

Mineralogie II

Milan Novák

Ústav geologických věd, PřF MU v Brně

INOSILIKÁTY

Hlavní skupiny: pyroxeny
 amfiboly

Struktury inosilikátů se skládají z nekonečného řetězce tetraedrů SiO_4 , které se střídají s pásovými vrstvami oktaedrů, a obojí jsou orientovány rovnoběžně s osou z (vertikálou krystalu). V pyroxenech jsou řetězce tetraedrů SiO_4 jednoduché, v amfibolech dvojité.

Obr. 1. Srovnání struktur pyroxenů, amfibolů a slíd

Skupina pyroxenu

Monoklinické, rombické

obecný vzorec $\text{M}_2\text{M}_1\text{T}_2\text{O}_6$.

$\text{M}_2 = \text{Mg, Fe, Ca, Na, Li}$

$\text{M}_1 = \text{Mg, Fe, Mn, Al, Fe}^{3+}, \text{Cr, V, Sc}$

Struktura

Spojité řetězce o složení $(\text{SiO}_3)_n$ je tvořen spojením $[\text{SiO}_4]$ tetraedrů sdílejících dva ze čtyř vnějších rohů. Řetězce jsou spojeny kationy ve dvou odlišných pozicích, M_2 a M_1 . M_1 kationy v oktaedrické koordinaci leží mezi dvěma vrcholky SiO_3 řetězů, M_2 kationy v hexaedrické nebo oktaedrické koordinaci leží mezi jejich bázemi.

Obr. 2. Krystalová struktura pyroxenů

Tab. 1. Schematický diagram znázorňující vstup kationtů do jednotlivých krystalografických pozicí v pyroxenech.

Obr. 3. Klasifikace jednotlivých typů pyroxenů.

Obr. 4. Mísitelnost pyroxenů v různých podmínkách.

Tab. 3. Distribuce kationtů a symetrie minerálů skupiny pyroxenu

	<i>M2</i>	<i>M1</i>	<i>T₂</i>	symmetry
<i>Mg-Fe pyroxenes</i>				
Enstatite	Mg	Mg	Si	orthorhombic
Ferrosilite	Fe ²⁺	Fe ²⁺	Si	orthorhombic
Clinoenstatite	Mg	Mg	Si	monoclinic
Clinoferrosilite	Fe ²⁺	Fe ²⁺	Si	monoclinic
Pigeonite	Mg, Fe ²⁺ , Ca	Mg, Fe ²⁺	Si	monoclinic
<i>Mn-Mg pyroxenes</i>				
Donpeacorite	Mn ²⁺	Mg	Si	orthorhombic
Kanoite	Mn ²⁺	Mg	Si	monoclinic
<i>Ca pyroxenes</i>				
Diopside	Ca	Mg	Si	monoclinic
Hedenbergite	Ca	Fe ²⁺	Si	monoclinic
Augite	Ca, Mg, Fe ²⁺	Mg, Fe ²⁺	Si	monoclinic
Johannsenite	Ca	Mn ²⁺	Si	monoclinic
Petedunnite	Ca	Zn	Si	monoclinic
Esseneite	Ca	Fe ³⁺	Si, Al	monoclinic
<i>Ca-Na pyroxenes</i>				
Omphacite	Ca, Na	Mg, Fe ²⁺ , Al	Si	monoclinic
Aegirine-augite	Ca, Na	Mg, Fe ²⁺ , Fe ³⁺	Si	monoclinic
<i>Na pyroxenes</i>				
Jadeite	Na	Al	Si	monoclinic
Aegirine	Na	Fe ³⁺	Si	monoclinic
Kosmochlor	Na	Cr	Si	monoclinic
Jervisite	Na	Sc	Si	monoclinic
Namansilite	Na	Mn ³⁺	Si	monoclinic
Natalyite	Na	V	Si	monoclinic
<i>Li pyroxenes</i>				
Spodumene	Li	Al	Si	monoclinic

Typické substituce:
Fe-Mg, CaMg-NaAl

Výskyty

Typické horninotvorné minerály magmatických a metamorfovaných hornin. Vznikají téměř výhradně za relativně vysokých teplot a tlaků, od podmínek zemského pláště až po vulkanické horniny. Hojně jsou také v extraterestrických horninách. Pyroxeny jsou často zatlačovány amfibolem, popř. slídou nebo chlority.

