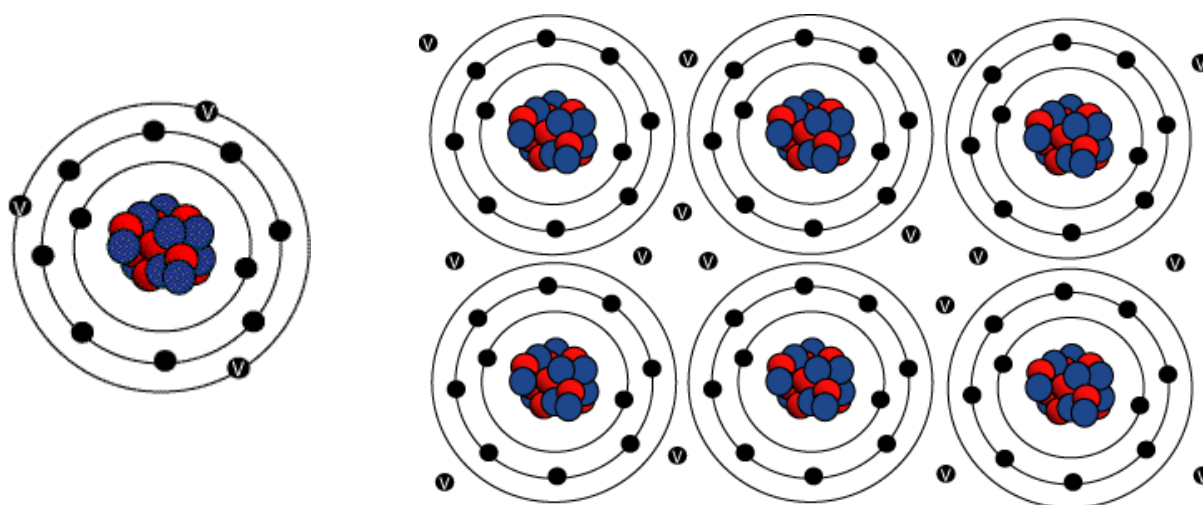


## Ú vodní charakteristika kovů a slitin

Kovy a slitiny kovů jsou velmi často využívané technické materiály. V zemské kůře je kovů poměrně málo 7 % Fe a 4 - 8 % Al, nicméně v periodické tabulce prvků patří tři čtvrtiny zápisů kovům. Charakteristická je kovová vazba, která udržuje atomy kovů pohromadě prostřednictvím sdílení valenčních elektronů, které jsou u kovů maximálně tři. Kovy krystalizují v mřížkách s bcc, fcc, hcp uspořádáním. Typické vlastnosti kovů (u slitin ovlivnitelné), jsou houževnatost, pevnost, tvrdost, vodivost. Nejlepšími vodiči jsou kovy s jedním elektronem ve valenční sféře (měď, stříbro, zlato). Kovové materiály se dají dobře tvářet, slévat svařovat etc. Významným společným znakem kovů je tvorba kationtů (schopnost odštěpit valenční elektron). Většina kovů vykazuje mírnou rozpustnost ve vodě.



Obrázek 1:

Schematické znázornění kovové vazby prostřednictvím valenčních elektronů

Definice skupiny neželezných kovů je dána názvem, jsou to všechny kovy vyjma železa. Kriteria pro klasifikaci je několik, obvykle je to teplota tání, měrná hmotnost a ušlechtilost.

1. KOVY NÍZKO TAVITELNÉ  
Tavení do 500 °C (Bi, Cd, Ga Hg, In, Pb, Sb, Se, Sn, Te, Zn)
2. LEHKOTAVITELNÉ KOVY  
Tavení do 1000°C ( Mg, Al, Ag )
3. KOVY STŘEDNĚ TAVITELNÉ  
Tavení do 1 500 °C ( Ni, Cu, Au )
4. KOVY VYSOKOTAVITELNÉ  
Tavení nad 1500 °C ( W, Mo, Ta, Nb )

Běžně jsou spojovány kovy prvních dvou skupin do jedné a nerozlišujeme mezi nízko a lehkotavitelnými kovy.

Kov	Teplota tání [°C]
Hg	-39
Sn	232
Pb	327
Zn	419
Mg	650
Al	660
Ag	962
Au	1 064
Cu	1 090
Ni	1 455
Fe	1 539
Ti	1 668
W	3 400

Tabulka 1: Teploty tání (za normálního tlaku ) několika vybraných kovů

[http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/fm\\_identifikace\\_kovu/index.htm](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/fm_identifikace_kovu/index.htm)

Podle měrné hmotnosti dělíme neželezné kovy podle ČSN 42 00 55 následovně:

LEHKÉ KOVY ( $\rho < 5 \text{ g cm}^{-3}$ )

TĚŽKÉ KOVY ( $\rho > 5 \text{ g cm}^{-3}$ )

Některé zdroje zavádějí kategorii středních kovů v rozmezí hustot 5 až  $15 \text{ g cm}^{-3}$ .

Těžké kovy můžeme ještě dělit podle ušlechtilosti.

Rozeznáváme skupinu *TĚŽKÝCH NEUŠLECHTILÝCH KOVŮ* a skupinu

*TĚŽKÝCH UŠLECHTILÝCH KOVŮ* (mincovní kovy Ag, Au, Pt )



Obrázek 2: Odlévání taveného kovu

[http://www.osel.cz/index.php?obsah=6&akce=showall&clanek=5846&id\\_c=112951](http://www.osel.cz/index.php?obsah=6&akce=showall&clanek=5846&id_c=112951)

Kov	Hustota [g/cm <sup>3</sup> ]
Mg	1,74
Al	2,69
Ti	4,50
Sn	7,30
Fe	7,87
Ni	8,91
Cu	8,94
Zn	7,13
Ag	10,49
Pb	11,30
Au	19,30
W	19,30

Tabulka 2: Měrná hmotnost několika vybraných kovů

[http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/fm\\_identifikace\\_kovu/index.htm](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/fm_identifikace_kovu/index.htm)

Pro neželezné kovy jsou typické tři technologie jejich získávání.

PYROMETALURGIE – žárová metoda ze suché suroviny ( tavení, rafinace)

HYDROMETALURGIE – mokrá metoda, elektrolýzou z roztoku (loužení suroviny v kyselém zásaditém prostředí případně ve vodě)

ELEKTROMETALURGIE – přímá elektrolýza taveniny

## ŽELEZO

Zabývali jsme se intenzivně tématem *ocelí a litin*, tedy slitinami železa s uhlíkem. Dosud jsme se nezabývali základními informacemi o železe jako prvku a technickém kovu. Na rozdíl od technického železa, čisté železo má jako konstrukční materiál jen malý význam, nicméně v chemii, biologii, nanomateriálech nebo jako základ vesmírných stavebních materiálů ( jádro Země ) je význam železa obrovský.

Nukleonové číslo je 56 , stabilní jsou čtyři izotopy ( 54,6,7,8 ) z deseti existujících (52 – 61).Přibližně 92% je <sup>56</sup>Fe, protonové číslo 26.

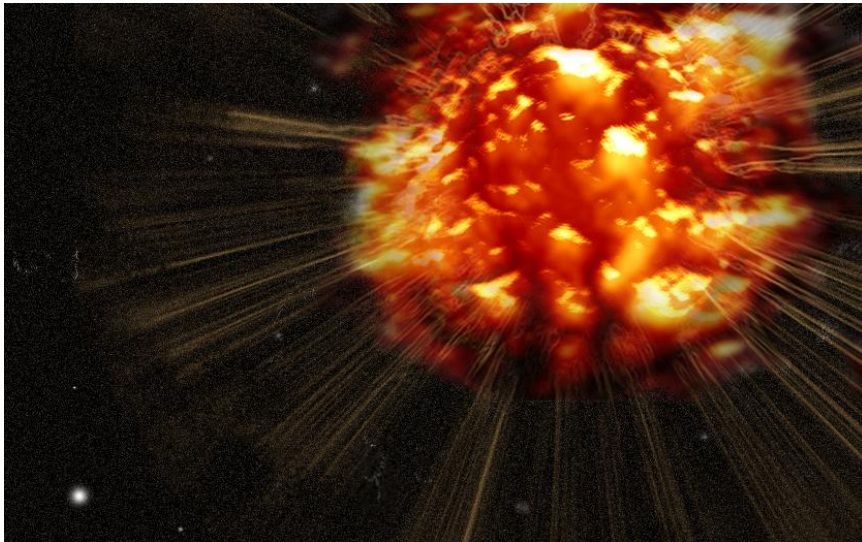
Nejstarší železné nástroje jsou vyrobeny z meteorického železa, lze je snadno odlišit pro vysoký obsah niklu ( až do 25% ). Neznáme rudy s takto vysokým obsahem Ni, které by bylo možné zpracovat přímou redukcí. Příkladem je množství nástrojů z Grónska, které pocházejí z meteoritu z mysu York. Životnost nástrojů z běžného železa je při porovnání s nástroji z bronzu díky korozi malá. Nejstarší známý nález nástroje z nemeteorického železa je datován 3000 let př. Kr. ( Egypt pyramida v Gíze<sup>1</sup> ).



Obrázek 3: V *sedmé* generaci po Adamovi se v Bibli mluví o Tubalkinovi, který učil výrobě mědi a železa

V Číně je nejstarším předmětem ze železa bronzová sekera s železným ostřím ( meteoritické železo) z doby 2000 př.K. Sekera byla vyrobena odlitím bronzu na železné ostří .

Ve Vesmíru vzniká Fe a další kovy v nitru nejmasivnějších hvězd *na konci termonukleární reakce*. Protože na nukleon v jádře železa připadá *největší vazebná energie* ze všech ostatních prvků, *neumí* hvězdný jaderný reaktor z atomů železa uvolnit žádnou další energii. Když v průběhu reakce dojde ostatní palivo a zbývá pouze železo, dochází ke zhroucení hvězdy - *gravitační kolaps* a vnější část hvězdy exploduje. Jev se nazývá *supernova*.



