

PIROKLASTIČNE STIJENE

- **Piroklastične (vulkanoklastične) stijene** su posebna skupina klastičnih sedimentnih stijena. Nastale su od materijala izbačenog vulkanskim erupcijama, sastavljenog od očvršle lave i fragmenata stijena kroz koje lava prodire. Uglasti komadi veći od 32 mm su blokovi, a oni zaobljeni vulkanske bombe. Odlomci veličine od 4 do 32 mm su lapili, a čestice manje do 4 mm nazivaju se vulkanski pepeo. Cementacijom vulkanskih bombi i lapila nastaje **vulkanski konglomerat**, a varijetet s velikim blokovima zove se **aglomerat**. Vulkanske breče su mješavina komadića lave i drugih stijena. Vezani vulkanski pepeo je **tuf**.

PIROKLASTIČNE STIJENE

LAPILI



TUF

VULKANO-KLASTIT



KEMIJSKE SEDIMENTNE STIJENE

- S obzirom na kemizam nastanka dijele se na **karbonatne, silicijske i evaporitne** sedimentne stijene.
- **Karbonatne stijene** mogu nastati na više načina. Razlikuju se stijene čiji su sastojci klastičnog, kemogenog i biogenog (organogenog) podrijetla. U karbonatne sedimentne stijene ubrajaju se **vapnenci, dolomitični vapnenci i dolomiti** među kojima postoje postupni prijelazi. Nečiste karbonatne stijene sadrže i silikatne minerale veličine pijeska, praha i gline, kao i druge minerale. Sedimentne karbonatne stijene su vrlo raširene u Hrvatskoj.

VAPNENAC

- **Vapnenac** je sastavljen je uglavnom od kalcita, a može sadržavati druge minerale, kao što su dolomit (dolomitski vapnenac), kvarc (kvarcni vapnenac), glina (laporoviti vapnenac) ili organske tvari (bituminozni vapnenac). Čisti vapnenci su bijele boje, a zbog oksida i hidroksida željeza postaju crvenkasti do žućkasti. Zbog primjesa ugljevitih tvari su sivi, a zbog bitumena smeđi. Vapnenac je poligenetska stijena koja može nastati na više načina. Razlikuju se klastični, kemogeni i organogeni vapnenci koji su najrasprostranjeniji. Vapnenci nastaju taloženjem u vodenom okolišu, većinom u moru, a rjeđe u jezerima i rijekama. Prema strukturi razlikuju se vapnenci grejston tipa s zrnastom potporom i vekston muljeviti tip.

DOLOMIT

- **Dolomit** je naziv za mineral i ujedno za sedimentnu karbonatnu stijenu. Stijena dolomit je mineralni agregat minerala dolomita, a često sadrži i kalcit. Dolomit kao izvorni kemogeni sediment vrlo je rijedak. Pretežito nastaje procesom dolomitizacije, odnosno metasomatozom vapnenaca. Ioni magnezija iz morske ili podzemne vode zamjenjuju kalcij u kristalnoj rešetki kalcita. Zamjena može biti potpuna ili djelomična. Zato postoje prijelazni oblici od vapnenca, dolomitičnog vapnenca, kalcitičnog dolomita do dolomita. Ovi varijeteti dolomita su raširene stijene u Hercegovini.

SEDRA I TRAVERTIN

- **Sedra (tufa)** je spužvasti, izrazito porozni tip vapnenaca nastalih na slapovima rijeka i na izvorima izlučivanjem kalcita po vodenom bilju, posebno u području prskanja vode vodopada.
- **Travertin** je čvrsto litificirani, šupljikavi, nepravilno laminirani ili slojeviti vapnenac nastao anorganskim izlučivanjem kalcita iz vrućih voda oko termalnih izvora.



sedra



dolomit



vapnenac

SILICIJSKI SEDIMENTI

- **Silicijske sedimentne stijene** sadrže pretežito minerale iz skupine silicijskih oksida i hidroksida, kao što su kvarc, kalcedon, opal. Mogu nastati biokemijskim i kemijskim izlučivanjima iz vodenih otopina u kojima se nalazi otopljeni silikatna kiselina H_4SiO_4 .
- Biogene stijene talože se u obliku skeleta organizama dijatomeja - **dijatomi**, radiolarija - **radiolariti** kao i spikula spužvi - **spikuliti**.
- Dijagenetske stijene nastaju potiskivanjem prvobitnih minerala u procesu silicifikacije pa nastaje stijena **rožnac**.

