

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij rudarstva

**ŠEJLOVI, PJEŠČENJACI I S NJIMA
POVEZANE STIJENE**

Seminarski rad

Karolina Gradiški

R 3

Zagreb, 2009.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ZRNOVITI MINERALI I STIJENE	2
2.1. VELIČINA RAZREDA SEDIMENTA	2
2.2. MINERALI GLINA	4
3. LITIFIKACIJA.....	6
3.1. DIJAGENEZA PIJESKA I ŠLJUNKA.....	6
3.2. DIJAGENEZA GLINA/PRAHA STIJENA.....	7
4. OPIS NEKIH EPIKLASTIČNIH STIJENA	8
4.1. PJEŠČENJACI I ARENITNE STIJENE.....	10
4.2. ŠEJLOVI, MULJNJACI I OSTALE STIJENE.....	17
5. LITERATURA	21

1. UVOD

Pregled različitih tipova stijena započet ćemo grupom koja je najbolje poznata i najmanje proučena – stijene sastavljene uglavnom od minerala glina. Najmanje problematičnim smatramo grube klastične stijene sastavljene od nevolkanskih, uglavnom neklastičnih elemenata – šljunka, pijeska i praha. Tipovi stijena uključuju šejlove, muljnjake, pješčenjake, konglomerate i ostale stijene formirane litifikacijom nevolkanskih izvora minerala i fragmenata stijena. Možemo ih nazvati epiklastičnim sedimentima, koji su u suprotnosti sa piroklastičnim sedimentima izbačenim u vulkanskoj eksploziji.. Pješčenjaci i šejlovi javljaju se zajedno i zbog toga se o njima zajedno raspravlja, ali uz izuzetak vulkanskih sedimenata i krečnjaka koji su u zasebnoj rubrici.

2. ZRNOVITI MINERALI I STIJENE

Stijene koje razmatramo u daljnjem tekstu sastoje se od zrnovitih minerala i stijena različite veličine i kompozicije. Mnogo od kompozicijskih i strukturnih imena je pridodano ovim sedimentima koje ćemo sada odrediti.

2.1. VELIČINA RAZREDA SEDIMENTA

Zrnaste čestice nazvane su prema veličini, koja se određuje prolazom zrna kroz sita standardnog otvora ili taloženjem u vodi za sitna zrna. Sitne čestice koje nisu vidljive golim okom su gline. U tablici 2-1. prikazane su granice veličine zrna i ime pojedinog razreda.

Tablica 2-1. Veličina zrna i ime pojedinog razreda

RAZRED	VELIČINA ZRNA [mm]
BLOKOVI	Preko 200
OBLUCI	60-200
VALUTICE	4-60
SITNI ŠLJUNAK	2-4
PIJESAK	0.06-2
PRAH	0.002-0.06
GLINA	manje od 0.002

Što se tiče dimenzija zrna koja pripadaju jednoj od navedenih skupina sedimenta postoje različite klasifikacije i ljestvice koje se primjenjuju u različitim zemljama i strukturama. (Tišljar)

Kada definiramo na taj način, frakcije gline u sedimentu uglavnom su sastavljene od minerala glina, dok su prah i pijesak sastavljeni uglavnom od silikatnih i karbonatnih minerala, a najveća zrna su uglavnom sastavljena od fragmenata stijena. Zrna gline imaju visok odnos površine i volumena, baš kao i naboji otpora na njihovim vanjskim slojevima, pa su zbog toga kohezivna i lijepe se jedno na drugo, čineći glinu relativno teže za erodiranje nego krupnozrnasti prah ili sitnozrnasti pijesak. Važnu međumolekularnu silu i

akciju vode omogućava kohezija u sedimentu. Kao posljedice taloženja sedimenata glina javlja se vrlo visoka poroznost 80 %.

Čestice praha, također nevidljive golim okom, imaju dovoljne međumolekularne sile da samo jedna čestica uzrokuje veliku poroznost u novom talogu. Ove sile mogu biti nadvladane poremećajima, vibracijama ili ponekad samo natapanjem. Stoga sedimenti čestica veličine praha koji ne zadržavaju gustoću vrlo su porozne strukture, kao i neke naslage lesa, te su skloni slabljenju prilikom izloženosti vibracijama ili poremećajima. **Les** nastaje taloženjem eolskog materijala – praha donesenog vjetrom te njegovom akumulacijom. Najveće količine lesa taložene su u ledenim dobima kad je klima bila suha i vjetrovita. Talosi lesa koji se javlja u aridnim područjima zap. SAD-a , mogu zadržati početnu malu gustoću i ako je tako posebno su osjetljivi na poremećaje i vlaženje, podvrgnuti iznenadnom strukturnom slomu i velikim slijeganjima površine tla prilikom poplava.

U usporedbi s težinom zrna pijesaka i šljunaka imaju zanemarive međumolekularne sile. Termin pijesak podrazumijeva da je sastavljen od silikatnih minerala, uglavnom kvarca. Međutim, veličina razreda nazvana pijesak može, a često i uključuje nekvarcne silikate, posebno feldspate, ponekad fragmente kalcita i dolomita koji su veličine pijeska ili fosile veličine pijeska.

