

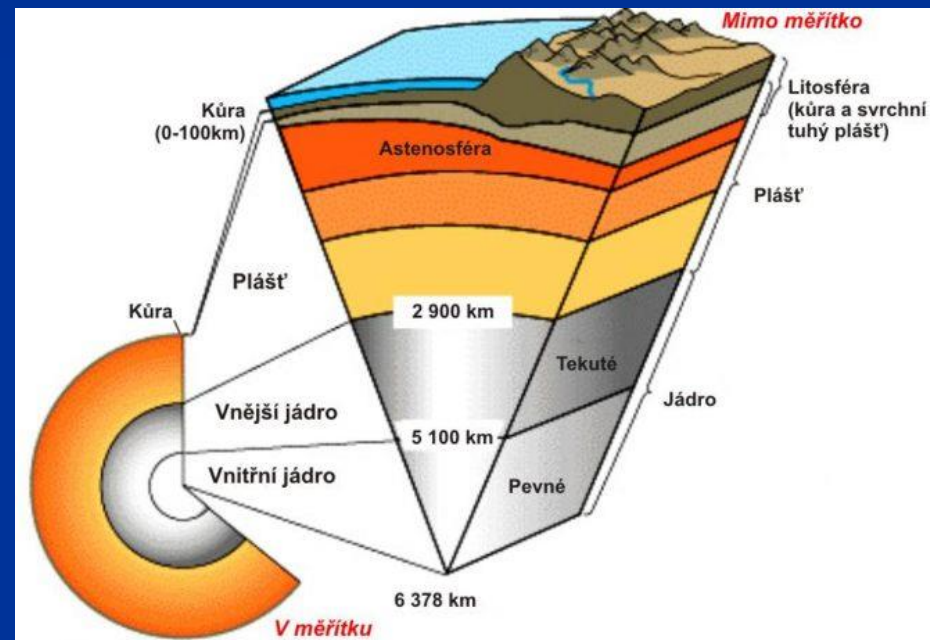
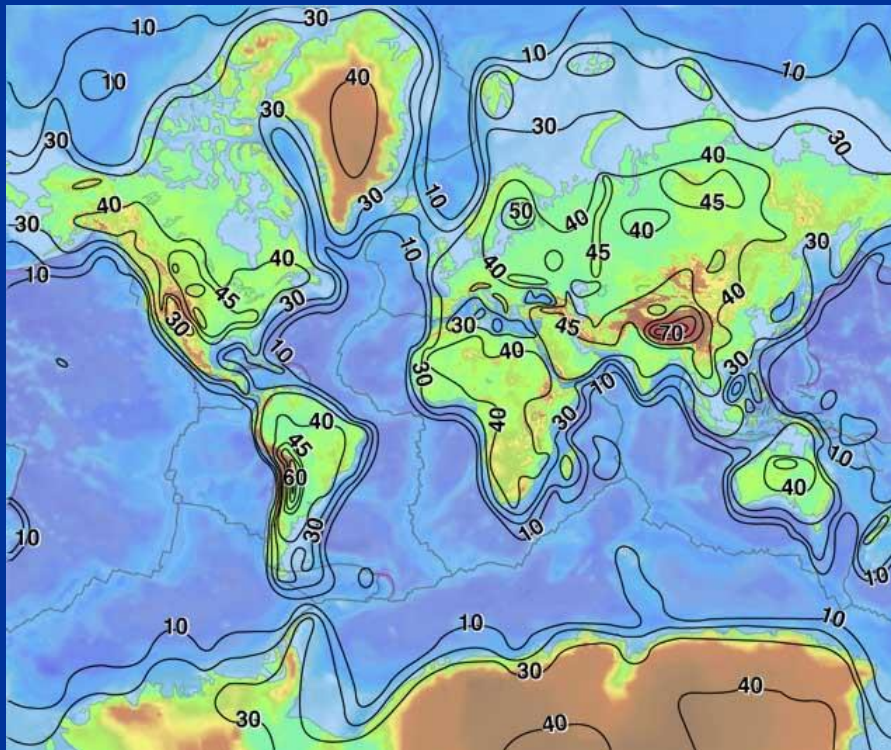
Dana Sitányiová