Obrázek 3: Supernova <http://perspective.mit.edu/contests/2007/30/www/>

Část železa se dostává do mezihvězdného prostoru a je základním materiálem pro vznik dalších hvězd a samozřejmě jejich planetárních systémů. Dokladem jsou železné meteority, které nalézáme na Zemi ( siderit; sideros = železo řec.). Nálezy jsou časté ne proto, že jsou četnější než ostatní, naopak je jich jen okolo 5% ( ostatní jsou kamenné – chondrity ), ale nejspíš je najdeme, protože jsou vizuálně odlišné a trvanlivé.

Atomy železa vázané v krevním *hemoglobinu* stejně jako v *kolejnicích*, vznikly v nitru hvězd někdy před *7 miliardami let*. Většina železa na Zemi je v jádře. Dospělý muž má v těle železa asi na jeden 10 cm hřebík.

Železo je dějinytvorný prvek - *DOBA ŽELEZNÁ* (bronzová, kamenná) naše epocha je přesněji *DOBA OCELOVÁ*, technologii výroby oceli objevili pravděpodobně Keltové. Železo a parní stroj to je nejjednodušší charakteristika začátku průmyslové revoluce v 19. století.

Nejstarší uměle vyrobené železo nalezené v našich zemích je materiálem jezdeckých ostruh z náhuzu v hrobu u Mikulčic (9. století n.l.).

Železo je materiál do války i míru meč a radlice je známá symbolika.

Vývoj metalurgie v historických dobách byl pomalým evolučním procesem s každým objevem nového technologického postup nastala revoluční změna. / měď, bronz, ocel/.

Některé technologie se nám nezachovaly a nesvedeme přesně totéž, co staří kovářští mistři. Příkladem jsou samurajské meče, které neumíme jednoduše okopírovat. K technologii výroby mečů můžeme ještě přidat informaci, že tajemství výroby damascénských mečů se již podařilo znova odhalit, vyrábějí se překládáním tenkých pásek různých materiálů, které jsou překovány a následně znovu přehnuty, což je opakováno 50 až



100 krát. Takto vyrobená zbraň umožní přeseknout cihlu bez znatelného poškození ostří meče.

Jaksi samozřejmě tušíme, že v moderních dějinách vyhrali válečné střety státy s vyspělejší technologií výroby zbraní ze železa resp. oceli.

Záhadou zůstává Čandraguptův sloup v Dillí 7 m vysoký kus kulatiny o hmotnosti 6 tun si stojí a nerezaví, je to 99,7 % Fe a fosfor.



Obrázek 4 : Čandraguptův sloup

<http://www.zzz.cz/cesty/index.php/2420>

Chlouba železa je nejspíš 300,5 m vysoká Eiffelovka – 40 let byla největší stavbou na světě, že nese jméno jejího projektanta a že ji byla postavena ke Světové výstavě 1889, ví snad každý.



Obrázek 5: Alexandre Gustave Eiffel a jeho nejznámější projekt

Eiffel byl genius, postavil i nejvyšší most a také Socha svobody stojí na jeho ocelové konstrukci. Eiffelovka je tak slavná, že téměř pět milionů lidí vyjede každý rok nahoru. Roztažnost oceli způsobí, že se výška věže mění s počasím o 15 cm a na její stavbu bylo použito 2,5 milionu nýtů.

Železo - respektive železnice přinesla lidstvu přesnost a smysl pro pořádek. Teprve jízdni řády na železnici a hodinky Omega výpravčího na nejposlednějším nádraží ukotvily v běžném životě užívání přesného času.

Není to tak dávno, se vyspělost ekonomiky posuzovala podle tun železa vyrobeného na jednoho obyvatele státu. Dnes je to spíš podle nákladů na jednu vyrobenou tunu a taky samozřejmě podle kvality.

Železo ve formě nanočástic nachází stále širší uplatnění. Nanočástice železa nebo jeho oxidů (např. hematit nebo magnetit) jsou velmi efektivní při čištění pitné vody od dusičnanů a těžkých kovů nebo odstraňování sinic z vodních nádrží. Bez nanočástic oxidů železa se neobejde moderní medicína, kde jsou využívány při cíleném ovlivňování nádorového bujení, v selektivním přenosu léčivých látek etc.

V optickém průmyslu jsou nanočástic železa součástí magnetorheologických kapalin.

Odstavec o železe ukončíme poznámkou na adresu metalurgů, lidí zabývajících se v praxi vlastnostmi železa resp. kovů. Tyto „černé ovce“ ve vědeckém světě, dali jen málo na výpočty teoretických fyziků obzvlášť, když nevycházely v souladu s praktickou zkušeností.



Obrázek 6: Kovář - metalurg

<http://jakfotit360.cz/post/21781505983/stredecni-inspirace-panoramaticky-portret-kovare-a>

Na oplátku akademická obec je nepovažovala za sobě rovné a materiálové inženýrství byla „triviálním a dávno uzavřeným“ zákoutím pro pár pošetilců. Až moderní měřicí metody umožňují dát do souladu teorii a praxi v tomto oboru.

## ZLATO

*První prvek zmíněný v BIBLI je zlato*

*Když na internetu zadáte klíčové slovo GOLD najdete 50 miliónů odkazů.*

Rčení vzácný, jako zlato má reálný základ, ve vesmíru je jeden atom zlata na 300 miliard atomů vodíku. Na Zemi je v jednom kilogramu asi 4,5  $\mu\text{g}$  zlata.

Jestli je s dějinami lidstva spjaté železo tak o zlatu to platí dvakrát. Nejstarší předmět ze zlata pochází prokazatelně z Egypta a je starý asi 5000 let. Tento fakt je velmi zvláštní vzhledem k tomu, že zlato je používaným materiálem v mnohem delším časovém intervalu. Paradox může vysvětlit 100% recyklace již jednou získaného kovu. Zlato je jedním z nejstabilnějších prvků v přírodě, proto je zachováno v nálezích archeologů i tam, kde se nic jiného nezachovalo.

Núbijská poušť (núb = zlato) byla prvním nalezištěm. Dolování zlatých žil v křemenu.



Obrázek 7: Tutanchámonova maska, poháry mistrů světa [faraon.wz.cz](http://faraon.wz.cz) <http://i.idnes.cz>

Zlato vždycky znamenalo bohatství a proto i moc, pro ty kteří ho mají a je přirozené platidlo. Když opoštěly lodě španělských conquistadorů přístav, přikázal jejich král Ferdinand Kastilský: „Sežeňte zlato – humánním způsobem, bude-li to možné, ale za každou cenu – sežeňte zlato!“ Pro zlato lidstvo vyvražďilo celé civilizace nebo osídlilo neosídlitelné oblasti. Prospektoři hledali zlato snad v okolí každého většího kopce a v náplavech snad každého potoka na zemi.

Nejznámějším zlatým předmětem je pravděpodobně obličejová maska faraóna Tutanchámóna a nebo zlatá trofej pro mistra světa ve fotbale.



Obrázek 8: zlaté cihly

Chemie vděčí za svůj zrod alchymistům, kteří celý středověk hledali postup, jak transmutovat kovy na zlato a jako byprodukt sem tam našli něco jinak užitečného. / lepidlo, slivovici ..../

Světové zásoby se odhadují na 75 tisíc tun, z toho je skoro půlka v JAR, uvádí se, že do roku 2005 bylo celkem vytěženo 145 až 200 000 tisíc tun a je v podstatě všechno v oběhu.

U nás je na Šumavě odhadováno asi 100 tun. /Kašperské hory/

Ročně se na světě těží 1 až 3 tisíce tun , zdroje se rozcházejí.

V současnosti se těží nejvíc zlata v JAR. Největší zlatý nugget našli v Chile 1851 ( 153 kg), v poslední době jsou nálezy menší r. 1983 Brazílie (63 kg.).

Zajímavostí je těžba v Nevadě, kde z díry 3 km dlouhé a 300 m široké těží zlato bakterie. Biohydrometalurgie je založena na bakteriích rodu *Thiobacillus ferrooxidans* , které mají schopnost trávit sirtaté minerály obsahující zlato. Rozemletá ruda je smíchána s vodou, následně jsou bakterie odloveny z roztoku a je z nich extrahováno zlato.



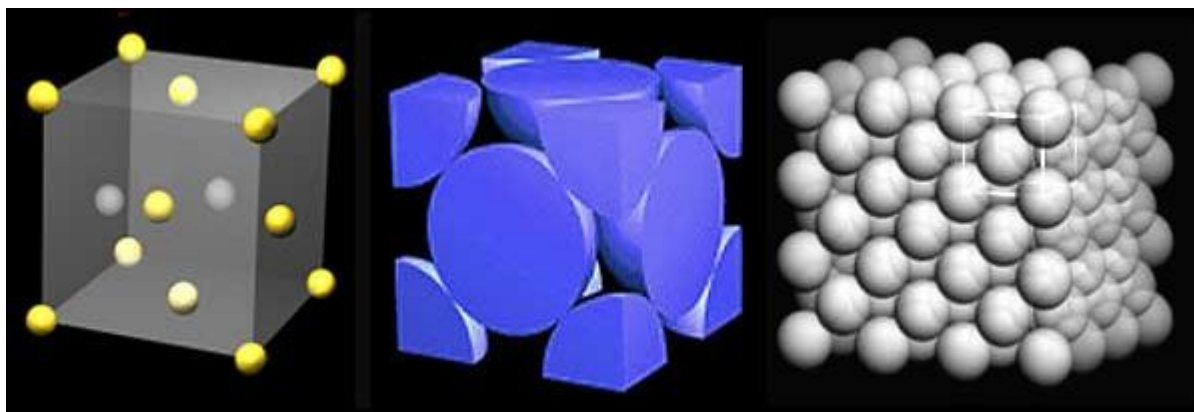
Obrázek 9: Bakterie *Thiobacillus ferrooxidans*

<http://www.gate2biotech.cz>



Odedávna se zlato poznává podle toho, že reaguje pouze s lučavkou královskou, což je koktejl z kyseliny chlorovodíkové a dusičné. Moderní technologie umí zlato rozpustit ve vodném roztoku jodidu draselného a jodu. nebo v některých roztocích kyanidů o čemž se moc nemluví, ale využívá se to k louhování ze zlatonosných koncentrátů. Lze studovat na stránkách ochránců přírody.