EVAPORITNE STIJENE

- **Evaporitne stijene** su sedimentne stijene nastali kemijskim izlučivanjima iz prirodno visoko koncentriranih otopina-salina zbog isparavanja ili evaporizacije vode. Nastaju u aridnoj klimi, u rubnim dijelovima slanih jezera, u priobalnim salinama (sabkhama) ili u zatvorenim lagunama budući da je isparavanje višestruko brže od dotoka vode. Najvažniji minerali u evaporitnim stijenama su gips, anhidrit, halit i druge soli.
- **Gips (sadrenac)** je mineral ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) i kemogena (evaporitna) sedimentna stijena. Stijena gips nastala je isparavanjem voda u jezerima i zatvorenim morskim bazenima.

PRIMJENA KAMENA SEDIMENTNOG PODRIJETLA

- Šljunci, pijesci i kršje koriste se u pripravi betona, asfalta te za održavanje i nasipanje makadamskih putova.
- Šljunak se koristi i kao tamponski sloj u gradnji prometnica.
- Pijesak se koristi i za izradu žbuke, ako ne sadrži tinjce.
- Tereni izgrađeni od šljunka i pijeska povoljni su za vodoopskrbu (sadrže velike količine podzemne vode). Negativna značajka ovakvih terena je lako zagađivanje.

- Lapor ima posebnu ekonomsku važnost za proizvodnju cementa.
- Glina i prapor se koriste kao sirovina u u industriji opeke i crijepa.
- Određene vrste glina (bentonit) koriste se i kao isplaka kod bušenja, za održavanje stijenki bušotina i kao suspenzije (s potrebnim dodacima) za injektiranje.
- Breče, konglomerati, pješčenjaci, vapnenci i dolomiti koriste se kao tehnički i arhitektonsko građevni kamen.
- Vapnenci i dolomiti koriste se i kao sirovine za dobivanje vapna i ostalih veziva, te u cementnoj industriji.

- Šljunci i pijesci –stabilnost i nosivost takvih terena ovisi o zbijenosti i granulometrijskom sastavu; ako su dobro zbijeni, značajke za temeljenje su povoljne.
- Prah –treba izbjegavati kao medij za temeljenje, posebice ako je saturiran vodom (mulj) i zaglinjen zbog velike stišljivosti.
- Glina –treba izbjegavati kao medij za temeljenje zbog izražene komponente slijeganja koje se odvija u dvije faze i zbog lake promjene konzistencije –detaljni istraživački radovi za decidirani zaključak o mogućnostima temeljenja.

- vezane klastične stijene (breče, konglomerati, pješčenjaci, lapor) –čine stabilnu podlogu za temeljenje, problem fliša (heterogenost i brza izmjena litoloških članova različitih fizičko -mehaničkih svojstava, u vertikalnom i lateralnom smislu)...
- vapnenci i dolomiti –vrlo povoljan medij za temeljenje
- Tuf se lokalno koristi za gradnju i pokrivanje poljskih kuća. Vitroklastični tuf se koristi kao dodatak u proizvodnji cementa.
- Osim tufova i tufita, preostale piroklastične stijene predstavljaju medij na kojem je temeljenje moguće.

