

Kolegi N. Magerić  
Mko

PETAR RAFFAELLI, BISERKA ŠCAVNIČAR i ALKA ŠIMUNIĆ

## PETROGRAFSKE KARAKTERISTIKE NEKIH KARBONATNIH STIJENA JURE IZ VELEBITA, GORSKOG KOTARA I DONJEG TOKA KORANE

S 3 table u prilogu

Petrografski je istraženo nekoliko profila kroz jurske vapnence Velebita, Gorskog kotara i donjeg toka Korane. Genetski, ovi vapnenci predstavljaju alohtone karbonatne sedimente, istaložene u plitkoj turbulentnoj marinskoj sredini. Klasificirani su kao kalciruditi, kalkareniti i kalcilutiti. U području geosinklinale, uvjeti za nastajanje ovakvih vapnenaca mogli su biti ostvareni na nekom širokom i relativno plitkom submarin-skom pragu, kojim su bila razdvojena pojedina korita geosinklinale.

### UVOD

O karbonatnim stijenama Hrvatskog primorja, Like i Gorskog kotara objavio je F. T u ć a n još 1911. g. jednu raspravu, u kojoj je obradio veliki broj stijena različite geološke starosti. Posebnu pažnju obratio je kristaliničnim vapnencima i dolomitima. Vjerovatno zbog toga, u tom obimnom radu, nije prikazao pseudoolitične, oolitične i slične karbonatne stijene, iako one izgrađuju pretežan dio jurskih naslaga ovog područja. Karbonatne stijene jure biti će obrađene u ovom članku.

Jurske naslage Velebita, Like i Gorskog kotara nastavljaju se kontinuirano na trijas, pa se kao najstariji slojevi jure smatraju obično tamni, uslojeni vapnenci, koji se izmjenjuju s dolomitima, a leže na gornjotrijaskom dolomitu. Naslage lijasa općenito, a donekle i naslage dogera i malma, predstavljene su dobro uslojenim obično tamnijim vapnencima, koji se po makroskopskom izgledu često mogu razlikovati i od starijih, trijaskih i od mlađih, krednih vapnenaca. Na osnovu makroskopski vidljivih karakteristika, mogu se i unutar same jurske serije sedimenata izdvojiti pojedini članovi. Tako npr. za donji lijas značajna je već spomenuta izmjena tamnih uslojenih vapnenaca s dolomitima; za gornji lijas, naročito u području Velebita karakteristični su tankouslojeni ili pločasti mrljasti vapnenci; prelaz doger – malm označen je na nekim mjestima, kao npr. u Velikoj Kapeli (P o l j a k, 1944) vapnenim brečama itd. Ove makroskopski vidljive razlike u sastavu i strukturi karbo-

natnih stijena, ne predstavljaju međutim i neke bitne litološke razlike, koje bi upućivale na zaključak, da je u toku taloženja jurskih naslaga došlo do osjetne promjene režima sedimentacije. Detaljno mikroskopsko proučavanje uzoraka sa profila na Alanu,\* Malim Močilima i Bunovcu u Velebitu, na Gornjem Jelenju u Gorskom kotaru i kod Lučice u donjem toku Korane pokazuje, da su u ovom području jurski sedimenti taloženi kontinuirano i pod približno istim uvjetima u toku cijelog perioda. Jursku sedimentaciju karakteriziraju ovdje mehanički akumulirani karbonatni sedimenti, koji se međusobno razlikuju samo po veličini zrna i vrsti akumuliranih čestica. Sedimenti sitnijeg ili krupnijeg zrna, sa dominantnim litogenim ili biogenim detritusom izmjenjuju se i horizontalno i vertikalno prelazeći kontinuirano jedni u druge bez obzira na evoluciju faune, odnosno stratigrafsku podjelu sistema. Jurski vapneni sedimenti, najčešće označeni zajedničkim, genetski nepotpuno definiranim pojmom vapnenaca, predstavljaju dakle kalcirudite, kalkarenite i kalcilutite, tj. mehanički akumulirane sedimente sastavljene od fragmentata otknutih od ranije ili tek istaloženih vapnenih sedimentata, pretaloženih i cementiranih kalcitnim cementom. Ove stijene se razlikuju od ostalih detritičnih sedimentata utoliko, što su im čestice intrabazenskog porijekla, submarinski prerađene (zaobljene, sortirane) i transportirane u druge, obično dublje dijelove sedimentacionog bazena. Varijacije u veličini zrna uslovljuju hidrodinamski uvjeti (režim podmorskih struja, lokalna turbulencija, dubina vode itd.) koji nisu jednaki u pojedinim dijelovima bazena, a koji se mijenjaju i tokom vremena. Sastojci terigenog porijekla, kao npr. glinena komponenta u nekom kalcilutitu ili detritična kvarcna zrna u nekom kalkarenitu, prisutni su u ovakvim sedimentima samo u sasvim podređenoj količini.

