

Úvod do mineralogie

Specializovaná věda zabývající se minerály (nerosty) se nazývá **mineralogie**. Patří mezi základní obory geologie.

Geologie je doslovně věda o zemi (z řec. gé = země, logos = slovo) a zkoumá vlastnosti zemské kůry a interakce mezi ní a okolím. Pro účely zemědělské a lesnické geologie je mineralogie důležitou vědou zabývající se základními stavebními součástkami hornin – minerály.

Minerál (nerost) je stejnorodá přírodní chemická sloučenina nebo prvek, který má, nebo může mít, určitou krystalovou stavbu a určité strukturní, fyzikální a chemické vlastnosti
Zaměříme-li se na tuto definici podrobně, pod pojmem stejnorodá si můžeme představit, že jednotlivé části minerálu mají přibližně stejné složení jako celek. Přírodní znamená vznikající nezávisle na činnosti člověka. Chemická sloučenina nebo prvek označují možnost popsání minerálu pomocí chemického vzorce. Krystalová stavba definuje amorfnost minerálu nebo jednu ze sedmi krystalových soustav, ve které krystalizuje. Strukturní, fyzikální a chemické vlastnosti dávají určitý pevný soubor vlastností definovaných u jednotlivých minerálů.

Minerál vzniká jako produkt geologických procesů odehrávajících se v zemské kůře (včetně produktů životní činnosti organismů). Z hlediska lesnické a zemědělské geologie jsou z několika tisíc známých minerálů podstatné ty, které se významně podílejí na stavbě (složení) hornin – tzv. **horninotvorné minerály**. A ty jež obsahují větší koncentrace biogenních prvků a základních minerálních živin (K, Ca, Mg a P). Tímto vymezením se předmět našeho studia zužuje na několik desítek minerálních druhů.

Znalost složení a vlastností horninotvorných minerálů je základem pozdějšího podrobného studia petrografie, to znamená studia hornin.

Znalost chemismu především v podobě chemického vzorce bude východiskem pro pochopení důležitosti minerálů pro půdu a procesy v ní s návazností na rostlinstvo.

Určování chemismu pomocí chemických reakcí nebudeme z důvodů časových a z důvodů přístrojové náročnosti provádět. Proto budeme muset věnovat zvýšenou pozornost fyzikálním vlastnostem, které pro nás budou představovat hlavní poznávací znaky jednotlivých minerálů. Fyzikální vlastnosti odrážejí strukturu a chemické složení minerálů.

FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI MINERÁLŮ A JEJICH STANOVENÍ

1) BARVA

Barva je vlastnost, která nás zaujme okamžitě při prvním pozorování. Při identifikaci minerálů má velký význam, protože celá řada minerálů je charakteristická určitým zbarvením. Barva minerálů je většinou způsobena pohlcením určitých vlnových délek světla dopadajícího na jejich povrch. Příčiny barevnosti jsou různé, podle nich minerály dělíme na **bezbarvé (achromatické), barevné (idiochromatické) a zbarvené (alochromatické)**.

U bezbarvých minerálů při průchodu světelných paprsků nedochází ve viditelné části spektra k

žádné selektivní absorpci určitých délek, proto nedochází k žádnému projevu barevnosti. U těchto minerálů však mohou být někdy pozorovány různé barevné odstíny nebo hry barev způsobené interferencí dopadajících paprsků odražených např. od krystalových ploch, štěpných trhlin nebo cizorodých uzavření. Tyto barvy nejsou vlastností daného minerálu a při jeho určování nás nesmějí zmýlit. Typickými příklady jsou křišťál (bezbarvá odrůda křemene) a bezbarvý diamant. U barevných minerálů barva vzniká v závislosti na atomech prvků přímo v krystalové mřížce minerálu. Barva je způsobena selektivní absorpcí na elektronech volně se pohybujících krystalovou mřížkou.

Příklady barevných minerálů mohou být bronzově žlutý pyrit, zelený malachit, modrý azurit a červený pyrop. Zbarvené minerály mají barvu většinou způsobenou, na rozdíl od barevných minerálů, stopovou příměsí kovů nevyjádřenou v chemickém vzorci (např. Fe vyvolává žlutou barvu citrínu, Cr způsobuje červené zbarvení rubínu) nebo jemně rozptýlenými mechanickými příměsmi a drobnými

uzavřeními (inkluzemi) jiných minerálů (např. uzavření chloritu nebo hematitu jsou příčinou zeleného nebo červeného zbarvení křemene). Používání barvy minerálu jako identifikačního znaku je značně relativní (z důvodu různého individuálního vidění jednotlivého pozorovatele), přesto je barva významným pomocníkem při určování minerálu všeobecně používaným.