Da bi se u poretku izbjegli genetički zaključci povezani terminima pijesak i glina, geološki izvještaj opisuje veličinu zrna koristeći termine, kao što slijedi. **Lutiti**, veličina čestica dimenzije gline i praha. **Areniti** veličina čestica dimenzije pijeska. **Ruditi** imaju promjer sastojaka veći od 2 mm, tu spada šljunak koji se sastoji od valutica i oblutaka, te kamena sitnež. Stijena s glinom u mineraloškom smislu naziva se **argilit**. **Muljnjak (Mudrock)** spada u grupu stijena formiranu od praha i gline.

Pudrasta stijena pripada gruboj glini i finom pijesku, produkt je glečera, a nastala je taloženjem u tokovima nastalim otapanje leda. Prah je nastao taloženjem u estuarijima rijeka i sporij vodi. Prah i fini pijesak prenose se vjetrom. Krupni šljunak (pebbels) i pijesak su prenošeni rijekama, a mnogo veći sastojci, povremeno veliki kao blokovi ekstremnim poplavama.

U sedimentnim stijenama, granulacija je važna, ali ne može se točno odrediti.

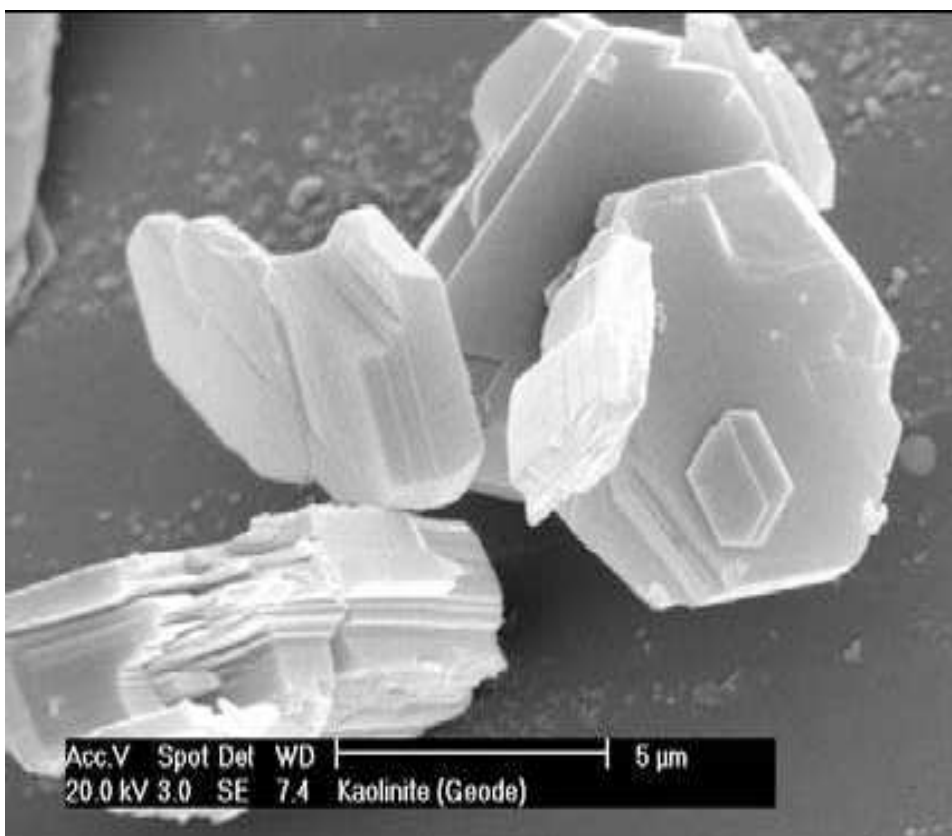
2.2. MINERALI GLINA

Minerali glina su lističast silikati kao mica. Silikatni minerali odlikuju se različitim rasporedom i međusobnom vezom skupina SiO_4 među kojima su razmješteni ioni metala i dr. Svaka skupina SiO_4 ima oblik tetraedra u kojem je silicij u sredini, a kisik na uglovima. Tetraedri mogu biti povezani prostorno, plošno i lančasto. (Herak)

Glavni predstavnici minerala glina imaju tetraedre plošno vezane u jednostruke i dvostruke slabo povezane slojeve, pa se odlikuju jakom kalavošću uzduž tih slojeva.

Glavni predstavnici minerala glina su:

- Kaolinit – građen iz jednog sloja SiO_4 – tetraedra i jednog sloja Al – oktaedra međusobno čvrsto povezanih kisikom tako da se ne mogu razmicati, sposobnost apsorpcije kaolinita je mala. Na slici 2-1. prikazan je mineral glina, kaolinit.



