžební patra byla zakládána přibližně 30 m pod sebou. Na těchto patrech byly raženy chodby a komíny. Ty byly zajišťovány výdřevami a raženy pomocí vrtacích kladiv, nebo lamači vykutali pomocí ocelových nebo zezů díry, ve kterých poté střelci odpálili dynamit. Zlatonosná hornina byla rozmlácena velkými kladivy již na místě na menší kusy. Následně vozači odváželi rudu na vozících s nosností 500kg na kolejích k těžební šachtě. Poté byl vozík vytáhnout těžní klecí parními těžebními stroji na povrch. Denní těžba dolu byla v rozmezí 170 – 260 vozíků horniny.

Těžba musela dostatečně zásobit úpravny rudy na povrchu, kde se pracovalo nepřetržitě, aby nedocházelo ke zbytečným prodlevám. Úpravny byly schopné zpracovat 100 t rudy denně. Ruda z vozíků se nejprve podrtila ve dvou drtičích na kusy o průměru cca 6 cm.

Poté se takto připravená ruda uložila v zásobnících s kapacitou až 300 t v drtírně. Z těchto zásobníků byla ruda vypouštěna do 6 koryt, kde v každém byla pomocí pěti pěcholů, který byl každý těžký 475kg, rozmělnována. Tato koryta byla schopna denně zpracovat 120 tun rudy. Rozdrcená ruda na zrna velikosti jednoho milimetru poté byla smíšena s vodou. Tak vznikl rudný rmut, který byl dál hnán vodou přes síto na amalgamační stoly (Hála 1923; Zemek 2001).

5.2.2 Amalgamace

Amalgamace je první ze způsobů získávání surového zlata z rudy. Tento proces je založen na snadném slučování zlata a stříbra se rtutí (Hg). Rudný rmut musel mít určité vlastnosti. Ve stoupavnách (na obr. 15) se musela ruda namlít tak, aby bylo zlato odděleno od ostatních minerálů. Tomu odpovídaly zrna o velikosti 1 mm. Jen toto volné zlato bylo schopné sloučení se rtutí. Dále rmut nesměl být moc jemný, aby dobře prostupoval a smísil se rtutí a v následujícím procesu s kyanidy. Důležité bylo i jeho zředění vodou, aby rmut netekl ani rychle ani příliš pomalu. Voda byla v zimních obdobích přehřívána kvůli lepšímu slučování rtuti se zlatem. Amalgamace je také citlivá na kyselost rmutu, která může být způsobena příměsemi v rudě. Tato kyselost se kompenzuje přidáváním hašeného vápna do zásobníků rudy. Vysoká nesmí být ale ani zásaditost. Rmut natékal na amalgamační stoly (na obr. 16) se sklonem, dlouhé 3,5 m a široké 1,5 m. Byl pokrytý měděnou postříbřenou deskou, která byla před nalitím rmutu potřena rtutí, která zde stála. Rtuť vázala volné zlato ze rmutu a tak vznikal zlatý amalgám, který má vysokou hustotu. Rmut protékal přes stoly. Nejtěžší částí rmutu, zlatý amalgám, rtuť, zlatinky a část rmutu, které byly strženy proudem, byly sbírány ve sběracím žlábků na konci stolu do lapače amalgamu. Tato nádoba měla tvar obráceného zvonu s výpustí ve dně, kde se zlatý amalgám se rtutí usazoval. Zlatý



Obr. 16: Amalgamační stoly v roce 1905. Zdroj: Zemek (2001)

amalgám byl jednou za směnu stírán ze stolů. Nejdříve se stoly opláchly od rmutu vodou a poté se zlatý amalgám pomocí kartáčků a gumových destiček setřel ze stolu. Stůl byl poté opláchnut slabým roztokem kyanidu draselného a znovu potřen rtutí a celý proces se opakoval. Do tohoto získaného amalgámu se jednou měsíčně přimíchal amalgám ze sběračů, ze kterých se od rmutu oddělil usazením a následným ručním praním. V tomto rmutu je velké množství kyzů/sulfidů (pyrit a arsenopyrit), na které je velké množství zlata navázáno. Ty se tak ukládali pro další zpracování. Zlatý amalgám získaný za 24 h se zpracovával následující den. Byl velmi znečištěný, a tak se propíral v plechových mísách. Nečistoty a zákal zejména kyzy, které se v amalgámu nacházely, se odebíraly a ukládaly. Získaný surový amalgám se zředil stejným množstvím rtuti a pomlel se v tzv. kulovém mlýnu, do kterého se mimo amalgámu dávalo několik ocelových koulí 5 – 10 cm velkých. Amalgám se za 3 – 4 hodiny velmi důkladně promísil. Dorozmělnily se v něm všechny větší částice. Na amalgámu se objevil černý kal „Black sand“, který vznikl rozemletím zbylých kyzů v něm. Tímto mlecím procesem se rtutí procházely nashromážděné kyzy z ostatních částí zpracování rudy. Získaný černý kal měl obsah 200 – 500 g/t. Proto byl pečlivě schraňován. A dále byl odeslán společně s ostatními sulfidy do Freibergu k procesu chlorovacímu, viz kapitola 5.2.5. Zlatý amalgám se zbavil některých zbylých nečistot propíráním horkou vodou. Poté se mohlo přikročit k lisování, kterým se z amalgámu vylisovala přebytečná rtuť. Toto lisování se provádělo pouze ručně v silné, hustě tkané látce nebo lépe v jelení kůži. Utahováním amalgámu se z něj dokonale oddělovala pouze čistá rtuť. Samotný zlatý amalgám má totiž hutnější strukturu a tak zůstal uvnitř. Tato látka měla v tomto stavu obsah rtuti 40 – 55 %. Obsah rtuti závisel na okolní teplotě. Při nashromáždění 15 – 20 kg zlatého amalgámu se přikročilo k poslední fázi tohoto procesu. Tím byla destilace. Rtuť přítomná v amalgámu se oddestilovala a byla znovu použita v amalgamačním procesu. Takto vzniklo surové zlato, které ještě obsahuje znečišťující kovy. Ty se odstraňovaly tavením amalgámu s ledkem sodným, sodou a boraxem. Tato tavenina v tekutém stavu se po částech prudce vlévala do vody v porcelánové misce. Vzniklé granule zlata již neobsahovaly nežádoucí příměsi. Poté šlo toto zlato na analýzu ryzosti. Na Roudném se vyskytuje zlato ve formě elektra. Vyprodukované zlato mělo průměrnou koncentraci složek: 665/1000 zlata, 330/1000 stříbra a 5/1000 znečištění. Toto zlato bylo odesíláno pryč ve formě cihel o rozměrech 8 x

