

Cyklus přednášek z mineralogie pro Jihočeský mineralogický klub



Jihočeský Mineralogický Klub



Témata přednášek

1. Minerály a krystaly
2. Fyzikální vlastnosti nerostů
3. Chemické vlastnosti nerostů
4. Určování nerostů
5. Mineralogický systém, prvky a sulfidy
6. Halogenidy a oxidy
7. Karbonáty, sulfáty a fosfáty
8. Silikáty I (nesosilikáty a sorosilikáty)
9. Silikáty II (cyklosilikáty a inosilikáty)
10. Silikáty III (fylosilikáty a tektosilikáty) a ostatní
11. Minerogeneze

Obsahem není krystalografie, strukturní mineralogie, termodynamika a fázové přechody, ložisková mineralogie, užitá mineralogie, drahé kameny...

5. Mineralogický systém, prvky a sulfidy



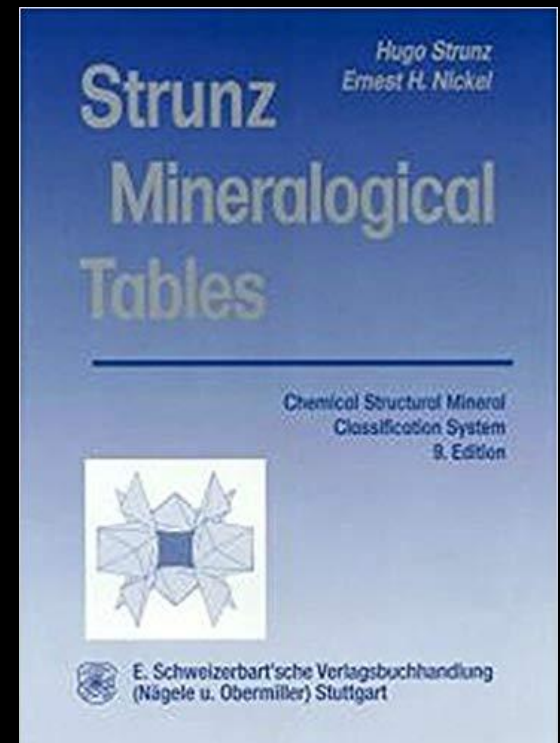
Vývoj mineralogického systému

- 1735 Carl von Linné:** (1) horniny, (2) nerosty – (a) soli, (b) sirné látky, (c) kovy a jejich rudy; (3) zkameněliny.
- 1784 R. J. Haüy:** (1) křemen a silikáty, (2) nekovové nerosty, (3) kovy a jejich rudy a (4) hořlaviny
- 1822 F. Mohs:** (1) halovce, (2) baryty, (3) keraty, (4) malachity, (5) slídy, (6) štěpné nerosty, (7) tvrdokameny, (8) rudy, (9) kovy, (10) kyzý, (11) leštěnce, (12) blejna a (13) sirné nerosty
- 1837 J. J. Berzelius:** (1) neoxidované nerosty – prvky, sirníky, arsenidy, antimonidy, selenidy a teluridy; (2) oxidované nerosty - kysličníky a kyslíkaté soli kyselin
- 1852 J. D. Dana:** jeden ze dvou v současnosti používaných systémů
- 1941 H. Strunz:** jeden ze dvou v současnosti používaných systémů (princip chemicko-strukturní)

