

LJUBO BABIĆ, IVAN GUŠIĆ i DONATA DEVIDÉ-NEDELA

SENONSKI KRŠNICI NA MEDVEDNICI I NJIHOVA KROVINA

S 2 slike u tekstu i 3 table

Vapnenački kršnici (breče) kampanjske starosti sastoje se od ulomaka stijena nor-reta, lijasa, jure mlade od lijasa i donje krede. Proučavanje gornjotrijaskih i lijaskih ulomaka pokazalo je produbljivanje mora približno na granici trijas-lijas. – Na kršnicima slijede pelagički vapnenci s detritičnim ulošcima. Približno na prijelazu iz kampana u mastriht došlo je do tektonskih pokreta koji su znatno promijenili paleogeografske odnose. Nastale su raznovrsne okoline i vršila se raznolika sedimentacija, koja se nastavila i u paleogen.

1. UVOD

Predio koji se nalazi sjeverozapadno od glavnog hrpta Medvednice, odnosno od vrhova Puntijarka (1023 m, novije mjerenje 991 m) i Stol (867 m, novije mjerenje 871 m), izgrađen je pretežno od laporovitih i pješčenjačkih stijena u društvu s eruptivima. Na pojedinim mjestima mogu se naći i stjenoviti vapnenački izdanci, koji se jasno ističu unutar prilično pokrivene okoline.

Cijelo ovo područje s raznovrsnim stijenama Gorjanović-Kramberger (1908) je s velikim oprezom uvrstio u gornju kredu, smatrajući da bi se moglo raditi i o starijim naslagama; vapnenačkim stijenama nije se detaljnije bavio. Prvi je vapnence ovog područja spomenuo Poljak (1929), koji je stjenovite izdanke oko pećine Medvednice, danas poznate pod imenom Horvatove stube ili 500 stuba, nazvao »Rudistenkalk«, ali bez ikakvih dokaza i objašnjenja. Tek znatno kasnije pronađen je veći broj vapnenačkih izdanaka, od kojih većina predstavlja uloške u krednim laporovitim i pješčenjačkim stijenama (Neděla-Devidé, 1954, str. 71). Istovremeno, međutim, Neděla-Devidé (1954, str. 72–73) nalazi i vapnence drugačije vrste, i to kod Markovog travnika (sl. 1, br. 1), oko Horvatovih stuba (sl. 1, br. 3), u gornjem toku potoka Pronjaka (sl. 1, br. 4) i kod Fröhlichovog majura (= Fakultetsko dobro), za koje pretpostavlja da su stariji od krede (Neděla-Devidé, 1956, str. 325). Upravo ti izdanci, uz neke nove, predmet su ovog rada. Izuzet ćemo samo zadnji spomenuti izdanak (kod Majura), jer pokazuje posve drugačije oso-

bine od ostalih – sadrži naime koralje, hidrozoje, crvene alge, školjkaše i drugo – i pripada starijem paleogenu (G u š i ć & B a b i ć, 1973). Smještaj proučenih izdanaka prikazan je na sl. 1, na kojoj su veći izdanci označeni brojevima od 1 do 4. Najveća od ovih pojava zaprema oko 46.000 m².

