Základy úpravníctva

Prof. Ing. Tomáš Havlík,DrSc.
Katedra neželezných kovov a spracovania odpadov HF TU

zlatý mravec 2007
CENA ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA
VÍŤAZ KATEGÓRIE
INOVATÍVNE RIEŠENIE

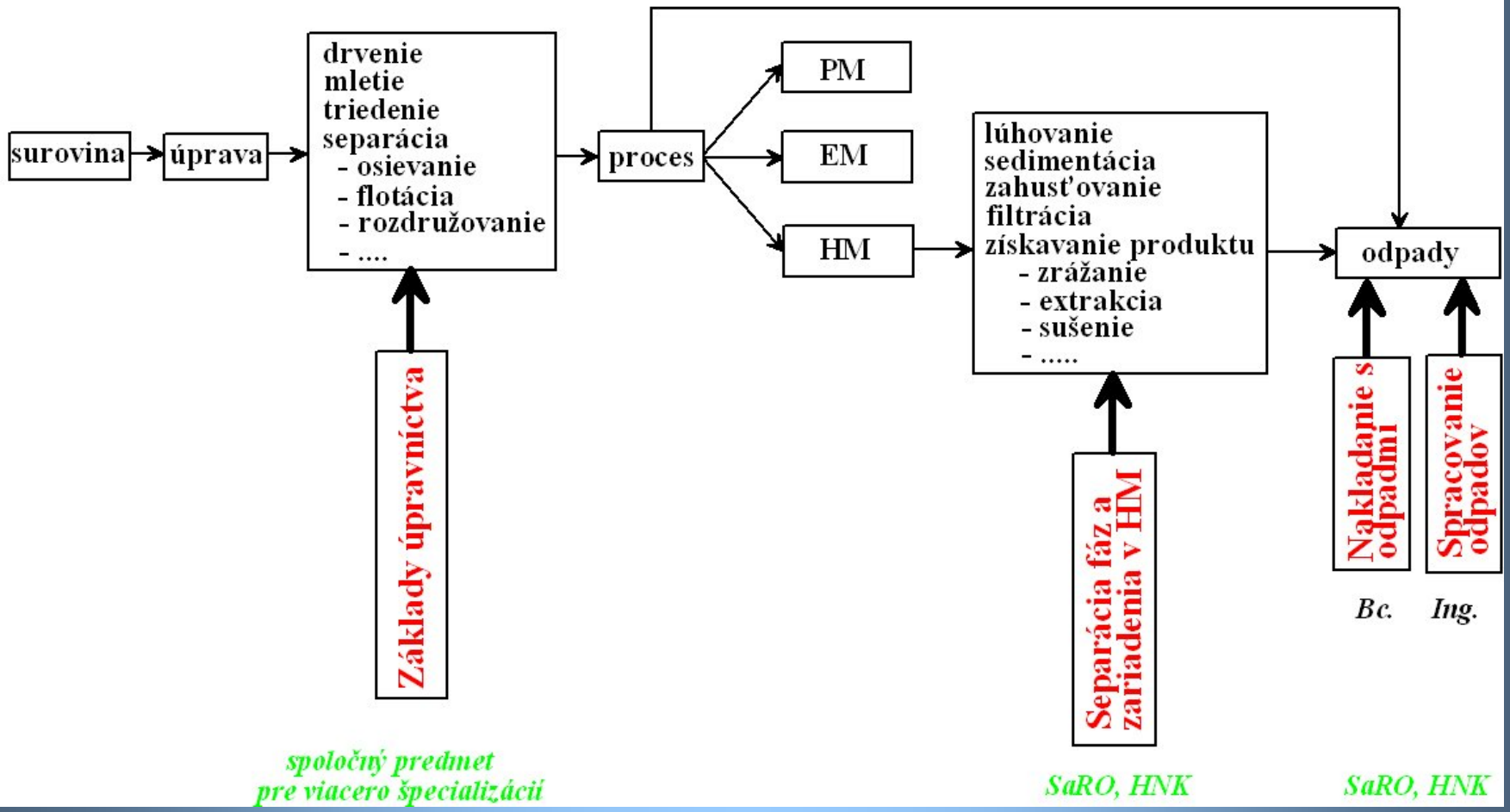
Smerovanie KNKaSO

PhD. (1.- 3.roč)	vývoj	vývoj	vývoj	vývoj
Ing. (1.-2.roč)	spracovanie	spracovanie	spracovanie	spracovanie
Bc. (1.-3.roč)	nakladanie	nakladanie	nakladanie	nakladanie
	kovový odpad	nekovový odpad	domový odpad(ky)	separovaný zber
	priemyselný odpad		komunálny odpad	

Smerovanie KNKaSO

- Bc: nakladanie:
  - zber, triedenie, kategorizácia, nákup, predaj, transport, logistika
  - fyzikálna postupy
- Ing: spracovanie
  - mení sa podstata materiálu
  - známe postupy
  - fyzikálne, fyzikálno-chemicke, chemické postupy
- PhD: vývoj
  - výskum
  - nové postupy a technológie
  - testovanie

Smerovanie KNKaSO



Učebná osnova

- Rudy. Prehľad, vlastnosti, zloženie a ich spracovanie.
- Úprava rúd. Prehľad a rozdelenie úpravníckych procesov.
- Zdrobňovanie, princípy zdrobňovania. Drvenie. Rozdelenie a charakteristika drvičov.
- Mletie. Rozdelenie a charakteristika mlynov.
- Triedenie. Princípy triedenia. Mechanické triedenie. Zariadenia a typy, ich charakteristiky a použitie.
- Rozdružovanie. Princípy rozdružovania.
- Hydraulické triedenie. Zariadenia, typy, ich charakteristika a použitie.
- Rozdružovanie v ťažkých kvapalinách. Zariadenia, typy, ich charakteristika a použitie.
- Rozdružovanie na sadzačkách. Zariadenia, typy, ich charakteristika a použitie. Rozdružovanie na splavoch.
- Magnetické a elektrické rozdružovanie. Zariadenia, typy, ich charakteristika a použitie.
- Flotácia. Teória a princípy flotácie. Flotačné prísady.
- Zariadenia, typy, ich charakteristika a použitie.