Nickel-Strunzův mineralogický systém

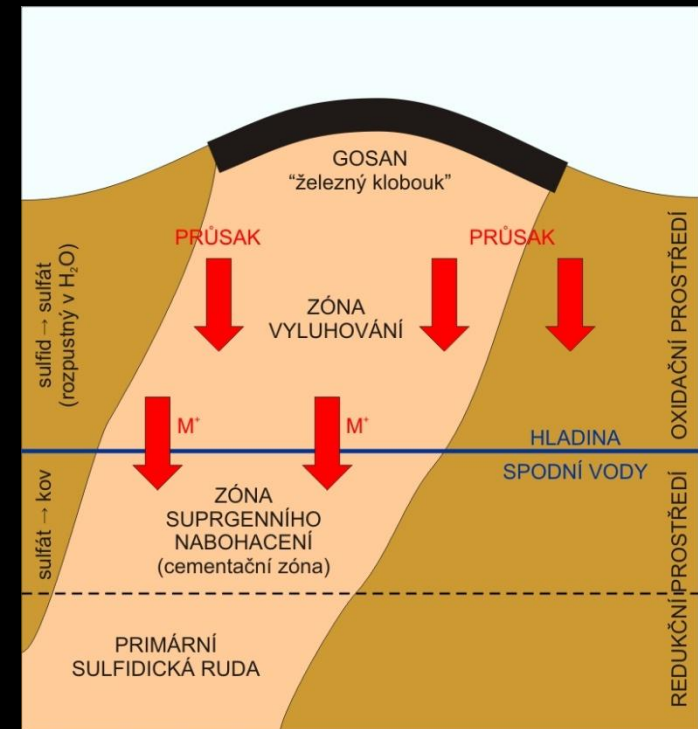
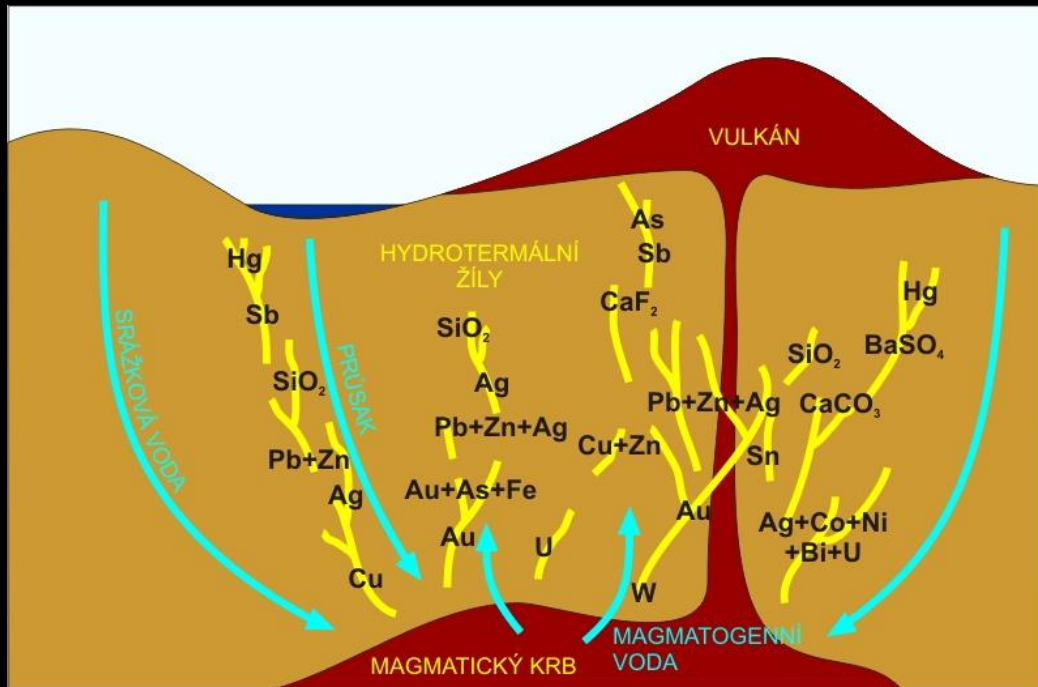
1. Prvky a jejich slitiny (karbidy, nitridy...)
2. Sulfidy (arsenidy, selenidy, telluridy...)
3. Halogenidy
4. Oxidy a hydroxidy
5. Karbonáty a nitráty
6. Boráty
7. Sulfáty (wolframáty, molybdenáty..)
8. Fosfáty (arsenáty...)
9. Silikáty
10. Organické sloučeniny

V současnosti je známo více jak 5 300 minerálů



Minerogeneze prvků a sulfidů

- ❖ **Magmatická** - minerál krystalizuje přímo z taveniny
(1) kumuláty, (2) odmíšeniny
- ❖ **Hydrotermální** - minerál krystalizuje z vodního roztoku
- ❖ **Cementační** - minerál se sráží z roztoku v redukčním prostředí



Třída prvků

Třída v současnosti obsahuje asi 120 minerálů, z toho se jich jen asi 20 vyskytuje běžněji. V jižních Čechách ~ 6 minerálů.

A. Kovy a jejich slitiny

1. skupina zlata (zlato, stříbro, měď)
2. skupina železa (železo, kamacit, tenit)

B. Polokovy

3. arsen, stibarsen
4. bismut

C. Nekovy

5. diamant
6. grafit
7. síra



Zlato

Au

Morfologie: plíšky, drátky, keříčky, zlatinky

Geneze: hydrotermální, cementační

Primární zlato téměř vždy obsahuje Ag ($> \sim 10\%$ = *elektrum*)

