

**Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava**



**Seminární práce z předmětu**  
**Ložiska nerostných surovin a výpočet zásob**  
**ZLATO**

**Vypracoval:** Jatagandzidis David  
**Obor:** EKO  
**Skupina:** GB1EKO04  
**Datum:** 15. března 2012

## OBSAH

1. Úvod .....	3
2. Základní fyzikálně - chemické vlastnosti zlata .....	4
2.1 Zlato jako kov .....	4
3. Využití zlata .....	5
3.1 Zlato jako ochrana před korozi .....	5
3.2 Vynikající vodivost zlata .....	5
3.3 Zlato jako investice .....	6
4. Historie zlata .....	6
4.1 Osm tisíc let dějin zlata .....	6
4.2 První civilizace .....	6
4.3 Antický svět .....	7
4.4 Obchod s Dálným východem .....	8
4.5 Indiánské zlato a nový věk .....	9
4.6.1 Zlaté horečky ve světě .....	9
4.6.2 Severní Amerika .....	9
4.6.3 Brazílie .....	10
4.6.4 Austrálie .....	11
4.6.5 A co u nás? .....	11
5. Těžba zlata v současnosti .....	12
6. Průmyslové typy ložisek zlata: .....	12
6.1 Amalgamační způsob těžby zlata .....	13
6.2.1 Charakteristika a užití .....	13
6.2.2 Surovinové zdroje ČR .....	14
6.2.3. Evidovaná ložiska a ostatní zdroje ČR .....	15
7. Světová výroba .....	15
7.1 Světová těžba zlata .....	15
7.2 Produkce zlata v procentech ve světě v roce 2008 .....	16
8. Recyklace .....	16
9. Možnosti náhrady .....	16
10. Závěr .....	17
Seznam použité literatury .....	17
Internetové zdroje .....	17
Seznam obrázků a tabulek .....	18

## 1. Úvod

Již z názvu mé seminární práce, a to ZLATO, je zřejmé čím se chci v této seminární práci zabývat, a to zlatem z různých hledisek. Rád bych se zaměřil například na základní fyzikální vlastnosti, výskyt a ložiska, využití a také historii zlata, ale zejména na těžbu zlata.

Před samotným tvořením mé seminární práce, jsem si shromáždil materiál, z kterého chci čerpat znalosti a informace. V první řadě jsem navštívil univerzitní knihovnu VŠB-TU, kde jsem si vypůjčil knihy týkající se zlata, a v druhé řadě jsem si také vyhledal níže uvedené internetové zdroje, které také obsahují různé informace o zlatě.

I když je zlato velmi známý prvek, očekávám od této seminární práce, že se nějaké nové informace o zlatu dozvím a přiučím se něčemu novému.

## 2. Základní fyzikálně - chemické vlastnosti zlata

Chemická značka Au (lat. Aurum)  
Relativní atomová hmotnost 196,97  
Hustota 19,300 g/cm<sup>3</sup>  
Tvrdość 2,5  
Teplota tání 1 064,2 °C, tj. 1337,33 K  
Teplota varu 2 807 - 2 856 °C, tj. 3 080 - 3 129 K

Ušlechtilý žlutý, stálý, velmi kujný kov, elektricky i tepelně dobře vodivý. V přírodě se vyskytuje zejména v ryzí podobě.

*Ve svých sloučeninách se vyskytuje v mocnoství  $Au+3$  a  $Au+1$ .*

### 2.1 Zlato jako kov

Zlato je měkký, ušlechtilý kov, který je oproti jiným kovům velice *odolný vůči běžným chemickým vlivům* (tj. zejména vůči vzduchu a vodě - laicky řečeno, zlato nerezaví...), rozpouští se pouze v Lučavce královské (směs koncentrované kyseliny dusičné a chlorovodíkové) a v roztocích kyanidů. Vyznačuje se *vysokým leskem, tepelnou a elektrickou vodivostí, tažností a kujností*. Při prvním setkání se zlatem si ale určitě všimnete, že je zlatý předmět vzhledem k svým rozměrům neobvykle těžký.

Charakteristickou vlastností zlata je totiž vysoká hustota, 19 x vyšší než voda, 2,5 x vyšší než železo či měď, takřka 2 x vyšší než stříbro či olovo.

Vysoká hustota zlata má řadu praktických důsledků. Při rýžování například klesá zlato na dno zlatokopecké pánve, zatímco lehké minerály se odplavují a při krouživém pohybu vypadávají z pánve ven. Snadno rovněž odhalíme podvod, pokusí-li se nám nepoctivý obchodník podstrčit pozlacenou cihličku z obecného kovu. Známe-li totiž její objem (z katalogu nebo s využitím Archimedova zákona), vypočteme snadno její hmotnost a porovnáme s realitou. Existuje jen několik kovů těžších než zlato, které by snad šly smísit třeba s mědí, aby padělek hmotnostně odpovídal, všechny jsou však ještě dražší než zlato. Vysoká hustota zlata umožní *uložit ohromné hodnoty do malého objemu*. Slítek zlata o rozměrech běžné krabičky od cigaret by vážil přes 2 kilogramy a měl cenu cca 1,7 milionu korun!

Speciální případ představuje rozpouštění zlata v elementární rtuti. Již středověcí alchymisté věděli, že při kontaktu zlata se rtutí velmi snadno vzniká zvláštní roztok zlata ve rtuti - amalgám. Amalgám přitom zůstává kapalný i při poměrně vysokých obsazích zlata. Zahříváním amalgámu na teplotu nad 300 °C se rtuť odpaří a zbyde ryzí zlato.

V roce 1997 objevili japonští chemici směs organických sloučenin, která údajně rozpouští zlato. Jde o směs jodu, tetraethylamoniumjodidu a acetonitrilu, která při teplotě varu (82 °C) tvoří nasycený roztok. Snížením teploty roztoku pod 20 °C se z roztoku vysráží čistý kov.

### 3. Využití zlata

Zlato se používá zejména k výrobě šperků a to ve formě slitin se stříbrem, mědí, zinkem, palladiem či niklem. Samotné ryzí zlato je příliš měkké a šperky z něj zhotovené by se nehodily pro praktické použití. Příměsi palladia a niklu navíc zbarvují vzniklou slitinu - vzniká tak, v současné době dosti moderní, bílé zlato. Obsah zlata v klenotnických slitinách neboli ryzost se vyjadřuje v karátech.