16 x 6 cm a váze 6 – 7 kg. Ryzí zlato se pak ve velkých zařízení mincoven získávalo elektrolýzou (Hála 1923; Němec 1978; Zemek 2001).

5.2.3 Roztřídění rmutu

Po přechodu rmutu přes amalgamační stoly je nutné roztřídit jeho 3 složky. Kaly na Roudném zaujímaly asi 40 % rmutu. Tato nejjemnější složka obsahovala ještě průměrně 3,5 g/t zlata, které tehdejšími technologiemi nebylo možné získat. Kaly se totiž špatně usazují a louhují v kyanidech, kdy zalepují a ucpávají výpustě. Získávání zlata z Roudenských kalů se proto nevyplácelo. A proto byly ukládány v kalojemech, kde se odhaduje, že je uloženo 250 000 – 400 000 tun těchto kalů do dnes. Druhou složkou byly písky, kterých bylo přibližně 59 % rmutu. Tento písek byl zpracovatelný kyanidovým loužením, viz následující kapitola 5.2.4. Třetí nejtěžší složkou byly kyzy. Tyto sulfidy hlavně arsenopyrit a pyrit tvořili asi 1 % rmutu. Měly však vysokou zlatonosnost, 200 – 500 g/t. Byly odesílány na proces chlorovací do Freibergu, viz kapitola 5.2.5.

Rmut byl rozdělován na složky nejdříve pomocí proudových přístrojů, rozdružovacích prolévek a rozdružovací nálevky. Tyto postupy měly za účel rmut zhruba roztřídit. Lehké nejjemnější částice byly rovnou odváděny do kalojemů. Rmut z části zbavený kalů putoval na chvějné Ferrarisiovy splavy. To byly mírně nakloněné stoly o rozměrech 1,5 x 3,5 m potažené rýhovaným linoleem, které se chvěly frekvencí až 400 záchvěvů za minutu. Díky tomu se rmut roztřídil podle specifické hmotnosti. Na spodní straně stolů bylo trychtýřovité žlabové zařízení, které zachycuje odděleně každý z produktů a odvádí je na určité místo. Na spodní straně stolu byly vidět přechody mezi složkami. Kaly společně s přechodem s písky se znovu podrobily roztřídování v systému nálevek a následně na splavech. Kaly pak putovaly do kalojemů. Přejít mezi písky a kyzy tzv. meziprodukt se znovu podrobil celému úpravárenskému procesu. Kyzy se společně s ostatními kyzy získanými v průběhu zpracovatelských procesů vysoušejí a připravují se na odeslání do Freibergu. Písky putují do louhovny k procesu kyanidovému. K těmto procesům je potřeba mnoho vody, která byla ukládána v rezervoárech nad úpravami s objemem 120 m³. Voda se získávala vyčerpáváním z dolů, z dvou umělých nádrží o kapacitě 6000 m³ a také se používala voda z kalojemů, která tak dokola cirkulovala (Hála 1923; Němec 1978; Zemek 2001).

5.2.4 Kyanizace

Kyanidový proces získávání zlata je založen na louhování zlatonosných písků, které jsou předchozími procesy odděleny od ostatních součástí rmutu. Měly obsah zlata mezi 1,2 – 3,5 g/t (Němec 1977). Toto louhování se provádí roztokem kyanidu draselného KCN , který na sebe naváže zlato. Provádělo se dvakrát. A to v horních a poté v dolních kádích. Každá kád' o výšce 2,5 m a průměru 6 m dokázala pojmout 85 tun písků. Ve dně byly dvě výpusti s průměrem 40 cm, které zde byly proti tlaku chráněny mřížovitým systémem dřevěných trámů, přes které byla ještě natažena jutová nebo kokosová rohož. Oddělené zlatonosné písky putovaly do kádě přes distributory, které zajišťovaly, aby se písky v kádi rozprostíraly rovnoměrně. Jedna kád' se písky tekoucími ze splavů plnila 28 – 30 hodin. Poté se dalších 8 – 10 hodin z kádi nechávala vytéct přítomná voda, která se znovu používala v počátečních fázích úprav rudy. V tento čas se braly vzorky písku k analýze zlatonosnosti. Aby kyanizace probíhala dobře, nesměly být písky kyselé. Proto se do kádě přidávalo 60 kg hašeného vápna. Takto připravená horní kád' se napustila silným roztokem kyanidu draselného. Zlato se na něj navázalo a vznikl kyanid zlatito-draselný $2K_2Au(CN)_2$, který prosákl písky a prošel přes filtr do jímky. Písky se vypustily a pomocí vozíků přesunuly do dolní kádě. Zde probíhalo louhování slabším roztokem kyanidu draselného. Opět se odsud přes filtr vypouštěl kyanid zlatito-draselný do jímací nádrže. Písky se v kádi ještě propraly vodou, která se dále znovu využívala. Písky obsahovaly ještě 0,8 – 1,4 g/t v té době nedobytného zlata. Poté se odvážely pomocí vozíků na hráze kalojemů nebo se využívaly k zaplňování vyrubaných prostorů (Němec 1977).