Slika 2-1. Kaolinit

- Montmorilonit – građen iz dva sloja SiO_4 – tetraedra između kojih je umetnut jedan sloj Al – oktaedara, udaljenost slojeva mijenja se zavisno od vlažnosti tla što se očituje kao bubrenje ili skupljanje,
- Illit – građom slični montmorilonitima, ali je dio silicija zamijenjen aluminijem, sposobnost apsorpcije znatno manja u odnosu na montmorilonit,
- Klorit – stabilan i neovisan o vlažnosti (ne bubre),
- Vermikulit – znatno manje bubri u vodi od montmorilonita.

3. LITIFIKACIJA

Klastični sedimenti su adaptirani u stijenu ili stijeni sličnim materijalima kroz proces litifikacije. Voda je istisnuta iz pora povećanjem pritiska od pretjerane sedimentacije, taj proces se u mehanici tla naziva konsolidacija. U nesaturiranim naslagama, zrak je slično istisnut van i porozitet je reduciran kompaktijom.

3.1. DIJAGENEZA PIJESKA I ŠLJUNKA

Postupnim pretjeranim uklanjanjem gustog zrnatog sedimenta, čestice su ušle u najbliži raspored. Studije pješčenjaka u malom dijelu pokazuju da se broj kontakata zrna povećava s originalne veličine koja je nešto manja od jednog kontakta po komadu do konačne vrijednosti od pet ili više. Densifikacija sedimenta na mjestu praćena rastom novih minerala stvara praznine i kratke veze između točaka kontakta, pojačanih pritiskom duž kontakta. Cijeli taj proces naziva se dijageneza (promjene u sedimentu koje mijenjaju njegovo fizičko i kemijsko stanje, ali ne izazivaju metamorfne promjene). Međugranularne veze imaju sposobnost da sediment u razvoju savršeno slože prema obliku čestica kroz njihov kontakt dajući im kemijska rješenja za rast čestica.

Snažan i najizdržljiviji cement je kvarc, percipitacijom silicija u rastvoru i taloženjem uglavnom kao kapa na zrcima kvarca. Cement kvarca je mnogo efektivniji u kvarcom bogatim pijescima nego u pješčenjacima bogatim drugim mineralima. Oksidi željeza dakle formiraju izdržljiv cement. Kalcit je vrlo zastupljen cement, a u manjem opsegu su zastupljeni dolomiti i gipsevi.

Neke klastične stijene koje izgledaju gusto i konsolidirano su zapravo posve nevezane. Iste stijene često sadržavaju dovoljno gline da povezuje gruba zrna kad je stijena suha, ali mogu postati neučvršćene kada je slabi spoj sedimenta oštećen. Propadanje se može odvijati brzo ako je stijena izložena atmosferskom utjecaju, naročito kada je stijena poremećena i oslabljena uslijed iskopa. Neki glinom vezani pješčenjaci mogu povratiti sediment jednostavno kroz saturaciju vodom. Čak vezane klastične stijene mogu povratiti sediment kod trošenja ako je cement slab, nepotpun, topiv ili nestabilan, kao što je demonstrirano kod gipsom vezanog konglomerata u osnovi srušene st. Francis brane. U osnovi kalcijev cement je dovoljan, izuzev u kišovitim suprotropskim i tropskim klimatskim

područjima, promicanjem ekstremnog kemijskog trošenja, ali gipsov cement je uvijek sumnjiv. Sedimenti izgledaju kao stijene ali nedostatak cementa klasificira ih u tlo.

3.2. DIJAGENEZA GLINA/PRAHA STIJENA

Fino zrnate epiklastične stijene, sastavljene uglavnom od čestica glina i praha su vrlo različite tvrdoće od potpuno vezanih i stvrdnutih do prosto zbijenih i tlu sličnih. Konsolidacija, u inženjerskom smislu je omogućena u taložnom procesu propusnošću slojeva, kao što su tanki slojevi pijeska, koji provode vodu dreniranu od glina i praha kao produkt densifikacije. Gustoća pješčenjaka i šejlova s malo pora je više slična stijenama nego vrlo poroznim varijetetima. Doduše, Hoshino (1981.) je pokazao da su čvrstoća i porozitet stijene povezani eksponencijalno, čvrstoća q , s porozitetom, n , kao što slijedi:

$$n=A e^{-bq}$$

Hoshimo je objavio sličnu jednadžbu za promjenu poroziteta s dubinom h :

$$n=n_i e^{-ch}$$

U kojoj je n_i primarni porozitet, a c je koeficijent kompakcije. Oba koeficijenta čvrstoće i koeficijent kompakcije razlikuju se ovisno o starosti stijene i prethodnoj dubini. Muljnjacima s porozitetom većim od 30% ponašaju se kao meke stijene ili tlo (soil-like rocks), sa nastankom duktilne deformacije prilikom pritiska. Za pješčenjake, granični porozitet za takvo ponašanje je 20%. Kod nižeg poroziteta, okružje minerala je mnogo stabilnije i veza na točkama kontakata zrna javlja se i kod muljnjaka i kod pješčenjaka. Kada je porozitet reduciran na manje od 10% za oba tipa stijena, cement se može naći ne samo na vezi između zrna nego i između njihovih pora, to jest materijal postaje prava stijena. Deformacija kod tako niskog poroziteta je više krta nego duktilna.

