

Určování hlavních horninotvorných minerálů

Pro správné určení horniny je třeba v prvé řadě poznat texturu a strukturu horninového vzorku a poté rozeznat základní minerály, které horninu tvoří. Každá hornina se totiž vyznačuje určitým charakteristickým minerálním složením. Pro zdárné určení horniny je třeba znát a rozeznávat *hlavní horninotvorné minerály*, které jsou v hornině zastoupeny ve značném množství a ovlivňují její vlastnosti. Dále jsou v horninách přítomny *vedlejší minerály* a makroskopicky často nerozeznatelné minerály *akcesorické* (do 1 % obj.) (Chamra et al., 2005).

Zvláště u horninových vzorků ve sbírkách je dobré pozorovat minerály na hranách vzorku, kde bývají čerstvěji odlomené. Vhodné je také sledovat vlastnosti minerálů na několika stejných krystalech v hornině a nezaměřit se pouze na jeden. Na minerálech lze pozorovat následující charakteristické znaky:

- tvar (habitus),
- krystalový vývoj,
- štěpnost,
- lesk,
- tvrdost,
- barva.

V následujícím textu bude uveden systém horninotvorných minerálů, avšak upozorňujeme, že se nejedná o jejich komplexní výčet.

Systém horninotvorných minerálů

Prvky a příbuzné minerály

Uhlík

Uhlík může krystalizovat podle teplotně-tlakových podmínek ve dvou krystalografických soustavách, tj. v kubické (diamant) a v hexagonální (grafit). (Pozn. v tomto případě se jedná o polymorfní modifikace uhlíku, tj. stejné chemické složení minerálů, ale odlišná krystalografie, tudíž i vlastnosti).

Grafit

tvrdost: 1

Grafit je šedočerný až černý drobně šupinkatý minerál. Je nápadně měkký, lze do něj rýpat nehtem. V horninách působí jako barvivo.

Vyskytuje se v metamorfovaných horninách (ruly), případně je součástí sedimentů.

Sulfidy

Pyrit - FeS₂

tvrdost: 6 - 6,5

Pyrit (Obr. 1) je kovově lesklý mosazně žlutý křehký minerál. Je neštěpný s lasturnatým lomem. *Pyrit* vzniká z neutrálních až alkalických roztoků a je nejhojnějším sulfidem v přírodě. Nejčastější příměsi jsou: Ni, Co, As, Sb, Cu, Ag, Au.



Obr. 1: Drobné krystalky pyritu v jílovité břidlici.

Pyrit je součástí hornin vyvřelých, sedimentů (křídlové břidlice) i metamorfitů.

Pyrrhotin - FeS

tvrdost: 3,5 - 4

Pyrrhotin bývá bronzově zbarvený kovově lesklý křehký minerál s nerovným lomem. V horninách tvoří shluky. Jeho časté příměsi jsou: Ni, Co, Mn, Zn.

Pyrrhotin je stejně jako pyrit součástí hornin vyvřelých, sedimentů (křídlové břidlice) i metamorfitů.

Markazit - FeS₂

tvrdost: 6 - 6,5

V horninách tvoří sloupcové krystaly světle žlutavé až nazelenalé barvy.

Markazit je méně stabilní a snadněji podléhá větrání než ostatní sulfidy. Příměsi *markazitu* jsou: Ni, Co, As, Cu.

Markazit se vyskytuje hojně v černém i hnědém uhlí.

Galenit - PbS

tvrdost: 2,5

Galenit je olověně šedý dobře kubicky štěpný nápadně těžký minerál.

Vzniká vysrážením z horkých pramenů.