Dále kyanid zlatito-draselný odtékal z jímky do pěti srážecích kádinek, které byly stupňovitě uspořádány. Kádinky byly široké 37 x 37 cm a vysoké 50 cm. Kyanid zlatito-draselný do nich přitékal dnem a vyléval se vrchem, kanálkem ústícím do následující spodnější kádinky. Takto zvolna protékal všemi kádinkami, ve kterých byla 30 cm vrstva čerstvých zinkových hoblin. Zlato obsažené v kyanidu zlatito-draselném se na hoblinách vysráželo, v podobě hnědého zlato-zinkového kalu. Pryč odtékal jen roztok kyanidu draselného jen se stopami zlata, který se znovu používal. Zlato-zinkový kal se skladoval v menší kádi. Jednou za měsíc se zpracoval. Nejdříve se profiltroval a pražil, aby se zbavil organických látek. Poté se propíral kyselinou solnou, kterou se zinek rozpouštěl. Ve vodě tak zůstal chlorid zinečnatý, vodík a zlato se stříbrem. Ke kyanizaci bylo spotřebováno 560

g kyanidů na tunu písku. Tímto procesem se získávala jen malá část zlata, viz tabulka 4, a proto se v některých dobách nevyplácela (Hála 1923; Němec 1978; Zemek 2001).

5.2.5 Chlorování zlata

Tímto procesem se zpracovávaly kyzy. To jsou sulfidy, které do sebe vážou zlato. Jsou kyselé. Na Roudném je to hlavně arzenopyrit a pyrit. Tento proces se však neprováděl na Roudném, protože k němu byly potřeba další nákladná zařízení. Vysušené kyzy a černá mel se proto posílaly do německého Freibergu. Nejdříve se kyzy pražily samotně. Po nějaké době se k nim přidala kuchyňská sůl. Poté se nechaly vystydnout a navlhčily se, aby chlor mohl působit. V tomto stavu se daly do obdobných kádí, které sloužily ke kyanidování. Zde se kád' se sulfidy uzavřela a vpouštěl se do ní chlor. Kád' se nechala 12 hodin v klidu. Potom se obsah promíchal a proces v kádi se ještě 2 – 4 krát opakoval. Tímto se v ní vytvořil chlorid zlatitý $AuCl_3$ a chlorid stříbrný $AgCl$. Obsah kádě se poté napustil teplou vodou s kuchyňskou solí a vzniklý roztok se vypustil přes filtr do odkalovací kádě s obsahem síranu železnatého $FeSO_4$ předehřátým na 70 °C. Během 12 – 18 hodin se zlato a stříbro vysráželo, usadilo na dně a dále se pak zpracovalo. Chlorovacím procesem se získá až 14,7 % zlata obsaženého v rudě, viz tabulka 4. (Hála 1923).

cesta zlata	podíl zlata
získáno z amalgamace	65,3 %
získáno z kyanidace	3,2 %
získáno chlorováním	14,7 %
ztráty v kalech	11,3 %
ztráty v píscích	5,5 %

Tabulka 4. Podíly získaného zlata při dobývání a nedobytného zlata z celkového rudního zlata podle Hály (1923)

6 Oblast Zlatodolu Roudný jako předmět ochrany přírody

Oblast bývalého zlatodolu Roudný se nalézá v jižní části Středních Čech na hranici CHKO Blaník, do níž sice nepatří, ale je součástí její krajiny a celého Podblanicka. Touto krajinou a usedlostmi se například zabývala Racková (2001).

CHKO Blaník byla vyhlášena v roce 1981. „Hlavním důvodem vyhlášení této CHKO je zachování harmonické, biologicky vyvážené středočeské krajiny s ústřední dominantou bájného Blaníku“ (Hanel, Pešout, 2005, str.: 2). Je to nejmenší zvláště chráněné území v České republice. Rozloha CHKO Blaník je 41 km². Na svém území má 9 měst a obcí. Největším městem jsou Louňovice pod Blaníkem, kde sídlí Správa CHKO Blaník. Dominantami širokého okolí jsou hory Velký Blaník (638 m. n. m.), na jejímž vrcholu se nachází rozhledna, a Malý Blaník (580 m. n. m.). Protéká zde řeka Blanice, která vytváří říční nivu. Velký Blaník je známý jako bájná hora, ve které spí rytíři v čele se Svatým Václavem, kteří vyjedou České zemi na pomoc, až jí bude nejhůř. Velký Blaník má také význam z archeologického pohledu. Nacházelo se tam totiž Keltské hradiště. Oblasti těchto dvou vrchů jsou evidovány jako dvě samostatné přírodní rezervace (PR). Rozprostírají se tam původní bikové bučiny a smíšené porosty. V CHKO je ještě PR Podlesí, kde je předmětem ochrany mokřadní lokalita se dvěma rybníky a zrašeliněnými prameništěmi loukami. Dále jsou zde dvě přírodní památky (PP), PP Částrovické rybníky a PP Rybník Louňov. Nachází se zde také 11 Památných stromů. Historické stavby a domy v CHKO mají svůj specifický architektonický ráz, který zapadá do krajiny. Novostavby tak musejí splňovat určité parametry. Vše do hromady dává jedinečnou zachovalou krajinu CHKO Blaník, která je touto formou chráněna pro naši budoucnost. Více o této CHKO a rezervacích v ní lze nalézt na například v publikacích: (Hanel, Pešout 2005; Kovařík, Pešout 2000; Racková 2001).

