

MAGMATSKE STENE

Kao što je već rečeno, magmu definišemo kao usijano tečni, homogeni silikatni rastop, izgrađen od teškoisparljivih (90%) i lakoisparljivih (10%) sastojaka.

Videli smo da temperatura lave, merena na živim vulkanima, iznosi 900-1400°C, ali vrlo je verovatno da se temperatura magme negde u dubini Zemljine kore nešto razlikuje. Lava može imati nižu temperaturu nego magma, što može biti posledica hlađenja tokom kretanja, ali i višu usled naglog odlaska lakoisparljivih sastojaka u atmosferu (lakoisparljivi sastojci, pre svega voda, svojim prisustvom obaraju temperaturu sistema, tako da po njihovom odlasku temperatura može u izvesnoj meri da poraste). Poznavajući temperaturu kristalizacije nekih minerala takođe možemo posredno da odredimo temperaturu magme. Ovakve minerale nazivamo "geološkim termometrima".

DIFERENCIJACIJA MAGME

Na osnovu dosadašnjih saznanja o procesima koji pokreću magmatski rastop i njegovom poreklu, jasno nam je da postoji mali broj "izvornih" magmi. Sa druge strane, u prirodi srećemo veliki broj vrsta magmatskih stena. Raznovrsne procese koji će imati za posledicu stvaranja različitih vrsta produkata od jedne izvorne magme nazivamo diferencijacijom magme.

Diferencijacija može da se odvija dok magma miruje - **statička** ili u toku njenog kretanja - **kinetička**.

Magmatski rastop je na visokim temperaturama i pod dejstvom spoljašnjih pritisaka potpuno homogen. Do poremećaja ovog homogeniteta će doći usled opadanja temperature.

Prva posledica opadanja temperature je ograničena mogućnost mešanja pojedinih materija u magmi. Posledica ovoga je izdvajanje kapljica sulfida, pre svega nikla, kobalta i bakra. Ovaj proces se naziva **likvacijom**, a produkti koji su izdvojeni - **likvidnim segregatima**. Kapljice sulfida imaju veću gustinu od ostatka rastopa, pa tonu na njegovo dno. Ovi početni procesi magmatske diferencijacije imaju za posledicu osiromašenje ostatka rastopa izdvojenim komponentama.

Dalje opadanje temperature izazvaće kristalizaciju prvih minerala iz rastopa. Najpre će to biti metalni minerali, kao što su hromit ili titanomagnetit, a kasnije počinje kristalizacija prvih petrogenih minerala. Ovu fazu magmatske diferencijacije obično zovemo **frakcionom kristalizacijom** ili **kristalizacionom diferencijacijom**.

U opštem slučaju glavni petrogeni minerali se iz rastopa izlučuju određenim redosledom. Naučnik Bowen postavio je šemu reda kristalizacije sastojaka iz magme. Na ovoj šemi prikazana su dva niza. Jedan koji prikazuje red izlučivanja bojenih (**femskih**) minerala i drugi koji prikazuje red kristalizacije svetlih (**salskih**) minerala. Sa šeme se može videti da, sa opadanjem temperature, najpre kristališe olivin, zatim rombični, pa monoklinični pirokseni, amfibol (hornblenda) i na kraju biotit. Niz salskih minerala odgovara nizu plagioklasa, s tim što najpre kristališu bazični (kalcijski) tipovi, pa se sastav menja ka albitu koji nastaje na nižim temperaturama. Na samom kraju, na najnižim temperaturama, izlučuje se kalijski feldspat, kvarc i muskovit. Analiza ove šeme može da nam pomogne u određivanju mineralnih asocijacija karakterističnih za pojedine tipove stena.

Prvoizlučeni kristali su veće gustine, pa tonu na dno rastopa, a kada počne kristalizacija svetlih sastojaka, oni ostaju da lebde u rastopu ili se penju naviše. Za to vreme, sa izlučivanjem svakoga kristala, menja se sastav neiskristalisalog dela magme.

Ukoliko tokom procesa frakcione kristalizacije dođe do delovanja nekih tektonskih pokreta, deo rastopa koji još nije iskristalisao može biti istisnut i konsolidovati se na mestima udaljenim od osnovnog magmatskog tela. Naravno da će sastav stena koje ovom prilikom nastaju biti bitno različit od produkata osnovne magme.

Krećući se kroz stene Zemljine kore, magma otkida fragmente okolnih stena. Zbog visoke temperature ovaj materijal se stapa i u potpunosti meša sa magmom. Tako magma, krećući se menja svoj sastav. Proces uklapanja okolnih stena u magmu nazivamo **asimilacijom** ili, s obzirom na menjanje sastava magme, **kontaminacijom**.

Jedan od procesa koji utiču na promenu sastava izvornih magmi je i **hibridizacija**. Ona podrazumeva mešanje dveju magmi različitog sastava, pri čemu nastaje rastop potpuno novih karakteristika.

OBLICI MAGMATSKIH TELA

Pokrenuta iz dubine Zemlje, magma može da bude utisnuta u stene Zemljine kore ili da se izlije na površinu. Konsolidacijom magmatskog rastopa u različitim uslovima nastaju specifični oblici magmatskih tela. Ukoliko magma kristališe u dubini, onda su to plutonska tela ili plutoni, a izlivanjem na površinu nastaju vulkanska tela.

Prilikom utiskivanja u postojeće stene Zemljine kore mogu da se obrazuju magmatska tela paralelna (saglasna) postojećim stenama, a mogu i da presecaju postojeće stene pod nekim uglom. Saglasna plutonska tela nazivamo **konkordantnim**, a ona koja presecaju stene pod nekim uglom - **diskordantnim**.