4. OPIS NEKIH EPIKLASTIČNIH STIJENA

Stijena koja se sastoji od najmanje 30% dobro zaobljenih valutica dimenzije šljunka naziva se **konglomerat**. Konglomerat je prikazan je na slici 4-1.



Slika 4-1. Konglomerat

Šljunak se taloži u kanalu meandrirajuće rijeke i kako vrijeme prolazi tok rijeke se pomiče bočno i izdiže se kako dolazi do taloženja. Te dvije akcije proizvode slojeve šljunka. Blokovi stijena koji padaju s klifova u strmim kanjonima duž morske obale, akumuliraju se u obliku klina ili stošca nazivaju se talus.

Iako je njihov udio cjelokupnog geološkog stupca malen, konglomerati nastoje zaštititi krajolik na isti način na koji sloj krupnog stjenovitog šljunka štiti nasip u akumulaciji od odvajanja valovima. Dakle, konglomerati nastoje oblikovati uočljive izdanke i učiniti ih opsežnijim u geološkom pogledu. Nanosi šljunka često imaju dvomodnu podjelu veličine zrna, odbojnu mješavinu sedimenta različitog izvora, sa velikim prazninama unutar okvira ispunjenog pijeskom, prahom ili povremeno glinom. Iznimka je šljunak sa plaže, kod kojeg je veličina zrna jednolika. Povremeno praznine unutar okvira valutica ili oblutaka ostaju djelomično otvorene, to nazivamo šljunak rupičaste strukture,; takav šljunak se često nalazi u nanosima na plaži. Kod riječnog šljunka, obluci se talože jedan na drugi u redovima, slično kao prevrnute knjige na polici,

ostavljajući velike praznine samo iznad i ispod; takvo stanje nazivamo izduženom strukturom. Šljunci rupičaste strukture ili šljunci izdužene strukture mogu biti jako propusni i provodljivi za unutarnju eroziju i za postavljanje ispusta prilikom temeljenja brana (nasipa) ili obloga tunela, a pritom se materijal erodira iz jednog sloja i ispire u otvorene pore. Nakon dijageneze manje je uobičajeno sačuvati rupičaste strukture jer otvorene praznine postaju odlagalište mineralnih precipitata, ali konglomerati otvorenih struktura postoje. Ako grube čestice šljunkovitih stijena ne stoje jedna na drugoj, već plutaju u matriksu finijih konstituenata, kao u stijeni, ta stijena se ne bi smjela nazvati konglomerat. Prije bi to bio šljunčani pješčenjak, šejl ili nešto što najbolje objašnjava matriks.

Obluci konglomerata nastaju od relativno otpornih stijena poput bazalta, a rijetko uključuju slabe stijene kao što su šejlovi ili pješčenjaci. Za razliku od šljunčanih nanosa, konglomerati se lako slome, a obluci i valutice se lome pri iskapanju.

Konglomerati ponekad prikazuju uočljive uglate čestice. Takvi talozi mogu rezultirati litifikacijom kosine, pokretima rasjeda, odronjavanjem tla i glečera i vulkanskom erupcijom. Svi su prikladno nazvani breča, ako su čestice veće od 2 mm i uglate. Varijanteti se nazivaju: rasjedna breča, borana breča, vulkanska breča, breča sklona klizanju. Rasjedna breča pojavljuje se kao nepravilan sloj duž rasjeda koji siječe dijelove čvrste stijene, kao što je vapnenac. Često asocira na gaud i milonit koji su mekane do tvrde žile pulverzirane stijene i gline protekle iz mrežastog pomicanja rasjeda. (Rasjedi u šejlovima uzrokuju oslabljeni i mekani šejl mikrobreča čiji je termin šejl milonit). Talus breča slični rasjednoj breči i sugerira da je rasjed blizu ako se njegovo podrijetlo ne može odrediti.

Glacijalni procesi uzrokuju nesaturirano i nesortirano tlo koje se naziva til, koje obično ima ekstremnu heterogenu sortiranost po veličini čestica čije komponente su svih veličina. Til se obično nalazi u naslagama pleistocena, dok su stijene načinjene prvenstveno od tila, tiliti, rijetke u svijetu. Primjerci su nađeni u stijenama prekambrija u Kanadi i Australiji. Neke naslage tila su tako guste da slične stijenama u njihovim otkopanim karakteristikama i vjeruje se da potječu od djelovanja ledenjaka.

4.1. PJEŠČENJACI I ARENITNE STIJENE

Pješčenjaci su stijene čija je struktura većinom složena od čestica veličine pijeska, 0,06 – 2 mm u promjeru, na slici 4-2. prikazan je pješčenjak.