6.1 Přírodní památky na území bývalého zlatodolu Roudný

Oblast bývalého zlatodolu, kde se přestalo těžit zlato v roce 1930, je již vlivem sukcese a zásahů do krajiny značně porostlá lesem a nízkou vegetací. Vrch Roudný tak není obnažen, jako tomu bylo v letech těžby. Na těžbu upomíná naučná stezka Roudný, která byla otevřena v červenci 2013. Na 4,5 km a 16 zastaveních jsou návštěvníci provedeni po památkách na těžbu a jim přiblížena těžba a zpracování rudy, historie a také budovy

zlatodolu. Text doplňují dobové fotografie (Jakubův 2013). Na tomto území se nacházejí dvě přírodní památky.

6.1.1 Přírodní památka Roudný

Přírodní památka Roudný byla vyhlášena v roce 1994 s výměrou 2,5065 ha. Rozprostírá se na místě největšího z kalojemů, které se zde vybuďovaly k uložení kalů a písků zbylých po těžbě zlata. Kalojemy se skládaly ze tří nádrží. Hráze byly vytvořeny z odpadních písků. Do těchto nádrží byly vypouštěny kaly, které se tu usazovaly. Odhaduje se, že je tu uloženo 250 000 – 400 000 tun těchto odpadů. V usazených kalech je ještě od 1,8 g/t až po 3,5 g/t zlata, které se v době těžby nedaly přijatelným způsobem získat. Dnes se však naskýtají technologie např. metoda CIP loužení, kterými lze toto zlato výnosně vytěžit. Kaly ale obsahují nebezpečný arsen a v pískách jsou zbytky kyanidů po kyanidovém loužení. Proti pokusům o odtěžení těchto materiálům tvrdě vystupuje ČSOP, Správa CHKO Blaník a obecní úřady okolních obcí, a to zejména Zvěstova, pod který území správně spadá.

Na tomto místě rozprostírá PP Roudný. Území lze rozdělit na dvě části, náhorní plošinu a výslunné svahy. Náhorní plošina je podmáčená kvůli jílovému podloží kalů. Vrchní část půdy je písčité. Na větší části je smíšený les. Přítomny jsou: bříza bělokorá, borovice lesní, smrk ztepilý, dále méně topol osika a modřín opadavý. Na mokřích místech roste ve velké míře rákos obecný. Dále se zde vyskytuje silně ohrožený kruštík bahenní (*Epipactis palustris*) a ohrožená tolíje bahenní (*Parnassia palustris*). Mykologický průzkum byl provedený Kotlabou (1995). Ten tady zjistil přítomnost více jak 60 druhů hub. Mimo jiné hned několik vzácných, ohrožených nebo mizejících druhů. Byli to: lošák jelení (*Sarcodon imbricatus*) z čeledi plesňákovitých (*Thelephoraceae*), který z našich lesů skoro vymizel. Bělochoroš nahořklý (*Postia leucomallela*) a pórnatka popelavá (*Cinereomyces lindbladii*) patřící do čeledi chorošovitých (*Polyporaceae*). Z čeledi čirůvkovitých (*Tricholomataceae*) to byly čirůvka zelánka (*Tricholoma flavovirens*) a čirůvka masitá (*Tricholoma pessundatum*). Zjištěny tu byly včetně ryzce smrkového (*Lactarius deterrimus*) také ryzec borový (*Lactarius deliciosus*) z čeledi holubinkovitých (*Russulaceae*). Na lokalitě je také Pešoutem (2004) zaznamenán výskyt smrže vysokého (*Morchella elata*). PP Roudný má tak velkou cenu z mykologického hlediska (Kotlaba 1995). Výslunné svahy jsou na písčité



Obr. 17: PP Roudný- pouštní přesyp. Vrchní část hráze největšího z kalojemů. Zdroj: Autor
hrázi bývalého kalojemu. Tyto obnažené písky, na kterých vznikl teplý biotop s minimem rostlin, bývá označován jako pouštní přesyp (na obr. 17). Vyskytuje se zde několik teplomilných vzácných druhů hmyzu v čele se svižníkem písčinným (*Cicindela arenaria vienensi*), který je jedním z hlavních předmětů ochrany této oblasti. Dále se tu vyskytují zástupci blanokřídleho hmyzu, například zástupci rodů *Andrena* a *Halictus*. Dále jsou přítomni teplomilní zástupci pavouků. Tato oblast je pro veškerý druhově pestrý výskyt v různých biomech chráněným územím (Hanel, Pešout 1995; Kovařík, Pešout 2000; Rozhodnutí MŽP 2014; Zemek 2001).