#### FIZIOGRAFIJA KARBONATNIH STIJENA

##### Vapnenci

Stijene najsitnijeg zrna koje dolaze na istraženim profilima, a makroskopski izgledaju kao gusti, obično tamni i dobro uslojeni vapnenci, školjkastog ili ravnog loma, shvaćene su i klasificirane kao kalcilutiti. Pod mikroskopom, pokazuju kriptu – do mikroznastu (sl. 1 u prilogu) ili grudičastu strukturu, a sastoje se od finog vapnenog detritusa i veoma sitno zdrobljenih ljuštura organizama. Ponekad se u njima mogu naći i cijele ljuštore malih foraminifera, favreine i drugi tragovi aktivnosti organizama. Finozrni vapneni i organogeni detritus kalcilutita cementiran je kriptokristalastim kalcitom biokemijskog ili kemijskog porijekla. Male dimenzije sastojaka otežavaju u većini slučajeva da se procijeni koji je i koliki dio ovih stijena transportiran i aku-

\* Postoji nekoliko prevoja na Velebitu koji se nazivaju Alan. Najpoznatiji je Mali Alan kojim prolazi cesta Sv. Rok-Obrovac. Prevoj Alan, o kome je riječ u ovom članku nalazi se zapadno od Jablanca, ispod vrha Alančića (trig. 1612 m).

muliran – dakle alohton, a koliki kemijskog ili biokemijskog porijekla, precipitiran na mjestu, tj. autohton. Po svom petrografskom sastavu i strukturi, kalcilititi su veoma slični finozrnim autohtonim vapnencima koji nastaju *in situ* nagomilavanjem i aktivnošću bentoskih i pelagičkih organizama, uz istovremeno taloženje kalcijevog karbonata. Prema tome, odlučujući faktor kod klasifikacije ovih stijena bio je njihov položaj na istraženim profilima; klasificirane su kao kalcilititi, jer su na svim profilima bile udružene i povezane postepenim prelazima s kalkarenitima i kalciruditima, stijenama nedvojbeno alohtonog porijekla.

Kao kalkareniti klasificirane su vapnene stijene, u kojima dominiraju mehanički akumulirane vapnene čestice dimenzija od 0,06 do 2 mm. Ove čestice mogu također biti biogenog ili litogenog porijekla. U prvom slučaju predstavljaju transportiran fosilni materijal, a u drugom djelove tek istaloženih, odnosno već litificiranih sedimenata, te produkte podvodnih agregacionih procesa. Prema dominirajućem tipu čestica kalkareniti su klasificirani kao lito – ili biokalkareniti. Detritične čestice litokalkarenita često su potpuno zaobljene i približno ojednakih dimenzija, te podsjećaju na oolite. Međutim od pravih oolita se bitno razlikuju, jer ne pokazuju unutrašnju strukturu, već su homogene kriptokristalaste građe. Stijene koje sadrže ovakav tip čestica klasificirane su kao pseudoolitični kalkareniti (sl. 2–4). Na istraženim profilima pseudoolitični kalkareniti su najčešći varijetet srednjezrnastih detritičnih stijena. Najbolje su razvijeni u donjem i srednjem lijasu velebitskih profila.

Pravi oolitični kalkareniti su nešto rjeđi. Na profilu Alan u Velebitu i na profilu Lučice uz Koranu nalaze se na prelazu gornjeg lijasu u doger, a na profilu Gornjeg Jelenje u Gorskom kotaru dolaze u malmu. Dominantne čestice u ovim stijenama su ooliti (sl. 5). Pseudooliti i organogeni detritus mogu biti prisutni, ali samo u podređenoj količini. Ooliti se sastoje od jezgre mineralnog ili organogenog porijekla (sl. 6) i kalcium karbonatnih ovojnica koncentrične, ili rijeđe, radialne građe. Nastaju uz pojačanu lokalnu turbulenciju, u sredini zasićenoj kalcijevim karbonatom.

Biokalkareniti, odnosno detritične karbonatne stijene arenitskog zrna u kojima dominira organogeni detritus, najslabije su zastupljeni. Opaženi su npr. u srednjem lijasu profila Mala Močila i Bunovac u Velebitu. Habani fosilni detritus dolazi inače kao sporedna komponenta u mnogim pseudoolitičnim i oolitičnim kalkarenitima.

Kod svih navedenih varijeteta kalkarenita, vezivo je ili kriptokristalast vapneni matriks, ili jasno kristaliničan sitnozrnast do srednjezrnast kalcitni cement. Čestice uložene u kriptokristalast vapneni matriks obično su slabije zaobljene i slabije sortirane, a i sam matriks je dijelom detritičnog porijekla. Zrnati kalcitni cement može nastati rekristalizacijom kriptokristalastog matriksa, ali nastaje i kao direktan kemijski precipitat, istaložen u intersticijama među vapnenim detritusom. Pod mikroskopom izgleda kao mozaični agregat nepravilnih zrna kalcita. Detritične vapnene čestice uložene u kristaliničan kalcitni cement obično su bolje zaobljene i bolje sortirane.

Kalciruditi su krupnozrni ekvivalenti kalkarenita, izgrađeni od detritičnih vapnenih čestica većih od 2 mm u promjeru. Kao i kod kalkarenita, čestice mogu biti biogenog ili litogenog porijekla, pa su na osnovu toga klasificirani također kao biokalciruditi (sl. 7) i litokalciruditi. Način postanka je isti kao i kod kalkarenita.

Cement kalcirudita može biti kalkarenitske strukture (obično pseudolitične) ili može biti potpuno rekristaliziran u homogeni kalcitni mozaik. U tom slučaju struktura cementa je obično srednje do krupnozrnata.

Ovakove krupnozrne vapnene stijene dolaze dosta rijetko na istraženim profilima. Najbolje su razvijene u srednjem lijasu, jer se poznati *Lithotis*-vapnenci mogu klasificirati kao biokalciruditi. Litokalciruditi dolaze sporadično u donjem lijasu profila Mala Močila i Bunovac u Velebitu. Oni mjestimično pored ulomaka kriptokristalaste građe, sadrže i ulomke ruditnih dimenzija pseudolitičnih kalkarenita, što ukazuje na rušenje i pretaložavanje ranije formiranih stijena.