#### 3.1 Zlato jako ochrana před korozí

I velmi tenký zlatý film na povrchu neušlechtilého kovu jej dokáže účinně ochránit před korozí. Pozlacování kovových materiálů se obvykle provádí elektrolytickým vylučováním zlata na příslušném kovu, který je ponořen do *zlatíci lázně* a je na něj vloženo záporné napětí (působí jako katoda). Kromě toho zlacení zvyšuje hodnotu pokoveného předmětu, jako příklad mohou sloužit různé sportovní a příležitostné medaile, pamětní mince, bižuterie apod.

Na nekovové povrchy (dřevo, kámen) se zlato nanáší mechanicky, přičemž se využívá faktu, že kovové zlato lze rozválcovat nebo vyklepat do mimořádně tenkých folií o tloušťce pouze několika mikrometrů (z 1 g zlata lze vyrobit folii o ploše až 1 m<sup>2</sup>). V tomto případě má zlatá folie na povrchu pozlacovaného předmětu funkci nejen ochrannou, ale i estetickou - pozlacené sochy, části staveb.

#### 3.2 Vynikající vodivost zlata

Vzhledem ke své vynikající elektrické vodivosti a inertnosti vůči vlivům prostředí je velmi často používáno v mikroelektronice a počítačovém průmyslu. Hlavním oborem využití je zde především zajištění dlouhodobé a bezproblémové vodivosti důležitých spojů v počítači (kontakty mikroprocesoru a sběrnice dat). Pro tyto účely se příslušné kontaktní povrchy elektrolyticky pokrývají tenkou zlatou vrstvou.

Zlato je již dlouhou dobu součástí většiny dentálních slitin, tedy materiálů sloužících v zubním lékařství jako výplně zubů napadených zubním kazem nebo pro konstrukci můstků a při jiných aplikacích. Důvodem je především zdravotní nezávadnost zlata, které je natolik chemicky inertní, že ani po mnohaletém působení poměrně agresivního prostředí v ústní dutině nepodléhá korozi. Čisté zlato je však příliš měkké a proto se aplikují jeho slitiny především s mědí, stříbrem, palladiem, zinkem, cínem, antimonem, někdy je součástí dentální slitiny také indium, iridium, rhodium nebo platina

Zlato se využívá i ve sklářském průmyslu k barvení nebo zlacení skla. Na povrch skleněného předmětu se přitom nejprve štětečkem nanáší roztok komplexních sloučenin zlata v organické matrici. Po vyžhání se organické rozpouštědlo odpaří a na povrchu skla zůstane trvalá zlatá kresba. Přidávky malých množství zlata do hmoty skloviny se dosahuje zbarvení skla různými odstíny červené barvy.

### **3.3 Zlato jako investice**

Po dlouhou dobu sloužilo zlato uložené ve státních bankách jako zlatý standard, garantující hodnotu státem vydávaného oběživa. Po druhé světové válce význam zlata jako devizy postupně klesal a zcela tuto funkci přestalo plnit až v roce 1971. Při obchodování se zlatem pro bankovní účely bývá zvykem označovat jeho hmotnost v trojských uncích, což je stará váhová jednotka o hmotnosti 31,103g. Ačkoliv tradiční užití zlata jako základu měny nebo oběživa už dnes neplatí, banky stále drží své zlaté rezervy, a byť se jejich velikost nepatrně snižuje, stále je v bankovních trezorech centrálních bank uschováno okolo 40 % světových zásob zlata. Zlato i nadále slouží jako dobrá investice.

## **4. Historie zlata**

### **4.1 Osm tisíc let dějin zlata**

Zlato patří k nejstarším kovům, které lidé zpracovávali. Protože se v přírodě vyskytuje téměř výhradně v podobě čistého kovu (nikoliv jako sloučenina), nevyžadovalo jeho zpracování zvládnout technologii vytavování z rud. Nicméně již v 5. tisíciletí př. n. l. se objevilo rovněž zpracování zlata a dalších kovů prostřednictvím metalurgie. Nejstarší doklady o použití zlata se datují do Přední Asie do doby kolem roku 6000 př. n. l. Z Evropy pocházejí první nálezy zpracovávaného zlata zřejmě z 5. tisíciletí př. n. l. z nekropole v bulharské Varně.

### **4.2 První civilizace**

V té či oné podobě zpracovávaly zlato téměř všechny vyspělé kultury lidských dějin. Zlaté poklady egyptských faraonů pocházely především z dolů na Sinaji a v Núbii; přímo v Egyptě se zlato nacházelo u hornoegyptského města Abydos, tato ložiska však byla poměrně rychle vyčerpána. Zlato bylo přivezeno rovněž z námořní výpravy do země Punt (dnešní východoafrické pobřeží), která se uskutečnila za vlády královny Hatšepsut (po 1500 př. n. l.).

Nejznámějším dokladem staroegyptského zlatnictví je poklad nalezený v hrobce Tutanchomóna (14. stol. př. n. l.), která jako jedna z mála nebyla vyloupena a Howard Carter ji objevil v neporušeném stavu. Faraon zde byl pohřben mj. přímo ve zlaté rakvi a jeho obličej pokrývala maska ze zlatého plechu. Vzhledem k tomu, že Tutanchamón byl vládcem na egyptské poměry vcelku bezvýznamným, lze si snadno představit, jaká záplava drahých kovů musela provázet nejmnocnější faraony. Předpokládá se ostatně, že právě vyloupení hrobek slavných faraonů Nové říše spustilo v Egyptě inflaci, způsobilo hospodářský rozvrat a stalo se i jednou z příčin, proč Egypt v 1. tisíciletí př. n. l. přišel o své dosavadní velmocenské postavení.