Halogenidy

Halit – NaCl

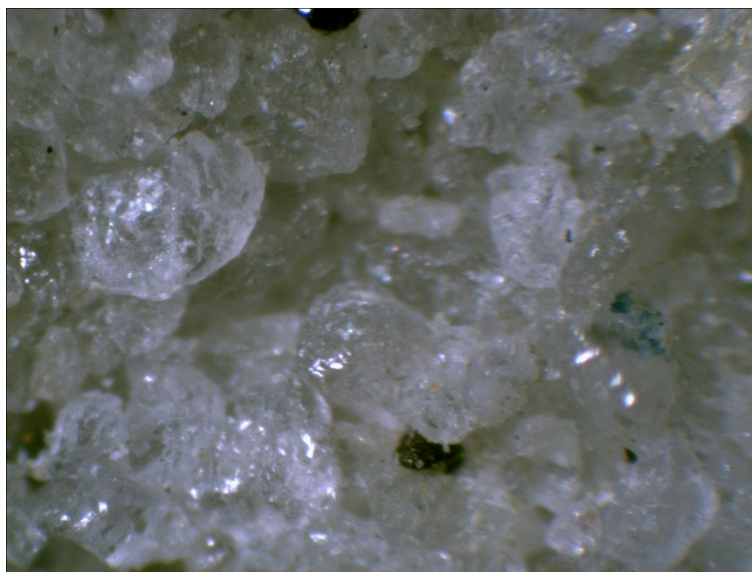
Fluorit - CaF₂

Oxidy a hydroxidy

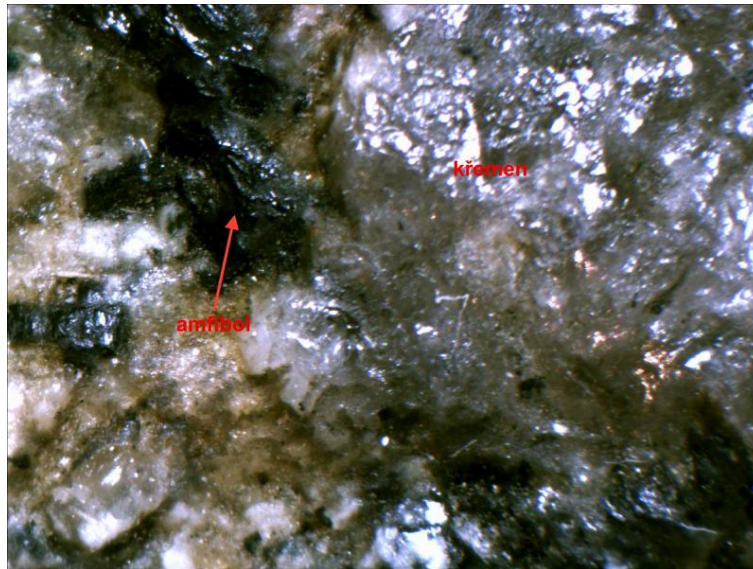
Křemen - SiO₂ (Obr. 2, 3)

tvrdost: 7 hustota: 2.7 g/cm³

Vyskytuje se v horninách vyvřelých, usazených i přeměněných. Je zcela *neštěpný* a vytváří nepravidelná zrna skelného lesku s lasturnatým lomem. Bývá často různě zbarven: žlutý (citrín), hnědý (záhněda), fialový (amethyst), růžový (růženín), černý (morion), čirý (křišťál).



Obr. 2: Křemenná zrna v pískovci.



Obr. 3: Křemen v žule.

Jedná se o nejrozšířenější minerál v přírodě a ve většině případů nejodolnější a nejtrvanlivější součást hornin, tudíž velmi těžko zvětrává.

Další odrůdy křemene: chalcedon, jaspis, achát, pazourek.