## Dolomiti

Opisane vapnene sedimente često prate dolomiti i dolomitizirane vapnene stijene. Dolomitičnost pojedinih stijena varira u veoma širokim granicama (od 5 do 97%), na tako postoje svi mogući prelazi od magnezijskih vapnenaca, preko dolomitičnih vapnenaca i vapnovitih dolomita, do čistih dolomita. Mikroskopskim proučavanjem je konstatirano, da su svi dolomiti sekundarnog tipa, te da predstavljaju produkte dolomitizacije alohtonih karbonatnih taloga. To naročito pokazuju nepotpuno dolomitizirane stijene, kod kojih su često ostali sačuvani relikti ranijih struktura. Dolomitizacija je tada izražena razvojem dolomitnih romboedara ili nepravilnih zrna unutar oolita, pseudolita, fosilnog detritusa i u cementu. Ona može biti selektivna (sl. 8) i vršiti se samo u detritičnim česticama ili samo u cementu, i neselektivna, pri čemu se dolomitni romboedri razvijaju bez obzira na primarnu strukturu stijene, presijecajući je, ili formirajući zasebne oaze nepravilnih zrna. Kod kalcilutita se dolomitizacija naročito jasno manifestira. Karakteristična je struktura dolomitičnih kalcilutita gornjeg lijasu u profilu Alana, označena nepravilno rasijanim dolomitnim romboedrима u finozrnoj kalcitnoj osnovi (sl. 9–11). Ovi romboedri su često puni kriptokristalastih kalcitnih inkluzija, koncentriranih obično u centralnim dijelovima zrna. U jače dolomitiziranim kalkarenitima, mogu se pod mikroskopom opaziti slabije sačuvani ili često sasvim nejasni obrisi nekadašnjih detritičnih vapnenih čestica.

Potpuna dolomitizacija svih tipova detritičnih vapnenih sedimentata, vodi formiranju mozaičnog agregata dolomitnih zrna različitog stupnja kristaliniteta, u kojima se više niti ne naziru tragovi prvobitnih struktura (sl. 12). Pri makroskopskom opisu, ovakovi dolomiti se obično označavaju kao »šećerasti« ili kristalinični dolomiti.

## Autigeni minerali

Pored karbonatnih minerala koji izgrađuju pretežan dio opisanih jurskih stijena kao akcesorni sastojci pojavljuju se u njima još dva autigena minerala: *kvarc* i *pirit*.

*Kvarc* se razvio u idiomorfnim, izduženim kristalima prizmatskog habitusa, dugim 0,05 do 0,6 mm. Sadrži često kalcitne inkluzije, koje mogu biti zonarno raspoređene. Najčešće je primijećen u pseudoolitičnim kalkarenitima (sl. 3). U većini slučajeva presjeca strukturu stijene, te iz pseudoolita prodire u cement. U oolitičnim kalkarenitima obično je koncentriran u oolitima, ili u drugim vapnenim česticama. Najčešće je konstatiran u donjem lijasu profila Mala Močila i Bunovac, te u srednjem lijasu, najgornjem dijelu gornjeg lijasa i u dogeru profila Mala Močila i Alan.

*Pirit* se pojavljuje u sitnim, nepravilnim zrnima ili u formi sitnih globulica. Obično je bar djelomično limonitiziran. Najčešće je opažen u crnim, nepotpuno dolomitiziranim kalcilutitima gornjeg lijasa velebitskih profila.

## OPIS ISTRAŽENIH PROFILA

Geološko istraživanje koje se u zadnjih nekoliko godina sistematski provodi u području Velebita, Like i Gorskog kotara omogućilo je, da se i sedimentno-petrografski prouče neki profili kroz tamošnje jurske karbonatne naslage. Od pojedinih katova jure, lijas je najbolje raščlanjen i faunistički dokumentiran, a na nekoliko lokaliteta utvrđena je i njegova tačna debljina. Tako na južnoj strani Velebita, debljina lijasa u profilu Mala Močila iznosi 610 m, a na sjevernim padinama u profilu Bunovac 475 m; na Alanu, debljina lijasa iznosi oko 550–600 m. Na jugozapadnoj strani Ličke Plješevice lijaske su naslage debele 430 m. (Polšak & Milan, 1961), a u Gračačkom Polju, M. Herak (1960) procjenjuje njihovu debljinu na oko 800 m. Pošto je lijas najbolje raščlanjen i najtačnije izmjeren na profilima Mala Močila i Bunovac, to su ova dva profila najpotpunije proučena. Na ostalim profilima, obrađene su naslage lijasa, dogera i malma djelomično, koliko je to bilo moguće uz sadašnje poznavanje tamošnjih jurskih naslaga.

### Profili u području Velebita

Debljina naslaga donjeg lijasa na profilu Mala Močila iznosi 228 m., a na profilu Bunovac 102 m. Osnovna karakteristika donjolijskih naslaga na ovim profilima je konstantna izmjena vapnenih i dolomitnih članova. Vapnene stijene sive do tamnosive boje, sadrže preko 97%  $\text{CaCO}_3$ . Odlično su uslojene; debljina slojeva varira od 0,1 do 1 m. Mogu se klasificirati kao pseudoolitični i pseudoolitično-oolitični kalkareniti. Zaobljene i habane ljuštore mikrofosila pojavljuju se u ovim stijenama u podređenoj količini. Sporadično se u profilu pojavljuju i krupnozrni kalkareniti na prelazu u kalcirudite, koje karakterizira krupni litogeni

i biogeni detritus, uložen u kalkarenitski matriks pseudoolitične strukture. U svim varijetetima stijena javlja se ponegdje, kao akcesorni sastojak, autigeni kvarc u obliku izduženih prizmatskih kristalića opterećenih kalcitnim inkluzijama.

Dolomiti donjeg lijasu predstavljaju djelomično dolomitizirane kalkarenite sa više ili manje sačuvanom prvobitnom strukturom, što ovisi o stupnju dolomitizacije. Dolomitna komponenta u ovim stijenama varira od 30 do 80%  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ .

