

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET



Seminarski rad iz Sedimentologije

PLITKOVODNI KAROBONATNI SISTEMI

Profesor:

Prof. dr Violeta Gajić

Student:

Dragana Jerkić G70/20

Beograd, novembar 2023.

SADRŽAJ

1. UVOD	3
2. PLITKOMORSKI (SUBLITORALNI) SISTEMI	3
3. UTICAJ TEKTONIKE I KLIME	4
2.1. Tektonska aktivnost	4
2.2. Klima.....	5
3. NEKADAŠNJI PLITKOVODNI KARBONATNI SISTEMI.....	5
3.1. Glavni karbonatni plitkovodni sistemi.....	6
4. PRODUKTIVNOST KARBONATA ORGANOGENOG POREKLA	7
4.1. Glavne litofacije i sredine	7
4.2. Organogeni sprudovi.....	8
4.3. Organogeni humovi	8
4.4. Skeletni peskovi	9
4.5. Neskeletni peskovi	9
4.6. Krečnjački muljevi i peskovi	10
5. ZAKLJUČAK	10
6. LITERATURA	11

1. UVOD

Izmene depozicionih uslova na šelfu dovode redovno do promena u osobinama sedimenata. Kada su karbonati u pitanju najdublje razlike nastaju usled izdizanja i spuštanja morskog nivoa. To je praćeno formiranjem geoloških stubova sa facijalnim sekvencama u kojima su u superpoziciji sedimenti nastali u plićim sredinama. Pod dejstvom snažnih oluja karbonatni materijal iz plitkog sublitorala se redeponuje, pa se tvorevine plimatskim, mikrobiološkim i autonomnim sedimentim procesima pretvaraju u prave taloge. Na margini zaštićenog šelfa nastaju barijerni sprudovi, koji imaju tendenciju da se razvijaju prema otvorenom moru. Na procese deponovanja sedimenata u karbonatnim sistemima značajnu ulogu imaju klima i tektonski procesi, kao i strujanje talasa. Manje promene morskog nivoa, takođe, omogućavaju uspostavljanje novih karbonatnih facija.

2. PLITKOMORSKI (SUBLITORALNI) SISTEMI

Plitkomorski sistemi su područja okeana koja se nalaze blizu obale i obuhvataju plitke vode, uključujući kontinentalni šelf i obalu. Ovi sistemi su od velike važnosti za sedimentološka istraživanja jer su dinamična područja gdje se susreću kopno i more, pridonoseći složenom sedimentacijskoj sredini. Plitkomorske sredine su izložene raznim fizičkim, hemijskim i biološkim procesima. Takvi procesi u celini utiču na formiranje deponata. Fizički procesi se vezuju za talase, struje i plimatske mene. Plimatske mene formiraju struje koje se mogu kretati brzinama i do nekoliko centimetara u sekundi, a u nekim slučajevima , i do nekoliko metara u sekundi. To se dešava u područjima poluzatvorenih šelfnih mora. To su područja koja dele neke karakteristike s otvorenim okeanima, ali su i dalje delemično odvojena od njih. Ova mora nalaze se na kontinentalnim šelfovima.

Oni leže između donjeg kraja potopljenog žala (dubokog 5 metara) i oboda kontinentalnog praga na srednjoj dubini od oko 200 m. Ovakvi sistemi obuhvataju dva glavna tipa plitkih mora, perikontinentalno i epikontinentalno. Perikontinentalna (obodna mora) su široko otvorena prema okeanima, prekrivaju šelf , u glavnom imaju mali nagib, reljef koji je slabo izražen i nekada mogu biti izuzetno velike širine.

Epikontinentalna mora prekrivaju deo kontinenta, okružena su kopnom u manjoj ili većoj meri, tako da ne moraju da imaju direktnu vezu sa okeanom. Kada govorimo o geološkoj prošlosti, ova mora su bila značajnije razvijena od obodnih mora, dok je danas to obrnut slučaj.

3. UTICAJ TEKTONIKE I KLIME

Plitkovodni karbonatni sistemi imaju strukturnih sličnosti sa siliciklastičnim sedimentima. Siliciklastični sistemi nastaju na šelfovima i epeiričkim basenima tamo gde je prinos nekarbonatnog materijala dovoljno obiman ili na visokim širinama u kojima nema karbonatne sedimentacije. U siliciklastičnim sistemima sublitoralne litofacije izgrađene su od dve vrste materijala, autohtonog i alohtonog. Siliciklastični sedimenti nastaju u identičnim sredinama kao karbonatni, sa istim uticajima (talasi, plimatske promene, struje, bioturbacija i dr.). Između ova dva sistema međutim postoje i značajne razlike, jer su plitkovodni karbonatni sediment praktično autohtoni. Oni nastaju direktno na samom mestu akumulacije ili veoma blizu tog područja. Zbog toga šelfne carbonate možemo posmatrati kao posebne sedimentološke sisteme.