Hematit (krevet) - Fe_2O_3

tvrdost: 6 - 6,5

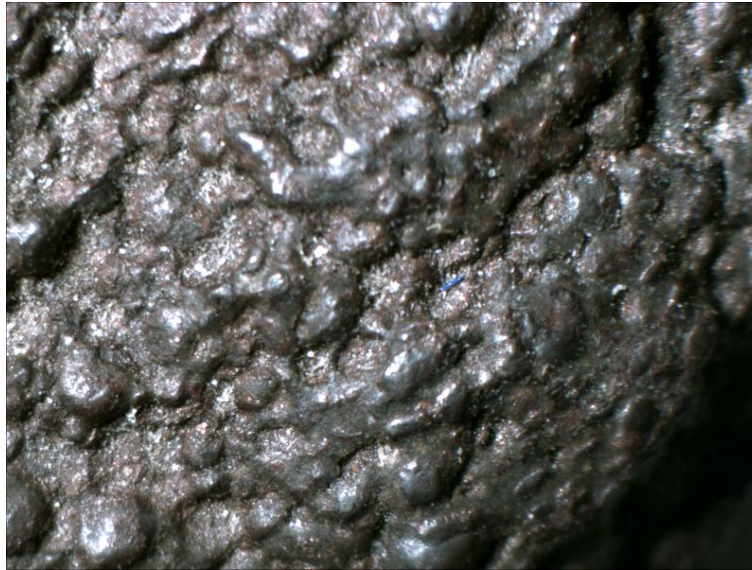
V horninách tvoří obvykle hnědavé až černé tabulkovité neštěpné krystaly nebo kusové a lístkové agregáty. Může být v horninách přítomen v podobě pigmentu v jednotlivých minerálech (např. v živcích) a způsobit tak jejich zbarvení do červena.

Hematit se podílí na tmelu některých pískovců, které zabarvuje do hnědočervena. Bývá také součástí sedimentárních železných rud, kde je v podobě jednotlivých zrn (oolitů, Obr. 4).

Limonit (hnědel) - $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

tvrdost: 3 - 5,2

Rezavě hnědý až černý minerál, který vzniká zvětráváním všech minerálů obsahujících železo. *Limonit* rezavě zabarvuje povrchy hornin.



Obr. 4: Makrofoto (binokulární mikroskop) - oolity.

Magnetit - Fe_3O_4

tvrdost: 5,5

Magnetit je v mízném procentu přítomen skoro ve všech vyvřelých horninách a jeho množství přibývá směrem k bazickým horninám (horniny tímto směrem „těžknou“). Nejvíce je zastoupen v některých čedičových horninách a také je součástí některých metamorfitů. Má černou až kovově modravou barvu.

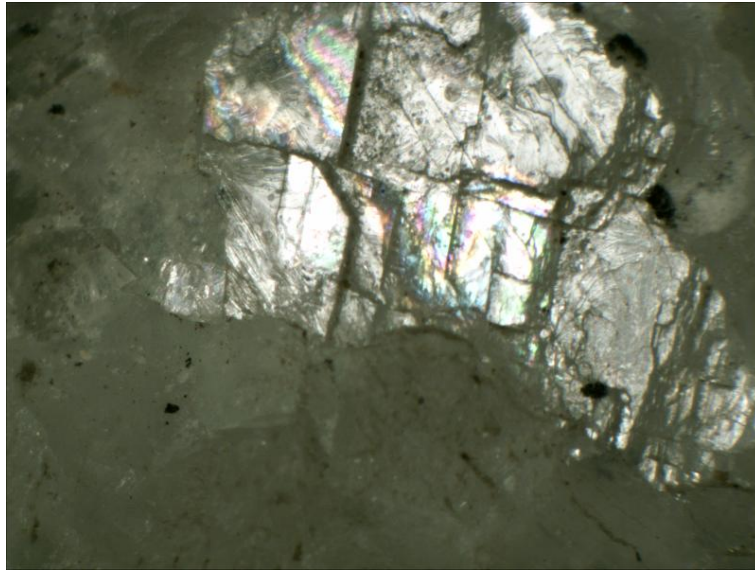
Karbonáty

Kalcit - CaCO_3

tvrdost: 3

Kalcit je v horninách nejvýznamnější z karbonátů (další *dolomit* $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, *siderit* FeCO_3 , *magnezit* MgCO_3). Vykazuje dokonalou štěpnost (viz Obr. 5), která se projevuje při natáčení hornin obsahujících krystalický kalcit jako hladké, rovné zrcadlové plochy, které dobře odráží světlo. Základním krystalovým tvarem je klenec. Kalcit má převážně bílou barvu, případně může být zbarven příměsí jiných minerálů. Při pokapání 1 % HCl dochází k chemické reakci za uvolňování CO_2 a *kalcit* šumí".