Skupina amfibolů

Ve struktuře amfibolů se objevují motivy struktury pyroxenů a slíd a amfiboly leží mezi oběma skupinami i petrologicky (např. Bowenovo schema) a běžně se pro ně používá souhrnný název *biopyriboly*.

monoklinické, rombické

obecný vzorec: $AB_2^{VI}C_5^{IV}T_8O_{22}(OH)_2$

kationy	pozice	koordinace
A = vakance, Na a K 10-12	1 A	
B = Na, Ca, Mg, Fe ²⁺ , Mn ²⁺ , Li, (Zn, Ni, Co)	2 M4	6-8
C = L-typ - Mg, Fe ²⁺ , Mn ²⁺ , Li, M-typ - Al, Fe ³⁺ , Cr, Mn ³⁺ , Ti	2 M1+2 M2+M3	6
T = Si, Al	8 T	4
OH = OH, F, Cl, O		

M-typ kationů obvykle zaujímá pozici M2.

Obr. 5. Struktura amfibolu.

Struktura

Základní motiv struktury je dvojitý dvojčlankový řetězec tetraedrů SiO₄, v němž se periodicky opakuje skupina 4 tetraedrů. Vzorcová aniontová skupina je tedy Si₄O₁₁⁶⁻.

Tab. 4. Klasifikace amfibolů (Leake et al. 1997) a vybrané amfiboly

Mg-Fe-Mn-Li amfiboly	A	B	C	T		
Antofylit	□	Mg ₂	Mg ₅	Si ₈	O ₂₂	(OH) ₂
Gedrit	□	Mg ₂	Mg ₃ Al ₂	Si ₆ Al ₂	O ₂₂	(OH) ₂
Holmquistit	□	Li ₂	Mg ₃ Al ₂	Si ₈	O ₂₂	(OH) ₂
Ca amfiboly						
Tremolit	□	Ca ₂	Mg ₅	Si ₈	O ₂₂	(OH) ₂
Magnesiohornblend	□	Ca ₂	Mg ₄ Al	Si ₇ Al	O ₂₂	(OH) ₂
Aluminotschermakit	□	Ca ₂	Mg ₃ Al ₂	Si ₆ Al ₂	O ₂₂	(OH) ₂
Edenit	Na	Ca ₂	Mg ₅	Si ₇ Al	O ₂₂	(OH) ₂
Pargasit	Na	Ca ₂	Mg ₄ Al	Si ₆ Al ₂	O ₂₂	(OH) ₂
Kaersutit	Na	Ca ₂	Mg ₄ Ti	Si ₆ Al ₂	O ₂₂	(OH) ₂
Na-Ca amfiboly (často s Fe ³⁺)						
Richterit	Na	NaCa	Mg ₅	Si ₈	O ₂₂	(OH) ₂
Magnesiokatoforit	Na	NaCa	Mg ₄ Al	Si ₇ Al	O ₂₂	(OH) ₂
Winchit	□	NaCa	Mg ₄ Al	Si ₈	O ₂₂	(OH) ₂
Aluminobarroisit	□	NaCa	Mg ₃ Al ₂	Si ₇ Al	O ₂₂	(OH) ₂
Na amfiboly (často s Fe ³⁺)						
Glaukofan	□	Na ₂	Mg ₃ Al ₂	Si ₈	O ₂₂	(OH) ₂
Magnesioarfvedsonit		Na	Na ₂	Mg ₃ AlFe ³⁺	Si ₇ Al	O ₂₂ (OH) ₂
Leakeit	Na	Na ₂	Mg ₃ Fe ³⁺ Li	Si ₈	O ₂₂	(OH) ₂

vybrané základní substituční vektory (odvozené od tremolitu)

- (1) ${}^VI Al^{IV} Al$ Mg₁Si₁ tremolit - tschermakit (magnesiohornblend)
- (2) ${}^B Na^{VI} Al_2^{IV} Al$ Ca₁Mg₂Si₁ tremolit - barroisit
- (3) ${}^B Na^{VI} Al$ Ca₁Mg₁ tremolit - glaukofan (winchit)
- (4) ${}^A Na^{VI} Al_2^{IV} Al_3$ □₁Mg₂Si₃ tremolit - magnesiosadanagait
- (5) ${}^A Na^{VI} Al_2^{IV} Al$ □₁Mg₂Si₃ tremolit - pargasit