Souběžně s Egyptem vznikla civilizace i ve starověké Mezopotámii. Náplavová rovina Eufratu a Tigridu byla na zlato i jiné kovy velmi chudá, sumerští, babylonští a asyrští vladaři zlato dováželi především z hor íránského pohoří Zagros, z Elamu (dnešní jihozápadní Írán) a z údolí Indu. Bohatství zlatých předmětů, například posmrtné masky, přilby, spony, náušnice a amulety, bylo nalezeno ve známých královských hrobkách v Uru (po 3000 př. n. l.). Sumerové znali cizelování a letování zlata, zlato se zde zpracovávalo rovněž sériově

odlíváním do kadlubů. Používalo bylo odlívání metodou ztraceného vosku. Mezopotamští umělci dokázali roztepat zlaté fólie do tloušťky tisíciny milimetru a spekuluje se rovněž o tom, že bylo známo dokonce i pozlacování pomocí primitivního galvanického článku.

Pro nestarší státy Blízkého východu bylo právě zlato jedním z motivem pro údržbu obchodních tras i přímou územní expanzi. Zlato a další drahé kovy sloužily od počátku také jako prostředek směny a referenční jednotka; už Sumerové přepočítávali ceny téměř všeho na zlato, stříbro nebo obilí. Jako hlavní platidlo v Babylonii se nicméně uplatňovala měď a stříbro – zlato zde bylo pro každodenní směnu příliš vzácné a drahé. Odvážené kusy kovu byly už ve 3.-2. tisíciletí př. n. l. označovány signováním; tyto značky však ještě nebyly garantovány státní mocí, a proto tato platidla vesměs ještě nepokládáme za peníze v dnešním slova smyslu.

Z Mezopotámie máme i řadu dokladů o tom, jak se měnila cena zlata ve vztahu ke stříbru – ve starověku kolísala v poměrech mezi 1/6 až po 1/15. V Egyptě bylo zlato ve vztahu ke stříbru po většinu doby relativně levnější a třebaže ani Egypťané neznali peníze v našem slova smyslu, zlato zde bylo natolik běžné, aby se jeho role mohla blížit současnému oběživu. V době vlády Hyksosů (před 1500 př. n. l.) zde dokonce došlo k unikátní situaci, kdy cena stříbra byla vyšší než zlata.

#### **4.3 Antický svět**

Z poloviny 2. tisíciletí př. n. l. známe i první zlaté poklady starověkého Řecka – především z hrobů v Mykénách („maska krále Agamenóna“ apod.). Řekové v té době používali zlato především v podobě pečetních prstenů a kultovních nádob. Jedním ze zdrojů řeckého zlata byla černomořská Kolchida, spojená v mytologii s výpravou Argonautů pro zlaté rouno. Množství zlatých předmětů („pokladnice krále Priama“) našel i Heinrich Schliemann při objevu Tróje.

Bohatá ložiska (především rýžovaného) zlata se v téže době začala masivně využívat v Malé Asii, kde v 1. polovině 1. tisíciletí př. n. l. kvetly říše Frygů a Lýdů. V 7. století př. n. l. byly Lýdové prvním národem, který razil mince v dnešním slova smyslu – použitým kovem bylo přitom elektrum, přírodní slitina stříbra a zlata. Od Lýdů se použití peněz rozšířilo i do řeckého světa; první řecké mince byly raženy v maloasijské Iónii. O bohatství Frýgie a Lýdie svědčí třeba i známý mýtus o fryžském králi Midasovi, pod jehož dotykem se vše měnilo ve zlato. Proslulé bylo i bohatství lýdského krále Kroisa a lýdská metropole Sardy byla přímo označována za zlatou. Lýdského původu byla rovněž značná část zlata, které se dostalo jako dary do Apollónovy svatyně v Delfách.

Římské říše v počátcích své existence větším množstvím zlata nedisponovala. O relativní nouzi svědčí zákony proti přepychu – masivní zlaté šperky či ukládání zlata do hrobu byly pokládány za zvyky budící všeobecné pohoršení. Naproti tomu Římané kromě využití zlata při ražbě mincí a ve šperkařství přišli i jiným využitím, které je běžné dnes – v zubařství.

Snaha získat větší množství zlata ovlivňovala technologický rozvoj (nové metody těžby) i římskou zahraniční politiku. Významná zlatá ložiska byla ve starověké Hispánii a souboj o tuto oblast mezi Římem a Kartágem byl jedním z důvodů vypuknutí druhé punské války, při které dovedl kartaginský vojevůdce Hanibal své jednotky až k branám Říma. Důležitými zlatonosnými území byla v římské době také jadranská Dalmácie, Thrákie a Dácie

(zhruba dnešní Rumunsko) dobytá v na počátku 2. století císařem Trajánem. Zlato těžili Římané po ovládnutí části Britských ostrovů i na území dnešního Walesu.

Před přelomem letopočtu se zlaté mince (tzv. duhovky) objevily i na našem území, kde je razili keltští Bójové. Na našem území nejsou z tehdejší doby známé hlubinné zlaté doly, hlavním zdrojem kovu bylo rýžování v tocích jižních a západních Čech. Ražba mincí však ustala s koncem keltského panství v Čechách a příchodem Germánů; ve stejné době byly také podle všeho vyčerpány nejsnáze dostupné zdroje.

#### **4.4 Obchod s Dálným východem**

Fakt, že většina starověkých hrobek byla vyloupena už ve starověku, svědčí o tom, že přes veškerou těžbu a rýžování byla značná část tehdejšího zlata stále „tím samým“ kovem. Obchod antického světa s Dálným východem vedl postupně k vytvoření značné nerovnováhy. Až na několik průmyslových komodit (keramika) totiž římská říše neměla jak za koření a luxusní zboží vyráběné v Orientu platit. Dovoz tedy financovala především zlatem a stříbrem, tento mechanismus však dobře fungoval pouze tehdy, dokud říše rostla a získávala stále nové zdroje (např. jako kořist z nově dobytých měst). Jakmile se expanze zastavila (respektive připojit nějaké území už vyšlo na víc, než byla jeho „hodnota“), Řím se začal propadat bludného kruhu pasivní obchodní bilance. Pokusy řešit situaci zvýšením daní jen zesilovaly negativní trendy. Došlo k prudké inflaci, zlaté mince byly z rozhodnutí posledních císařů „ředěny“.