Slika 4-2. Pješčenjak

Pijesak ima strukturu zrno do zrna samo ako materijala matriksa ima manje od jedne trećine volumena zrnatog materijala. Kako se udio matriksa povećava tako stijena prelazi u arenitni šejl ili arenitni muljnjak. Zrno pijeska ima dugu povijest koja uključuje bezbrojne cikluse okamenjivanja, erozije i preslagivanja. Kako se broj ciklusa povećava slabiji i sastojci podložniji atmosferilijama se gube te rezidualna zrna, većinom kvarc, postaju zaobljeniji. Za stijenu sastavljenu gotovo cijelu od zaobljenih zrna kvarca kaže se da je zrela, a za onu s poluuglatim kvarcem sa feldspatima i feromagnezijskim mineralima te mogućim dijelovima stijena kaže se da je nezrela.

U vezi s tim zdravi pješčenjaci teže da budu sortirani strukturno sa relativno jednolikom granulacijom (slika 4-3.). Suprotno, ne zdravi pješčenjaci nisu jednoliko graduirani (slika 4-4.)



Slika 4-3. Dobro sortirana zrna pijeska



Slika 4-4. Loše sortirana zrna pijeska

Glina se obično nalazi u ne zdravim pješčenjacima, ali se može naći i u manjim količinama i u zdravim pješčenjacima. Slika 4-5., prikazuje zdravu stijenu koja se naziva ortokvarcit, sastavljenu gotovo u potpunosti od zaobljenih zrna kvarca. U suprotnosti, slika 4-6., prikazuje tanki dio grauvake koja je sastavljena uglavnom od uglatih fragmenata različite veličine zrna i promjenjivog sastava.



Slika 4-5. Ortokvarcit s dobro zaobljenim zrnima kvarca



Slika 4-6. Grauvaka koja je sastavljena uglavnom od uglatih fragmenata različite veličine zrna i promjenjivog sastav

Pješčenjaci mogu biti izrazito slojeviti ili masivni s malom naznakom slojevitosti. Generalno, što su čestice sitnije to je manji razmak među slojevima.

Čvrstoća pješčenjaka je uglavnom produkt dijageneze. Geološka nomenklatura za pješčenjake je načinjena tako da u obzir uzima sastav materijala, ali uglavnom je

sastavljena tako da su imena stijena nadopunjena opisnim informacijama te je na taj način olakšan inženjersko geološki rad. Kako bi se klasificirali pješčenjaci, inženjerski geolozi su prisiljeni precizno opisati uzorak stijena. Da bi mogli precizno opisati uzorak geolozi se služe petrografskim mikroskopom. Uz pomoć mikroskopskog proučavanja moguće je odrediti granice između klasa.

Klasifikacijski sistem razvijen od Pettijohn (1957), prihvaćen je kod geologa, a zasniva se na međusobnim udjelima četiriju bitnih komponenata sastava pješčenjaka: matriksa, kvarca, feldspata i odlomaka stijena. Autor matriks definira kao sitnozrnati materijal dimenzija $< 30 \mu\text{m}$. Granica od $30 \mu\text{m}$ uzeta je radi toga što je to debljina mikroskopskog izbruska, odnosno to je krajnja granica do koje se u mikroskopskom izbrusku još mogu promatrati individualizirana zrnca. Pod matriksom tu se podrazumijeva:

- Detritično glinovito-sitnozrnati materijal koji je transportiran i taložen zajedno sa zrnima pijeska,
- Materijal nastao rekristalizacijom glinovito-sitnozrnog detritusa,
- Produkti plastičnih deformacija i drobljenja odlomaka mekih laporovitih i glinovitih sedimenata zbog nadslojnog tlaka,
- Produkti dijagenetskih izmjena manje rezistentnih odlomaka stijena.

S obzirom na količinu tog matriksa autori razlikuju dva tipa pijeska i pješčenjaka: ČISTE PJEŠČENJAKE ILI ARENITE, ako je količina matriksa manja od 15% i NEČISTE PJEŠČENJAKE ILI GRUVAKE ako je udio matriksa veći od 15%. (Tišljar)

Ne vezani areniti su podložni trošenju.

Areniti se dijele na:

- **Arkoze** ako sadrže manje od 75% kvarca i ako imaju veći udio feldspata od udjela odlomaka stijena,
- **Litčni pješčenjaci** čisti pješčenjaci u kojima je udio feldspata manji od udjela odlomaka stijena,
- **Ortokvarcit ili ortokvarcni pješčenjak** čisti pješčenjak s više od 95% kvarca
- **Subarkoze ili feldspatni pješčenjak**, ako je udio kvarca između 75% i 95%, a feldspata ima više od odlomaka stijena,
- **Protokvarcit**, ako je udio kvarca između 75% i 95%, a feldspata ima manje od odlomaka stijena,

- **Subgrauvake**, ako je udio kvarca manji od 75%, a feldspata ima manje od odlomaka stijena,
- **Feldspatne grauivake**, nečisti pješčenjaci ako sadrže više od 15% detritičnog matriksa, a udio feldspata veći je od udjela odlomaka stijena,
- **Litične grauivake**, nečisti pješčenjaci koji sadrže više od 15% detritičnog matriksa, a udio odlomaka stijena veći je od udjela feldspata.