(6) ${}^{\text{A}}\text{Na}^{\text{IV}}\text{Al} \quad \square_{-1}\text{Si}_{-1} \quad \text{tremolit - edenit}$

Obr. 6. Hlavní klasifikace amfibolů (bez Mg-Fe-Mn-Li amfibolů)

Obr. 7. Příklady klasifikace amfibolů (Ca amfiboly, Na-Ca amfiboly)

Výskyty:

Typické horninotvorné minerály magmatických a metamorfovaných hornin. Vznikají většinou za relativně vysokých teplot a tlaků, od podmínek zemského pláště (vzácně) až po vulkanické horniny, některé amfiboly (např. arfvedsonit) mohou vznikat i v podmínkách diagenese. Amfiboly tvoří podstatnou součást některých hornin (amfibolity, amfibolická gabra), někdy je přítomen jako vedlejší až akcesorický minerál (granitoidy).

Další inosilikáty

Prehnit $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Wollastonit CaSiO_3

Důležité horninotvorné minerály metamorfovaných hornin bohatých Ca

Rhodonit MnSiO_3

Karfolit $\text{MnAl}_2\text{Si}_2\text{O}_6(\text{OH})_4$

FYLOSILIKÁTY

Významná skupina silikátů, tetraedry SiO_4 jsou propojeny třemi vrcholy do nekonečných rovinných sítí s hexagonální nebo pseudo-hexagonální symetrií. Periodicky se opakuje motiv $\text{Si}_4 \text{O}_{10}^{4-}$. Tyto sítě jsou kombinovány s vrstvami oktaedrů a vytvářejí množství fylsilikátů s výbornou štěpností podle báze 001.

Hlavní skupiny: slídy
jílové minerály
chlority

Struktura

Základní struktura běžných fylsilikátů sestává z vrstev tetraedrů SiO_4 , střídajících se s rovnoběžnými vrstvami oktaedrů koordinovaných kationtů.

Vyskytují se dva typy střídání vrstev:

- „dvojrstevné struktury“ – tetraedrická + oktaedrická vrstva, spojené dohromady společně sdílenými kyslíky (kaolinit)
- „trojvrstevné struktury“ – vrstva oktaedrů, sevřená mezi dvěma vrstvami tetraedrů SiO_4 (muskovit)

Dvojrstevné a trojvrstevné struktury jsou dále děleny na základě valence kationtu uvnitř oktaedrické vrstvy:

- vrstvy s dvojnásobnými kationty (Mg, Fe) se označují jako trioktaedrické
brucitová – $\text{Mg}(\text{OH})_2$
kationty v oktaedrické vrstvě obsazují všechny oktaedrické pozice
biotit $\text{K Fe}_3 \text{Al Si}_3 \text{O}_{10}(\text{OH})_2$
- vrstva s trojnásobnými kationty (Al) je označena jako dioktaedrická
gibbsitová – $\text{Al}(\text{OH})_3$
jsou obsazeny jen 2 ze 3 oktaedrických pozic (třetí je vakantní)
muskovit $\text{K Al}_2 \text{Al Si}_3 \text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Způsob, kterým jsou spojena „souvrství“ ve strukturách fylsilikátů, dále rozlišuje jednotlivé minerální fáze a skupiny a určuje některé z jejich fyzikálních vlastností:

- vodíkové můstky (dvojrsteví u kaolinitu)
- Van der Valsovy síly (neutrální trojvrsteví pyrofylitu a mastku)
- molekuly H_2O (montmorillonit – bobtnání)
- v případě slíd je jeden ze 4 tetraedrů obsazen Al^{3+} a přebytek negativního náboje je kompenzován jednovalentním kationem, obvykle K (nebo Na), umístěným mezi trojvrstevími (jde o relativně pevnější spojení „souvrství“)

Skupina slíd

Typické horninotvorné minerály magmatických a metamorfovaných hornin, ale objevují se běžně také v sedimentárních horninách. Vznikají ve velmi širokém rozsahu

teplot a tlaků, od podmínek zemského pláště (flogopit) až po vulkanické horniny a diagenezi (illit).

