

Průmyslové suroviny a jejich zdroje

Konstrukční suroviny, Fe a slitiny, Mn, Cr, Al, ...

Konstrukční suroviny a jejich hlavní průmyslové zdroje

- Fe (+steel)
- Mn
- Ni
- Cr
- silicon
- Co, Mo, V, W, Nb, Te
- vlastní průmysl spotřebovává další např. nerudní suroviny: slévárenské písky, jíly

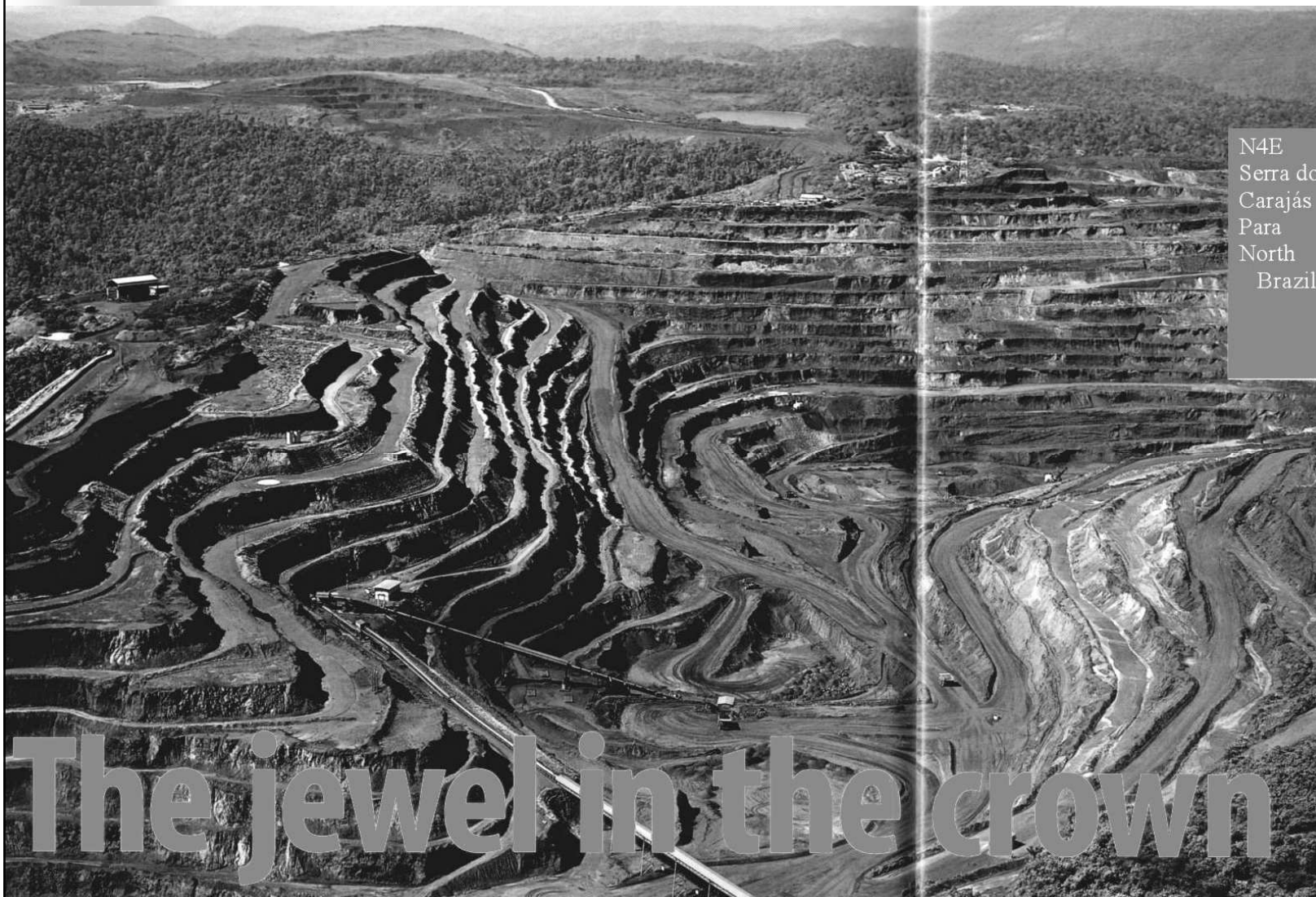
Vytváří významný ekonomický prostor – zpracování, navazující výroba, ...