Na rasprostranjenje karbonata u savremenim plitkim delovima svetskog mora utiču dva najznačajnija faktora: klima i tektonika.

2.1. Tektonska aktivnost

Tektonska aktivnost ima značajan uticaj na karbonatne sedimentne sisteme na kontinentalnim šelfovima. Pomeranje tektonskih ploča može rezultirati promenama u topografiji šelfa, uzrokujući promene u uslovima života i sedimentaciji karbonatnih materijala. Seizmička aktivnost, uzrok tektonskih procesa, može izazvati promene u podvodnoj topografiji i uticati na vrste organizama koje naseljavaju područje, kao i procese taloženja karbonatnih sedimenata. Subdukcija i sudaranje ploča, popraćeni promenama u toplotnim i hemijskim uslovima, takođe utiču na sastav karbonatnih sedimenata. Sudaranje kontinentalnih ploča može rezultirati promenama u vodenim tokovima i transportu sedimenata prema šelfu. Promene nivoa mora uzrokovane tektonskom aktivnošću, uključujući transgresije i regresije, takođe igraju ključnu ulogu. Formiranje pukotina i raseda

kao posledica tektonskih procesa može dalje uticati na hidrodinamiku, cirkulaciju vode i stvaranje mikrookolina povoljnih za rast karbonatnih organizama. Svi ovi faktori zajedno oblikuju kompleksnu dinamiku i raznolikost karbonatnih sedimentnih sistema na šelfovima.

2.2. Klima

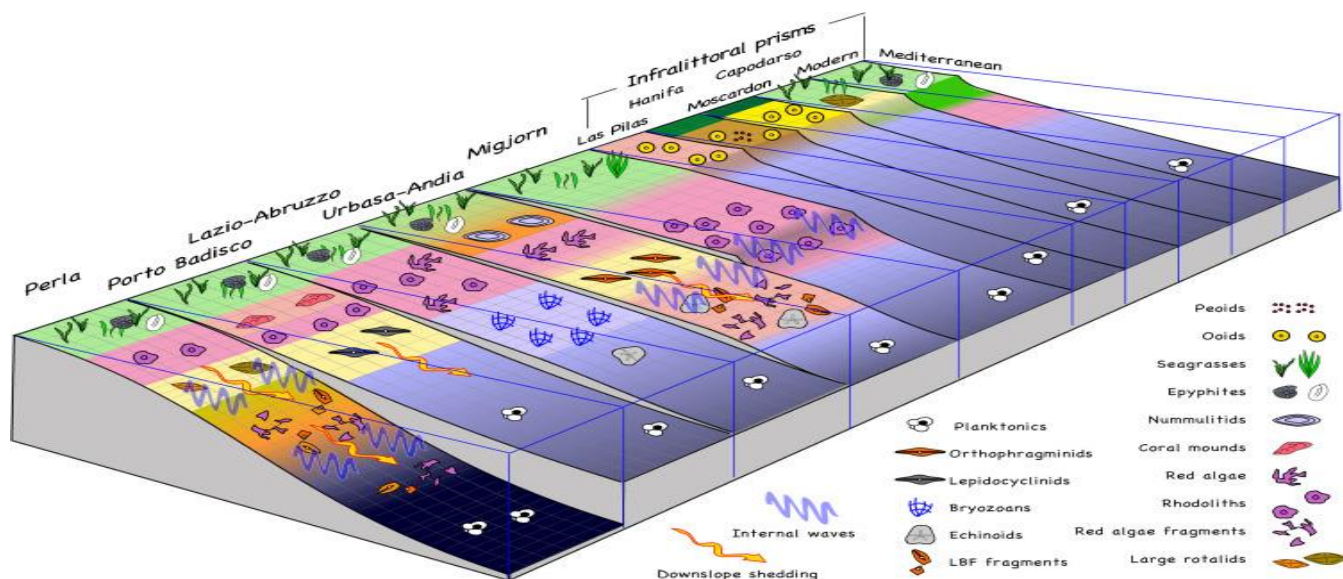
Klima ima kompleksan i višestruki uticaj na karbonatne sisteme, oblikujući njihovu geološku istoriju. Toplije klime često podržavaju intenzivniji rast organizama poput korala, foraminifera i algi, koji često stvaraju karbonatne stijene. U tropima, gde je temperatura vode obično visoka, koralni grebeni su česti i često grade ogromne strukture od kalcitnih skeleta. Osim toga, toplo more može podstaknuti brži rast algi i drugih organizama koje stvaraju karbonatne strukture.