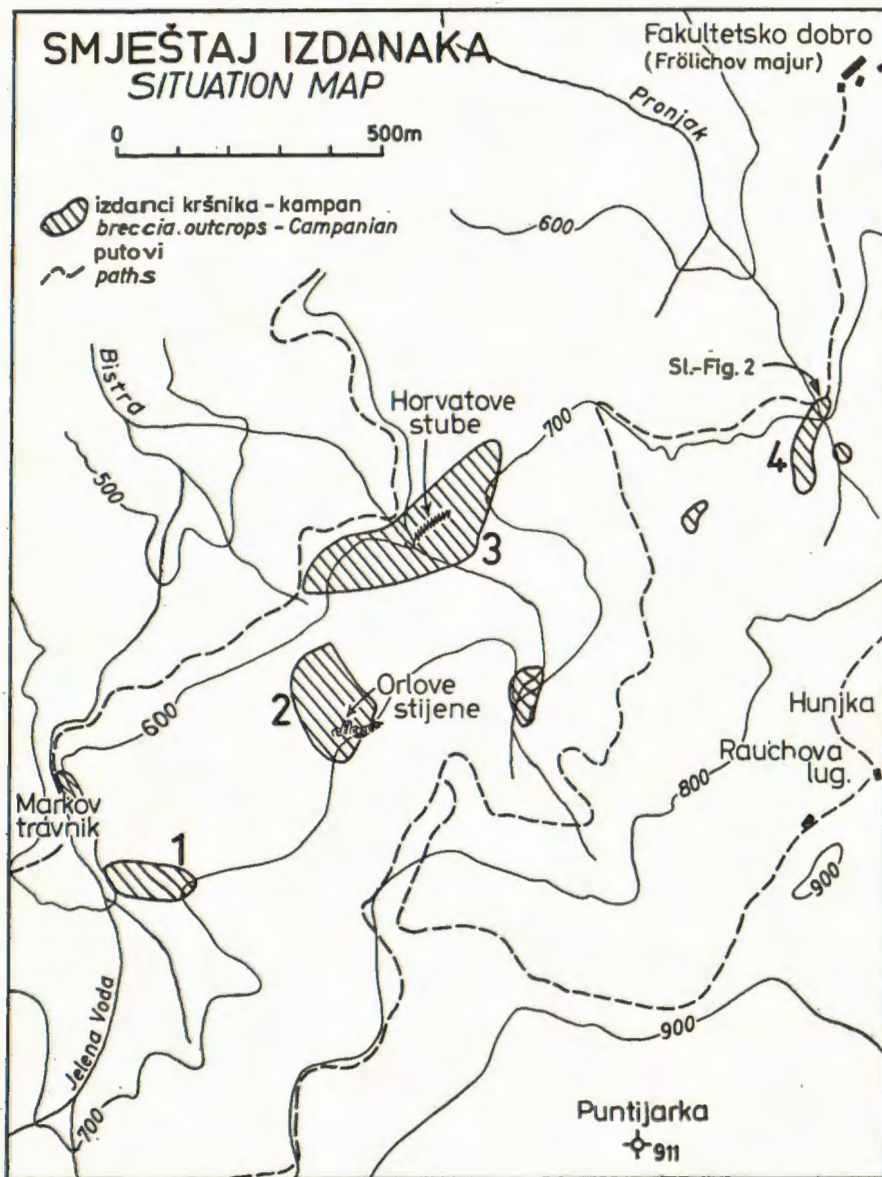
Za sada jedini paleontološki podatak o stratigrafskoj pripadnosti ovih stijena potječe od K. Š i k i ć a (1965). On je na osnovi nalaska lijaskih mikrofosila u okolici Horvatovih stuba zaključio da su izdanci lijaske starosti.

Odnosi ovih vapnenačkih stijena s okolnim, pretežno klastičnim, stijenama većinom nisu jasni. Neki su rasjedni, a samo u kamenolomu Pronjak (sl. 1, br. 4) vidi se superpozicijski odnos prema mlađim stijenama. On je bio tumačen kao transgresija cenomarsko-turonske krede na pred-kredne vapnence (N e d ě l a - D e v i d é, 1954, str. 72; 1956, str. 325), a sada ga pomoću novih podataka tumačimo drugačije.

2. VAPNENAČKI KRŠNICI (BREČE)

Izdanci obično izgledaju kao gromađasti sivi vapnenci. Veoma su poremećeni, što se vidi po brojnim kalcitnim žilama, rasjedima i pukotinama. Ipak se na mnogim mjestima može utvrditi da je stijena sastavljena od ulomaka različite veličine i vrste. Njih je najlakše razabrati kada je među njima nešto više osnove, što međutim nije uvijek slučaj. Osnova (matriks) se sastoji od crvenog do žućkastosmeđeg vapnenca i laporovitog vapnenca. Na svim izdancima i u velikoj većini izbrusaka u osnovi su nađene gornjokredne pelagičke foraminifere: *Globotruncanidae*, *Globigerinidae* i *Heterohelicidae*. Od globotrunkana najčešće su *Globotruncana lapparenti lapparenti* Brotzen i *G. lapparenti tricarinata* (Quereau). Osim ovih, na više lokaliteta nađene su i *G. lapparenti bulloides* Vogler, *G. lapparenti inflata* Bolli, *G. fornicata* Plummer, *G. conica* White, *G. ventricosa* White i *G. elevata elevata* Brotzen (tab. III, sl. 3). Nađeno je i nekoliko presjeka vrste *G. arca* (Cushman), *G. stuarti* (de Lapparent) i *G. rugosa* Marie. Osim što ovi oblici posve jasno ukazuju na gornji senon, neki od njih omogućuju i još točniju odredbu starosti. Tako je *G. elevata elevata* poznati kampanski oblik (Knipscher, 1956; Dalbiez, 1955; Samuel & Salaj, 1966; Postuma, 1971). *G. arca* i *G. stuarti*, koje su poznate iz brojnih područja mediteranske geosinklinale, obično se javljaju već od gornjeg kampana, a najčešće su u mastrihtu. *G. rugosa* je rjeđi oblik i javlja se od gornjeg kampana do u donji mastriht u zapadnim Karpatima. Prema svemu tome, starost kršnika je kampanska, a najvjerojatnije gornjokampanska.

Čini se da se debljina kršnika bočno mijenjala, a najveća se može procijeniti na oko 5–7 metara, iako time ne isključujemo mogućnost da na mjestima može biti i znatno veća. Slojevitost nije nigdje zapažena. Ulomci su uglati i loše sortirani, a veličina im se kreće od nekoliko cm (mjestimično i manje) do preko jednog metra. Pretpostavljamo da postoje i blokovi veličine nekoliko metara.