Prednáška 3 – horninotvorný cyklus



Zemská kôra = 0,3 % zemského polomeru

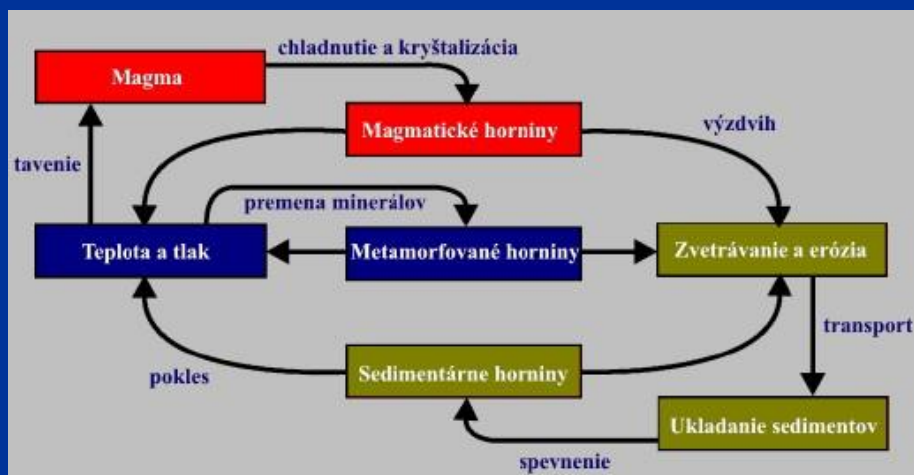
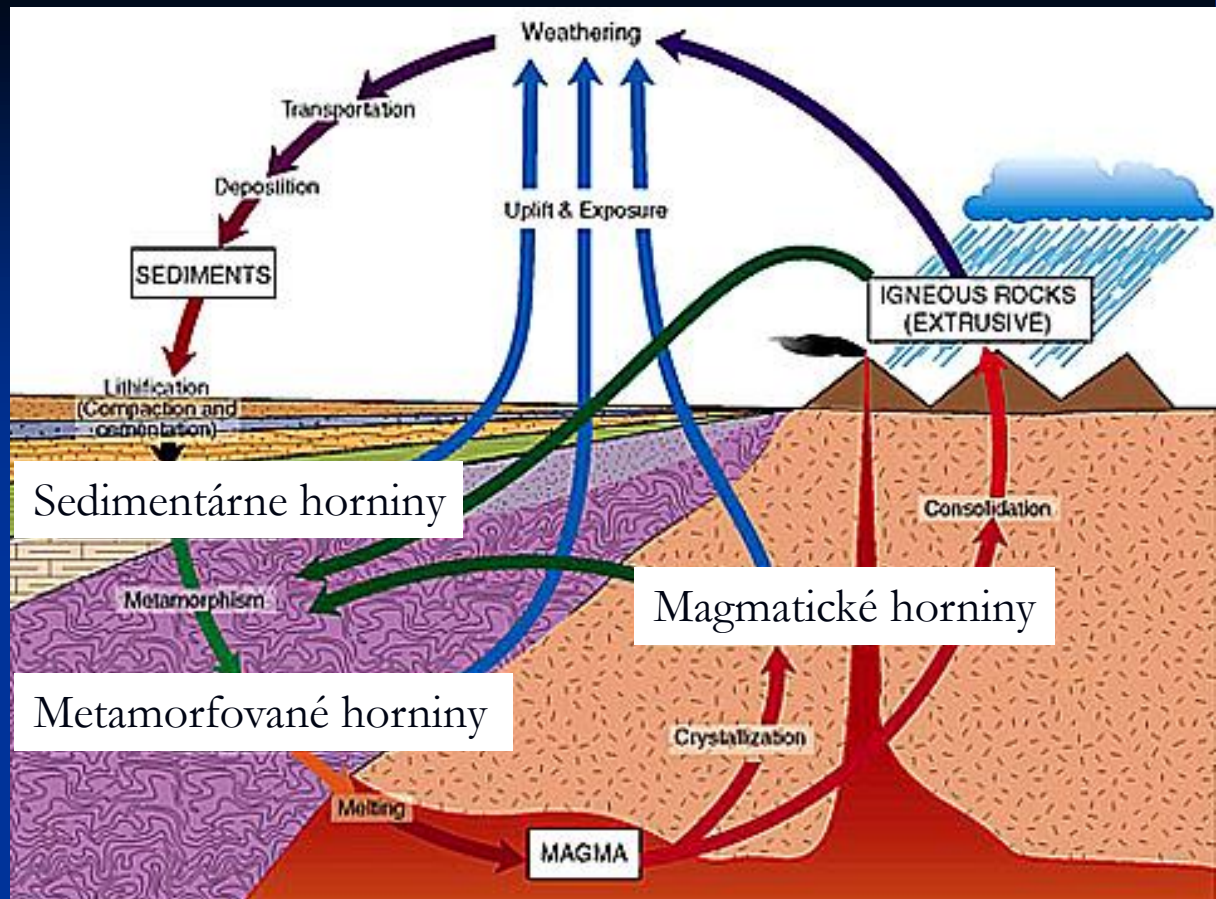
- **Kontinentálna** (granitoidy, metamorfity, bazaltoidy)
- **Oceánska** (sedimenty, ultrabáziká)
- **Prechodný typ** (prevládajú bazalty)



Mapa izolínií hrúbky zemskej kôry

Horninový cyklus

Horniny sú (okrem vody) najrozšírenejší materiál na povrchu Zeme. Sú to prirodzené vznikajúce agregáty zložené z jedného alebo viacerých minerálov.



Magmatické horniny

Magmatické (vyvreté) horniny (angl. igneous rocks) vznikajú chladnutím a kryštalizáciou tekutého (roztaveného) horninového materiálu. Ich pôvod je spätý s pohybom litosferických platní. Magmatická aktivita hrá významnú úlohu pri rozpínaní oceánskeho dna a formovaní novej oceánskej kôry, pri vzniku pohorí a vývoji kontinentov. Kryštalizáciou jednotlivých minerálov z magmatickej taveniny vzniká sieť navzájom tesne prerastených minerálnych zrn. Zrná, ktoré tvoria vyvreté horniny sú väčšinou silikátové minerály, ktoré kryštalizujú pri relatívne vysokých teplotách v rozsahu od 650° C do 1200° C.



Granit (žula)



Sedimentárne horniny

Usadené (sedimentárne) horniny vznikajú usadením rôzneho materiálu. Podľa spôsobu vzniku rozlišujeme úlomkovité, chemické a organogénne sedimenty. Úlomkovité sedimenty môžu byť sypké, ako napr. štrky, piesky, spraše. V pevných usadeninách, ako napr. pieskovec, sa voľné častice stmelili ílom, vápencom alebo kremeňom. Chemické sedimenty vznikajú chemickým vylučovaním látok rozpustených vo vode odparovaním alebo zmenou chemického zloženia roztoku. Takto vznikli napr. kamenná soľ alebo bauxit. Organogénne sedimenty, ako napr. krieda, vápence a rozličné druhy uhlia, vznikli nahromadením zvyškov odumretých živočíchov a rastlín.



Vápenec



Kriedový útes

Metamorfované horniny

Premenené (metamorfované) horniny vznikli premenou starších sedimentárnych alebo vyvretých hornín ale aj skôr premenených hornín. Metamorfóza môže pôsobiť niekoľko rokov ale aj niekoľko desiatok miliónov rokov. Najdôležitejšími faktormi premeny sú teplota a tlak. Premenené horniny sa vyznačujú výraznou orientáciou kryštálov, ktorá naznačuje, smer tlaku pri vzniku horniny. Veľkosť kryštálov naznačuje teplotu a tlak pôsobiaci počas vzniku horniny.



Svor



Premena pôvodných hornín

Ludia a horniny



Ľudia a horniny



Minerály

Horniny sú tvorené minerálmi. Minerál (nerast) je anorganická homogénna prírodnina so stálou štruktúrou, stabilným chemickým zložením a charakteristickým kryštálovým tvarom (morfológiou)



Pôvod minerálov

Minerály vznikli vplyvom rozličných geologických procesov.

Môžeme ich rozdeliť na dve hlavné genetické skupiny:

1. **Endogénne**, ktoré vznikajú vďaka uvoľňovaniu tepelnej energie z vnútra zemegule. Sú to v širšom zmysle slova produkty magmatickej činnosti.
2. **Exogénne**, ktoré vznikajú pri procesoch prebiehajúcich na zemskom povrchu. Procesy vzniku minerálov sa odohrávajú v najvrchnejšej časti zemskej kôry a to za nízkych teplôt a tlakov blízkych k atmosférickým, v podmienkach vzájomného pôsobenia fyzikálnych a chemických činiteľov atmosféry, hydrosféry a biosféry.