METAMORFNE STIJENE

- **Metamorfne stijene** nastaju metamorfozom ili izmjenom postojećih stijena u litosferi pri promjenama fizičko-kemijskih uvjeta.
- Glavni čimbenici metamorfnih procesa su:
 - **temperatura,**
 - **tlak i**
 - **kemijski aktivni fluidi.**

- Prilikom metamorfoze stijena zbivaju se mineraloške odnosno kemijske, strukturne i teksturne promjene.
- Metamorfoza može biti **progradna i retrogradna**. Kod progradne metamorfoze nastaju nove skupine minerala koji kristaliziraju pri višim temperaturama nego sastojci prvobitne stijene. Kod retrogradne metamorfoze nastaju nove skupine minerala koji kristaliziraju pri nižim temperaturama nego sastojci ishodišne stijene i odvija se vrlo sporo.

TLAK I TEMPERATURA KAO FAKTORI METAMORFIZMA

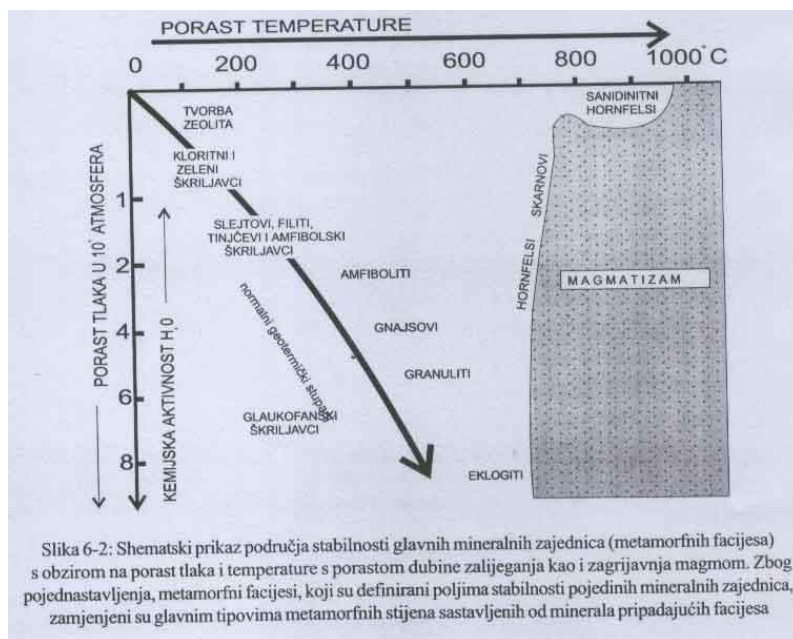
Povećanje temperature zbiva se zbog:

- **geotermijskog stupnja** (svakih 1 km za oko 250 °C),
- djelovanja **topline iz magmatskog tijela** utisnutog u hladnije postojeće stijene i
- posljedica **trenja stijena** pri tektonskim pokretima.

Usmjereni tlak (stres) u događa se u plićim, a **hidrostatski tlak** u dubljim dijelovima litosfere.

PREMA PORASTU TLAKA I TEMPERATURE RAZLIKUJU SE:

- **epizona**: najbliža površini (stress, umjerena temperatura), većinom mehanička metamorfoza
- **mezozona** (visoki hidrostatski tlak i temperatura), zbiva se najveći dio promjena u stijenama, djelomična do potpuna prekrystalizacija stijena;
- **katazona**: najdublje (vrlo visoki hidrostatski tlak i temperatura), potpuna prekrystalizacija stijena.



VRSTE METAMORFIZMA PREMA GLAVNOM UZROČNIKU

- **Dinamotermelni (regionalni)**, djelovanje stresa i visoke t na većim dubinama, prekrystalizacija minerala, djelomična ili potpuna promjena kemizma, strukture i teksture
- **Dinamski (kataklastični)** metamorfizam jaki stres, niska t , površinski dijelovi litosfere, mehaničko drobljenje bez kemijskih promjena
- **Termalni** metamorfizam, povišena t , nizak p , djelomična promjena kemizma, rekystalizacija već postojećih minerala. Razlikujemo: **pirometamorfizam, kontaktni met., pneumatolitski, hidrotermalni i autometamorfizam**

VRSTE METAMORFIZMA PREMA GLAVNOM UZROČNIKU

Plutonski metamorfizam, visoka t , hidrostatski tlak, u najdubljim dijelovima litosfere, potpuna promjena kemizma, strukture i teksture.