Hustota zlata je obrovská ( $19,3 \text{ g/cm}^3$ ) krychle o hmotnosti 1 kg má hranu 37,27 mm. Mřížku má stejnou, jako železo  $\gamma$ , stříbro, platina, měď a většina kovů (cín, cer, hliník, rhodium, iridium, nikl, palladium, zlato, olovo), tedy krychlovou plošně středěnou (FCC).

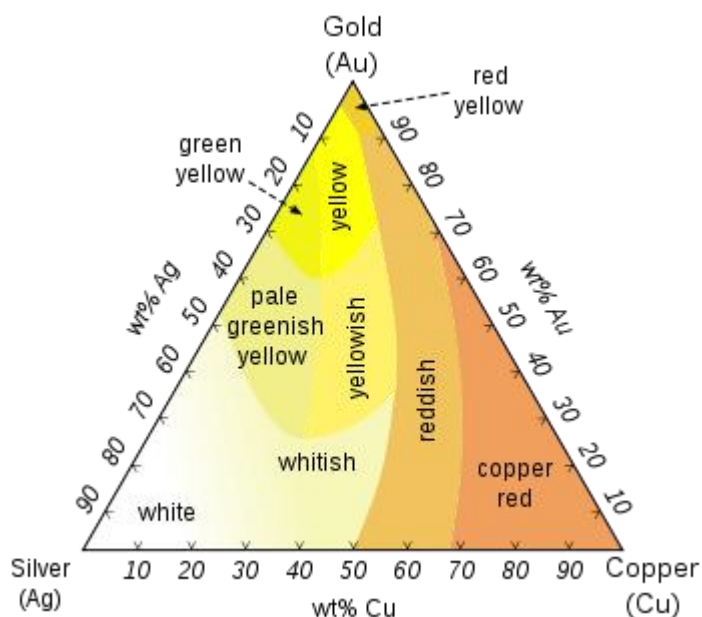


Obrázek 10: FCC typ mřížky zlata

Vlastnosti mřížky určují až neuvěřitelnou kujnost. Na  $1\text{m}^2$  průhledné nazelenalé fólie o tloušťce 2 mikrometry stačí 1 g Au. Ze všech kovů má největší tažnost – „zlaté vlasy“ o hmotnosti 0,5 mg lze vytáhnout do 1 m délky.

Teplota tavení je  $1064,18^\circ\text{C}$ , tvrdost 2,5 až 3 podle Mohse. Se stříbrem tvoří příklad dokonalé vzájemné rozpustnosti ve všech koncentracích. Zlato je rozpustné ve rtuti, tato slitina (amalgám) zůstává v tekutém stavu i při poměrně vysokém obsahu zlata.

Ryzost zlata se udává v karátech - 24 karátový kov, je čisté zlato (1 karát odpovídá 4,167 procenta ryzího zlata), ale klenotnické zlato je slitina 14-18 karátů, protože jinak rychle ubývá otěrem. 8 – karátové zlato se u nás nesmí pod označením zlato prodávat, tak je zdrojem bohatství podvodníků. Klenotnické zlato může mít nejrůznější barvy žluté, červené, bílé, zelené



Obrázek 11:

Diagram ukazující barvu slitiny Au-Ag-Cu v závislosti na obsahu složek

<http://www.twicz.com>



Zlaté karáty nepleťte s karáty používanými pro vážení diamantů 1 karát je asi 0,2 g.  
 Zlato se váží v trojských uncích, což je o málo víc než běžná unce.  
 1 oz.tr. = 1,097 oz. = 31,1035 g

## BANKOVNÍ VLOŽKA

Pro vývoj ceny zlata je rozhodující burza v Londýně. Obchod se zlatem je poměrně adrenalinový sport, protože vývoj cen je následující:

1980	1 oz.tr.	850 USD
1998		300 USD
! ( 1g pod 10 USD ) !		
2005	1 oz.tr.	400 USD
20.1.	2008	914 USD
29.1.	2008	930 USD
3.3.	2008	988 USD
1.1.	2010	1200 USD
1.1.	2012	1600 USD
1.1.	2014	1200 USD
1.1.	2016	1010 USD
1.1.	2018	1320 USD



Obrázek 12: Vývoj cen zlata v posledních 5 letech

<http://www.kitco.com/charts/popup/au1825nyb.html>

pokud chcete spekulovat odborníci očekávají vzrůst ceny. Teď by to snad mohla být u nás metoda, jak přijít k majetku, protože po vstupu do EU je zlato investičním instrumentem a už se z něj neplatí DPH. Platina je obvykle dvakrát dražší, ale se stříbrem je to jinak. Cena se mění podle technologické užitečnosti a momentální průmyslové spotřeby.

Reálně nejdražší bylo ovšem zlato v roce 1980, když započteme inflaci musela by 1 oz.tr. stát 2200 \$.

Zlato obvykle funguje jako rezerva „pro případ ztroskotání“, dá se za něj koupit relativně stále stejně. Za posledních 200 let neklesla jeho kupní síla pod polovinu ani nestoupala přes dvojnásobek. Za 1 oz.tr. už 5000 let koupíte velice slušné oblečení a za 100 až 200 oz.tr. přijatelné bydlení. Pro srovnání - ze stolarovky sto let staré jsou dnes reálně asi 4 \$.

Odborníci na obchod se zlatem poznají podle vývoje ceny celosvětový problém dřív, než agentury vydají zprávu o válce v Zálivu a nebo pokusném jaderném výbuchu v Severní Koreji.

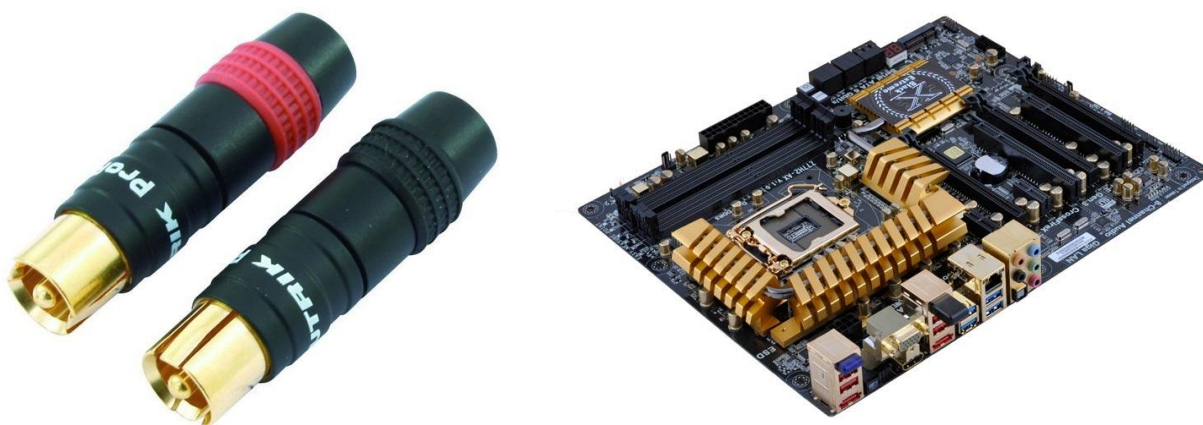
Ve Federální rezervní bance NY má své zlaté rezervy asi 50 států z celého světa, je tam asi 10000 t zlata to je světová produkce za 5 let. Kdyby se to všechno slilo do kvádru, měl by hranu 18 m. Všechny centrální banky světa skladují celkem asi 32 tisíc tun.



Obrázek 13: Fort Knox

[www.qsl.net](http://www.qsl.net)

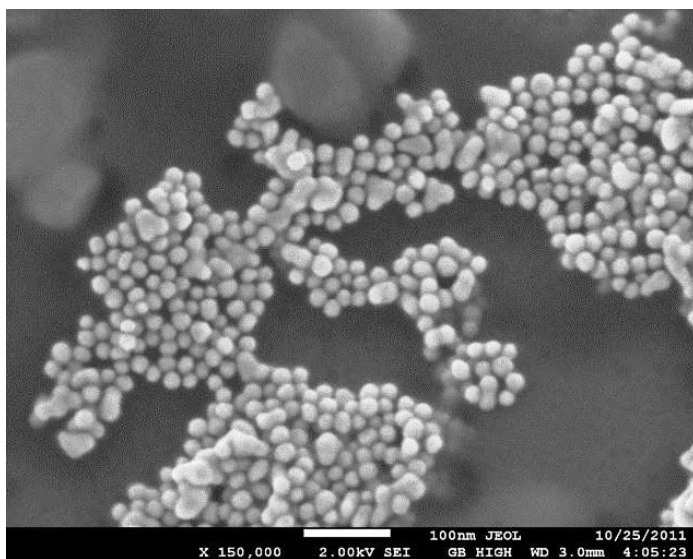
Jedna pětina produkce zlata v USA jde do elektronického průmyslu - kontakty



Obrázek 14: zlato v elektrotechnice a elektronice

<http://www.hudebnicentrum.cz> , [cdr.cz](http://cdr.cz)

Příklady technického využití je mnoho, vrstvení vzorků pro el. mikroskopy, reflexní vrstvy na přilbách astronautů (rozdíl X kosmonaut ), materiál na závěsné pásky přístrojů a jemné pružiny, vrstvení zrcadel pro výkonové lasery, barvení skla na červeno, nanočástice v medicíně ( přednostní vazby k nádorovým buňkám ), etc.



Obrázek 15 : Nanočástice zlata určené pro aplikace v medicíně

<http://3pol.cz/1315-synteza-zlatych-nanocastic>

Zvláštností je, že se jednou vytěžené zlato už téměř neztrácí z oběhu, je drahé a tak se recyklace vyplácí.