Odporúčaná literatúra

- Molnár F., Havlík T.: Rudy neželezných kovov a ich úprava, ES VST Košice, 1985
- Zussman J.: Physical Methods in Determinative Mineralogy, Academic Press, London, 1977
- Špaldon F.: Úprava nerastných surovín, Alfa, Bratislava, 1986
- Havlík T.: Vzorkovanie tuhých materiálov, Emilena, Košice, 2006
- **http://www.tuke.sk/hf-knkaso**

Základné pojmy

- Nerast
- Ruda
- Minerál
- Zloženie (chemické, fázové)
- Úprava nerastných surovín
- Produkty úpravníckych procesov
  - koncentrát
  - odpad (hlušina)
  - výťažnosť

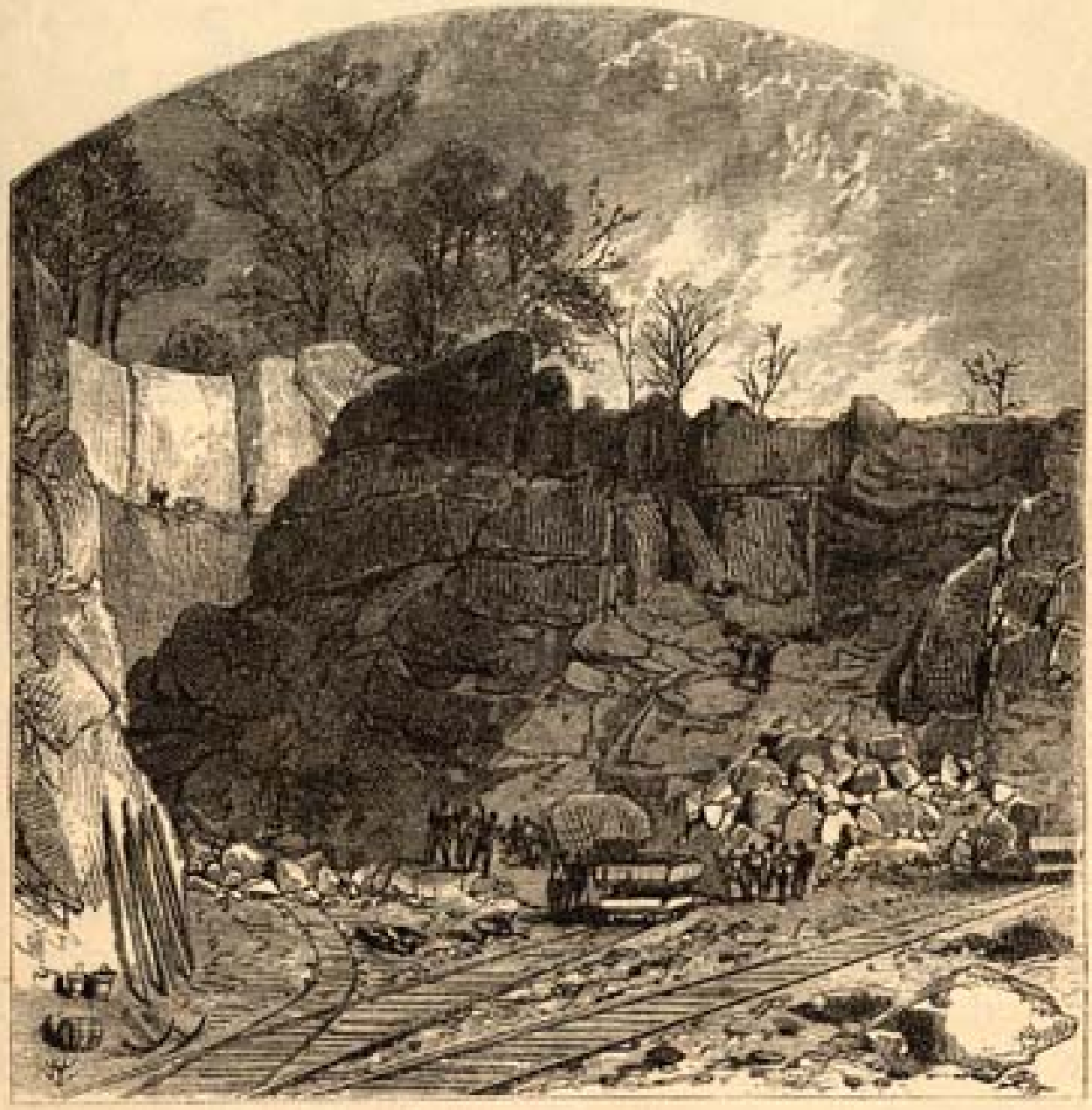
Suroviny

- **Prvotné (primárne)**
  - –ruda, koncentrát
    - » *špecifiká*
- **Druhotné (sekundárne)**
  - –poloprodukt, odpad
    - » *špecifiká*

Prvotné suroviny

- Rudy železa
- Rudy neželezných kovov
  - Rudy ťažkých NK
  - Rudy ľahkých NK
  - Rudy ušľachtilých a vzácnych kovov
- Suroviny pre žiaruvzdorné materiály

Rudy železa



In the "Cut" at Iron Mountain, Missouri. [Page 241.]

Železo - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba*:** bielo-sivá
- ***tvrdosť*:** pomerne mäkké
- ***reaktivita:*** reaktívny - hrdza
- ***mechanické vlastnosti:*** kujné, ťažné
- ***hustota:*** 7,86 gcm^{-3}
- ***bod tavenia:*** ~ 1540 °C.
- ***použitie:*** v čistom stave zriedka, ako zliatina oceľ najrozšírenejší konštrukčný materiál valcovaním, kovaním, odlievaním, lisovaním,....