Obecný vzorec $I M_3 T_4 O_{10} A_2$

$I =$ K, Na, Cs, Rb, NH_4 , Ca, Ba, vakance

$M =$ Li, Fe^{2+} , Mg, Mn, Zn, Al, Fe^{3+} , Cr, V, Ti a vakance

$T =$ Si, Al, B, Fe^{3+}

$A =$ OH, F, Cl, O

Ve struktuře se střídají vrstvy tetraedrické (Te) a oktaedrické (Oc) a mezivrstevní kation I v pořadí: I-Te-Oc-Te-I-Te-Oc-Te...

Slídy jsou pseudohexagonální většinou krystalují v monoklinické soustavě, typickým znakem slíd je velké množství polytypů.

Obr. 8. Krystalová struktura slíd.

Tab. 5. Klasifikace slíd.

Dělí se do tří hlavních skupin:

trioctaedrické:

flogopit

dioktaedrické:

muskovit

křehké:

margarit

Substituce ve slídách

Obr. 9. Vybrané substituce ve slídách (substituční vektory).

Příklady nejrozšířenějších slíd:

Muskovit $K Al_2 (Si_3Al) O_{10} (OH)_2$

Biotit $K (Fe,Mg)_3 (Si,Al)_4 O_{10} (OH,F)_2$

Flogopit $K Mg_3 (Si,Al)_4 O_{10} (OH,F)_2$

Lepidolit trilithionit

polylithionit

Margarit $CaAl_2 Al_2Si_2O_{10} (OH)_2$

Skupina chloritů

monoklinické a triklinické

obecný vzorec: $A_{6-8}Z_4 O_{10} (OH,O)_8$

$A =$ Al, Fe^{2+} , Fe^{3+} , Li, Mg

$Z =$ Si, Al, B

Hlavní minerály

klinochlor $(\text{Mg}_5 \text{Al}) \text{Si}_3 \text{Al O}_{10} (\text{OH})_8$

chamosit $(\text{Fe}^{2+}_5 \text{Al}) \text{Si}_3 \text{Al O}_{10} (\text{OH})_8$

pennantit $(\text{Mn}_5 \text{Al}) \text{Si}_3 \text{Al O}_{10} (\text{OH})_8$

Výskyt

Typické horninotvorné minerály metamorfovaných hornin, ale objevují se běžně také v sedimentárních horninách.

Skupina kaolinit-serpentinu

monoklinické, rombické, triklinické, hexagonální

obecný vzorec $\text{M}_3 \text{Z}_2 \text{O}_5 (\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

M = Al, Fe²⁺, Fe³⁺, Mg, vakance

Z = Si, Al, Fe³⁺

kaolinit, dickit, nakrit $\text{Al}_4 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_8$

serpentinové vzorce $\text{Mg}_6 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_8$

Antigorit - lupenitý

Serpentin

Chryzotil - vláknitý

Výskyt

přeměnou olivínu (serpentinizací) v ultrabazických horninách

„Jílové minerály“

Fylosilikáty s velikostí částic pod 0,01 mm, studované zejména RTG-difrakčními metodami, elektronovým mikroskopem, mikrosondou, termickou analýzou. Řada z nich patří do skupiny slíd.

kaolinit, dickit, nakrit $\text{Al}_4 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_8$

montmorillonit

illit

glaukonit

$(\text{Na,Ca})_{0,3} (\text{Al,Mg})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

název skupiny, blízký *muskovitu* s vakancí v I

název skupiny, blízký *biotitu* s vakancí v I

Další fylosilikáty

Mastek $\text{Mg}_3 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2$

Pyrophyllit $\text{Al}_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2$

TEKTOSILIKÁTY

Významná skupina silikátů s trojrozměrným skeletem tetraedrů SiO_4 , které jsou vzájemně propojeny všemi rohovými kyslíky. Do dutin pak vstupují většinou relativně velké kationy, popř. H_2O a jiné aniony.

Skupina živců

Důležitá skupina tektosilikátů, které patří mezi nejrozšířenější minerály v zemské kůře. Jsou podstatnými minerály většiny vyvřelých hornin a obvykle jsou hojné v mnoha metamorfovaných i sedimentárních horninách.

Chemické složení živců odráží celkový chemismus mateřských hornin – proto je charakter živců důležitým kritériem pro klasifikaci vyvřelých hornin a také pro geochemické studie.