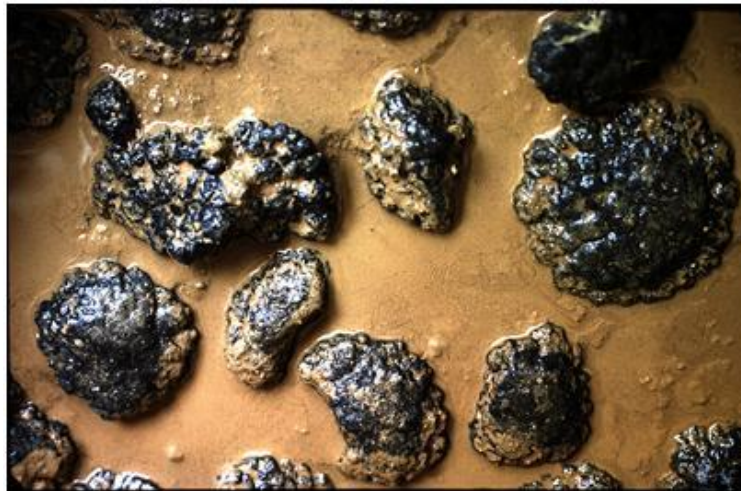
Vývoj celkové množství zlata v majetku lidstva je indikátorem stáří a vyspělosti naší civilizace.

Je docela dobře možné, že kousky zlata, který nosíme na ruce, pochází z pokladu Mayů a nebo prošly sběrem v koncentračním táboře.

## I. MĚĎ

Technologie tavení mědi je známá již 8700 - 7000 let př.n.l. z Anatólie ( Malá Asie ) data jsou různá podle autorů. V Iránu u Ali-Kosh byl nalezen korálek svinutý z měděného plíšku silného 0,4 mm z doby 7000 let př.k.. Iráčané ohlásili nález o 1 500 let starší. Písemné záznamy z Egypta o zpracování měděné rudy jsou mladší ( 4000 př.K.).

Měď zažívá střídavá období zájmu a nezájmu ( doba měděná, polovina 20.století, současnost ). Měď je materiál, který jsme na souši už téměř vyčerpali, máme jí asi na 40 let na dně oceánů se odhaduje, že asi na 6000 let. Podobně je to s hliníkem, jen čísla jsou trochu vyšší 100/20 000 let.

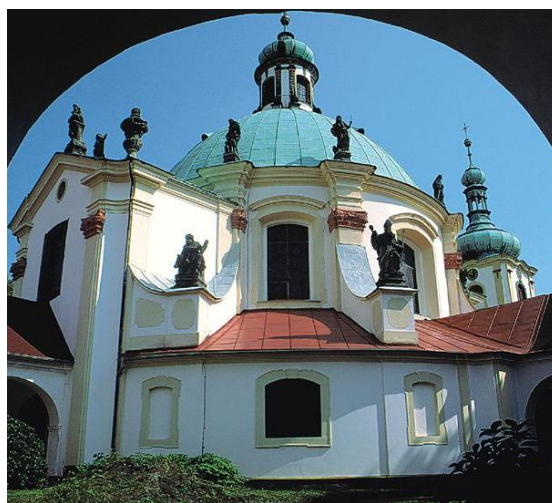


Obrázek 16: Polymetalické konkréce na dně oceánu.

<http://hgf10.vsb.cz>

V přírodě se měď nachází jako směs stabilních izotopů  $^{63}\text{Cu}$  a  $^{65}\text{Cu}$ . Uměle bylo připraveno dalších 22 radioaktivních izotopů  $^{57}\text{Cu}$  až  $^{80}\text{Cu}$ . Protonové číslo je 29. Valenční elektrony jsou jeden nebo dva výjimečně i tři. Mřížka je typu FCC. Měrná hmotnost  $8,94 \text{ g/cm}^3$ , teplota tání  $1084,62^\circ\text{C}$ , tvrdost podle Mohse je 3, tažnost 50%

Na vzduchu téměř neoxiduje ( měděnka  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$  ), dá se najít v přírodě v čistém stavu a je to snadno použitelný kov.



Obrázek 17: Měděnkou pokrytá střecha účinně brání další oxidaci

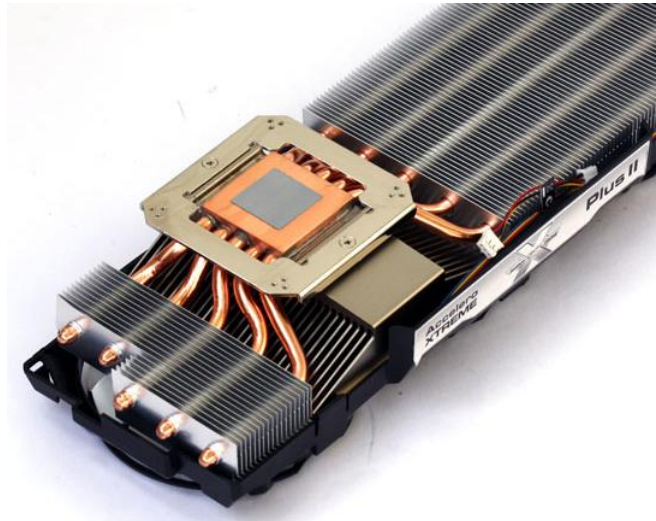
<http://www.rsport.cz>



Na druhou stranu je měď měkká a její použitelnost na nástroje je omezená. Velice dobrá je vodivost elektrického proudu (nepřímě úměrná obsahu fosforu) asi 7x lepší než u železa (měrný odpor je  $0,017 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$ ).

- elektrotechnika a elektronika - dráty, motory, generátory, kontakty (více než 50 %)
- vakuová technika

Stejně jako pro kotle destilačních aparatur v zemi slivovice je měď základní konstrukční materiál pro většinu tepelných výměníků právě pro její vynikající tepelnou vodivost.



Obrázek 18: Využití mědi pro její vynikající tepelnou vodivost  
[pctuning.tyden.cz](http://pctuning.tyden.cz) , <http://www.alkoholesence.cz>

## Výroba mědi

Technologie výroby mědi je několikastupňový proces, jehož složitost závisí na bohatosti výchozí rudy a požadavku na čistotu výsledného kovu.

Obsah Cu v rudách je obvykle na úrovni jednotek procent, takže prvním krokem je výroba koncentráту (mletí, flotace, filtrace, sušení).

Pro zpracování rud obsahujících oxidy a siřičky mědi je obvykle využívána pyrometalurgie.

Výrobní postup je typický meziproduktem, kterému se říká *kamínek*, což je primárně vytavený kov, který prošel chemickou redukcí s ještě neodděleným značným podílem strusky. Tento polotovár je v žárovém konvertoru okysličením zbaven nečistot. Takto získaný kovový materiál *černá měď* obsahuje okolo 95 % Cu.

Rudy s vysokým obsahem oxidů jsou obvykle v šachtových pecích taveny přímo. Výsledný kovový materiál je opět *černá měď*.

Hydrometalurgické postupy výroby Cu jsou používány při zpracování rud s nízkým obsahem kovu. Loužení probíhá v koktejlů z kyseliny sírové a síranu železnatého. Měď je získávána elektrolyticky. [Strojírenská technologie M.Hluchý]

Obecně vychází výrobní technologie neželezných kovů ze tří základních postupů

- počáteční úprava rud
- výroba surového kovu
- rafinace.

**Úpravou rudy** rozumíme řadu možných postupů, které je možné podle konkrétní situace kombinovat

- mletí, drcení
- oddělení hlušiny
  - flotace* namletá ruda po smíchání s flotační kapalinou (olej) plave na povrchu napěněné kapaliny (je smáčena olejem – plave)
  - elektromagnetické třídění*
  - rozpuštění v Hg – *amalgamace*
  - kyanidové loužení*
- sušení

### **Výroba surového kovu**

- pyrometalurgie
- hydrometalurgie
- elektrometalurgie

#### *Pyrometalurgie*

Technologie založená na třístupňovém žárovém procesu.

Prvním krokem je *pražení* ohřátá ruda je v peci ( ať již elektrické nebo spalovací) pomocí přiváděné plynové atmosféry (O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, ..) zbaven nežádoucích prvků ( S, O<sub>2</sub> ...).

Ve druhém kroku je surovina upravena *aglomerací*, při které je rozmělněný materiál spečen do větších celků.

Posledním krokem je logicky *tavení*. Při zvyšování teploty se ruda nejprve zbaví vody vysušením a následnou kalcinací i vody vázané. Následuje přechod vsázky do tekutého stavu. Při prvotním tavení získaný kov je obvykle značně znečištěn *struskou* a vyžaduje následnou rafinaci.

#### *Hydrometalurgie*

Tento technologický postup využívá k výrobě kovu mokrou cestu založenou na rozpouštění kovu v kyselinách nebo zásadách.

Nejprve je ruda upravena *mletím* na velmi jemný prášek. Pro chemické rozpouštění kovu je zaužíván termín *loužení*. *Separční* procesy, kdy dojde k oddělení *výluhu* od zbytku materiálu jsou *sedimentace*, *filtrace*. Oproti tomu *srážení a cementace* jsou separační postupy založené na chemických reakcích. *Elektrolytické* odlučování kovu pomocí stejnosměrného elektrického proudu z roztoku další technologickou variantou často využívanou v hydrometalurgii.

#### *Elektrometalurgie*

Technologie, která je opět založena na elektrolýze, tentokrát je kov oddělován přímo z taveniny.

### **Rafinace**

Kovy získané popsány metodami jsou v různém stupni znečištění struskou, sedimenty anebo jinými typy nečistot. Pro získání čistých kovů s očekávanými vlastnostmi je třeba na závěr provádět jejich *rafinaci*.

*Žárová rafinace* - ve spalovací peci nečistoty shoří, vytvoří se oxidy, které odstraníme se struskou a nebo ve formě plynů.

*Elektrolytická rafinace* – na anodě (deska z parometalurgicky vyrobené mědi) je materiál v elektrolytu rozpouštěn a na katodě se vylučuje. Nečistoty zůstávají v elektrolytu.

V optice je využívána jako materiál na zrcadla pro transport laserových svazků, jde výborně vyleštit, vysoká reflektivita v IČ a lze chladit.  
Opracovává se špatně, protože se maže.