Slika (Figure) 1

Najčešći su ulomci sivih vapnenaca, pa zato i stijene obično izgledaju jednolično sive. Ovi ulomci uglavnom sadrže različite foraminifere iz familije Involutinidae, među kojima je najčešća vrsta *Triasina hantkeni* Majz on. Uz nju dolaze još *Involutina* (= »*Aulotortus*«) *sinuosa* (Weynschenk), *I.* (= »*Angulodiscus*«) *communis* (Kristan) i slični oblici »*Angulodiscus*«-tipa, te *I.* (= »*Angulodiscus*«) *gaschei* (Koenig-Zaninetti & Brönnimann) (tab. I, sl. 2-4). Neki primjerci »*Angulodiscus*«-tipa pokazuju prelaz prema troholinizaciji (= »*Permodiscus*«) i takve možemo pribrojiti vrsti *Trocholina permodiscoides* Oberhauser. Alge su rjeđe zastupljene, a određeni su rodovi *Gyroporella* i *Heteroporella* (tab. I, sl. 1), te *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri), a osim toga dolaze i rijetke favreine. U skoro svim preparatima prisutne su i sitne Ammodiscidae (vjerojatno rodovi *Glomospira* i *Glomospirella*), koje za sada nisu detaljnije određivane. Od makrofosila, nađeni su presjeci puževa, brahiopoda i školjkaša, među kojima i velikih »megalodona«. Navedeni fosili određuju starost u rasponu nor-ret, a neka detaljnija stratigrafska diferencijacija unutar tog raspona ne može se sigurno izvršiti, iako je vjerojatno da pojedini ulomci s različitim mikrofosilima potječu iz stratigrafski različitih nivoa. Iste su starosti, ali nešto rjeđi, ulomci prugastih dolomitičnih vapnenaca i dolomita. To se zaključuje prema nalazima ulomaka, koji se sastoje od dva dijela, od kojih je jedan gore opisani sivi vapnenac, a drugi prugasti dolomitični vapnenac.

Razmjerno rijetki, ali mjestimično jače koncentrirani, nalaze se ulomci crvenih i sivih vapnenaca, koji se prepoznaju po brojnim fragmentima bodljikaša ili po presjecima amonita. Vjerujemo da je u ovakvim ulomcima u okolini Horvatovih stuba (sl. 1, lokalitet 3) Šikić (1965) našao ljaske mikrofosile, te je cijeli kompleks stijena shvatio kao ljaske. Njegovom popisu fosila, u kome su najvažniji *Involutina liassica* (Jones) i »*Vidalina*« *martana* Farinacci, mogu se još dodati *I. turgida* Kristan, *Trocholina turris* Frentzen, *T. granosa* Frentzen, »*Vidalina*« *leischneri* (Kristan-Tollmann), »*V.*« *carinata* (Leischner) te *Globochaete alpina* Lombard (tab. II, sl. 1-2). Osim toga, kao što je već Šikić (1965) naveo, dolaze i brojne nodosariide, fragmenti bodljikaša, zatim sitni brahiopodi, amoniti i puževi (tab. II, sl. 3), te spikule spužvi i radiolarije. Treba još napomenuti, da smo ljaske ulomke našli na svim istraženim izdancima, makar trijaski (nor-retski) ulomci u cjelini prevladavaju.

Podrobnija biostratigrafska i mikrofacijalna analiza nor-retskih i ljasčkih ulomaka prikazana je na drugom mjestu (Gušić & Babić, 1972).

Posebno je značajan nalaz foraminifere *Globigerina*, koju Šikić (1965) navodi zajedno s drugim ljasčkim mikrofosilima. Naš nalaz (samo jedan ulomak s mnoštvom globigerinoidnih formi - tab. III, sl. 1) pokazuje da se radi o oblicima koji se obično navode kao »protoglobigerine« ili »jurske globigerine«. Uz njih, u istom ulomku ne dolazi niti jedan od gore nabrojanih ljasčkih mikrofosila. U nekim drugim ulomcima nalazi se

tek po koja globigerinoidna foraminifera uz mnoštvo ljuštura pelagičkih školjkaša (tab. III, sl. 2). I »jurske globigerine« i ljušture pelagičkih školjkaša (»filamenti«) poznati su u širem mediteranskom području najčešće iz dogera i donjeg malma. Brojni radovi, od kojih smo važnije naveli jednom ranijom prilikom (Gušić & Babić, 1970), utvrdili su takav raspon starosti za te oblike, a ovdje možemo spomenuti samo još dva najnovija podatka. Centamore i dr. (1971) prikazali su, između ostalog, i vertikalni raspon spomenutih oblika u područjima Umbria i Marche u Apeninima, na više od 20 snimljenih stupova. Tamo »globigerine« dolaze u kaloviju i oksfordu, a pelagički školjkaši od toarcija do oksforda. Približno jednaki raspon ovih oblika (doger-oksford) utvrdili su Fenninger & Holzer (1972) u Sjevernim vapnenačkim Alpama, od krajnjeg zapada Austrije pa sve do područja Beča. Možemo dakle smatrati da su na lijasu bili istaloženi i mlađi jurski sedimenti (doger – donji malm), koji su također bili izvor ulomaka za senonske kršnike.