Fe

- použití: slitiny, konstrukční materiály
- ekonomika: zásoby značné, cena: obchoduje se hlavně se zušlechtěným materiálem - speciální slitiny a ocel

Ložiska Fe a jejich zdroje



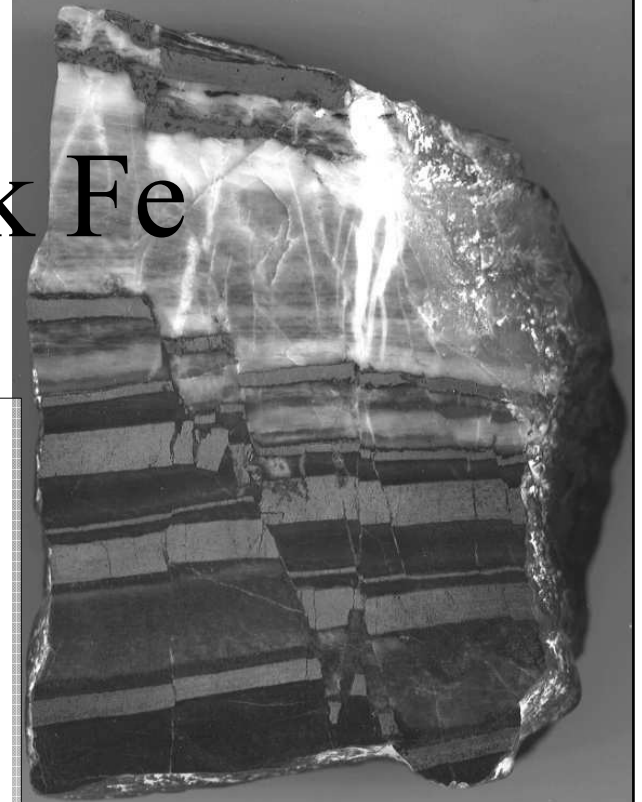
N4E
Serra dos
Carajás
Para
North
Brazil

The jewel in the crown

Genetické typy ložisek Fe

Genetické typy:

1. Proterozoické metamorfogenní Fe-silicity („kvarcity“, včetně itabiritů, taconitů) - BIF, stáří: stř. archaikum 3,5 - 2,9/sp. proterozoikum 2,5 - 1,9/svrch. proterozoikum 0,75 - 0,5
hlavní producenti: Rusko/Ukrajina, Brazílie, Austrálie, Čína, USA, Indie, Kanada, zásoby: 500×10^9 t rudy s kovnatostí $>50\%$
2. Sedimentární Fe rudy, oolitické (oxidické, karbonátové, leptochloritové)
3. Magmatické Fe- rudy Fe-Ti (16 - 25% Fe, mají důležitý obsah V, Pt)
4. Skarnové Fe-rudy
5. Fe-rudy typu Lahn-Dill (submarinně exhalační)
6. Hydrotermální - Roxby Downs (Olympic Dam)

