

Geol. vjesnik	27	11—33	2 sl. u tekstu 6 tab.	Zagreb, 1974
---------------	----	-------	--------------------------	--------------

551.763:551.051 (161.15/16.46)

LJUBO BABIĆ

RAZDOBLJE OTRIV-CENOMAN U ŽUMBERKU: STRATIGRAFIJA, POSTANAK SEDIMENATA I RAZVOJ PROSTORA

Pomoću pelagičkih foraminifera dokazan je alb i cenoman; samo oko sjevernog ruba Žumberka posredno se dokazuje otriv-apt-možda donji alb. Naslage se sastoje od izmjene pelagičkih do hernipelagičkih sedimenata, te u naletima sedimentiranih detritičnih slojeva (turbidita). Glavni sastojci turbidita su terigeni detritus i detritus iz plitkomorskih okolina. Ustanovljena je tektonska faza izdizanja i izvedena njena otrivska starost. U povijesti ovog dijela dinarskog pojasa to je prvo jače izdizanje i prvi prekid »čiste« karbonatne sedimentacije od trijasa. Izdizanjem je bazen smanjen, a njegove granice potisnute su prema sjevernom rubu Žumberka. U albu ili početkom cenomana znatan dio tog kopna ponovno je poplavljen i ponovno predstavlja dio bazena. Ustanovljuje se nestalnost smještaja granice između unutrašnje i vanjske dinarske regije, te pojedine faze pomaka. »Unutrašnju« stranu bazena predstavljala su kopna i plitkovodne okoline sjeverozapadne Medvednice.

1. UVOD

Znatan dio Žumberka izgrađen je od karbonatnih (uglavnom trijaskih) sedimenata. Od njih odudaraju kompleksi naslaga raznolikog sastava (lapori, klastiti, vapnenci), koji se više puta spominju u literaturi. Starost im se obično navodi kao gornjokredna bez detaljnije oznake, no na nekim mjestima unutar pojedinih kompleksa ovih naslaga dokazan je senon ili turon-senon (Gorjanović-Kramberger, 1894; Neděla-Devidé, 1957; Herak & al., 1965; Herak, 1968). Na pojedinim lokalitetima jugozapadnog dijela Žumberka, gdje na starijim sedimentima (često plitkomorski malmski vapnenci) transgresivno leže gornjokredne naslage (Herak, 1968), nova istraživanja su pokazala da one nisu starije od gornjeg senona (Zupanić, 1974). Zato se po-

stavlja pitanje da li su najstariji članovi sličnih tvorevina s osobinama fliša i u ostalom dijelu Žumberka, dakle idući prema unutrašnjosti, također senonski, ili se sedimentacija tamo odvijala i prije senona.

Pokazalo se da je ovo drugo točno, jer je sada uspjelo dokazati postojanje naslaga cenomanske (i dijelom albske) starosti, a istraživanje sedimentata pokazalo je da su oni bazenskog značaja i da u svom sastavu imaju i terigene čestice. Idući dakle od jugozapadnog ruba Žumberka, gdje je početak terigenog donosa senonski, prema unutrašnjosti, stanje se bitno mijenja. Ovdje je bazen (koji prima i terigene čestice) postojao prije senona pa ti predjeli imaju drugačiju geološku povijest, što ujedno pruža nove podatke o vremenu izdizanja kopnenih prostora. To vodi do sličnog pitanja, kakvo je već postavljeno, ali ovaj puta za cenomanske sedimente: da li oni obilježavaju početak ove vrste sedimentacije ili bi on mogao biti još raniji?

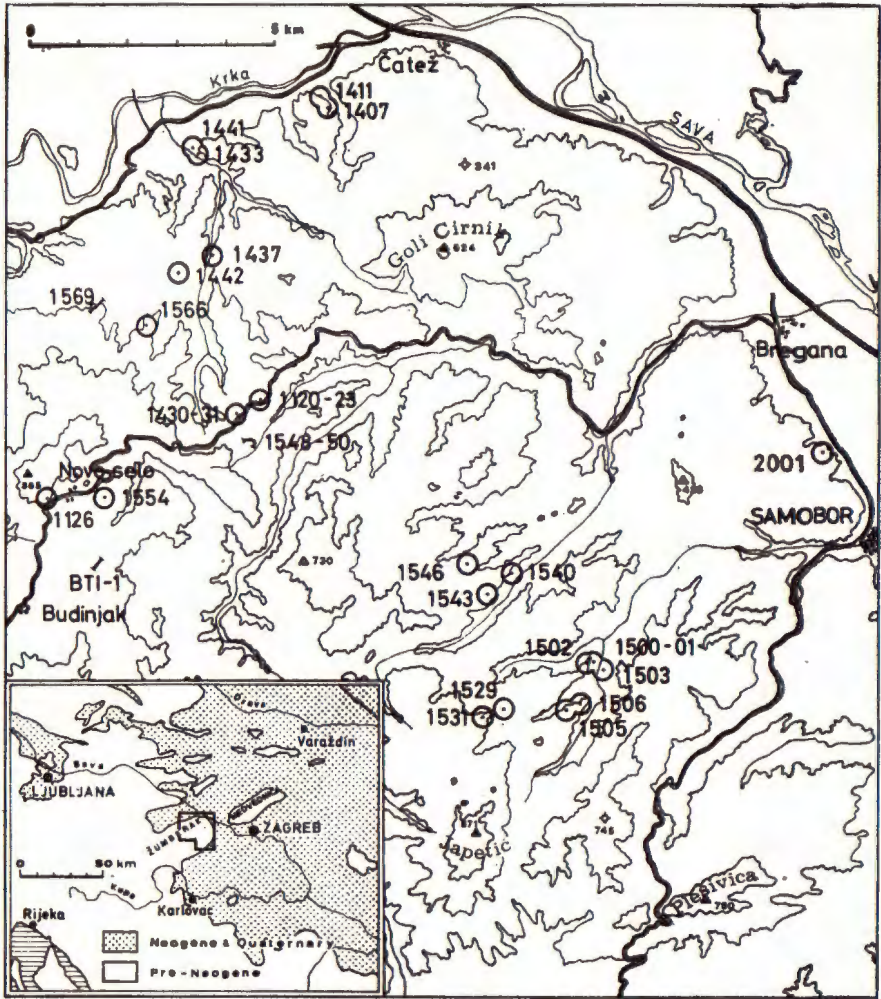
2. STRATIGRAFIJA

Alb i cenoman. Glavni podaci o starosti dobiveni su pomoću pelagičkih foraminifera iz skupina Planomalinidae Bolli, Loeblich & Tappan, 1957 i Rotaliporidae, Sigal, 1958, emend. Loeblich & Tappan, 1961. Odredbe su izvršene isključivo pomoću izbrusaka, dakle na temelju presjeka skeleta. Primijenjen je klasifikacijski sustav i kriteriji, koje su izložili Loeblich & Tappan (1961), pa s obzirom na te kriterije, kao i s obzirom na proučavanje pomoću presjeka, potrebno je prethodno dati neke napomene pojedinim odredbama. (1) Kod vrsta *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer) i *P. stephani* (Gandolfi) često nije bilo moguće provesti odvajanje tih dvaju oblika (presjeci!), pa su takvi koji sigurno pripadaju jednoj od dviju vrsta označeni kao *P. delrioensis-stephani*, što također ima svoju stratigrafsku vrijednost. Osim toga, u vrstu *P. stephani* uključeni su i oblici označavani kao *P. stephani turbinata* ili *P. turbinata*, jer se pokazalo da se oni razlikuju samo po veličini i starosti individua i zato po nekim osobinama građe skeleta, a ne po pojavljivanju (Loeblich & Tappan, 1961). (2) Odredbe oblika *Rotalipora appenninica* (O. Renz) odnose se na uže shvaćenu vrstu, koja se još označuje i kao *R. appenninica appenninica* ili *R. appenninica* u užem smislu. (3) U vrstu *R. greenhornensis* (Morrow) uključeni su (prema Loeblich & Tappan, 1961) i oblici, koji su poznati kao *R. globotruncanoides* i *R.* (ili *Thalmaninella*) *brotzeni*. U nekim studijama, koje upotrebljavaju presjeke, oblici *R. greenhornensis* uključeni su u šire shvaćenu vrstu *R. appenninica* (npr. Broglio Loriga & Mantovani, 1970). Oni se međutim odlikuju nekim drugačijim osobinama, a i nešto su mlađi stratigrafski.

Evo najprije važnijih nalaza (smještaj na sl. 1):

- 1126: *Praeglobotruncana delrioensis-stephani*,
Rotalipora appenninica (O. Renz),
 1430: *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi),
Praeglobotruncana delrioensis-stephani,
Rotalipora cf. *appenninica* (O. Renz),
 1502: *Rotalipora appenninica* (O. Renz),
Rotalipora cf. *greenhornensis* (Morrow),
 1548: *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi),
Praeglobotruncana delrioensis-stephani,
Rotalipora cf. *appenninica* (O. Renz),
 1569/5: cf. *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi),
Praeglobotruncana delrioensis-stephani,
Praeglobotruncana stephani (Gandolfi),
 1569/6: *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer),
Praeglobotruncana stephani (Gandolfi),
Rotalipora cf. *appenninica* (O. Renz),
Rotalipora greenhornensis (Morrow),
 BTI-1: *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer),
Praeglobotruncana delrioensis-stephani,
Praeglobotruncana stephani (Gandolfi),
Rotalipora greenhornensis (Morrow),
Rotalipora sp.

Planomalina buxtorfi (Gandolfi) (tab. I, sl. 1, 2) poznat je oblik uskog raspona. Na temelju usporedbe s nalazima amonita, on se pojavljuje u gornjem albu a nestaje u srednjem cenomanu (Dubourdieu & Sigal, 1949, 1951; Salaj & Samuel, 1966). *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer) (tab. I, sl. 3, 4) ima razmjerno širok raspon, a najšire dolazi od alba do srednjeg turona (pregledno u Klaus, 1960), dok *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi) (tab. 1, sl. 8, 9) traje najdulje od donjeg cenomana do također srednjeg turona (pregledno u Klaus, 1960). *Rotalipora appenninica* (O. Renz) (tab. 1, sl. 10) pravi je cenomanski oblik, što su pokazale usporedbe s nalazima amonita i inocerama (Dubourdieu & Sigal, 1949, 1951; Dalbiez, 1956). Istim sredstvima, ali i posredno pomoću već utvrđenih raspona drugih pelagičkih foraminifera, određen je i kronostratigrafski raspon vrste *R. greenhornensis* (Morrow) (tab. I, sl. 11, 12). U smislu kako taj taksom shvaćaju Loeblich & Tappan (1961), on uključuje i oblike koji su označavani kao *R. brotzeni* Sigal i *R. globotruncanoides* (Sigal), pa zato raspon tako shvaćene vrste obuhvaća i prikazane raspone spomenutih oblika: cenoman i donji turon (Klaus, 1960, 1961.). Međutim, ovdašnji njeni nalazi ne mogu biti turonski, jer se s njima (kao uostalom i u drugim izdancima), javljaju i rotalipore, koje pripadaju skupini *balernaensis-appenninica*, a one se ne javljaju nakon cenomana. Isti smisao ima nedostatak »naprednijih« rotalipora (*R. reicheli* i *R. cushmani*), koje se javljaju već u gornjem cenomanu ili početkom turona i tada daju obilježje zajednici pelagičkih foraminifera (uz *R. greenhornensis* i persistentne preglobotrunkane) (Dalbiez, 1956; Klaus, 1960, 1961).



Sl. — Text-fig. 1. Smještaj izdanaka — Location of outcrops

Prema tome, ustanovljene zajednice pripadaju donjem do srednjem cenomanu ili općenito cenomanu.

Osim nabrojanih izdanaka, na pojedinim mjestima (sl. 1; lok. 1501, 1506, 1550) također se može uzeti da se radi o cenomanu, jer su nađeni primjerci roda *Rotalipora* iz skupine *balernaensis-appenninica*, uz prelobotrunkane.

Na nekim mjestima mogli su se pronaći teško određivi primjerci foraminifera tipa *Rotalipora subticinensis* (Gandolfi) - *R. ticinensis*

Gandolfi i vjerojatno *Ticinella roberti* (Gandolfi) (lok. 1441, 1500, 1529, 1546?, 1566?). Spomenuti oblici su tipični albski (Dubourdieu & Sigal, 1949, 1951; Dalbiez, 1956; pregledno u Klaus, 1960; Salaj & Samuel, 1966), pa se jedan dio sedimenata može pribrojiti albu. Treba još spomenuti i mjestimične nalaze foraminifera iz skupine Gavelinellidae (ili Anomalinidae). Oblici koji su nađeni ovdje (tab. II, sl. 4—6) približno se mogu usporediti s oblicima kakvi se navode kao česti u albu (Broglia Loriga & Mantovani, 1970). Na jednom lokalitetu Žumberka (lok. 1554) utvrđena je njihova pojava u velikom broju.