Minerály - klasifikácia

Genéza

- Primárne
- Sekundárne

Podiel v hornine

- Hlavné 10% a viac
- Vedľajšie 5-10%
- Akcesorické < 5%

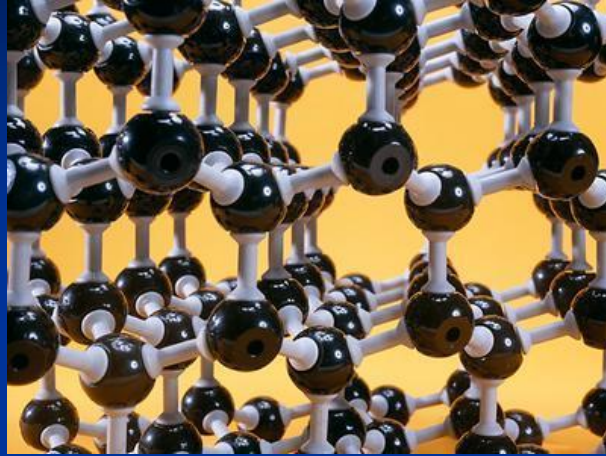
Farba

- Svetlé
- Tmavé



Tvar kryštálu – kryštalizačná sústava

- Trojklonná (triklinická)
- Jednoklonná (monoklinická)
- Kosoštvorcová (rombická)
- Štvorcová (tetragonálna)
- Šesťuholníková (hexagonálna)
- Trigonálna (klencová)
- Kocková (kubická)



Rozmery kryštálov

nm - m

Mors, Dánsko, kalcit



"Cave of the Swords"
Naica – Mexico, sadrovec



Štiepateľnosť

- Výborná – sludy
- Veľmi dobrá – galenit, soľ, kalcit
- Dobrá – pyroxény
- Nedokonalá – beryl, apatit



Tvrdość – Mohsova stupnica

1. Mastenec
2. Kamenná soľ
3. Kalcit
4. Fluorit
5. Apatit
6. Ortoklas
7. Kremeň
8. Topás
9. Korund
10. Diamant

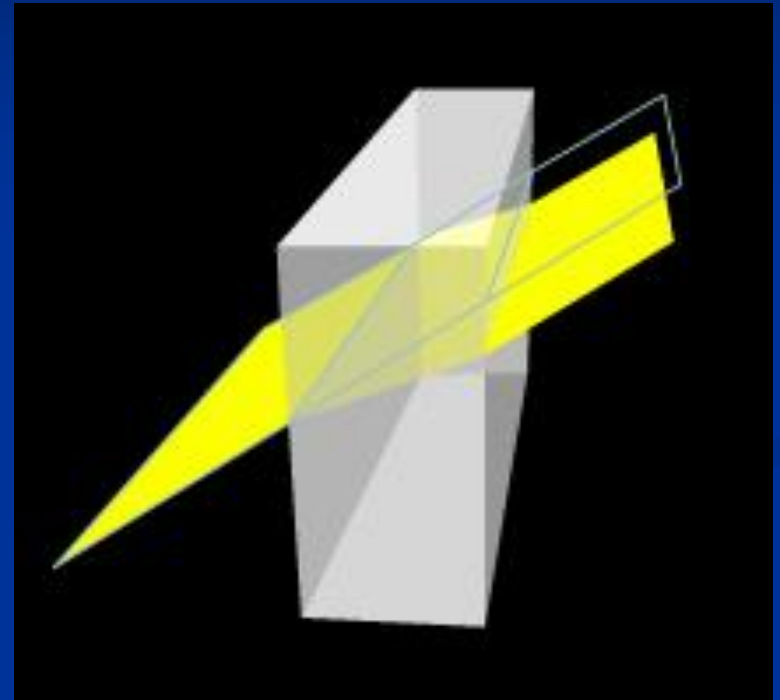


Ďalšie vlastnosti

- Lom
- Pružnosť
- Magnetickosť

Optické

- Farba
- Farba vrypu
- Priechodnosť svetla
- Lesk
- Lom svetla



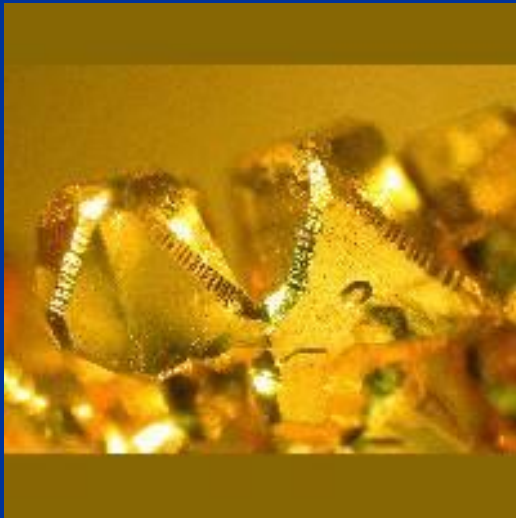
Triedy – podľa chemického zloženia

1. Prvky
2. Sulfidy (sírniky)
3. Halovce
4. Oxidy
5. Hydroxidy
6. Dusičnany
7. Uhličitany
8. Sulfáty (sírany)
9. Wolframany
10. Fosfáty
11. Silikáty (kremičitany)
12. Minerály organickej povahy