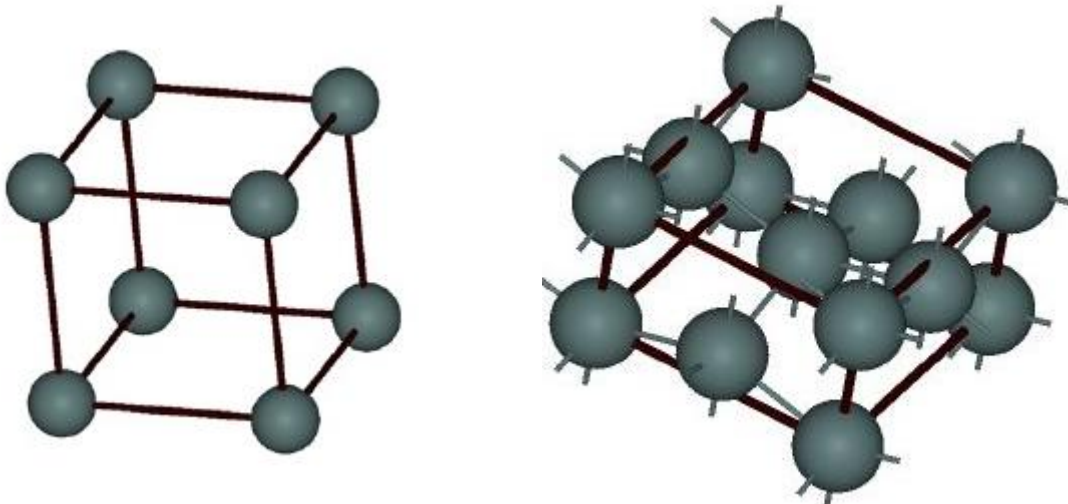
slitiny MOSAZ  
BRONZ

[http://www.stefanmichna.com/.../med\\_vlastnosti\\_pouziti\\_slitiny.pdf](http://www.stefanmichna.com/.../med_vlastnosti_pouziti_slitiny.pdf)

## II. CÍN - Sn

Hlavní surovinou pro výrobu cínu je *cínovec* (oxid cíničitý) nebo naplaveniny, ze kterých je vyráběn koncentrát. Cín je získáván buď mokrou cestou, kdy primární oxid redukuje koksem a ten je pak loužen v roztoku  $H_2SO_4$ , elektrolýzou pak vzniká kov s obsahem Sn do 98%. Druhou variantou pro získávání cínu je žárová redukce cínového koncentrátu. Získaný materiál obsahuje okolo 10 % nečistot. Pro výrobu čistého cínu je nejčastěji využívána elektrolytická rafinace.

Cín se vyskytuje ve třech modifikacích šedý cín  $\alpha$  (kubická mřížka), bílý cín  $\beta$  (tetragonální mřížka), ještě pro úplnost cín se vyskytuje i v modifikaci  $\gamma$  (mřížka kosočtverečná).



Modifikace  $\beta$  je stabilní mezi 13,2°C až 160 °C, taje při 232°C. Mimo tento interval existuje modifikace  $\alpha$  a to je šedý prach. Vlivem nízkých teplot se cín rozpadá jen pomalu a říká se tomu cínový mor.

Nejnámější aplikace je staniol fólie 0,01 mm

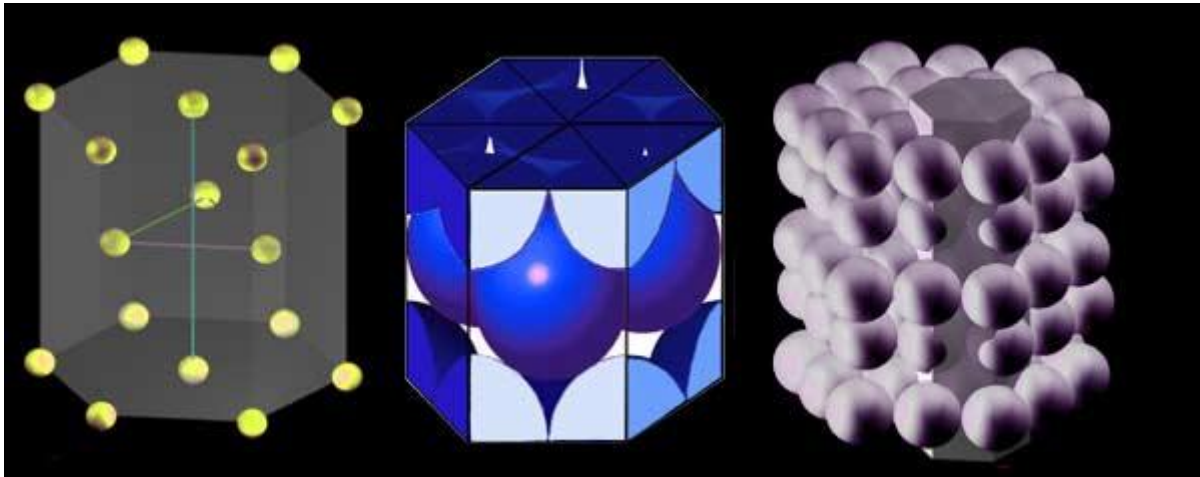
V 19. století, kdy byla pro izolaci měděných drátů používána guma, bylo třeba dráty cínovat, protože při kontaktu měď reaguje se sírou obsaženou v gumě.

Sn je častá složka slitin, často používané jsou cínové pájky.

## III. HOŘČÍK - Mg

Stříbrolesklý tažný a lehký, který krystalizuje v HTU (hcp) mřížce stejně jako berylium, zinek, kadmium,  $\alpha$  titan,  $\alpha$  zirkonium,  $\alpha$  kobalt a většina kovů vzácných zemin.





Obrázek19: HCP mřížka

Hořčík je vysoce reaktivní, laboratoři je uchováván v nádobě pod olejem. Největší využití v minulosti hořlavost výbušniny světelné efekty, v dřevních dobách fotografie místo blesku. Hašení je problém musí se v podstatě udusit v písku nebo pomocí speciálních hasiv. Použití běžných hasicích přístrojů se nedoporučuje „trošku to bouchá“. Nedávno jsme mohli v televizi sledovat, jak lehlo popelem město v Číně okolo továrny na zábavnou pyrotechniku.

Moderní doba hořčíku to je ELEKTRON

	10% Al
slitina	5% Zn
	2% Si + 0,5 Mn

Kola automobilů - na všechno, co má být lehké a pevné - letadla, auta, kovové kufry pro servisní techniky etc.

musí se chránit proti korozi nátěrem / na posolené silnice se nedoporučují /.

#### IV. TITAN

Titáni sice podleli v boji bohům z Olympu, ale materiál nesoucí jejich jméno neprohrává. Titan jako prvek objevil v roce 1791 v Anglii duchovní William Gregor, když jej extrahoval z ilmenitu (oxid železato titaničitý) a dal mu název menachin. Současný název **titan** zavedl Němec Martin Klaproth, který jej vyrobil z rutilu v roce 1795 (Klaproth poprvé extrahoval uran). Na začátku 20. století v roce 1910 izoloval čistý kov v USA Novozélandčan Mathew Albert Hunter a mohl tak popsat jeho výjimečné fyzikální vlastnosti. Až ve 40. letech se podařilo vyvinout komerčně dostupnou technologii výroby tohoto kovu. Studená válka byla mimo jiné technologickým soubojem supervelmocí při vývoji nejmodernějších zbraní jejichž konstrukci umožnil právě titan (nadzvukový špionážní letoun Blackbird, ponorka K – 162).

Naše doba přeje supermateriálům:

- vojenská technika - letadla, ponorky
- medicína - kardiostimulátory, endoprotézy
- sportovní náčiní - golf, cyklistika

Zajímavé je že, extrémní rám závodního kola z elektronu, titanu a kevlaru je na trhu za cca 5 tisíc dolarů a váží něco přes 1 kg, jeden gram je tedy za 5 dolarů. Když jsme výše psali o zlatu, uvedli jsme, že nejnižší cena za gram bylo 10 dolarů.

Kilogramová cena, jako měřítko technologické úrovně už je tedy srovnatelná se zlatem.

Titan je módní materiál pro moderní šperky, tenká oxidová vrstva má opalizující efekt v bočním osvětlení. Přestože, je v zemské kůře častý, je jeho několikastupňová výroba stále velice nákladná.

Vyrábí se už dlouho, ale až naše bohatá společnost si jeho používání v širší míře může dovolit.

Titan je skoro o polovinu lehčí než železo a má vysokou pevnost a to i v extrémních teplotních podmínkách. Ze všech technicky používaných kovů má nejlepší poměr  
hmotnost / pevnost.

lesklý bílý kov

velmi tvrdý - rýpe do skla

v přírodě není v čisté formě

titanová běloba je nosným produktem fy PRECHEZA v Přerově

Používá se i v leteckých turbínách a superobrátkových kompresorech při teplotách, kde jiné kovy neobstojí. Prudce zvyšuje účinnost tepelných strojů. / vyšší otáčky /

Tenká vrstvička povrchových oxidů zamezuje další degradaci materiálu a je ještě pevnější než samotný titan.

vrstvy TiO<sub>2</sub> / SiO<sub>2</sub>

Tvoří až ¼ hmotnosti moderních supersoniků.

Když si budete chtít představit materiál budoucnosti, bude to nejspíš kombinace keramiky + nějaká forma titanu.

## V. NĚKOLIK KOVŮ V RYCHLÉM PŘEHEDU

### ZINEK

Výroba z blejna zinkového *sفالerit* (sirník zinečnatý), uhličitanu zinečnatého nebo oxidických rud. Obsah kovu v rudách je nízký (jednotky %), proto je primárně třeba vyrobit koncentrát.

Výroba je zajímavá tím, že kov získáváme kondenzací par unikajících z rudného koncentráту zahřátého s jemnozrnným uhlím (redukce) na 1200°C. Takto získaný surový kov (97% Zn) nelze využívat (křehký) pro vysoký obsah Fe, Pb, Cd ...

Čistý Zn lze získat frakční destilací.

Kvalitní zinek lze vyrábět hydrometalurgickou technologií loužením koncentráту v kyselině sírové, kov je následně z výluhu získán elektrolýzou.