ORTOKVARCIT je u osnovi čista kvarcna stijena uglavnom vezana silikatom, kalcitom ili dolomitom (slika 4-7). Međutim, ne vezani kvarcni pijesak se također klasificira kao ortokvarcit pa je stoga nužno u svrhu inženjerske geologije dodati opisu stupanj cementiranosti. Kada se ne trošan ortokvarcit pojavi na izdanku kao čista bijela stijena, često bez primjesa muljnjak ili šejlova među slojevima. Takav ortokvarcit može biti neprekidan duž sloja nekoliko milja, a neke formacije mogu biti deblje od kilometra. Ortokvarcit se nalazi u stijenama paleozojske starosti, naročito u ranijem periodu. Vrlo dobro poznati Dakota pješčenjaci kredne starosti koji služe kao vodonosnici zapadnog – centralnog dijela SAD-a su ortokvarciti.



Slika 4-7. Ortokvarcit

Ortokvarcit koji kao vezivo ima silicij je vrlo čvrsta, trajna stijena. Približno jednake čvrstoće kao metamorfni kvarcit. Neke su gotovo čisti silicij i koriste se kao sirovina za proizvodnju stakla.

GRAUVAKE su tamno-sivi do crni pješčenjaci koji sadrže mnogo uglatih fragmenata stijena, kvarca, glinovito-sericitno-kloritnog matriksa koji potječe od trošenja nestabilnih odlomaka stijena (slika 4-8.). Zbog tamnosive do gotovo crne boje, gustog matriksa i svjetlijih zrnaca kvarca u njemu ako su čvrsto litificirani i neslojeviti na izdancima se ovi pješčenjaci na prvi pogled mogu zamijeniti s bazičnim eruptivnim stijenama. Zbog velikog udjela glinovito-siltoznog matriksa, kao i odlomaka stijene male otpornosti na trošenje, grauvake nisu obično čvrsto litificirane ili su na izdancima podložne brzom trošenju, ako nisu pretrpjele intenzivne dijagenetske promijene minerala glina. (Tišljar)



Slika 4-8. Grauvaka

Mnoge su grauvake istaložene mutnim strujama u bazenima raznih tipova, obično ispred kontinentalnih rubova, u zalučnim i predlučnim bazenima, te u zajednici s vulkanima. Premda mnoge grauvake imaju jednoličan sastav, u nekim detaljima variraju, posebno kad je riječ o fragmentima stijena, tako da je moguće razlikovati specifične petrofacijese. Te razlike mogu biti važni pokazatelji tektonske situacije u vrijeme taloženja.

Zbog velike čvrstoće matriksa koji ispunjava pore, grauvake naginju čvrstim, trajnim stijenama.

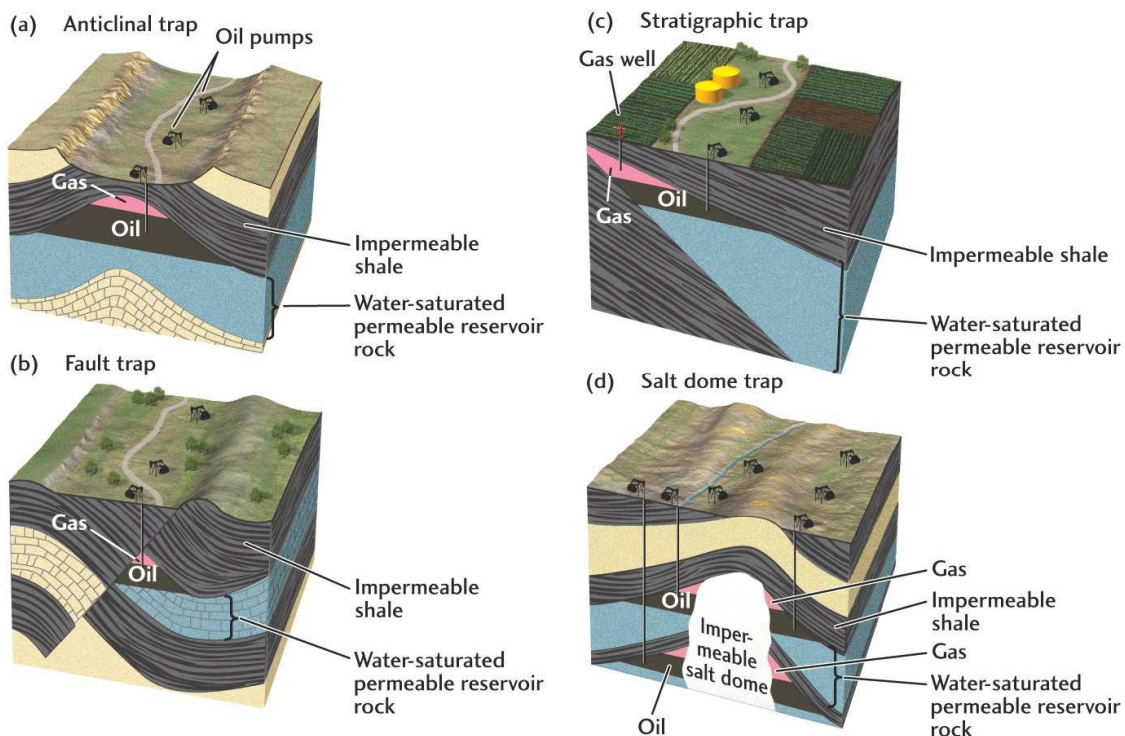
ARKOZE su svijetlo-ružičasti do sivi pješčenjaci pretežno sastavljeni od kvarca i feldspata, često cementirani kalcitnim cementom (slika 4-9).