Prvky

1. Kovy

Fe, Cu, Ag Au, Pt, Hg



Prvky

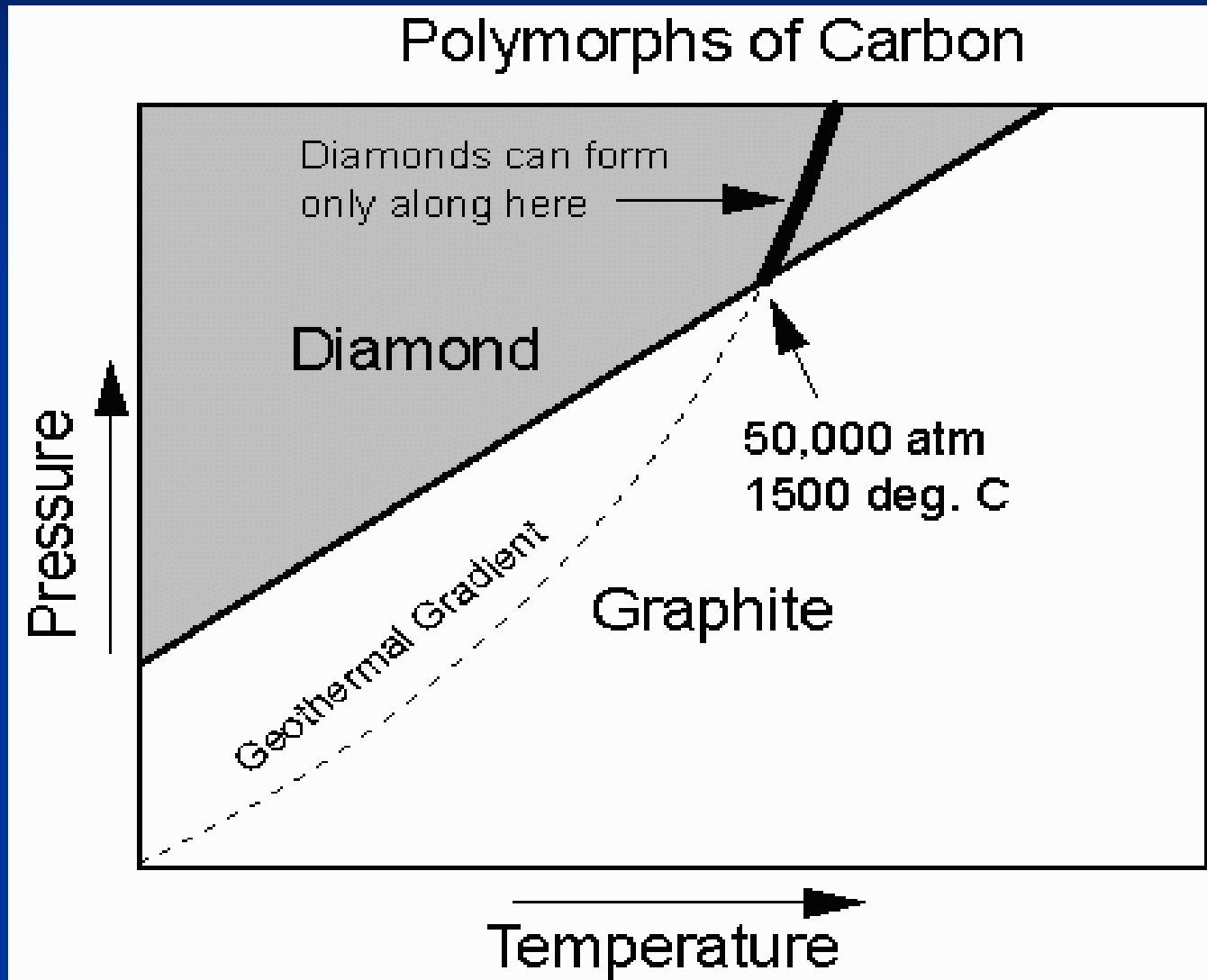
2. Nekovy a polokovy

Arzén – As, Antimón –
Sb, Bizmut – Bi

Diamant – C, Grafit – C,
Síra - S



Kryštalizácia C



Sulfidy a sulfosoli

- Galenit - PbS
- Sfalerit - ZnS
- Chalkopyrit – CuFeS_2
- Rumelka - HgS
- Antimonit - Sb_2S_3
- Pyrit - FeS_2



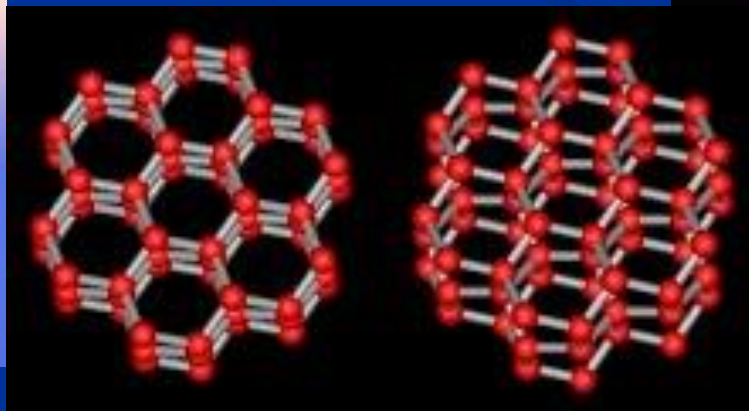
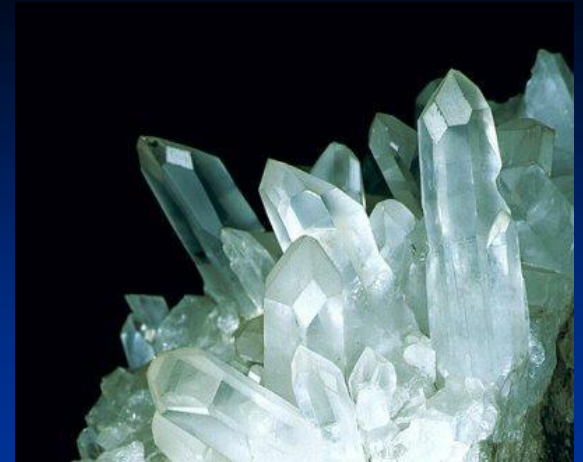
Halovce

- Halit – NaCl
- Fluorit - CaF₂
- Sylvín – KCl, Karnalit



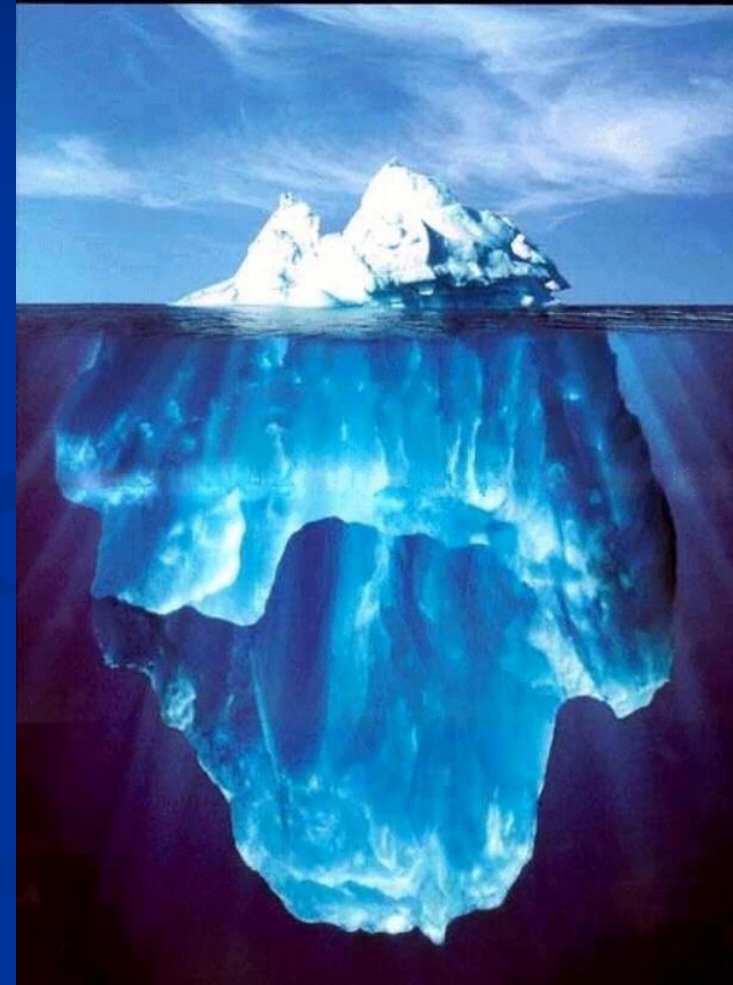
Oxidy

- Lďad – H_2O
- Korund – Al_2O_3
- Hematit – Fe_2O_3
- Magnetit – Fe_3O_4
- Kremeň – SiO_2
- Opál - $\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$