Po zániku římské říše pak zlato ze značné části Evropy téměř zcela vymizelo a zůstalo pouze součástí tak unikátních předmětů, jako byly korunovační klenoty. Za Karla Velikého byla provedena měnová reforma, ražba zlatých mincí ustala a byly nahrazeny stříbrnými. Zlaté mince se dále razily pouze v Byzanci a v Evropě se kolem roku 1000 nacházejí jen tam, kde existoval kontakt s Byzancí nebo arabským světem. Nalézáme je tedy sice v obchodních centrech Velké Moravy i přemyslovských Čech, když ale za Boleslava II. kolem roku 960 došlo (nepočítáme-li Keltů), k ražbě prvních českých mincí-denárů, bylo jako kov použito stříbro. O tehdejší vzácnosti zlata svědčí i posedlost, kterou věnovali „výrobě“ zlatého kovu středověcí a raně novověcí alchymisté a mecenáši, kteří jejich experimenty financovali. Ačkoliv po roce 1000 byla sice v Evropě objevena nová ložiska zlata (mj. i v Čechách), stále to však nestačilo, a hlad dostatečně neuspokojila ani kořist, která se na Západ dostala coby výsledek křížových výprav (mj. dobytí Konstantinopole křížáky v roce 1204).

K obnovení větších obchodních styků mezi Evropou a Orientem došlo až v době velkých zámořských objevů. Historie doby římské se ovšem neopakovala. Evropské mocnosti tentokrát především spojily obchod s přímou územní expanzí. Tam, kde Evropané byli nuceni za místní zboží platit drahými kovy - například za čínský porcelán a čaj - využívali zlata, které získali v Africe (především v Mali, Ghaně a další bohatých zlatých říších v údolí Nigeru) a při vydrancování indiánských států.



#### **4.5 Indiánské zlato a nový věk**

Dobytí Mexika přineslo Cortesovi obrovskou kořist, co se týče zlata však bylo trochu zklamáním. Aztékové si totiž více cenili jadeitu a nefritu (a v roli platidla mimochodem používali kakaové boby).

Hlad po zlatě si španělští dobyvatelé vynahradili v říši Inků. Nejproslulejší památkou říše Inků, která Španělům padla do rukou, byla tzv. zlatá zahrada v Cuzku; jednalo se o chrám boha Slunce, ve kterém bylo všem, včetně obložení stěn, vyrobeno z ryzího zlata. Známa je příhoda, při které konkvistador Pizarro slíbil v peruánské Cajamarce inckému vládci Atahualpovi svobodu, pokud naplní místnost zlatem až do výšky člověka. Svého slibu by Atahuapla dostál, ovšem Pizarro jej nechal pod falešnou záminkou popravit, ještě než se místnost podařilo zcela naplnit. Indiáni, kteří přinášeli zlato, pak značnou část šperků do Cajamarky vůbec nedopravili, ale poklad kdesi ukryli. Dodnes řadu lidí trápí, kde se ony poklady mohou skrývat. Jsou snad v pralesích Urubamby? Nebo byly ukryty v Ekvádoru, někde nedaleko Quita, Atahuaplova rodného města? Záhada je dodnes otevřená a inspiruje řadu hledačů pokladů k novým výpravám.

Na zlato velmi bohaté byly rovněž indiánské říše na území Kolumbie. Místní vládce disponoval takovým množstvím zlata, že se při určitých obřadech celý pomazal zlatým prachem a ten pak ze sebe rituálně smýval ve vodách jezera Guatavita - tento obřad se stal základem legendy o zlaté zemi Eldorádu. Ačkoliv část zlata byla vylovena už v době konkvisty a něco se podařilo získat ve 20. století, značná část pokladu dones nejspíš leží na dně jezera.

Pravděpodobně nejvirtuóznějšími zpracovateli zlata indiánské Ameriky byly předincké říše Mochiců a Chimů v severním Peru. Zdejší řemeslníci dokázali údajně ze zlata vyrobit tak jemné předměty, že je bylo možné pouhým účinkem lidského dechu nechat vzlétnout.

Zlato, které se tehdy z Nového světa dostalo do Evropy (zčásti do Španělska a zčásti do rukou anglických, holandských a francouzských pirátů), způsobilo obrovskou inflaci, která se stala jednou z příčin konce fungování ekonomiky „středověkého typu“. Kromě obchodu s Dálným východem toto bohatství pomáhalo financovat i počátky průmyslové revoluce a tím otevřelo cestu k moderní technologické civilizaci...

##### **4.6.1 Zlaté horečky ve světě**

##### **4.6.2 Severní Amerika**

Zajímavé je, že na rozdíl od Inků, Mayů či Aztéků nemělo u indiánů Severní Ameriky zlato v předkolumbovských časech zřejmě žádnou zvláštní hodnotu. Univerzálnímu platidlu se svojí funkcí v některých severoamerických kulturách blížily jiné komodity, například určitý typ mušlí.

Zatímco v Jižní Americe znamenalo tedy největší „zlatou horečku“ vydrancování říše Inků, v Severní Americe měla úplně jiný charakter. Například v Kanadě bylo zlato poprvé objeveno až roku 1835, a to nedaleko Quebecu. Velká většina z celkových zlatých ložisek Kanady se nachází v provincii Superior. Mediálně nejznámější je ale samozřejmě těžba zlata v oblasti Klondiku, tj. poblíž hranice mezi kanadskou provincií Yukon a Aljaškou. Ještě před Klondikem proběhla zlatá horečka v Kalifornii (roku 1849). Později bylo zlato objeveno v Britské Kolumbii. Na Aljašce bylo zlato poprvé sbíráno v roce 1848, když ještě

patřila carskému Rusku. Od té doby se zlato rýžovalo i na řadě jiných míst Aljašky. Vlastní zlatá horečka na Klondiku/Yukonu, jak ji zachytil např. Jack London, probíhala v letech 1896–1900. Vypukla vlastně náhodně po jednom nález u nalezeno u Králičího potoka, bez nějakého zřetelného racionálního důvodu. Ani během těchto pěti let nebyl objem zde získaného zlata vůbec srovnatelný s tím, co se v té době v Severní Americe těžilo „normálně“ - a to i přesto, že zlatokopové překřtili Králičí potok na Bonanza Creek a jiný místní název rovnou na Eldorado.