Obecný vzorec AT_4O_8 nebo $\text{AT}_1(\text{T}_2)_3\text{O}_8$

A = Na, K, Ca, Ba minoritní Rb, Cs, Sr, NH_4^+

T_1 = Al minoritní B, Fe^{3+}

T_2 = Si, Al minoritní P

Typické substituce:

Na-K, Ca-Ba, Al- Fe^{3+} , NaSi - CaAl, KSi-BaAl, AlP - 2Si

Struktura

Všechny živce jsou charakterizovány trojrozměrným skeletem tetraedrů SiO_4 , které jsou vzájemně propojeny všemi rohovými kyslíky. Do dutin pak vstupují velké kationy (K, Na, Ca, Ba, Sr).

Obr. 10. Struktura živců.

Symetrie struktur a uspořádanost

Vysokoteplotní živce jsou monoklinické (sanidin, monalbit stabilní nad $1000\text{ }^\circ\text{C}$) – struktury jsou neuspořádané (distribuce kationtů Al a Si je nahodilá)

S ochlazováním dochází v tetraedrických polohách T_1 a T_2 k uspořádávání Al a Si a to je příčinou poklesu symetrie na trojklonnou.

Částečně uspořádanou strukturu má ortoklas, tato struktura je stále ještě monoklinická (vzniká pomalým ochlazováním pod $800\text{ }^\circ\text{C}$)

Dalším ochlazováním (pod $600\text{ }^\circ\text{C}$) vzniká úplně uspořádaný K-živec mikroklin (triklinický), má již pravidelně uspořádané Al a Si v tetraedrických polohách.

Hlavní minerály:

Draselné živce: $K Al Si_3 O_8$ sanidin (K+Na)
ortoklas
mikroklin

Sodnovápenaté živce - plagioklasy:

$Na Al Si_3 O_8$ albit
 $Ca Al_2 Si_2 O_8$ anortit

Jednotlivé členy (albit, oligoklas, andezín, labradorit, bytownit, anortit)

Barnaté živce: $Ba Al_2 Si_2 O_8$ celsian
hyalofan

Mísitelnost je odlišná za různých PT podmínek a mezi různými členy skupiny živců. U plagioklasů se setkáváme s výraznými exsolučními strukturami, kdy se od sebe odmísí 2 živce (často v submikroskopickém měřítku). Zejména u plagioklasů intermediárního složení – velká rozmanitost exsoluce, tvorba doménových struktur

Odmíšeniny - perthity

Živce jsou jako hlavní nositelé minoritních prvků jako jsou Cs, Rb, Sr a Ba velmi důležité geochemicky (poměry K/Rb, Rb/Sr, K/Cs).

Výskyty

Živce jsou přítomné a obvykle hojné skoro ve všech vyvřelých horninách i metamorfovaných horninách, jsou běžné i v mnohých sedimentech.

Živce sedimentárních a metamorfovaných hornin odrážejí složení zdrojových hornin:

Hydrotermální proces – živce chybí s výjimkou „alpské parageneze“, kde je albit a mikroklin

"Foidy"

Zastupují živce v magmatických horninách s deficitem SiO_2 a proto jsou označovány jako „Zástupci živců“. Stejně jako živce patří do tektosilikátů, jejich struktury sestávají z trojrozměrné sítě tetraedrů, které jsou obsazeny ionty Si^{4+} a Al^{3+} už od poměru 1:1 (v nefelínu $NaAlSiO_4$). Do jejich struktur ale často vstupují i další anionty, např. S, Cl, CO_3 .

Nejdůležitější foidy:

nefelín	$(Na, K)AlSiO_4$	hexagonální
sodalit	$Na_8Al_6Si_6O_{24}Cl_2$	kubický
nosean	$Na_8Al_6Si_6O_{24}(SO_4) \cdot H_2O$	kubický

lazurit	$(\text{Na,Ca})_{7-8}(\text{Al,Si})_{12}(\text{O,S})_{24}(\text{SO}_4,\text{Cl}_2)$	kubický
kankrinit	$\text{Na}_6\text{Ca}_2\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{CO}_3)_2$	hexagonální

Výskyty

Většina foidů je svým výskytem omezena na horniny, ve kterých není přítomen křemen, vyskytují se buď současně s alkalickými živci, nebo bez nich (při větším deficitu SiO_2). Nefelín bývá v asociaci s alkalickými živci ve vyvřelinách nenasycených SiO_2 (nefelinické syenity, fonolity) a pegmatitech nefelinických syenitů. Lazurit se vyskytuje v metasomatických horninách bohatých Na a Ca.

