

## SEDIMENTNE STENE

Sedimentne ili, kako se nekada češće govorilo, taložne, stene su one stene koje nastaju u procesu taloženja odnosno sedimentacije. Sam proces sedimentacije, odnosno stvaranja sedimentnih stena, odigrava se u opštem slučaju u četiri faze, s tim što neke od njih mogu i da izostanu.

## POVRŠINSKO RASPADANJE

Kako je za stvaranje jedne nove stene potrebno "obezbediti materijal" prva faza je **površinsko raspadanje**, odnosno skup egzogenih procesa, koji dovode do usitnjavanja stenske mase u površinskim delovima ili njeno delimično ili potpuno rastvaranje pod dejstvom površinskih ili podzemnih voda.

Najjednostavnija podela površinskog raspadanja se može izvršiti na **mehaničko** (fizičko), **hemijsko** i **biogeno**. Raspadanje stena pod dejstvom živih organizama – biogeno, može, međutim, da se svede na mehaničko ili hemijsko.

Osim od same prirode stena, presudan uticaj na intenzitet i brzinu površinskog raspadanja imaju i klimatski uslovi. Od njih zavise i količina padavina, kao i stepen ogoljenosti terena, takođe značajni faktori za raspadanje. Razlikujemo četiri glavna regiona.

**Regioni sa nivalnom klimom** (polarna područja i područja visokih planina - preko 3000 m): temperatura ispod 0°C, padavine u obliku snega, pa je fizičko raspadanje svedeno na mehaničko struganje stena pri kretanju lednika, a hemijsko je gotovo odsutno.

**Regioni sa humidnom klimom** (tajge i tropske šume): veća količina padavina od količine vode koja ispari, pa je vegetacija bujna, a humusni pokrivač debeo. Hemijsko raspadanje je intenzivno, a fizičko slabo.

**Regioni sa aridnom klimom** (pustinjski i polupustinjski region): količina vodenog taloga je manja od one koja može da ispari, a temperature su visoke. Vegetacija je slaba, kao i humusni pokrivač. Fizičko raspadanje je slabijeg intenziteta.

**Regioni sa sezonskom klimom:** odlikuju se najčešće polugodišnjim smenjivanjem perioda sa mnogo padavina i perioda sa malo padavina, pa se smenjuju i vidovi raspadanja.

## MEHANIČKO POVRŠINSKO RASPADANJE

Procesi mehaničkog raspadanja za posledicu imaju, kao što je već napomenuto, prevođenje čvrste, kompaktne stene u rastresito stanje. Faktori koji uslovljavaju mehaničko raspadanje su raznovrsni. Osim kolebanja dnevnih i sezonskih temperatura, tu su još i dejstvo mraza, rašćenje korenja biljaka, kristalizacija soli u pukotinama stena, kao i procesi uslovljeni delovanjem egzogenih geoloških faktora (spoljašnjih sila), kao što su vetar, tekuće vode, rad morskih talasa, glečera i t.d.

Raspadanje pod dejstvom temperaturnih promena je možda najznačajniji vid mehaničkog raspadanja. Njegova suština je da do raspadanja stena dolazi usled postojanja velikih temperaturnih razlika u kratkom vremenskom periodu (dnevna kolebanja u pustinjskim oblastima mogu iznositi i 80° C).

Usled različitih fizičkih osobina minerala, kao sastojaka stene (boja ili sjajnost od kojih zavisi upijanje sunčeve toplote, različito širenje, odnosno skupljanje minerala u zavisnosti od kristalografskih pravaca...), dolazi do slabljenja kohezionih sila između kristala i stvaranja pukotina koje se vremenom šire, što dovodi do degradacije stene. Mada je ovaj proces ograničen na površinske delove stene (smatra se da već na 0.5 m nema značaja), posle razaranja površinske zone ostali delovi stene su izloženi daljem dejstvu temperaturnih promena. Ovakvim prodiranjem procesa u dubinu dolazi do ljuskanja stene - **deskvamacije**.

Površinsko raspadanje, kao posledica temperaturnih promena, naravno, najintenzivnije je u aridnim oblastima, a u ostalima dolazi do izražaja na terenima bez vegetacije i humusnog pokrivača.

U oblastima sa sezonskom klimom, odnosno sa naglim smenjivanjem vrlo niskih i srednjih temperatura, do izražaja dolazi raspadanje stena pod uticajem smrzavanja vode u prslinama. Ukoliko je poroznost stene takva da voda ne cirkuliše lako nego se u njoj zadržava (ako pore nisu međusobno povezane), onda je ovaj vid raspadanja naročito izražen. Voda koja se zadržava u porama i pukotinama smrzava se na niskim temperaturama i izlaže stenu, često vrlo visokim, pritiscima. Do ovih pritisaka dolazi usled

povećanja zapremine leda u odnosu na vodu (za oko 1/9). Maksimalni pritisci mogu na temperaturi od  $-22^{\circ}\text{C}$  iznositi i do  $2200\text{ kg/cm}^2$ .