V náplavech je obsah Ag redukován vyluhováním

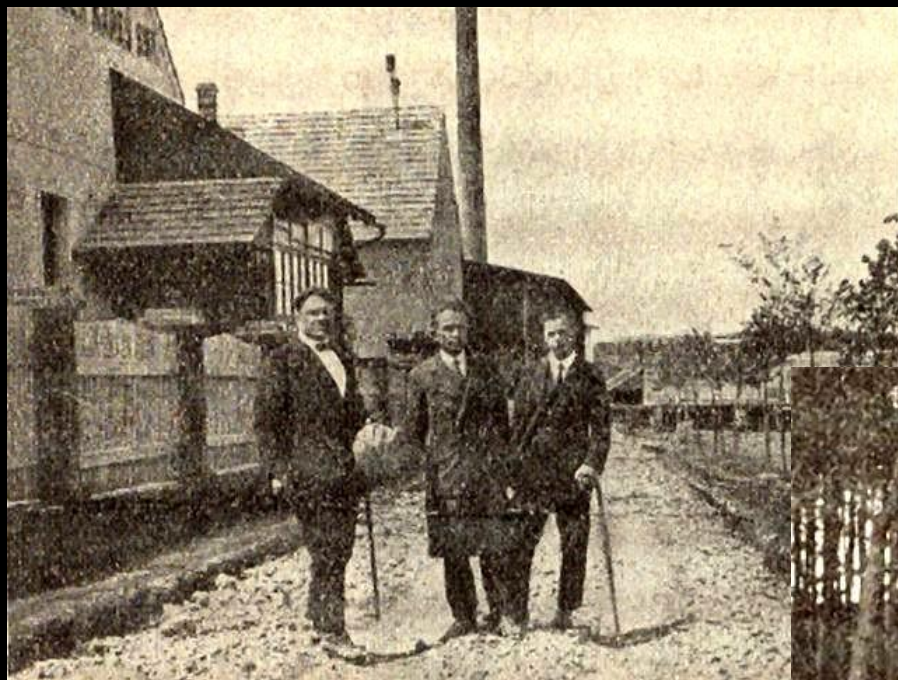
Lokality: Dobrá Voda, Jílové, Roudný, Nový Knín, Zlaté Hory, Roșia Montană (RO)

Možnosti nálezů: náplavy jihočeských řek, Zlaté Hory, Jílové



Blanice

Nejkrásnější české zlato



Stříbro

Ag

Morfologie: drátky, plíšky, keříčky

Geneze: hydrotermální, cementační

(Hlavní rudou Ag není ryzí stříbro, ale galenit, sfalerit a Ag-sulfidy)

Lokality: Rudolfov, Ratibořské Hory a Stará Vožice, Kutná Hora, Jihlava, Příbram a Jáchymov
(Joachimsthal → thaler → tolar → dolar)

Vydobytí cementačních pásem a přísun stříbra z Nového světa na začátku 16. století znamenal konec slávy českých stříbrných dolů

Možnosti nálezu: Ratibořské Hory



Rudolfov



Ratibořské Hory

Morfologie: drátky, plíšky, keříčky

Geneze: cementační, magmatogenní

Hlavní rudou Cu jsou Cu-sulfidy:
chalkozín, chalkopyrit, tetraedrit

Lokality: Vrchoslav, Zlaté Hory,
podkrkonošské melafyry,
Borovec, Hořejší jezero (USA)

Možnosti nálezů: Zlaté Hory



Železo

Fe

Pozemské železo je relativně vzácné

Mnohem častější je meteorické
železo - **siderit**

Siderity jsou přirozenou slitinou Fe a Ni

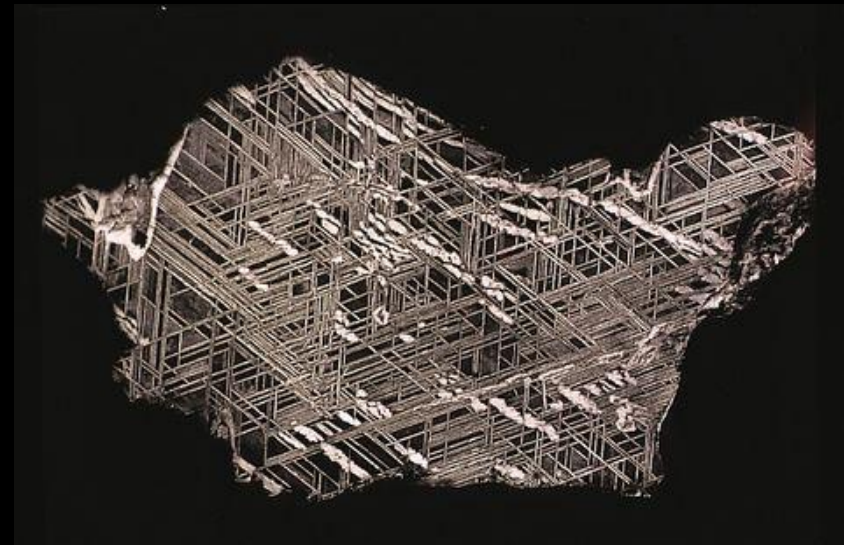
Podle obsahu Ni se rozlišují
dva minerály:

kamacit (Ni < 10%)

tenit (Ni > 20%)

Při naleptání H_2SO_4 vznikají tzv.
Widmanstättenovy obrazce

Lokality: křemežské hadce,
Hoba, Namibie - siderit o váze 60t -
jedná se o největší přirozený kus
železa na Zemi