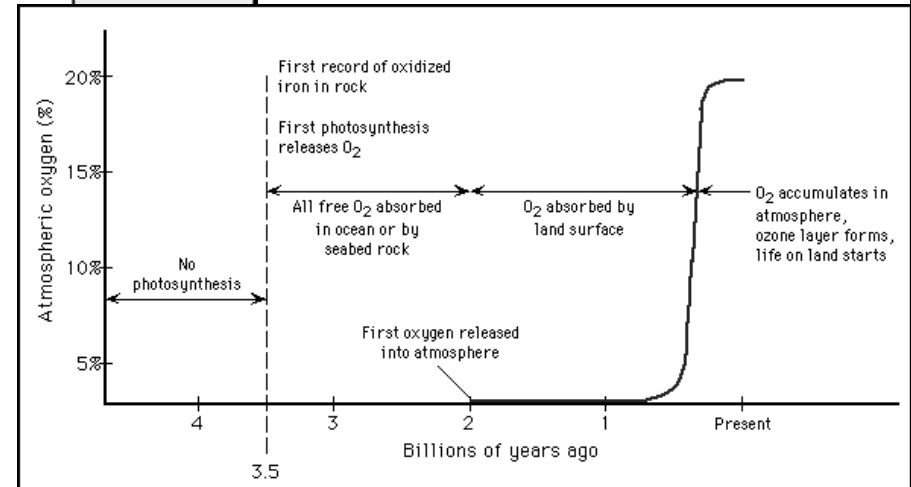
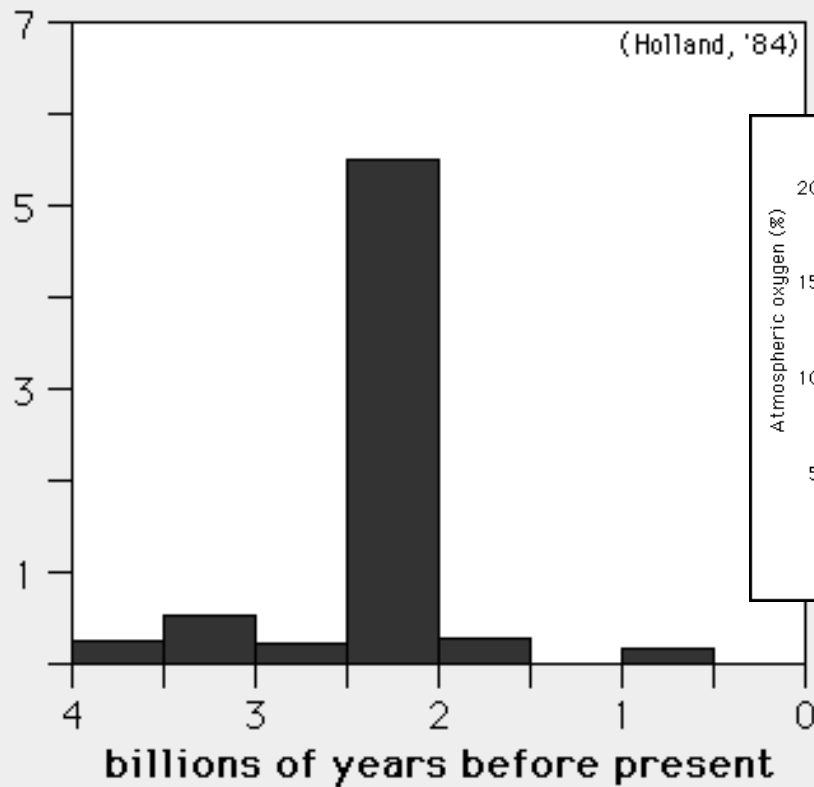


banded iron formation sample from the Soudan Iron Formation, Minnesota. x2.
(Collected by PK Strother, 1974)

Banded Iron Formations (very low O_2 in atm)

BIF

10^{14} Tons of banded iron formations



Very Large Fe Deposits

<u>Continent</u>	<u>Area</u>	<u>Age (10^6 yrs)</u>
Africa	Transvaal, S.A.	2100-2600
Australia	Hamersley Range	2400-2700
Eurasia	Krivoi Rog, Ukraine	1900-2600
North America	Labrador Trough, Canada	1900-2500
South America	Minas Gerais, Brazil	2000-2700