Zbohatnout se zde podařilo opravdu jen málokomu. V roce 1898 zde našli zlatokopové 15 tun zlata v hodnotě 10 milionů dolarů, v blízkém Dawson City ovšem v barech a saloonech utratili 60 milionů dolarů; i to získáno ukazuje, kdo na celém boomu zřejmě profitoval nejvíce. Celkem zde bylo během zlaté horečky asi 75 tun zlata.

Od roku 1901 vystřídaly individuální prospektory důlní společnosti. Několik zlatokopů zde ovšem na vlastní pěst pracuje dodnes a v roce 1998 se zde dokonce uskutečnilo mistrovství světa v rýžování zlata, jehož se zúčastnily stovky lidí.

#### **4.6.3 Brazílie**

V Brazílii se zlato začalo těžit už v 16. století, krátce poté, co do země začali pronikat Portugalci. V roce 1578 se začalo získávat z náplavů řeky Paraná, v roce 1590 v pohorí Serra de Jaraguá. Dlouho ale těžba nebyla příliš produktivní a měla spíše příležitostný charakter. Koncem 17. století se v okolí Sao Paula těžilo jen 20 až 30 kg ročně, za celé 17. století odhadem přibližně 20 tun zlata.

Charakter zlaté horečky mělo hlavně 18. století. Největší ložiska byla v té době objevena v oblasti Minas Geras, kde bylo centrem dolování město Quoro Preto založené roku 1705. Na rozdíl od severoamerických zlatokopů měli jejich brazilští kolegové mnohem horší materiální podmínky a žili opravdu z ruky do úst. Užívalo se zde nájemné práce místních Indiánů i černých otroků.

Veškeré nerostné bohatství Brazílie bylo navíc prohlášeno za majetek portugalské koruny a zlatokopové museli toto nařízení různě obcházet; jejich aktivity byly do značné míry tedy ilegální a spojené s kriminálními aktivitami.

V Minas Geras bylo v 18. století celkem získáno asi 720 tun zlata a v dolech tehdy podle odhadu pracovala až třetina obyvatel této oblasti. Menší naleziště byla tehdy objevena i v oblasti Goiás a Matto Grosso.

Od 19. století se však hlavní ložiska vyčerpala a těžba začala klesat. Pokračuje sice v Brazílii dodnes, ale už rozhodně nemá povahu „horečky“. Afrika

V Africe začala těžba zlata už v době formování staroegyptského státu. Na zlato byla bohatá především Núbie, což bylo také jedním z důvodů, proč se Egypt pokoušel tuto oblast ovládnout. Zlato se získávalo i z říčních náplavů a Egypťané ho těžili i na Sinaji.

Už kolem roku 3000 př. n. l. se egyptští horníci dokázali prokutat až 100 metrů pod povrch. Mimochodem, zlato tehdy mělo přibližně stejnou vysokou cenu jako stříbro, které je sice hojnější, ale nachází se převážně v rudách a dosud nebyla opracována technologie jeho vytavování.

V západní Africe bylo zlato získáváno hlavně v Mali a Ghaně (asi od 6. stol. n. l.), před rokem 1000 se začalo těžit i v Senegalu. Přes Saharu se odtud dopravovalo do Evropy a zlatá ložiska západní Afriky byly jedním z motivů objevných cest portugalských mořeplavců. Ve 13.-15. století se zlato ve větší míře získávalo také v pozoruhodné říši na území dnešní Zimbabve, z níž se dodnes dochovala řada architektonických monumentů. Celkem se zde během rozkvětu říše odhadem vytěžilo 700 tun zlata.

Největší zdroj afrického zlata se ovšem nachází na jihu kontinentu. První zpráva o

jihoafrickém zlatu se objevila v roce 1834. Zlatou horečku spustil v roce 1873 objev zlata u Pilgram Rest. Brzy na to pracovalo v této oblasti už 1500 zlatokopů. V roce 1882 následoval objev zlata v oblasti Barberton a De Kaap Walley. Specifikem jihoafrické horečky bylo to, že souběžně zde probíhal i hon za diamanty. Vrcholná horečky začala v roce 1886 po objevu v Kaapvaal Craton. Zlato se zde nejen pouze rýžovalo, ale od roku 1887 ve velké míře získávalo i nově objevenou tzv. kyanidovou metodou. V roce 1898 přesáhla těžba na nejbohatším nalezišti, Witwatersrandu, 124 tun. Ještě v 70. letech 20. století se zde ročně těžilo až 1 000 tun zlata; jedná se o největší známé naleziště zlata vůbec. Jihoafrické doly sahají do oblastí, které byly do té doby člověku zcela neznámé. Mají velký význam i z vědeckého hlediska, v hlubinách Země totiž existují dosud neznámé exotické bakterie a zcela unikátní ekosystémy.

#### **4.6.4 Austrálie**

V Austrálii bylo zlato poprvé objeveno v roce 1823 ve Fish River v Novém Jižním Walesu. V roce 1851 byl učiněn významný nález na území dnešního města Bendigo (stát Victoria). Do konce roku se zde získalo 6 tun zlata, v roce 1853 to bylo už 20 tun. Zlato bylo nalézáno hlavně přímo na povrchu a hned jeden z prvních objevených nuggetů měl hmotnost přes 15 kg. (V roce 1872 byl dokonce objeven nugget s obsahem 92 kg zlata.)

V roce 1851 bylo zlato u Bendiga navíc objeveno i v údolí Forrest Creek. Za pouhýFměl la t

## 5. Těžba zlata v současnosti

V současné době jsou rýžovatelná ložiska zlata již prakticky vyčerpána. Těží se proto ložiska, kde je zlato velmi jemně rozptýleno v hornině a kov je z horniny získáván hydrometalurgicky. Proces spočívá v jemném namletí horniny, aby se do kontaktu s loužicím roztokem mohla dostat většina přítomných mikroskopických zlatých zrněk.

Namletá hornina se potom louží buď kyselým roztokem s vysokým obsahem chloridových iontů a oxidačním prostředím (např. sycení plynným chlorem nebo přidavky kyseliny dusičné) nebo naopak roztokem alkalických kyanidů za probublávání vzdušným kyslíkem.