Slika 4-9. Arkoza

Arkoze potječu od granita, a variraju od produkta trošenja in situ koji nisu pretrpjeli veća premještanja, sve do stratisficiranih i koso slojevitih pješčenjaka koji su pretrpjeli veći transport. Arkoze su po sastavu slične granitima pa se često mogu zamijeniti. Međutim arkoza je slojevita stijena sa slojevima različite veličine zrna. Arkoze nesumnjivo potječu od stijena bogatih feldspatima, posebno od granita bogatih kalijevim feldspatima i gnajsevima. Osim pogodne geologije važni faktori su još i klima i reljef . budući da se feldspati u uvjetima vlažne klime troše u minerale glina, nastanku arkoza pogoduju uvjeti polusušne i hladne klime.

Budući da su propusni (barem u neko doba su bili) pješčenjaci mogu prenositi hidrokarbonsku tekućinu iscijeđenu iz susjednih organskih glina koje prolaze kroz stvrdnjavanje. Ovi fluidi mogu biti zarobljeni u porama stijene ako strukturni i teksturni odnosi jedinica stijene stvaraju neprobojne barijere. Zbog toga se, u ovim strukturnim i stratigrafskim 'zamkama', mogu naći nafta i plin u 'bazenima' u pješčenjacima (slika 4-10).



Slika 4-10. Strukturne i stratigrafske 'zamke' nafte i plina u 'bazenima' u pješčenjacima

Prirodni plin, uglavnom metan sa mješavinom težih hidrokarbonata, može značajno utjecati na iskopavanje tunela zbog opasnosti od eksploziranja. Čvrsta nafta u pješčenjacima je vjerojatno nastala isparavanjem kroz geološko vrijeme, ostavljajući (rezidualni) asfalt ili netopljiv kerogen u porama. Asfaltne stijene su manje učestale; može ih se prepoznati po njihovoj crnoj boji i viskoznom, plastičnom ponašanju koje uzrokuje da se pod udarcem čekića 'uvuku' a ne da se raskole (razlome). Asfaltni pješčenjaci i katranski pijesak kao i naftni šejlovi su potencijalni izvori nafte.

4.2. ŠEJLOVI, MULJNJACI I OSTALE STIJENE

Argilične stijene čine oko pola svih sedimentnih stijena, a mogu se naći unutar stabilnih dijelova kontinenta, naboranim planinama ili na starim planinskim lancima, te na stopama brda ispred aktivnih planinskih lanaca. Argilične stijene nastaju kao talozi lutitnih sedimenata u jezerima i morima dovoljno mirnima da se te čestice mogu taložiti iz suspenzije. Također su nastali zakopavanjem gline i sitnozrnatog praha taloženog u močvarama i naplavnim ravnica većih rijeka. U ovim okolišima organski materijali

taloženi su sa sedimentom, tj. organski materijal se taložio u intervalima kako je padala razina vode.

Distribucija zrna

Muljnjak je koherentan te je zbog toga teško odrediti veličinu zrna. Studije koje se provode u svrhu određivanja veličine zrna pokazuju da ima praha i gline. Odnos praha i gline je 2:1. Nisu uobičajeni čisti prahoviti ili glinoviti talozi. Čista glina je malo češća od čistog praha. Relativni odnos praha i gline može se izvesti kao odnos Si prema Al određen prema kemijskim analizama, gdje su prahovite (siltne) čestice obično kvarcne, tj. bez feldspata dok glina sadrži hidroksidne slojeve unutar kojih se nalazi dosta Al.

Mineralni sastav

Argilične stijene uključuju sedimente erodirane iz trošnih stijena, odnosno rezidualnih sedimenata, erodiranih iz prethodnih muljnjaka i taloženih u morskoj vodi. Minerali argiličnih stijena uključuju kvarc i feldspate, minerale glina, muskovit, klorit, serpentin željezne minerale, kalcit, dolomit te povremeno organski materijal. Argilični sediment bogat kalcitom i dolomitom naziva se **lapor**, a stijena kontinuirano prelazi ovisno o tom sastavu od čistog argilitnog šejla i muljnjaka do argiličnih vapnenaca. Može također biti kvarcni s vulkanskim prahom, amorfnim prahom, amorfnim staklom, s kvarcnim fosilima kao što su diatomeje miješane s finim uklopcima stijena, nepravilnih masa, leća ili slojevima od kvarcnog materijala kao što je rožnjak. Kvarcni muljnjaci postepeno prelaze u formacije izgrađene isključivo od rožnjaka iako ne postoje rožnjačke formacije bez nekoliko tankih proslojaka šejla. Diatomejski sedimenti uključuju kao krajnji član stijenu dijatomit koja zbog svoje velike poroznosti ima brojnu primjenu u industriji. Kvarc dijatomita ima tendenciju da se rekristalizira i iz tih dijatomita nastaje rožnjak.