Srednji lijas na profilu Mala Močila je deo 199 m, a na profilu Bunovac 189 m. Predstavljen je tamnosivim do skoro crnim, uslojenim vapnencima, koji sadrže preko 93%  $\text{CaCO}_3$ . Karakteristično je pomanjkanje dolomita. Ovi vapnenci se genetski mogu također klasificirati kao alohtone stijene. U vertikalnoj izmjeni dolaze svi varijeteti od kalcilutita do kalcirudita. Za njih je naročito značajna, a često je u njima i dominantna biogena komponenta. Krupnije fosilno kršje, zaobljeni fragmenti i cijeli oblici ljuštura organizama, formiraju biokalkarenite i biokalcirudite. Biogeni detritus je često sortirani i orijentiran, što upućuje na utjecaj struja kod taloženja. Vrlo često je rekristaliziran; šupljine ljuštura ispunjene su katkada kalcilutitskim materijalom. Sporadično se kao akcesorni sastojak javlja i u ovim stijenama autigeni kvarc. Pseudoolitični i oolitični kalkareniti su u srednjem lijasu dosta rijetki.

Gornji lijas je na profilu Mala Močila deo 130 m, a na profilu Bunovac 136 m. Na Alanu gornji lijas je također dobro razvijen, ali njegova tačna debljina nije poznata. Na svim ovim profilima u gornjem lijasu dominiraju tamni, skoro crni, tankouslojeni ili pločasti vapnenci, često mrljastog izgleda. Genetski, to su pretežno kalcilutiti, manjim dijelom kalkareniti. Kalcilutiti sadrže obično nešto glinene komponente; sadržaj  $\text{CaCO}_3$  im varira od 92 do 97%. Strukture su kriptokristalaste. Mjestimično mogu sadržavati pojedine individualizirane pseudolite ili sitne, zaobljene tamnije čestice bez unutrašnje strukture manje od 0,06 mm u promjeru. U njima je često zapažen i autigeni pirit, u vidu sitnih globulica, skoro uvijek djelomično limonitiziran. U izmjeni s kalcilutitima, pojavljuju se dolomitični kalcilutiti i dolomiti. Dolomitični kalcilutiti sadrže raspršene dolomitne romboedre u gustoj, kriptokristalastoj kalcitnoj osnovi, što ukazuje na sekundarno porijeklo dolomitnih kristala u vapnenom talogu. Sadržaj  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  varira veoma neravnomjerno, od 6 do 80%.

Gornjolijske naslage kalcilutita i dolomitičnih kalcilutita često izdvajane kao mrljasti vapnenci, ne razlikuju se ni po čemu od ostalih jurskih kalcilutita i ne predstavljaju neki posebni facijes. Mrljasti izgled ovih stijena može potjecati od željezovitih primjesa (npr. limonitiziranog pirita), ali može biti uvjetovan nepotpunom i neujednačenom dolomitizacijom, kao i nejednoličnim rasporedom glinene komponente.

Najgornji dio lijasu na profilima Mala Močila i Bunovac označen je naslagama svijetlosivog dolomita, debelim 34, odnosno 21 m. Ovi dolomiti pokazuju mozaičnu zrnatu strukturu i imaju visok sadržaj  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . Na Alanu, na prelazu lijasu u doger javljaju se oolitični kalkareniti s autigenim kvarcom.

Viši katovi jure nisu razvijeni na profilima Mala Močila i Bunovac. Na profilu Alan, doger je zastupljen dobro uslojenim vapnencima crne ili tamnosive boje, koji sadrže preko 95%  $\text{CaCO}_3$ . Unutar ovih vapnena, mjestimično se pojavljuju dolomitični vapnenci i dolomiti nešto svjetlije boje. Sadržaj dolomitne komponente varira od 19 do 90%  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . Genetski, vapnenci donjeg dijela dogera pripadaju pseudolitičnim kalkarenitima i kalciruditima. Vapnene čestice u njima su većinom izduženog oblika i vjerovatno organogenog porijekla, ali bez jasno izražene unutarnje strukture. Vezivo je oskudno, mikrokristalaste strukture.

U srednjem dijelu dogera, dolaze u stalnoj izmjeni kalkareniti, kalcilutiti i njihovi dolomitizirani ekvivalenti. Struktura ovih kalkarenita nije uvijek jasno izražena, jer kao posljedica dijagenetskih procesa, često dolazi do stapanja pseudoolita. Doger završava kalcilutitima koji sadrže tanje proslojke kalkarenita.

Na profilu Alan malm je samo djelomično otkriven; njegov gornji dio pokrivaju transgresivne prominske naslage. Vapneni sedimenti malma su veoma jednolični, a dolomita uglavnom nema. Preovladavaju kalcilutiti tamnosive ili crne boje s visokim sadržajem  $\text{CaCO}_3$  (preko 97%). Tanji proslojci kalkarenita i kalcirudita javljaju se samo sporadično.

### Profil kod Gornjeg Jelenja u Gorskom kotaru

Jurske naslage u području Gornjeg Jelenja ne mogu se stratigrafski detaljnije raščlaniti, jer do sada nisu proučavane ni paleontološki dobro dokumentirane. U lijasu prevladavaju vapnene stijene crne ili sive boje. Dolomiti su slabije zastupljeni. Najniži dio lijasa karakterizira izmjena kalcilutita, djelomično dolomitiziranih kalcilutita i rjeđe, dolomita. U dolomitima nije sačuvana ni u tragovima prvobitna struktura, ali obzirom da su intimno povezani s kalcilutitima, može se zaključiti da su nastali potpunom dolomitizacijom kalcilutita. Kalcilutiti preko kalcisilita, postepeno prelaze naviše u pseudolitične kalkarenite s malo vapnenog matriksa, a zatim u kalkarenite s dobro zaobljenim i sortiranim česticama i jasnim zrnatim kalcitnim cementom. Iznad pseudolitičnih kalkarenita dolaze kalciruditi, koji sadrže ulomke kalkarenita iz donjih dijelova lijaskih naslaga. Lijas završava mrljastim kalcilutitima, koji pokazuju iste karakteristike kao i oni na profilima u Velebitu.