Od diskordantnih magmatskih tela najveće dimenzije imaju **batoliti** koji zauzimaju ogromne prostore i njihovu donju granicu nije moguće sagledati. **Štokovi** su diskordantna tela nešto manjih dimenzija i predstavljaju periferne delove batolita. **Dajkovi** su žična tela koja presecaju postojeće stene pod kosim uglom. Iz tela većih dimenzija često se granaju spletovi diskordantnih žica koje nazivamo **apofizama**. Termin žica se u geologiji koristi za tela koja imaju jednu dimenziju izrazito manju od ostale dve (ploča), a najčešće se radi o ispunjenim pukotinama.

Od konkordantnih magmatskih tela većih dimenzija treba izdvojiti **lakolite** - tela sočivastog oblika (plankonveksna ili bikonveksna), zatim, **lopolite** - zdelastog oblika i zatim, nešto manje, **fakolite** koji se obrazuju u temenim delovima nabora. Žično telo paralelno slojevima postojećih stena naziva se **sil** (koristi se i termin **sklad**).

Na površini se mogu, kako je to već rečeno u poglavlju o vulkanizmu, formirati vulkanske kupe (hlađenjem lava većeg viskoziteta) ili štitovi odnosno ploče od slabije viskoznih lava.

Od magme ohlađene u vulkanskom kanalu obrazuje se subvertikalno telo sa jednom izraženom i dve znatno manje dimenzije, koje se naziva **nek**.

LUČENJE MAGMATSKIH STENA

Usled hlađenja magme ili lave doći će do kontrakcije i stvaranja jednog ili više sistema pukotina. Ovako ispucala stenska masa obrazuje ponekad i dosta pravilne oblike. Ova osobina magmatskih stena naziva se lučenje. Na osnovu oblika koji se dobijaju, lučenje može biti **stubasto**, **pločasto**, **bankovito**, **poliedarsko**, **kuglasto**...

Jedan od specifičnih oblika pojavljivanja magmatskih stena su takozvane **pilou-lave** (engl. pillow-jastuk) ili jastučaste lave. One nastaju u procesima submarinskog vulkanizma. Lava visoke temperature se, usled naglog izlivanja u hladnu vodenu sredinu, rasprskava u "kapljice" centimetarskih do decimetarskih dimenzija.

Lučenje stena ima naročito veliki značaj za njihovu upotrebu i što je veoma važno, za eksploataciju stenske mase. Povoljno lučene stene (pločasto, bankovito, stubasto) pogodnije su za eksploataciju i od njih se obradom jednostavno dobijaju pravilni komadi. Kuglasto lučene stene će pri obradi da pucaju uvek po neravnim površinama, a prilikom drobljenja dobićemo iveraste fragmente oštih ivica koji nisu pogodni za upotrebu kao kameni agregat.

SKLOP MAGMATSKIH STENA

Sklop magmatskih stena je jedna od osobina najznačajnijih za njihovu odredbu. Sklop stene je, naime, odraz kako uslova kristalizacije, tako i izvesnih geoloških procesa sinhronih nastanku same stene ili se odigravaju neposredno posle njega. Sklop stene definišu njena struktura i tekstura.

Struktura magmatske stene je određena oblikom, veličinom i međusobnim odnosom sastojaka (minerala) u njoj. Ove osobine direktna su posledica toka, odnosno brzine kristalizacije magme ili lave.

Tekstura stene je posledica geoloških događaja koji su se odigravali u toku ili odmah po kristalizaciji magmatskog rastopa. Određena je rasporedom minerala u steni i ispunjenošću prostora u njoj.

STRUKTURA MAGMATSKIH STENA

Prilikom hlađenja magmatskog rastopa u dubini Zemljine kore, svi minerali koji tom prilikom kristališu imaju podjednake uslove. Hlađenje u ovakvim uslovima je lagano, što znači da ima dovoljno vremena za razviće svih

mineralnih zrna, ali, s obzirom na relativno ograničen prostor, neće se uvek svi minerali pojaviti u idiomorfim oblicima. Jednaki uslovi za kristalizaciju imaće za posledicu nastanak stena izgrađenih od mineralnih zrna ujednačene veličine. Struktura ovakvih stena je **zrnasta** i karakteristična je za takozvane dubinske magmatske stene.

Izvesna podela zrnastih struktura može se izvršiti na osnovu stepena idiomorfizma (pravilnosti razvića) minerala. Stene kod kojih su svi sastojci pravilno razvijeni (idiomorfni) imaju **panidiomorfno zrnastu** strukturu, ona kod koje su sastojci delom idiomorfni, a delom ksenomorfni (nepravilni) - **hipidiomorfno zrnastu**, a struktura stene kod koje nema idiomorfnih kristala, već su svi ksenomorfni, ima **alotriomorfno zrnastu** strukturu.

U slučaju pokretanja magme ka površini i njenog izlivanja u vidu lave, kristalizacija sastojaka se odvija u dve faze. Deo minerala može da iskristališe ili u magmatskom ognjištu ili prilikom kretanja ka površini. U ovakvim uslovima postoji dovoljno i prostora i vremena za njihov pravilan razvoj. Ti sastojci su idiomorfni i manje više krupni. Kada se ta magmatska masa, u kojoj prvoiskristalisali minerali "plivaju" u tečnom ostatku, izlije na površinu, dolazi do njenog naglog hlađenja. Neiskristalisali ostatak nema, prema tome, dovoljno vremena da se iz njega razviju minerali znatnije veličine i pravilnog oblika. U ovoj fazi pojaviće se veoma sitni kristali (mikroliti) ili će, u slučaju ekstremno brzog hlađenja, kristalizacija potpuno izostati. Amorfna masa, koja tom prilikom ispunjava međuprostor između kristala nastalih u prvoj fazi, naziva se **vulkansko staklo**.