Tento minerál je přítomen v sedimentech (vápence, slítné horniny, spraše) a v přeměněných horninách (krystalické vápence, tj. mramory). Ve vyvřelých horninách se kalcit primárně nevyskytuje, může se vyskytovat pouze sekundárně, kdy tvoří druhotné výplně puklin, dutin apod.



Obr. 5: Štěpné plochy kalcitu pod binokulárním mikroskopem, vč. patrných klencových tvarů vzniklých v důsledku charakteristické štěpnosti tohoto minerálu.

Sírany

Sádrovec - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

tvrdost: 1,5 - 2

Sádrovec tvoří bílé, čiré nebo šedé dobře štěpné krystalky. Na povrchu krystalu se někdy duhovitě leskne. Často dvojčatí a tvoří tzv. vlaštovčí ocasy. Vyskytuje se především v sedimentárních horninách. Často vzniká rozkladem sulfidů.

Některé další sulfáty: anhydrit (CaSO_4), baryt (BaSO_4)

Křemičitany (silikáty)

Křemičitany se dělí podle strukturní stavby (prostorového uspořádání tetraedrů v minerálu) na:

- tektosilikáty,
- fylosilikáty,
- inosilikáty,
- cyklosilikáty,
- sorosilikáty,
- nezosilikáty.

Tektosilikáty

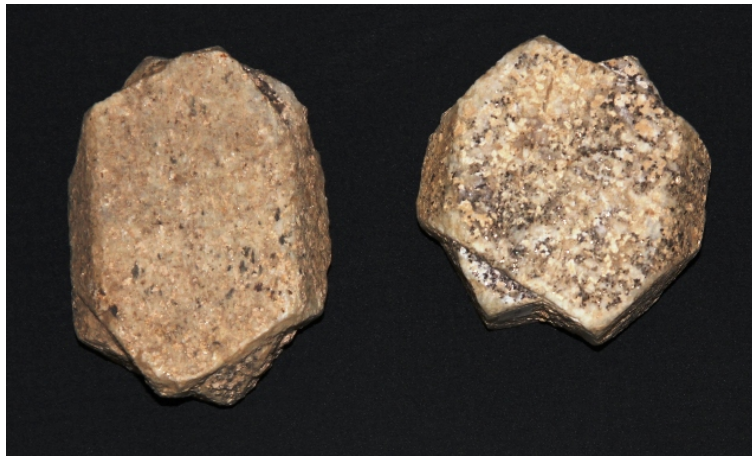
Živce

Živce jsou nejdůležitější skupinou horninotvorných minerálů. V horninách tvoří tabulkovité a lištovité krystaly, které jsou dobře *štěpné* v kolmých směrech. Často jsou bílé, růžové až načervenalé. Podle chemického složení se dělí na živce draselné a sodnovápenaté. Živce krystalují ve vyvřelých horninách, bývají součástí metamorfovaných hornin (ortoruly, migmatity) a mohou je obsahovat i sedimenty (arkóza).

Živce draselné - KAlSi_3O_8

tvrdost: 6

Ortoklas (Obr. 6): bývá narůžovělý až načervenalý dobře štěpný.



Obr. 6: „Dvojče“ ortoklasu (<http://kvmuz.cz/typ/priroda-karlovarska/karlovarske-dvojce>).

Mikroklin: často bělavý, nažloutlý až nazelenalý draselný živec.

Sanidín: v horninách tvoří sloupcovité štěpné lesklé čiré krystaly. Vyskytuje se v neovulkanických terciérních vyvřelinách (liparit, trachyt, znělec).