2) BARVA VRYPU - VRYP

Tímto způsobem označujeme barvu prášku minerálu, který získáme rozetřením minerálu po bílém povrchu (porcelánové destičce). Barva vrypu je stálejší a diagnosticky spolehlivější ve vztahu k barvě minerálu. Mezi barvou minerálu a barvou vrypu nemusí panovat shoda, např. u kovově lesklých minerálů bývá vryp často tmavší než barva, světlé minerály mívají většinou

vryp bílý. Pro praktické použití této vlastnosti je v dalším textu u vybraných minerálů při jejich popisu barva vrypu zmíněna.

3) LESK

Je optická vlastnost, která souvisí zejména s odrazem světla od povrchu nerostu. Čím větší část dopadajícího světla je od nerostu odražena, tím intenzivnější je jeho lesk. Podle intenzity rozeznáváme lesk silný, slabý nebo matný, s celou řadou přechodů. Z hlediska jakosti rozlišujeme lesk **kovový**, typický pro opakní minerály, které odrážejí většinu dopadajícího světla. Kovový lesk často mají sulfidy (pyrit, galenit aj.), ryzí kovy, některé oxidy (magnetit). Varietou kovového lesku je lesk **polokovový** opět se vyskytující hlavně u opakních minerálů (hematit, sfalerit aj.).

Ostatní lesky se označují jako nekovové (diamantový, skelný, mastný, perleťový, hedvábný, matný a mdlý).

Diamantový lesk je charakteristický pro průhledné minerály se silným lomem světla (síra, diamant aj.). **Skelný** lesk je častý u průhledných minerálů. Je nejběžnější ze všech lesků (křemen, kalcit, fluorit, halit aj.). **Mastný** lesk je často způsobován drobnými uzavřeninami v minerálu (apatit, lomné plochy síry aj.). **Perleťový** lesk je podmíněn totálním odrazem světla na trhlkách v dokonale štěpných nerostech (slídy, sádrovec aj.).

Hedvábný lesk je vyvoláván zejména vláknitou stavbou některých nerostů (azbesty, vláknitý sádrovec aj.). **Matný** lesk je velmi slabý lesk nejčastěji vznikající na jemně naleptaných krystalových plochách u průhledných nerostů (křemen, kalcit, halit aj.). Poměrně často se setkáme s více lesky na jednotlivých plochách jednoho krystalu. Proto není možné lesku při určování nerostů použít jako hlavního, ale spíše jako pomocného kritéria.

4) ŠTĚPNOST, 5) LOM

Štěpnost je definována jako krystalograficky orientované minimum soudržnosti. V podstatě je to schopnost krystalového jedince oddělovat se (štípat se, nebo praskat) podél určitých ploch. Štěpnost je podmíněna výlučně vnitřní stavbou, proto je pro určitý minerál stálá a nezávisí na vnějším krystalovém tvaru. Z tohoto důvodu má štěpnost velkou diagnostickou hodnotu při identifikaci jednotlivých minerálů. Škála štěpnosti se obvykle rozlišuje na různé stupně (výborná, velmi dobrá, dobrá, nedokonalá a velmi nedokonalá), některé minerály štěpnost prakticky nemají.

Výborná (velmi dokonalá) štěpnost – krystal je téměř vždy schopný se dělit podle krystalových ploch, např. na lístečky a nebo šupinky. Mezi výborně štěpné minerály patří slídy, chlority aj. **Velmi dobrá** (dokonalá) štěpnost – krystal se rozpadá převážně na úlomky

ohraničené štěpnými plochami (kalcit, galenit, halit aj.). **Dobrá** (střední) štěpnost – na úlomcích krystalu se vyskytují jak zřetelně štěpné plochy, tak nerovné lomy náhodných lomů (živce, amfiboly aj.).

Nedokonalá (zřetelná) štěpnost – většina ploch jsou plochy lomné, jen těžko a omezeně se projevují plošky štěpné (apatit, síra aj.). **Velmi nedokonalá** (nezřetelná) štěpnost – u těchto minerálů štěpnost prakticky chybí, projevuje se jen zcela výjimečně (korund, magnetit, zlato aj.). Přestože je určování štěpnosti subjektivní a do značné míry problematickou metodou, může být dobrým rozlišovacím znakem u některých podobných nerostů. Jen z tohoto důvodu je velmi významnou diagnostickou charakteristikou.