6.1.2 PP Štola Mořic

Štola Mořic je dnes cca 300 metrů dlouhá šachta s dvěma odbočkami. Přední část štoly je zatopená přibližně do 1 m. Chodby jsou asi 2 m vysoké a 1,6 m široké. V roce 2014 byly tyto prostory vyhlášeny za přírodní památku Štola Mořic s přílehlým ochranným pásmem. A také již patří do seznamu Evropsky významných lokalit v rámci soustavy Natura 2000. Tato štola je předmětem ochrany, protože slouží jako zimoviště až pěti druhům netopýrů. „Cílem ochrany ZCHÚ je udržení dlouhodobě příznivého stavu lokality pro zachování atraktivitu pro předměty ochrany“ (Keřka, 2013, str.: 2). Největší početní výskyt tu má netopýr velký (*Myotis myotis*), který je také hlavním předmětem ochrany. Pravidelně zde zimuje v počtu pohybujícím se okolo 20 kusů (Nový, Nová, Křížek 2001). Zimuje

přibližně od října do dubna. Tento netopýr volně visí nebo se ukrývá do štěrbin. Někdy vytváří velké shluky. Pro zajímavost: nejvyšší doložený věk tohoto druhu je 37 let. Dále jsou předmětem ochrany: netopýr vodní (*Myotis daubentonii*), netopýr ušatý (*Plecotus aureus*), netopýr dlouhouchý (*Plecotus austriacus*) a netopýr řasnatý (*Myotis nattereri*), kteří tu nezimují v takových počtech jako netopýr velký. Více informací o netopýrech například v publikaci Miloše Anděry (2014) „*Naši netopýři*“. Netopýři se v lokalitě bývalého dolu dále vyskytují i v jedné z bývalých průzkumných šachet, která je označována jako štola T, kde zimuje menší počet netopýrů, hlavně netopýr ušatý (Keřka 2013; Nový, Nová, Křížek 2001; Spilka 2013).

6.2 Důvody odmítání případné těžby a geologických průzkumů na Roudném

O zlatonosnou lokalitu na Roudném se v minulosti i přítomnosti stále zajímají firmy, které chtějí na území zlato těžit, odvést obsahy kalojemů nebo alespoň provádět geologické průzkumy. Od 90. let byly všechny tyto pokusy odraženy (Zemek 2001) za přispění organizací CHKO Blaník, ČSOP Vlašim, a obecního úřadu ve Zvěstově, které jsou také podporovány sdružením měst a obcí a dalších právnických osob Čechy nad zlato. O posledním případ pokusů o průzkum Au a Ag rud na území se pokoušela firma Delta Bohemia s. r. o. v roce 2014. Důvody zamítnutí jsou zpracované v rozhodnutí Ministerstva životního prostředí (2014). Avšak zatím úplně posledním pokusem byly hydrologické průzkumy, které by se prováděly pomocí vrtů (Zigo, Komberec 2014). Tento pokus firmou Bionalytika CZ, s. r. o. byl nakonec, přes nesouhlas výše zmíněných organizací, z části zdárný. V roce 2015 zde firma provedla několik vrtů, ze kterých si odvezla hlušinu, za což byla pokutována Správou CHKO Blaník (Babický, ústní sdělení 2016). Od té doby se zatím nic neděje. Lze ale v budoucnosti očekávat další nátlak firem k dobývání místních zásob zlata. Důvodů, proč jim průzkumy a těžbu neumožnit, je hned několik (viz dále).

6.2.1 Důvody odmítání jakýchkoli geologických prací na lokalitě

Důvody byly zpracovány v odůvodnění zamítavého stanoviska Ministerstva životního prostředí pro firmu Delta Bohemia (Rozhodnutí MŽP 2014)

- Využití nadložních částí ložiska se zásobou přibližně 1000 000 tun rudy o zlatonosnosti 6 g/t by znamenalo vybudování otevřeného povrchového dolu s příslušnou infrastrukturou. Těžba by měla devastující vliv na hodnotnou lokalitu s předměty ochrany přírody. Poničen by byl i estetický vzhled zachovalého rázu krajiny Podblanicka.
- Při případné těžbě a hlavně při získávání zlata z kalů z kalojemů existuje reálná hrozba kontaminace svrchních a podzemních vod zejména arsenem z kyzů a zbytky kyanidů a rtuti ze získávání zlata. Tyto látky mají negativní účinky na lidské zdraví, které jsou popsány níže. Při odlesnění by docházelo k erozi, která by unik škodlivých látek značně podpořila. Tyto látky jsou v kalech vysoce zastoupené. Materiál v kalojemech je momentálně ve stabilním zhutněném stavu. Jakýkoliv zásah do odkališť včetně průzkumů by mohl způsobit kontaminaci zdejších vod. Krystalický arsen totiž, za přístupu kyslíku a oxidu uhličitého, zvětrává a uvolňuje se do vod, kde se usazuje a vstupuje do organismů a potravního řetězce. To naráží na obecné zájmy o ochraně podzemních a povrchových vod. Na tomto území s limitovanými zdroji pitné a užitkové vody, jsou zdroje podzemních vod pro místní obyvatelstvo a ústav sociální péče, které by mohly být v ohrožení. Uvolňováním těchto látek je ohrožena ekologická stabilita přítomných biotopů a potravního řetězce živočichů vázaných na vodu.
- Při případných těžebních pracích by docházelo ke zvýšenému hluku a uvolňování prachových částic. To naráží na zájem o ochranu ovzduší, k předcházení důsledků prašnosti na lidské zdraví a snížení kvality života místních obyvatel.
- Na Roudném se nacházejí pozůstatky těžby z období raného středověku. Tyto archeologické památky nám poskytují zásadní informace o průběhu osidlování tohoto území.
- V současné době je surovinová politika státu nastavená na ochranu zásob ložisek zlata. Tyto ložiska mají být ponechány budoucím generacemi jako rezerva, která se případně vytěží novými ekologicky šetrnými způsoby.
- Nejistota z případné těžby má dopady na životní pohodu obyvatel na území. Obavy mají důsledky při plánování rozvoje oblasti, bydlení a rekreace. Nemovitosti na území disponují sníženou hodnotou.