Kristalizacija u dve faze daće kao posledicu **porfirsku** strukturu, koja se odlikuje postojanjem fenokristala (prvoiskristalisalih, najčešće krupnih i idiomorfni minerala) i osnovne mase. S obzirom da osnovna masa nije uvek u potpunosti iskristalisala, porfirske strukture ćemo na osnovu toga i podeliti na **holokristalasto porfirske** - sa potpuno iskristalisalom osnovom, **hipokristalasto porfirske** - sa delimično iskristalisalom (ostatak je staklast) i **hijalinske** ili **vitrofirske** - kod kojih se umesto mikrolita u osnovi stene pojavljuje vulkansko staklo.

U izvesnim slučajevima moguće je da se u steni pojavi nesrazmerno mala količina fenokristala u odnosu na osnovnu masu, kada ih nazivamo **oligofirskim**, ili da se između brojnih fenokristala nalazi sasvim malo osnovne mase, kada su to **polifirske** strukture.

Porfirske strukture, jasno je iz mehanizma njihovog nastanka karakteristične su za vulkanske, odnosno izlivne stene. Ređe se mogu pojaviti i kod stena koje su nastale konsolidacijom manjih magmatskih masa ispod površine (žične ili subvulkanske stene).

Moguće je da su u zrnastim stenama pojedina mineralna zrna izrazito krupnija od ostalih. Ovakva struktura se naziva **porfiroidnom** i razlikuje se od porfirske po tome što ovde nije izražena jasna razlika između fenokristala i osnovne mase. Klasična mikrolitska osnova i ne postoji, već se radi o zrnastoj steni sa, tu i tamo, ponekim "preraslim" kristalom. Porfiroidna struktura se može sresti kod nekih dubinskih i žičnih stena, posebno onih koje su bogate kalijevim feldspatom.

Jedan specifičan vid strukture je **ofitska**, koja je karakteristična za neke tipove žičnih i submarinskih izlivnih stena (stene koje nastaju konsolidacijom lave u vodenoj sredini). Specifičan režim kristalizacije, sa dosta naglim hlađenjem, uslovio je kod ovih stena pojavu izduženih, isprepletanih kristala plagioklasa (stepen izduženja plagioklasa zavisi od brzine opadanja temperature). Međuprostori unutar ove "ofitske rešetke" ispunjeni su najčešće kristalima piroksena, ali to mogu biti i neki drugi minerali ili vulkansko staklo (**intersertalna** struktura).

TEKSTURA MAGMATSKIH STENA

Najjednostavniji teksturni oblik imaju stene kod kojih ne postoji nikakva pravilnost u orijentaciji sastojaka i kod kojih je prostor potpuno ispunjen. Ovakva tekstura zove se **homogena** ili **masivna**.

Delovanje usmerenih pritisaka tokom same konsolidacije ili neposredno posle nje može da izazove orijentaciju, pre svega pločastih ili listastih minerala, upravno na pravac delovanja pritiska. Stena sa paralelno orijentisanim mineralnim zrnima ima **planparalelnu** teksturu.

Ukoliko su pritisci intenzivniji ponekad dolazi i do smicanja po ravnima orijentacije. Tako nastaje **škriljava** tekstura. Ukoliko ovakvu stenu izložimo mehaničkom udaru, uvek će se lomiti paralelno ravnima škriljavosti.

Naglo hlađenje na površini može lavu da "zatekne" u fazi tečenja. Tada će fenokristali, a često i mikroliti osnove, biti orijentisani u pravcu tečenja. Ova tekstura je **fluidalna**, a može se reći da je češća kod viskoznijih lava.

Prilikom izlivanja lave na površinu, usled opadanja spoljašnjeg pritiska, koji će ih držati u sistemu, naglo u atmosferu odlaze gasovite komponente. U nekim slučajevima (često kod submarinskih izliva) gasni mehuri mogu da zaostanu u steni. Tako će se formirati **mehurasta** tekstura. Ponekad je jednostavno nazivamo i **šupljikavom**, a ukoliko se radi o velikom broju šupljina, **šljakastom**.

Ovako nastale šupljine mogu kasnije da budu ispunjene nekim sekundarnim mineralima, izlučenim iz toplih ili hladnih rastvora i tako će se formirati **mandolasta** tekstura. Iz samog procesa nastanka mehurastih i mandolastih tekstura jasno je da se mogu pojaviti samo kod vulkanskih stena (stena nastalih konsolidacijom lave na površini Zemlje ili najčešće na morskom dnu).

MINERALNI SASTAV MAGMATSKIH STENA

U mineralnom sastavu magmatskih stena, s obzirom da one i nastaju konsolidacijom magme ili lave, znači silikatnog rastopa, učestvovalaće pre svega silikati. Najvažniji predstavnici su kvarc, feldspati, liskuni, pirokseni, amfiboli, olivini...

Važno je navesti da se sastojci magmatskih stena mogu podeliti po više kriterijuma. Pre svega na **bitne** - one koji svojim prisustvom određuju karakter stene (kvarc, feldspati, pirokseni, amfiboli, olivini) i **sporedne** - one koji u steni mogu biti prisutni i u značajnim količinama, ali to neće uticati na karakter stene (magnetit, apatit, pirit...).

Takođe, minerali u steni mogu biti **primarni** - oni koji su formirani kada i stena i **sekundarni** - nastali transformacijom primarnih minerala.

Jedna od klasifikacija koja se često koristi zasniva se na boji minerala. Oni se mogu podeliti na svetle (često se upotrebljava i termin **salski**, koji potiče od hemijskog sastava ovih minerala u kojima preovlađuju Si i Al), kao što su kvarc i feldspati i bojene ili tamne (termin **femski** potiče od Fe i Mg koji učestvuju u njihovom sastavu), kao što su recimo biotit, amfiboli, pirokseni ili olivin. Stene koje sadrže ispod 30% bojanih minerala nazivamo **leukokratnim**, one sa 30-60%, **mezokratnim**, a stene koje u svom sastavu imaju preko 60% femskih minerala, **melanokratnim**.