Z loužicího roztoku se poté zlato získává redukcí, např. průchodem elektrického proudu roztokem - elektrochemicky, kdy se kovové zlato vyloučí na záporné elektrodě - katodě. Redukci je možno provést i chemicky přidavkem vhodného redukčního činidla (hydrazin, kovový hliník apod.).

## 6. Průmyslové typy ložisek zlata:

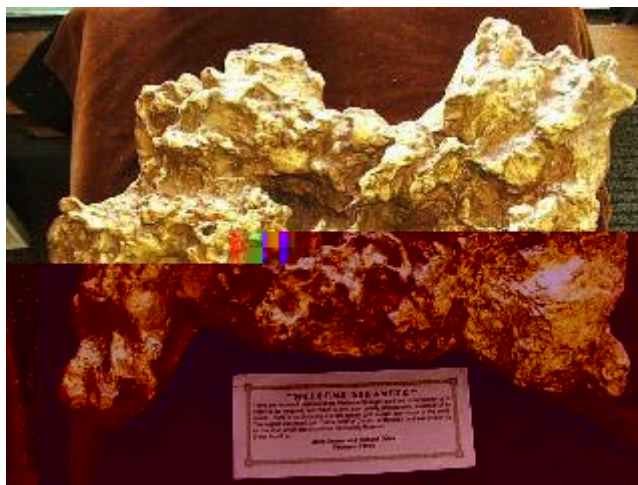
Typ	Tvar	užitkové minerály	obsah kovu	příklady svět	příklady ČR
zlatonosné slepence (paleorozsypy)	málo mocné rozsáhlé vrstvy slepenců	Zlato a příměs v sulfidech	4-10, max. 20 g·t <sup>-1</sup>	Witwatersrand (JAR), Tarkwa (Ghana)	Stupná u Nové Paky
hydrotermální plutonický	křemenné žíly, žilníky a žilné zóny, čočky i nepravidelná tělesa	zlato, méně telluridy Au	2-20 g·t <sup>-1</sup>	Yellowknife (Kanada), Mother Lode (Kalifornie, USA), Kalgoorlie (Austrálie), Kolar (Indie)	Jílové, Čelina-Mokrsko, Kašperské Hory, Roudný
hydrotermální subvulkanický a) Au-Ag, Au b) Au-telluridy	žíly, méně žilníky a metasomatické, spjaté s vulkanickými komplexy, časté akumulace velmi bohatých rud (tzv. bonanzy)	zlato, elektrum, telluridy	2-30 g·t <sup>-1</sup>	a) Brad, Sacaramb, Cavnice, Rosia Montana, Zlatna (Rumunsko), Banská Štiavnica, Hodruša, Kremnica (Slovensko) b) Cripple Creek (Colorado, USA), Rejang Lebong (Indonésie)	---
Rozsypy	vrstvy v náplavech potoků, řek a v příbřežní zóně moří	zlato	50 mg·m <sup>-3</sup>	Lena, Kolyma (Rusko), Aljaška (USA), Austrálie	řeka Otava, Jílové, Zlaté Hory
stratiformní	polohy ve starých metamorfovaných formacích typu „greenstone belts“	zlato, elektrum, Pd-zlato	2-100 g·t <sup>-1</sup>	Morro Velho, Serra Pelada (Brazílie)	---

Tab. č. 1 – Ložiska (<http://vsb.geologie.cz>)

### 6.1 Amalgamační způsob těžby zlata

Amalgamační způsob těžby zlata z rud byl používán v minulosti pro těžení náplavů, v nichž bylo zlato přítomno ve formě větších oddělených zrněk, která se však již obtížně získávala rýžováním. Pro tento účel byla zlatonosná hornina kontaktována s kovovou elementární rtutí.

Vzniklý amalgám zlata byl po oddělení horniny obvykle prostě pyrolyzován a rtuť byla odpařena do atmosféry. V současné době se tento postup téměř nepoužívá a pokud ano, je zlato z amalgámu získáváno šetrnějším způsobem bez kontaminace atmosféry parami rtuti.



obr. č. 1 – Zlato (<http://zlatyportal.cz>)

(Na obrázku "The Welcome Stranger Nugget" - největší nalezený kus zlata o váze 70,9 kg)

#### 6.2.1 Charakteristika a užití

Z hlediska genetického lze primární ložiska zlata rozdělit do tří velkých skupin: vulkanohydrotermální, plutonicko-hydrotermální a metamorfogenní.

Sekundární ložiska metrického zlata – recentní a fosilní rozsypy – jsou výsledkem fyzikálních pochodů. Zlato se vyskytuje jako ryzí kov, přírodní slitina se stříbrem (elektrum) nebo s jinými kovy, případně v podobě teluridů a také selenidů. Je běžně obsaženo v sulfidech antimonu, arsenu, mědi, železa a stříbra; při jejich zpracování se zlato získává jako vedlejší složka. Jakost (ryzost) zlata se udává v karátech nebo v dílech 1000 (ryzí zlato 24 k = 1000, 10 k =  $10/24 = 41,7\% = 417/1000$ ). I když v posledních letech se podíl dosavadního největšího těžaře zlata Jihoafrické republiky na světové těžbě zlatých rud neustále snižuje, leží na jejím území více než 40% světových zásob, které se uvádí ve výši 90 tisíc tun. Z toho 15 až 20% jako vedlejší složka v rudách jiných kovů (především Cu).

### 6.2.2 Surovinové zdroje ČR

Tradice využívání primárních i sekundárních ložisek zlata v Českém masivu dosahuje již téměř tří tisíciletí. Ve středověku byly české země řazeny k nejdůležitějším producentům zlata v Evropě.

Podstatná část Au zrudnění je vázána na regionálně metamorfované vulkanosedimentární komplexy, místy pronikane variskými granitoidy. Ve středočeské oblasti představuje takový komplex proterozoického stáří jílovské pásmo s převahou Au-křemenné mineralizace (ložiska Jilové, Mokrsko, Čelina aj.) V oblasti Jeseníku se jedná o devonský vulkanismus s Au zrudněním spjatým s kyzovými polymetalickými ložisky stratiformního typu (Zlaté Hory- západ). Těžba rud zlata byla v roce 1994 ukončena uzavřením ložiska Zlaté Hory-západ.