Padavine takođe igraju ključnu ulogu u karbonatnoj sedimentaciji. Više padavina može uzrokovati povećanu eroziju kopnenih površina, dovodeći do povećanog unosa sedimenta u mora i okeane. Ove promene u dotoku sedimenata mogu uticati na hemijske uslove u moru. Sezonske promene u klimi su takođe važan faktor. Na primer, u područjima s izraženim godišnjim dobima, različiti uslovi tokom godine mogu rezultirati sezonskim promenama u rastu i aktivnosti karbonatnih organizama.

3. NEKADAŠNJI PLITKOVODNI KARBONATNI SISTEMI

Nekadašnji plitkovodni karbonatni sistemi predstavljaju karbonatne deponate iz svih odeljaka Zemljine istorije. Njihove prostrane i debele akumulacije redovno su povezane sa mnoštvom organizama i njihovih skeletnih ostataka. U prekambrijumu modro-zelene alge su bile najvažniji faktor koji je doprinio taloženju karbonata. Danas se smatra da su one formirale stromatolitske sprudove sa izduženim oblicima. Zapaženo je da njihova visina u nekim područjima dostigla i do tri metra. Ako posmatramo stariji paleozoik, tvorci karbonata su bile alge, pelmatozoi, korali, brahiopodi, mekušci i dr.

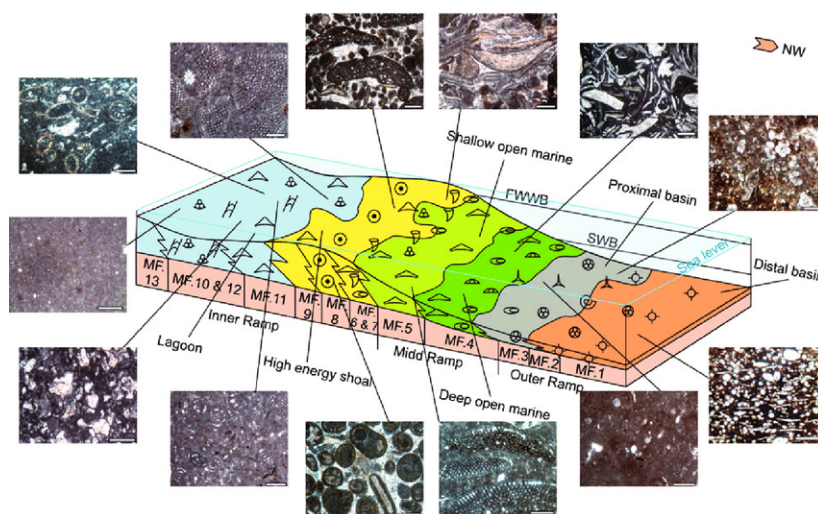
U nastanku krečnjaka važnu ulogu su imale neskeletne tvorevine, različiti ooidi, peleti i njihovi agregati. Plitkovodne karbonatne tvorevine nastajale su u tri različite sredine: na otvorenom šelfu, u organogenim sprudovima, humovima i raznim karbonatnim formama (slika 1).



Slika 1. Organizmi značajni za razvoj karbonatnih sistema (preuzeto sa <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780444641342000134>)

3.1. Glavni karbonatni plitkovodni sistemi

Predstavljeni su uglavnom raznim tipovima karbonatnih platformi. Pod karbonatnim platformama podrazumevamo debele sekvence karbonata koji su nastali velikim delom u plitkovodnim sredinama. Različitim sistemima ovih platform pripadaju (karbonatna rampa, zaštićeni šelf, izolovana platforma i potopljena platforma.