Odredbu starosti pomoću pelagičkih foraminifera zgodno je dopuniti i nalazima »kalcisferulida« u istim ili neposredno susjednim slojevima. Određene su *Calcisphaerula innominata* Bonet, *Pithonella ovalis* (Kaufman) i *Stomiosphaera sphaerica* (Kaufman) (tab. II, sl. 8—12), koje se pružaju od alba (ili čak niže donje krede) kroz veći dio gornje krede. Zanimljivi su nalazi *Bonetocardiella conoidea* (Bonet) (tab. II, sl. 13—15) i *Pithonella trejoi* Bonet (tab. II, sl. 7). Prvi oblik smatra se rijetkim i dosada je poznat samo iz alba i cenomana (Bonet, 1957; Adams, Khalili & Khosrovi Said, 1967.). Drugi se smatra vrlo rijetkim a dolazi od alba do turona (Bonet, 1956), ili samo u gornjem albu i cenomanu (Adams, Khalili & Khosrovi Said, 1967.).

Odnos prema dolje. Već je od ranije poznat transgresivan odnos krednih sedimentnih kompleksa s osobinama fliša prema starijim naslagama (Herak & al., 1965; Herak, 1968), a to se ovom prilikom moglo potvrditi nalazom transgresivnih kontakata. Oko 20—40 m debljine iznad takvih kontakata na lokalitetima BTI-1 i 1126 (sl. 1) dokazana je cenomanska starost, pa se može smatrati da je na tim lokalitetima nova sedimentacija nastupila početkom cenomana ili u albu. U podini su dolomiti gornjeg trijasa (sl. 2, stup 3) ili vapnenci i dolomiti lijava (sl. 1, lok. 1126; sl. 2, stup 4).

Različito od ovih odnosa, na lokalitetima smještenim sjevernije (sjeverno od Novog Sela), pojavljuju se pelagički vapnenci (*Aptychus*-vapnenac) s karbonatnim turbiditima ukupnog raspona starosti gornji titon-valendis (Babić, 1973). Izravni i sigurni dokazi transgresije na te sedimente nisu nađeni, ali neizravni podaci (odnosi na terenu) upućuju da na nekim lokalitetima postoji takav odnos (sl. 1, lok. 1431; sl. 2, stup 5).

Također u sjevernim predjelima (u blizini Čateža), unutar istih kompleksa u kojima je dokazan cenoman (i mjestimično alb), vrlo vjerojatno postoje i stariji stratigrafski članovi. Tu su nađeni fosili koji, iako nisu veće provodne vrijednosti, ipak su tipični za razdoblje otriv-apt-donji alb u područjima sa sličnim facijesom. Od pelagičkih foraminifera to su sitne globigerinaceje, od kojih neke odgovaraju oblicima roda *Hedbergella*

(tab. II, sl. 1—3), zatim planispiralni *Globigerinelloides*, a uz njih po neka »kalcisferulida« i radiolarije. Treba podsjetiti da iz tog razdoblja niti ne treba očekivati druge pelagičke mikrofosile, jer je razdoblje kalpionelida već prošlo, a naprednije globigerinaceje (*Praeglobotruncana*, *Rotalipora*) još se nisu pojavile. Zato i nije neobično da se taj (ili približno isti) raspon u sličnom facijesu ili ne označava posebnim biostratigrafskim imenom, ili se označava kao »zona s radiolarijima« (Crescenti & al., 1969; Crescenti, 1969), ili pak kao »zona s malim globigerinama« i djelomično »zona s *Hedbergella*« (Broglia Loriga & Mantovani, 1970). Prihvaćanje postojanja starijih stratigrafskih članova znači i prihvaćanje veće starosti transgresije na tim lokalitetima i manje trajanje ili čak i nestanak prekida.

Tako se raspon praznine idući prema sjeveru smanjuje: najjužnije je transgresija cenomana (vjerojatno i alba) na gornji trijas, pa na lijas, zatim sjevernije na gornji titon-valendis (sl. 2, stupovi 3—5); još sjevernije transgresija je vrlo vjerojatno starija (apt?) (sl. 2, stup 6). Na temelju ovih prostornih promjena može se zamisliti da u zoni sjevernog ruba Zumberka (ili neposredno sjeverno, ispod kenozoika savske nizine) praznine nestaje i da postoji potpuni slijed naslaga. U njemu, izravno na valendisu, dokle najviše sežu pelagički vapnenci (*Aptychus-vapnenac*) i karbonatni turbiditi (Babić, 1973), dakle u otrivu, počinje nova vrsta sedimentata, koji sadrže i nekarbonatne terigene sastojke (sl. 2, stup 7).

Odnos prema gore, prema naslagama koje su već ranije poznate u Zumberku kao turonsko-senonske, vjerojatno je kontinuiran. To će se vjerojatno moći dokazati na lokalitetima BTI-1 i 1126 (sl. 1).

3. OSOBINE I POSTANAK SEDIMENATA

Na lokalitetima gdje se vidi transgresivan odnos, najdonji dio naslaga, koji može biti debeo oko 1-10 m (možda i 30 m), sastoji se uglavnom od kršnika (breča) i konglomerata s dolomitnim (gornji trijas) i rožnjačkim česticama ili s vapnenačkim česticama (uglavnom lijas, lok. 1126, sl. 1). Areniti su rjeđi, a sastojci su im iste vrste kao u rudita.

Glavni dio naslaga sastoji se od dvaju osnovnih vrsta taloga: (1) polaganog taloženih sedimentata sitnog zrna, i (2) brzo, ali na mahove taloženih detritičnih sedimentata raznolike veličine zrna. Ukupna debljina iznosi približno 80-160 m, a prema sjeveru (oko Cateža) vjerojatno i više.

Prvoj vrsti pripadaju sedimenti pretežno lapornog sastava, a variraju od glinovitog do vapnovitog lapora, rjeđe do laporovitog vapnenca. U sitnozrnatom sedimentu mogu se prepoznati siltna zrna kalcita, koja predstavljaju sitan detritus skeleta, te detritični kremen. Veći ali rjeđi sastojci su radiolarije, sitne globigerinaceje i »kalcisferulide«. Mjestimično se mogu naći i veće pelagičke foraminifere (planomaline, preglobotruncane, rotalipore). Bentoske foraminifere nalaze se rijetko, a drugih bentoskih oblika, izuzev spikula spužvi i ihnofosila, nema.

Postoje, dakle, dvije glavne, po porijeklu različite, komponente sastava, od kojih je jedna »prava« pelagička (veći dio karbonatne komponente sitnog zrna, skeleti većih pelagičkih organizama), a druga terigena (minerali glina, detritična mineralna zrna). Udio terigene komponente je različit: od oko polovine ukupnog sastava do jedva četvrtine, a pojavljuju se i slojevi vapnenca vrlo sitnog zrna koji su veoma malo laporoviti, pa se mogu smatrati »pravim« pelagičkim sedimentom. Sedimenti ove skupine mogu se dakle označiti kao »hemipelagički« i pelagički.

Vrste i dimenzije sastojaka, strukturne osobine, te izrazito prevladavanje pelagičkih nad bentoskim foraminiferama koje su rijetkost, zatim bentos koji još obuhvaća samo spužve i ihnofosile, pokazuje da se može računati s dubinom od najmanje oko 200 m.

Drugoj vrsti pripadaju detritični sedimenti. Različite su debljine slojeva i uvijek s oštrim donjim slojnim plohama. Često se vidi vertikalno graduiranje i teksturni nizovi tipični za turbidite (tab. III, sl. 2, 3). Mogu se zapaziti i postepeni prijelazi (prema gore) iz detritičnog sedimenta u pelagički (hemipelagički) sediment. Iz izloženih podataka proizlazi da su čestice donošane brzo i u naletima u okolinu, u kojoj se »autohtono« talože pelagički (i hemipelagički) sedimenti.

Veličina čestica je različita, a najčešće arenitna. Rjeđe dolaze ruditi (u intervalu »a«), a u gornjem dijelu sloja javljaju se siltne i sitnije čestice. Gornji dijelovi turbiditnih slojeva nastali su iz sitnozrnate frakcije tereta mutne struje, pa su slični pelagičkim (hemipelagičkim) sedimentima i teško ih je međusobno razlikovati. Treba dakle imati na umu da svi sitnozrnati sedimenti nisu jednakog postanka.

Pretežni dio detritusa je karbonatan, a sadržaj nekarbonatnih sastojaka je promjenljiv. Čestice su raznovrsne, a prema vrsti i porijeklu mogu se svrstati u četiri skupine.

(1) Prvu skupinu sačinjavaju ulomci karbonatnih sedimenata, a rijetko rožnjaka. Veličina im je različita, a doseže nekoliko centimetara (kadkada preko 10). Ova vrsta čestica je gotvo isključivi sastojak rudita, a vrlo česta je i u arenitima (tabl. III, sl. 2; tabl. IV, sl. 2, 4—6). Čestice mogu biti zaobljene. Ustanovljeni su ulomci sitnokristaliničnog i stromatolitnog dolomita (gornji trijas), ooidnog vapnenca (vrlo vjerojatno lijas), vapnenca s pelagičkim školjkašima (doger-malm), sitnozrnatog vapnenca s kalpionelidama (gornji titon-valendis), te ulomci raznih vrsta plitkovodnih i sitnozrnatih vapnenaca, od kojih je dio, na temelju usporedbi, lijski.

Najveći dio ovog detritusa svakako je terigen.

(2) Drugu skupinu detritusa čine ulomci (mogu biti i zaobljeni) različitih ljuštura (najčešće školjkaša i bodljikaša, a potom puževa, briozoa koralja, crvenih algi) (tab. IV, sl. 1—6; tab. V, sl. 3), zatim bentoske foraminifere (miliolide, tekstulariide, orbitolinide i dr.) (tab. IV, sl. 4; tab.

V, sl. 1; tab. VI, sl. 7, 8), te ooidna zrna (tab. V, sl. 3). Postoji i velika količina sitnog skeletnog kalcitnog detritusa (tab. V, sl. 4; tab. VI, sl. 1). Ova skupina detritusa (2) dolazi u arenitima i sedimentima sitnijeg zrna, a rjeđe u ruditima (uglavnom u osnovi). S obzirom na sadržaj plitkovodnih sastojaka, ali također i česte primjere sparitnog cementa, koji je obično sintaksijalno prirastao ehinodermskim kalcitnim zrnima, neki primjerci kalkarenita daju dojam sedimenta uzburkanog plićaka (tab. IV, sl. 3—6). Neke skeletne čestice posjeduju »mikritni omotač« (B a t h u r s t, 1966), a mjestimično se čak vide tanke cijevi (tab. V, sl. 2) izbušene jednostavnim algama, što predstavlja početak procesa »mikritizacije«.

Ova skupina sastojaka potječe iz plitkomorskih okolina s pretežno karbonatnom sedimentacijom. Za to govore brojnost skeleta (djelomično i njihov sastav), »mikritni omotači« i ooidi, a također i abrazija skeleta (usitnjavanje, zaobljavanje).

(3) Treću skupinu sačinjava nekarbonatan detritus: kremen (tab. V, sl. 5, 7, 8; tab. VI, sl. 1—3), rjeđe feldspat (tab. VI, sl. 4), a još rjeđe muskovit i klorit, te drugi silikatni minerali. Zrna kremenata mogu biti uglata ili zaobljena, a najveća dosežu nešto preko 100 mikrona. Ovaj detritus dolazi u sitnozrnatim arenitima ili sedimentima sitnijeg zrna, a rijetko u arenitima krupnijeg zrna. Često čini manje od oko 10% čestica (ostalo su karbonatne), a može ga biti oko 20, pa i oko 30% (»kvarcni kalkarenit«). No često postoje znatne količine neomorfnog kremenata, pa je procjena udjela detritičnog kremenata otežana.

Čestice ove skupine su terigene i pokazuju otkrivenost nekarbonatnih stijena na površini.