Na tomto ložisku bylo v letech 1990-1994 vytěženo celkem 1524kg Au. Z prozkoumaných ložisek vykazuje podstatné zásoby Au rud ložisko Mokrsko, a to 98 t Au v rudách těžitelných lomově s průměrným obsahem bilančních volných zásob 1,9 g/t Au a dalších více než 20 t Au těžitelných hlubinně. Dalších 12,5 t hlubinně těžitelných zásob Au s obsahy 1.6 Au/t v rudě je evidováno na nedalekém ložisku Prostřední Lhota-Čelina. V celém revíru Psí horry (Čelina, Mokrsko) je tedy více než 131 t Au. Podobné je ložisko Vacíko jihozápadně od Příbrami, kde je přes 33 t Au v rudách s obsahy Au 1,1 g/t, těžitelných rovněž lomově.

V moldanubickém krystaliniku jsou známy výskyty Au-křemenného žilného a stratiformního zrudnění často se scheelitem (Kašperské Hory) a Au-křemenných žil a žilníku se zvýšeným obsahem Ag ( Roudný). Na nedoprostzkoumaném ložisku Kašperské Hory je vykazováno 189 t (oficiálně 55 t o průměrném obsahu 4,7 g Au/t rudy) zlata v nebilančních zásobách o průměrném obsahu 3,44 g/t rudy.

Rozsypou akumulace zlata jsou prostorově i geneticky spojeny s oblastmi primárních ložisek. Paleorozsypy permokarbonského stáří se nacházejí v západních Čechách (Křivce) i v podkrkonošské a vnitrosudetské pánvi. Plošně nejrozsáhlejší jsou kvartérní rozsypy, známé zejména z podhůří Šumavy, ze severní Moravy s Slezska. Dodnes patrné pozůstatky po rýžování svědčí o intenzivním využívání rozsypu od dob Keltů.

V současné době, po ukončení těžby na Sb-Au ložisku Krásná Hora v roce 1992 a polymetalickém ložisku Zlaté Hory-západ v roce 1994, není v ČR zlato těženo. Využívání výše uvedených prozkoumaných zásob Au rud na ložiskách Mokrsko a Kašperské Hory brání nedořešené střety zájmů s ochranou životního prostředí a z hlediska světového i ojedinělý zákaz kyanizace v hornictví v České republice.

### 6.2.3. Evidovaná ložiska a ostatní zdroje ČR



obr. č. 2 – Mapa ložisek (<http://geologie.vsb.cz/>)

## 7. Světová výroba

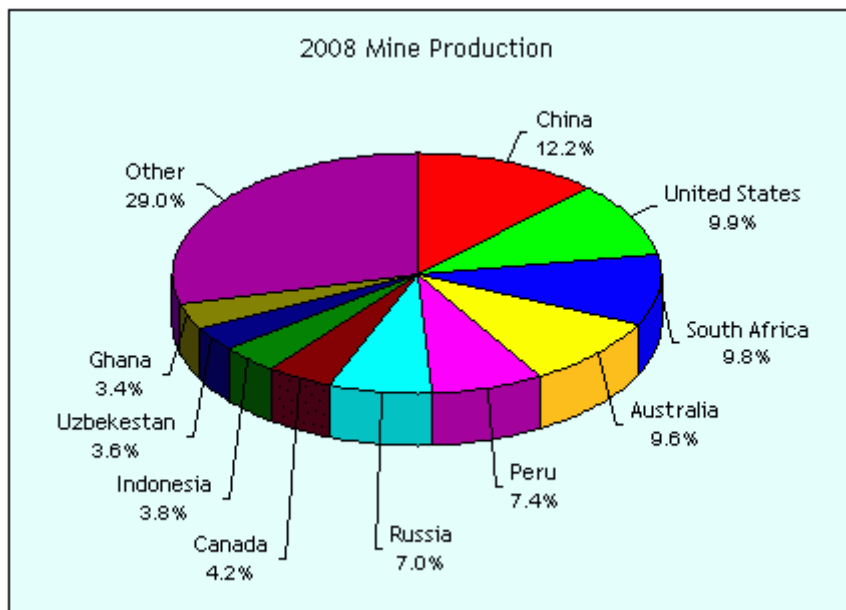
Těžba zlatonosných rud ve světě, po mírném poklesu v první polovině 70. let, trvale stoupala a dosáhla zatím vrcholu v letech 2001 až 2003 (cca 2500 až 2600 t v obsahu kovu). Podle statistiky ročenky Gold Survey publikované renomovanou společností GFMS Ltd. světová spotřeba zlata v roce 2005 dosáhla 2851 t. Přibližně 64% tohoto objemu pocházelo z těžební produkce a asi 22% z recyklace; zbývající množství pocházelo z prodeje centrálních bank a stažení soukromých investic. Z informací společnosti Peter Hambro Mining vyplývá, že průměrné náklady na produkci z ložisek v Rusku jsou pouze 166 USD/t oz (Metal Bulletin Monthly, Febr. 2004 s. 12). Údaje o celkové výrobě Au z vytěžených rud se podle různých pramenů liší (podle Mineral Commodity Summaries a Welt Bergbau Daten):

### 7.1 Světová těžba zlata

Rok	2003	2004	2005	2006	2007 e
Těžba, t Au (dle MCS)	2590	2430	2470	2460	2500
Těžba, t Au (dle WBD)	2528	2409	2452	2353	N

Tab. č. 1 – Těžba

## 7.2 Produkce zlata v procentech ve světě v roce 2008



obr. č. 3 – Produkce (<http://google.com/>)

První tři země těží zhruba třetinu světové produkce. Na jejich území je koncentrováno více než 60% světových zásob.

Mezi doly s největší produkcí zlata se podle The Gold Institute v posledních letech řadily: Grasberg (Indonésie), Yanacocha (Peru), Matuntau (Uzbekistán, Betze Post (USA), Driefontein (Jižní Afrika), Twin Creeks (USA), Carlin (USA), Kloof (Jižní Afrika), Coryz (USA), Great Noligwa (Jižní Afrika), Porgera (Papua Nová Guinea), Randfontein (Jižní Afrika), Pierina (Peru), Meikle (USA), KCGM (Austrálie), Kotor (Kyrgistán), Obuasi (Ghana), Round Mountain (USA), Sadiola (Mali) A Lihir (Papua Nová Guinea).