Slika 2. Šematski model karbonatne platforme (preuzeto sa https://www.researchgate.net/publication/270584221_Sequence_stratigraphy_and_platform_to_basin_margin_facies_transition_of_the_Lower_Cretaceous_Dariyan_Formation_northeastern_Arabian_Plate_Zagros_fold-thrust_belt_Iran/figures?lo=1)

Karbonatne platforme i šelfovi na obodima okrenutim otvorenom moru mogu da imaju margine sa različitim osobinama. Postoje tri tipa margina:

1. Muljni humovi (mud mounds);
2. Brežuljkasti sprudovi (knoll reefs);
3. Barijerni sprudovi.

4. PRODUKTIVNOST KARBONATA ORGANOGENOG POREKLA

Glavna produktivnost karbonata organogenog porekla odvija se u morskoj vodi na dubini od 10 do 15 metara. Korali na barijernim sprudovima žive in a većim dubinama, do 50 metara, ali najbogatije krečnjačke skelete izgrađuju na dubinama manjim od 5 metara. Slično važi i za kodijacejske alge (*Penicillus* i *Halimeda*), koje na Bahamima i južnoj Floridi najveće količine krečnjačkih sedimenata produkuju na dubinama manjim od 15 m. Zbog toga se plitki deo sublitorala, smatra za tvornicu karbonata.

Donja granica fotičke zone je druga važna granica za formiranje karbonata. Formiranje karbonata u fotičkoj zoni odvija se pretežno kroz procese biogeneze, gde organizmi koriste fotosintezu da iz vode i ugljen-dioksida stvore organske supstance koje potom postaju deo sedimentnih stena. Fotička zona predstavlja gornji sloj okeana gde prodire dovoljno svetlosti za podršku fotosintezi.

4.1. Glavne litofacije i sredine

Konstatovano je da postoje tri asocijacije skeletnih (foramol, hlороzoan i hlороalgalna) i tri zajednice neskeletnih čestica (Less & Bullar, 1972). Foramol asocijacija se sastoji od detriusa i celih ljuštura bentonskih foraminifera, mekušaca, briozoa i krečnjačkih crvenih alga kao glavnih komponenti. U hlороzoan zajednici uz mnoge foramol elemente, glavni karakteristični članovi su hermatipski korali i krečnjačke zelene alge.

Neskeletna zrna su ooidi i njihovi agregati i peleti. Rasprostranjenja zajednica skletenih i neskeletnih čestica direktno je povezano sa temperaturom i salinitetom morske vode. Hlorozoan skeletna asocijacija je tipično toplovodna, ona ne može opstati u vodama čija površinska temperature pada ispod 15 stepeni Celzijusa. Foramol asocijacija, sa druge strane, vezana je za vode u kojima temperatura pada čak do 0 stepeni. Od neskeletnih elemenata ili ima samo peleta ili nema ničega.

4.2. Organogeni sprudovi

Pod sprudom se podrazumeva svaki podvodni greben istaknut u morfologiji dna basena. Organogeni sprud je krečnjački deponat nastao na mestu od sesilnih organizama. On je takođe istaknut u reljefu, tvrd i otporan na rad talasa. Mnogim istraživačima naziv sprud je bio neopravdan, zbog toga što sve organogene konstrukcije nemaju iste osobine. Zbog toga su uvedeni termini bioherm i biostroma (**Cummings 1932**). Bioherm označava strukturu sastavljenu od skeleta morskih organizama, uglavnom koralu, koja stvara trodimenzionalnu strukturu u morskoj sredini. Bioherm označava nagomilavanje organogene materije u vidu nepravilnih sočiva. Drugi termin, biostroma koristimo kada se nagomilavanja javljaju u obliku slojeva.

Po obliku i položaju u odnosu na kopno sprudovi se dele na: obodne, barijerne i atolske. Obodni se nalaze uz kopno, naslanjaju se na njega i prate obalsku liniju. Barijerni su od obale uvek odvojeni užim ili širim lagunskim kanalom. Atoli su okeanski sprudovi, daleko od kopna, u većini slučajeva prstenastog oblika.

Od ostalih pokušaja da se klasifikuju sprudovi najznačajnija je ona koju je uradio **Maxwell (1968)**. Ova podela oslanja se na dve glavne kategorije (okeanske i šelfne sprudove).

4.3. Organogeni humovi

U morima gotovo svih širina dosta česta su nagomilanja materijala organogenog porekla u obliku manjih ili većih humova sa stranama koje mogu biti i prilično strme. Nastaju u mirnim vodama iza barijernih sprudova ili na šelfu, pa i u dubljim basenima. U njihov sastav ulaze lose sortirani latični krečnjački mulj sa manjom količinom baundstona. Danas su to ostaci algi, sunđeru, crva i koralu. Sastoje se od četiri dela (James, 1981):

1. Bazalno nagomilavanje bioklastičnog materijala i vakstona;
2. Debelo masivno krečnjačko jezgro od mudstone i bafllstona;
3. Padinski uslojeni bioklastični krečnjak (školjke, krinoidi, tabularne foraminifere);
4. Tanki pokrivač huma od inkrustacionih ili lamelarnih oblika.