Živce sodnovápenaté (plagioklasy)

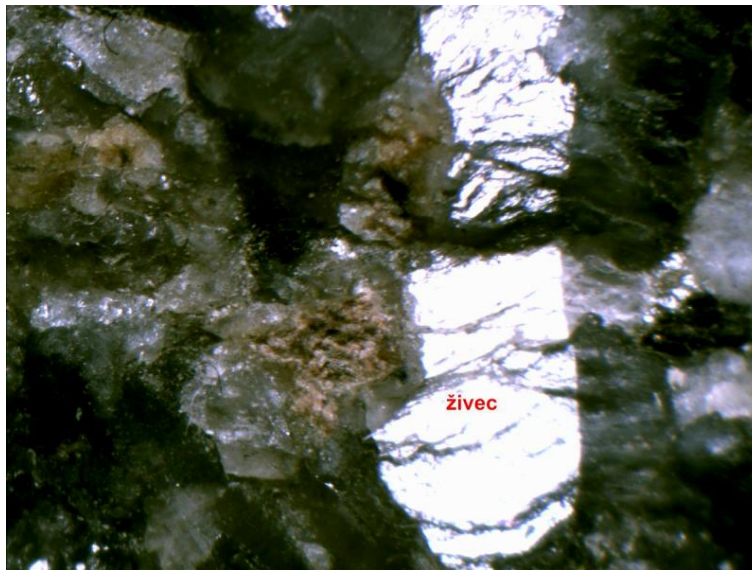
Sodnovápenaté živce tvoří isomorfní řadu se vzájemně proměnlivým obsahem dvou složek: *albitové* ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) a *anortitové* ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Plagioklasy podléhají lépe větrání než živce draselné. Stejně jako draselné živce jsou tyto živce rovněž dokonale štěpné (Obr. 7 - 9).

tvrdost: 6

Živce sodné jsou obvykle bělavé nebo nažloutlé štěpné minerály, které nelze často makroskopicky odlišit od živců draselných. Vyskytují se častěji v kyselých a neutrální vyvřelinách.



Obr. 7: Porfyrické vyrostlice živců (růžové minerály) v žule.



Obr. 8: Štěpná plocha živce pod binokulárním mikroskopem.

Živce vápenaté mají obvykle tmavší barvu. Jsou tmavě nazelenalé, našedlé nebo namodralé a častěji krystalují v bazických vyvěřelinách.



Obr. 9: Štěpný živec v žulovém porfyru pod binokulárním mikroskopem.

Foidy (zástupci živců)

Silikáty obsahující K nebo Na, které vznikají v horninách místo živců při nedostatku SiO_2 v magmatu. Pokud by magma mělo dostatek SiO_2 při krystalizaci, vznikly by místo *foidů* živce. Proto nemohou být *foidy* v horninách s křemenem. *Foidy* jsou obvykle jemnozrně krystalické a vyskytují se ve výlevných horninách.

Zeolity

Vznikají rozpadem živců a jejich zástupců. Tvoří často povlaky a výplně dutin výlevných hornin (znělců, trachytů a čedičů).

Fylosilikáty

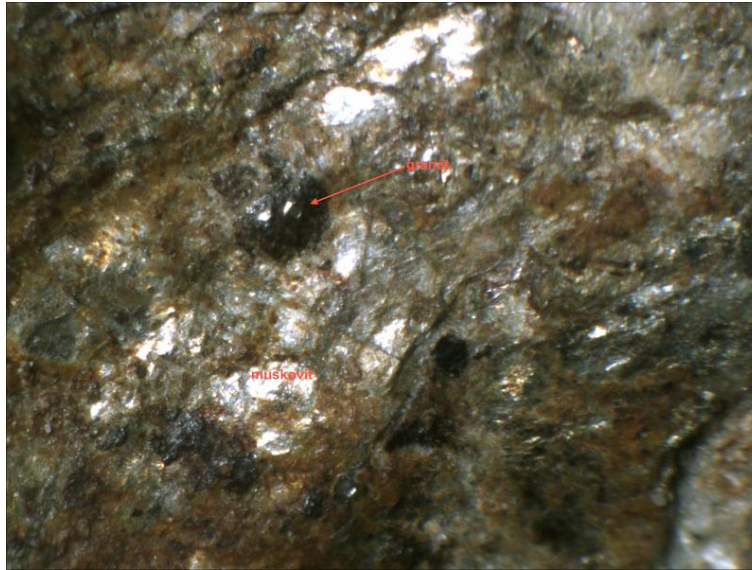
Fylosilikáty se vyznačují vrstevnatou vazbou Si tetraedrů a z tohoto důvodu mají dokonalou štěpnost v jednom směru.