Na prisustvo dogera može se zaključiti samo po superpoziciji slojeva. Dogeru bi se mogli pribrojiti kalkareniti i kalcilutiti sive boje, koji se nastavljaju na mrljaste kalcilutite lijasa. Ove naslage ne pokazuju neke posebne karakteristike. Nije isključeno da dijelom još uvijek pripadaju lijasu.

Malmu vjerojatno pripadaju vapnene stijene nešto svjetlije sive i sivosmeđe boje, lagano dolomitizirane. Naslage počinju kalcilutitima s nešto povećanim sadržajem  $\text{MgO}$ . Kako je sadržaj magnezija prenizak, u ovim stijenama ne dolazi do formiranja dolomitnih romboedara, već magnezij ulazi u sastav nekih kalcitnih kristala. Tako se u stijeni formiraju dvije vrste kalcita: »čisti« kalciti, bez magnezijske komponente i

magnezijski kalciti. Kalcitni kristalići neopterećeni magnezijskom komponentom grupiraju se i tako dolazi do formiranja krupnih, «složenih» kalcitnih romboedara, koji leže nepravilno raspoređeni u osnovnoj masi sastavljenoj od sitnih, slabo individualiziranih kristala magnezijskog kalcita. Ovakova struktura je vrlo karakteristična za sitnozrne vapnene stijene s niskim sadržajem magnezijske komponente.

Iznad magnezijskih kalcilutita, slijede u profilu kalkareniti s nešto manjom količinom veziva, na koje se nastavljaju oolitični kalkareniti, sastavljeni od cijelih i razlomljenih oolita dobro izražene koncentrične, te nešto slabije izražene radijalne strukture. Ooliti su povezani jasnim srednjezrnastim kalcitnim cementom. Dolomitizacija ovih stijena je selektivna, te zahvaća samo oolite, a cement ostavlja nedirnut. U gornjem dijelu profila, u izmjeni s oolitičnim kalkarenitima dolaze pseudoolitični kalkareniti i kalcilutiti, gotovo uvijek dolomitizirani. Dolomitna komponenta nije visoka što je karakteristično za sedimente malma ovoga profila.

#### Profil kod Lučice u donjem toku Korane

Na lokalitetu Lučice snimljeno je 280 m profila kroz lijaske naslage, sve do granice s dogerom. Lijas se ni ovdje nije mogao onako detaljno raščlaniti kao na Velebitu. Ipak, osnovne karakteristike stijena na ovom profilu, podudaraju se s karakteristikama stijena velebitskih profila.

U donjem dijelu profila (oko 100 m) osnovni tip stijene je kalcilutit – kalcisilit, koji se izmjenjuje s djelomično dolomitiziranim proslojcima iste stijene. U srednjem dijelu profila (oko 60 m) nema dolomita. Ovaj dio profila odgovara vjerojatno srednjem lijasu. Finozrni kalcilutitsko-kalcisilitski matriks uklapa ulomke ljuštura velikih školjkaša. Bioklastična komponenta je u ovim stijenama prilično obilno zastupljena, što je karakteristično i za srednje lijaske naslage velebitskih profila.

U gornjem dijelu profila pojavljuju se ponovno dolomiti i dolomitizirani kalcilutiti. Stijene s visokim sadržajem dolomitne komponente (86–93%  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$ ), pokazuju pod mikroskopom jednoličnu mozaičnu zrnatu strukturu. U stijenama s nižim sadržajem dolomitne komponente (32–35%  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$ ) pod mikroskopom se vide tipične strukture djelomično dolomitiziranih kalcilutita. U najgornjem dijelu snimljenog profila pojavljuju se oolitični kalkareniti i dolomitični oolitični kalkareniti, kod kojih se pod mikroskopom još sasvim jasno vidi relaktna oolitična struktura.

#### ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata sedimentno-petrografske analize jurske karbonatne stijene, koje se pojavljuju na istraženim profilima, shvaćene su kao alohtoni, mehanički akumulirani sedimenti. Detritične čestice koje ih izgrađuju su intrabazenskog porijekla. Ni na jednom profilu nije konstatirano prisustvo terigenog detritusa, što je vrlo karakteristično.



Prema veličini detritičnih čestica jurske karbonatske stijene su klasificirane kao kalcilutiti, kalkareniti i kalciruditi, a obzirom na porijeklo čestica, izdvojeni su litogeni i biogeni varijeteti. Litogeni varijeteti su produkti submarinskih agregacionih procesa i submarinske erozije ranije, ili tek istaloženih vapnenih sedimenata; biogeni varijeteti nastaju nakupljanjem cijelih i razlomljenih ljuštura organizama koji žive u istom moru, a nakon uginuća su podvrgnuti transportu, abraziji i sortiranju, valovima i strujama. Organogeni detritus raspoređuje se po morskom dnu, sortira i akumulira, na isti način kao i litogeni detritus.

Poseban varijetet detritičnih stijena predstavljaju oolitični kalkareniti. Detritične čestice koje formiraju jezgru oolita mogu također biti litogenog ili biogenog porijekla. Proces oolitizacije čestica, u sredini zasićenoj kalcijevim karbonatom, diktiran je odnosom jakosti struja koje donose materijal i jakosti lokalne turbulencije.