(4) Osobitu vrstu sastojaka predstavljaju inkluzije mulja, što ga je struja pokupila derući dno na svojem putu u dubinu, te istaložila zajedno s drugim česticama (tab. IV, sl. 2; tab. VI, sl. 5). Jednako je postanka i zanimljiva pojava pretaloživanja pelagičkih foraminifera, izmješanih zajedno s drugim česticama kalkarenita (tab. VI, sl. 6, 8). Prvotno su one bile istaložene u mulju najmlađeg sedimenta dna, koji je zatim pometen strujom i u njoj se vladao prema njenoj hidrodinamici. Najveće foraminifere, kao najveće čestice bivšeg mulja, istaložene su u arenitim česticama, a ostali dio pometenog sedimenta taložen je zajedno sa sitnozrnatom frakcijom struje. Spomenute čestice (4) ne potječu dakle iz onih mjesta odakle su polazile mutne struje, nego s bazenskog dna.

Kod razmatranja skupine detritičnih sedimenata treba spomenuti i čestu pojavu rožnjaka. U njima su naime često mogle biti prepoznate detritične čestice arenita: ulomci skeleta, ooidi, pelagičke foraminifere, zatim ulomci vapnenaca, bentoske foraminifere i dr. (tab. VI, sl. 7, 8), te paralelna ili strujna laminacija. Prema tome su rožnjaci nastali zamjenom prvotnih arenita, ali zamjena u većini slučajeva nije potpuna.

Slijed sedimentata (osim početnog dijela) sastoji se dakle od izmjene pelagičkih (dijelom hemipelagičkih) sedimentata, koji sadrže i terigene čestice, te detritičnih, naglo sedimentiranih slojeva (turbidita), čije su čestice dijelom terigene (karbonatne i nekarbonatne), dijelom iz plitkovodnih okolina, a dijelom sa dna bazena .

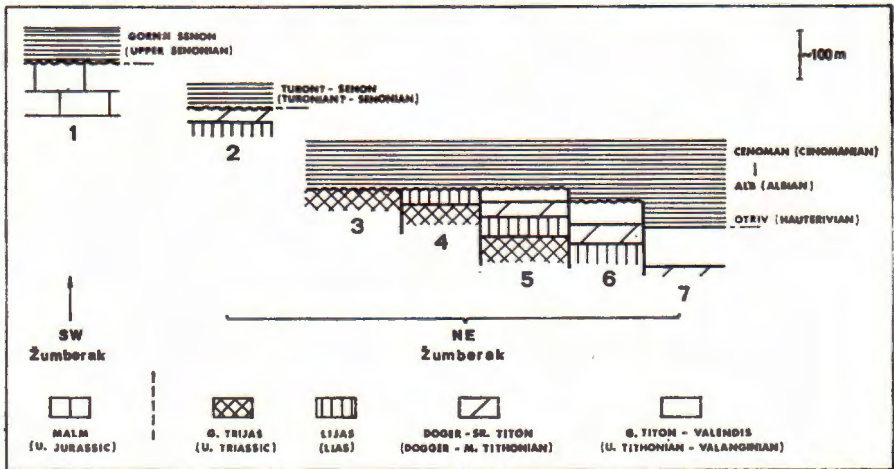
4. PALEOGEOGRAFSKA I PALEOTEKTONSKA POVIJEST

U razdoblju gornji titon-valendis, u znatnom dijelu Žumberka odvijala se karbonatna bazenska sedimentacija s izmjenom pelagičkih vapnenaca (Aptychus-vapnenac) i vapnenačkih turbidita (Babić, 1973). S obzirom da ti turbiditi sadrže ulomke vapnenaca, vjerojatno su već tada u Žumberku postojala manja karbonatna kopna (Babić, 1974a); možda su to bili neki od lokaliteta gdje danas u podini transgresije (alb-cenoman) nalazimo gornji trijas. Ovakvo stanje »čiste« karbonatne sedimentacije u bazenu prekinuto je neposredno nakon valendisa. Da je promjena nastupila u otrivu, pokazuje činjenica da Aptychus-naslage Žumberka ne sežu preko valendisa (Babić, 1973), a djelomična potvrda nalazi se u vjerojatnoj otrivsko-aptskoj starosti novih naslaga na nekim lokalitetima oko sjevernog ruba Žumberka (poglavlje 2). U prilog takve odredbe starosti ide i postupna prostorna promjena raspona praznine. Naime na najvećem broju lokaliteta nova sedimentacija počinje u albu i cenomanu, a idući prema sjeveru u podini su sve mlađe naslage: najprije gornji trijas, zatim lijas, pa gornji titon-valendis (sl. 2, stupovi 3—5). Još sjevernije transgresije je vrlo vjerojatno starija od alba (apt?) (sl. 2, stup 6). Ove promjene i vjerojatnost postojanja naslaga otrivsko-aptске starosti na pojedinim sjevernim lokalitetima vode do rekonstrukcije kontinuiteta sedimentacije bazenskih naslaga oko sjevernog ruba Žumberka (ili neposredno sjeverno, ispod kenozoika savske nizine), ali uz izmjenu vrste sedimentata nakon valendisa (sl. 2, stup 7), odnosno nakon Aptychus-naslaga.

Nove sedimentne tvorevine, koje su dakle počele najranije u otrivu, a u većem dijelu sjeveroistočnog Žumberka u albu ili početkom cenomana, sadrže, osim karbonatnih, i nekarbonatne terigene čestice. U otrivu je prema tome došlo do takvih pokreta izdizanja, koji su proizveli kopnene izvore nekarbonatnih čestica, pa je to od trijasa prvi puta u povijesti ovog dijela dinarskog prostora da se prekida »čista« karbonatna sedimentacija i da se troše nekarbonatne stijene. Time je posebno istaknuta važnost otrivskih tektonskih pokreta.

Tamo gdje albsko-cenomanski slojevi leže na sedimentima gornjeg trijasa, lijasa i gornjeg titona-valendisa, međusobni odnos je konkordantan ili približno konkordantan, pa se tektonska struktura sastojala od blokova različitog iznosa izdizanja, te zato različite dubine trošenja (sl. 2).

Zanimljivo je, da u albsko-cenomanskim turbiditima dolaze čestice istovrsnih sedimenata kakvi leže i ispod albsko-cenomanskih sedimenata. To su već ranije nabrojani dolomit gornjeg trijasa, plitkovodni vapnenac lijasa, vapnenac s pelagičkim školjkašima dogera-malma i pelagički vapnenac s kalpionelidama gornjeg titona-valendisa. Takav slijed naslaga imao je prema tome veću rasprostranjenost (podrobnije u B a b i ć, 1974a) nego albsko-cenomanska transgresija: jedan dio areala prostiranja ovih naslaga prekriven je transgresivno u albu i cenomanu nakon kopnene faze, a drugi, smješten više jugozapadno, ostao je tada izvan dosega mora, te su se tamo takve naslage i dalje trošile i pretaloživale u novo nastali bazen. Danas su u Žumberku vidljivi samo ostaci takvih sedimenata jugozapadno od rasprostranjenja albsko-cenomanskih sedimenata. Trošeni su do različite dubine, a pokriveni su tek kasnije mlađim naslagama (turon²-senon) (sl. 2, stup 2). Istovrsni izvori postojali su međutim i dalje uzduž iste strane bazena izvan Žumberka, a ne samo u neposrednom žumberačkom susjedstvu bazena.



Sl. — Text-fig. 2. Pojednostavljeni prikaz stratigrafskih odnosa i paleotektonске strukture — Outline stratigraphy and schematic representation of the paleotectonic structure

Opisani kopneni prostori »vanjskog« (neposrednog jugozapadnog) susjedstva albsko-cenomanskog bazena, izgrađeni od karbonatnih stijena, imali su uza sebe i drugačije vrste okolina. Naime, uz ulomke karbonatnih sedimenata, mutne su vrste nosile u bazen i znatnu količinu čestica kakve nastaju u plitkomorskim prostorima. Tu su živjeli školjkaši, puževi, bentoske foraminifere i drugi organizmi, nastajala ooidna zrna, te

se stvarali »mikritni omotači« bušenjem skeletnih ulomaka pomoću jednostavnih algi, odvijala se abrazija skeleta, ali također i ulomaka stijena (usitnjavanje i zaobljavanje). Prema tome, s »vanjske« (jugozapadne) strane albsko-cenomanskog bazena treba zamisliti pojas otoka i plićaka (pretežno uzburkanih), kao posebnu paleogeografsku jedinicu.

Otrivsko izdizanje vjerojatno je bilo zahvatilo i dalje smještene jugozapadne predjele (jugozapadno od Metlike i Ozlja), koji su u malmu predstavljali dio »karbonatne platforme«, ali o trajanju tamošnje emerzije zasada ima premalo podataka.

Znatan dio turbiditnih slojeva sadrži, uz karbonatne, i nekarbonatne detritične čestice (ne računajući čestice rožnjaka, to su kremen, feldspat, muskovit, klorit i dr. — katkada ima preko 30% kremen). Prema tome morale su postojati i takve nakupine detritusa uz rub bazena koje su sadržavale i nekarbonatni detritus, određujući tako postojanje kopna s otkrivenim nekarbonatnim stijenama. U izravnom jugozapadnom susjedstvu bazena u Žumberku nije bilo takvih stijena na površini, te ih treba tražiti drugdje. Mogu se zamisliti dvije moguće vrste smještaja takvih izvora, ali je također moguće i da su obje djelovale istovremeno. Jedna mogućnost je smještaj na »vanjskoj« (jugozapadnoj) strani bazena, ali ne neposredno sučelice današnjem mjestu sedimenata, nego nešto dalje (ili i znatno dalje) uzduž tog rubnog pojasa. To bi značilo da su na pojedinim mjestima, uz otkrivene karbonatne stijene i plitkomorske prostore, postojale otkrivene barem trijasko stijene (donji trijasko-karn, gdje ima nekarbonatnih sastojina), i da su na tim mjestima bili nešto jače izdignuti blokovi. Na taj način nastali bi izvori mutnih struja različitog sastava uzduž »vanjskog« (jugozapadnog) ruba bazena: negdje bi oni bili gotovo isključivo karbonatni, a negdje »miješanog« sastava raznih omjera. Druga mogućnost smještaja je s »unutrašnje« (sjeverozapadne) strane bazena. Na temelju nedavnih proučavanja sedimenata sjeverozapadne Medvednice, utvrđeno je postojanje plitkomorskih okolina s karbonatnom i mješovitom (dijelom karbonatnom, dijelom nekarbonatnom) sedimentacijom, te kopnenih prostora izgrađenih od nekarbonatnih stijena (Babić, 1974a), barem za razdoblje apta (možda alba), koje je nedavno dokazao Gušić (1971), a vjerojatno i cenomana, za što govore neki drugi podaci (Nedžla-Devidé 1956; Herak & Nedžla-Devidé, 1964). Može se uzeti da je ustanovljenjem grube paleogeografije tog prostora određen jedan dio unutrašnje strane bazena. Međutim, iako je sigurno da su s rubova ovih predjela dolazile struje koje su nosile upravo detritus »miješanog sastava«, ipak nije sigurno da su one dosezale žumberačko područje. Prema tome, obje naznačene mogućnosti izazivaju daljnja istraživanja.

Povijest koju je doživljavao sjeveroistočni Žumberak, počevši od razdoblja gornji titon-valendis, sadržavala je raznolike promjene (usporedi sl. 2). Nakon bazenskih uvjeta s karbonatnom sedimentacijom, u otrivu

je došlo do izdizanja i okopnjavanja, a samo uz sjeverni rub Žumberka održani su bazenski uvjeti. Nastala su nova kopna i promijenjena je vrsta sedimentata u bazenu. U albu i početkom cenomana (dijelom već od apta?) ponovno su uspostavljeni bazenski uvjeti; međutim, dio dotadašnjeg kopna ostao je i dalje izvan dosega mora. Ovakva živost paleogeografskih promjena nije oznaka samo razdoblja otriv-cenoman. Tako je u lijasu plitkomorski prostor sezao preko gotovo cijelog Žumberka, dok nakon produblivanja, u razdoblju gornji titon-valendis, znatan dio Žumberka pripada bazenskom prostoru (Babić, 1974a, 1974b). Prema tome, promjene te vrste u ovom predjelu su česte, one dokazuju živu tektonsku djelatnost koja im je osnovni pokretač, a ogledaju se kao izmjenite izrazito različitih okolina: kopno (ili plićak) postaje dno bazena, i obrnuto. Na taj način dolazi do višekratnih bitnih promjena paleogeografskog rasporeda i do promjenljive uloge jednih te istih prostornih jedinica, kako po tektonskoj pokretljivosti, tako i po mjestu i značenju u paleogeografskom rasporedu. Ne samo to; prostor koji u jednom razdoblju ima jedno paleogeografsko značenje ne mora mijenjati to svoje značenje cijelom svojom površinom jednako: dio može nastaviti život na jedan način, a dio na drugi (primjer različitosti dosega bazena u valensisu i cenomanu); tako se još više povećava raznolikost paleogeografskog razvoja. Posljedica ove promjenljivosti je da se i granice među paleogeografskim jedinicama sele, te ih se ne može definirati prostorno točno za duže vrijeme.