Arsen / stibarsen

As / Sb-As

Morfologie: kusový, miskovitý, ledvinitý

Geneze: středně až nízkoteplotní
hydrotermální

Reaguje na detektor kovů

Stibarsen (allemontit) je
přírozenou slitinou As a Sb

Hlavní rudou As jsou As sulfidy:
arsenopyrit, realgar, auripigment

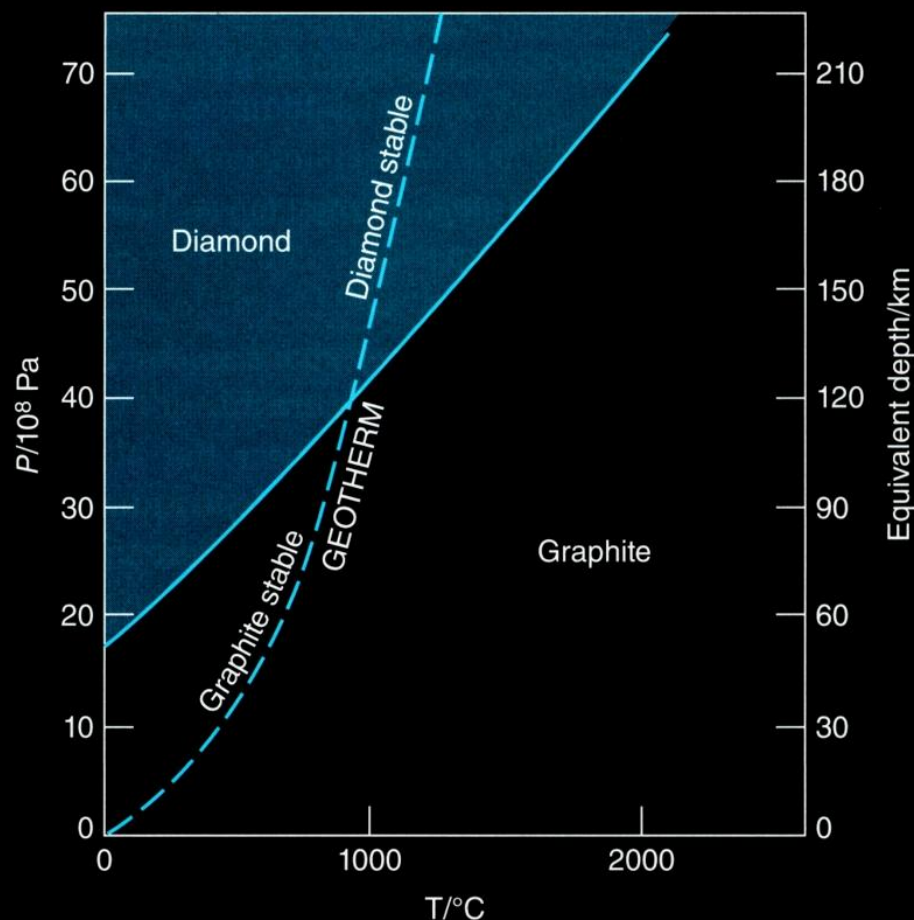
Lokality: Jáchymov, Příbram

Možnosti nálezů: Jáchymov (Svornost)



Uhlík jako minerál se v přírodě vyskytuje ve dvou modifikacích:

- za vyšších tlaků a teplot je stabilní kubický **diamant**
- za nižších tlaků a teplot je stabilní hexagonální **grafit**



Diamant

C

Morfologie: oktaedrické krystaly

Barva: čirá, žlutá, růžová, červená,
zelená, modrá

Vysoký index lomu (~ 2.42), silná disperze

Nejtvrdší „dostupný“ přírodní materiál

Ve vodě je nesmáčivý - lepí se na tuk na dně pánve

Za normálních teplot je nestabilní –
byly pozorovány případy, že se rozpadl na prášek

Lze jej spálit při teplotě 850°C

Geneze: magmatický v hloubkách > 120 km
(kimberlit je médium)

Variety: bort (šedý zrnitý),
karbonado (černý celistvý)

Lokality: Třebenice 0.28 ct (1869) a 0.11 ct (1927)
Vestřev 0.96 ct (1997) a 1.6 ct (2000)
Krušné Hory, Plešovice ($\sim 50 \mu\text{m}$)



Synonymum: tuha

Morfologie: celistvé a zrnité
agregáty (vždy krystalický),
vrstevnatá struktura

Geneze: metamorfní
(protolitem je organický materiál)

Teplota tání je 3800°C

V 80. letech bylo Československo
pátým největším producentem grafitu

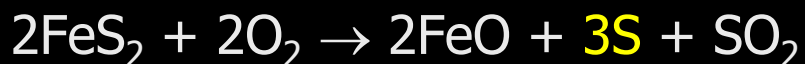
Lokality: Černá v Pošumaví, Bližná,
Domoradice, Koloděje, Jeseníky