KLASIFIKACIJA MAGMATSKIH STENA

Magmatske stene se mogu klasifikovati po različitim osnovama. Jedan od kriterijuma je prema hemizmu, odnosno prema sadržaju SiO_2 . Stene se ovako mogu podeliti na:

kisele - sa sadržajem SiO_2 preko 66%;
intermedijarne ili prelazne sa 66-52%;
bazične - sa 52-45% i
ultrabazične stene sa manje od 45% SiO_2 .

Ovakav sastav stena podrazumeva i određene karakteristike u pogledu njihovog mineralnog sastava. Na primer, u kiselim stenama obavezno je prisustvo kvarca kao bitnog minerala, a sa druge strane, nizak sadržaj SiO_2 u ultrabazičnim stenama nije dovoljan ni za formiranje minerala iz grupe feldspata.

Na osnovu nivoa konsolidacije magmatske stene se mogu podeliti na:

dubinske - nastale konsolidacijom u dubljim delovima Zemljine kore;
žične (subvulkanske) - formirane konsolidacijom magme na njenom putu ka površini u obliku tela manjih dimenzija i
izlivne ili **vulkanske** (efuzivne, ekstruzivne) - one koje su nastale hlađenjem lave na površini (kopnu ili na morskom dnu), ređe na malim dubinama.

Žične stene mogu po svom hemijskom sastavu odgovarati matičnom plutonu i tada ih nazivamo **ašistnim**, a mogu se i razlikovati od njega kada su **diašistne**. Pri tom, ako su žične stene kiselije od matičnog plutona onda su to **apliti**, a ako su bazičnije - **lamprofiri**.

Na osnovu hemizma i mineralnog sastava najčešće se izdvaja nekoliko sledećih grupa stena:

Grupa granita i riolita - kisele stene sa kvarcom, alkalnim feldspatima i bojenim mineralom koji je najčešće biotit;

Grupa granitoida - kisele stene sa kvarcom, alkalnim feldspatima, intermedijarnim plagioklasom. Bojeni mineral je hornblenda ili biotit;

Grupa sijenita i trahita - intermedijarne stene sa alkalnim feldspatom i hornblendom kao najčešćim bojenim mineralom;

Grupa monconita i diorita - intermedijarne, sa intermedijarnim plagioklasom, alkalnim feldspatom i bojenim mineralom - hornblenda ili klinopiroksen;

Grupa gabra i bazalta - bazične stene sa bazičnim plagioklasom i monokliničnim, ređe rombičnim piroksenom;

Grupa peridotita - stene izgrađene od olivina i piroksena, bez feldspata.

GRUPA GRANITA I RIOLITA

Procenat SiO_2 kod ovih stena često značajno premašuje graničnih 66%. Kao što je već rečeno, stene ove grupe izgrađene su od kvarca, alkalnih feldspata (kalijskog feldspata ili kiselog plagioklasa) i liskuna kao glavnih bojenih minerala. Kao bojeni minerali mogu još da se pojave hornblenda ili monoklinični piroksen (augit).

DUBINSKE STENE

Granit

Dubinska stena iz ove grupe je **granit**. Ovo je jedna od najčešćih magmatskih stena uopšte. Često je u tehničkoj terminologiji sinonim za sve magmatske stene. Pojavljuje se u vidu prostranih intruzivnih tela. Kao dubinska stena, ima zrnastu strukturu i to najčešće hipidiomorfno zrnastu, ali mogu se pojaviti i tipovi sa porfiroidnom. Ovi poslednji su jako interesantni kao arhitektonski kamen i služe za izradu ploča za oblaganje ili popločavanje objekata visokogradnje. Tekstura granita je masivna, ređe planparalelna ili, kod nekih geološki starijih predstavnika, čak i škriljava. Uglavnom je svetlosive boje, sa izuzetkom varijeteta sa hornblendom ili biotitom koji mogu da budu i nešto tamniji. Kako alkalni feldspati mogu da budu pigmentirani ružičasto ili crveno, cela stena dobija ovakve nijanse, kada predstavlja cenjen arhitektonski kamen.

Mineralni sastav je isti kao kod cele grupe. Obavezni sastojci su kvarc i alkalni feldspat (najčešće ortoklas, ređe albit), a uz njih se javljaju liskuni (muskovit i biotit), hornblenda ili augit. Jedna od osnovnih klasifikacija

granita zasniva se na karakteru bojenog minerala, pa tako postoje muskovitski, biotitski i dvoliskunski (muskovit i biotit), ali i augitski i hornblenda graniti.

Razni tipovi granita različito se ponašaju u uslovima površinskog raspadanja. Posebno su osetljivi biotitski varijeteti, jer pod uticajem površinskih voda dolazi do ispiranja gvožđa iz biotita. Hidroksid gvožđa se u vidu prevlaka karakteristične mrkocrvene boje taloži po površini stene i u prslinama. Inače, interesantan produkt raspadanja granita je takozvani grus ili pesak na mestu. Partije grusa debele i do nekoliko metara nastaju tako što su feldspati zahvaćeni procesom zaglinjavanja (argilitizacije) pa stena gubi čvrstinu. I pored ovoga, graniti se ipak smatraju otpornim i čvrstim stenama, pa je njihova upotreba u građevinarstvu dosta izražena.

U našoj zemlji postoji nekoliko značajnijih masiva izgrađenih bilo samo od granita ili od srodnih stena u kojima graniti zauzimaju zapaženo mesto, kao što su Cer, Bukulja, zatim u okolini Vršca i Surdulice.