Boja

Boja argiličnih stijena korisna za raspoznavanje stratigrafskih jedinica također indicira prirodu i taložne uvijete. Što je tamnija stijena veći je i udio organskih tvari. Crvena, ponekad ljubičasta boja posljedica je željeznog minerala hematita i hidratiziranog zemljastog materijala limonita. Zelena boja šejlova je posljedica željeznih minerala koji su oksidirani, zatim klorita, kaolinita i nestabilnog minerala siderita. Ove razlike reflektiraju sposobnost oksidacije od ishodišnog mulja. Zelene i crne boje pripadaju sedimentima koji su taloženi u reducirajućim uvjetima, nije bilo kisika, a crvena boja sedimentima taloženim u oksidirajućim uvjetima. Crni šejlovi često sadrže pirit ili njegovu nestabilnu varijaciju

markazit kao akcesorne materijale minerali stvaraju sumpornu kiselinu kad se troše. Ta kiselina napada stijene i u u nekim uvjetima ju pretvara u stijenu koja je podložna bubrenju.

Organska tvar u šejlovima može biti u obliku ugljena, ugljenih uklopaka ili leća te kontinuiranih mješavina bitumena ili netopivog naftnog produkta – kerogena. Bituminozni ili kerogenski šejlovi znani kao naftni šejlovi daju naftu kad se udare čekićem. Fizička svojstva ovih stijena se modificiraju proporcionalno sadržaju organske tvari.

Usporedba svojstva cijepivosti kod šejlova i mulnjaka

Geološka klasifikacija argiličnih stijena nije standardizirana. Generalni termin šejl je rezerviran za argilične stijene koje pokazuju svojstvo cijepivosti u tanke pločice dok mulnjaci ne pokazuju to svojstvo (slika 4-11).



Slika 4-11. Šejl

Čvrsti šejlovi tipični su za malo starije slabo metamorfozirane formacije; mogu se nazvati argiliti. Slojevite stijene pokazuju tendenciju da se raspucaju blizu razmaknutih slojeva u stijeni. Ta raspucanost ili škriljavost šejla obično je paralelna orijentaciji mikroskopskih listića muskovita ili sericita. Drugi šejlovi pokazuju škriljavost zbog vrlo tanke laminiranosti debljine par mm. Najbolje razvijena škriljavost je u stijenama u kojima je mali sadržaj kalcitnog i kvarcnog materijala.

S inženjerskog gledišta stijene dobivene prahom i glinom dijele se u dvije klase.

1. Prave stijene koje su više deformabilne, ali imaju čvrstoću u razini betona bez tendencije da im se svojstva pogoršavaju tokom dužeg izlaganja atmosferilijama. U ovim stijenama dijagenozom se litificira sediment ne samio zgušnjavanjem već i taloženje Si i kvarcnih minerala između čestica. Osim toga je došlo do rekristalizacije glina u muskovitu i rekristalizacije amorfnih sastojaka.
2. Glineni šejlovi, koji se ponašaju kao tla. Imaju tendenciju da im se na atmosferi svojstva pogoršavaju. Povremeno pokazuju tendenciju da se sliježu i deformiraju pod temeljima. Mogu sadržavati slojeve u kojima je značajan manjak posmične čvrstoće i tu su potrebni posebni projektni zahvati da se izbjegnu problemi koji bi mogli nastati klizanjem.

Nije jasno vidljivo prilikom jednostavnog pregleda šejlova i muljnjaka odrediti da li spadaju u prvu ili drugu grupu, ali ipak postoje razlike u ponašanju stijena i tla koje se moraju odrediti na temelju prakse. Srećom postoje pouzdani indeksi za odrediti cementne šejlove od kompaktnih šejlova. Kompaktni šejlovi se raspadaju i gube čvrstoću močenjem. Kompaktni šejlovi imaju velik utjecaj prirodne vlažnosti kad su saturirani i njihova svojstva se mogu predvidjeti znanjem stanja vode. Također korisni indikatori tog svojstva mogu se dobiti iz rezultata jednostavnih laboratorijskih i terenskih testova. Raspadanje i pogoršanje stijene nakon izlaganja iskopu može nastati gotovo trenutačno s vidljivim pukotinama, ako je stijena šejl, škriljavost se brzo počne otvarati kao stranice knjige.

5. LITERATURA

Goodman, Engineering Geology.

Herak, M., 1990. Geologija. Zagreb: ŠK.

Pavelić, D. 2001. Opća geologija. Predavanja. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet.

Tišljar, J., 1994. Sedimentne stijene Zagreb: ŠK.

Tucker, M. E., 2007. Petrologija sedimenata. Zagreb: AZP grafis.

Vrkljan, M., 2001. Mineralogija i petrologija – osnove i primjena. Zagreb: Rudarsko-geološko- naftni fakultet.