Geneze BIF

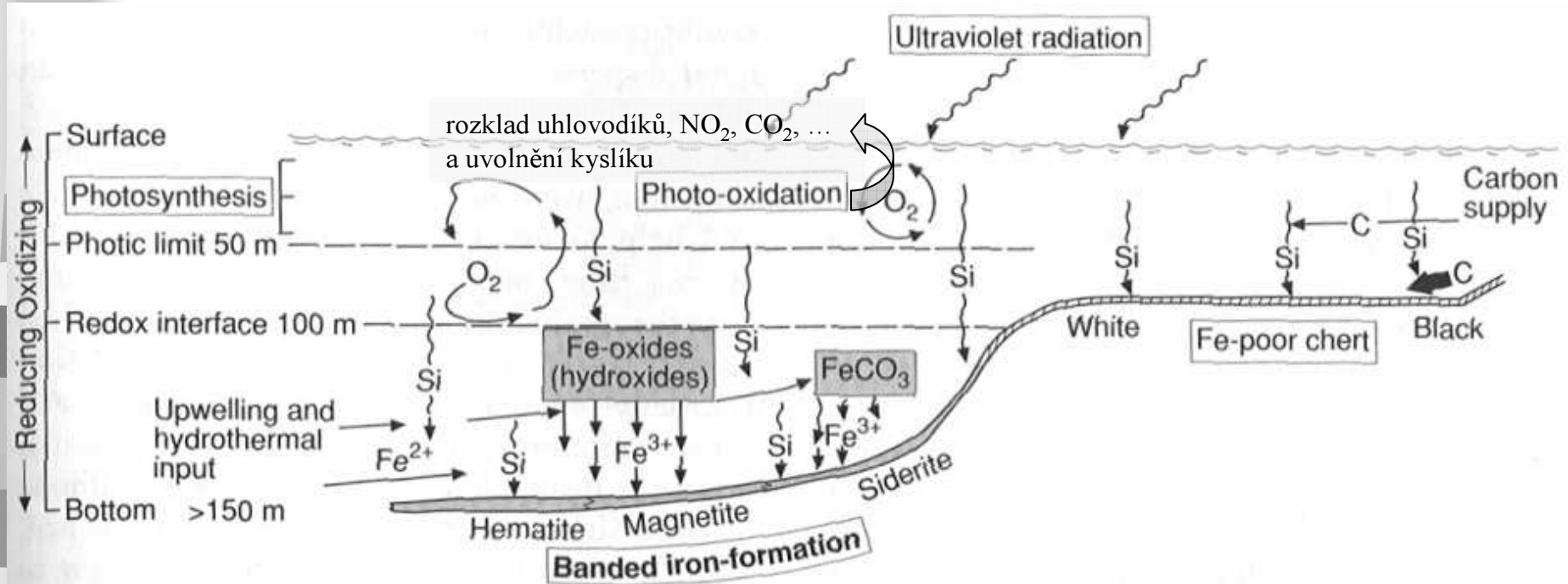


Figure 5.18 Model invoking upwelling and oxidation of ferrous iron from an oceanic source to explain the depositional environment for BIFs. Oxidation of ferrous iron and precipitation of ferric iron compounds occurs at a diffuse redox interface formed by the production of oxygen in the upper water levels, either by photosynthesizing organisms or by ultraviolet radiation induced photo-oxidation, or both. The lateral zonation of BIF facies (i.e. siderite–magnetite–hematite) shown here differs from the simple scheme envisaged by James (1954). Diagram modified after Klein and Beukes (1993).



Mn

použití, funkce:

odstraňování nečistot z roztaveného železa, v uhlíkatých ocelích, feromangan, slitiny a nerezavějící ocel, s Al má antikorozivní efekt a s Cu pevnost, dioxidy Mn pro baterie

typy ložisek:

laterity

sedimentární

chemogenní sedimentární - Fe-Mn konkrece,

Ni

slitiny – antikorozivní vlastnosti, pevnost za vys. teplot
(nerezavějící žáruvzdorné oceli), magnetické slitiny, odporové
slitiny (chromnikl), termočláňkové materiály

magmatická likvační Cu-Ni (Subury, 0,5% Ni, 9% Cu),
Norilsk, Great Dyke (Zimbabwe), Bushveld, Kambalda,
(pentlandit)

laterity: Nová Kaledonie (3,5 % Ni, 2% Co), Austrálie
(Kalgoorlie district), Kuba, Albánie, (hydroalumosilikáty –
garnierit)

Fe-Mn konkrece

Cr

legování ocelí, slitiny s Co – zubní lékařství, slouč. k výrobě barev, žáruvzdorné materiály - (1893°C)

chromit: $(\text{Mg, Fe})(\text{Cr, Al, Fe}^{3+})_2\text{O}_4$, obsah Cr_2O_3 v rudě až přes 60%, více Al – žár.materiály

tělesa v oceán. litosféře (ofiolity, podiformní tělesa): Filipíny (Zambales), Turecko, Kuba, j.Ural (Kempirsajský masív)

tělesa v ultrabazických masívech na štítech: Bushveld, Great Dyke (Zimbabwe), Stillwater,



Co

ochrana proti korozi, abrazi, slitiny – magnety (Co+Ni+Al), řezné nástroje (+ karbid W nebo diamanty), katalyzátory

zdroje:

- 1) Cu-nosné břidlice (Copper Belt – Zaire, Zambie), 0,4% Co, Dolní Slezsko – Lubin
- 2) vedlejší produkt při zpracování sulfidických rud Cu-Ni a lateritických rud
- 3) hydrotermální žilná – Cobalt, Ontario (s Ag)
- 4) Mn-Fe konkrece



Mo

v oceli ovlivňuje tvrdost, abrazi, korozi, vys.teploty, 30% jiné použití na chemikálie, katalyzátory a mazadla

zdroje jsou soustředěny jen do několika oblastí na světě

Chile, USA, Rusko – Tyrny-Auz

W, V, Nb, Te

W

karbid W (nejtvrďší syntetický materiál): řezné nástroje, elektr. a elektronický průmysl: katody, vlákna, nové náhrady: nitridy B, karbidy Ti
scheelit: skarny – Shizhuynan (Čína), Tyrny-Auz (Rusko), Sangdong (J.Korea), Pine Creek (Kalifornie), King Island (Austrálie)
wolframit: hydroterm. žíly – Chiang-si (Čína), Panasqueria (Portugalsko)