Rudy železa

štát	ťažba [m.t.]	štát	ťažba [m.t.]
Čína	239	USA	58,5
Brazília	158,7	India	58,0
Rusko	133	Kanada	36,8
Ukrajina		JAR	32,3
Kazachstan		Švédsko	20,0
Austrália	128,5	Venezuela	17,3

Rudy železa – situácia v SR

Slovensko:

- US Steel Košice – import z Krivoj Rog, UA – oxidy
- Nižná Slaná – siderit
- Podbrezová – druhotné suroviny

Rudy železa

- ***Obsah v rudách:*** 30 – 55 %
- ***Prímesi:*** Ti, Si, Ca, S, voda
- ***Minerály:*** oxidy, hydrátované oxidy, karbonáty, sulfidy, kremičitany, komplexné zlúčeniny

Technické minerály železa

- **Hematit - α Fe_2O_3 (krvel')**
- **Maghemit - γ Fe_2O_3**
- **Goethit - α FeO(OH)**
- **Akagainit - β FeO(OH)**
- **Lepidokrokit - γ FeO(OH)**
- **- δ FeO(OH)**
- **Limonit - $Fe_2O_3 . nH_2O$**
- **Magnetit - Fe_3O_4 (magnetovec) - prirodzený magnet**
- **Siderit - $FeCO_3$ (siderit)**
- **Pyrit – FeS_2**
- **Pyrhotín - FeS**

Rudy ťažkých neželezných kovov

Cu, Ni, Co, Pb, Zn, Mn, Sb, Sn, Hg

Rudy medi

chalcopyrite
bornite
azurite
chrysocolla
malachite
cuprite
copper

Meď - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** červená
- ***tvrdosť:*** mäkká
- ***reaktivita:*** relatívne inertná
- ***mechanické vlastnosti:*** kujná, ťažná, tvárna
- ***hustota:*** 8.94 gcm^{-3}
- ***bod tavenia:*** 1083 °C.
- ***použitie:***
  - čistá: elektrotechnika, vodivosť
  - zliatiny: mosadz, bronz
    - delovina, zvonovina

Rudy medi

stát	t * 1000	stát	
Chile	2239	Slovensko	Smolník
USA	1845		Slovinky
Kanada	626		Rožňava
Austrália	410		Rudňany
Zambia	384		Banská Hodruša
Peru	360		
India	334		
Portugalsko	130		
Rusko			
Kazachstan			
Polsko			Zlaté Hory
		Česko	Jesenníky

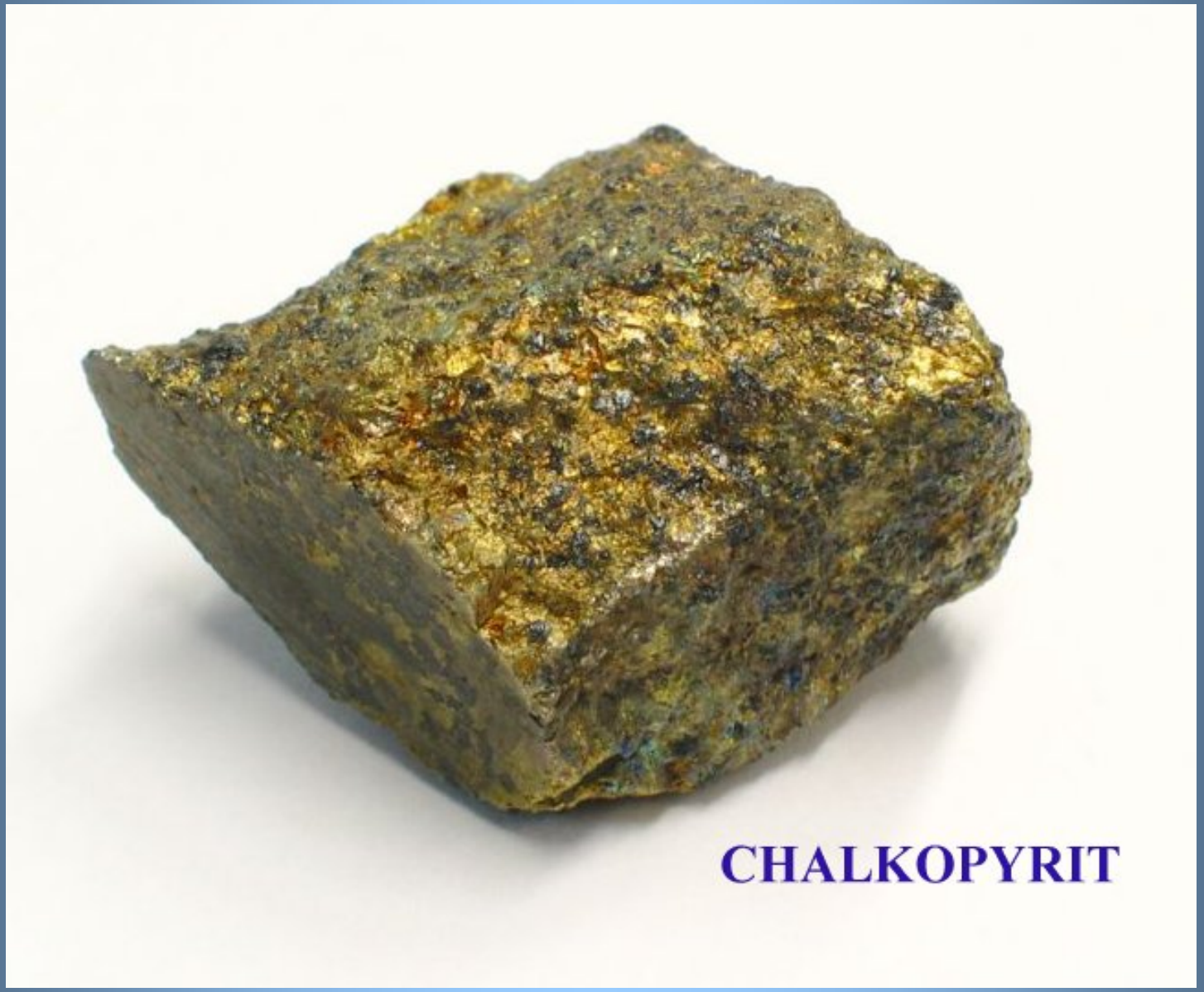
Rudy medi

- ***Obsah v rudách:*** ~ 1% (3%)
- ***Prímesi:*** podľa typu rudy – Ag
- ***Minerály:*** (184) sulfidy, komplexné sulfidy, oxidy, sulfáty, karbonáty, kremičitany, komplexné zlúčeniny