Vapnene stijene često alterniraju s dolomitima. Dolomiti su genetski klasificirani kao sekundarni, jer ne predstavljaju direktne kemijske precipitate, već produkte djelomične ili potpune dolomitizacije alohtonih vapnenih sedimenata. Na sekundarno porijeklo dolomita nedvojbeno ukazuju relikti ranijih struktura, sačuvani u nepotpuno dolomitiziranim stijenama.

Na osnovu iznesenih činjenica, moguće je rekonstruirati sredinu i uvjete pod kojima su istaloženi sedimenti istraženih profila. Pomanjkanje terigenog materijala pokazuje, da u blizini nije postojalo emergirano kopno koje bi opskrbljivalo sedimentacioni bazen detritusom kontinentalnog porijekla. Uniformna alohtona karbonatna sedimentacija upućuje na relativno plitkovodnu, manje ili više turbulentnu marinsku sredinu, u kojoj su stalne promjene jakosti i smjera struja, redoks potencijala, koncentracije soli, temperature i dubine vode itd. uvjetovale formiranje detritičnih vapnenih stijena različite veličine zrna, te mjestimičnu oolitizaciju i dolomitizaciju vapnenih taloga. U području geosinklinale, daleko od kopna, ovi uvjeti su mogli biti ostvareni na nekom širokom i relativno plitkom submarinskom pragu, kojim su bila razdvojena pojedina korita geosinklinale.

Primljeno: 20. 11. 1964

Institut za geološka istraživanja  
Zagreb, Kupka 2

#### LITERATURA

- Aubouin, J. (1959): A propos d'un centenaire: les aventures de la notion de *geosynclinal*. *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn.* 3, fs. 3 (135-188).
- Aubouin, J. (1961): Propos sur les *geosynclinaux*. *Bull. Soc. Geol. France* 7<sup>e</sup> ser. 3 (629-702).
- Carozzi, A. V. (1960): *Microscopic Sedimentary Petrography*. 485 p. New York.
- Herak, M. (1960): Geologija Gračačkog polja u Lici. *Geol. vjesnik* 15 (31-57).
- Pettijohn, F. J. (1957): *Sedimentary Rocks*. 718 p. New York.
- Poljak, J. (1944): O naslagama titona i njihovoj fauni s područja Velike Kapele u Hrvatskoj. *Geol. vjesnik* 2-3 (281-340).
- Poljak, A. & Milan, A. (1961): Naslage hijasa na području Bukovače kod Bijelog polja u Lici. *Geol. vjesnik* 14 (385-391).
- Tučan, F. (1911): Die Kalksteine und Dolomite des Kroatischen Karstgebietes. *Geol. anali Balk. Poluostrva* 6 (609-813).

P. RAFFAELLI, B. ŠCAVNIČAR and A. ŠIMUNIĆ

PETROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF SOME CARBONATE ROCKS  
OF VELEBIT MOUNTAIN, GORSKI KOTAR AND THE KORANA RIVER  
(CROATIA)

In the Karst region of SW Croatia, Jurassic carbonate deposits are of a considerable thickness. A petrographic study of several Jurassic profiles in Velebit Mountain (Mala Močila, Bunovac, Alan), in Gorski kotar (Gornje Jelenje), and on the Korana river has shown fairly similar sequences, although these localities are widely apart. From a genetic point of view the Jurassic limestones are allochthonous rocks of intrabasinal origin. They can be classified as calcilutites, calcarenites, and calcirudites. The carbonate fragments correspond to both phases: the bioclastic one consisting of shell debris, and the lithoclastic phase represented by aggregation grains, the grains resulting from the reworking of previously deposited limestones. Autochthonous carbonate rocks as bioconstructed reef limestones can be occasionally found in this area, but in the Upper Jurassic exclusively (e. g. reef limestones of Velika Kapela and Senjsko bilo).

The examined profiles display a fairly uniform Liassic sedimentation. The sequences begin with calcilutites and pseudoolitic calcarenites alternating with their dolomitic equivalents, as well as with pure granoblastic dolomites. In the Middle Lias there occur biocalcirudites consisting of big shell debris, most frequently embedded in a recrystallized calcite matrix. The Upper Lias, especially in Velebit Mountain is characterized by cryptocrystalline, usually slightly dolomitic calcilutites of a mottled aspect which can be attributed to an incomplete and non-uniform dolomitization, as well as to unevenly distributed feruginous impurities. The Middle Jurassic is represented mostly by calcilutites and pseudoolitic calcarenites, poor in cement. Dolomites occur sporadically on the Alan profile. The Middle Jurassic ends with well stratified calcilutites, which in continuation enter the Upper Jurassic. No dolomite occurs in the Upper Jurassic of the Alan profile. At Gornje Jelenje, the Upper Jurassic calcilutites are slightly magnesian, characterized by the development of composite calcite rhomboedra, scattered in a groundmass of interlocked grains of magnesian calcite.

Carbonate rocks stated on the analyzed profiles developed in a relatively shallow marine environment which, within the realm of the geosyncline could have existed on a wide, flat-topped submarine ridge, between two troughs.