Najrjeđi su ulomci pješčenjaka, rožnjaka, sivih vapnenaca s krupnim ljušturama školjkaša, te vapnenaca s orbitolinama. S obzirom na nedavno dokazano postojanje donje krede na Medvednici (Gušić, 1971), može se smatrati da veći dio ove skupine ulomaka potječe iz donjokrednih stijena.

Nakon što je već bio utvrđen detritični značaj ovih sedimenata, i dalje se činilo da uz kršnike postoje i trijaski odnosno lijaski vapnenci, koji bi im činili podinu. Međutim, niti na jednom od proučenih izdanaka nismo uspješili potvrditi takvu mogućnost. Naprotiv, što je rad više napredovao, broj izdanaka s mogućim podinskim trijaskim i lijaskim vapnencima sve se više smanjivao, a udio sigurno utvrđenih kršnika povećavao se do oko dvije trećine svih izdanaka. Unutar većeg stjenovitog izdanka odjednom bi se našao ulomak crvenog lijaskog vapnenca, ili krednog pješčenjaka, ili malo crvene osnove s globotruncanama. Iako dakle ne možemo isključiti mogućnost da na nekom od istraženih izdanaka (sl. 1) uz kršnike postoji i primaran gornji trijas i lijas, ipak nam se takva mogućnost ne čini vjerojatnom. Protiv toga naime govori i rekonstrukcija postanka kršnika, kako ćemo je pokušati prikazati. U tu svrhu pogodno je najprije proučiti osnovu. Na njoj se mjestimično vide tragovi plastičnog preoblikovanja, što pretpostavlja kretanje i taloženje zajedno s ulomcima. Masa detritusa u kretanju vjerojatno je povukla mulj sa dna i ponijela ga sa sobom. Ovo navodi na misao da kršnici predstavljaju razmjerno kratku fazu sedimentacije, koja čini samo dodatak »autohtonog« pelagičkoj sedimentaciji. S tim bi bio u skladu i pelagički značaj neposredne krovine (crveni laporoviti vapnenci), a na pelagičku podinu – prema predloženom tumačenju – upućivao bi pretaložen sediment osnove. Ovo su dodatni podaci u prilog pretpostavci da vapnenački izdanci u cijelosti predstavljaju kršnike, odnosno da unutar njih nema podinskih gornjotrijaskih i lijaskih stijena. U tom su smislu na karti (sl.1) svi izdanci označeni kao kršnici.

Izvorne stijene, međutim, nisu bile daleko. S jedne strane, na to ukazuje nedostatak slojevitosti i graduiranja, kao i loše sortiranje. S druge strane, u

neposrednoj krovini kršnika, u crvenim laporovitim vapnencima, dolaze detritični ulošci koji su po svom sastavu i porijeklu jednaki kršnicima, pa nam svojim osobinama mogu pomoći. Oni samo iznimno pokazuju graduiranje, nemaju jasnih turbiditskih slijedova, a česte su pojave klizanja i tečenja sedimentata. Zbog svega toga možemo smatrati da su se izvorne stijene, koje su zajedničke i kršnicima i detritičnim ulošcima u crvenim laporovitim vapnencima krovine, nalazile razmjerno blizu mjesta taloženja njihova detritusa, odnosno u širem području današnje Medvednice. To su bili u prvom redu nor-retski vapnenci i dolomitični vapnenci, koji su time prvi put dokazani u ovom području. Zatim su to bili lijaski vapnenci, pa je opravdano mišljenje Šikića (1965) o postojanju lijasa, iako vjerujemo da njegovi nalazi potječu iz ulomaka u kršnicima. Uz lijaski vapnenac bilo je i nešto mlađih jurskih vapnenaca, što je prvi podatak te vrste na Medvednici. I konačno, mali dio ulomaka potječe iz donjokrednih stijena, koje su također tek od nedavno poznate na Medvednici (Gušić, 1971).

Sedimentacija kršnika nije bila prostorno tako ograničena kao što bi se moglo zaključiti iz slike 1. Naime, jedan izdanak jednakih osobina nalazi se izvan područja prikazanog na sl. 1, u potoku Poljanica u zapadnom dijelu planine, na oko 280 m nadmorske visine. Radi se doduše o bloku koji je dosklizao iz neposredne blizine, a prvotno mu se mjesto nije dalo odrediti. Daljina do izdanaka kod Puntijarke, prikazanih na sl. 1, iznosi oko 5 km. Moguće je dakle da se još ponegdje pronađu jednake stijene.