Nedostatek orientované štěpnosti materiálu se projevuje v podobě **lomu**. Jednoduše řečeno, čím dokonalejší má minerál štěpnost, tím méně se u něj projevuje lom a naopak. Z toho vyplývá, že lom bude významnou diagnostickou vlastností, zejména u nedokonale a velmi nedokonale štěpných minerálů. Lom je charakteristickou vlastností především pro amorfní minerály, typický je u opálu. Podle podoby a jakosti lomných ploch, rozlišujeme lom **lasturnatý, rovný a nerovný**. Podobně jako štěpnost je lom uváděn jako charakteristická vlastnost při podobném popisu jednotlivých minerálů.

6) PROPUSTNOST SVĚTLA

Jednotlivé minerály mají rozdílnou schopnost propouštět světelné paprsky. Tato fyzikální vlastnost může být z různých důvodů zastřena. Podle propustnosti rozdělujeme minerály na čiré, průhledné, průsvitné, neprůhledné a opakní. Jako **čiré** minerály se označují průhledné bezbarvé minerály dokonale propouštějící světlo (křišťál). **Průhledné** minerály jsou zbarvené krystaly dokonale propouštějící světlo i ve velmi silné vrstvě (většina drahokamů: safír, smaragd aj.). **Průsvitné** minerály propouštějí jen určité množství světla – pohledem před minerály této skupiny lze rozlišit svítící lampu v potmělé místnosti nebo sluneční kotouč na obloze. Většinou propouštějí světlo jen ve velmi tenkých vrstvách.

Neprůhledné minerály pohlcují téměř všechny paprsky světla, světlo nepropouštějí ani ve velmi tenkých vrstvách. **Opakní** minerály nepropouštějí světlo vůbec ani v nepatrných vrstvách (grafit, ryzí kovy, magnetit aj.).

Určitou pomůckou nám může být, že minerály s vysokou hustotou bývají většinou neprůhledné nebo opakní a minerály s nižší hustotou bývají průhledné nebo průsvitné.

7) TVRDOST

Tvrdotí v mineralogii rozumíme odpor nerostu vůči vnikání cizího tělesa, bez vzniku lomu, Tvrdot minerálu závisí především na jeho struktuře. Je výrazně ovlivňována poruchami v

krystalové mřížce. Pro učení tvrdosti v běžné praxi používáme **Mohsovu stupnici tvrdosti**. Tato stupnice je jen orientační (poměrná, nikoli absolutní). Určování stupně tvrdosti nerostu provádíme tak, že hrotem nerostu, který je zařazen v stupnici, rýpeme do plochy zkoumaného nerostu. Sledujeme, zda v nerostu byla nebo nebyla zanechána stopa. Z výsledku pak můžeme soudit na tvrdost zkoumaného minerálu.

Mohsova stupnice tvrdosti se skládá z těchto minerálů:

Mastek

Sůl kamenná (halit)

Kalcit

Fluorit

Apatit

Ortoklas

Křemen

Topas

Korund

Diamant

Je možné orientačně určit tvrdost i pomocí jiných prostředků, např. nehtem lze rýpat nerosty s tvrdostí přibližně do druhého stupně, měděným drátkem přibližně do třetího stupně, hřebíkem (nožem, špendlíkem) přibližně do pátého stupně, pilníkem přibližně do šestého stupně, nerosty s vyšší tvrdostí než šest se rýpou do skla.

Vzhledem k tomu, že tvrdost nerostu závisí na směru a krystalové ploše, lze v některých případech na jednom krystalu (různých plochách) zjistit výrazně rozdílné hodnoty. V podrobných popisech jednotlivých minerálů je tvrdost (T) zmiňována jako důležitá diagnostická vlastnost.

8) HUSTOTA

Hustota minerálu je definována jako číslo (poměr) udávající kolikrát je určitý objem minerálu těžší (lehčí) než stejný objem vody (destilované vody při teplotě 4°C). Hustota minerálu závisí na jeho chemickém složení a struktuře. Podle hustoty často dělíme minerály do dvou skupin na základě orientačně používané metody suspenzační, kdy je hustota minerálu stanovována relativně vůči hustotě známé těžké kapaliny (hustota kapaliny = 2,95), **lehké** minerály do 2,95 (plavou na hladině) a **těžké** minerály, nad 2,95 (klesají ke dnu). Obecně lze použít několik pravidel, světlé minerály jsou zpravidla lehčí, než minerály tmavých barev,

Minerály kovového vzhledu mívají vysokou hustotu, minerály obsahující ve své strukturní mřížce vodu, mají obvykle nízkou hustotu. Většina horninotvorných minerálů má hustotu v rozpětí 2,5 – 3,5, rudní minerály nejčastěji v rozmezí 4 – 7,5. V podrobných popisech minerálů označujeme hustotu malým „h“, v jednotkách [g.cm⁻³], (v soustavě SI se hustota označuje písmenem řecké abecedy „ρ“ [ro:]).