Treba napomenuti da je retko trenutno razaranje stena na veće blokove. Proces je češće dugotrajan, jer tek mnogostruko ponavljanje smrzavanja i otapanja stvara takve napone koji će dovesti do destrukcije stene. I tada obično dolazi samo do usitnjavanja površinskih delova stene.

Osetljivost stena na mraz je i jedna od važnih tehničkih osobina kamena i propisan je metod njenog laboratorijskog ispitivanja pre upotrebe kamena u tehničke svrhe.

Kristalizacija soli u pukotinama stena uslovljava proces koji je vrlo sličan po svom mehanizmu dejstvu mraza. Javlja se kada u pukotinama i prslinama stena dođe do kristalizacije soli koje pri tom, usled hidratacije, povećavaju zapreminu i tako vrše pritisak na zidove pukotina.

Naponi koji se ovom prilikom stvaraju manji su nego pri smrzavanju vode, ali još uvek dovoljno veliki da izazovu drobljenje stene.

Jedan od primera svođenja delovanja bioloških činilaca na mehaničke je uticaj rašćenja korenja biljaka. Korenje biljaka svojim rastom vrši neprekidan pritisak na zidove pukotina i, mada taj pritisak nije takvog intenziteta da može trenutno da razdrobi stenu, njegovo dugotrajno dejstvo neminovno izaziva raspadanje.

## HEMIJSKO POVRŠINSKO RASPADANJE

Sa mnogih aspekata hemijsko raspadanje je značajnije od mehaničkog. Pre svega, hemijski procesi bitni su za formiranje zemljišta, a takođe su značajni i kao faktori koji dovode do nastanka nekih interesantnih sedimentogenih ležišta. Izvesno je, u svakom slučaju, da su procesi hemijskog raspadanja raznovrsniji od mehaničkih. Odmaklo mehaničko raspadanje, međutim, umnogome će uticati na brzinu i intenzitet hemijskih procesa (ukoliko su, naravno, zadovoljeni ostali uslovi).

Nezaobilazni faktor hemijskog raspadanja je voda. Ona rastvara komponente stena u njihovim površinskim delovima. Tako će na brzinu i intenzitet raspadanja uticati i osobine vode, kao što su njena temperatura, kiselost, obogaćenje nekim rastvorenim komponentama i sl.

Treba napomenuti da se sve komponente stena (minerali) ne rastvaraju podjednako, pa intenzitet i brzina hemijskog raspadanja zavise i od mineralnog sastava stena. Najlakše su rastvorni hloridi (halit, silvin...), dok se neki kao što su karbonati (kalcit, dolomit...) rastvaraju tek posle dužeg delovanja rastvarača, a postoje minerali, kao što je kvarc, koji su praktično rezistentni na hemijsko delovanje voda.

Stepen uglačenosti površine stene takođe utiče na hemijsko raspadanje, tako što se one stene koje imaju neravne površine lakše i brže raspadaju nego one sa uglačanim.

Od vrste raspadanja zavisiće i karakter sedimentnog materijala. Ukoliko je primarna stena bila zahvaćena mehaničkim raspadanjem, posledica će biti samo mehanički zdrobljen materijal bez ikakvih ili sa minimalnim hemijskim promenama. Ukoliko je došlo do hemijskog raspadanja, odnosno do rastvaranja pojedinih minerala, posledica će biti dve vrste materijala, **rastvor raspadanja** (deo stene koji je rastvoren i odlazi sa rastvaračem) i **ostatak raspadanja** ili **mehanički detritus** (nerastvorni deo stene koji zaostaje na mestu raspadanja ili može kasnije biti pretaložen).

## TRANSPORT I SEDIMENTACIJA

Ukoliko se na mestu površinskog raspadanja steknu uslovi za formiranje novih sedimentnih stena, transport materijala može i da izostane. Transport mehanički zdrobljenog materijala se može odigrati pod uticajem različitih faktora: silom gravitacije, površinskim tokovima (potocima i rekama), vetrom ili glečerima, dok se rastvor raspadanja prenosi samo površinskim ili podzemnim vodama. Od snage prenosnog sredstva i veličine i oblika fragmenata zavisiće i dužina transporta, odnosno put koji materijal može da prevali pre taloženja.

Fragmenti stena raspadnutih na padinama biće pod uticajem gravitacione sile pomereni niz padinu. Ovako se formiraju na padinskim stranama **sipari**. Ukoliko u podini sipara postoji raskvašena podloga nastaju **plazine**. Materijal transportovan na ovakav način putuje relativno kratko i taloži se na samoj padini ili u njenom dnu.

Površinskim tokovima, odnosno potocima i rekama, može se prenositi kako čvrsti fragmentirani materijal, tako i hemijski rastvor. Fragmenti mogu da

budu vučeni ili kotrljani po dnu ili da lebde u sredini matice. Naravno, dužina transporta klastičnog materijala zavisiće od veličine fragmenata, njihovog oblika i snage toka.