Kako topografski više položene prostore (plićake, uključivo kopna) pribrajamo vanjskoj dinarskoj regiji, a one topografski niže položene (bazenske) unutrašnjoj, na temelju prikazanog slijedi da je granica među tim regijama promjenljivog smještaja, iako se ta paleogeografska granica obično shvaća kao stalna i crta se na jednom mjestu (bilo kao linija, bilo kao »prelazna zona«) na kartama koje prikazuju duže vremensko razdoblje. Prikazani novi podaci ne dopuštaju takav pristup, pokazujući da odredba smještaja granice između unutrašnje i vanjske dinarske regije ovisi o tome koje se razdoblje promatra. Zato poznavanje naslaga i paleogeografskih regija užeg vremenskog raspona nisu dovoljni za izravno poopćavanje regionalizacije za duže razdoblje »geosinklinalnog« razvoja, jer pojedine prostorne zone mijenjaju karakter i pripadnost većoj paleogeografskoj ili strukturnoj jedinici. Zbog toga, zone isklinjavanja, istanjenja, promjene geometrije sedimentnih tijela općenito, te druge facijelne promjene koje su vezane za položaj uz takvu granicu, također mijenjaju položaj.

Pregledno prikazano, mogu se izvesti pojedina opća pravila o fazama i vrstama paleogeografskog premještanja i tektonskog kretanja, koje utječu na pomicanje granice između vanjske i unutrašnje dinarske zone:

(1) Nakon lijasa, a prije gornjeg titona-valendisa, bazen se širi na račun »karbonatne platforme«, kao posljedica spuštanja i produblivanja jednog njenog dijela (Babić, 1974a, 1974b);

(2) U otrivu, izdizanje dovodi do okopnjavanja i oplićivanja u vanjskom dijelu dotadašnjeg bazena, te se njegova površina smanjuje;

(3) Od alba (lokalno možda od apta) ili početkom cenomana, dolazi do spuštanja ranije povišenih predjela i produbljavanja, pa se bazenski prostor proširuje.

Daljnje promjene (turon-senon) sastoje se u daljnjem proširivanju bazena na račun vanjske zone, što se moralo zbivati u više faza. U jednoj od mlađih takvih faza u gornjem senonu došlo je do početka sedimentacije naslaga s osobinama fliša u jugozapadnom Žumberku (sl. 2, stup 1) (Z u p a n i ć, 1974). S obzirom na vrstu naslaga i vrijeme njihovog početka, kao i s obzirom na podinske naslage malma (prema H e r a k, 1968), koje su ovdje plitkovodne, ovaj je predio imao bitno drugačije tektonsko ponašanje od ranije opisanih područja.

Uopćeno, čini se da je u dosadašnjem istraživanju Dinarida premalo pažnje posvećivano tektonskom nemiru i stvaranju tektonskih struktura u vrijeme »geosinklinalnog« razvoja. Pokazuje se međutim, da je facijelnom analizom moguće utvrditi ne samo činjenicu žive tektonske djelatnosti, već i osobine te djelatnosti u pojedinim razdobljima, te da ona ima važne paleogeografske posljedice. Dugačko razdoblje »geosinklinalne« povijesti prije glavne orogenetske faze nije dakle jednostavno i mirno spuštanje, produbljivanje i punjenje, nego je ono bogato tektonskim nemirima, a tektonske strukture koje su višekratno nastajale jesu bitni elementi razvoja prostora.

5. USPOREDBE UZDUŽ DINARSKOG POJASA

Podaci za usporedbu postoje tek razmjerno daleko, na jugoistoku u Bosni i na zapadu-sjeverozapadu, u zapadnoj Sloveniji.

U Bosni, opisana je zona »bosanskog fliša« čije je pružanje na sjeverozapad utvrđeno sve do Banja Luke (oko 90 km daleko od žumberačkih izdanaka) i u kojoj u titonu ili beriasu počinje fliš (B l a n c h e t, 1968; M o j i č e v i ć & V l a h i n i ć, 1969; B l a n c h e t & al., 1970). Prema ovim autorima s »vanjske« (jugozapadne) strane bazena bila je smještena »karbonatna platforma« (= »prag«), a u tom smjeru sve kasnije počinje sedimentacija terigenih klastita (npr. približno u baremu — B l a n c h e t, 1972, u cenomanu — J e l a s k a & al., 1969). Postoji i transgresivan položaj cenomanskog fliša na trijaskom dolomitu, vezan za smještaj s »vanjske« strane (J e l a s k a & al., 1969).

U najzapadnijem dijelu Slovenije (sjeverozapadno od Tolmina, oko 80 km od Žumberka) također su utvrđeni bazenski sedimenti s osobinama fliša, koji počinju u aptu ili albu, transgresivno na sedimentima beriasa (C o u s i n, 1972, 1973; C a r o n & C o u s i n, 1973). Prema istim autorima, s »vanjske« strane nalazi se »karbonatna platforma« (= »prag«) s kasnim početkom sedimentacije fliških sedimenata.

Između navedena dva područja postoji sličnost u pogledu poprečnog rasporeda paleogeografskih zona i njihovog razvoja, posebice u odnosu na par »karbonatna platforma«-bazen (Cousin, 1972). Upravo na temelju podataka iz Žumberka, koji se nalazi između ta dva udaljena predjela, te usporedbom uzduž dinarskog pojasa, bila je rekonstruirana izravna paleogeografska veza, odnosno jedinstvenost paleogeografskih zona velikog pružanja (Babić, 1973). Istovremeno je izneseno jednako mišljenje o paleogeografskom kontinuitetu, temeljeno na podudarnosti brojnih podataka iz okolice Tolmina s onima iz Bosne (Cousin, 1973).

Podaci koji se ovdje izlažu također potvrđuju takav kontinuitet, prema kojemu je žumberački prostor predstavljao odsječak dugačkih paleogeografskih zona, koje su se pružale kroz dinarski pojas (uključivo slovenske »Južne Alpe«).

Potrebno je međutim promotriti pristup problemu paleogeografske regionalizacije spomenutih francuskih geologa sa stanovišta zaključaka o vremenskoj promjenljivosti paleogeografije, koji su prije izloženi (poglavlje 4), te uz pomoć podataka samih spomenutih autora. Naime prema istraživanjima francuskih geologa, postojao je poprečni slijed paleogeografskih zona: (1) »prag« (= »karbonatna platforma«), (2) padina ili bok, (3) »korito« (= bazen). Smještaj paleogeografskih zona prikazan je kao stalan tokom većeg dijela mezozoika, pa bi i slijed naslaga pojedine zone trebao pokazivati osobine koje se za različita razdoblja mogu paleogeografski tumačiti na sličan način. To međutim nije moguće, jer podaci samih navedenih autora pokazuju da postoje superponirane sedimentne tvorevine pojedinih razdoblja, koje su nastajale u različitim paleogeografskim zonama. Kao primjeri mogu se navesti: (1) transgresija naslaga apta ili alba na berias u zoni označenoj kao »korito« (sjeverozapadno od Tolmina; Cousin, 1972; Caron & Cousin, 1973), zatim (2) transgresija cenomana na plitkovodni trijas ili lijas u zoni protumačenoj kao padina bazena (Visočica južno od Sarajeva; Charvet, 1972), te (3) više navoda lijasa s osobinama plitkovodnih tvorevina u toj istoj zoni.

Prema tome izvod o promjenljivosti položaja granice između vanjske i unutrašnje dinarske zone, temeljen na podacima iz Žumberka, podupiru i podaci izvan Žumberka, iako nisu bili kao takvi interpretirani. Vrste i rokovi promjena, odnosno pomaka te granice, također se podudaraju, dokazujući sličnost promjena kroz cijeli dinarski pojas, a naprijed su obuhvaćene u nekoliko faza (poglavlje 4).

6. ZAKLJUČCI

1. Na temelju odredbi pelagičkih foraminifera dokazano je postojanje naslaga alba i cenomana u sjeveroistočnom Žumberku. Posredno se dokazuje da oko sjevernog ruba Žumberka postoje i naslage raspona otriv-apt. Određeni su oblici pelagičkih foraminifera koji se sada prvi puta spominju u Hrvatskoj; isto vrijedi za rijetke oblike »kalcisferulida«.

2. Naslage raspona otriv-cenoman (izuzevši bazalni transgresivan dio) tipične su bazenske naslage i sastoje se od dva po postanku različita člana u izmjeni: polagano taloženih sitnozrnatih pelagičkih (i hemipelagičkih) sedimentata, te brzo i u naletima taloženih detritičnih slojeva (turbidita). Pelagički do hemipelagički sedimenti su djelomično terigeni. Detritični sedimenti sadrže karbonatne i nekarbonatne terigene čestice, zatim karbonatni detritus iz plitkovodnih okolina (uglavnom organogeni skeleti), te sastojke, koji su strujom usputno pometeni s dna. Rožnjaci su nastali zamjenom karbonatnih sastojaka.

3. Ustanovljeni su tektonski pokreti izdizanja u otrivu, koji predstavljaju prvo važnije izdizanje u mezozojsko-kenozojskoj povijesti ovog dijela dinarskog pojasa, i uzrokuje prvo trošenje nekarbonatnih stijena i ujedno prvi prekid dotadašnje »čiste« karbonatne sedimentacije nakon trijasa.

4. Otrivsko izdizanje dovelo je do okopnjavanja većeg dijela Žumberka; samo oko sjevernog ruba Žumberka održani su bazenski uvjeti uz promjenu vrste sedimentacije u otrivu. U albu ili početkom cenomana bazen je proširen na jugozapad, ali je dio dotadašnjih kopnenih prostora i dalje ostao izvan dosega mora, a dio je preplavljen plitkim morem, pa se jugozapadno susjedstvo bazena u razdoblju alb-cenoman rekonstruirao kao pojas otoka i plićaka. Tektonska struktura Žumberka sastojala se od blokova različitog iznosa izdizanja, pa kredna transgresija pokriva različite stratigrafske članove (pregledno na sl. 2).

5. Znatno dio detritusa dolazi iz dalje smještenih »mješovitih« izvora. Moguće je da su takvi izvori bili uzduž »vanjske« (jugozapadne) strane bazena, što bi značilo lokalno jače izdizanje koje bi izazvalo trošenje barem do dubine trijaskih nekarbonatnih stijena. Druga mogućnost smještaja takvih izvora je »unutrašnja« strana bazena, koju predstavljaju kopneni prostori izgrađeni od nekarbonatnih stijena i plitkovodne okoline Medvednice. Detritus »miješanog« sastava svakako je dolazio s te strane u bazen, ali nije sigurno da su mutne struje dosezale i njegov žumberački dio.

6. Tokom mezozojske povijesti u Žumberku se odvijala živa tektonska djelatnost, koja se ogledala kao višekratno stvaranje novih tektonskih struktura i kao promjenljiva paleogeografska uloga istih ili čak dijelova istih prostornih jedinica. Zato i paleogeografska granica između više položenih prostora (»karbonatna platforma«) i bazena, koja se smatra granicom između vanjske i unutrašnje dinarske regije, doživljava višekratno pomicanje, pa određenje njenog smještaja ovisi o tome, koje se razdoblje promatra. U skladu s tim, zone isklinjavanja, istanjenja, promjene granulometrije, promjene geometrije sedimentnih tijela i druge facijelne (bočne) promjene, koje su vezane za položaj uz granicu bazen-plitćak (ili kopno), također mijenjaju položaj.

Izvedena su pojedina opća pravila o vrstama paleogeografskog premiještanja i tektonskog kretanja, koja utječu na pomicanje granice između unutrašnje i vanjske dinarske regije:

(1) Nakon lijasa, a prije gornjeg titona-valendisa, bazen se širi na račun »karbonatne platforme«, kao posljedica spuštanja i produbljivanja jednog njenog dijela (Babić, 1974a, 1974b);

(2) U otrivu, izdizanje vodi do okopnjavanja i oplićivanja u vanjskom dijelu dotadašnjeg bazena, te se njegova površina smanjuje;

(3) Od alba (lokalno možda od apta) ili početkom cenomana dolazi do spuštanja ranije povišenih predjela i produbljivanja, pa se bazenski prostor proširuje.

Daljnje promjene (turon-senon) sastoje se u daljnjem proširivanju bazena na račun vanjske zone, što se zbivalo u više faza. U jednoj od mlađih takvih faza (u gornjem senonu) došlo je do početka sedimentacije naslaga s osobinama fliša u jugozapadnom Žumberku (Zupanić, 1974).