V

slitiny: kontrola velikosti zrn, tuhnutí, tvrdost za vys.T
V bohatý magnetit, ilmenit (anorthosity)

Nb

zlepšuje mechanické vlastnosti uhlíkaté oceli (obsahy cca 0,1%), pyrochlor (karbonatity), columbit

Te

telur: 0,04% v uhlíkaté oceli usnadňuje obrábění, získává se při rafinaci Cu, teluridy Au na kř. žilách, v Cu sulfidech



Neželezné kovy - nonferrous metals

- light metals: Al, Mg, Ti, Be
(významná spotřeba energie pro zpracování)
- base metals: Cu, Pb, Zn, Sn
- chemical and industrial metals: REE, Cd, Sb, Ge, As, Rh, Hg, Ta, Zr, Hf, In, Se, Bi, Tl

Lehké kovy

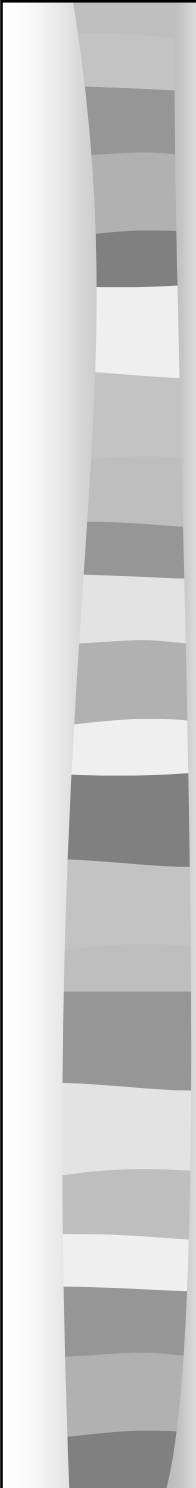
- Al – diaspor, gibbsit
- Mg – magnezit, dolomit, solanky - 3% Mg (60% Mg v USA), mořská voda (0,13% Mg), slitiny s Al, MgO – součást ohnivzdorných materiálů
- Ti – rutil, ilmenit, 95% spotřeby na bílý pigment TiO₂
- Be – beryl, bertrandit (ryolity, tufy – Spor Mountain, Utah), superlehké slitiny s Cu

Al

- použití: - z 90% metalurgie kovového Al, konstrukční slitiny ap.
- - nerudní surovina: výroba žáruvzdorných materiálů, úprava vody, rafinace ropy, abrazíva, katalyzátory pro krakování ropy
- světové zásoby: jsou známy z 85 zemí, těží se ve 27 zemích, hlavně oblasti tropů a subtropů, ložiska vznikla hlavně v kenozoiku a později (graf)

Al - ložiska

- Austrálie, Queensland: Al-laterit vznikl v eocénu z písčitých jíílů, ve svrchní části horizont se železito-křemičitými konkracemi, laterit má mocnost 10m, v zákl. hmotě pisolity (45-60% Al_2O_3), ložiska: Weipa (3.4Gt), Gladstone)
- Darling Ranges v Z.Austrálii: Al-laterit vznikl v miocénu zvětráváním krystalinika na ploše 200 000km², pevný laterit nahoře pod ním křehký, těžitelná poloha s mocností 3m má 30-48% Al_2O_3 , vznikají svědecké pahorky, (celkové zásoby Austrálie jsou odhadovány na 4.8Gt)



další Al - ložiska

- Guayana
- Brazílie
- Guinea
- Francie, Maďarsko (ložisko Gant, Ajka, Halimba aj. na sz. země)

Mg

- magnezit, olivín, dolomit, solanky a mořská voda (60% produkce v USA, obsah 0,13% Mg)
- $1,7\text{g/cm}^3$, T tání 660°C , Fe - 1535°C

70% produkce se využívá v průmyslu nekovových výrobků: karbonáty, hydroxidy, chloridy Mg – guma, textil, chem. průmysl

kov – slitiny s Al – odolnost vůči korozi (plechovky, sudy), lehký kov – roboty, autom. prům., dopravní prostředky