Površinski tokovi će fragmente koje nose istaložiti u meandrima, zatim u obliku ada i na svojim ušćima u veće reke, jezera ili mora, znači, upravo tamo gde snaga vodenog toka slabi.

Rastvoreni materijal nošen površinskim ili podzemnim vodama, može da se istaloži pod različitim okolnostima. Iz pravih, odnosno jonskih rastvora do taloženja dolazi usled prezasićenja rastvora, isparavanja rastvarača (evaporacije) ili poremećaja ravnoteže usled gubitka neke komponente iz rastvora ili privođenja nove materije u rastvor. Taloženje iz koloidnih rastvora prouzrokovano je procesom koagulacije.

**Eolskim** transportom, odnosno vetrom biće zahvaćene sitnije čestice, one koje vetar svojom snagom može da pokrene. Dužina eolskog transporta zavisiće, dakle, od brzine i snage vetra i veličine čestica. Fragmentirani materijal se vetrom može transportovati ponekad i na dosta velike daljine. Do taloženja će doći kada vetar oslabi, odnosno kada naiđe na neku prepreku.

U predelima sa nivalnom klimom (gde se temperatura ne penje iznad  $0^{\circ}\text{C}$ ), dakle u polarnim oblastima ili na visokim planinama dolazi do nagomilavanja velikih naslaga snega i leda. Pod težinom gornjih slojeva snega doći će do prekrystalizacije u podini i stvaranja zrnastih agregata leda – **firnova**. Ledena masa usled težine počće da klizi niz padinu, usput otkidajući komade stena od podloge. Ovaj klastični materijal (morene) glečer transportuje vukući ga po podlozi, što dovodi do daljeg raspadanja stena. Ovako se mogu prenositi i sasvim sitni fragmenti raspadnutih stena, ali i blokovi težine i po nekoliko tona.

Kada se ledena glečerska masa spusti na one visine na kojima vladaju temperature iznad  $0^{\circ}\text{C}$  dolazi do njenog otapanja i sav materijal koji je glečer nosio momentalno se taloži. Izuzetak su slučajevi kada može dalje da bude prenošen površinskim tokovima koji nastaju otapanjem glečera.

DIJAGENEZA

Taloženjem fragmenata raspadnutih stena dobija se rastresita nevezana stenska masa. U sledećoj fazi procesa stvaranja sedimentnih stena, **dijagenezi** (litifikaciji, okamenjavanju) od rastresitih, nastaju čvrste stene. Sam proces dijageneze može da traje dosta dugo, tako da danas nalazimo sedimentne stene različitog stepena vezivanja.

Kod sedimenata nastalih taloženjem iz rastvora dijageneza se uglavnom odvija sinhrono sa sedimentacijom, osim kod nekih nastalih koagulacijom iz koloidnih rastvora, kod kojih je za dijagenezu potreban i dodatni pritisak ili povišena temperatura, kako bi se odstranio višak vode.

Vezivanje sedimenata istaloženih u čvrstom stanju najjednostavnije se obavlja taloženjem neke materije iz rastvora koji su cirkulisali kroz stenu. Ova istaložena materija predstavlja cement, odnosno vezivo koje spaja fragmente i tako prouzrokuje nastanak čvrste stene. Rastvoreni materijal može da potiče sa strane, ali isto tako voda može da rastvori i delove već istaloženih fragmenata.

Prema načinu postanka, očigledno je da možemo sedimentne stene da podelimo na one koje nastaju taloženjem čvrstih fragmenata - **mehaničke** ili **klastične**, sedimente nastale taloženjem iz hemijskih rastvora – **hemijske** i one koje su formirane taloženjem nerastvornih organskih ostataka – **organogene** ili **biogene**. Posebnu kategoriju predstavljaju stene nastale taloženjem vulkanoklastičnog materijala – **vulkanoklastične**.

## MINERALNI SASTAV SEDIMENTNIH STENA

Minerale sedimentnih stena možemo da podelimo u dve grupe. To su **alotigeni** sastojci, oni minerali koji su već ranije formirani i na mesto sedimentacije dospevaju u čvrstom stanju i **autigeni**, minerali koji nastaju prilikom nastanka same stene. Tako su, na primer, fragmenti u klastičnim stenama alotigeni, a cementna masa je autigena.

U izgradnji sedimentnih stena učestvuju, kako minerali koje smo sretali u magmatskim stenama, kao što je kvarc, muskovit, feldspati, tako i minerali koji se formiraju u hidatogenom ciklusu, kao što su kalcit, dolomit, minerali glina, razni sulfati, haloidi i sl.