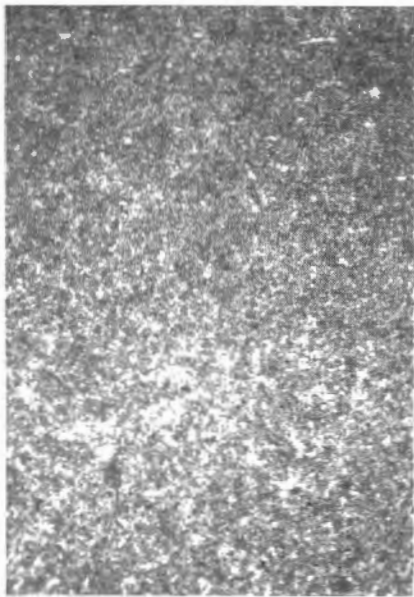
Received 20th November 1964

Institute of Geological Research,  
Zagreb, Kućska 2

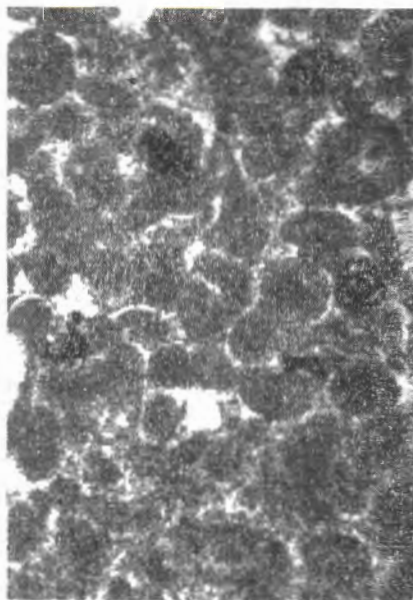
## TABLA - PLATE I

1. Calcilutit. Malm. Gornje Jelenje. Bez analizatora, pov. 63 X
1. Calcilutite. Upper Jurassic. Gornje Jelenje. Plane polarized light, 63 X
2. Pseudoolitični kalkarenit. Srednji lijas. Bunovac. Bez analizatora, pov. 50 X
2. Pseudoolitic calcarenite. Middle Lias. Bunovac. Plane polarized light, 50 X
3. Idiomorfni kristal autigenog kvarca u pseudoolitičnom kalkarenitu. Donji lijas. Bunovac. Bez analizatora, pov. 50 X
3. Idiomorphic authigenic quartz crystal in pseudoolitic calcarenite. Lower Lias. Bunovac. Plane polarized light, 50 X
4. Pseudoolitični kalkarenit. Doger. Alan. Bez analizatora, pov. 54 X
4. Pseudoolitic calcarenite. Middle Jurassic. Alan. Plane polarized light, 54 X