„Předmětná lokalita s dochovanými technickými památkami, a její historická hodnota ve spojení s přírodními kvalitami území představuje krajinný celek vyznačující se nadprůměrně vysokou estetickou, přírodní, kulturní i historickou hodnotou“ (Rozhodnutí MŽP 2014, str. 12).

Vliv škodlivých látek z kalů na lidské zdraví

Arsen je řazen mezi mimořádně toxické kovy. Od pradávna používal v travičství. V dnešní době tyto akutní otravy prakticky neobjevují. Tento prvek se používal jako prostředek k hubení hmyzu, myší, k ochraně rostlin proti škůdcům nebo ochraně dřeva proti hnilobě. V oblastech s vyšším obsahem arsenu v půdě a vodě lidé trpí na kožní choroby. Karcinogenní vliv je spojen s častějšími rakovinami kůže, plic, močového měchýře. Arsen poškozuje nervovou soustavu. Má vliv na funkci štítné žlázy, orgánů i pokožky. Může způsobit poškození plodu, více o arsenu např. v článku Pertolda (1998). Vysoce jedovaté kyanidy mohou způsobovat i v malých množstvích chronické problémy, nervovou paralýzu, zvýšenou funkci štítné žlázy a potraty (Rozhodnutí MŽP 2014). Rtuť způsobuje nervové poruchy jako je třes a bolest hlavy. Dochází i k zánětům močového měchýře a dokonce i ztrátám paměti, více o rtuti například v článku Heyrovského (2000).

7 Závěr

Zlato provází lidské kultury již přibližně 6 tisíc let a vždy bylo symbolem bohatství a moci. Díky vlastnostem zlata se dochovaly do současnosti zlaté předměty z minulých kultur ve skvělém stavu. Pomyslná honba za zlatem stále trvá i v současnosti, kdy světová těžba stále dosahuje vyšších čísel. O fenoménu zlata by se toho dalo napsat jistě daleko více, než je napsané v této práci.

Těžba zlata na Roudném se odehrávala na jeho ložisku, které patří do oblasti Blanické brázdy. Zlato je zde ve formě elektra, mikroskopicky rozptýlené v žilníku v křemeni nebo navázané na sulfidy/kyzy. Množství zlata v rudě se pohybovalo v množství několika gramů až desítek gramů zlata na tunu. Těžené ložisko je ohraničeno čtyřmi poruchami, které mu dávají tvar trojbokého hranolu.

V oblasti rýžovali už Keltové, kteří osídlovali Velký Blaník, a přítomnost zlata měla zcela jistě vliv na osídlování místního území. Těžba ložiska byla prováděna od středověku. Odkazuje na ni například románský kostel v Libouni nebo pozůstatky po těžbě. Další významnější těžební práce byly prováděny Augsperky v 2. polovině 18. století. Období největšího rozkvětu těžby začalo koncem 19. století na doporučení profesora Františka Pošepného. Těžba byla vždy zaměřená na bohatší části ložiska s koncentrací zlata, která zajišťovala ziskovost těžby. Získávání zlata z rudy v období vlastnictví anglickou společností 1904 - 1930 probíhalo přímo na Roudném. Důl byl zmodernizovaný a uzpůsobený na zpracování rudy a získávání zlata procesem amalgamačním a kyanidovým. Rmut byl po amalgamací rozdělován na písek a kaly. Kaly byly ukládány v kalojemech, kde je jich uloženo 250 000 – 400 000 tun, s obsahem přibližně 1,8 - 3,5 g/t zlata, do dnes. Shromážděvané sulfidy se odesílaly na proces chlorovací do německého Freibergu. Uvádí se, že se z místního primárního ložiska vytěžilo celkem 6770 kg zlata.

Od konce těžby v roce 1930 probíhaly pokusy o obnovení těžby. Ale těžba už nebyla nikdy obnovena. Průzkumy, které se tu do 90 let prováděly, dokládají zásoby zlata přibližně na 25 - 30 t a stříbra 37 – 45 t. Asi 1 000 000 t rudy se zlatonosností 6 g/t je uloženo v nadloží s možností povrchové těžby. Dále je obsaženo 600 – 900 kg zlata v kalech, o které zajímalo již několik firem se záměrem toto zlato získat.

Dnes případná těžba zlata na lokalitě, odtěžení kalů nebo průzkumné práce narážejí na odpor veřejnosti. Jedním ze sulfidů v ložisku je totiž arsenopyrit, který je zdrojem škodlivého arsenu. Arsen se vlivem případné těžby a odtěžováním kalů může dostat do povrchových a spodních vod, kde by ohrožoval svojí koncentrací všechny organismy včetně člověka. Nedaleko lokality jsou totiž zdroje pitné vody pro místní obyvatele. Kaly dále obsahují i zvýšené množství rtuti a písčité hráze i zbytky kyanidů po loužení. Tyto pro tělo toxické látky je nutné mít zajištěné proti únikům do vod a krajiny.