Mezi deset nejvýznamnějších těžebních společností patří: Barrick (produkce v roce 2006: 268,8 t), Navoi Metals & Mining (58,2), Freeport McMoran (53,9 t), Gold corporation (52,7 t), China National Gold Group (49,3 t) a Fujian Zijin Mining (49,3 t) dle (USGS).

## 8. Recyklace

Zlato se široce recykluje jak ze zlatnického, tak i průmyslového užití. I když jde v celosvětovém měřítku o obtížné sledovatelný údaj, odhaduje se, že recyklace může zajišťovat zhruba 20 až 25 % spotřeby kovu.

## 9. Možnosti náhrady

Ve zlatnictví a elektrotechnice se snižuje spotřeba zlata a jeho slitin tím, že se užívají součástky z běžných kovů pouze zlacené. Dále se zlato dá nahradit palladiem, platinou a stříbrem. Pro tezauraci se zlato dá nahradit nejdražším z kovů – rhodiem. V klasickém šperkařství a zlatnictví jsou ovšem zlato a jeho slitiny nenahraditelné.



## 10. Závěr

Nejdříve bych se rád zmínil o tom, co mě při mé práci na této seminární práci zaujalo, překvapilo, či dokonce zarazilo. Zaujala mě poměrně nízká tvrdost zlata, a to pouhé 2,5. Dále mě překvapila vysoká teplota varu (více než 2800 °C). A co mě zarazilo, byla vynikající vodivost zlata, o které jsem nevěděl.

Nyní zmíním pár dalších informací a závěrů, ke kterým jsem při studování materiálů o zlatě, dospěl. Světové zásoby zlata se postupem času stále více a více zmenšují, což dle mého názoru není tak velký problém, jako u některých jiných neobnovitelných surovin, což je například ropa či uhlí. Zlato se stane ještě cennější a žádanější surovinou a zbožím ve sféře šperkovnictví, financí, nebo také i lékařství. Výhodou podle mne je nahraditelnost zlata jinými vzácnými surovinami jako ku příkladu stříbrem. Ovšem z pohledu Čecha mě mrzí, a cítím určité nevýhody pro naši republiku, že se v České republice v dnešní době zlato už netěží. Těžba zlata je totiž pro danou zemi, kde se zlato těží, velmi přínosnou a má mnoho výhod, a proto by byla velkým, nejen finančním, přínosem pro naši zemi.

Zlato vždy bylo, je a pravděpodobně bude symbol bohatství a jak se říká „Kdo zlato má, ten vládne“.

## Seznam použité literatury

Petr Pauliš: Minerály České republiky – Kompletní přehled minerálů České republiky s uvedením jejich nevýznamějších lokalit, Vydavatelství a nakladatelství Martin Bartoš – Kuttna, 2003, 120s.

Starý, J. a kol.: Surovinové zdroje České republiky. Nerostné suroviny (stav 2004). Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2007. 415 s.

J. Havelka, L. Rozložník: Ložiska rud, Nakladatelství technické literatury, Praha, 1990, 389 s.

Jan Struž, Bohumil Studýnka: Zlato, Mladá fronta, Praha, 1985, 208 s.

### *Internetové zdroje*

Zlatý portál – <http://www.zlatyportal.cz>

Institut geologického inženýrství VŠB-TOU – [www.geologie.vsb.cz/](http://www.geologie.vsb.cz/)

Investiční zlato Abros - <http://www.abros.cz>

Časopis o poznání - <http://www.vesmir.cz>

### ***Seznam obrázků a tabulek***

Obrázek č.1– Zlato

<http://www.zlatyportal.cz/pic/welcome-stranger.jpg>

Obrázek č.2 – Mapa ložisek

[http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/obr\\_loziska\\_cr/zlato.jpg](http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/obr_loziska_cr/zlato.jpg)

Obrázek č.3 – Produkce

[http://www.google.cz/imgres?imgurl=http://www.goldsheetlinks.com/2008.gif&imgrefurl=http://www.goldsheetlinks.com/production.htm&usq=B8FkKhAYNpd\\_mhITB-hoRHqaoLM=&h=369&w=513&sz=20&hl=cs&start=0&zoom=1&tbnid=8FerX16GXmxa4M:&tbnh=109&tbnw=151&ei=v3elTaajKsOQswbsz8GCBw&prev=/images%3Fq%3D2008%2Bmine%2Bproduction%26hl%3Dcs%26biw%3D1024%26bih%3D485%26gbv%3D2%26tbn%3Disch&itbs=1&iact=hc&vpx=431&vpy=67&dur=3673&hovh=190&hovw=265&tx=138&ty=136&oei=v3elTaajKsOQswbsz8GCBw&page=1&ndsp=15&ved=1t:429,r:2,s:0](http://www.google.cz/imgres?imgurl=http://www.goldsheetlinks.com/2008.gif&imgrefurl=http://www.goldsheetlinks.com/production.htm&usq=B8FkKhAYNpd_mhITB-hoRHqaoLM=&h=369&w=513&sz=20&hl=cs&start=0&zoom=1&tbnid=8FerX16GXmxa4M:&tbnh=109&tbnw=151&ei=v3elTaajKsOQswbsz8GCBw&prev=/images%3Fq%3D2008%2Bmine%2Bproduction%26hl%3Dcs%26biw%3D1024%26bih%3D485%26gbv%3D2%26tbn%3Disch&itbs=1&iact=hc&vpx=431&vpy=67&dur=3673&hovh=190&hovw=265&tx=138&ty=136&oei=v3elTaajKsOQswbsz8GCBw&page=1&ndsp=15&ved=1t:429,r:2,s:0)

Tabulka č.1- Ložiska

[http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/loziska\\_rud.html#ZLATO](http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/loziska_rud.html#ZLATO)

Tabulka č.2- Těžba

Starý, J. a kol.: Surovinové zdroje České republiky. Nerostné suroviny (stav 2004). Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2007. 415 s.