Pokazano je da se duga »geosinklinalna« povijest prije glavnih orogenetskih pokreta ne može smatrati jednostavnim i mirnim spuštanjem, produbljivanjem i punjenjem, jer višekratno nastajanje novih tektonskih struktura, uz odgovarajuće paleogeografske promjene, čini bitne elemente razvoja.

7. Potvrđeno je da je prostor Žumberka predstavljao odsječak dugačkih paleogeografskih zona, koje su se pružale kroz cijeli dinarski pojas (uključivo slovenske »Južne Alpe«). I promjenljivost smještaja paleogeografske granice između vanjske i unutrašnje dinarske regije također se iskazuje kroz cijeli dinarski pojas. Stalnost smještaja jedinica »prag«-padina-bazen, interpretirana u pojedinim predjelima dinarskog pojasa, ne može se prihvatiti.

7. ZAHVALE

Dio istraživanja proveden je u okviru izrade studija Geološko-paleontološkog zavoda (Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu) za INA-Naftaplin. Autor se zahvaljuje za dozvolu za objavljivanje tih podataka.

Nastavak rada omogućio je Savjet za naučni rad SR Hrvatske unutar programa istraživanja Geološko-paleontološkog zavoda.

Primljeno 15. 4. 1973.

*Geološko-paleontološki zavod
Prirodoslovno-matem. fakulteta,
41000 Zagreb, Soc. revolucije 8*

8. LITERATURA

- Adams, T. D., Khalili, M. & Khosrovi Said, A. (1967): Stratigraphic significance of some oligosteginid assemblages from Lurestan Province, northwest Iran. — *Micropaleontology*, 13/1, 55—67. New York.
- Babić, Lj. (1973): Bazenski sedimenti gornjeg titona, beriasa i valendisa, zapadno od Bregane. — *Geol. vjesnik*, 26, 11—27. Zagreb.

- Babić, Lj. (1974a): Paleogeografski problemi mezozoika u prostoru Žumberka i Medvednice. — Doktorska disertacija, 1—109. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Babić, Lj. (1974b): Pomak granice između unutrašnje i vanjske dinarske regije (primjer Žumberka). — 8. Jugosl. geol. kongr. Bled, 1974.
- Bathurst, R. G. C. (1966): Boring algae, micrite envelopes and lithification of molluscan biosparites. — *Geol. J.*, 5, 15—32.
- Blanchet, R. (1968): Sur l'extension du flysch tithonique-éocétacé en Bosnie centrale (Yougoslavie). — *C. R. S. Soc. géol. France*, 1968/3, 97—98. Paris.
- Blanchet, R. (1972): Données nouvelles sur le flysch bosniaque: la région de Banja Luka, Bosnie septentrionale, Yougoslavie. — *Bull. Soc. géol. France*, (7), 12/4, 659—663. Paris.
- Blanchet, R., Cadet, J.-P., Charvet, J. & Rampoux, J.-P. (1970): Sur l'existence d'un important domaine de flysch tithonique-crétacé inférieur en Yougoslavie: l'unité du flysch bosniaque. — *Bull. Soc. géol. France*, (7), 11/6, 871—880. Paris.
- Bonet, F. (1956): Zonification microfaunistica de las Calizas cretácicas del Este del Mexico. — *Boll. Asoc. Mexic. Geol. Petrol.*, 8, 7—8, 20 Congr. Geol. Int., Mexico.
- Broglio Loriga, C. & Mantovani, M. G. (1970): Microbiostratigrafia della serie affiorante nella massa scivolata dal M. Toc (Vaiont) il 9 ottobre 1963. ed alcune osservazioni su Foraminiferi, Radiolari, Calcisfere e Nannoconus. — *Studi Trent. Sci. Nat.*, (A), 47/2, 202—285. Trento.
- Caron, M. & Cousin, M. (1973): Le sillon slovène: les formations terrigènes crétacées des unités externes au Nord-Est de Tolmin (Slovénie occidentale). — *Bull. Soc. géol. France*, (7), 14/1—5, 34—45. Paris.
- Charvet, J. (1972): Aperçu géologique des Dinarides aux environs du méridien de Sarajevo. — *Bull. Soc. géol. France*, (7), 12/6, 986—1002. Paris.
- Cousin, M. (1972): Esquisse géologique des confins italo-yougoslaves: leur place dans les Dinarides et les Alpes méridionales. — *Bull. Soc. géol. France*, (7), 12/6, 1034—1047. Paris.
- Cousin, M. (1973): Le sillon slovène: les formations triassiques, jurassiques et néocomiennes au Nord-Est de Tolmin (Slovénie occidentale, Alpes méridionales) et leurs affinités dinariques. — *Bull. Soc. géol. France*, (7), 15/3—4, 326—338. Paris.
- Crescenti, U. (1969): Biostratigrafia delle facies mesozoiche dell' Appennino centrale: correlazioni. — *Geol. Romana*, 8, 15—40. Roma.
- Crescenti, U., Crostella, A., Donzelli, G. & Raffi, G. (1969): Stratigrafia della serie calcarea dal Lias al Miocene nella regione Marchigiano—Abruzzese. (Parte 2 — Litostratigrafia, biostratigrafia, paleogeografia). — *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 8, 343—420. Pisa.
- Dalbiez, F. (1956): Etude sommaire des microfaunes de la région du Kef. Notice explicative. — Carte géologique de la Tunisie au 1 : 50000, Feuille no. 44: Le Kef. Tunis.
- Dubourdieu, G. & Sigal, J. (1949): Notes stratigraphiques et paléontologiques sur la région du Dj. Ouenza (Algérie) (Aptien, Albien, Cénomanién). — *Bull. Soc. géol. France*, (5), 19, 205—221. Paris.
- Dubourdieu, G. & Sigal, J. (1951): Albien, Vraconien et Cénomanién inférieur de l'Ouenza (Algérie): observations nouvelles et subdivisions corrigées. — *C. R. S. Soc. géol. France* 1951/5, 78—80. Paris.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1894): Geologija gore Samoborske i Žumberačke. — *Rad Jugosl. Akad.*, 120, 1—83. Zagreb.

- Gušić, I. (1971): O postojanju donje krede na Medvednici. — Geol. vjesnik, 24, 197—200. Zagreb.
- Herak, M. (1968): Noviji rezultati istraživanja osnovnih stratigrafskih jedinica u Zumberku. — Geol. vjesnik, 21, 111—116. Zagreb.
- Herak, M., Majcen, Z. & Korolija, B. (1965): Prilog paleontološkoj dokumentaciji mezozoika u Samoborskom gorju i SI Zumberku. — Geol. vjesnik, 18/2, 325—331. Zagreb.
- Herak, M. & Neděla-Devidé, D. (1964): Geologija Zagrebačke regije. — Arhiv Geog.r. inst. Zagreb (neobjavljeno).
- Jelaska, V., Amšel, V., Kapović, B. & Vuksanović, B. (1969): Sedimentološke karakteristike klastične gornje krede zapadnog dijela Bosanske Krajine. — Nafta, 20/10, 487—495. Zagreb.
- Klaus, J. (1960): Le «Complexe schisteux intermédiaire» dans le synclinal de la Gruyere (Préalpes médianes). — Ecl. geol. Helv., 52/2, 753—852. Bâle.
- Klaus, J. (1961): La répartition stratigraphique des Globotruncanidés au Turonien et au Coniacien. — Ecl. geol. Helv., 53/2, 694—704. Bâle.
- Loeblich, A. R. Jr. & Tappan, H. (1961): Cretaceous planctonic foraminifera: Part 1 — Cenomanian. — Micropaleontology, 7/3, 257—304. New York.
- Mojičević, M. & Vlahinić, K. (1969): Razvoj klastičnih sedimenata mezozoika u jednom dijelu Dinarida od Gacka do Banja Luke. — Geol. glasnik, 13, 169—178. Sarajevo.
- Neděla-Devidé, D. (1956): O proučavanju krede na sjevernim padinama Medvednice. — Ljetopis Jugosl. akad., 61, 325—328. Zagreb.
- Neděla-Devidé, D. (1957): Značenje globotruncanida za rješavanje nekih stratigrafskih problema u Jugoslaviji. — 3. kongres geologa FNRJ, 134—154. Sarajevo.
- Salaj, J. & Samuel, O. (1966): Foraminifera der Westkarpaten-Kreide, 291 str. Geol. Ustav D. Štúra. Bratislava.
- Zupanić, J. (1974): Sedimentologija gornje krede sjeverne Hrvatske. — Doktorska disertacija, 1—142. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet. Zagreb.

LJ. BABIĆ

HAUTERIVIAN TO CENOMANIAN TIME IN THE REGION OF
ZUMBERAK, NORTHWESTERN CROATIA: STRATIGRAPHY,
SEDIMENTS, PALEO GEOGRAPHIC AND PALEOTECTONIC EVOLUTION

1. INTRODUCTION

Formations consisting of various sediments (clastic, carbonate, marly) have been mentioned in geological literature dealing with the region of Zumberak. They have been generally considered as Upper Cretaceous, because the Senonian or Turonian-Senonian age has been proved in some places (Gorjano-

vić-Kramberger, 1894; Nedžla-Devidé, 1957; Herak & al., 1965; Herak, 1968). In the southwestern part of Zumberak, where Upper Cretaceous sediments transgressively overlie Upper Jurassic limestones (Herak, 1968), recent investigations have shown the age of the transgression to be as late as Upper Senonian (Zupanič, 1974). The question now is whether oldest terms of similar flysch-type formations in the northeastern part of Zumberak are also Senonian, or whether this region had another type of geological history.

It will be shown that the second assumption is true; flysch-type sediments had been laid down earlier in the northeastern than in the southwestern part of Zumberak.

2. STRATIGRAPHY

The Cenomanian age has been established with the help of *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi), *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer), *P. stephani* (Gandolfi), *Rotalipora appenninica* (O. Renz), *G. greenhornensis* (Morrow), (Pl. I) and *Rotalipora*-forms of the *balernaensis-appenninica*-group (classification and criteria according to Loeblich & Tappan, 1961).

The Albian age is documented by hardly determinable specimens of the *R. subticinensis-ticinensis* group, and probably *Ticinella roberti* (Gandolfi). Anomalinid foraminifera (Pl. II, figs. 4—6), similar to those cited from Albian beds (Broglia Loriga & Mantovani, 1970), have been found in places.

Albian-Cenomanian beds contain also *Calcisphaerula innominata* Bonet, *Pithonella ovalis* (Kaufman), *Stomiosphaera sphaerica* (Kaufman), *Bonetocardiella conoidea* (Bonet) and *Pithonella trejoi* Bonet (Pl. II, figs. 7—15).

In the southern localities, the transgression overlies Upper Triassic and Liassic sediments; in the northern localities Upper Tithonian-Valanginian beds have been overlain, and the transgression must have been older in some northern localities (Aptian?). The diminishing of the gap towards the north allows the conclusion about the existence of a complete sedimentary sequence in the area of the northern Zumberak margin (including the area under Cenozoic cover), with flysch-type sedimentation beginning in the Hauterivian time and overlying Upper Tithonian-Valanginian pelagic limestones and carbonate turbidites (text-fig. 2).

3. SEDIMENTS AND THEIR GENESIS

Apart from transgressive basal clastics, the sedimentary sequence contains two genetic types of sediments.

The first type is hemipelagic and pelagic, represented by clayey to limy marls and marly limestones. The origin of the components is twofold: »pure« pelagic (carbonate mud with pelagic foraminifers, »oligosteginids«, radiolarians), and terrigenous (clay minerals and detrital quartz). Skeletons of benthonic organisms are rare (foraminifers, sponge spicules). The depth of deposition was greater than 200 m.

The second type of sediment is detritic, and is interpreted as turbidites. Beds display sharp lower bedding planes and usually a gradual transition to overlying fine-grained pelagic (and hemipelagic) sediments. Very often, vertical grading and structural sequences typical of turbidites can be seen (Pl. III,

figs. 2, 3). The most frequent grain size in the lower part of beds is arenite, but rudites also occur. Silt and finer grains are usually found in the upper portion of the bed. According to their type and origin, particles belong to four groups:

(1) The first group is represented by particles of limestone (Pl. III, fig. 2, Pl. IV, figs. 2, 4—6), dolomite (less frequent) and chert (rare). They may be rounded and their size reaches up to several centimeters (sometimes more than 10 cm). This kind of particles is almost the exclusive constituent of rudites and very frequent in arenites. Fragments of Upper Triassic dolomite, Liassic limestone, Middle-Upper Jurassic limestone with pelagic lamellibranchs, Upper Tithonian-Valanginian pelagic limestone with calpionellids, and fragments of various shallow-water and fine-grained limestones have been found. The particles of this group are mainly terrigenous.