3. OSVRT NA GORNJI TRIJAS I JURU

Kako ulomci u kršnicima potječu iz razmjerno blizini izvornih stijena, koje su sigurno bile smještene u današnjem području Medvednice, ili u njejoj najbližjoj okolini, moguće je na to područje primijeniti neke zaključke o postanku stijena iz kojih potječu ulomci. Posebno nas zanimaju nor-ret i lijas, jer o tim razdobljima imamo najviše podataka.

Ulomci nor-retskih vapnenaca najčešće imaju obilnu muljevitom osnovu, koja je često naknadno djelomično rekristalizirana. U njoj su, u manjoj ili većoj količini, rasuti skeleti ili dijelovi skeleta foraminifera, algi, školjkaša, puževa i drugog. Ovakva struktura i biota, posebno alge, označuju mirnu i vrlo plitku morsku okolinu. Vrlo rijetko susreću se stijene sa znatnom potporom (engl. grain-support) i sparitskim ili djelomično sparitskim vezivom, u kojima su česta zrna ooidi. Jača uzburkanost s valovima i strujama bila je dakle rijetka i kratkotrajna pojava u inače plitkom i mirnom moru.

Ulomci nor-retskih dolomitičnih vapnenaca i dolomita znatno su rjeđi od vapnenačkih. Posjeduju planarnu ili nakovrčanu laminaciju, pa ih možemo usporediti sa stromatolitskim sedimentima. Mjestimično je laminacija razrezana sitnim okomitim pukotinama, uz koje mogu lamine biti savijene na gore. Ovi su sedimenti nastali u litoralu ili neposredno ispod nje, a pukotinic i savijanja posljedice su isušivanja za vrijeme izvirivanja dna iznad površine vode.

U cjelini je, dakle, u nor-retu prevladavalo vrlo plitko i mirno more s vrlo rijetkim i kratkotrajnim fazama uzburkanosti, kao i s povremenim litoralnim fazama.

Ulomci lijaskih vapnenaca imaju znatno drugačije osobine. Uvijek imaju muljevitu osnovu, a u njoj su rasuti skeleti, među kojima su najčešći komadi bodljikaša, zatim foraminifere među kojima su najčešće Nodosariidae, pa sitni brahiopodi i amoniti, te spikule spužvi, radiolarije i pelagički mikrofossil *Globochaete alpina* Lombard. Uz to, nisu zapažene nikakve čestice koje bi potjecale s kopna niti čak ukazivale na plitku vodu. Izrazita je dakle razlika prema plitkovodnim sedimentima nor-reta i jasne su osobine sedimentacije u dubljem moru.

Može se dakle zaključiti da je približno na granici između trijasa i lijasa došlo do izrazite promjene vrsta okolina, kao posljedice produbljivanja mora. Ta promjena odgovara istovrsnom produbljivanju koje se zbilo u mnogim dijelovima šireg mediteranskog područja u to vrijeme, a brojni je istraživači smatraju početnim korakom diferencijacije i oblikovanja geosinklinalnih pragova i korita u juri.

Marinska sedimentacija nije prekinuta nakon lijasa, nego je nastavljena barem u doger bez znatnijih promjena; prevladavalo je dublje more i pelagički sedimenti.

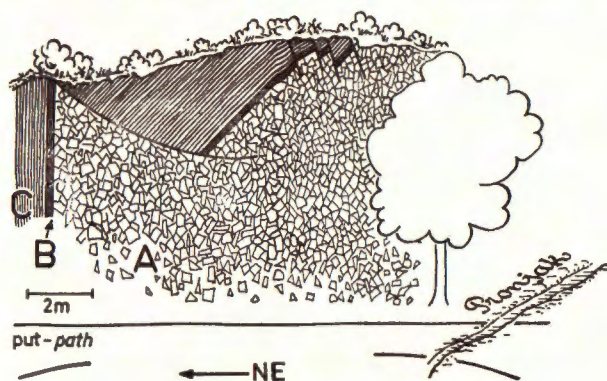
Do sada u području Medvednice nisu bili pronađeni izdanci paleontološki dokazanih gornjotrijaskih vapnenaca. Međutim, sjeveroistočno od Gornje Stubice, u području brda Hum (396 m) i potoka Burnjak, koje je Gorjanović-Kramberger (1908) smatrao krednim, našla je Neděla-Devidé karbonatne stijene i označila ih kao srednji i gornji trijas (Herak & Neděla-Devidé, 1964). Vapnenci ovog područja posve odgovaraju nor-retskim ulomcima koje smo ranije opisali, iako za sada nemamo izravnih dokaza o njihovoj starosti. Na samom vrhu Huma nađen je na drugotnom mjestu i jedan komad lijaskе stijene, koji posve odgovara ranije opisanim lijaskim ulomcima. Vjerojatno se ovdje radi o slijedu gornji trijas-lijas, koji je pokriven kvartarnim sedimentima.