Slídy

Muskovit (světlá slída)

tvrdost: 2-3

Muskovit v horninách tvoří silně stříbřitě lesklé okrouhlé nepravidelné výborně štěpné šupinky. *Muskovit* je stříbřitě lesklý, čirý a v tenkém lupínku průhledný, jinak perleťově nažloutlý (Obr. 10). Je součástí velmi kyselých a kyselých vyvřelých hornin (hlubinných a žilných), dále je přítomen v metamorfitech (ruly, ortoruly, pararuly, svory). Špatně podléhá větrání a proto bývá také součástí klastických sedimentů.



Obr. 10: „Zlatavý“ muskovit ve svoru pod binokulárním mikroskopem.

Slabou metamorfózou muskovitu vzniká jemně šupinkatý *sericit*, který dodává hornině hedvábný lesk (fylit).

Biotit (tmavá slída)

tvrdost: 2,5 - 3

Biotit je tmavě hnědý až černý velmi dobře štěpný lesklý minerál. V horninách tvoří lupínky nepravidelného tvaru (Obr. 11).



Obr. 11: Biotitický svor.

Biotit je součástí kyselých a neutrálních vyvřelin a metamorfovaných hornin (ruly). V sedimentech se nevyskytuje, protože snadno podléhá větrání. Přítomnost velkého množství biotitu v horninách snižuje stavební kvalitu horniny.

Chlorit

tvrdost: 2 - 2,5

Chlorit je zelený jemně šupinkatý minerál. Vzniká přeměnou biotitu, pyroxenů a amfibolů, proto se vyskytuje v metamorfovaných horninách (chloritické břidlice, fylit, chloritizovaná žula).

Jílové minerály

Jílové minerály jsou hliníkokřemičitany s mnoha mimořádnými pozitivními i negativními vlastnostmi (např. sorpce, plasticita, žáruvzdornost, bobtnavost, výměna bází, schopnost expanze) vločkovitého tvaru submikroskopických rozměrů. Jsou významnou součástí politických sedimentů. Dělí se do skupiny *kaolinitu*, *montmorillonitu* a *illitu*.

Glaukonit

Glaukonit je zelený jemně šupinkatý minerál vznikající v mořském prostředí. Zabarvuje tmel sedimentárních hornin do zelena (glaukonitický pískovec, Obr. 12).



Obr. 12: Glaukonitický pískovec pod binokulárním mikroskopem.

Inosilikáty

Pyroxeny

Skupina minerálů, které se dále dělí a pojmenovávají podle chemického složení a krystalové soustavy.

Pyroxeny (Obr. 13) tvoří v horninách krátce sloupcovité černé až nazelenalé slabě lesklé krystaly. Od ostatních podobných minerálů se poznají podle úhlu štěpných ploch, které spolu svírají úhel přibližně 90°.