## SKLOP SEDIMENTNIH STENA

## STRUKTURE SEDIMENTNIH STENA

Svaki od osnovnih genetskih tipova sedimenata ima i svoje karakteristične strukturne odlike. Klastične sedimentne stene imaju **klastične** strukture. Njihova je odlika da se stena sastoji od fragmenata alotigenih zrna, koji mogu, ali i ne moraju da budu vezana nekom cementnom materijom. Prema veličini fragmenata, klastične strukture se mogu podeliti na:

**Psefitske** - sa veličinom zrna preko 2mm;

**Psamitske** - za zrnima 2-0.05mm;

**Alevritske** - 0.05-0.005mm i

**Pelitske** sa zrnima ispod 0.005mm.

Uz veličinu fragmenata, kao faktor strukture može se još tretirati i stepen, odnosno način vezivanja, koji se ogleda u odnosu fragmenata i veziva.

Hemijski sedimenti najčešće imaju **kristalaste** strukture, koje se odlikuju sraslim zrnima autigenih minerala. Ovakve strukture, prema veličini zrna mogu biti **mikrokristalaste**, kada se kristali ne vide golim okom ili **makrokristalaste**, kada se mogu videti golim okom. Takođe, se ovde javljaju varijeteti kao što su **amorfna** ili **kriptokristalasta** struktura. Interesantan vid strukture hemijskih sedimenata su **oolitske**. Njihova odlika je pojava sferoidnih oblika, koncentrične građe. U centru oolita se nalazi neki odlomak stene ili mineralnog zrna oko koga se materijal iz (najčešće koloidnog) rastvora koncentrično taloži. Krupniji ooliti (preko 2mm u prečniku) nazivaju se **pizolitima**.

Kod organogenih sedimenata možemo da govorimo o **organogenim** (zoogenim ili fitogenim) strukturama.

## TEKSTURE SEDIMENTNIH STENA

Teksturni oblik karakterističan za sedimentne stene je **slojevitost**. Sloj, preme definiciji, predstavlja **geološko telo homogenog sastava, velikog horizontalnog i malog vertikalnog rasprostiranja**. Sloj je ograničen dvema paralelnim površinama, gornjom – **povlatnom** i donjom – **podinskom**. Debljina slojeva je različita. Mogu biti tanki svega nekoliko milimetara (liske), pa sve do 2m (banci). Ako debljina slojeva pređe granicu od 2m, govorimo o masivnim stenama.

Svaki sloj odlikava određene uslove sedimentacije, a tokom taloženja može da dođe do varijacija u materijalu koji se deponuje ili do malih promena dubine sedimentacionog basena. Tada se unutar jednog sloja javlja **laminacija**, odnosno mogu se zapaziti lamine (slojici) koje su paralelne slojnim površinama, kose ili talasaste.

Ukoliko se tokom deponovanja klastičnog materijala menja dubina basena (zbog transgresije, regresije i sl.), u okviru jednog sloja može se konstatovati promena veličine fragmenata. Ovakvu pojavu nazivamo **gradaciona slojevitost**.

Kod hemijskih sedimenata, usled promene primesa u rastvoru iz koga se taloži materijal, smenjuju se trake različitih boja. Ovakva tekstura je **trakasta**.

Izumiranjem biljnih organizama oko kojih se taloži materija iz rastvora u steni zaostaju šupljine, te se pojavljuje **šupljikava tekstura**.

## KLASTIČNE SEDIMENTNE STENE

Kod klastičnih sedimenata klasifikacija se zasniva na veličini fragmenata od kojih je stena izgrađena, kao i na stepenu dijageneze. Klastične sedimentne stene mogu, prema tome, da se podele na:

nevezane	poluvezane	vezane
PSEFITI		PSEFITOLITI
Drobina		Breča
Šljunak		Konglomerat
PSAMITI		PSAMITOLITI
Pesak		Peščar
ALEVRITI		ALEVROLITI
Prah		
PELITI		PELITOLITI
Mulj	Glina	Glinac

### PSEFITI I PSEFITOLITI

#### **Drobina**



Ostatak raspadanja (mehanički detritus), predstavljen je često fragmentima čija veličina prelazi 2mm. Ovaj materijal, ukoliko se taloži na mestu raspadanja ili posle kraćeg transporta ostaće uglast (nezaobljen). Nevezana (rastresita) stena izgrađena od uglastih fragmenata pefitske veličine, naziva se **drobinom**. Kako fragmenti nisu udaljeni od mesta raspadanja, drobina je uglavnom jednorodnog sastava, odnosno, izgrađuju je odlomci jedne vrste stena.

### **Šljunak**

Dužim transportom odlomaka stena (najčešće vodenim tokovima) doći će do njihovog zaobljavanja. Ovako zaobljeni materijal nazivamo **šljunkom**. S obzirom da se ovi fragmenti prikupljaju sa velikog prostora, velika je verovatnoća da potiču od različitih vrsta stena. Šljunak je, prema tome, po svom sastavu heterogen.