Vrch Roudný je již zarostlý vegetací. V této oblasti díky těžbě vznikly dvě lokality, které byly vyhlášeny přírodními památkami. PP Roudný na kalojemech, kde se vytvořil pouštní a mokřadní biotop. A PP Štola Mořic, ve které pravidelně hnízdí několik druhů netopýrů. Celá oblast leží na hranici CHKO Blaník a je součástí krajiny Podblanicka. Oblast má vysokou přírodní, historickou a estetickou hodnotu.

Při případné těžbě na vrchu Roudný by došlo ke znehodnocení místní jedinečné krajiny, přírodních památek, místních vod a památek na historickou těžbu. Proto lze pochopit odmítavé postavení místních lidí a organizací. Zdejší příroda, chráněná před těžbou, tak bude zachována našim budoucím generacím. A přítomné zlato bude čekat na, pro lokalitu ekologicky a esteticky únosný, způsob těžby, na který by možná místní organizace byly ochotné ve vzdálenější budoucnosti přistoupit. Ale dnešní stav těžbě nenahrává. A za mě jako autora, který má výhled na vrch Roudný a na oba Blaníky ze svého domu, žije zde a váží si zdejší pohledné krajiny: “Jen ať to zůstane tak, jak je to dnes!”

8 Seznam použitých informačních zdrojů

ANDĚRA, Miloš. *Naši netopyři*. Průhonice: Správa jeskyní České republiky, 2014. ISBN 978-80-87309-22-3.

BERNARD, Jan Hus a Rudolf ROST. *Encyklopedický přehled minerálů*. Praha: Academia, 1992. ISBN 80-200-0360-6.

BERNARD, Jan Hus. *Minerály České republiky: stručný přehled*. Praha: Academia, 2000. ISBN 80-200-0350-9.

CACUTT, Len. *Horniny a minerály: od granitu ke drahokamům - nový pohled na planetu, po které chodíme*. Praha: Nakladatelský dům OP, 1994. Příroda (Nakladatelský dům OP). ISBN 80-85841-15-0.

CHAIZE, Thomas. *Gold production in world 2010*, In: <http://www.dani2989.com/> [online]. 10.05.2010 [cit. 2.3.2016]. Dostupné z: <http://www.dani2989.com/pdf/prodgold2010gb.pdf>

CHAIZE, Thomas. *Production of gold in the world*, In: <http://www.dani2989.com/> [online]. 4.7.2007 [cit. 2.3.2016].

Dostupné z: <http://www.dani2989.com/pdf/goldprod07gb.pdf>

CHAIZE, Thomas. *World Gold Production in 2014*, In: <http://www.dani2989.com/> [online]. 17.03.2015 [cit. 2.3.2016].

Dostupné z: <http://www.dani2989.com/gold/worldgoldproduction0314gb.html>

CO, Lukio. *CIP new technology for gold recovery CIP* [online], Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, 2005, [cit. 2.3.2016].

Dostupné z: http://mric.jogmec.go.jp/public/report/1988-04/No12_eng.pdf

HÁLA, Miloš. *Moderní zlatodůl, Naše hory a hutě*, 1923.

HANEL, Lubomír a Pavel PEŠOUT: *Chráněná území CHKO Blaník*, 581-604. In: Ložek V., Kubíková J., Špryňar P. a kol (eds.): *Chráněná území ČR – Střední Čechy, svazek XIII*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, 2005, ISBN 80-86064-87-5.

HANEL, Lubomír a Pavel PEŠOUT. Chráněná území okresu Benešov. /Část II./. *Sborník vlastivědných prací Podblanicka*. 1995, **35**, 7 – 18. ISSN 80-902115-0-X.

HEYROVSKÝ Michael, Evropou obchází strašidlo rtuti, *Vesmír*, 2000, **79**(3),

Dostupné z: <http://casopis.vesmir.cz/clanky/clanek/id/132>

JAKUBŮV, Pavel. Naučná stezka Roudný, *Pod Blaníkem*, 2013, **15**(3), 2 – 4, ISSN 1213-1040.

KEŘKA, Josef. *Evropsky významná lokalita Štola Mořic*. Návrh na vyhlášení zvláště chráněného území a projednání plánu péče. Č.j. 090985/2013/KUSK, 2013,

Dostupné z: http://portal.gov.cz/portal/publikujici/keebyyf/informace/11861_doc.pdf

KLOMÍNSKÝ, Josef a Jaroslav PACOVSKÝ. *Historie psaná zlatem*, Praha: Nakladatelství Svoboda, 1988.

KORBEL, Petr a Milan NOVÁK. *Kompletní encyklopedie minerálů: přehled více než 600 nerostných druhů a variet*. 2. vyd. Čestlice: Rebo Productions, 2004. ISBN 80-7234-339-4.

KOTLABA, František. Některé houby z exkurze na odval Danica zlatodolu Roudný u Louňovic pod Blaníkem. *Sborník vlastivědných prací Podblanicka*. 1995, **35**, 19-24. ISSN 80-902115-0-X.

KOVAŘÍK, Václav a Pavel PEŠOUT. *100 let ochrany přírody a krajiny na Podblanicku*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 2000. Přírodou Podblanicka. ISBN 80-86452-01-8.