(2) The second group consists of shallow-water derived particles: skeletal fragments (mainly of lamellibranchs and echinoderms) (Pl. IV, figs. 1—6; Pl. V, fig. 3), benthonic foraminifers (miliolids, textulariids, orbitolinids and others) (Pl. IV, fig. 4; Pl. V, fig. 1; Pl. VI, figs. 7, 8), and rare ooid grains (Pl. V, fig. 3). Skeletal fragments can be rounded, and some fragments have micritic envelopes (sensu Bathurst, 1966) (Pl. V, fig. 2).

(3) The third group of particles includes terrigenous grains of non-carbonate minerals: quartz (most frequent), feldspar (less frequent), and rare muscovite, chlorite and others (Pl. V, figs. 5, 7, 8; Pl. VI, figs. 1—4). This detritus could represent from less than 10 to 20, or as much as 30 per cent of particles («quartz-calcarenite»).

(4) A peculiar group of components is represented by inclusions of mud (Pl. IV, fig. 2; Pl. VI, fig. 5), which have been swept and picked up by the current on its way and laid down together with other particles. A similar history must be invoked for pelagic foraminifers present in calcarenites (Pl. VI, figs. 6, 8). Foraminifers-bearing mud has been picked up by the erosion power of the current, and «sorted» during transport and sedimentation: foraminifers are associated mainly with arenite grains, and mud mainly with fine-grained portion of the load carried by the current.

Chert bands and nodules are frequent, but the secondary origin of chert could be easily shown by recognizing primary parallel and current laminations and primary particles such as fragments of molluscan skeletons, ooids, pelagic foraminifers, limestone fragments, benthonic foraminifers and others (Pl. VI, figs. 7, 8). The process of replacement was not completed.

The properties of sediments show the basinal character of the sequence, consisting of pelagic (and hemipelagic) sediments, and rapidly but episodically sedimented turbidite layers. Detritic particles derived partly from the shallow-water environments, partly from the land (carbonate and non-carbonate particles) and partly from the basin.

4. PALEOGEOGRAPHIC AND PALEOTECTONIC HISTORY

In the Upper Tithonian-Valanginian time, a large part of the area of Zumberak belonged to the basin environment with carbonate sedimentation of pelagic limestones and limestone turbidites (Babić, 1973). Uplifting and emerging in the Hauterivian time left only the area of the northern Zumberak margin (including the neighbouring northern area under Cenozoic cover) under the sea. Here began the deposition of the new type of sediments in the Hauterivian (text-fig. 2, column 7), being also basinal but differing principally from the former by the content of non-carbonate particles. In the Albian or at the beginning of the Cenomanian, this type of sedimentation spread over the

land overlying the Upper Triassic, Liassic or Upper Tithonian-Valanginian sediments without angular unconformity as the consequence of the block tectonic type of structure and erosion down to different horizons (text-fig. 2).

The land-derived particles of Upper Triassic dolomite, Liassic shallow-water limestone, Middle-Upper Jurassic limestone (with pelagic lamellibranchs), and Upper Tithonian-Valanginian pelagic limestone show the identity of the exposed sedimentary sequence with the sequence underlying transgressive Cretaceous beds. Consequently, the sedimentary province of this sequence was greater than the Albian-Cenomanian basin area. Albian-Cenomanian dry land areas in the close southwestern vicinity of the basin were associated with shallow-water environments (mainly »open«) where lamellibranchs, gastropods, benthonic foraminifers and other organisms lived, where ooid grains and micrite envelopes were produced, and where abrasion took place, as demonstrated by the analysis of particles from the turbidite beds. Everything that has been said here, leads us to the reconstruction of shoals with a chain of islands representing the »outer« (or southwestern) margin of the Albian-Cenomanian basin in Žumberak.

An important part of turbidite beds did not have their origin in the close vicinity, because non-carbonate particles could not come from carbonate sources just described. Such sources (of »mixed« carbonate and non-carbonate particles) must have been situated either on the same side of the basin but somewhat (or considerably) further away, or on the opposite (»inner«) margin of the basin. Sources of this kind existed in the region of Mt. Medvednica, where shallow-water environments and non-carbonate rocks exposed to the weathering represented the northeastern vicinity of the basin (Babić, 1974a), but it is not clear whether detritus from these sources could reach the Žumberak region. In any case, the Hauterivian was the time of the first sub-aerial weathering of non-carbonate rocks and first break of »pure« carbonate sedimentation in the basin since the Triassic time and consequently the time of the first important uplifting in the Mesozoic-Cenozoic history in this part of the Dinaric belt.

The data presented here point to quick paleogeographic changes and tectonic disquietude. The Hauterivian-Cenomanian was not the only time of such inconstancy: in the Liassic time nearly the whole of Žumberak formed part of the carbonate platform, in contrast to the Upper Tithonian-Valanginian time when an important part of the same region became a basin area (Babić, 1974a, 1974b). Consequently such changes are not exceptional, nor do they represent insignificant details, because shoal and land areas transform into parts of the basin and vice versa. Therefore the paleogeographic boundary between the outer (platform) and the inner (basin) Dinaric zones must have been at different places in different time intervals, in contrast to the commonly adopted picture of its constant position (delineated either as a line or a »transitional« zone). We are already in position to establish some general rules about the phases and types of paleogeographic migration and tectonic movements concerning the migration of the boundary between the outer and the inner Dinaric zones:

(1) After the Lias and before the Upper Tithonian, spreading of basinal conditions as a consequence of subsidence and deepening of a part of the »carbonate platform« (Babić, 1974a, 1974b).

(2) In the Hauterivian time, uplifting and emerging in the »outher« part of the previously existing basin; its area diminishes.

(3) Since Albian (locally earlier) and since very beginning of the Cenomanian subsidence and deepening involve »inner« portions of previously existing elevated areas (not all); basin area enlarges.

Subsequent changes (Turonian-Senonian) resulted in a further spreading of basinal conditions over the outer zone, which must have been realized in several phases. One of them occurred in the Upper Senonian when sedimentation of flysch-type deposits began in the southwestern part of Zumberak (text-fig. 2, column 1) (Županić, 1974).

Reconstructions of the »geosynclinal« history of the Dinaric belt before the main orogenic phase must not neglect the evidences of tectonic activity and iterative genesis of tectonic structures because they are fundamental elements of this history.

5. COMPARISONS ALONG THE DINARIC BELT

Comparisons can be made with regions in the southeast, in Bosnia, and those in the west-northwest, in western Slovenia.

In Bosnia, the zone of »Bosnian flysch« has been established extending up to Banja Luka (about 90 km southeast of Zumberak), with flysch sediments beginning in the Tithonian or Berriasian (Blanchet, 1968; Mojičević & Vlahinić, 1969; Blanchet & al., 1970). According to these authors, the carbonate platform was situated on the southwestern (outer) side of the basin; the flysch-type sedimentation starts later the further we move towards the southwest (e. g. approximately in the Barremian — Blanchet, 1972; in Cenomanian — Jelaska & al., 1969). Transgressive Cenomanian beds overlying Triassic dolomite are also known (Jelaska & al., 1969).

In the extreme western part of Slovenia (environs of Tolmin, about 80 km northwest of Zumberak) »pelagic-terrigenous« basinal sediments, beginning in the Aptian or Albian, transgressively overlying the Berriasian, have been ascertained (Cousin, 1972, 1973; Caron & Cousin, 1973). The same authors reconstructed the southwestern (outer) situation and vicinity of the carbonate platform showing a late beginning of flysch sedimentation.

A similarity between these two remote regions exists concerning the transversal sequence of paleogeographic zones and their development (Cousin, 1972). Zumberak is situated between the two regions mentioned above and it was data from this area, together with comparisons made along the Dinaric belt, which made possible the establishment of direct long-distance paleogeographic connections between them (Babić, 1973). Simultaneously, the same opinion about the paleogeographic continuity has been put forward, based on the comparison of numerous data from the environs of Tolmin with those from Bosnia (Cousin, 1973). The data presented here also confirm the paleogeographic continuity showing that Zumberak was a segment of long paleogeographic zones striking throughout the Dinaric belt (including the »Slovenian Alps«).

Approaches to paleogeographic regionalization made by the French authors mentioned here deserve to be examined with particular care. The authors reconstructed the transversal sequence of paleogeographic zones: (1) swell (= carbonate platform), (2) slope (or flank), and (3) trough (=basin). These zones are represented as keeping the same places for a long time of their history and consequently the sedimentary sequences of a single zone should show the characteristics interpretable paleogeographically in a similar way in different time intervals. Contrary to that, the data given by the same authors show the superposed formations produced in different paleogeographic zones. The examples are: (1) transgression of the Aptian or Albian over Berriasian in the zone designated as the trough (Tolmin environs in Slovenia; Cousin, 1972; Caron & Cousin, 1973), (2) transgression

of the Cenomanian over the Triassic and Lias in the zone interpreted as the slope (Visočica in Bosnia; Charvet, 1972), and (3) several finds of Liassic sediments easily interpretable as platform formations situated also in the zone designated as the slope. Accordingly, the conclusion about the migration of the boundary between the outer and the inner Dinaric zones, based on Žumberak data, is also supported by the data from other regions, although they had not been interpreted as such. The ways and terms of migration previously grouped in several phases do not differ longitudinally, thus proving the similarity of evolutionary changes throughout the Dinaric belt.

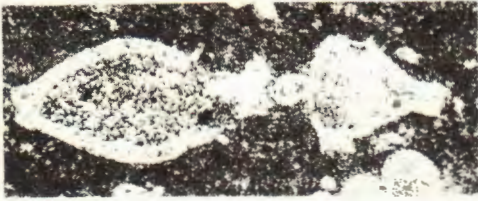
Received 15 April 1973

*Department of Geology and Paleontology,
Faculty of Sciences, 41000 Zagreb,
Soc. revolucije 8*

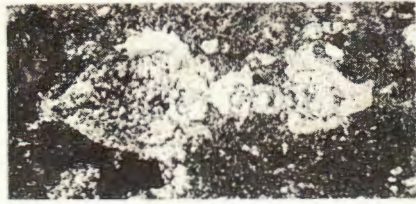
TABLA — PLATE I

- 1, 2. *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi). Loc. 1548.
- 3, 4. *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer). 3: loc. 1569/6; 4: loc. BTI-1.
- 5—7. *Praeglobotruncana delrioensis-stephani*. 5: loc. BTI-1; 6: loc. 1548; 7: loc. 1569/5.
- 8, 9. *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi). 8: loc. BTI-1; 9: loc. 1569/6.
10. *Rotalipora appenninica* (O. Renz). Loc. 1126.
- 11, 12. *Rotalipora greenhornensis* (Morrow). Loc. 1569/6.