### **Breča**

**Breča** je stena koja nastaje cementovanjem drobine. Vezivo, pri tom, može da bude prineto spolja, ali i da nastane delimičnim rastvaranjem samih fragmenata. Kao i drobina, breča je pretežno homogenog sastava, a naziv često dobija prema materijalu od kojeg je izgrađena (mermerna, serpentinska, krečnjačka...). Dobro vezane breče interesantnih boja, mogu da budu upotrebljene kao arhitektonski kamen (za oblaganja, popločavanja...). Poznate su ovakve breče iz Ropočeva (kod Mladenovca) i kod Dečana.

### **Konglomerat**

**Konglomerati** nastaju vezivanjem šljunka. Heterogenog su sastava, masivni, neslojeviti. Nisu pogodni za korišćenje kao tehnički ili arhitektonski kamen.

## **PSAMITI I PSAMITOLITI**

### **Pesak**

**Pesak** predstavlja nevezan klastični materijal usitnjen do veličine između 0.05 i 2.00mm. Dugi transport prouzrokuje zaobljenost zrna. Kako su fragmenti stena ili mineralna zrna često prenošeni površinskim vodama, pri čemu može da dođe do njihovog rastvaranja, u pesku nalazimo uglavnom

samo minerale otporne na hemijsko raspadanje. Tako su peskovi pretežno izgrađeni od kvarca, muskovita, granata, turmalina, eventualno nekih feldspata i sl.

Primena peska je višestruka. Osim u građevinstvu, pesak sa visokim sadržajem kvarca, je osnovna sirovina za proizvodnju stakla. Eksploatacija kvarcnog peska se kod nas vrši kod Zaječara (Rgotina), Valjeva, Mladenovca (Vlaško Polje) i dr.

### **Peščar**

Vezivanjem (cementovanjem) peska nekim prirodnim vezivom nastaje **peščar**. Kao i pesak, peščar je izgrađen od zrna otpornih minerala. Strukture je psamitske, a tekstura mu je slojevita ili masivna.

U pogledu sastava vezivnog materijala, peščari mogu da budu karbonatni, glinoviti, silicijski, bituminozni i sl. Koristi se kao građevinski kamen i najpoznatiji su peščari iz sela Bele Vode kod Kruševca, Ljiga, iz Ostružnice (kod Umke) i crveni permski peščari (rečica Grza kod Paraćina). Crkva Svetog Marka u Beogradu obložena je Belovodskim i crvenim peščarom.

### **ALEVRITI I ALEVROLITI**

U grupi alevrolita je najvažniji **les**. Nastaje vezivanjem eolskog materijala u stepskim područjima sa bujnom vegetacijom. Prah (nevezani materijal) oblaže biljke i vremenom može dati debele naslage lesa (u Vojvodini do 150 m, a u Kini i 400 m).

Zbog ovakvog porekla les ima cevastu gradju, pa je vrlo porozan. Kroz šupljine, koje zaostaju nakon truljenja biljaka cirkulišu površinske vode i rastvaraju deo karbonatne materije i vremenom je talože na dnu cevčice. Tako nastaju **lesne lutkice**, druga važna teksturna odlika lesa. Iako je les slabo vezana stena, zbog svoje poroznosti, odnosno cevaste gradje predstavlja tlo na kom se može graditi jer podnosi velika opterećenja. Kod nas je les deponovan finozrni morenski materijal i koristi se za izradu opeka. Ima ga u Slavoniji, Mačvi i Vojvodini, kao i u Višnjici (Beograd), Zemunu i u Banatu, gde dostiže debljinu i do 40 m (na Titelskom bregu).

### **PELITI I PELITOLITI**

Nevezani materijal je mulj, a poluvezan, plastični materijal je glina. Izgradjeni su od minerala glina (kaolinit, ilit, monmorijonit) i raznih primesa. Nastaju transportom i taloženjem mulja u vodenoj sredini, mada postoje i rezidualne ili sedentarne gline koje su postale i ostale na mestu raspadanja primarnih stena (nije bilo transporta). Do vezivanja najčešće dolazi isušivanjem pod pritiskom gornjih slojeva. Potpunim gubljenjem vode gline prelaze u čvrstu stenu - glinac, koja nema plastičnost. Po mestu postanka gline delimo na marinske, barske i jezerske. Najpoznatije su: **kaolinitske ili vatrostatne gline** (nastaju raspadanjem granita), a koriste se u industriji porcelana i elektroporcelana (Rudovci kod Arandjelovca, ležište Karačevo severno od Bujanovca, ležište Metriš u istočnoj Srbiji formirano u priobalskom delu tercijarnog mora).

**Monmorijonitske gline** - imaju veliku moć apsorpcije organskih materija pa primenu nalaze u tekstilnoj industriji i industriji šećera. Ovde spadaju i **bentonitske gline** koje nastaju raspadanjem tufova (Petrovac na moru, Vrdnik...).

**Crvenica ili terra rossa** - nastaje raspadanjem krečnjaka i odošenjem karbonata kad zaostaju oksidi i hidroksidi Fe, često i Al, pa mogu dati i boksite. Kod nas ih ima u krečnjačkim terenima Crne Gore i Dalmacije (boksiti Nikšića).