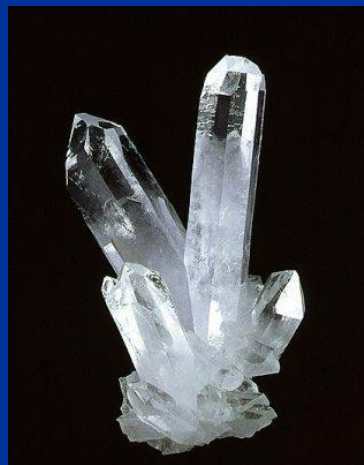
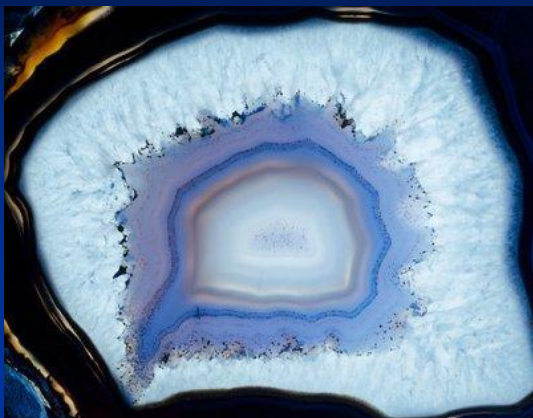


Vlastnosti ľadu

- Voda dosahuje najväčšiu hustotu pri teplote 4 °C.
- S ďalším poklesom teploty svoj objem zväčšuje. Táto anomália vody spôsobuje v chladných stojatých vodách teplotnú inverziu.
- Zamrzajúca voda v puklinách drví horniny. Maximálny účinok nastáva pri teplote -22 °C, kedy voda v dokonale uzavretej dutine vyvinie tlak až 210 MPa .
- Ľad má pri rovnakej hmotnosti väčší objem ako voda (hustota = 916,7 kg/m³), a tak kryhy ľadu plávajú pri hladine.
- Z 10 objemových jednotiek vody sa utvorí 11 obj. jednotiek ľadu.
- Správa sa plasticky



Kremeň



Hydroxidy

- Limonit
- Bauxit
- Psilomelán



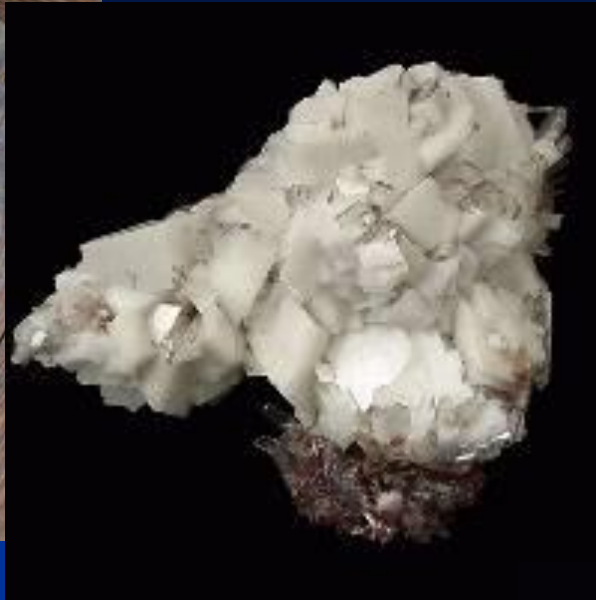
Dusičnany

- Nitronatrit – čílsky liadok NaNO_3
- Nitrokalit – draselný liadok KNO_3



Uhličitany

- Kalcit – CaCO_3
- Aragonit - CaCO_3
- Dolomit – $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
- Siderit – FeCO_3
- Malachit
- Azurit
- Magnezit – MgCO_3



Sulfáty

- Baryt – BaSO_4
- Anhydrit – CaSO_4
- Sádovec – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



Wolframany, fosfáty

- Wolframit
- Apatit



Minerály organickej povahy

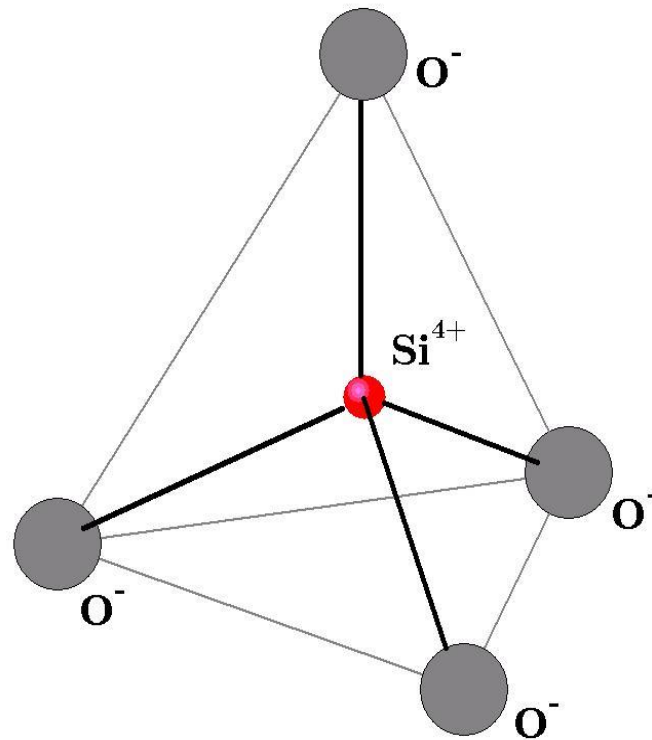
- Soli organických kyselín
- Uhl'ovodíky
- Bitúmeny
- Živice - jantár
- Uhlie