Možnosti nálezů: Jamné, Vidov



Morfologie: krystaly
kosočtverečná α -síra,
monoklinická β -síra,
celistvé agregáty, náteky

Geneze: sublimační, sedimentární,
rozkladem sulfidů v případě,
že se kov okysličuje rychleji
než síra:



Velké krystaly mohou popraskat i
teplem ruky

Lokality: Kozí Hora, Tarnobrzeg (PL),
Etna (I)



Kozí Hora

Sulfidy (a arsenidy, selenidy, telluridy)

Třída v současnosti obsahuje asi 680 minerálů, z toho v jižních Čechách ~ 15 minerálů (plus ~ 17 selenidů z Předbořic)

A. Skupina M:S > 1:1

argentit, bornit, chalkozín, pentlandit

B. Skupina M:S = 1:1

cinabarit, covellin, galenit, chalkopyrit,
millerit, nikelín, pyrhotin, sfalerit,
tetraedrit

C. Skupina M:S < 1:1

antimonit, arsenopyrit, markazit,
molybdenit, pyrit

D. Sulfosole

auripigment, berthierit, boulangerit,
jamesonit, proustit, pyrargyrit, realgar, stefanit



Argentit / akantit

sulfidy Ag

Synonymum: leštěnec stříbrný

Morfologie: kusový, černé povlaky, pseudomorfózy po argentitu

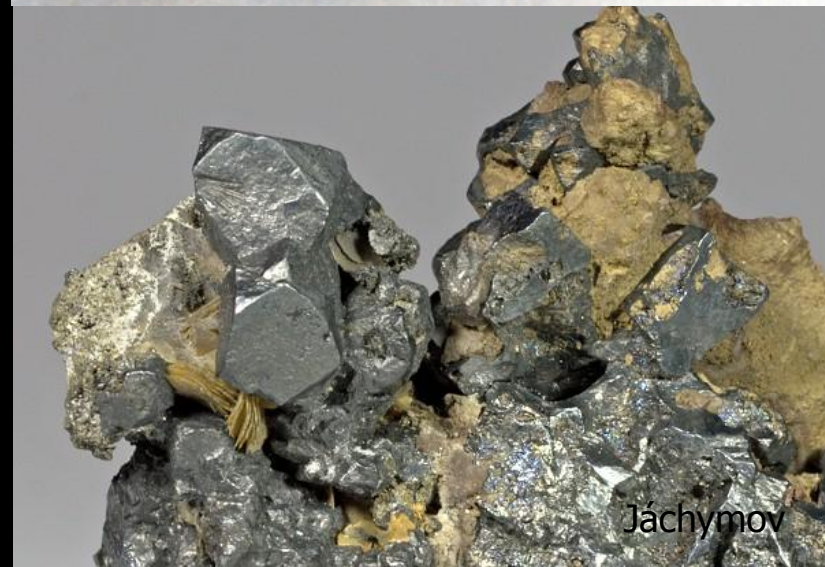
Geneze: hydrotermální, cementační

Při teplotách $< 179^{\circ}\text{C}$ je stabilní monoklinický akantit, nad tuto teplotu je stabilní kubický argentit

Ušlechtilá ruda Ag (až 87% Ag)

Lokality: Ratibořské Hory, Příbram, Jáchymov, Freiberg (D)

1474 byl v Sasku nalezen balvan $\text{Ag} + \text{Ag}_2\text{S}$ o váze 400 centů



Cinabarit / metacinabarit

sulfidy Hg

Synonymum: rumělka

Morfologie: jemnozrnné agregáty,
kusový

Geneze: nízkoteplotní hydrotermální

Za vyšších teplot je stabilní
kubický metacinabarit

Vysoká hustota (> 8)

Hlavní ruda Hg (86%)

Lokality: Dědova Hora u Hořovic
(těžba od 14. stol.),
Merník (SK), Almaden (E), Idria (SLO)



Covellin

sulfid Cu

Morfologie: vzácně krystaly,
kusový, povlaky

Geneze: cementační, oxidační

Tvoří povlaky na chalkopyritu a
tetraedritu

Indigově modrá barva

Lokality: Velká u Milevska



Velká

Galenit

sulfid Pb

Synonymum: leštěnc olověný

Morfologie: kubické krystaly,
(spojky 100 a 111 = steinmannit)
zrnitý, kusový,

Má dokonalou štěpnost

Často obsahuje Ag -
omezená izomorfní míšivost
i jako inkluze

Ruda Pb a Ag (~ 1% Ag)

Zvětrává na cerusit, pyromorfit, anglesit

Lokality: Ratibořské Hory, Rudolfov, Velká,
Harrachov, Stříbro, Příbram, Herja (RO)