Krystalový tvar (krystalografie)

Většina minerálů (mimo amorfních) jsou za určitých podmínek schopny tvořit krystaly.

Krystal je pevná látka, která je omezena přirozenými rovinnými plochami, jež se označují jako krystalové plochy.

Krystalový tvar minerálu není náhodný, ale řídí se určitými přírodními zákony. Tvar minerálu je odezvou uspořádání stavebních jednotek (iontů, atomu a molekul) a krystalové struktury. Některé minerály krystalizují vždy ve stejných tvarech (halit, magnetit), jiné mají bohatou škálu krystalových tvarů (kalcit). Všechny krystalové tvary je možné zařadit do jedné ze sedmi **krystalových soustav**.

Jednotlivé soustavy se liší prvky souměrnosti, osou souměrnosti, případně rovinami souměrnosti. Operace, které umožňují odlišení jednotlivých krystalových soustav, se nazývají operace souměrnosti.

Názvy krystalových soustav od nejméně souměrné směrem k nejsouměrnější jsou tyto:

Trojklonná (triklinická)

Jednoklonná (monoklinická)

Kosočtverečná (rombická)

Čverečná (tetragonální)

Šesterečná (hexagonální)

Klencová (trigonální)

Krychlová (kubická)

HORNINOTVORNÉ MINERÁLY Z HLEDISKA POTŘEB LESNICKÉ A ZEMĚDĚLSKÉ GEOLOGIE

- **ÚVOD do mineralogie**
- **SILIKÁTY (KŘEMIČITANY)**
 - **Primární Al-křemičitany**
 - živce: a) draselné - ortoklas, sanidin; b) sodnovápenaté (plagioklasy) - albit, labradorit
 - zástupci živců (foidy): leucit, sodalit
 - slídy: muskovit, biotit, lepidolit
 - **Druhotné Al-křemičitany**
 - zeolity: natrolit, analcim
 - jílové nerosty: kaolinit
 - **Primární Mg-Fe křemičitany:**
 - skupina olivínu: olivín
 - pyroxeny: a) kosočtverečné - enstatit, bronzit; b) jednoklonné - augit
 - amfiboly: obecný amfibol, tremolit, aktinolit
 - **Druhotné Mg-křemičitany**
 - skupina serpentinu: serpentín, chryzotil, mastek
 - chlority: chlorit
 - **Převážně druhotné Al-křemičitany**
 - granáty: pyrop (český granát), almandin, grossular (hessonit)
 - ostatní převážně druhotné Al-křemičitany: andalusit, silimanit, kyanit, cordierit, epidot
 - **Borokřemičitany**
 - skupina turmalínu: turmalín - skoryl
- **Oxidy (Si, Fe, Mn)**
 - **Oxidy křemíku:** křemen (křišťál, ametyst, záhněda, růženín, citrín), chalcedon-karneol, opál
 - **Oxidy železa:** magnetit, hematit (krevel), limonit (hnědel), goethit
 - **Oxidy manganu:** psilomelan, wad
- **Sulfidy (sirníky)**

pyrit, pyrhotin, chalkopyrit
- **Fosforečnany (apatit, fosforit)**

apatit, fosforit
- **Halogenidy (halovce)**

halit (kamenná sůl), karnalit, fluorit

- **Karbonáty (uhličitaný)**

kalцит, aragonit, magnezit, siderit, azurit, malachit

- **Sírany (sulfáty)**

anhydrit, sádrovec, baryt

- **Prvky (elementy)**

grafit, síra

Obsah

Úvod do mineralogie	1
FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI MINERÁLŮ A JEJICH STANOVENÍ.....	2
1) BARVA.....	2
2) BARVA VRYPU - VRYP	2
3) LESK	3
4) ŠTĚPNOST, 5) LOM	3
6) PROPUSTNOST SVĚTLA	4
7) TVRDOST	4
8) HUSTOTA	5
Krystalový tvar (krystalografie)	6
HORNINOTVORNÉ MINERÁLY Z HLEDISKA POTŘEB LESNICKÉ A ZEMĚDĚLSKÉ GEOLOGIE	7
• ÚVOD do mineralogie	7
• SILIKÁTY (KŘEMIČITANY)	7
• Oxidy (Si, Fe, Mn)	7
• Sulfidy (sirníky)	7
• Fosforečnany (apatit, fosforit)	7
• Halogenidy (halovce)	7
• Karbonáty (uhličitaný)	8
• Sírany (sulfáty)	8
• Prvky (elementy).....	8
Obsah	8