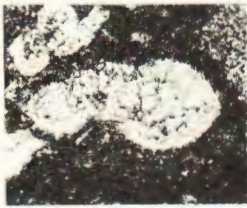
100 X



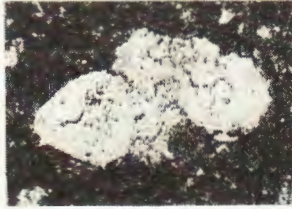
1



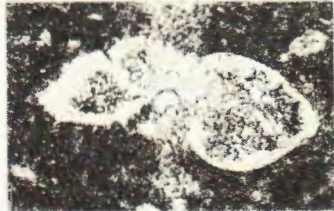
2



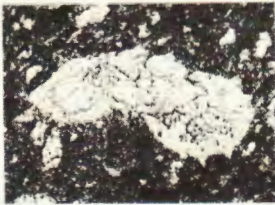
3



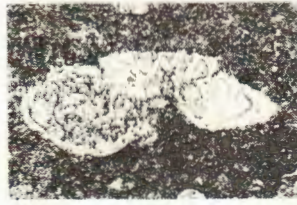
4



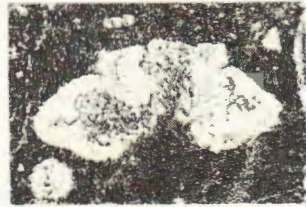
5



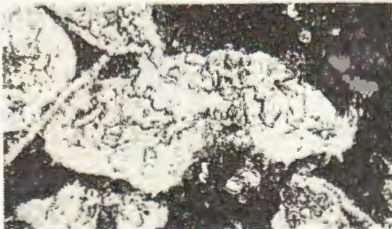
6



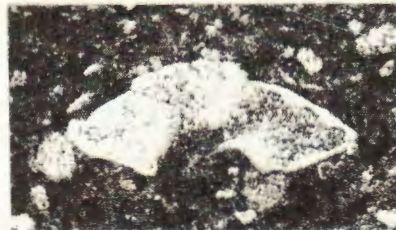
7



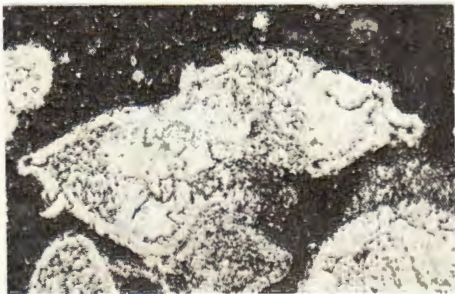
8



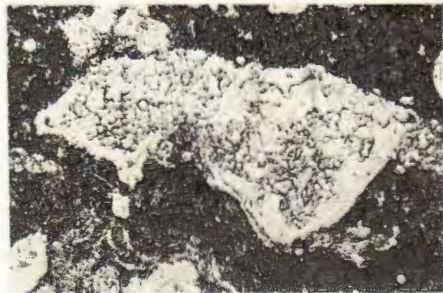
9



10



11



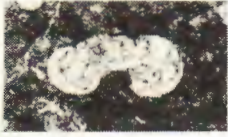
12

TABLA — PLATE II

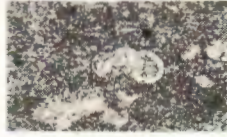
- 1, 2. *Hedbergella* sp., vjerojatno stariji dio raspona otriv-cenoman (probably lower part of Hauterivian-Cenomanian complex). Loc. 1437.
3. *Hedbergella*(?), vjerojatno stariji dio raspona otriv-cenoman (probably lower part of Hauterivian-Cenomanian sequence). Loc. 1442.
- 4—6. »Gavelinellidae«. Loc. 1554.
7. *Pithonella trejoi* Bonet. Loc. 1546.
- 8, 9. *Pithonella ovalis* (Kaufman). 8: loc. 1569; 9: loc. 1546.
10. *Stomiosphaera sphaerica* Bonet. Loc. 1569.
- 11, 12. *Calcisphaerula innominata* Bonet. 11: loc. 1546; 12: loc. 1569.
- 13—15. *Bonetocardiella conoidea* (Bonet). 13: loc. 1566; 14: loc. 1500; 15: loc. 1569.

1— 6: 100 ×

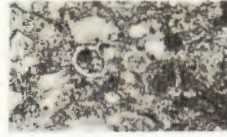
7—15: 200 ×



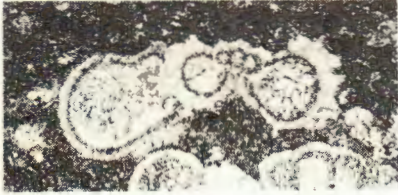
1



2



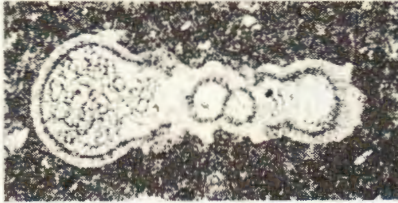
3



4



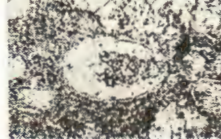
6



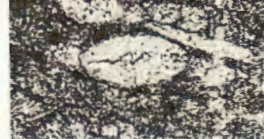
5



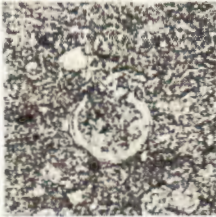
7



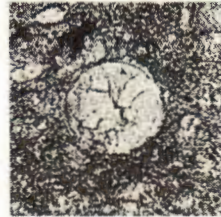
8



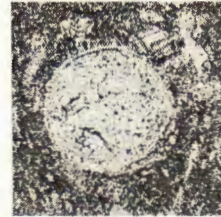
9



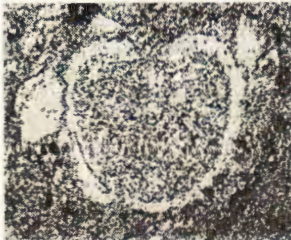
10



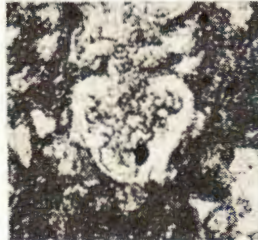
11



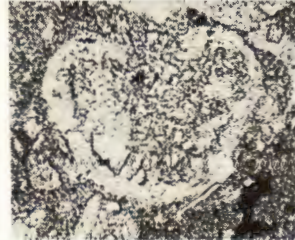
12



13



14



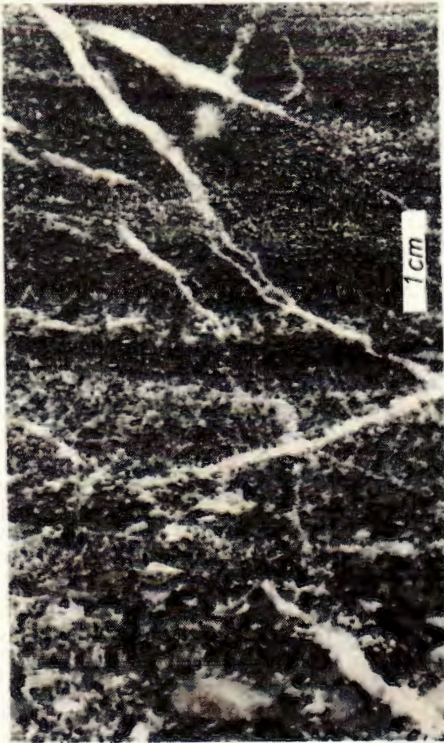
15

TABLA — PLATE III

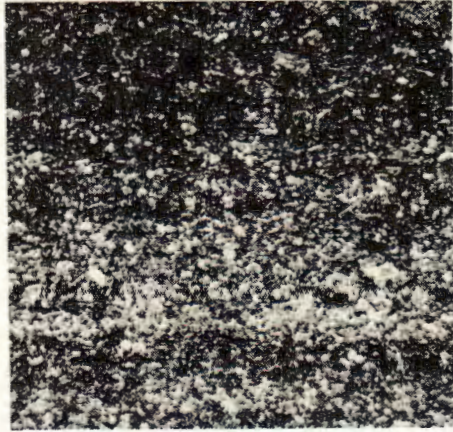
1. Tipični izgled naslaga. Lok. 1430.
 2. Intervali graduiranja (»a«) i donje paralelne laminacije (»b«) detritičnog (turbiditnog) sloja. U »a« gotovo isključivo karbonatne čestice; u »b« izrazito pretežu karbonatne, Nabrusak. Lok. 1431.
 3. Gornji dio detritičnog (turbiditnog) sloja (intervali »d« i »e«). Lok. 1569. 20 X.
-
1. A typical outcrop appearance. Loc. 1430.
 2. Intervals of grading (»a«) and lower parallel lamination (»b«) in a detritic (turbidite) layer. In the »a« carbonate particles are almost the only constituents; in the »b« they are strongly predominating. Polished surface. Loc. 1431.
 3. Upper part of a detritic (turbidite) layer (intervals »d« and »e«). Loc. 1569. 20 X.



1



2



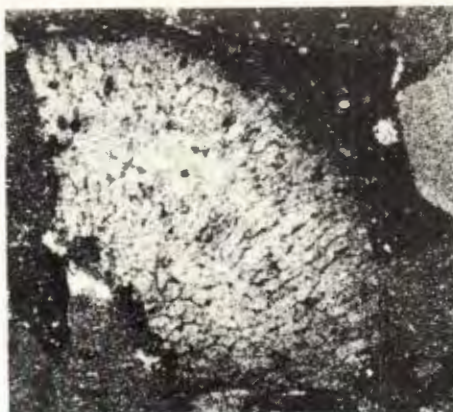
3

TABLA — PLATE IV

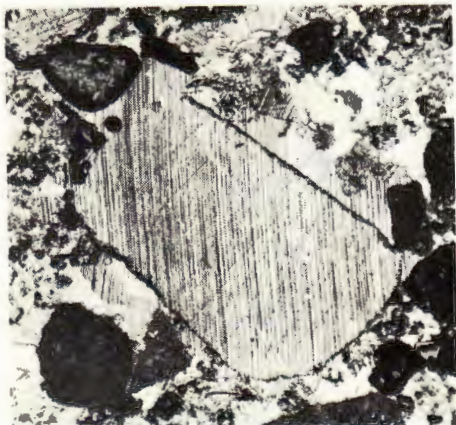
1. Ulomak ljušture školjkaša i ulomci sitnozrnatih vapnenaca. Sitnozrnati ruditi do krupnozrnati arenit (interval »a«). N+. Lok. 1503.
 2. Ulomak skeleta koralja(?), te ulomci vapnenaca. Uz njega desno gore: sitnozrnata osnova (tamno) je inkludirani sediment dna. Krupnozrnati kalkarenit. Lok. 1569.
 3. Kalcitno zrno bodljikaša sa sintaksijalnim prirastom, koji ujedno čini cement. Kalkarenit. Lok. 1569.
 4. Krupnozrnati do srednjozrnati kalkarenit s ulomcima vapnenaca, kalcitnim zrnima bodljikaša (slabo se raspoznaju unutar bistrog kalcita) i orbitolinidom. Lok. 1407.
 5. Krupnozrnati do srednjozrnati kalkarenit s ulomcima vapnenaca (desno ulomak ooidnog vapnenca) i kalcitnim zrnima bodljikaša, čiji sintaksijalni prirast predstavlja sparitni cement. Lok. 1407.
 6. Srednjozrnati kalkarenit s kalcitnim zrnima bodljikaša i ulomcima vapnenca; desno ulomak koralja. Sparitni cement kao sintaksijalni prirast kalcitnih zrna bodljikaša. Lok. 1531.
-
1. Fragment of a lamellibranch shell and fragments of fine-grained limestones. Fine-grained calcirudite to coarse-grained calcarenite (interval »a«). Crossed nicols. Loc. 1503.
 2. Coral(?) fragment and limestone fragments in the coarse-grained calcarenite. At its upper right margin fine-grained matrix (dark portion) represents included bottom sediment. Loc. 1569.
 3. Echinoderm calcite grain with syntaxial overgrowth representing cement. Calcarenite. Loc. 1569.
 4. Coarse to medium-grained calcarenite with limestone fragments, echinoderm calcite grains (hardly recognizable) and an orbitolinid foraminifer. Loc. 1407.
 5. Coarse to medium-grained calcarenite with limestone fragments (ooid limestone fragment to the right) and echinoderm calcite grains (its syntaxial overgrowth represents sparite cement). Loc. 1407.
 6. Medium-grained calcarenite with echinoderm calcite grains and limestone fragments; to the right a coral fragment. Sparite cement is syntaxial overgrowth of echinoderm calcite grains. Loc. 1531.