ŽIČNE STENE

Postoji nekoliko tipova žičnih stena grupe granita i riolita, od kojih neke odgovaraju po hemizmu granitima (ašistne) a neke se razlikuju (diašistne). Ašistna stena je granitporfir, koji ima isti hemizam i mineralni sastav kao i dubinska stena, a razlikuje se samo po strukturi koja je porfiroidna ili porfiriska. Ovo su stene bez nekog većeg geološkog ili ekonomskog značaja jer se pojavljuju u vidu žica malih dimenzija.

Znatno su interesantnije dve vrste diašistnih žičnih stena, obe kiselije od matičnog (granitskog) plutona. To su pegmatiti i apliti.

Pegmatit

U poslednjim fazama kristalizacije magmatskog rastopa, posle nastanka granita, zaostaje deo rastopa koji je još kiseliji od granitskog i, što je naročito značajno, izrazito obogaćen lakoisparljivim sastojcima koji nisu ušli u sastav do tada formiranih minerala. Usled hlađenja ovog ostatka rastopa dolazi do ekspanzije gasova i stvaranja visokog unutrašnjeg pritiska koji pokreće rastop i utiskuje ga u okolne pukotine u novoformiranoj granitskoj steni ili u okolnim stenama, gde se kasnije hladi. Zbog prisustva lakoisparljivih sastojaka (pre svega vode) kristalizacija je lagana što ima za

posledicu stvaranje krupnih idiomorfni kristala. U ekstremnim slučajevima kristali liskuna ili feldspata mogu da imaju i metarske dimenzije. Jedna od odlika pegmatita je, dakle, izrazito krupnozrna struktura.

Što se tiče mineralnog sastava, pegmatiti, kao i graniti, sadrže kvarc, alkalni feldspat (ortoklas, mikroklin ili albit) i liskune, s tim što se u njima kao posledica delovanja gasovitih komponenata, mogu pojaviti i neki pneumatolitski minerali (turmalin, beril...).

Žice pegmatita su ponekad značajnih dimenzija i mogu predstavljati i zasebne manje intruzije, što može da bude i ekonomski značajno, jer se iz ovih stena eksploatišu feldspati (sirovina za keramičku industriju), liskuni (kao izolacioni materijal), kvarc (pijezooptički) i pomenuti pneumatolitski minerali.

Aplit

Mehanizam i izvorni materijal za nastanak aplita sasvim su slični kao kod pegmatita. Osnovna razlika je u tome što, posle utiskivanja ostatka granitskog rastopa u pukotine, lakoisparljivi sastojci odlaze kroz mikroprrsline u stenama, tako da nisu prisutni tokom kristalizacije. Posledica je brzo hlađenje i stvaranje sitnozrnih stena. U sastavu aplita učestvuju kvarc i alkalni feldspat, a karakteristično je to da bojenih minerala gotovo i nema.

Aplit je, dakle, stena sitnozrnaste strukture i homogene teksture, gotovo potpuno bele boje. Žice aplita su malih dimenzija i svojom pojavom u granitskim stenama nepovoljno utiču na njihove tehničke karakteristike.

IZLIVNE STENE

Karakteristična izlivna stena iz grupe granita i riolita je **riolit** (u starijoj literaturi se može sresti i termin **liparit** po Liparskim ostrvima u Italiji gde se ova stena pojavljuje).

Riolit ima porfirsku strukturu (hipokristalastu ili vitrofirsku) i često fluidalnu teksturu. Izgrađen je od kvarca, alkalnog feldspata (ovde je to visokotemperaturni sanidin, ređe albit) i bojenih minerala karakterističnih za celu grupu.

Boja riolita je često mrka ili crna (sa belim ili ružičastim fenokristalima sanidina) zbog staklaste osnove, tako da predstavlja svojevrsni izuzetak jer smo navikli da su kisele stene usled velike količine salskih minerala dosta svetlih boja.

Stena koja nastaje izlivanjem lave granitskog sastava u vodenu sredinu zove se **kvarckeratofir**. To su stene ofitske ili porfirske strukture i mandolaste ili masivne teksture. Svetli sastojak je uglavnom albit, a asocijacija bojenih minerala je karakteristična za stene nastale u ovim uslovima - hlorit, epidot, kalcit... Kako ovde preovlađuju minerali različitih nijansi zelene boje, kvarckeratofiri su najčešće zelene stene.

GRUPA GRANITOIDA

Stene koje pripadaju grupi granitoida takođe pripadaju kiselim stenama, ali se može reći da je sadržaj SiO_2 u njima nešto niži nego kod granita. Ovo prouzrokuje i pomeranja u mineralnom sastavu. Tako se ovde, osim kvarca i alkalnih feldspata pojavljuju i intermedijarni plagioklasi, a karakter bojenog minerala se menja od biotita ka hornblendi, uz mogućnost pojave monokliničnog piroksena. Klasifikacija stena unutar ove grupe je izvršena prema odnosu sadržaja alkalnih feldspata i intermedijarnih plagioklasa.

DUBINSKE STENE

Dubinske stene ove grupe su:

Monconitski granit (moncogranit) - alkalni feldspat izrazito preovlađuje nad plagioklasom;

Kvarcmonconit - približno podjednak sadržaj alkalnog feldspata i plagioklasa;

Granodiorit - preovlađuje intermedijarni plagioklas;

Kvarcdiorit - alkalnog feldspata gotovo da nema, stena je izgrađena od kvarca, intermedijarnog plagioklasa i bojenih minerala.

Sve su ovo stene zrnaste, eventualno porfiroidne strukture, različitih veličina zrna. Tekstura im je masivna, a lučenje bankovito ili pločasto. Nešto su tamniji od granita, od kojih ih je inače teško makroskopski razlikovati. I po svojim tehničkim karakteristikama slični su granitima, tako da takođe predstavljaju dobar tehnički i arhitektonski kamen.