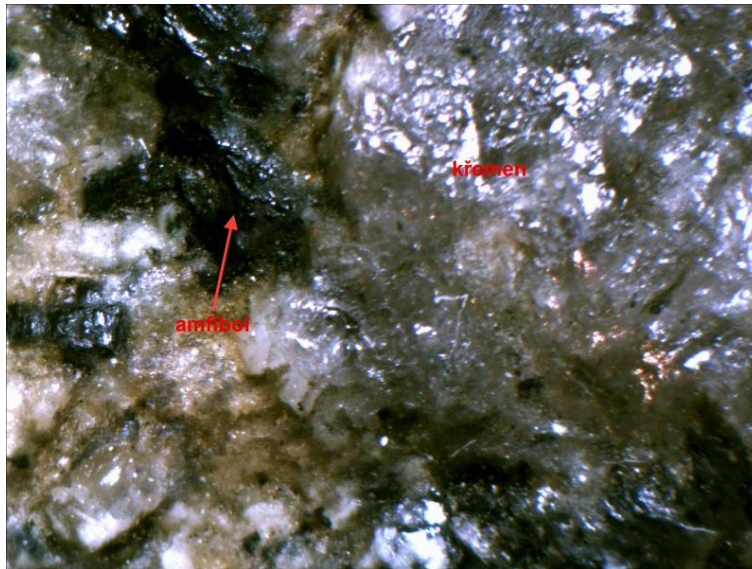
Obr. 13: Pyroxen augit v čediči.

Pyroxeny se nejčastěji vyskytují v bazických a ultrabazických horninách, méně v neutrálních a kyselých. V čedičových horninách a jeho tufech je často pyroxen (augit).

Amfiboly

Amfiboly (Obr. 14) mají tmavě zelenou až černou barvu a sloupcovitý až jehličkovitý tvar. Na větších krystalech je možno sledovat štěpnost paralelní s osou sloupců. Štěpné plochy svírají na řezu úhel 120°.

Amfiboly se vyskytují v neutrálních a kyselých vyvřelinách, méně v bazických horninách. Dále jsou *amfiboly* součástí některých metamorfitů. Přítomnost *amfibolů* v horninách způsobuje značnou pevnost a houževnatost.



Obr. 14: Amfibol v žule pod binokulárním mikroskopem.

Cyklosilikáty

Turmalín

tvrdost: 7 - 7,5

Turmalíny (Obr. 15) tvoří v horninách dlouhé pravidelné sloupce. Mohou být černé, ale i růžové, zelené nebo modré. Nejběžnější *turmalín* (skoryl) krystaluje v horninách v podobě protažených černých *neštěpných* sloupků, které jsou obvykle na povrchu rýhované.



Obr. 15: Turmalín (<http://www.minerallybratislava.sk>).

Nezosilikáty

Olivíny

tvrdost: 6,5 – 7

Olivín je izomorfní směsí složky železnaté (fayalit) a hořečnaté (forsterit) v různém poměru. Tvoří v horninách nepravidelně štěpná průhledná zrna a pecky (Obr. 16). Má tmavě zelenou až zelenohnědou barvu. Zvětráváním horniny se *olivín* stává nažloutlým až nažloutle zeleným.



Obr. 16: Olivín v čediči.

Olivín je typickým minerálem bazických a ultrabazických hornin (čedič, gabro, peridotit, kimberlit).

Granáty

tvrdost: 7 - 7,5

Granáty mají různé chemické složení a dále se dělí a pojmenovávají podle obsahu Al, Mg, Fe, Ca, Mn. V horninách krystalují obvykle v podobě izometrických zrn a pecek různých velikostí (Obr. 17). Mohou být hnědavě červené, červené až fialové neštěpné s lasturnatým lomem. Vyskytují se v metamorfovaných horninách (granulit, svor, rula, hadec, skarn), případně v pegmatitech.



Obr. 17: Zrno granátu v granulitu pod binokulárním mikroskopem.

Seznam použitých informačních zdrojů

Chamra Sv., Schröfel J., Tylš Vl. (2005): Základy petrografie a regionální geologie ČR. Vydavatelství ČVUT, 181 str.

<http://kvmuz.cz/typ/priroda-karlovarska/karlovarske-dvojce>

<http://www.minerallybratislava.sk>