Možnosti nálezu: Velká, Ratibořské Hory



Ratibořské Hory

Chalkopyrit

sulfid Cu a Fe

Synonymum: kyz měděný

Morfologie: klínovité krystaly, kusový

Geneze: hydrotermální

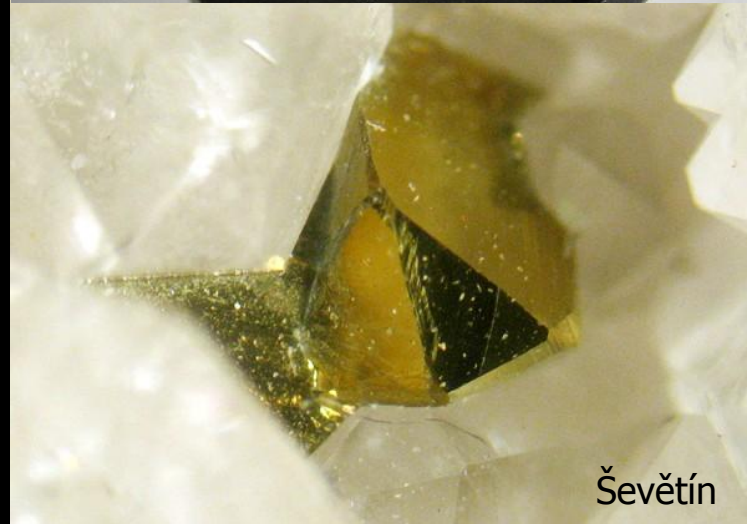
Sytější žlutá barva než u pyritu,
často náběhové barvy

Někdy obsahuje odměšený sfalerit

Významná ruda Cu (u nás nehojně)

Zvětrává na malachit, azurit, covellin

Lokality: Vřesce, Zlaté Hory,
Bánská Štiavnice (SK)



Ševětín

Millerit

sulfid Ni

Synonymum: zlaté vlasy

Morfologie: jehličky, chomáčky
v NM vzorek s jehlicemi až 10 cm

Geneze: nízkoteplotní roztoky

Lokality: v pelosideritech -
Kladno (důl Jan v Libušíně),
Staříč



Pyrhotin

sulfid Fe

Synonymum: kyz magnetový

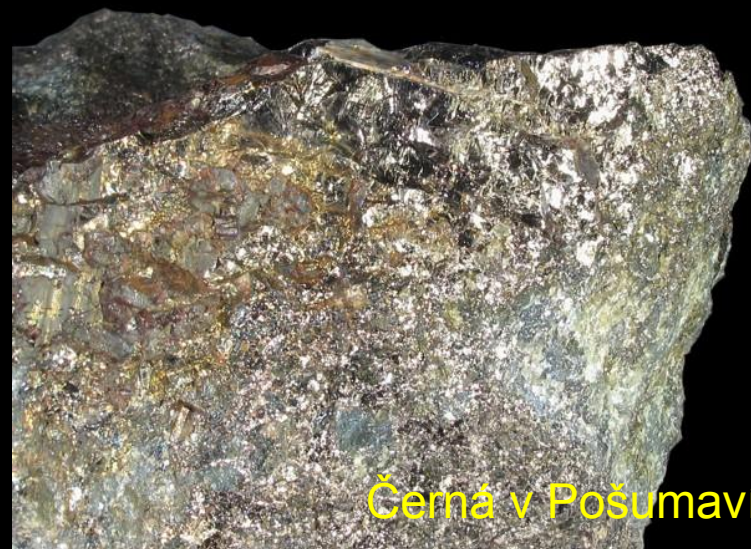
Morfologie: vzácně tabulkovité
krystaly, kusový