Ti

■ 95% spotřeby na bílý pigment TiO₂

rutil, ilmenit – rýžoviska: Florida, Natal coast J.Afrika, Queensland (Australie), Sierra Leone – fluviální rýžoviska, magmatická – anortosity (Norsko, Kanada,

lekoxen

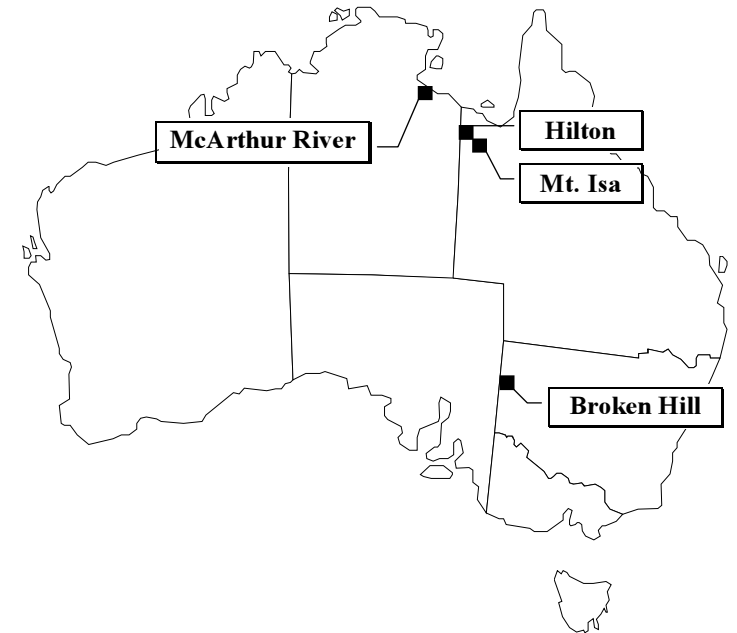
95% spotřeby na bílý pigment TiO₂

slitiny – lehké, letecký průmysl,

„Base metals“

Pb, Zn, Cu, Sn

Pb-Zn



- hl. průmyslové genetické typy:
- hydroterm. vulkanosedimentární
- MVT

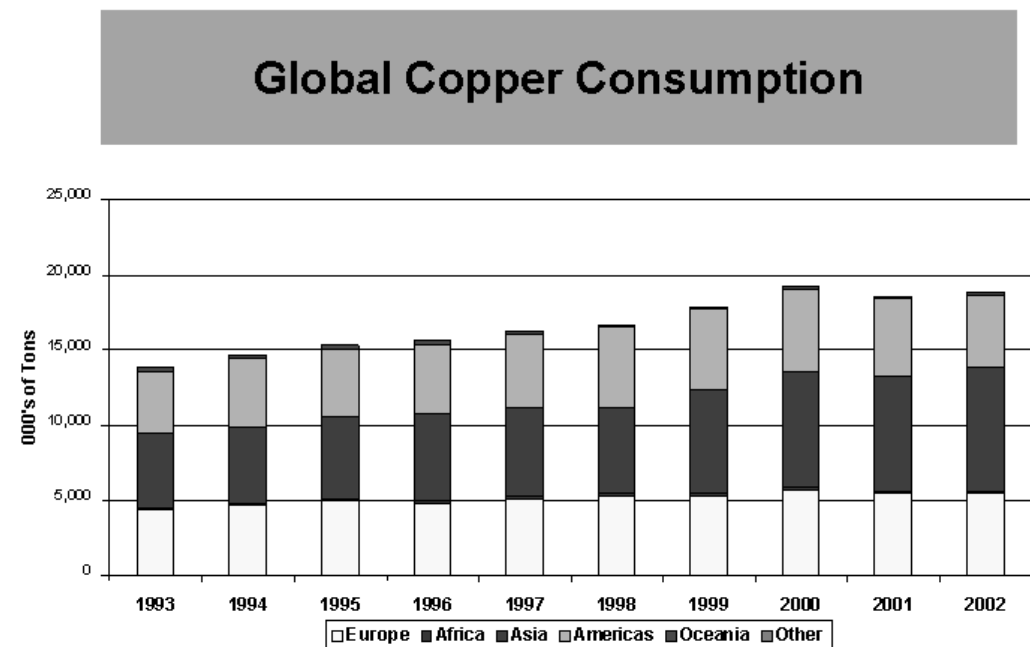
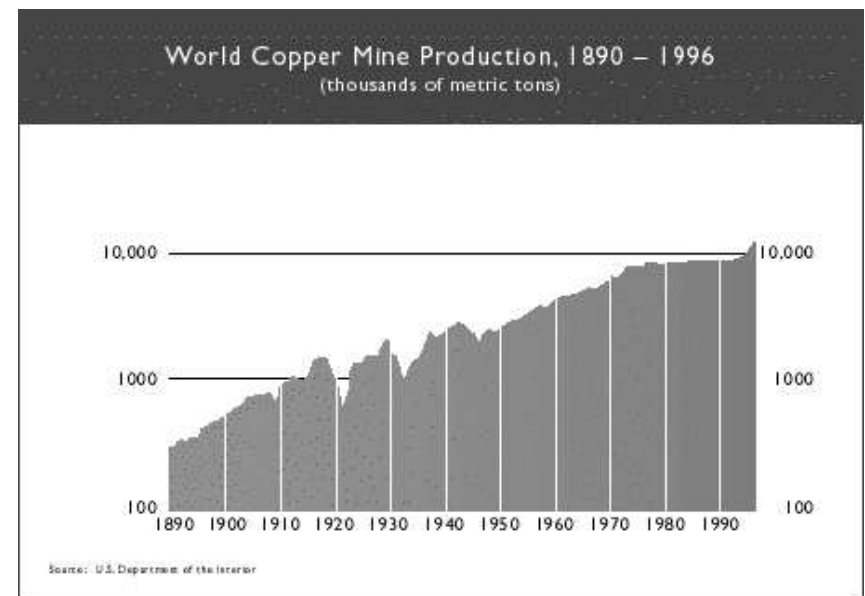
Cu