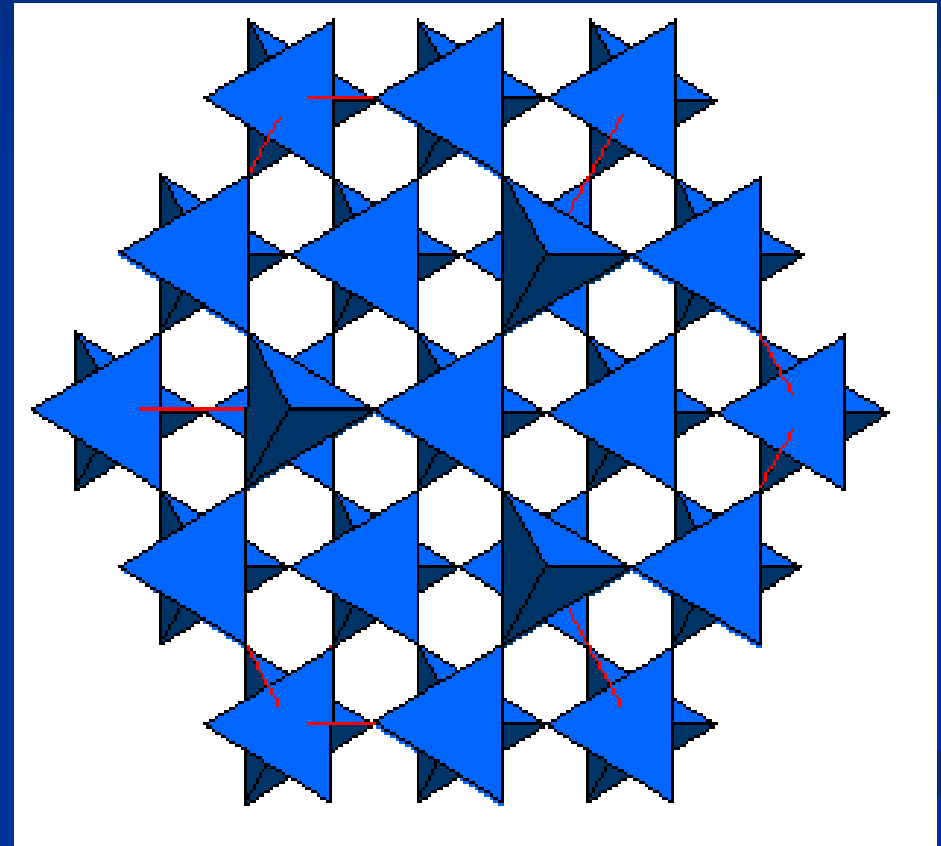
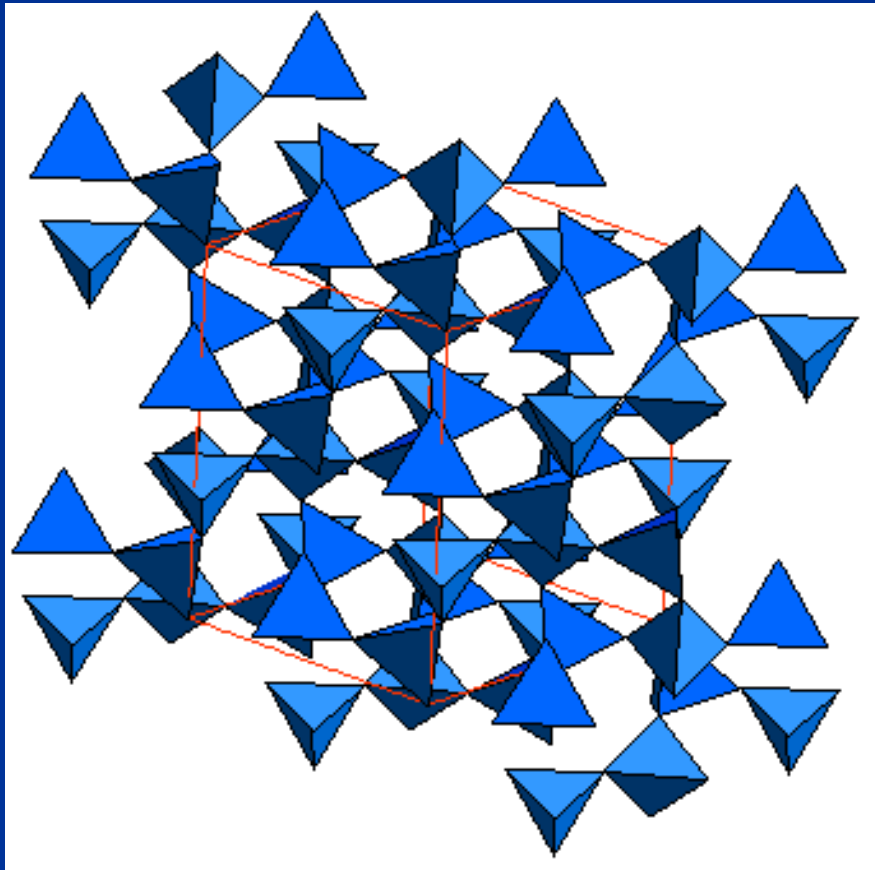
Silikáty - kremičitany

- 80 hmotnostných % zemskej kôry
- najrozšírenejšia trieda minerálov.
- na ich stavbe sa podieľa asi 57 chemických prvkov
- ich základnou stavebnou jednotkou je tetraéder (štvorsten) budovaný atómami kremíka a kyslíka – SiO_4 .
- tetraédre vystupujú ako samostatné, alebo sa spájajú cez vrcholy prostredníctvom atómov kyslíka.
- spôsob ich spojenia je rozhodujúci pre vlastnosti minerálu

Štruktúra tetraédra



Spájanie tetraédrov



Rozdelenie silikátov

- **NESOSILIKÁTY** – izolované tetraédre, spájajú sa prostredníctvom katiónov iných prvkov
 - **SOROSILIKÁTY** – skupiny dvoch tetraédrov
 - **CYKLOSILIKÁTY** – skupiny viacerých tetraédrov v prstenci – silikáty s izolovanými skupinami tetraédrov.
- **INOSILIKÁTY** – s nekonečnými jednorozmernými reťazcami tetraédrov
- **FYLOSILIKÁTY** – s nekonečnými vrstvami tetraédrov, rôzna orientácia, rôzne ióny – množstvo kombinácií.
- **TEKTOSILIKÁTY** – s nekonečnými trojrozmernými kostrami tetraédrov, všetky atómy kyslíka sú spoločné s ostatnými tetraédrami v susedstve.

Nesosilikáty

- **Olivín** je hlavný horninotvorný minerál ultrabázických hornín a vedľajší alebo akcesorický minerál v bázických horninách (napr. v čadičoch – Nová Baňa).
- **Topás** je žltej až čírej farby, vyskytuje sa hlavne v pegmatitoch, v kremenných žilách (Hnilec), alebo sa hromadí v náplavoch (Brazília). Využíva sa ako drahokam.

Minerály skupiny Al_2SiO_5 :

- **Andaluzit** – vyskytuje sa hlavne v metamorfovaných horninách (ruly, svory).
- **Sillimanit** – vzniká pri vysoko-teplotnej metamorfóze (ruly, migmatity – Vysoké Tatry),
- **Kyanit** (distén) tvorí ploché kryštáliky modrej farby.