Technické sulfidické minerály medi

minerál	zloženie	minerál	zloženie	minerál	zloženie
chalkozín	**Cu_2S**	bornit	Cu_5FeS_4	**tetraedrit**	**$Cu_{12}Sb_4S_{13}$**
djurleit	$Cu_{1.97}S$	idait (nukundamit)	$Cu_{5.5}FeS_{6.6}$	tenantit	$Cu_{12}As_4S_{13}$
digenit	Cu_9S_5	fukuchilit	Cu_3FeS_8	enargit	Cu_3AsS_4
anilit	Cu_7S_5	**chalkopyrit**	**$CuFeS_2$**	freibergit	TE s Ag
geerit	$Cu_{1.6}S$	kubanit	$CuFe_2S_3$		
spionokopit	$Cu_{39}S_{28}$	talnachit	$Cu_9Fe_8S_{16}$		
yarrowit	Cu_9S_8	mooihoekit	$Cu_9Fe_9S_{16}$		
modrý kovelín	$Cu_{1+x}S$	haycockit	$Cu_4Fe_5S_8$		
kovelín	CuS				

Technické sulfidické minerály medi



Technické oxidické minerály medi

minerál	zloženie	minerál	zloženie
kuprit	Cu_2O	chryzokol	$CuSiO_3.2H_2O$
tenorit	CuO	chalkantit	$CuSO_4$
malachit	$CuCO_3.Cu(OH)_2$	krokantit	$CuSO_4.3Cu(OH)_2$
azurit	$2CuCO_3.Cu(OH)_2$	atakamit	$CuCl_2.3Cu(OH)_2$

Rudy niklu

Nikel - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** striebro lesklá
- ***reaktivita:*** inertný
- ***hustota:*** 8.9 gcm^{-3}
- ***mechanické vlastnosti:*** vysokotaviteľný, húževnatý
- ***bod tavenia:*** 1425 °C.
- ***použitie:*** antikoro, povrchová úprava, žiarupevné ocele, elektrický odpor,....
  - karcinogén

Rudy niklu

štát	prítomnosť	štát	
Rusko-Kola	sulfid	Slovensko	NH Sereď Albánska FeNi ruda s obsahom Co
Kanada			
Nová Kaledónia	nepouit (garnierit)		
Jamajka			
Rusko-Ural	oxid		
Grécko			
Kuba			
Filipíny			
Albánsko			

Rudy niklu

- ***Obsah v rudách***: ~ 5%
- ***Prímesi:*** Co, Fe, Cu, Au, Ag,
- ***Minerály:*** sulfidy, oxidy, arzenidy, laterity

Technické minerály niklu

minerál	zloženie	minerál	zloženie
pentlandit	**$(Ni,Fe)_9S_8$**	chloantit	$NiAs_2$
FeNi ruda	$(Ni,Co)_9S_8$	nikelín	NiAs
pentlandit	$(Ni,Fe)_9S_8$		Ni(Fe,Co,Sb)
millerit	NiS		
nepouit	**$(Al,Ni,Mg)_2Si_2O_5(OH)_4$**		
bunzenit	NiO		

Rudy kobaltu

Kobalt - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** striebro lesklá
- ***reaktivita:*** inertný
- ***hustota:*** 8.9 gcm^{-3}
- ***bod tavenia:*** 1490 °C
- ***použitie:*** zliatiny, zvýšenie magnetizácie, antikoro, žiarupevné ocele, karbidy, Co bomby na ožarovanie, ocele, elektricky odpor, pigmenty, smalty

Rudy kobaltu

štát	štát	
Zaire	Slovensko	NH Sereď
Zambia		Albánska FeNi ruda s obsahom Co
Rusko		
Kuba		
Nová Kaledónia		
Kanada		
Maroko		
Fínsko		
Albánsko		

Co sa samostatne neťaží – vedľajší produkt pri výrobe Cu, Ni,...

Rudy kobaltu

- ***Obsah v rudách***: 0.06 – 0.7 %
- ***Minerály:*** sulfidy, arzenidy, laterity, oxidy

Technické minerály kobaltu

minerál	zloženie
binait	$(Co,Ni)_3S_4$
karolit	$CuCo_2S_4$
asbolan	$(Co,Mn).O.MnO_2.4H_2O.Fe_2O_3$
kobaltín	CoAsS
skutterudit	$(Co,Ni)As_3$
heterogenit	$Co_2O_3.H_2O$
smaltín	$CoAs_2$
chaloantit	$(Ni,Co)As_2$
erytrín	$Co_3(AsO_4)_2.8H_2O$ (obsah Ag až 310 kg/t)
garnierit	**$(Al,Ni,Co,Mg)_2Si_2O_5(OH)_4$**

Rudy olova

Olovo - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** vryp striebro lesklá / matná sivá
- ***reaktivita:*** reaktívny, pasivácia na povrchu
- ***hustota:*** 11,34 gcm^{-3}
- ***bod tavenia:*** 327 °C
- ***mechanické vlastnosti:*** mäkký, tvárny
- ***použitie:*** Pb akumulátory, zbrojárstvo, zliatiny, ochrana pred tvrdým žiarením, kyselinovzdorný, pigmenty.
  - prudko toxický
  - zberač ušľachtilých kovov

Rudy olova

štát	t*1000	Európa	t*1000
Austrália	519	Švédsko	112
USA	371	Írsko	54
Peru	217	býv. Juhoslávia	25
Maroko	180		
Kanada	173		
Čína	???		

Pb sa málokedy vyskytuje samostatne – väčšinou sú to Pb-Zn, alebo Cu-Pb-Zn rudy

Rudy olova

- ***Obsah v rudách***: 0.5 – 15 %
  (polymetalické rudy) – Au,Ag,Cd,As,Sb,Sn,Bi,...
- ***Minerály:*** sulfidy, karbonáty, chloridy
- ***Prímesové minerály:*** kalcit, dolomit,
  pyrit, kremeň

Technické minerály olova

minerál	zloženie
galenit	**PbS**
cerusit	$PbCO_3$
anglezit	$PbSO_4$
pyromorfit	$Pb_5(PO_4)_3Cl$

Rudy zinku

Zinok - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** namodralo lesklá
- ***reaktivita:*** reaktívny, pasivácia na povrchu
- ***hustota:*** 7 gcm^{-3}
- ***bod tavenia:*** 420 °C
- ***mechanické vlastnosti:*** mäkký, tvárny
- ***použitie:*** povrchová úprava, zliatiny – mosadz, chemický priemysel, pigmenty, vyvažovanie kolies,....
  - neušľachtilý - toxický