U fosilnom stanju organogeni humovi imaju izgled sočiva i nepravilnih krečnjačkih tela metarskih dimenzija.

4.4. Skeletni peskovi

Predstavljaju zrna arenitskih dimenzija nastala od karbonatnih skeletal organizama. Uz njih se ponekad javlja i karbonatni mulj, a mestimično ima i bogatih nagomilavanja zrna veličine šljunka. Sastav čestica je promenljiv i zavisi od porekla, dubine vode i lokalnih procesa. Skeletne čestice većinom potiču od alga, foraminifera, koralaa, mekušaca i dr. Ova zrna mogu da budu slepljena mikrosparom u grudvaste ili grozdaste aggregate, veličine od 0.5 do 2.5 mm. Skeletni peskovi se javljaju u vidu peščanih pojaseva u gornjim delovima šelfa i uz marginalne barijerne sprudove, tj. u plitkovodnom području gde je produkcija karbonata najveća.

Transport skeletnih peskova od mesta nastanka do mesta odlaganja nije veliki. Sortiranost, zaobljavanje i promena oblika zrna nisu izraženi, zato što u sredinama gde se ovi peskovi nagomilavaju vladaju srednje jaki procesi.

4.5. Neskeletni peskovi

U grupu neskeletnih peskova spadaju ooidi, onkoidi, peloidi, njihovi agregati i krečnjački klasti. Ooidi su sferična zrna sastavljena od mikrokoncentrata. Većinom se nalaze tamo gde nema drugih karbonatnih zrna. Savremeni ooidi se formiraju u pokretnoj vodini na dubinama plićim od 5 metara. Pri tome plimatske struje su glavni agensi. Detaljna proučavanja pokazala su da su neki od njih sigurno nastali čistim hemijskim obaranjem CaCO_3 iz vode a dok su na druge biološki procesi imali značajnu ulogu. Neskeletni peskovi nastaju pretežno na gornjim delovima otvorenih šelfona ali u pojasevima privetrenih i zavetrenih delova izolovanih karbonatnih platformi. Danas su u različitim delovima poznati

ooidni peskovi sa većih dubina. Tako da , uz poluostrvo Hatares (SAD) ooliti prekrivaju spoljašnji deo šelfa na dubinama od oko 200 metara.

4.6. Krečnjački muljevi i peskovi

Krečnjački muljevi imaju znatno rasprostranjenje u plitkomorskim regionima, i smatra se da su u geološkoj prošlosti zahvatali još veća prostranstva. Osnovne čestice su izdužena igličasta i pritkasta mikritska zrna aragonita dugačka svega nekoliko mikrometara. Većinom se nalaze u sredinama mirnih talasa, na dubinama manjim od 4 metra. U finom krečnjačkom mulju ima i vidljivih frakcija arenitske krupnoće, što mulju daje bimodalnost. Primarno čestice potiču od pločica nastalih razaranjem ljuštura mekušaca i alga Halimeda. Prostrani plitki delovi šelfova i karbonatnih platform pokriveni su muljevima u kojima ima manje ili više ovoidnih peloida. Mnogi smatraju da su svi peleti fekalnog porekla, odnosno da ih proizvode određene grupe organizama. Međusobnim povezivanjem mogu da nastanu grozdrasti agregati peleta – grejpstoni (Iling, 1954).

5. ZAKLJUČAK

Plitkomorske sredine su izložene veoma raznovrsnim fizičkim, hemijskim i biološkim procesima. Svi oni zajedno utiču na formiranje deponata. Talasi imaju značajnu ulogu u raznošenju sedimenata po šelfu, fizičko-hemijski i biohemijski procesi najvećim delom omogućavaju depoziciju karbonata, dok biološki procesi dominiraju u svim plitkim morima gde zbog obilja hrane imamo za posledicu razvijanje i raznovrsnost organskog sveta. Vertikalne facijalne sekvence nastale svim navedenim procesima imaju značaj pri proučavanju sedimentnih basena iz geološke prošlosti. Plitkovodni karbonatni sistemi su praktično autohtoni nastali direktno ili na samom mestu akumulacije ili ne suviše daleko od njega. Zbog toga i niza drugih bitnih razlika šelfni karbonati pripadaju posebnim sedimentološkim grupama.

6. LITERATURA

1. Boggs Jr., S. (2009). Principles of Sedimentology and Stratigraphy. Pearson.
2. Grubić, A. (1997). Sedimentologija. Univerzitet u Beogradu.
3. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780444641342000134>