ROZHODNUTÍ Ministerstva životního prostředí, ze dne 23. 10. 2014, č. j. 1869/500/11, 67570/ENV/11.

LITTOCHLEB, Jiří. Přehled dosavadních geologických poznatků o ložisku Roudný u Vlašimi, *Sborník vlastivědných prací Podblanicka*, 1981, **22**, 9 – 19.

MORÁVEK, Petr. *Surovinový potenciál zlata České republiky*. In: <http://www.ascez.cz/> [online]. 01/2013 [cit. 1.3.2016] Dostupné z: <http://www.ascez.cz/publikace/2013/01/>

MORÁVEK, Petr. *Těžba zlata v historii českých zemí*. In: <http://www.ascez.cz/> [online]. 01/2009 [cit. 1.3.2016] Dostupné z: <http://www.ascez.cz/publikace/2009/01/>

MORÁVEK, Petr. *Zlato v Českém masívu*. Praha: Český geologický ústav, 1992, ISBN 80-7075-088-X.

NĚMEC, Jan. Geologie zlatodolu Roudný, *Sborník vlastivědných prací Podblanicka*, 1977, **18**, 5 – 16.

NOVÁ, Petra.; NOVÝ, Aleš a Pavel KŘÍŽEK. Zimoviště netopýrů Benešovska a Vlašimska. *Vespertilio*, 2001, **5**, 191-198. ISSN 1213-6123.

Dostupné z: http://www.ceson.org/vespertilio/5/5_30.pdf

PERTOLD, Zdeněk. Arzen v životním prostředí. *Vesmír*. 1998, **77**(6), Dostupné z: <http://casopis.vesmir.cz/clanky/clanek/id/1573>

PEŠOUT, Pavel. Smrže na Podblanicku. *Pod Blaníkem*. 2004, **8**(2), 8-9, ISSN 1213-1040.

RACKOVÁ, Lubomíra. *Krajinou kolem Blaníka*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody Vlašim, 2001. ISBN 80-86327-14-0.

ŘÍDKOŠIL, Tomáš. František Pošepný. *Krkonoše – Jizerské hory*. [online] 03/2006 [cit. 6.3.2016]. Dostupné z:

http://krkonose.krnapp.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=6694&Itemid=2

SPIILKA, Josef. *Štola Mořic CZ0213620*, Souhrn doporučených opatření pro evropsky významnou lokalitu. 29.3.2013,

Dostupné z: https://portal.gov.cz/portal/publikujici/9gsaax4/informace/14053_doc.pdf

STRUŽ, Jan a Bohumil STUDÝNKA. *Zlato: příběh neobyčejného kovu*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0902-3.

TUČEK, Karel a František TVRZ. *Kapesní atlas nerostů a hornin*. 2. Vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982.

ZACHARIÁŠ, Jiří a Zdeněk HÜBST. Structural evolution of the Roudný gold deposit, Bohemian Massif: a combination of paleostress analysis and review of historical documents. *Journal of GEOsciences*, 2012, **57**, 87-103. ISSN 1803-1943.

ZEMEK, Václav. Blanická brázda. *Pod Blaníkem*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 2003, 7(4), 10-11. ISSN 1213-1040.

ZEMEK, Václav. *Historie hornictví na Podblanicku*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 2012. ISBN 978-80-86327-98-3.

ZEMEK, Václav. Sledování netopýrů ve starých důlních pracích v okolí Vlašimi. *Pod Blaníkem*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 2000, 4(2), 12-14.

ZEMEK, Václav. *Zlatodůl Roudný u Vlašimi*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 2001, ISBN 80-86452-05-0.

ZIGO, Martin a Miroslav KOMBEREC, Analýza rizik ohrožení jakosti podzemních a povrchových vod v povodích Bořkovického a Roudenského potoka. Realizační dokumentace, Z.č. 6158 14 013, 2014.

9 Obrázkové zdroje

Obr. 1 - <http://www.stribroinvest.cz/cena-zlata-v-kc-grafy>

Obr. 2 - <http://www.sutrak.estranky.cz/fotoalbum/zlaty-chlum/zlato.html>

Obr. 3 - http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/loziska_cr.html

Obr. 4 - <http://strankymineraly.wz.cz/Clanky/Ryzovani/ryzovani.html>

Obr. 5 - https://en.wikipedia.org/wiki/Peak_gold

Obr. 6 - https://en.wikipedia.org/wiki/Peak_gold

Obr. 7 - <http://faraon.wz.cz/panovnici/poklady.htm>

Obr. 8 - <http://www.detector-team.estranky.cz/clanky/ucivo/keltska---duhovka-/>

Obr. 9 - <http://cenne-mince.cz/>

Obr. 10 - <http://mapy.cz/zemepisna?x=14.8162944&y=49.6183329&z=15&l=0>

Obr. 11 - Zemek (2001)

Obr. 12 - Zdeněk Otradovec

Obr. 13 - Zemek (2001)

Obr. 14 - Zemek (2001)

Obr. 15 - Ježek (1924) in Zemek (2001)

Obr. 16 - Zemek (2001)

Obr. 17 - Autor

Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta

M. Rettigové 4, 116 39 Praha 1

Evidenční list žadatelů o nahlédnutí do listinné podoby práce

Jsem si vědom, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora.

Byl jsem seznámen se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinen s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení.

Poř. č.	Datum	Jméno a příjmení	Adresa trvalého bydliště	Podpis
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				