U našoj zemlji postoji nekoliko granitoidnih masiva u kojima su zastupljeni različiti varijeteti ovih stena, Najpoznatiji su granodioriti Boranje i kvarcmonconiti Cera u zapadnoj Srbiji, zatim granitoidi na Kopaoniku, Besnoj Kobili, okolini Surdulice i t.d.

ŽIČNE STENE

Sreće se nekoliko tipova ašistnih žičnih stena granitoidnog hemizma (**kvarcmonconitporfiriti, granodioritporfiriti, kvarcdioritporfiriti...**), ali su to žice malih dimenzija i bez većeg značaja.

IZLIVNE STENE

Kvarclatit

Kvarclatit je izlivni ekvivalent kvarcmonconita, odnosno granodiorita, što znači da u svom sastavu, pored kvarca i bojenih minerala, ima približno podjednake količine alkalnog feldspata (u ovom slučaju sanidina) i intermedijarnog plagioklasa. Struktura im je izrazito porfiriska, sa izraženim, često dosta krupnim fenokristalima sanidina, a tekstura može biti fluidalna.

Krupni fenokristali predstavljaju ograničavajući faktor sa aspekta upotrebe ovih stena kao građevinskog kamena, jer njihovo prisustvo negativno utiče na fizičko-mehaničke karakteristike stena.

Dacit

Dacit je izlivna stena koja po svom sastavu odgovara kvarcdioritima. Izgrađen je, dakle, od kvarca, intermedijarnog plagioklasa i bojenih minerala kao što su hornblenda, biotit ili augit. Struktura mu je porfiriska, a tekstura fluidalna ili masivna. Ime dacit potiče od starog naziva za današnju Rumuniju, gde su dosta zastupljeni.

Povoljniji sklop od onoga koji imaju kvarclatiti (sitniji fenokristali) doprinosi većoj mogućnosti upotrebe dacita. Koriste se kao tehnički kamen, odnosno za izgradnju objekata, izradu kvalitetne kocke i ivičnjaka ili za dobijanje kamenog agregata za putogradnju, hidrogradnju ili nasipanje železničkih pruga. Od dacita iz naših krajeva, najviše se za ove svrhe upotrebljavaju oni iz Slavkovice kod Ljiga, sa Rudnika, Džepa i okoline Ljubovije.

GRUPA SIJENITA I TRAHITA

Prema hemizmu stene iz ove grupe pripadaju intermedijarnim (sa 66-52% SiO₂), međutim, po nekim karakteristikama imaju osobine kiselih stena. Mineralni sastav grupe jako podseća na grupu granita, s tim što ovde izostaje kvarc ili se javlja u količinama manjim od 5%. Sijeniti i trahiti su izgrađeni od alkalnog feldspata i bojenih minerala od kojih preovlađuje hornblenda, ali su prisutni i biotit i monoklinični piroksen.

DUBINSKE STENE

Sijenit

Sijenit svojim izgledom veoma podseća na granit. To je stena zrnaste strukture i masivne teksture. Boja im je svetlosiva ili često ružičasta usled pigmentacije alkalnog feldspata gvoždevitom materijom.

U sastavu sijenita dominira alkalni feldspat i to ortoklas ili ređe albit. Glavni bojeni mineral je hornblenda, uz moguće prisustvo biotita ili augita.

Povoljne fizičko-mehaničke karakteristike sijenita i eventualno ružičasta ili crvena boja, čine ovu stenu dobrim tehničkim ili arhitektonskim kamenom.

Najčešće se pojavljuju kao beskvarcne partije unutar većih granitskih tela. Kod nas su najpoznatiji sijeniti Tande u istočnoj Srbiji.

ŽIČNE STENE

Sijenitporfir

Sijenitporfir je ašistna žična stena, pa se po mineralnom sastavu ne razlikuje od sijenita. Karakteristične je porfiroidne strukture, sa krupnim kristalima, često ružičastog, ortoklasa. Mada se ove stene pojavljuju u vidu tankih žica malog prostiranja, interesantne su kao arhitektonski ili skulptorski kamen.

IZLIVNE STENE

Trahit

Trahit je vulkanska stena porfirne strukture i uglavnom fluidalne teksture. Izgrađen je od fenokristala sanidina i bojanih minerala kao što su biotit, hornblenda ili augit. Znatno ređe je sanidin zamenjen albitom, kada govorimo o albitkim trahitima. S obzirom na relativno malu zastupljenost bojanih minerala, trahit je dosta svetla stena.

Kod nas su zabeležene jedino pojave albitkog trahita kod Brestovačke banje u blizini Bora.

Keratofir

Keratofir je jedna od najčešćih submarinskih izlivnih stena. Izgrađen je od albita i niskotemperaturne asocijacije bojanih minerala (hlorita, epidota, kalcita...). Struktura im je ofitska ili porfirna, a tekstura mandolasta. Zelena boja im potiče od hlorita i epidota.

Keratofira, u asocijaciji sa kvarceratofirima i ostalim submarinskim vulkanitima takozvane "spilit-keratofirske asocijacije" ima kod nas u zapadnoj Srbiji i severnoj Crnoj Gori.

GRUPA MONCONITA I DIORITA

Ovoj grupi pripadaju stene takođe intermedijarnog hemizma, ali različitog mineralnog sastava od sijenita. Ovde se uz alkalni feldspat javlja i intermedijarni plagioklas koji idući od monconita ka dioritima sve više dobija na značaju.

DUBINSKE STENE

Monconit

Monconit je stena zrnaste strukture i uglavnom masivne teksture. U njegov sastav ulaze približno jednake količine alkalnog feldspata (ortoklasa) i intermedijarnog plagioklasa (andezina). Glavni bojeni mineral je hornblenda, ali se pojavljuje i monoklinični piroksen (augit) i biotit.

Kod nas su zastupljeni u vidu manjih pojava u istočnoj Srbiji, a način pojavljivanja i druge karakteristike su mu slične kao kod kvarcermonconita.