Rudy zinku

štát	t*1000	Európa	t*1000
Kanada	1009	Írsko	194
Austrália	971	Švédsko	158
Čína	755	Španielsko	151
Peru	674		
USA	585	Česko	Jesenník
Mexiko	369		Příbram
		Slovensko	Banská Hodruša

Svetové zásoby Zn sa odhadujú v súčasnosti na 40 rokov

Rudy zinku

- ***Obsah v rudách***: < 10 %
- ***Flotačný koncentrát:*** 60 % Zn
- ***Minerály:*** sulfidy, karbonáty, kremičitany
- ***Prímesové minerály:*** galenit, pyrit, arzenopyrit, antimonit, ...
- ***Hlušinové minerály:*** vápenec, dolomit, korund, kremeň

Technické minerály zinku

minerál	zloženie
sfalerit (dimorf: wurtzit)	ZnS
smithsonit	$ZnCO_3$
hydrozinkit	$ZnO.H_2O$
franklinit	$(ZnO,MnO)Fe_2O_3$
hemimorfit	$2ZnO.SiO_2.H_2O$
wilemit	Zn_2SiO_4

Rudy mangánu

Mangán - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** lesklá, sivá
- ***reaktivita:*** stály pri t_{okolia}
- ***hustota:*** 7.43 gcm^{-3}
- ***bod tavenia:*** 1245 °C
- ***mechanické vlastnosti:*** húževnatý
- ***použitie:*** ocele, dezoxidácia, panciere, Haetfield, chemický priemysel, pigmenty, batérie, magnety,...

Rudy mangánu

štát		štát	
Rusko		Gabun	
JAR		India	
Brazília		Gruzínsko	
Čína		Kazachstan	
Ghana			
Maroko		Česko	Chvaletice
Kongo		Slovensko	Kišovec
			Švábovce

doprovodné nečistoty: Fe, Zn, Cu, Co, Ni, W, Ag,...

Rudy mangánu

Rudy Mn sa delia podľa použitia:

- ***pre chemický priemysel – vysoký obsah Mn***
- ***na výrobu feromangánu***
- ***na výrobu zrkadloviny***
- ***na úpravu surového železa***

- ***väčšinou beztvaré amorfné***

Technické minerály mangánu

minerál	**zloženie**
burel - pyroluzit	MnO_2
rodochrozit - dialogit	$MnCO_3$
psilomelán	$MnO_2.H_2O$
wad	$Mn_2O_3.H_2O$
braunit	$3\ Mn_2O_3.MnSiO_3$
hausmanit	Mn_3O_4
rodonit	$MnO.SiO_2$
hlbokomorské konkrécie - nodule	až 40 % Mn

Rudy antimónu

Antimón - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** strieborno biela
- ***hustota:*** 6.618 gcm^{-3}
- ***mechanické vlastnosti:*** tvrdý, krehký
- ***bod tavenia:*** 630.5 °C
- ***použitie:*** zliatiny, chemický priemysel, polovodiče (veľmi čistý Sb), pájky, tvrdé olovo, zbrojársky priemysel, ...
  - toxický

Rudy antimónu

štát		štát	
Čína		Slovensko	Hodruša
JAR			Pezinok
Kirgistan			Vajsková
Bolívia			Rudňany
Mexiko			Rožňava
Turecko			
Kongo			

doprovodné nečistoty: Ag, Pb, As, Fe, Cu, Hg, ...

Technické minerály antimónu

minerál	**zloženie**
antimonit – stibnit - surma	Sb_2S_3
senarmonit	Sb_2O_3
valentinit	Sb_2O_3
cervantit	Sb_2O_4
kermesit	Sb_2OS_2
stibiconit	$Sb_2O_4.H_2O$
tetraedrit	$Cu_{12}Sb_4S_{13}$

Rudy cínu

Cín - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** strieborno biela
- ***hustota:*** 7.298 gcm^{-3}
- ***mechanické vlastnosti:*** mäkký, tvárny
- ***bod tavenia:*** 231.9 °C
  - alotropická premena -37 ^{o}C
  - alotropická premena + 161 ^{o}C – cínový mor
- ***použitie:*** zliatiny - bronz, potravinárske plechy, staniol, pájky, nádoby – história,

Rudy cínu

- ***Obsah v rudách***: do 1 %
  - gravitačné nabohatenie
- **najdeficitnejší neželezný kov !!!**
- ***Minerály:*** oxidy, sulfidy,
  - spolu s wolframom – staré haldy
- ***Prímesi:*** As, Pb, Zn, Cu, Bi, Sb, W

Rudy cínu

štát		
Čína	Malajzia	
Indonézia	Kongo	
Peru	Nigéria	
Bolívia		
Brazília		
Austrália		
Portugalsko		druhotné suroviny
Barma		

Technické minerály antimónu

minerál	zloženie
cínovec – kasiterit	SnO_2
stanvein	Cu_2FeSnS_4

Rudy ortuti

Ortuť - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** strieborná
- ***hustota:*** 13.546 gcm^{-3}
- ***mechanické vlastnosti:*** tekutá pri normálnej teplote, vysoká tenzia pár
- ***bod tavenia:*** - 38.8 °C
- ***použitie:*** amalgamy, kontakty, meracia technika,
  - prudko toxická

Rudy ortuti

- ***Rýdza sa vyskytuje veľmi vzácne***
- ***Obsah v rudách***: 0.15 – 0.5 %
  - *flotácia*
  - *prchavé praženie*
- ***Minerály:*** sulfidy
- ***Prímesi:*** As, Sb, pyrit, kremeň, vápenec, organika

Rudy cínu

štát		
Čína	Slovensko	Rudňany
Španielsko		
Kirgistan		
Rusko		
Ukrajina		
Turecko		
USA		