Má bronzovou barvu

Je magnetický

Geneze: magmatický, metamorfní,
hydrotermální

Lokalita: Černá v Pošumaví,
Staré Ransko



Černá v Pošumaví

Sfalerit

sulfid Zn

Synonymum: blejno zinkové

Morfologie: kubické krystaly, kusový, zrnité agregáty

Geneze: hydrotermální
často v asociaci s galenitem

Barva: bezbarvý, žlutá, červená, hnědá, černá (dle obsahu Fe), diamantový lesk

Variety: kleiofan, marmatit

Při $T > 1020^{\circ}\text{C}$ je stabilní wurtzit -
blejno miskové

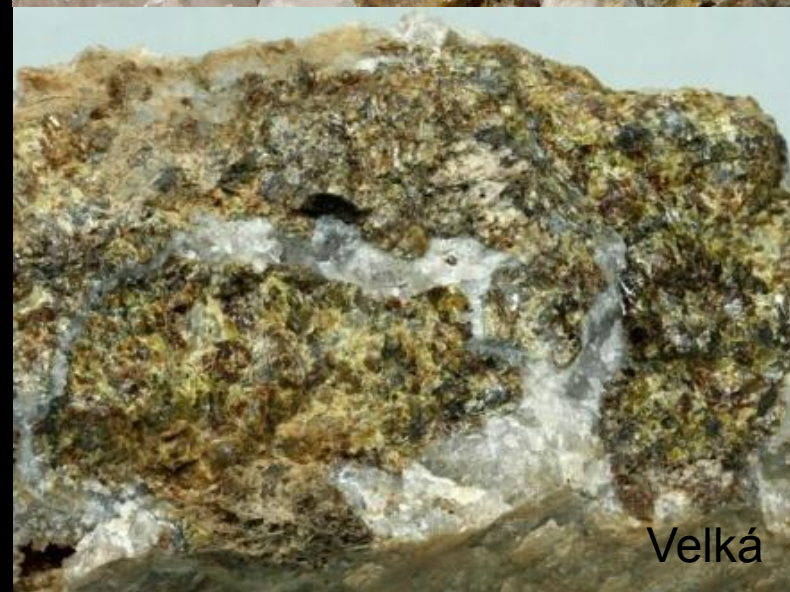
Zvětrává na smythsonit, hydrozinkit,
hemimorfit

Významná ruda Zn a Cd (až 1,6 % Cd)

Lokalita: Velká, Ratibořské Hory, Příbram



Ševětín



Velká

Tetraedrit

sulfid Sb a Cu $\pm$ Fe, Zn, As, Ag, Hg

Morfologie: tetraedry, zrnité
agregáty, kusový, neštěpný

Geneze: středně teplotní
hydrotermální

Úplná izomorfní mísivost As a Sb

Variety:

Tennantit - As $\rightarrow$ Sb

Freibergit - Ag $\rightarrow$ Cu

Schwazit - Hg $\rightarrow$ Cu

Annivit - Bi $\rightarrow$ As, Sb

Lokality: Ratibořské Hory,
Příbram, Rudňany (SK),
Špania Dolina (SK)



Antimonit (stibnit)

sulfid Sb

Synonymum: leštěnec antimonový

Morfologie: stébelnaté a jehlicovité krystaly, stébelnaté agregáty

Taje v plameni svíčky a hoří při nárazu - komponenta zápalek

Je hlavní rudou Sb (někdy obsahuje Au)

Geneze: nízkoteplotní roztoky

Zvětrává na valentinit a kermezit

Lokality: Bohutín, Milešov,
Krásná Hora, Herja (RO),
Baia Sprie (RO), Cavnic (RO)



Arsenopyrit

sulfid-arsenid Fe

Synonymum: kyz arzénový

Morfologie: žilky, kusový

Geneze: vysokoteplotní roztoky

Hlavní ruda As, často jako ruda Au

Zvětrává na skorodit a farmakosiderit

Lokality: Písek-Kamenné doly



Pyrit

sulfid Fe

Synonymum: kyz železný

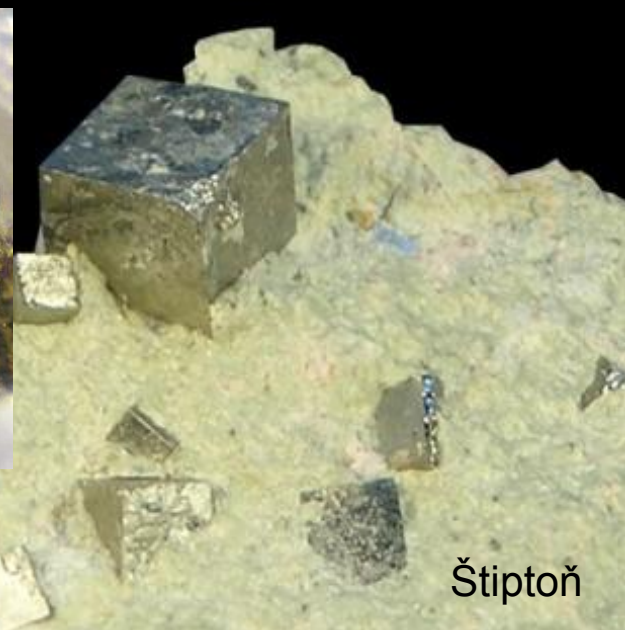
Morfologie: krystaly 100,
pentagon dodekaedr -
pyritotvar, kusový

Geneze: nejhojnější sulfid,
hydrotermální (střední a vyšší
teploty), magmatický,
metamorfni, sedimentární

Zvětrává na limonit (goethit),
který jej často pseudomorfuje

Hlavní surovina pro S, resp. H_2SO_4
(53% S), často ruda Au, které
je obsaženo jako inkluze

Lokalita: kyzové břidlice (Hromnice),
Štipton, Navajun (E)