ceny 1999: okolo 40 000,- Kč/t.

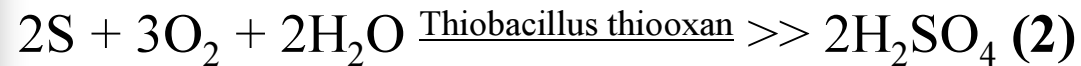
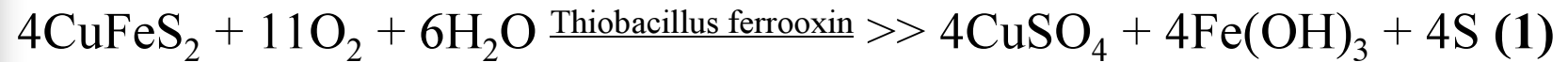
2200 - 2400,- USD/t, 65 000,- Kč/t

primární zdroje:

- 1) porfyrové rudy Cu-Mo
- 2) Cu-nosné břidlice



Cu - bioleaching



Examples of Current Industrial Bioleaching Operations¹

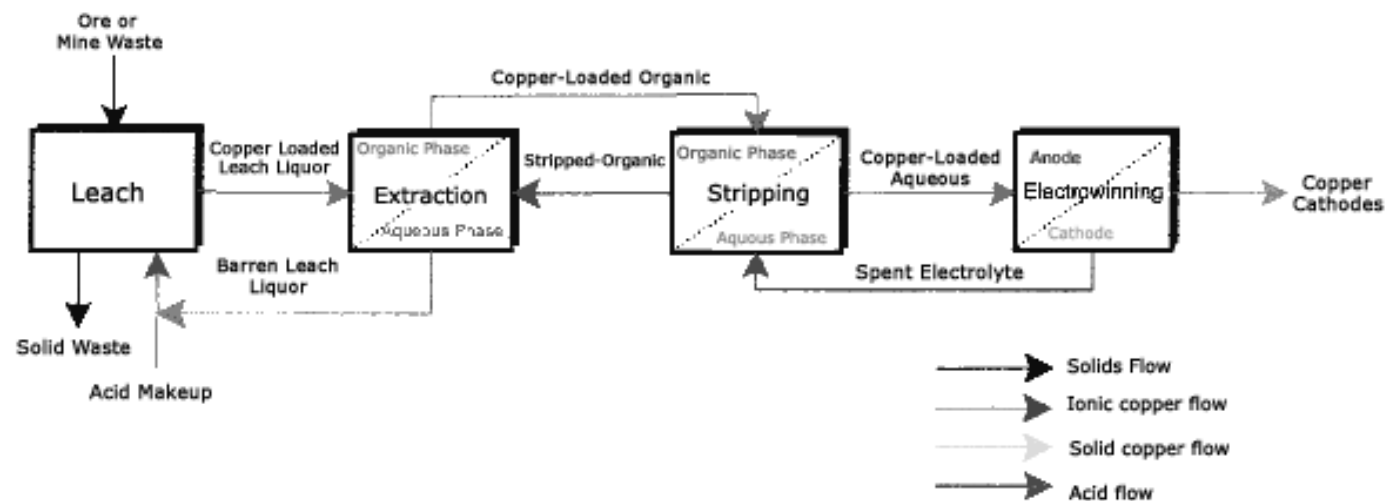
- Acid Mine Drainage
 - Rio Tinto, Spain
- Dump Leaching
 - Bagdad, USA
 - Morenci, USA
 - Pinto Valley, USA
 - Sierrita, USA
- Heap Leaching
 - Cerro Colorado, Chile
 - Cananea, Mexico
 - Chuquicamata SBL, Chile
 - Collahuasi, Chile
 - Girilambone, Australia
 - Ivan Zar, Chile
 - Morenci, USA
 - Punta del Cobre, Chile
 - Quebrada Blanca, Chile
 - Salvador QM, Chile
 - Sociedad Minera Pudahuel, Chile
 - Zaldivar, Chile
- Bioleaching of Gold Concentrates
 - Ashanti, Ghana
 - Fairview, Zambia
 - Harbour Lights, Australia
 - Mount Leyshon, Australia
 - Sao Bento, Brazil
 - Wiluna, Australia
 - Youanmi, Australia