4. CRVENI LAPOROVITI VAPNENCI (SCAGLIA)

Izravnu krovinu kršnika mogli smo vidjeti samo u kamenolomu u potoku Pronjak (sl. 1, lokalitet 4; sl. 2). Prema prvom tumačenju odnosa, tu na sivim vapnencima pred-kredne starosti transgresivno leže najstariji kredni klastiti Medvednice (cenoman-turon); crveni laporoviti vapnenci (Scaglia) na lijevoj (=sjeveroistočnoj) strani kamenoloma bili bi u rasjednom odnosu sa sivim vapnencima (Neděla-Devidé, 1954, 1956). Nakon što je ustanovljeno da vapnenački izdanci predstavljaju senonske kršnike, otvoren je problem njihovog odnosa prema klastitima koji su prije smatrani cenoman-turonskim, kao i prema Scaglia-vapnencima. Proučavanjem odnosa u kamenolomu ustanovljen je slijed od tri člana: (A) kršnici, (B) Scaglia-vapnenci i (C) laporovite i klastične naslage (sl. 2). Između njih nema prekida u sedimentaciji. Međusobni njihov odnos najlakše se i naj-

jasnije može vidjeti na lijevoj (sjeveroistočnoj) strani kamenoloma, gdje su slojevi položeni okomito. Prijelaz iz kršnika u crvene laporovite vapnenice čini se da je oštar, a iz njih u laporovite i klastične naslage postepen, ali brz.

Debljina crvenih laporovitih vapnenaca je najviše 60 cm, a može biti smanjena na desetak cm, što je djelomice posljedica naknadnih tektonskih poremećaja. Pretežni dio debljine je pelagički sediment tipa Scaglia i sa-



Sl. 2. Shematska skica gornjosenonskog slijeda u kamenolomu Pronjaka (lok. 4, sl. 1)
Fig. 2. Schematic sketch of the Upper Senonian sequence in the Pronjak quarry
(loc. 4, fig. 1)

- A Vapnenački kršnici – Limestone breccia
B Crveni laporoviti vapnenici – Red marly limestone
C Tamne klastične i laporovite naslage – Dark clastic and marly deposits

drži globotruncanide. U njemu međutim dolazi nekoliko tankih uložaka (do 3 cm debljine) kršnika i kalkarenita s najvećim ulomcima do 1 cm. Vrste ulomaka iste su kao i kod kršnika, pa su im i izvori isti. Prijenos čestica bio je u naletima, ali razmjerno kratak, što se vidi po osobinama uložaka. U njima se samo iznimno zapaža graduiranje, a pojave rasutog detritusa, ili koncentriranog u gnijezda, ili pak kalkarenitskih lamina položenih koso prema slojevima, posljedica su klizanja i tečenja sedimenta po dnu, što je vjerojatno uzrokovano naletima struja. S takvim pojavama u vezi su i bočne promjene tekstura. Izvori čestica bili su dakle razmjerno blizu, a njihovo taloženje obavljeno je u dubljem otvorenom moru, gdje su se »autohtonno« taložili pelagički crveni laporoviti vapnenici.

Ovim sedimentima već je ranije bila određena gornjokredna starost i bili su uspoređeni sa sličnim naslagama gornjosenonske starosti (kampan i prijelaz kampan-mastriht) na južnim i jugoistočnim padinama Medvednice (Neděla-Devíde, 1951–53, 1954, 1957). Iz kamenoloma u Pronjaku mogli su se odrediti ovi oblici: *Globotruncana lapparenti lapparenti*, *G. lapparenti tricarinata*, *G. fornicata*, *Heterohelicidae* i *Globigerinidae*. Ovi obli-

ci ne omogućuju dovoljno točnu stratigrafsku odredbu, pa ćemo se u tu svrhu poslužiti odredbom starosti kršnika koji ovim naslagama leže u podini, i kojih smo starost mogli točnije odrediti kao kampansku, a najvjerojatnije gornjokampansku. Prema tome ovi sedimenti, crveni laporoviti vapnenci, su ili gornjokampanski ili stoje na prijelazu iz kampana u mastriht. To potvrđuje raniju usporedbu sa sličnim sedimentima tipa Scaglia na južnoj strani Medvednice (Neděla-Devidé, 1951-53, 1954, 1957).

5. TAMNE LAPOROVITE I KLASTIČNE NASLAGE

Ovdje će biti govora samo o izdancima u kamenolomu Pronjaka (sl. 1, lok. 4; sl. 2) i neposredno iznad njega – ukupno nekoliko desetaka metara debljine – iako su iste stijene rasprostranjene i na okolnim sjevernim padinama Medvednice. U spomenutom kamenolomu vidi se kako ove naslage leže neposredno na crvenim laporovitim vapnencima koje smo upravo opisali. Sastav im je raznovrstan: lapori, pješčenjaci, kršnici i konglomerati. Kako je već spomenuto, smatralo se da ove naslage upravo u ovom kamenolomu pripadaju najstarijem transgresivnom kompleksu gornjokrednih naslaga Medvednice (Neděla-Devidé, 1954, str. 72; 1956, str. 326).