Teplota tání je 415°C, varu 930°C.

Pozinkované plechy ( asi 30% produkce Zn.) – ne že by neoxidoval, ale rychle se vytvoří povrchová šedá vrstva zásaditého uhličitanu chránící vlastní materiál

Ni – Cd články

### MOSAZ

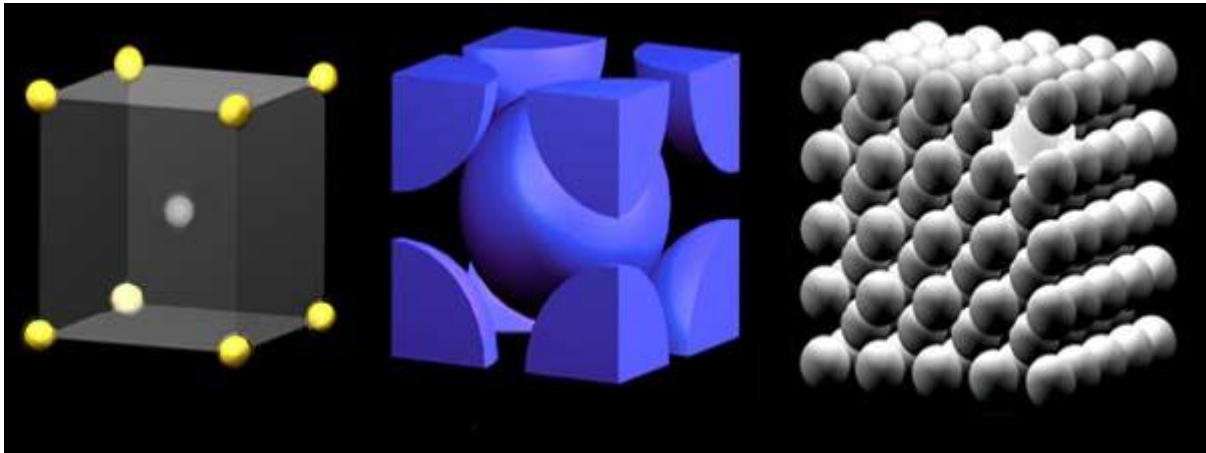
Dobře se s ním pracuje mezi 100 – 150 °C jinde je křehký.

Výborné licí vlastnosti, ale špatně jde opracovat ( maže se).

### CHROM

Jeden ze základních legujících prvků pro ušlechtilé korozivzdorné oceli, kde samovolně vytváří pasivní vrstvy. Norma vyžaduje minimálně 10,5 % chrómu při maximálním obsahu 1,2 % uhlíku v nerezové oceli. Chrom je požíván také pro jeho feritotvorné působení, s jeho pomocí je dosahováno pravidelné prostorově středěné mřížky ve slitině. Krystalová mřížka je stejně jako u *sodíku* a *draslíku* nebo *Fe<sub>α</sub> lithia*, *rubidia*, *cesia* a některých přechodových kovů *vanadu*, *niobu*, *tantalu*, *chromu*, *molybdenu*, *wolframu* a *Zr<sub>β</sub>* kubická prostorově centrovaná.

(Pokud si všímáte dvojího pravopisu chrom x chróm, obojí je přípustné.)



Obrázek 20: BCC mřížka

### ***WOLFRAM /TUNGSTEN/***

Obvykle se vyskytuje společně s cínem bílý, těžký

Teplotně odolný materiál 3400°C žárovky

tavící nádoby, napařovačky, vakuová technika všeobecně

kontaktní průchodky ve skle

karbid wolframu - slinutý s přísadou nějakého kovu tvoří základ TVRDOKOVŮ

widiové vrtáky, diadur

legura do ocelí a slitin jiných kovů

### ***MOLYBDEN***

bílý kujný, tažný, chemicky stálý

teplotně odolný 2620°C

vakuová technika, zátavy v elektronice

CHROMMOLYBDENOVÁ OCEL

### ***GERMÁNÍUM***

doprovází zinek

malá vodivost asi 8000 krát menší než u železa

→ POLOVODIČ

### ***KŘEMÍK***

velice častý prvek v zemské kůře

taky POLOVODIČ monokrystaly pro elektroniku

základní materiál pro fotovoltaické články

dr.Vojtěchovský

legura do ocelí FEROSILICIUM

### ***RTUŤ***

38,8°C vyjímečný kov dnes už je za zenitem, protože má sice spoustu užitečných vlastností, ale je JEDOVATÁ a s tím se nedá v podstatě nic udělat

rumělka

2 x těžší než Fe

rozpouští Ag, Au, Zn, Sn

léčiva – jed

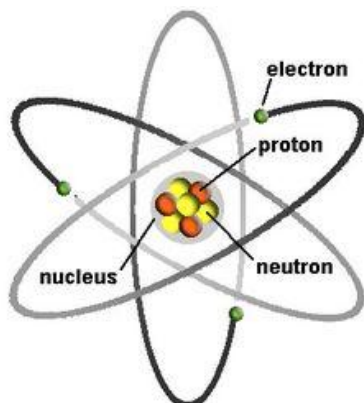
barvy

rtuťová výbojka

teploměr



**LITHIUM** je alkalický kov, atom je tvořen třemi protony několika neutrony a třemi elektrony, je to velmi lehký a měkký kov (měkčí než masť), má nejmenší hustotu ze všech pevných prvků, je lehčí než voda a petrolej a plave na nich. Ve srovnání s ostatními kovy má lithium poměrně nízké teploty tání a varu, vede dobře elektrický proud a teplo.



Lithium reaguje s kyslíkem i vodou a v přírodě se s ním proto setkáváme pouze ve formě sloučenin, nicméně ze skupiny alkalických kovů je lithium nejméně reaktivní. Lithium se za vyšší teploty slučuje přímo s dusíkem na nitrid lithný  $\text{Li}_3\text{N}$ , jako jediný alkalický kov se také slučuje za vyšší teploty přímo s uhlíkem a křemíkem na karbid  $\text{Li}_2\text{C}_2$  resp. na silicid  $\text{Li}_6\text{Si}_2$ .



stabilní uhličitan litný

## Příklady praktického využití lithia

- V jaderné energetice, kde roztavené lithium může sloužit k odvodu tepla z reaktoru.
- Ve farmacii jsou soli lithia využívány v sedativech
- Sklářství a keramický průmysl využívá lithium pro výrobu speciálních skel a keramických materiálů s využitím v optice a jaderné energetice
- V uzavřených prostorách ponorek a raket je lithium ve formě LiOH využíváno k absorbování CO<sub>2</sub>
- Velmi lehké a současně extrémně zatěžované mechanické prvky v oblasti letectví, kosmonautiky, obraného průmyslu anebo například protetiky jsou často vyráběny ze slitiny lithia s hořčíkem a hliníkem
- Lithium je pravděpodobně materiálem budoucnosti pro výrobu článků umožňujících uchovávat elektrickou energii.

**1912** - Gilbert Newton Lewis fyzikální chemik zjistil, že "*Lithium je ideální materiál pro elektrolyt baterií*"

**1970** - na trhu se objevila první baterie typ CR123A

**1980** - J.B.Goodenough představil *katodu LiCO<sub>2</sub>* a Rachid Yazami představil *anodu s pevným elektrolytem*

**1981** - Tokio Yamabe a později Shizukuni Yata objevili jak vyrobit nano uhlíkaté materiály, které jsou vhodné pro výrobu velmi efektivní anody s tekutým elektrolytem

**1985** - Akira Yoshino z Asai Chemical představil první stabilní, opakovaně nabíjitelnou **Li-ION (Lithium oxide kobalt)** baterii

**1991** - SONY uvedla na trh Lithiové baterie

**1996**, květen - první komerční **LiFePO<sub>4</sub>** baterie uvedeny na trh (do té doby Li-uhlík monofluorid, Li-železo disulfid, Li-oxid kobalt)

**1997** - dvě důležité inovace: elektrolyt je v podobě pevného polymerního kompozitu, elektrody a separátory jsou na sebe laminovány což má za následek, že baterie lze specificky tvarovat, aby mohly být vestavěny do konkrétního elektrického zařízení

**2008** - první komerční Li-ION baterie



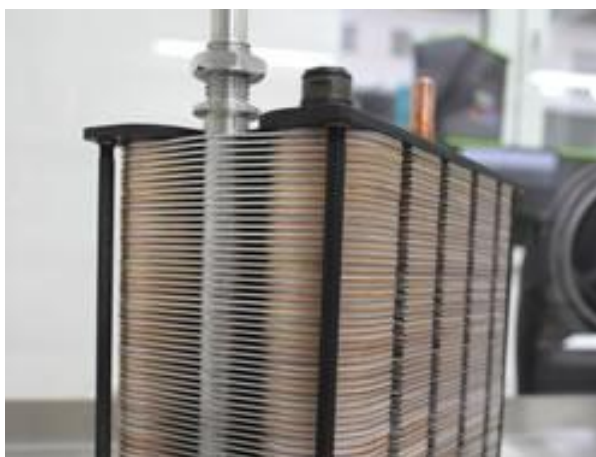
V roce 2017 jsou ceny LiFePO<sub>4</sub>(LFP) akumulátorů na 1kWh nižší než ceny olověných akumulátorů.

Klasická konstrukce je založena na uhlíkové anodě, katoda je kov a elektrolytem je lithiová sůl v organickém rozpouštědle. Baterie stárnou v závislosti na okolní teplotě (při vysoké teplotě rychleji). Při přebíjení anebo zkratem mohou baterie explodovat.