Skupina skapolitu

Podobně jako foidy zastupují živce v horninách se specifickým složením tetragonální

Marialit	$3\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 \cdot \text{NaCl}$
Mejonit	$3\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{CaCO}_3(\text{SO}_4)$

Výskyty

Především v metamorfovaných a hydrotermálních horninách se zvýšenou aktivitou Cl nebo CO_2 popř. SO_3

Skupina zeolitů

Skupina minerálů, převážně silikátů, které mají specifickou strukturu a z ní odvozené specifické fyzikální a chemické vlastnosti.

Zeolity mají strukturou složenou ze vzájemně propojených tetraedrů, jejichž rohy jsou tvořeny O a obklopují kation. Tato struktura je prostorově uspořádaná tak, že obsahuje otevřené prostory ve formě kanálů nebo dutin. Ty jsou obvykle vyplněny H_2O nebo kationy, které jsou vyměnitelné. Kanály jsou natolik velké, že umožňují i průchod příbuzných látek bez porušení struktury.

Obecný vzorec zeolitů

Definice obecného vzorce je podle nové definice spíše nemožná. Ve starší literatuře je ale uváděn vzorec, který do určité míry vystihuje složení zeolitů:

$\text{M}_x\text{D}_y(\text{Al}_{x+2y}\text{Si}_{n-x-2y}\text{O}_{2n}) \cdot m\text{H}_2\text{O}$ ($\text{Si} > \text{Al}$), x a y se mohou rovnat, kde

M = jednovalentní kationy (Na, K)		nově uváděné prvky
D = dvojevalentní kationy (Ca, Mg)		(Li, Cs, NH_4)
Al		(Ba, Sr, Mn)
Si		(Be)
aniony v kanálech	H_2O	(P)
aniony v tetraedrech	O, OH, F	(Cl, B)

Typické substituce: CaAl - NaSi 2Na - Ca□ BeP - AlSi

Obr. 11. Příklady krystalových struktur zeolitů.

Vlastnosti zeolitů

- převážné bílé, bezbarvé
- nízká tvrdost
- nízká hustota
- nízké indexy lomu a dvojlom
- vratná dehydratace při teplotách pod 400 °C
- schopnost výměny kationů

Klasifikace zeolitů

Tab. 6. Nově definované série ve skupině zeolitů.

Důležité zeolity: natrolit, stilbit, heulandit, laumontit, wairakit, klinoptilolit, mordenit, faujasit, erionit, harmotom, phillipsit, chabazit, analcim

Vznik a výskyt zeolitů

Až na výjimky, typické nízkoteplotní a relativně nízkotlaké minerály.

Způsoby vzniku zeolitů

- zvětrávání silikátů při vysokém Ph
- diagenetické pochody
- alterace minerálů cirkulující pozemní vodou
- hydrotermální alterací a krystalizací spojenou s magmatickou aktivitou
- krystalizace z hydrotermálních roztoků
- regionální metamorfóza nízkého stupně

Typické horniny

- vulkanické a subvulkanické tufy a skla (zeolity vznikají většinou až po reakci s vodou různého původu)
- hlubokomořské pelagické sedimenty
- nízce metamorfované horniny
- dutiny ve vulkanitech
- hydrotermální systémy na trhlinách hornin (hydrotermální rudní žíly, alpská parageneze)
- hyperalkalické magmatické horniny
- granitické pegmatity

Použití

Vyplývá ze specifických vlastností zeolitů. Většina dnes používaných zeolitů je ale vyrobena synteticky.

- zachycení různých typů polutantů (radioaktivní látky, organické látky, SO₂)
- čištění různých látek
- zemědělství
- výroba papíru

Další tektosilikáty

Danburit	CaB ₂ Si ₂ O ₈
Petalit	LiAlSi ₄ O ₁₀
Helvin	Mn ₄ Be ₃ (SiO ₄) ₃ S