Štipton

Markazit

sulfid Fe

Synonymum: kyz kopinatý

Morfologie: kopinaté krystaly,
radiální agregáty

Geneze: sedimentární,
hydrotermální za nižších
teplot než pyrit

Méně stabilní než pyrit -
velice snadno zvětrává

Lokality: Neznašov,
hnědouhelné pánve (Bílina)



Molybdenit

sulfid Mo

Morfologie: ohebné lístky, tabulky, šupinky

Geneze: vysokoteplotní hydrotermální

Hlavní ruda Mo

Zvětrává na ferimolybdit

Často obsahuje příměs Re
(až 0.3%) - jediná ruda Re

Lokality: greiseny, Kozí Hora,
Rejta, Cínovec, Krupka,
Horní Slavkov



Kozí Hora

Auripigment / realgar

sulfidy As

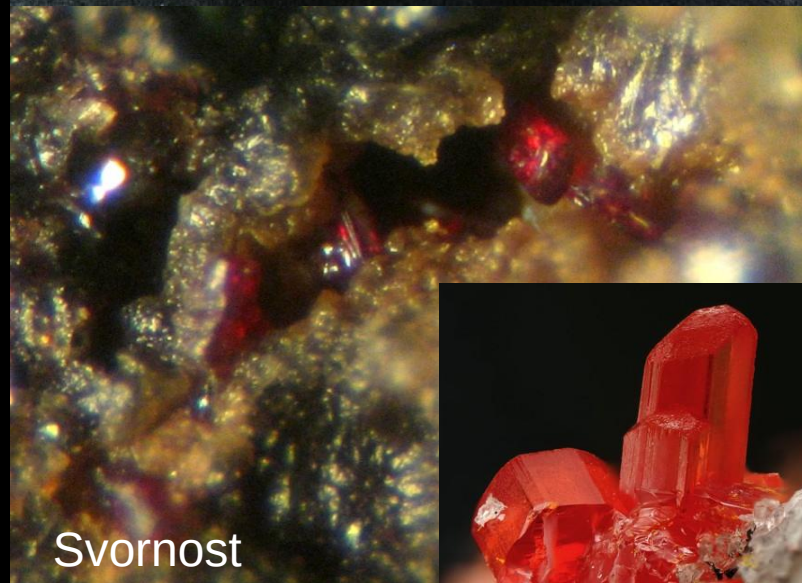
Synonymum: orpiment (pro auripigment)

Morfologie: sloupcovité krystaly, zrna, povlaky, kusový

Geneze: nízkoteplotní hydrotermální, auripigment vzniká zvětráváním realgaru

Realgar je citlivý na světlo

Lokality: Jáchymov, Tajov (SK), Căvnic (RO), Baia Sprie (RO)



Svornost

Berthierit

sulfid Fe a Sb

Morfologie: jehlicovité, vláknité
nebo stébelnaté agregáty,
často radiálně uspořádané

Geneze: nízkoteplotní hydrotermální

Lokality: Příbram, Vlastějovice,
Herja (RO)



Pyrargyrit

sulfid Ag a Sb

Synonymum: temnorudek

Morfologie: sloupcovité krystaly,
zrnité agregáty, kusový

Má vnitřní červené reflexe

Geneze: nízkoteplotní hydrotermální,
cementační

Je ušlechtilou rudou Ag

Lokality: Ratibořské Hory, Stará
Vožice



Stefanit

sulfid Ag a Sb

Morfologie: sloupcovité krystaly

Nemá vnitřní reflexe

Geneze: nízkoteplotní hydrotermální,
cementační

Ušlechtilá ruda Ag

Lokality: Ratibořské Hory,
Stará Vožice, Příbram



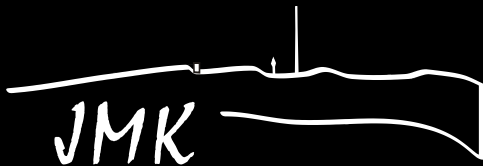
Stará Vožice

Selenidy z Předbořic

◆ athabascit	Cu	◆ hakit	Cu, Hg, Ag, Sb
◆ berzelianit	Cu	◆ klockmannit	Cu
◆ bukovit	Cu, Tl, Fe	◆ merenskyit	Pd, Te
◆ clausthalit	Pb	◆ naumannit	Ag
◆ crookesit	Cu, Tl	◆ permingeatit	Cu, Sb, As
◆ eskerbornit	Cu, Fe	◆ tiemannit	Hg
◆ eukairit	Cu, Ag	◆ tyrrellit	Cu, co, Ni
◆ ferroselit	Fe	◆ umangit	Cu
◆ fischesserit	Ag, Au		

Makroskopické velikosti dosahují barevně zvýrazněné minerály

Děkuji za pozornost



Jihočeský Mineralogický Klub