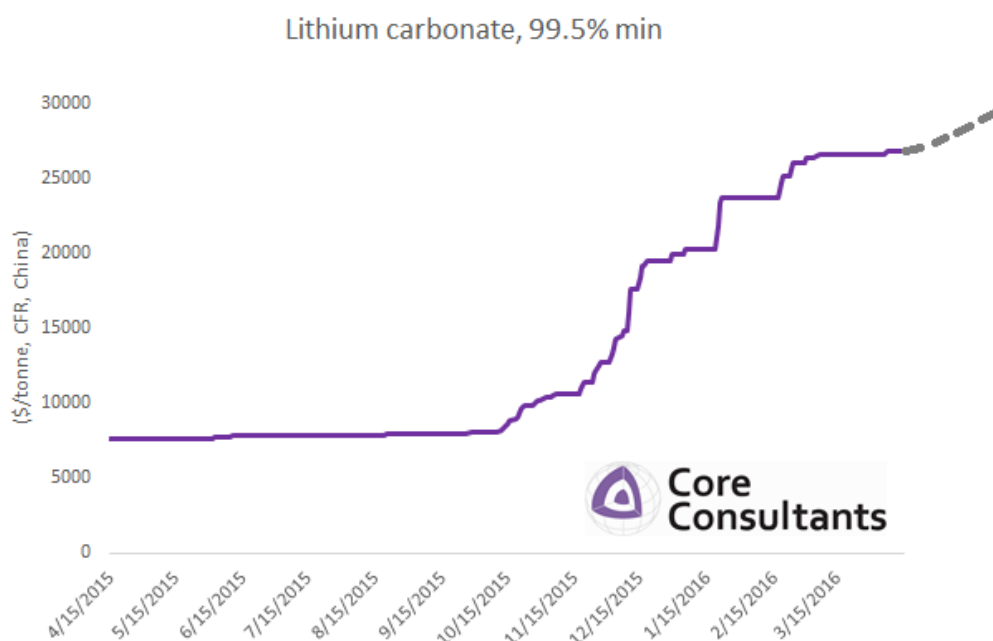
Nejmodernější technologie na výrobu lithiových akumulátorů najdeme v současnosti v České republice. Jan Procházka, po původním zaměstnání v Akademii věd spolu se svými kolegy a společníky dovedl až do sériové výroby lithiové baterie vlastní konstrukce. Firma HE3DA 19.12.2016 zahájila provoz linky na sériovou výrobu lithiových baterií s cílem stát se předním dodavatelem v tomto oboru.

Převratnost této technologie spočívá v konstrukci speciální 3D elektrody, která je na rozdíl od všech ostatních silná několik milimetrů, ale aktivní materiály jsou všechno nanočástice slisované do tlustých desek ve směsi, díky které to funguje. Baterie spojuje makro a nano technologie. Tato syntéza dává nové konstrukční možnosti, lze chladit elektrolytem, vyměnit elektrolyt, články jsou téměř bez dilatací a provoz je bezpečný. Multifunkční rám, který zprostředkovává distribuci a sběr elektronů je zároveň tělem baterie. Chemická reakce probíhá díky nanomateriálu.

Podstatnou roli má v konstrukci baterií tepelná odolnost separátoru (membrány oddělující elektrody). Vyrábí ho český Pardam (Kertak Nantechology) a jde o zvlákněný oxid křemičitý, díky tomu je tepelná odolnost separátoru mnohem vyšší než u dříve využívaných separátorů z organických materiálů.



Díky extrémní potřebě nové technologie pro uchovávání elektrické energie (fotovoltaika, větrné elektrárny, výroba elektromobilů ...) prudce roste cena lithia na světovém trhu.



*Vývoj ceny uhličitanu lithného (v tisících dolarech za tunu)*

Světově největší zásoby lithia má Chile, kde se nachází 75 % světových zásob tohoto alkalického kovu. Cena se na čínském trhu v průběhu léta ztrojnásobila na současných více než 20 tisíc dolarů za tunu.

V Německu se zavedením finančních pobídek motivujících spotřebitele k nákupu elektromobilu, které byly mimo jiné podmíněné prodejní cenou vozu nepřesahující hranici 60 tisíc euro, došlo ke změnám cen u elektromobilu TESLA Modelu S. Ochuzením základní výbavy, která se přemístila mezi výbavu volitelnou byla cena elektromobilu snížena pod 60 000 EURO a firma registruje téměř půl milionu objednávek.

S růstem zájmu o elektromobily a elektrobusy stoupá i cena lithia na světových trzích. Investiční banka Goldman Sachs odhadla, že automobilový sektor spotřebuje v roce 2020 téměř čtvrtinu produkce lithia. V roce 2015 to bylo sedm procent.

Těžba lithia může být impulzem pro rozvoj průmyslu v této oblasti i v České republice. V minulosti se lithium získávalo jen jako druhotná surovina například při těžbě cínu, která byla u nás ukončena pod horou Cínovec teprve nedávno. Lithium lze získat separací z již vytěžené suroviny uložené na skládce. Cínovecká deponie (CD) má povolení k „probrání“ stovek tisíc tun již dříve vytěžené „odpadní“ suroviny. Z ní se mechanicky vyseparuje meziprodukt - lithná slída. Z něj se poté již složitějšími úpravami (hydrometalurgickým zpracováním) získává uhličitan lithný. Na odkališti v Cínovci smí CD zužitkovat 680 tisíc tun suroviny. V ní by se podle průzkumů mělo nacházet množství slídy, ze kterého lze následně získat přibližně 11 130 tun uhličitanu lithného, tedy po finální úpravě 2 100 tun kovového lithia. Teoretická cena suroviny je v jednotkách miliard korun.



Současně existuje možnost těžit pod Cínovcem lithium hlubinně a ze země dostat násobně více suroviny s tím, že v této oblasti se nachází asi 1/3 evropských zásob.

Zdroje:

[http://ekonomika.idnes.cz/karel-janecek-rsj-muze-tezit-lithium-v-cinovci-fq2/ekoakcie.aspx?c=A161025\\_113229\\_ekonomika\\_rny](http://ekonomika.idnes.cz/karel-janecek-rsj-muze-tezit-lithium-v-cinovci-fq2/ekoakcie.aspx?c=A161025_113229_ekonomika_rny)

<http://oenergetice.cz/elektrina/elektromobilita/tesla-kvuli-financnim-pobidkam-nemecku-restrukturalizuje-nabidku-vybavy/>

[http://www.euro.cz/byznys/dve-miliardy-misto-milionu-cina-hodla-ovladnout-trh-s-lithiem-a-na-cenu-nehledi-1327816#utm\\_medium=selfpromo&utm\\_source=euro&utm\\_campaign=copylink](http://www.euro.cz/byznys/dve-miliardy-misto-milionu-cina-hodla-ovladnout-trh-s-lithiem-a-na-cenu-nehledi-1327816#utm_medium=selfpromo&utm_source=euro&utm_campaign=copylink)

<http://elektro.tzb-info.cz/akumulace-elektřiny/14422-he3da-chceme-vyrabet-akumulatory-do-automobilu-a-pro-solarni-pole>

[http://technet.idnes.cz/baterie-he3da-novy-provoz-0hs-0hs/tec\\_technika.aspx?c=A161219\\_154351\\_tec\\_technika\\_mla](http://technet.idnes.cz/baterie-he3da-novy-provoz-0hs/tec_technika.aspx?c=A161219_154351_tec_technika_mla)

[http://www.euro.cz/byznys/dve-miliardy-misto-milionu-cina-hodla-ovladnout-trh-s-lithiem-a-na-cenu-nehledi-1327816#utm\\_medium=selfpromo&utm\\_source=euro&utm\\_campaign=copylink](http://www.euro.cz/byznys/dve-miliardy-misto-milionu-cina-hodla-ovladnout-trh-s-lithiem-a-na-cenu-nehledi-1327816#utm_medium=selfpromo&utm_source=euro&utm_campaign=copylink)

[http://technet.idnes.cz/baterie-he3da-novy-provoz-0hs-0hs/tec\\_technika.aspx?c=A161219\\_154351\\_tec\\_technika\\_mla](http://technet.idnes.cz/baterie-he3da-novy-provoz-0hs-0hs/tec_technika.aspx?c=A161219_154351_tec_technika_mla)



## VI. VLOŽENÁ KAPITOLA SLITINY

Omezíme se na klasiku BRONZY a MOSAZI ( jazyková poznámka - **bronz** je rodu mužského, **mosaz** je rodu ženského )

### MOSAZ

jsou to slitiny mědi se zinkem  
technicky důležité jsou od 50 % Cu  
čím víc Zn tím světlejší žluté  
dobře až ideálně se opracovává a odlévá kliky 63% CU 30% ZN + Fe a Al  
materiál starých řemesel  
hodinářská mosaz 58% Cu 1-3% Pb zbytek Zn  
klasický materiál pro přesnou mechaniku  
netupí nástroje  
přitom je pevná  
dobře se tváří lisováním a odléváním  
snadno se pájí  
málo koroduje  
není magnetická - kompasy  
„klenotnické slitiny“ TOMBAK 80 % Cu  
do 20% Ni a zbytek je Zn  
ALPAKA 60% Cu „nové stříbro“  
11 - 26 % Ni a zbytek je zase Zn

### **BRONZ** (starý český termín je **spěž**)

Bronz, pravděpodobně nejstarší vědomě vyráběná slitina, byla známa na Středním východě již okolo roku 3600, byla získávána tavením 9 dílů Cu + 1 dílu Sn. Slitina Cu + Sn bez dalších složek je pravá bronz. Přidáním legury např. Pb, Al, Si, vznikne bronz olovený hliníkový ...

**Bronzy olovené** - slitiny Cu a Pb v množství až 33%, popř. s dalšími kovy, hlavně cínem (cíno-olověné bronzy). Typické ložiskové kovy patřící do skupiny slévárenských bronzů. Snesou vysoká namáhání (tlaky >10MPa, obvod. rychlosti do 10m.s<sup>-1</sup>).

**Bronzy hliníkové** - slévárenské i tvářené. Obsahují 3 až 11% Al. Jsou odolné i proti kyselinám a louhům. Legují se i s dalšími prvky (Fe, Ni, Mn). Z tvářených se vyrábí větší výkovky. Používají se na armatury pro přehřátou páru, výfukové ventily motorů a na vysoce namáhané součásti. Některé se dají kalit a popouštět.

**Bronzy beryliové** - jsou slitiny mědi s 1 až 2% berylia. Zpravidla jsou legovány ještě dalšími prvky. Používají se jako tvářené na značně namáhané součásti s požadavkem na vodivost, na pružiny pracující v korozním prostředí, na kuličky korozivzdorných ložisek a na důlní nástroje, které nemají jiskřit. Po vytvrzení mají pevnost až 1350MPa.