Polimetamorfizam nastaje ako su kombinirane metamorfoze različitih geoloških razdoblja.

Na temperaturi većoj od 1500°C stijena se tali.

Struktura metamornih stijena je posljedica istovremene prekrystalizacije u čvrstom mediju i može biti:

- **Blastična** (prekrystalizacija i rast minerala) i
- **kataklastična** (zbog drobljenja)

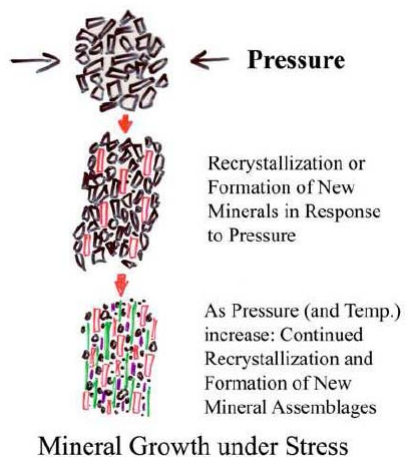
Tipovi blastične strukture su: **homeoblastična**, **granoblastična**, **lepidoblastična** ili **nematoblastična**.

- Tipovi klastične strukture su: **porfiroklastična** (veća zrna u sitnoj masi), **mortasta** (brečasta), **kataklastična** (zdrobljena stijenska masa)

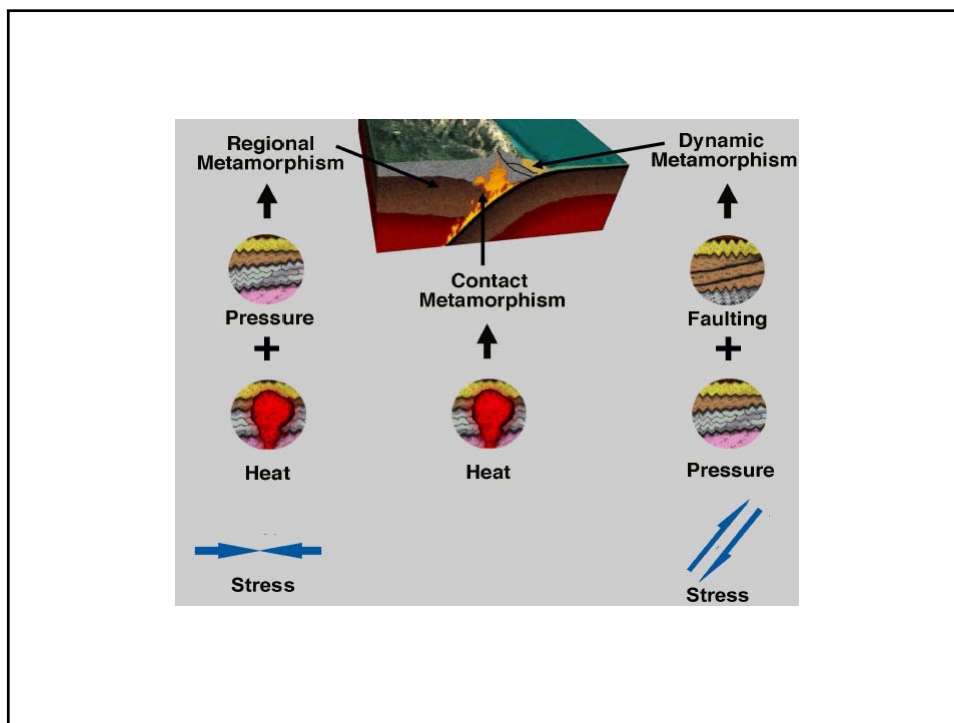
- **Tekstura** metamornih stijena je specifična i odraz načina nastanka, a može biti:
- **Škriljava** i ona je odlika većine metamornih stijena, jer se mineralna zrna orijentiraju okomito na smjer najvećeg tlaka,
- **Okasta (flasterska)** neki minerali (kvarc) tvore lećaste forme u sitnozdrobljenom materijalu
- **Homogena (masivna)** zrna raspoređena bez vidljive orijentacije