Skupina Granátov – skupina kryštalograficky rovnakých kremičitanov, odlišujúcich sa len chemickým zložením a farbou. Používajú sa v klenotníctve, alebo ako brúsny materiál.

Nesosilikáty



SOROSILIKÁTY

- V prírode sú minerály tejto skupiny veľmi vzácne.
- **Epidot** – zelený až tmavý minerál tvoriaci stĺpiky a zrná. Vyskytuje sa v hydrotermálne premenených horninách (Harmónia), pegmatitoch (Kremnické, Štiavnické vrchy).
- **Zoizit** – kryštalizuje v kosoštvorcovej sústave, nachádza sa hlavne v metamorfovaných horninách (mramory).

Cyklosilikáty

- **Beryl** – najrozšírenejší minerál berýlia. Tvorí stĺpčekovité kryštály. Má viacero farebných odrôd: zelený – smaragd (Kolumbia, Madagaskar, Srí Lanka), modrozelený – akvamarín, žltý – heliodor. Využitie – v klenotníctve, surovina na výrobu berýlia, letectvo, raketová technika.
- **Turmalín** – Vyskytuje sa vo viacerých farebných odrodách, tvorí stĺpce alebo ihličky. Výskyt: greizeny (Hnilec), sideritové žily (Rudňany).

Cyklosilikáty

Beryl

Smaragd



INOSILIKÁTY - pyroxény

Pyroxény sa delia na: monoklinicé a rombické. Majú krátko-stĺpikaté kryštály, na ktorých je dobre viditeľná štiepatelnosť.

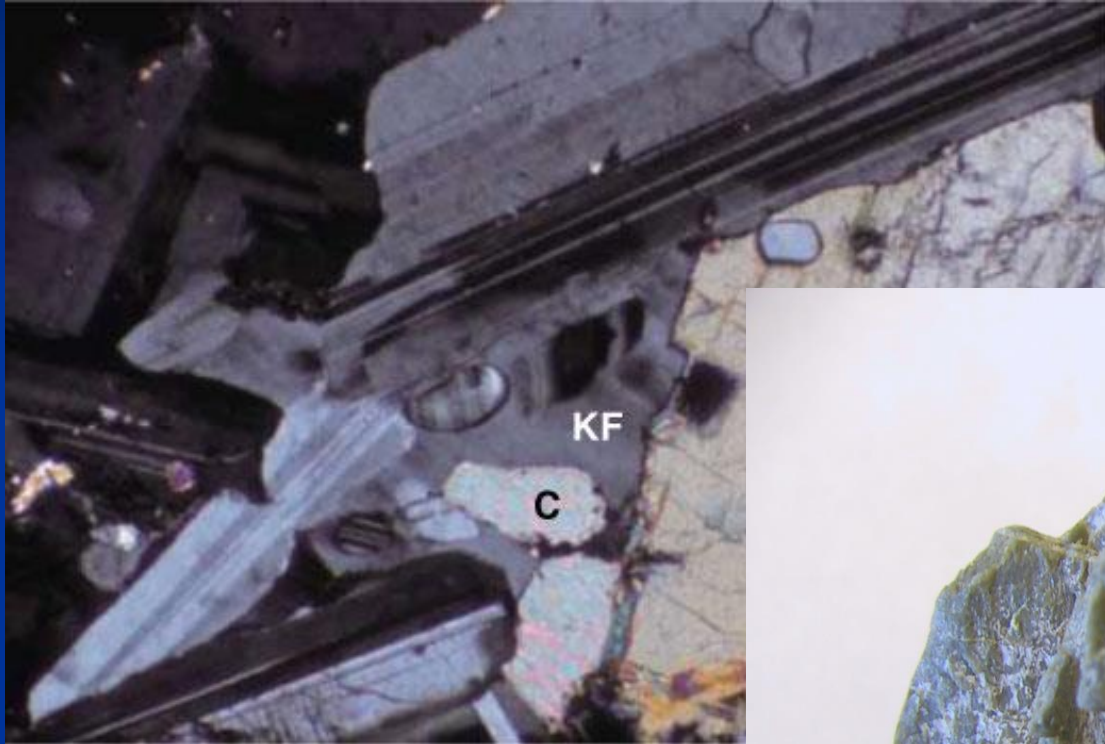
Monoklinické:

- Ca – diopsid, hedenbergit, augit
- Na – egirín, jedeit
- Li – spodumen

Rombické

- Vyskytujú sa ako hlavné horninotvorné minerály bázických a ultrabázických hornín. Patrí k nim **enstatit, bronzit a hyperstén.**

Pyroxény



INOSILIKÁTY-Amfiboly

- Delia sa na monoklinické a rombické

Monoklinické

- **Tremolit a aktinolit** – vláknité amfiboly, tremolit bielej a aktinolit tmavozelenej farby, nazývajú sa tiež amfibolový azbest. Tvrdý aktinolit – nefrit (šperky). Vznikajú ako produkty slabej metamorfózy. Používajú sa ako nehorľavý azbest. Výskyt (Jaklovce, Muránska Dlhá Lúka).
- **Obyčajný amfibol** – je najbežnejší amfibol. Nachádza sa v magmatických horninách. (andezity – Kremnica).
- **Glaukofán** – zriedkavý minerál sivomodrej farby, nachádza sa hlavne v metamorfovaných horninách.

Rombické

- **Antofylit** – vláknitý a ihličkovitý minerál hnedosivej až zelenej farby, nachádzajúci sa v metamorfovaných a ultrabázických horninách.

Amfiboly



FYLOSILIKÁTY

Ílové – sú vodnaté Al, Mg silikáty, s kationmi Ca, Fe, K, Na. Hromadia sa v sedimentárnych horninách a sú základnou zložkou pôd.

- **kaolinit, montmorillonit, illit**

Dvojvrstvové fylosilikáty – serpentíny – vznikajú hydrotermálnou premenou ultrabázických hornín

Trojvrstvové fylosilikáty – napr. **mastenec** vzniká hydrotermálnou premenou ultrabázických hornín. Nachádza sa v Hnúšti a Jelšave.