**Bronzy niklové** - jsou především materiály odporové. Jsou to slitiny mědi s niklem, manganem a železem (např. konstantan a nikelin), které se používají na regulační odpory, měřicí přístroje. Některé jsou dobré proti působení mořské vody a přehřáté páry. Manganové bronzy se používají hlavně na měřicí odpory (manganin, isobelin, resistin atd.). Slitiny s více než 10% Mn a 9% Al tvoří pozoruhodné slitiny, tzv. Heuslerovy slitiny. Jsou feromagnetické, aniž obsahují železo.

Olověný bronz je ložiskový kov s minimálním otěrem, je to tvarově stabilní pružinový materiál na pera do hodinek - BERILIOVÝ bronz.

### ČERVENÝ BRONZ

UMĚLECKÝ - SLÉVÁRENSKÝ bronz - výborně se odlévá materiál na sochy, slévárenské bronzy s 3 až 10% Sn a s menším množstvím Pb a Zn. Používají se na armatury pracující s teplou tlakovou vodou a párou, součásti čerpadel a na ložiska obráběcích strojů. Cu, Sn ( 3 - 10%), Zn + Pb málo

Zajímavý je vztah bronzu a fyziky, když měl Archimédes určit pravost královské koruny, věděl o rozdílu hustoty mezi zlatem a bronzem, ale neznal metodu na určení objemu, až jednou ve vaně .....

HEURÉKA - našel jsem a běhal nahý po městě.

HEURISTIKA - tvůrčí metoda přístupu k řešení problémů.

## VII. ALUMINIUM

Hliník si zaslouží samostatný odstavec, jednak protože vstoupil do dějin tím, že se odstěhoval do Humpolce, druhak protože je to pravděpodobně druhý technicky nejvýznamnější kov.

V zemské kůře je hliníku asi 8%, ale dlouho nebyl využitelný *problém* s výrobou až konec 19.st. Dnes po železe nejčastěji používaný kov ( Žiár nad Hronom, Maďarsko, velká spotřeba energie na výrobu)

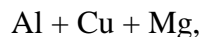
3 x lehčí než železo

4 x lepší elektrická vodivost

4 x menší pevnost v tahu

taje při 660°C

Víceméně náhodný objev slitiny DURAL umožnil hliník běžně využívat



když dnes mluvíme o výrobku z hliníku, s největší pravděpodobností bude z DURALU.

- první duralové *letadlo* vzletlo už v roce 1917, byl to JUNKERS
- asi 80% hmoty dnešního dopravního letadla je z DURALU
- technicky a technologicky je zvládnutá výroba celého motoru z hliníku
- prvním celohliníkovým autem bylo už v roce 93 AUDI A8 i s motorem do W
- dříve u nás byly Al slitiny využívány místo Cu, ale to je mnohdy minulost
- hliníkové fólie.

Dnes je moderní slitina, ve které je navíc lithium, neuvěřitelná hmotnost 530 kg / m<sup>3</sup>  
2,5% lithia + 3% mědi + 1,5% hořčíku

to už je další AUDI Al2 a rok 1997

Taková slitina vykazuje takzvané SUPERPLASTICKÉ chování

- při teplotě 500°C snáší deformaci o 1500%

Pokud chceme mluvit o „zásadním významu hliníku pro lidstvo“, směřujeme logicky k výrobě plechovek na pivo a CocaColu. Je to téměř neuvěřitelné, ale téměř 40% vyrobených Al slitin se používá na výrobu plechovek!!!!!!!

Američani jsou vzorní a 50% jich vrátí k recyklaci, přímo v supermarketech se lisují bloky z plechovek.

Dalším překvapivým postřehem je, že výroba plechovek na colu ze superplastických slitin vděčí za svůj původ VOJENSKÉMU průmyslu. Dělá se to stejně jako nábojnice do středních kanónů. Plechovky se lisují z kotoučků o průměru 5 cm. Při lisování plechovky slitina mění strukturu, po dosažení meze tažnosti vzroste tuhost a tvrdost hliníku, obal je pevný, i když stěna není tlustší než list papíru.

Aby to nebylo jen o samých pozitivěch, tak vrstva oxidů, která vzniká na povrchu hliníku je rozpustná již ve velice zředěných kyselinách. / octová, citronová, .... /

- v době mého mládí bylo moderní hliníkové nádobí ALUSPOR
- sudy na pivo
- a ta spousta plechovek

většina limonád i pivo obsahuje nějakou slabou kyselinu, klasická kola je v podstatě žravina DŮSLEDEK - samozřejmě to konzumujeme,

při studiu ALZHEIMEROVY choroby se v mozkové tkáni nacházejí shluky nefunkčních nervových vláken, které vytvářejí ploché terčovitě útvary, které mají uprostřed místo se zvýšeným výskytem hliníku,

abych byl k hliníku spravedlivý, je tam i křemík PROTO se v EU musí pivo stáčet do sudů z kvalitní nerez oceli.

Další problém je, že hliník a železo při kontaktu ve vlhkém prostředí vytváří elektrický člunek, vzniká přechodové napětí, které vede k oxidaci rozhraní a následně narušení konstrukcí v místech, kde tento fakt konstruktér zanedbal. Podobně to platí i pro železo a ELEKTRON. /Stává se to často. /

Podobná je situace střechy z měděného plechu, nesmí se připevňovat železnými hřebíky.

Tady je na místě povzdech materiálového inženýra:

„Bůh stvořil materiál, ale povrch, povrch ten zplodil ďábel“.

Ale to už je jiná tematika.

Povrchy hliníkových slitin jsou obvykle vytvrzovány a chráněny proti korozi

ELOXOVÁNÍM, - elektrolytickou oxidací

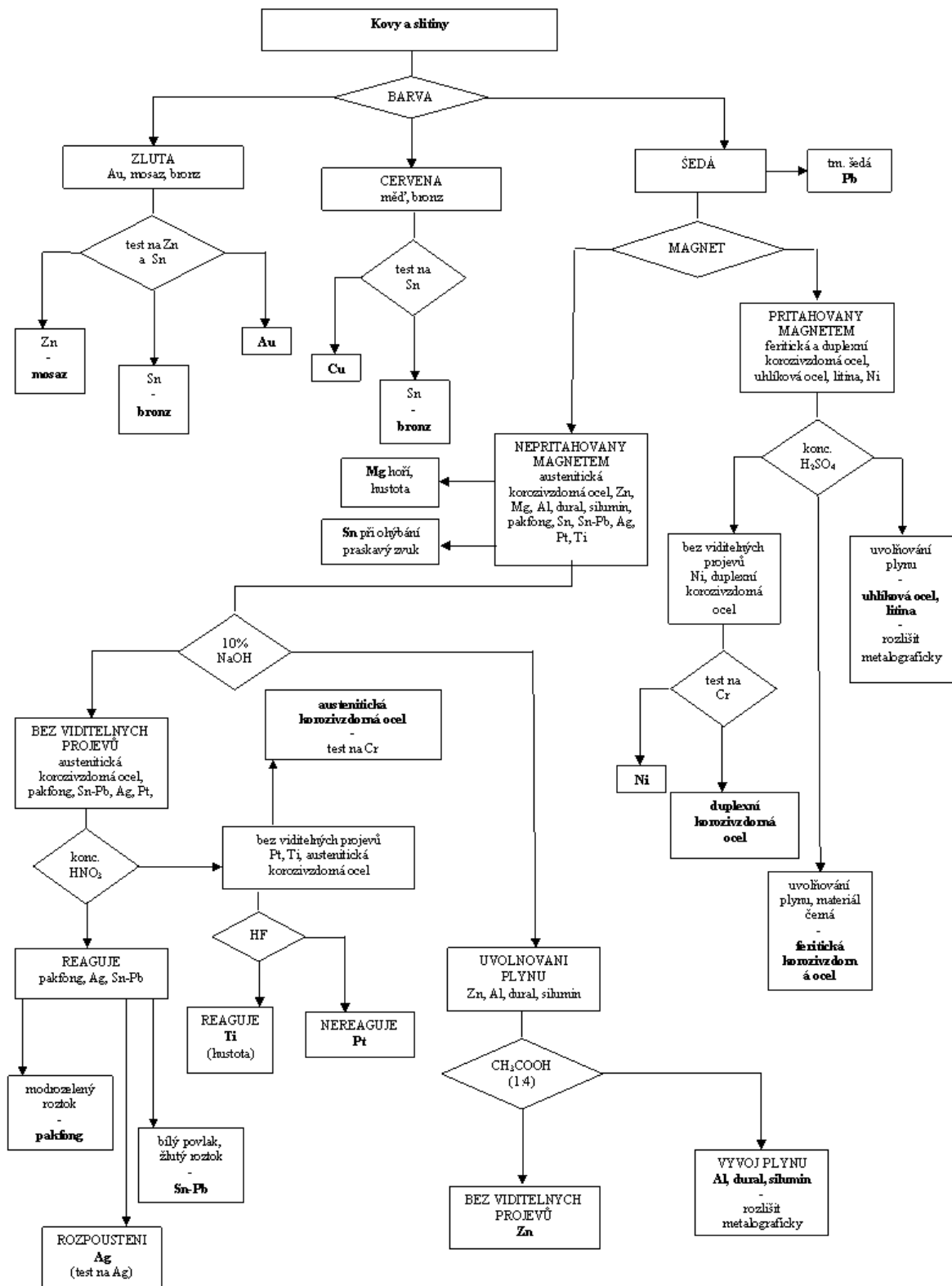
Vysoké odrazivosti *hliníku* se využívá k výrobě zrcadel.



## Dodatek - Možný postup identifikace kovových materiálů

Postup pro identifikaci kovových materiálů, využívající výše uvedených vlastností kovů a slitin, znázorňuje následující schéma:

[http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/fm\\_identifikace\\_kovu/index.htm](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/fm_identifikace_kovu/index.htm)



Literatura: [1] R. F. Tylecote: A History of Metallurgy, Maney 2002