Prijelaz iz prethodnog sedimentacijskog člana, crvenih laporovitih vapnenaca, ostvaruje se postepenim dodavanjem uložaka pretežno nekarbonatnog detritusa u pelagičke slojeve, koji postaju sve manje vapnoviti, a sve više glinoviti. Prijelazni interval debeo je oko 25 cm, a nakon toga pojavljuju se i ruditski ulošci. Većina čestica je terigenog porijekla. One mogu biti uglate i zaobljene, a dosežu veličinu preko 20 cm. Ima ulomaka raznih stijena: vapnenaca, rožnjaka, pješčenjaka i drugih. Kod arenitskih stijena čest je detritični kremen.

Ovakvu promjenu u sedimentaciji uzrokovali su pokreti izdizanja, koji su stvorili nove kopnene prostore i nove izvore terigenih čestica. Tim su pokretima promijenjeni i oblici bazena, zatim reljef dna i cirkulacija vode. Od toga događaja dakle vladaju novi, i to bitno drugačiji, paleogeografski odnosi.

Ove velike promjene traže da ih što točnije vremenski odredimo. U prvih 25 cm debljine tamnih lapora i klastita, koji su malo prije opisani kao prijelaz iz podinskih crvenih laporovitih vapnenaca, nađene su: *Globotruncana lapparenti lapparenti*, *G. lapparenti tricarinata*, *G. lapparenti bulboides* i Heterohelcidae. Oko 20 m iznad tog prijelaza nađeni su i dalje uglavnom isti oblici, tj. *G. lapparenti lapparenti*, *G. lapparenti tricarinata* i Heterohelcidae. Sudeći prema starosti podinskih sedimenata, za koje smo zaključili da moraju pripadati gornjem kampanu ili prijelazu kampan-mastriht, promjena sedimentacije izvršena je približno na granici kampan-mastriht, ili u najdonjem mastrihtu. U to vrijeme dakle izvršeni su i pokreti izdizanja i paleogeografske promjene. Iz mastrihta se sedimentacija vjerojatno nastavila u stariji paleogen, koji je na Medvednici dokazan u najnovije vrijeme (Gušić & Babić, 1973).

6. OPĆENITO O GORNJEM SENONU MEDVEDNICE

Gornjosenonske tektonske i paleogeografske promjene, koje smo protumačili na osnovi slijeda naslaga u kamenolomu Pronjaka, svakako su zahvatile znatno veći prostor. Kako se dakle radi o promjenama koje su značajne i po jakosti, i po vrsti, i po rasprostranjenju, nastojat ćemo ih staviti u određeni odnos prema ostalim podacima o gornjem senonu Medvednice. Gornjosenonske naslage Medvednice mogu se uključiti u dvije stratigrafske jedinice, koje su međusobno odijeljene spomenutim pokretima i paleogeografskom promjenom.

Starija stratigrafska jedinica gornjeg senona obuhvaća pelagičke vapnence tipa Scaglia, koji pripadaju kampanu i prijelazu kampan-mastriht (Neděla-Devidé, 1951-53, 1957). Oni su vrlo rasprostranjeni na južnim i jugoistočnim padinama Medvednice i u njima se mjestimično mogu naći ulošci detritičnih stijena, koje svojim sastavom i teksturama ukazuju na istovremeno postojanje kopnenih i plitkomorskih okolina, a ujedno i turbiditske sedimentacije prenešenog terigenog i plitkovodnog detritusa. Takvi nepelagički utjecaji bili su međutim ograničenog intenziteta. Naime, pelagički značaj osnovnog sedimenta ostaje uvijek isti: donešeni detritus ulaze se uvijek u vapnence i laporovite vapnence (bije, sive, crvene, ljuubičaste) tipa Scaglia s pelagičkim foraminiferama, koji se talože »autohton« u dubljem otvorenom moru. U ovu jedinicu ubrajamo i kršnike i crvene laporovite vapnence Pronjaka, kao i pretpostavljenu pelagičku podinu kršnika, koju još izravno ne poznajemo.

Sedimenti mlađe stratigrafske jedinice gornjeg senona nastaju u izmijenjenim uvjetima, koji na različitim mjestima ostvaruju nove i raznolike okoline. Ta jedinica obuhvaća najmlađe naslage u kamenolomu Pronjaka, koje su nastale uz jasan utjecaj kopnenih izvora detritusa, te izmijenjenu cirkulaciju i drugačiji reljef dna, u moru koje nije bilo jako plitko. Ovamo treba uvrstiti i naslage sjeveroistočnog dijela Medvednice iz kojih je Neděla-Devidé odredila mastrihtske orbitoidide (Herak & Neděla-Devidé 1964), a Polšak (1965) mastrihtske rudiste. Ovi sedimenti pokazuju da su se uz kopna pružali plicaci koje su nastavali rudisti, velike bentičke foraminifere i drugi plitkovodni organizmi.