**Uljni škriljci** su pelitske stene sa preko 10% organske materije - kerogena.

Čiste gline su izvanredan industrijski materijal, ali su nepogodno tlo za gradnju jer ne propuštaju vodu i stvaraju klizišta. Pre gradnje potrebna je elektrohemijska konsolidacija.

## HEMIJSKE I ORGANOGENE SEDIMENTNE STENE

Najveću grupu čine karbonatni sedimenti, koji su vrlo zastupljeni u izgradnji Zemljine kore. U okviru njih preovladuju krečnjaci koji po načinu postanka mogu biti hemijski, klastični i organogeni.

### **Krečnjaci**

Mogu graditi čitave formacije, mogu biti slojeviti i masivni. Izgradjeni su od kalcita, ali skoro redovno sadrže primese koje ih različito boje i na osnovu kojih razlikujemo - laporovite, glinovite, gvoždjevite, peskovite

krečnjake itd. Prepoznamo ih lako jer reaguju sa hladnom HCl. Struktura im zavisi od načina postanka. Hemijski krečnjaci su kristalaste strukture, klastični krečnjaci (nastali preradom ranijih karbonatnih stena) su klastične strukture, a organogeni krečnjaci imaju organogene strukture i ime dobijaju prema vrsti fosila (na primer - cefalopodski, hipuritski, brahiopodski). Imaju raznovrsnu primenu: u građevinarstvu (i kao arhitektonski i kao tehnički kamen), topitelji su u visokim pećima, u hemijskoj industriji i industriji šećera (krečnjaci sa preko 95%  $\text{CaCO}_3$ ), u poljoprivredi (u mlevenom stanju). Vrlo su rasprostranjeni u Dinaridima, Alpima, Istočnoj Srbiji, a eksploatišu se na mnogo mesta u našoj zemlji.

Karbonatni sediment sa 35-65% gline nazivamo **laporac**. Redovno su slojeviti, sa slojevima male debljine. Nastaju u marinskim i jezerskim basenima istovremenim taloženjem gline i karbonata. Eksploatišu se za proizvodnju cementa u Beočinu (Fruška Gora), Kosjeriću, Popovcu, zatim kod Pljevalja, u Ralji kod Beograda.

### **Dolomiti**

Dolomiti su karbonatne sedimentne stene izgrađene od minerala dolomita. Slični su krečnjacima od kojih se razlikuju jer ne reaguju sa hladnom HCl. Nastaju najčešće metasomatskim putem, delovanjem magnezijumom bogatih rastvora na krečnjake, ali i kao hemijski sedimenti direktnim taloženjem iz rastvora. Struktura im je kristalasta, a tekstura slojevita ili masivna. Koriste se kao i krečnjaci u građevinarstvu, hemijskoj industriji i poljoprivredi, ali u manjoj meri. Ima ih na Zlatiboru (Braneško polje), Jarandol, Pranjani...

### **Bigar**

**Bigar ili siga** je karbonatni sediment koji nastaje oko hladnih slatkih voda sa sadržajem bikarbonata gde je vegetacija bujna. Biljke iz vode bogate kalcijum bikarbonatom apsorbuju  $\text{CO}_2$ , a oko njih se taloži  $\text{CaCO}_3$  i oblaže ih. Truljenjem biljaka, slično kao kod lesa, nastaje šupljikava stena koju zovemo i karbonatni tuf. Dobar je građevinski materijal, lako se obradjuje i intenzivno je korišćen u izgradnji srednjovekovnih manastira. Ima ga u okolini Jagodine, u selu Brasina kod Loznice, izvornom delu reke Ljig, kod Niške Banje.

Stena slična bigru, ali nešto kompaktnija i trakaste građe naziva se **travertin**. Može biti raznih boja i veoma je interesantan kao arhitektonski kamen.

### **Mermerni oniks**

**Mermerni oniks** nastaje oko toplih i hladnih izvora, izlučivanjem iz voda bogatih  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Izgrađen je od kalcita ili aragonita, strukture često makrokristalaste, a teksture trakaste. Različitih boja u zavisnosti od primesa, u tanjim pločama je proziran. Zbog ovakvih karakteristika ovo je veoma cenjen materijal za oblaganje ili izradu dekorativnih predmeta. Ima ga u selu Banjica kod Peći, na Venčacu, i oko gejjzira kod Sijarinske Banje.

### **Pisaća kreda**

**Pisaća kreda** je karbonatni sediment izgrađen od mikroskopski sitnih ljušturica foraminifera, istaloženih u morima ili slatkim jezerima. To je bela, jako porozna, higroskopna stena. Najveće pojave formirane su u periodu krede koji je tako i dobio ime. Kod nas je malo rasprostranjena i lošeg kvaliteta. Tercijarne je starosti i stvarana u jezerskim basenima u okolini Užica i Kragujevca.