Dioriti

Po svojim strukturno-teksturnim karakteristikama, diorit se ne razlikuje bitno od sličnih dubinskih stena. U ovim stenama se potpuno gube alkalni feldspati, tako da su glavni salski minerali intermedijarni plagioklasi tipa andezina. Vodeći bojeni mineral je hornblenda ili eventualno augit, dok se biotit pojavljuje znatno ređe nego kod prethodnih stena. Znatna količina bojenih minerala utiče na to da su sa svojom tamnosivom ili skoro crnom bojom, dioriti znatno tamniji od drugih predstavnika intermedijarnih stena.

Pojavljaju se u vidu manjih masa, odnosno obodnih partija unutar bazičnih plutona. Takav je slučaj i kod nas na gabroidnom masivu Deli Jovana u istočnoj Srbiji.

ŽIČNE STENE

Monconitporfiriti i **dioritporfiriti**, kao ašistni žični predstavnici porfiroidne strukture, nemaju većeg geološkog ili ekonomskog značaja.

IZLIVNE STENE

Latit

Latit je izlivni ekvivalent monconita, što znači da ima i odgovarajući mineralni sastav. I ovde su alkalni feldspati i intermedijarni plagioklasi zastupljeni u približno podjednakim količinama, a bojeni minerali su hornblenda, augit ili biotit, s tim što alkalni feldspat nije ortoklas kao u dubinskim stenama nego sanidin. Upravo krupni fenokristali sanidina mogu da nam pomognu u makroskopskom određivanju ove stene.

Neki latiti, kao što je slučaj sa onima sa Fruške Gore, mogu da budu interesantan građevinski kamen.

Andezit

Kao izlivni ekvivalent diorita, andezit je izgrađen od intermedijarnog plagioklasa (andezina) i bojenih minerala (hornblende, augita, biotita). Struktura mu je porfiriska, a tekstura fluidalna ili homogena. Ukoliko sadrže male količine kvarca, čine prelaz ka dacitima, i obično ih nazivamo dacitoandezitima.

U našoj zemlji andeziti su dosta zastupljeni. Najveće mase ovih stena nalaze se u istočnoj Srbiji u takozvanoj "Timočkoj eruptivnoj oblasti". Ovde se pojavljuje jedan varijetet hornblenda andezita (sa krupnim idiomorfnim fenokristalima hornblende) koji i nazivamo **timocitom**. Takođe se značajne pojave andezita i dacitoandezita sreću i na Rudniku, Trepči i dr. Na nekim od ovih lokalnosti se i eksploatišu i upotrebljavaju kao građevinski kamen.

Porfiriti

Od ostalih submarinskih izlivnih stena porfiriti se razlikuju upravo po izraženoj porfirskoj strukturi. Tekstura je mandolasta, a povremeno se pojavljuju u vidu pilou lava. Inače su zelene boje, odnosno u nekim slučajevima, kada je lava izlučena u sasvim plitkovodnu sredinu, mogu biti i mrkocrveni ili ljubičasti. I oni predstavljaju kod nas čest član spilit-keratofirske asocijacije.

GRUPA GABRA I BAZALTA

Hemizam stena grupe gabra i bazalta je bazičan, što znači da se procenat SiO_2 u njima kreće od 52 do 45. Takođe, opada sadržaj alkalija (K, Na) i Al, a raste učešće gvožđa i kalcijuma. Na mineralni sastav se to odražava tako da je u stenama ove grupe glavni svetli sastojak bazični plagioklas (labrador, bitovnit), a od bojenih minerala dominira monoklinični piroksen, ali je moguće prisustvo još i ortopiroksena i olivina.

DUBINSKE STENE

Gabro

Gabro je stena hipidiomorfno zrnaste strukture, ponekad i ofitske i teksture koja je najčešće masivna ili planparalelna. U pogledu mineralnog sastava razlikujemo nekoliko varijeteta, a gabro u užem smislu sastoji se od bazičnog plagioklasa (labrador, bitovnit) i monokliničnog piroksena (augit, odnosno dijag). Ukoliko sadrži olivin, onda je to olivinski gabro.

Boja ovih stena je najčešće tamnozeleno ili sivozeleno, katkad sa plavičastim odsjajem koji je posledica prisustva labradora (ovo plavičasto svetlucanje nazivamo "labradorizacijom"). Zbog interesantnih i postojanih boja, kao i

dobrih fizičko-mehaničkih karakteristika, gabra je veoma cenjen kao arhitektonski kamen, naročito za izradu skulptura i nadgrobnih spomenika.

Kod nas postoje zapaženije mase gabra na Deli Jovanu i Tari, a na sporadične pojave nailazimo u zapadnoj Srbiji. Najznačajniju ulogu su ipak u našim krajevima odigrali gabrovi iz okoline Jablanice u Hercegovini, od kojih su u našoj zemlji napravljeni mnogi značajni spomenici i izgrađeni mnogi objekti.

ŽIČNE STENE

Gabropegmatit

Ovo je interesantna žična stena gabra grupe, izrazito krupnozrnaste strukture, nešto kiselijeg hemizma od matičnog plutona i izgrađena od bazičnog plagioklasa i klinopiroksena. Sličnost sa granitskim pegmatitima se ogleda upravo u grubozrnastoj strukturi, ali razlike u mineralnom sastavu su jasne i nedvosmislene. Žica gabropegmatita kod nas ima na Tari na Rastištu.

Dijabaz

Dijabaz može biti i žična i izlivna stena. Zajedničko za oba varijeteta je to da imaju karakterističnu ofitsku strukturu, pri čemu je prostor između izukrštanih prtkastih ili igličastih kristala bazičnog plagioklasa ispunjen klinopiroksenom. Žični dijabazi su sive, tamnosive ili sivozelene boje i masivne teksture. Predstavljaju izrazito povoljan materijal za izradu najkvalitetnijih kamenih agregata.