Cu - ekstrakce

Table 1. Estimated Heap Leaching Direct Production Costs as a Function of Ore Grade
 (Assumptions: Mining costs — 1 US\$/ton; Leaching costs — 1.65 US\$/ton)

Operation	Cost, UScents/lb				
	Grade, %	0.4	0.6	0.8	1.2
Mining		11.36	7.58	5.68	3.79
Leaching		18.75	12.50	9.38	6.25
SX/EW		14.00	14.00	14.00	14.00
Maintenance		3.20	3.20	3.20	3.20
Sales		2.00	2.00	2.00	2.00
Total Cash Cost		49.31	39.38	34.26	29.24

Simplified Flow Chart Leach - Solvent Extraction - Electrowinning Process





Sn

- zdroje podle geneze: greiseny, rozsypy
- saxothuringikum
- Malajsie

Chemical and industrial metals

REE, Cd, Sb, Ge, As, Rh,
Hg, Ta, Zr, Hf, In, Se, Bi, Tl

REE – speciální ocel. slitiny (směs), La, Nd, Pd – rafinace ropy, cena: 3\$/kg oxidů, magmatická ložiska, likvační a karbonatity, bastnezit, monazit, xenotim, Mountain Pass (Kalifornie)

Cd – toxické, baterie, antikorozi povrchy, barevné pigmenty, stabilizace PVC, greenokit, sfalerity – rafinace Zn: Cd

Sb – výroba chemikálií s užitím proti vznícení (plasty, textil, dětské oblečení?), stibnit, tetraedrit, jamesonit, antimonit hydrotermální ložiska, skarny, greiseny, Čína, Bolívie, J.Afrika

Ge – optická vlákna a skla, vedlejší produkt zpracování Zn rud

As – herbicidy, insekticidy, ochrana dřeva, arsenopyrit, realgar, auripigment, enargit, tenantit, vedlejší produkt hutí

Re – molybdenit – 10-100 ppm Mo-porfyry, až 2000 ppm Cu-Mo porfyry, rafinace ropy, slitiny Re-Ni – vysokoteplotní aplikace (let.motory)

Hg – hydrotermální nízkoteplotní ložiska, McDermitt caldera (Nevada), Monte Amiata (Itálie), Almaden (Španělsko), v pískovcích

cinabarit, produkt rafinace rud, prodej: lahve (76 lb), amalgamace Au, baterie (už ne), výbojky, měřicí přístroje, barvy, používala se na zubní amalgam (50% Hg, 35% Ag, 12% Sn, Cu, Zn)

Ta – slitiny s Fe, elektronika, pyrochlor, tantalit

Zr (+Hf) – zirkon, teplotně odolné součástky (2500°C), atomové reaktory: Zr – pouzdra na palivo, Hf – řídicí tyče

In – sfalerit – 10-20 ppm, slitiny s Bi, Pb, Sn, Cd, oxidy In a Sn – ochranné povrchy, skla, polovodiče, zubní slitiny

Se – fotoelektrické vlastnosti – solární energie, papír pro kopírky, guma

Bi – kosmetika, lékařství (chloridy, karbonáty), při rafinaci rud Pb, Mo, W

Tl – 10-40 ppm thalia ve sfaleritech, slitiny s nízkým bodem tání, elektronika, farmacie