### **Rožnac**

**Rožnac** je stena izgrađena od  $\text{SiO}_2$  minerala. Nastaje najčešće u vreme submarinskih izlivanja bazične ili intermedijarne lave. Tom prilikom se oslobađa izvesna količina slobodnog  $\text{SiO}_2$ , koji biva istaložen iz rastvora kao pravi hemijski sediment ili biva ugrađen u ljuštore nekih organizama (radiolarija ili silicispongija), pa se taloži po njihovom izumiranju. U početku to je opalska stena, ali zbog nestabilnosti, opal vremenom prekrystalise u kalcedon i kvarc.

Struktura rožnaca, prema tome, varira od amorfne do mikrokristalaste, dok je tekstura masivna. Boje su veoma raznovrsne, mada najčešće srećemo crvene ili zelene, ređe šarene. Zbog načina postanka, pojavljuju se kao proslojci i sočiva unutar submarinskih vulkanita, sa kojima građe dve značajne vulkanogeno-sedimentne serije: "porfirit-rožnačku" (trijaske starosti) i "dijabaz-rožnačku" (formiranu tokom jure).

## **VULKANOKLASTIČNE STENE**

Ove stene čine posebnu grupu jer materijal za njihovo stvaranje potiče direktno iz vulkana (nije bilo faze raspadanja, a i transport je specifičan). Taloženje, dijageneza i način pojavljivanja ovih stena su kao kod normalnih klastičnih sedimenata.

Javljaju se uz eksplozivne vulkane, sa viskoznim magmama (lavom) koje su bogate lakoisparljivim komponentama. Od krupnijih fragmenata preovlađuju **vulkanski blokovi** (nepravilnih oblika) i **vulkanske bombe** (nastale od delova nekonsolidovane lave koji krećući se kroz vazduh zadobijaju aerodinamične kapljičaste oblike). Vezivanjem vulkanskih blokova nastaju **vulkanske breče** (mogu da budu vezane novim izlivom lave, pa su to onda **lavobreče**), dok se dijagenezom vulkanskih bombi i nešto sitnijih fragmenata (vulkanskih **lapila**) formiraju **vulkanski aglomerati**.

Najinteresantnije vulkanoklastične stene nastaju cementovanjem sitnijeg materijala - vulkanskog peska, pepela i prašine i poznate su pod nazivom **tufovi**. Ukoliko se taloženje vulkanoklastičnog materijala odvija u vodenoj sredini, može da dođe do mešanja sa nekim drugim sedimentima i tada nastaju **tufiti**.

Prema sastavu tufovi mogu biti andezitski, riolitski, dacitski i sl., a prema učešću pojedinih komponenata **vitroklastični** (preovladjuju fragmenti stakla), **litoklastični** (fragmenti stena) i **kristaloklastični** (preovladjuju fragmenti minerala). Posebnu grupu čine zeleni tufovi Severne Crne Gore (između Visitora i Ljubišnje) i Crnogorskog primorja (između Bara i Budve), koji su poznati pod imenom "**pietra verde**". Vezani su za trijaski magmatizam Dinarida.

Tufovi su podložni promenama i vremenom prelaze u bentonitske gline koje se mogu eksploatisati (Petrovac na moru). Ako su dobro vezani dobar su građevinski materijal, a i dobar su izolator (Vranje).

**Ignimbriti** su vulkanoklastične stene nastale na dosta specifičan način. Prilikom eksplozivnih vulkanskih erupcija, na obroncima kupe talože se oblaci pepela izmešani sa kapljicama lave. Usled odlaska lakoisparljivih sastojaka raste temperatura i to toliko da deo istaloženog materijala može ponovo da bude stopljen. Naglim hlađenjem stopljenog materijala formira se vulkansko staklo. Tako se ignimbriti razlikuju od tufova po tome što su

kompaktniji i u njima se javljaju sočivasta nagomilanja vulkanskog stakla (**fjame**).

## SEDIMENTACIONE SREDINE

Pod pojmom sedimentacionih sredina podrazumevamo sredine u kojima nastaju sedimentne stene. Od uslova koji vladaju u pojedinim sredinama zavisiće i karakter stene, odnosno njen sklop i mineralni sastav. Tako, analiziranjem produkata sedimentacije možemo da dođemo do zaključka u kakvoj je sredini stvarana sedimentna stena. Razlikujemo tri osnovne vrste sredina:

- sedimentacione sredine kontinentalnog područja,
- sedimentacione sredine morskog područja i
- mešovite (kontinentalno-morske) sredine.

### **Sedimentacione sredine kontinentalnog područja.**

Ove sredine se nalaze regionalno iznad nivoa mora. Možemo da razlikujemo **kopnene** (eolske i glacijalne) i **vodene** (potočne i rečne, jezerske i močvarne) sredine.