Skupina sľúd:

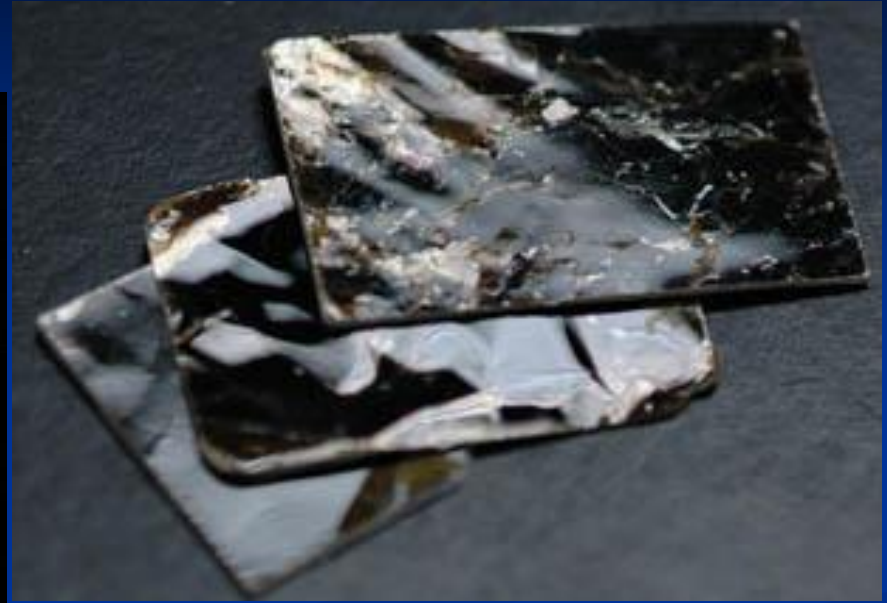
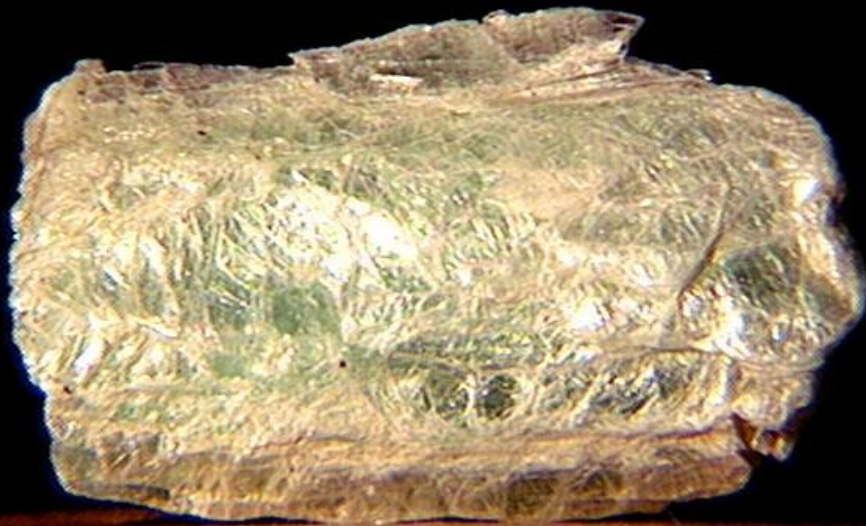
- **Biotit** – najrozšírenejšia tmavá sľuda

- **Muskovit** – bezfarebná až priezračná sľuda nachádzajúca sa hlavne v kyslých magmatitoch a pegmatitoch.

Štvorvrstvové – patrí sme napríklad skupina chloritov.

Zmiešanovrstevnaté silikáty tvoria pôdy.

Fylosilikáty



TEKTOSILIKÁTY

- Najväčšie zastúpenie v tejto skupine majú **živce**, základné horninotvorné minerály, ktoré tvoria až 50 hmotnostných % zemskej kôry. Kryštalizujú v jednoklonnej a trojklonnej sústave a tvoria krátko-stĺpikaté kryštály, často zrasty. Majú dobrú štiepatel'nosť. Ľahko podliehajú zvetrávaniu.

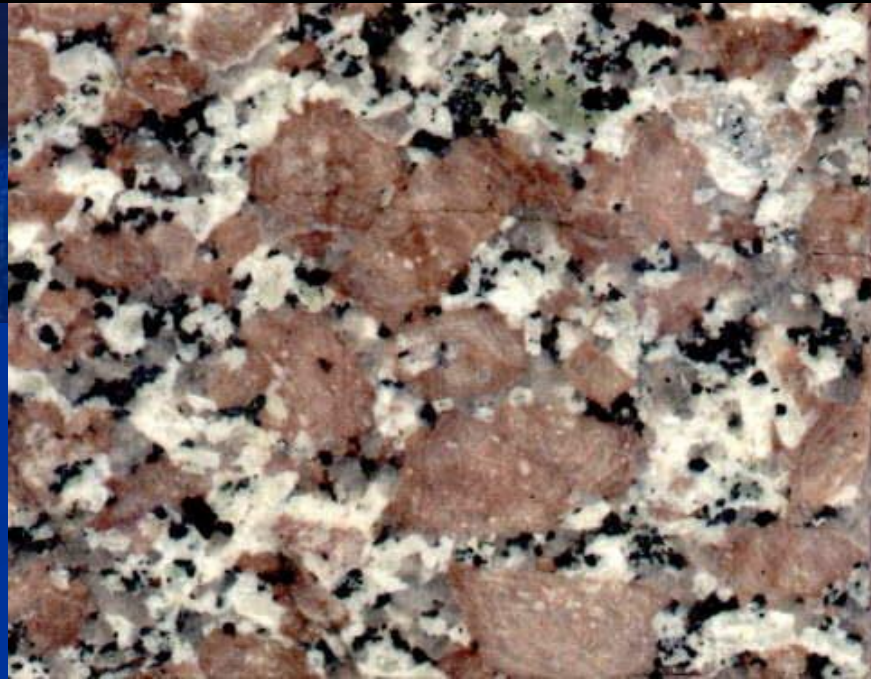
Alkalické:

- **Sanidín, Ortoklas, Mikroklín** sa vyskytujú v kyslých magmatických horninách

Sodno-vápenaté – plagioklasy:

- Tvoria plynulý rad minerálov **albit-oligoklas-andezín-labradorit-bytownit-anortit**. Nachádzajú sa v magmatických horninách okrem ultrabázických. Majú svetlé farby, labradorit – nábehové farby, pri zvetrávaní sa ľahko rozkladajú.

Živce



TEKTOSILIKÁTY

Zástupcovia živcov – foidy sa nachádzajú hlavne vo výlevných horninách. Vznikajú z magmy chudobnej na SiO_2 .

■ **Leucit , Nefelín, Sodalit** – nachádzajú sa vo výlevných horninách.

Zeolity: sú vodnaté alumosilikáty. Ľahko podliehajú dehydratácii a rehydratácii, sú ľahko rozpustné a napučievajú. Tvoria ihličkovité a stĺpkovité kryštáliky v dutinách čadičov, znelcov a melafýrov. Patria sem minerály: **natrolit, chabazit a klinoptilolit**, ktorý sa ťaží v Nižnom Hrabovci a používa sa ako absorbent pri spracovaní ropy, zmäkčovaní vody a v poľnohospodárstve.