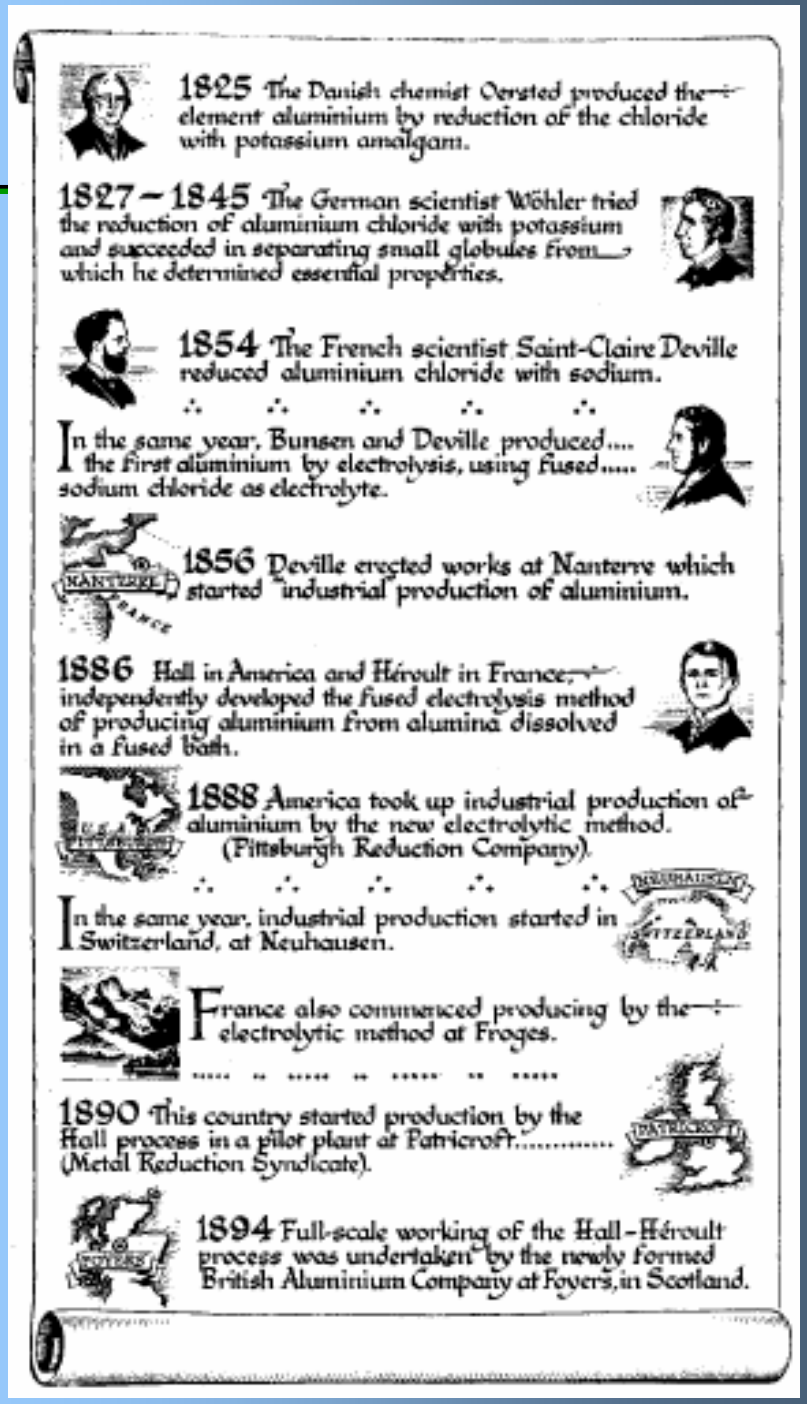
Hg sa predáva vo fľašiach po 34.5 kg

Technické minerály ortuti

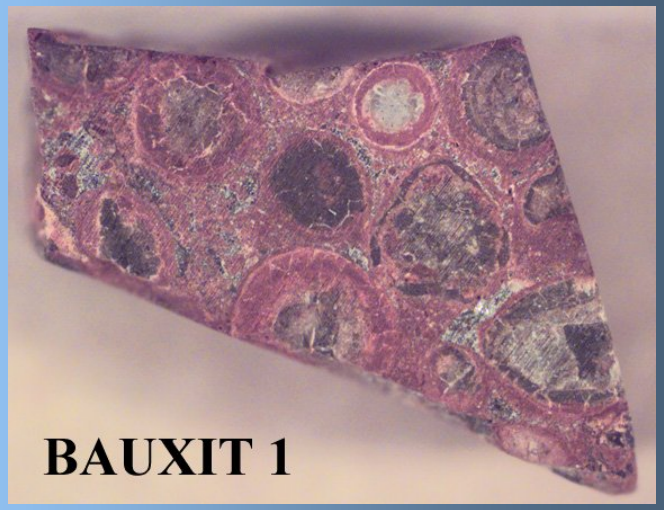
minerál	zloženie
rýdza ortuť - vzácne	Hg
cinnabaryt - rumelka	HgS
tetraedrit - schwazit	$2Cu_2S.Sb_2S_3.HgS$

Rudy ľahkých kovov

Al, Mg, Ti



Rudy hliníka



Hliník - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** strieborná
- ***hustota:*** 2.699 gcm^{-3}
- ***mechanické vlastnosti:*** kujný, ťažný
- ***bod tavenia:*** 660.1 °C
- ***použitie:*** konštrukčný materiál
  - zliatiny na odlievanie
  - zliatiny na tvárnenie

Rudy hliníku

- ***Bauxit (kaolinit, íly, nefelíny...)***
- ***Obsah v rudách***: 25-30 %
- ***Bauxit:*** zmes minerálov
- ***Prímesi:*** množstvo

Bauxit

- **Dve skupiny bauxitov:**
  - **tropické oblasť – laterity (± 20 ^{o} SŠ a JŠ)**
  - **sedimentárne bauxity – karstové bauxity**

Ťažba bauxitu

štát	x 10^3 t	štát	x 10^3 t
Austrália	41.32	Surinam	3.156
Guinea	17.04	Venezuela	2.914
Jamajka	11.306	Grécko	2.155
Brazília	9.356	Srbsko	
Čína	6.5	Maďarsko	Ajka, Halimba
India	5.22	Francúzko	Le Baux
Rusko	4.26	Rumunsko	

Minerály hliníku

minerál	zloženie
diaspor	$\alpha AlO(OH)$
boehmit	$\gamma AlO(OH)$
hydrargilit (gibbsit)	$Al(OH)_3$
kaolinit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
spinel	Al_2MgO_4
chamozit	$Fe_4Al(Si_3AlO_{10})(OH_6).nH_2O$
turingit	$8FeO.4(Al,Fe)_2O_3.9H_2O$
strigonit	$4FeO.2Al_2O_3.4SiO_2.4H_2O$