MINERALNI SASTAV METAMORFNIH STIJENA

- Neki minerali kao u eruptivima: kvarc, feldspati, biotit, hornblenda
- Češći u metamorfima ali ima ih i u eruptivima su: granati, turmalin, diopsid, grafit
- Tipično metamorfni: volastonit, andaluzit, silimanit, disten, kordijerit, talk
- Akcesorni: apatit, cirkon, magnetit, ilmenit



Skupina	Vrsta metamorfoze	Naziv stijene
klastične stijene	kataklastična ili kinetička (mehanička deformacija, drobljenje)	metamorfne ili dislokacijske breče, miloniti
hornfelsi	kontaktna metamorfoza	pelitski hornfelsi, pjegasti škriljavci
mramori	kontaktna i regionalna metamorfoza	kontaktni i škriljavi mramori
kvarciti	kontaktna i regionalna metamorfoza	tinjčasti kvarciti, grafitiski kvarciti
škriljavci niskog stupnja matamorfizma	regionalna metamorfoza	filiti, zeleni škriljavci, argilošisti
škriljavci srednjeg i visokog stupnja matamorfizma	regionalna i plutonska metamorfoza	serpentiniti, mikašisti, amfiboliti, gnajsi



- **Mramor** nastaje regionalnom i kontaktnom metamorfozom (uz umjereni tlak i visoku temperaturu) vapnenaca i dolomita. Mramori uglavnom sadrže kristale kalcita. U pravilu su to kompaktne stijene, bilo homogene ili škriljave teksture i trakastog izgleda.



Slejt je najniži stupanj metamorfizma šejla



Filit je sljedeći stupanj preobrazbe



- Škriljavci



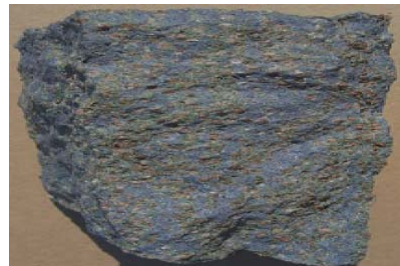
Gnajs



Paraškriljavci



Eklogiti



PRIMJENA KAMENA METAMORFNOG PODRIJETLA

- Ograničena zbog škrljavosti, anizotropije i stišljivosti.
- Pri iskopima i izradi usjeka i zasjeka treba očekivati puzanja, klizanja i prevrtanja.
- Kod temeljenja u stijenama izražene škrljavosti, folijacije i sl. paziti na anizotropiju i stišljivost. Preporuka: duboki temelji, piloti na trenje i temeljne ploče.
- Tunelogradnja u metamorfitima: bitan odnos kuta folijacije i škrljavosti prema napredovanju otkopa i trasi tunela.

- Masivne stijene bez folijacije odlične za izradu podzemnih prostorija.
- Kao građevinski materijali: primjena ograničena strukturnim značajkama, najčešće agregati betaona i kao ispuna.
- Svježi varijeteti serpentinita koriste se kao arhitektonsko-građevni kamen.
- Amfibolit se koristi kao izvrstan tehnički kamen.
- Mramor se koriste kao arhitektonsko – građevni kamen, te u kiparstvu.
- Kvarcit se koristi samo kao lomljeni kamen, za sve grube građevinske radove radove.

SLOM BRANE St. FRANCIS KOD L.A.



Desni bok se nalazilo na sedimentnoj stijeni koja je sadržavala konglomerate pješčenjake i siltit na rasjednoj zoni od gline i škriljca i gipsanog konglomerata

Lijevi bok brane se nalazilo na muskovitnom škriljavcu, sa puno smicanja po folijaciji koje su sadržavale mekani tinjac. Škriljavost je ponirala pod kutom od 35° , paralelno sa padinom kanjona. Pretpostavlja se da je strma padina kanjona nastala klizanjem po škriljavosti. Okolna klizišta su ukazivala na nestabilnost



SLEJT



FILIT



GNAJS



ŠKRILJAVAC