**Eolske sredine** - karakteristične su naročito za aridna područja, pustinje, polupustinje i steppe. Materijal se transportuje vetrom na različite udaljenosti u zavisnosti od snage vetra i veličine (težine) čestica. Preovlađuju, dakle, klastični sitnozrni sedimenti, klasirani po veličini. Zbog promene pravca vetra moguća je pojava kose ili ukrštene slojevitosti. Hemijski i organogeni sedimenti gotovo potpuno izostaju.

**Glacijalne sredine** - obuhvataju regione sa nivalnom klimom (polarne oblasti i visoke planine) u kojima su temperature stalno ispod 0°C. Svi hemijski procesi ovde izostaju, a organske aktivnosti su svedene na minimum. Sedimentni materijal se transportuje lednikom, a do taloženja dolazi na visinama na kojima se zbog porasta temperature led otapa. Fragmenti koje lednik transportuje su veoma različitih dimenzija - od pelitskih, pa sve do stenskih blokova koji mogu da teže i do nekoliko tona. Produkti sedimentacije u glacijalnoj sredini su, dakle, klastični sedimenti koji se odlikuju malim rasprostranjenjem i odsustvom bilo kakve klasiranosti.

**Potočni i rečni sedimenti** - su produkti taloženja u koritima površinskih tokova i u vodoplavnim područjima. Klastični materijal se transportuje snagom vodenih tokova, koja zavisi od nagiba terena i količine vode, a taloži se u momentu kada snaga vodenog toka oslabi. Klastični sedimenti koji se talože u rečnom koritu su klasirani po veličini, upravo zbog razlike u težini čestica koje snaga vode može da pokrene, dok se u vodoplavnim područjima, po povlačenju vode u korito, taloži materijal raznovrsan po veličini, pa je klasiranje slabo. Osim klastičnih, u potočnim i rečnim sredinama se talože i neki biohemijski sedimenti.

**Jezerski sedimenti** - su raznovrsni. Njihov karakter zavisi od veličine jezera, njegove dubine, prozračnosti, temperature i kiselosti vode. U priobalnim područjima, u kojim se oseća uticaj rada talasa, preovlađuju klastični sedimenti, pri čemu veličina fragmenata opada sa povećanjem dubine. U većim dubinama formiraju se hemijski i organogeni sedimenti.

**Sedimenti močvara** - nastaju u specifičnim uslovima. Močvare definišemo kao plitke stajaće vode koje mogu da se prihranjuju atmosferskim vodama (visoke), podzemnim vodama (niske) ili na oba načina (mešovite močvare). Ovakva sredina pogoduje intenzivnom razvoju organskog (pre svega biljnog) sveta, pa će se u močvarama taložiti upravo ostaci izumrlih biljaka. Na ovaj način nastaju **tresetišta**.

### **Sedimentacione sredine morskog područja.**

Ovo su veoma značajna područja, jer se u marinskim basenima formiraju sedimenti velikog rasprostiranja i debljine. Obično su dobro uslojeni i klasirani. Vrsta sedimenata koji će nastati zavisi pre svega od dubine, pa je tako i izvršena klasifikacija marinskih sredina.

**Litoralna sredina** - obuhvata područje malih dubina, odnosno između maksimalne plime i minimalne oseke. Ovde se oseća intenzivan rad morskih talasa, koji svojom snagom otkidaju delove stena na obali i talože ih klasifikujući ih po veličini. U ovoj sredini formiraće se krupnozrni (psamitski i psamitski) sedimenti, ali i glinoviti materijal koji se prinosi sa kopna. Takođe, u plitkim priobalnim područjima mogu da se formiraju neki biohemijski sedimenti (koralni krečnjaci...).



**Neritska (sublitoralna) sredina** - prostire se do dubine od oko 200 m. Ova dubina je i granica prostiranja svetlosti. Tu će se taložiti sitnozrni (psamitski do pelitski) klastični sedimenti i krečnjaci.

**Batijalna sredina** - obuhvata prostrana područja u kojima je dubina između 200 i 2000m. Ovde se talože karbonati, zatim glinoviti i organogeni silicijski sedimenti.

**Abisalna sredina** - se prostire u dubinama preko 2000 m. I u ovom području će se taložiti dubokomorske gline i silicijski sedimenti, ali je, usled smanjenog priliva materijala, ova sedimentacija jako spora.

### **Sedimentacione sredine kontinentalno-marinskog područja**

Ove sredine obuhvataju regione u kojima se mešaju slane i slatke vode. Ovde spadaju područja delti i laguna.

U **deltama** preovlađuju klastični sedimenti, različitih veličina fragmenata, neklasirani i sa čestom ukrštenom slojevitošću.

**Lagune** su priobalni baseni, odvojeni od otvorenog mora nekom prirodnom preprekom (peščanim ili koralnim sprudom...), tako da je priliv sveže morske vode u njima ograničen. Usled povećanog isparavanja, ova sredina pogoduje stvaranju naslaga soli (evaporata), a površinske vode sa kopna prinose glinoviti materijal.