Prímesi v bauxite

- ***minerály Fe:*** hematit, goetit, limonit, siderit
- ***minerály Si:*** kremeň, opál, kaolinit
- ***minerály Ti:*** anatas, rutil, brookit
- ***ďalšie minerály:*** pyrit, dolomit, vápenec
- ***ďalšie zlúčeniny:*** Ga, V, Zr, Ni, Be, Zn, P, Cr, C

Typy bauxitov

%	Bauxit Ghana	Bauxit gibbsitický Kindia, Guinea	Bauxit Obrovac Chorvátsko	Bauxit Kokosovo Juhoslávia	Bauxit Jajce Bosna	Bauxit Jajce Bosna
Al_2O_3	51,98 %	45,73 %	47-50 %	42,27 %	59,15 %	51,98 %
SiO_2	1,13 %	3,00 %	5,6 %	8,27 %	1,00 %	1,13 %
Fe_2O_3	16,01 %	22,66 %	21,24 %	32,30 %	23,43 %	16,01 %
CaO	0,10 %	0,16 %	0,0 - 0,9 %	2,31 %	0,30 %	0,10 %
MgO	–	–	–	0,87 %	–	–
P_2O_5	0,19 %	0,11 %	–	0,08 %	–	0,19 %
TiO_2	1,26 %	2,35 %	2,5 - 3,5 %	2,15 %	2,80 %	1,26 %
ZnO	0,012 %	0,007 %	–	–	–	0,012 %
LOI	28,31 %	25,16 %	18,22 %	10,85 %	12,02 %	28,31 %
Cr_2O_3	0,029 %	–	–	0,40 %	0,067 %	0,042 %
S	0,042 %	–	–	–	–	–
boehmit	0,9 %	–	17,0 - 20,0	0,20 %	66,20 %	0,90 %
gibbsit	77,2 %	–	37,0 - 39,0	0,30 %	0,40 %	77,20 %
diaspor	0,2 %	–	1,0 - 3,0	25,50 %	2,80 %	0,20 %
alumogoethit	0,1 %	–	1,0 - 2,0	–	–	0,10 %
kaolinit	1,1 %	–	10,0 -11,0	5,90 %	1,90 %	1,10 %
kremeň	0,6 %	–	0,4 - 0,5	1,20 %	–	0,60 %
hematit	0,3 %	–	10,0 -11,0	32,30 %	23,70 %	9,30 %
goethit	7,5 %	–	11,0 -13,0	–	0,80 %	7,50 %
anatas	0,2 %	–	2,0 - 3,0	1,60 %	–	0,20 %
rutil	1,1 %	–	0,4 - 0,6	0,60 %	–	1,10 %
kalcit	–	–	0,0 - 1,0	–	–	–
dolomit	–	–	0,1 - 1,2	–	–	–
crandalit	0,3 %	–	–	–	–	0.30 %

Rudy horčíka

Horčík - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** strieborná
- ***hustota:*** 1.74 gcm^{-3}
- ***vlastnosti:*** reaktívny, strategický kov
- ***bod tavenia:*** 650 °C
- ***použitie:*** konštrukčný materiál, žiaruvzdorný materiál, dezoxidant, magnéziotermia

Rudy horčíku

- ***veľké množstvo zlúčenín***
  - silikáty, karbonáty, chloridy, sulfáty
  - morská voda
- ***Prímesi:*** izomorfné prímesi Fe, Mn, vápenec, kremeň, živce, íly

Ťažba Mg surovín

štát	štát	
Rusko	Francúzko	
Ukrajina	Španielsko	
Kazachstan		
Čína	Slovensko	Košice
Kanada		
USA		
Nemecko		

Minerály horčíku

minerál	zloženie
magnezit	$MgCO_3$
dolomit	$CaMg(CO_3)_2$
karnalit	$KMgCl_3.6H_2O$
brucit	$Mg(OH)_2$
olivín	Mg_2SiO_4
bischofit	$MgCl_2.6H_2O$
morská voda	rozpustené chloridy, bromidy, sulfáty

Rudy titanu

Titán - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** strieborná
- ***hustota:*** 4.5 gcm^{-3}
- ***vlastnosti:*** veľmi reaktívny, strategický kov
- ***bod tavenia:*** 1725 °C
- ***použitie:*** konštrukčný materiál, dezoxidant, vysoká chemická odolnosť, pigmenty
- oxidy – špeciálna keramika
- najsilnejší geter

Rudy titánu

minerál	zloženie
anatas	TiO_2
brookit	TiO_2
rutil	TiO_2
ilmenit	$FeTiO_3$
perovskit	$CaTiO_3$
titanit	$CaO.TiO_2.SiO_2$

Ťažba Ti surovín

štát	štát
Austrália	Kanada
Siera Leone	Srí Lanka
JAR	Brazília
Nórsko	Fínsko
India	
USA	
Rusko	

Rudy ušľachtilých a vzácnych kovov

Au, Ag

Zlato - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** zlatá
- ***hustota:*** 19.3 gcm^{-3}
- ***vlastnosti:*** stály, kujný, ťažný, strategický kov
- ***bod tavenia:*** 1063 °C
- ***použitie:*** základ meny, šperky, elektrotechnika, medicína

Výskyt Au v prírode

minerál	zloženie
rýdze	Au
elektrum	Au,Ag
teluridy calaverit, sylvanit,kreunerit, nagyagit	Au_xTe_y

Výskyt Au v prírode

Zlatonosné minerály:

- pyrit
- galenit
- chalkopyrit
- sfalerit
- arzenopyrit
- tetraedrit
- pyrrhotín
- bornit
- kremeň
- rýdze:
  - zlatinky, nuggets, žily

Ťažba zlata

štát	t	štát	t
JAR	584	Bolívia	75
USA	331	Papua N.Guinea	61
Austrália	256	Indonézia	55
Rusko	249	Ghana	44
Kanada	146		
Čína	130	Slovensko	B.Štiavnica Kremnica Zlatá Idka