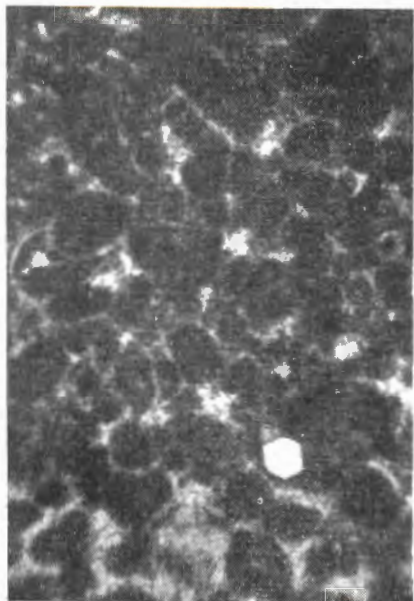
Foto: V. Matz



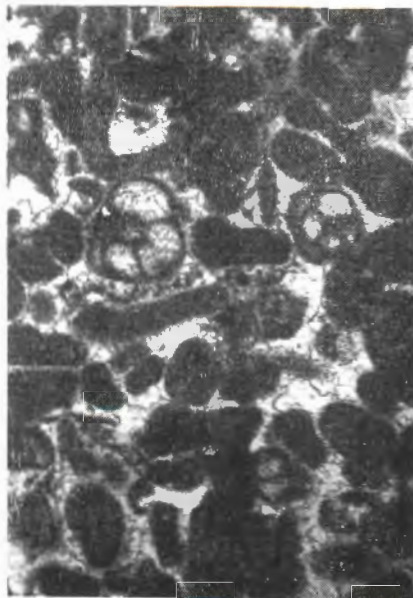
1



2



3

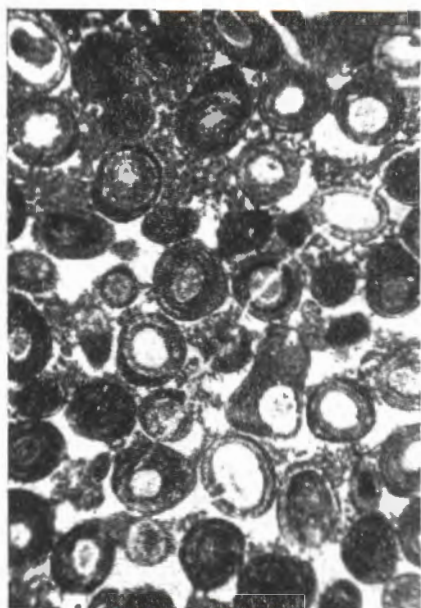


4

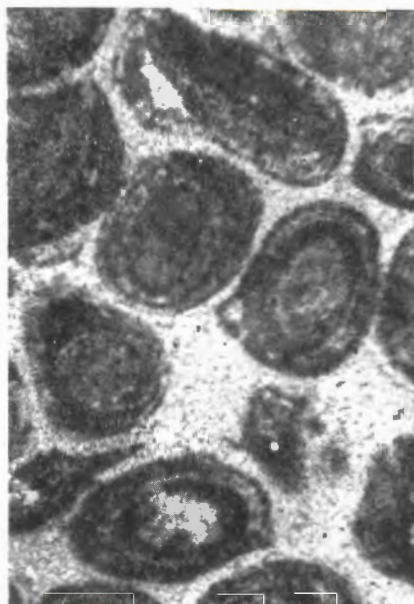
TABLA - PLATE II

5. Oolitični kalkarenit. Gornji lijas. Alan. Bez analizatora, pov. 34 ×
5. *Oolitic calcarenite. Upper Lias. Alan. Plane polarized light, 34 ×*
6. Oolitični kalkarenit. Donji lijas. Mala Močila. Bez analizatora, pov. 50 ×
6. *Oolitic calcarenite. Lower Lias. Mala Močila. Plane polarized light, 50 ×*
7. Biokalcirudit. Srednji lijas. Mala Močila. Bez analizatora, pov. 20 ×
7. *Biocalcirudite. Middle Lias. Mala Močila. Plane polarized light, 20 ×*
8. Oolitični kalkareniti. Selektivna dolomitizacija. Malm. Gornje Jelenje. Bez analizatora, pov. 30 ×
8. *Oolitic calcarenites. Selective dolomitization. Upper Jurassic. Gornje Jelenje. Plane polarized light, 30 ×*

Foto: V. Matz



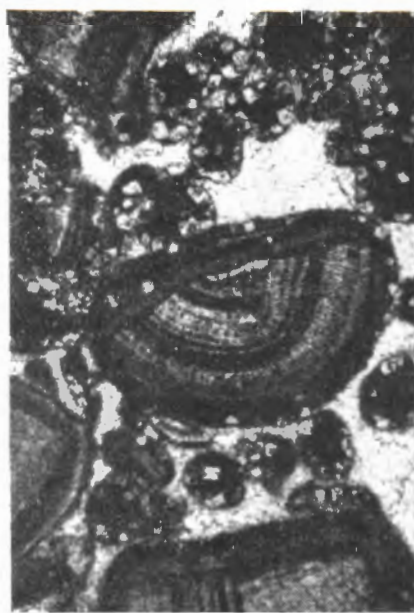
5



6



7

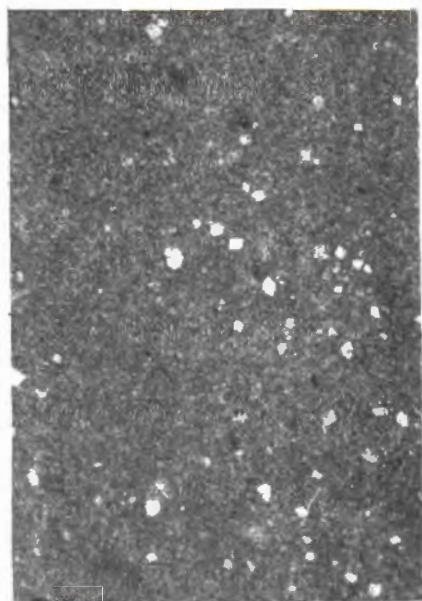


8

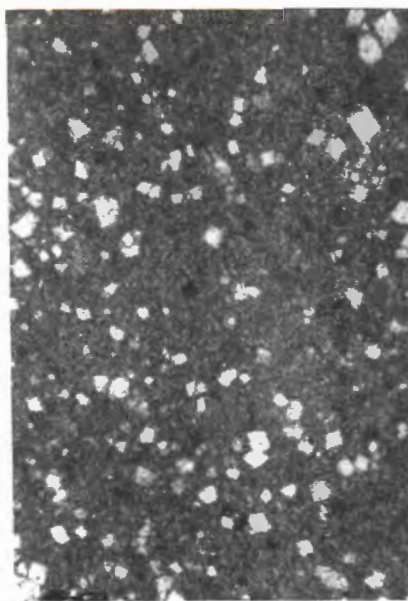
TABLA - PLATE III

- 9-11. Dolomitizacija kalcilutita. Razni stadiji. Gornji lijas. Alan. Bez analizatora, pov. 60 X
- 9-11. *Dolomitization of calcilutite. Different stages. Upper Lias. Alan. Plane polarized light, 60 X*
12. Granoblastična struktura dolomita. Donji lijas. Bunovac. Bez analizatora, pov. 52 X
12. *Granoblastic texture in dolomite. Lower Lias. Bunovac. Plane polarized light, 52 X*

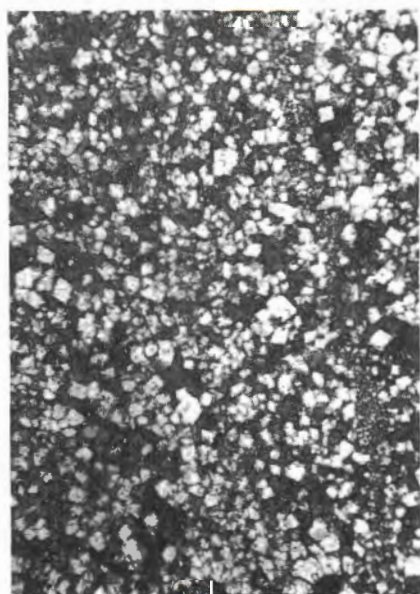
Foto: V. Matz



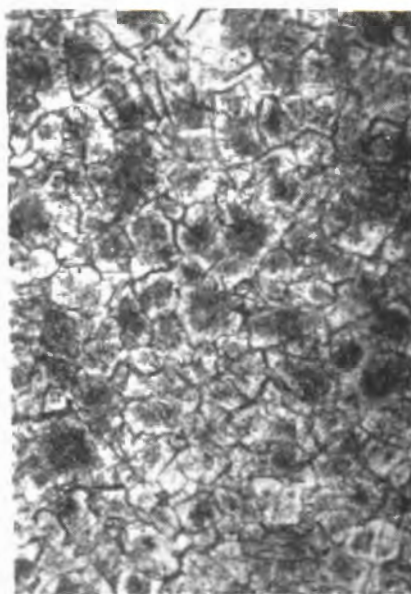
9



10



11



12