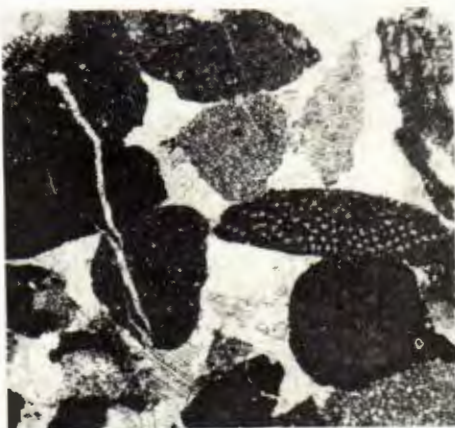
1



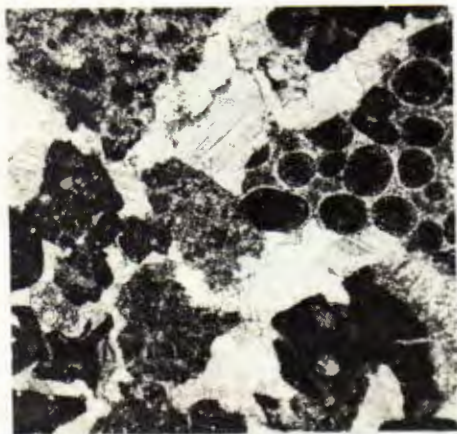
2



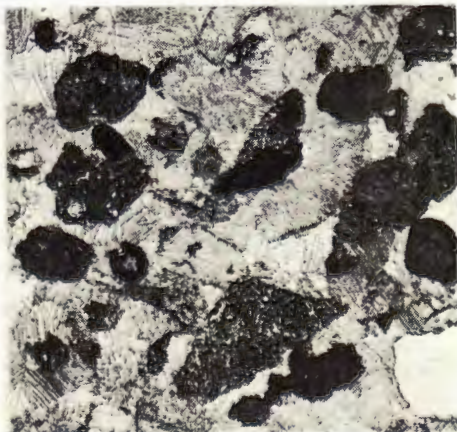
3



4



5



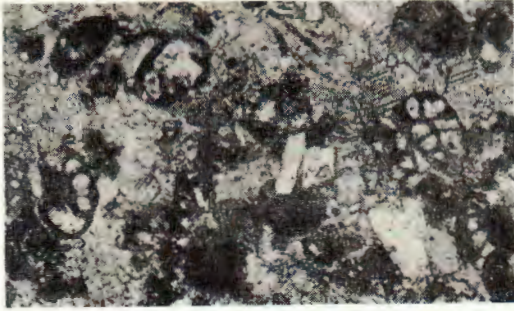
6

TABLA — PLATE V

1. Sitnozrnati kalkarenit do kalcsilitit s bentoskim foraminiferama, ulomcima skeleta i ponekim zrnima kremenca. Lok. 1411.
 2. Dva kalcitna zrna skeleta (vjerojatno bodljikaša) s mikritnim ovojnica nastalim bušenjem jednostavnih algi; u bistrom dijelu zrna vide se pojedinačne bušotine. Lok. 1503.
 3. Srednjozrnati kalkarenit. Čestice su kalcitna zrna bodljikaša sa sintaksi-jalnim prirastom koji čini cement, zatim ulomci skeleta moluska (strelice pokazuju dva komada — vjerojatno školjkaša), ulomci vapnenaca, te nekoliko ooidnih zrna. Lok. 1531..
 4. Sitnozrnati kalkarenit (dijelom silt) s rijetkim zrnima kremenca. Pretežu kalcitna zrna bodljikaša i ulomci drugih skeleta, te ulomci vapnenaca, a dolazi i po koja bentoska foraminifera. Lok. 1500.
 5. Kvarcni kalkarenit sa znatnim udjelom kremenca (oko 1/3). Lok. 1430.
 6. Sitnozrnati detritični sediment. Svjetlo su ulomci skeleta, po koja radiolarija (npr. desno dolje) i po koje zrno kremenca. Tamno su ulomci vapnenaca i laporna osnova vrlo sitnog zrna, koji se međusobno slabo raspoznaju na fotografiji. Lok. 1122.
 7. Kvarcni kalcsilitit sa znatnim udjelom kremenca (oko 1/3) u sastavu. Lok. 1441.
 8. Sitnozrnati detritični sediment. Najveće čestice jedva dosežu 40 mikrona. Svjetlo je skeletni detritus i zrna kremenca (kremen čini oko 1/5 sastava), a tamno laporna osnova vrlo sitnog zrna i možda ulomci vapnenaca. Lok. 1120.
1. Fine-grained calcarenite (to calcisiltite) containing benthonic foraminifers, skeletal fragments and several quartz grains. Loc. 1411.
 2. Two calcite skeletal grains (probably echinodermal) with micrite envelopes generated by algal boring; in the light part of the grains single borings are seen. Loc. 1503.
 3. Medium-grained calcarenite. Particles are echinoderm calcite grains with syntaxial overgrowth representing cement, fragments of molluscan skeletons (arrows indicate two fragments of probable lamellibranchs), limestone fragments and several ooids. Loc. 1531.
 4. Fine-grained calcarenite (partly silt) with rare quartz grains. Main components are echinoderm calcite grains, fragments of other organic skeletons and limestone fragments. Rare benthonic foraminifers also occur. Loc. 1500.
 5. Quartz-calcarenite with considerable amount of quartz grains (about 1/3). Loc. 1430.
 6. Fine-grained detritic sediment. Light particles are skeletal fragments, several quartz grains and rare radiolarians (e. g. bottom right). Limestone fragments and very fine-grained matrix (marl) are dark and hardly distinguishable on the photograph. Loc.1122.
 7. Quartz-calcisiltite with high amount of quartz grains (about 1/3). Loc. 1441.
 8. Fine-grained detritic sediment. The coarsest particles hardly reach 40 microns. Light particles are skeletal detritus and quartz grains (quartz grains makes about 1/5). Marl matrix and possibly limestone fragments are dark. Loc. 1120.

1, 2: 80 ×

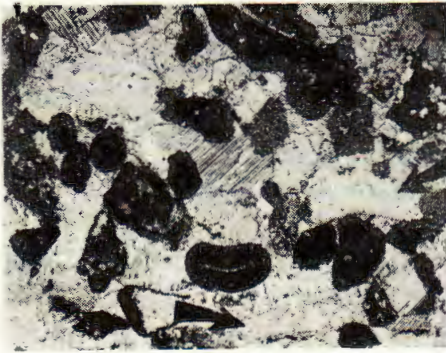
3—8: 20 ×



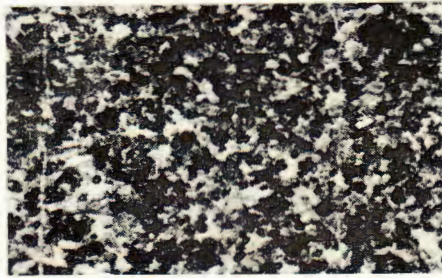
1



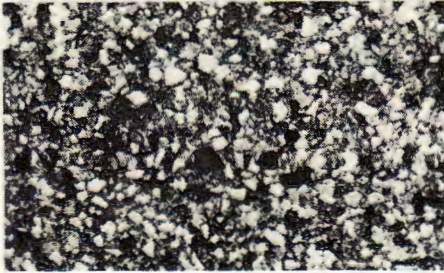
2



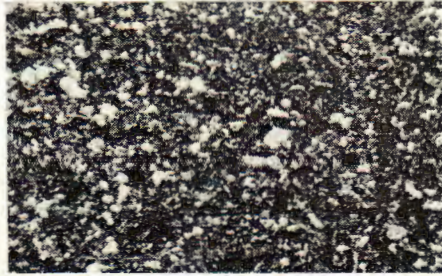
3



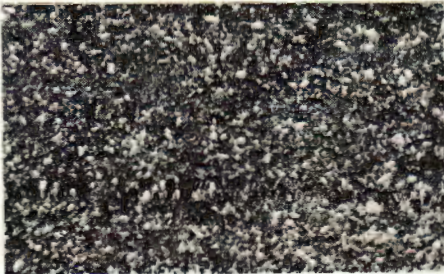
4



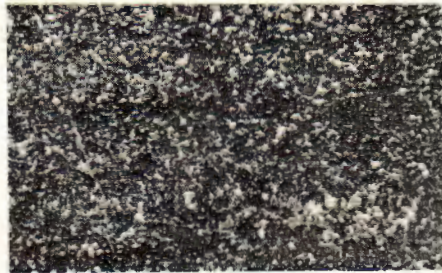
5



6



7



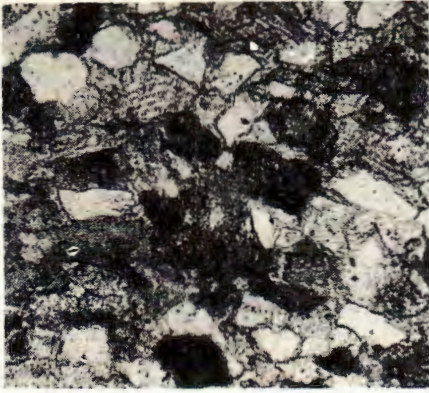
8

TABLA — PLATE VI

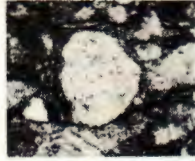
1. Kvarcni kalkarenit (s oko 1/3 kremena). Osim zrna kremena vide se ulomci skeleta i možda ulomci vapnenaca. Lok. 1433.
 2. Zaobljeno zrno kremena u kvarcnom kalkarenitu. Lok. 1122.
 3. Prvotno zaobljeno zrno kremena kasnije je dobilo neomorfni prirast i postiglo pravilnu kristalnu formu. Kalkarenit. Lok. 1430.
 4. Zrno plagioklasa u kvarcnom kalkarenitu. N+. Lok. 1529.
 5. Inkluzija (tamno) s pelagičkom foraminiferom. Kvarcni kalkarenit. Lok. 1500.
 6. Detritični sediment (turbidit) s laminom kalkarenita, koja sadrži pelagičke foraminifere kao inkluzije. Lok. 1502.
 7. U okremenjenom kalkarenitu (rožnjaku) raspoznaje se orbitolinida. Lok. 1431.
 8. U okremenjenom kalkarenitu (rožnjaku) raspoznaju se miliolida (lijevo), globigerinacea (desno), te prvotna arenitna struktura. Lok. 1505.
-
1. Quartz-calcarenite (about 1/3 quartz grains). Besides quartz it contains skeletal fragments and possibly limestone fragments. Loc. 1433.
 2. Rounded quartz grain in quartz-calcarenite. Loc. 1122.
 3. Rounded quartz grain with neomorphic overgrowth making crystal forms. Calcarenite. Loc. 1430.
 4. Plagioclase grain in quartz-calcarenite. Crossed nicols. Loc. 1529.
 5. Inclusion (drak) containing a globigerinacean foraminifer. Quartz-calcarenite. Loc. 1500.
 6. Detritic sediment (turbidite) with calcarenite lamina containing pelagic foraminifera as inclusions. Loc. 1502.
 7. Orbitolinid foraminifer recognizable in silicified calcarenite (chert). Loc. 1431.
 8. Miliolid foraminifer (left), globigerinacean foraminifer (right), and arenite grains recognizable in silicified calcarenite (chert). Loc. 1505.

1—5, 8: 80 ×

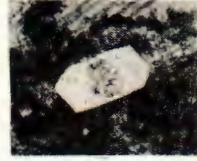
6, 7: 20 ×



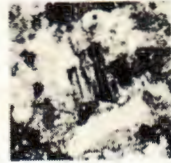
1



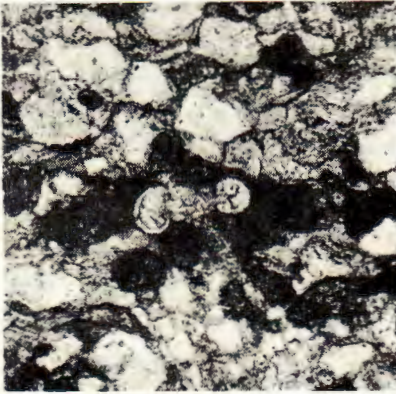
2



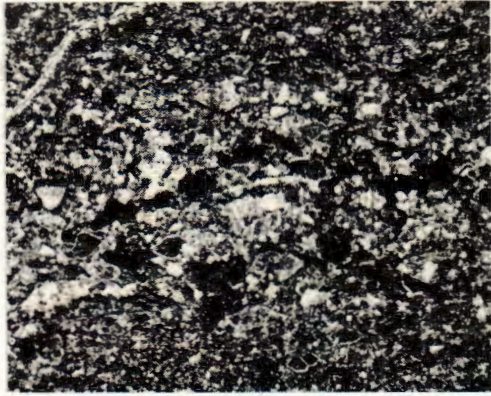
3



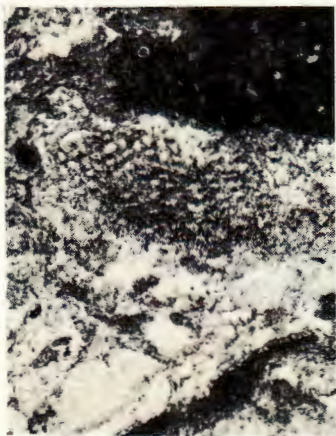
4



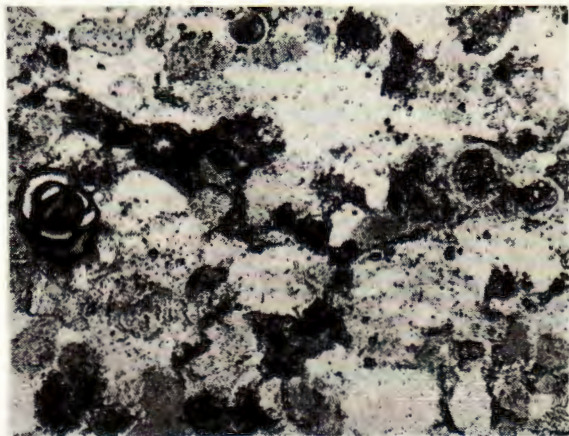
5



6



7



8