Striebro - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** strieborná
- ***hustota:*** 10.5 gcm^{-3}
- ***vlastnosti:*** stále, kujné, ťažné, najlepší vodič
- ***bod tavenia:*** 965 °C
- ***použitie:*** šperky, elektrotechnika, chémia, fotografický priemysel, zrkadlá, zliatiny

Výskyt Ag v prírode

Striebronosné minerály:

- galenit
- pyrit
- sfalerit
- tetraedrit
- alenit
- chalkopyrit
- sfalerit
- arzenopyrit
- tetraedrit
- pyrrhotín

Minerály striebra

minerál	zloženie	minerál	zloženie
argentit	Ag_2S	miargyrit	$AgSbS_2$
pyrargyrit	Ag_3SbS_3	matildit	$AgBiS_2$
proustit	Ag_3AsS_3	stromeyerit	CuAgS
stefanit	Ag_5SbS_4	freibergit*	$Cu_{12}Sb_4Sb_{13}$
polybazit	$(Ag,Cu)_{16}Sb_2S_{11}$	rýdze	Ag

- **Ag zastúpenie až 30 %*
- *v iných sulfidoch (sulfidy NK) – desatiny %*
- *Ag tvorí aj teluridy*
- *minoritné zastúpenie Ag – až ¾ svetovej ťažby Ag*

Ťažba striebra

štát		štát	(história)
Mexiko		Česko	Příbram
Peru			Kutná Hora
USA			Stříbro
Austrália		Slovensko	Banská Štiavnica
Chile			
Kanada			

Rudy wolframu

Wolfrám - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** strieborná
- ***hustota:*** 19.5 gcm^{-3}
- ***vlastnosti:*** veľmi tvrdý, stály, nízky koeficient rozťažnosti, dobrý vodič,
- ***bod tavenia:*** 3370 °C
- ***použitie:*** karbidy, žiarovky, elektródy, odpory, vákuová technika, farbivá

Rudy wolframu

minerál	zloženie
wolframit	$(Fe,Mn)WO_4$
scheelit	$CaWO_4$
ferberit	$FeWO_4$
hübnerit	$MnWO_4$

sprievodné nerasty: kremeň, fluorit, kasiterit, turmalín, sľuda, sulfidy

Ťažba wolframu

štát	štát	
Čína	**Česko**	Slavkov
Barma		Cínovec
Malajsko		Krupka
Rusko		
Bolívia	**Slovensko**	Jasenie – N.Tatry
Peru		
USA		
Južná Kórea		
Portugalsko		
Španielsko		

Rudy wolframu

- Obsah W v jeho rudách: 0.5 – 2 %
- Zaujímavý zdroj W: monazitové pobrežné piesky
- Celková svetová produkcia W: ~ 45 000 t/rok

Rudy molybdénu

Molybdén - vlastnosti

Vlastnosti:

- ***farba:*** striebro lesklá
- ***hustota:*** 10.2 gcm^{-3}
- ***vlastnosti:*** kyselinovzdorný,
- ***bod tavenia:*** 2630 °C
- ***použitie:*** ťažkotaviteľné a špeciálne zliatiny, osvetľovacia technika, zlúčeniny ako pigmenty

Rudy molybdénu

minerál	zloženie
molybdenit	MoS_2
molybdoscheelit	1 – 15 % Mo
wulfenit	$PbMoO_4$
powelit	$CaMoO_4$

sprievodné nerasty: nerasty Bi, W, pyrit, pyrhotín, magnetit

Rudy molybdénu

- Obsah Mo v jeho rudách: 0.2 – 0.5 %
- Svetové zásoby Mo: 2 – 3 milióny ton
- Celková svetová produkcia Mo:

  ~ 120 000 t/rok

Ťažba molybdénu

štát	štát
Chile	Čína
Gibraltár	Nórsko
Mexiko	Japonsko
Rusko	Grónsko
Kazachstan	Rodézia
Peru	

Žiaruvzdorné materiály

Žiaruvzdorné materiály

Účel:

- hutnícke a vysokoteplotné agregáty
- **žiaruvzdornosť**: stálosť nad 1580 ^{o}C

- **ŽM:** vysokostabilné oxidy / grafit

Žiaruvzdorné materiály

Oxid kremičitý

- teplotné modifikácie:

  < 870 ^{o}C

  < 1470 ^{o}C

  < 1713 ^{o}C

  Všetky zmeny sú sprevádzané štruktúrnymi zmenami = objemové zmeny

Žiaruvzdorné materiály

Oxid kremičitý

- **Dinas:** > 93 % SiO_2
  - **Surovina na výrobu:** kremence, piesky

Sprievodné oxidy kremencov: Al_2O_3, TiO_2, MgO, K_2O, Na_2O

Žiaruvzdorné materiály

Oxid hlinitý

- má 10 modifikácií – pre ŽM len tri

  $\alpha\ Al_2O_3$, $\beta\ Al_2O_3$, $\gamma\ Al_2O_3$

- **ŽM:**
  - korund - $\alpha\ Al_2O_3$
  - šamot – obsahuje SiO_2 a Al_2O_3 (30 – 45 %)
- **Suroviny:** íly, kaolíny, piesky,

Žiaruvzdorné materiály

Minerály na výrobu korundových ŽM

minerál	zloženie
kaolinit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
haloyzit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
montmorilonit	$Al_2O_3.4SiO_2.H_2O$
muskovit	$K_2O.3Al_2O_3.6SiO_2.2H_2O$

Žiaruvzdorné materiály

Oxid horečnatý

- MgO – periklas
- **Surovina:**
  - magnezit $MgCO_3$
  - dolomit $CaMg(CO_3)_2$
  - morská voda
- **Nečistoty:** Fe – magnezioferit

Žiaruvzdorné materiály

Dolomitové výrobky

- pálením prírodných dolomitov
- pomer CaO : MgO = 1.39
- pokiaľ je tento pomer značne nižší:

magneziodolomit

- **Surovina:**
  - dolomit $CaMg(CO_3)_2$
  - nečistoty: vápenec, kremeň, Al_2O_3, Fe_2O_3, Mn_3O_4

Žiaruvzdorné materiály

Ďalšie ŽM výrobky

- forsteritové Mg_2SiO_4
- chromitové s obsahom Cr_2O_3
- chrommagnezitové
- uhlikaté – grafitové

- **Košice:**
  - magnezit, dolomit