IZLIVNE STENE

Bazalt

Bazalt je najzastupljenija izlivna stena na Zemljinoj površini, što je jasno već iz toga što znamo da je kompletna okeanska kora bazaltoidnog sastava.

To su stene izgrađene od bazičnog plagioklasa i monokliničnog piroksena, porfirne strukture i tekstura koje mogu biti masivne, fluidalne, mehuraste ili, ukoliko su nastali izlivanjem u vodenu sredinu, mandolaste. Ako sadrže olivin, onda su to **olivinski bazalti**. Ukoliko je karakter plagioklasa pomeren

ka intermedijarnim tipovima, stene čine prelaz ka andezitima i nazivamo ih **andezitbazaltima**.

Bazalti imaju karakterističnu crnu do tamnosivu boju i školjkast prelom. Ukoliko su lučeni pločasto, stubasto ili bankovito odličan su tehnički ili arhitektonski kamen, ali ukoliko, što nije retko, imaju kuglasto lučenje nepovoljni su za bilo kakvu obradu.

U našoj zemlji bazalti nisu naročito zastupljeni. Postoje pojave na Rudniku, kod Zvečana i, nešto značajnije, na Kopaoniku. Andezit bazalta ima mnogo više, a najpoznatiji su oni kod Bora, Zvečana i kod Šumnika i Rudnice.

Dijabaz

Izlivni (efuzivni) dijabaz ima ofitsku strukturu, ali mu je tekstura ponekad mandolasta zbog izlivanja u vodenu sredinu. U morskoj vodi dolazi do intenzivne transformacije bojanih minerala (klinopiroksena) u hlorit, epidot, kalcit i sekundarne amfibole, tako da stena zadobija zelenu boju. Za razliku od žičnih tipova, primena ovih stena je sasvim ograničena zbog odmaklih procesa raspadanja.

Kod nas su dosta zastupljeni u centralnoj i zapadnoj Srbiji, kada se pojavljuju kao važni članovi takozvane "dijabaz-rožnačke formacije" (vulkanogeno-sedimentne serije jurske starosti).

Spilit

Spilit je submarinska vulkanska stena bazaltoidnog hemizma. Zbog specifičnih uslova nastanka, spiliti imaju karakterističan mineralni sastav i sklop. Izgrađeni su od albita (dakle, kiselog plagioklasa) i niskotemperaturne asocijacije minerala tipične za submarinske vulkanite (hlorit, epidot, kalcit, titanski minerali...). Struktura im je ofitska ili porfiriska, a možda najčešće porfiriska sa ofitskom osnovnom masom. Tekstura je mandolasta, sa mandalama ispunjenim obično kalcitom, kalcedonom ili hloritom.

Spiliti se gotovo redovno pojavljuju u vidu pilou-lava, boje su zelene, sivozelene ili ljubičaste do mrkocrvene. Kod nas spilita ima u zapadnoj Srbiji i Crnoj Gori, gde su udruženi sa ostalim stenama spilit-keratofirske asocijacije.

GRUPA PERIDOTITA

Peridotiti spadaju u ultrabazične magmatske stene sa ispod 45% SiO₂. U njima takođe raste i sadržaj magnezijuma i gvožđa, a opada učešće silicijuma i aluminijuma. Ovakav hemizam utiče na mineralni sastav tako da peridotiti uopšte ne sadrže feldspate, već su izgrađeni samo od bojjenih minerala. Najznačajniji su minerali olivinske grupe, a uz njih se javljaju rombični i monoklinični pirokseni.

DUBINSKE STENE

Peridotiti

Pod pojmom peridotita podrazumevamo sve dubinske stene ultrabazičnog hemizma, a detaljnija klasifikacija se može izvesti na osnovu njihovog mineralnog sastava. Tako postoje:

Duniti - stene koje su izgrađene pretežno od olivina;

Harcburgiti - od olivina i rombičnih piroksena;

Lerzolit - od olivina i oba (klino i orto) piroksena;

Verliti - od olivina i monokliničnog piroksena, a zatim i manje uobičajeni varijeteti kao što su:

Kortlanditi - od olivina i hornblende i

Biotitski peridotiti - od olivina i biotita.

Retko se pojavljuje značajnija količina feldspata i tada su to **feldspat peridotiti**.

Kako u peridotitima odsustvuju salski sastojci, to su redovno stene maslinastozelene (duniti), tamnozeleno, do crne boje. Struktura im je zrnasta, a tekstura masivna. I olivini i ortopirokseni su u prisustvu vode nestabilni i teže da se transformišu u minerale serpentinske grupe, pa se na peridotitima gotovo uvek vide tragovi serpentinizacije. Na terenu je retko moguće na površini naći svežu stenu.

U našim krajevima peridotiti su dosta zastupljeni (Zlatibor, Maljen, Suvobor, Brezovica...), ali ove stene nemaju gotovo nikakvu primenu. Jedino se od dunita mlevenjem dobija olivinski pesak koji ima primenu u livarstvu.

ŽIČNE STENE

Žične stene peridotitske grupe su najčešće monomineralne i izgrađene od piroksena (**pirokseniti**) ili ređe hornblende (**hornblenditi**). Pirokseniti ime dobijaju prema vodećem piroksenu (dijalagiti, bronzititi...) ili su to **vebsteriti** ako su izgrađeni od oba piroksena.

Sve ove stene imaju zrnastu strukturu i to često panidiomorfno zrnastu. Boja im zavisi od mineralnog sastava i može biti zelena u različitim nijansama do crna.

IZLIVNE STENE

Izlivne stene grupe peridotita po sastavu odgovaraju matičnim plutonima, s tim što im je struktura porfirska. To su **pikriti** i **pikritporfiriti**.