Za još neke naslage na Medvednici pretpostavljamo da su istovremene s opisanim; u njima se nalaze orbitoidi koji još nisu detaljnije proučeni. Tako se u području gornjeg toka i izvorišnog dijela potoka Vidovca (područje Koprivnjak; na staroj specijalnoj karti potok je krivo označen imenom Bidrovec!) nalaze razmjerno debele klastične naslage. Sadržaj i vrste čestica dokazuju postojanje i kopna i plicaka u blizini, a sami sedimenti vjerojatno su nastali na pragu (šelfu). Neděla-Devidé je u njima našla orbitoide i naslage smatra gornjosenonskim (Herak & Neděla-Devidé, 1964). Na suprotnom kraju Medvednice (jugozapadni dio), u Mikulić potoku, na oko 280 m nadmorske visine, nalaze se turbiditski sedimenti. Pojedini dijelovi slijedova sadrže isključivo karbonatni de-

tritus, uključivo kršje školjkaša (često rudista) i orbitoide. Krupnozrnati dijelovi slijedova sadrže veliku količinu terigenih čestica (paleozoik Medvednice). Izvori za ove sedimente bili su dakle i karbonatni plicak i kopno.

Ovi podaci pružaju nam sliku o postojanju istovremenih a različitim okolina u mastrihtu, nakon promjene dotadašnjih paleogeografskih odnosa: kopno, pliće more s pretežno nekarbonatnom terigenom sedimentacijom, morska područja s miješanom, pretežno terigenom i slabo zastupljenom pelagičkom sedimentacijom, a može se pretpostaviti još i postojanje istovremenih karbonatnih plicaka, zatim okolina s turbiditskom sedimentacijom i možda sedimenti praga (šelfa). Pelagička sedimentacija bila je znatno potisnuta.

U najnovije vrijeme na Medvednici su dokazani i sedimenti starijeg paleogena (Gušić & Babić, 1973). I oni pokazuju priličnu raznolikost, pa se može pretpostaviti kontinuitet razvedenosti reljefa, iako ne i posve jednake prilike, iz mastrihta u stariji paleogen.

7. ZAKLJUČCI

Do sada nepoznati kampanski kršnici (breče) sastoje se od ulomaka stijena nor-reta (sivi vapnenci i dolomitični vapnenci), lijasa (crveni i sivi vapnenci), jure mlađe od lijasa (vapnenci) i donje krede (različiti sedimenti). Gornjotrijaski i lijaski ulomci čine najveći dio kršnika, dok su donjokredni ulomci rijetki. Izvorne stijene bile su razmjerno blizu, odnosno u širem području današnje Medvednice.

Nor-retski ulomci potječu od stijena koje su nastale u mirnom i vrlo plitkom moru, s rijetkim i kratkotrajnim fazama jače uzburkanosti, te s povremenim litoralnim fazama. Lijaske stijene nastale su u znatno drugačijoj okolini, s mirnom sedimentacijom u dubljoj vodi. Izrazita promjena vrsta okolina, kao posljedica produbljivanja približno na granici trijas-lijas, može se povezati s produbljivanjem koje se tada zbilo u mnogim dijelovima mediteranske geosinklinale i koje se smatra početnim korakom diferencijacije i oblikovanja geosinklinalnih korita i pragova u juri. Sedimentacija je nastavljena i nakon lijasa – barem u doger – i to bez bitne promjene značaja.

Oko dvije trećine istraženih vapnenačkih izdanaka izgrađeno je od kršnika, dok za preostali dio to nije moglo biti jednoznačno utvrđeno, ali se na temelju osobina kršnika i na temelju rekonstrukcije njihovog postanka pretpostavlja da su vapnenački izdanci u cijelosti izgrađeni od kršnika. Njihovo taloženje predstavljalo je vjerojatno brzu i kratku fazu sedimentacije u dubljem otvorenom moru, odnosno »dodatak« pelagičkoj sedimentaciji.

Slijed naslaga gornjeg senona otkriven je u kamenolomu u potoku Pronjak (sl. 2). Na kršnicima najprije leže crveni laporoviti vapnenci tipa Scaglia s ulošcima uglavnom karbonatnog detritusa, koji je istog sastava i istog porijekla kao i kod kršnika u podini. Starost im je gornjokampanska,

ili stoje na prijelazu u mastriht. Na njima s postupnim prijelazom slijede tamne laporovite i klastične naslage, koje se počinju taložiti približno na granici kampan-mastriht ili u najdonjem dijelu mastrihta, a nastavljaju se vjerojatno u stariji paleogen.

Početak drugačije vrste taloženja u mastrihtu ukazuje na važne tektonske pokrete, koji su stvorili nove paleogeografske odnose, a time i nova kopna. S ovim zaključcima dovedeni su u vezu i ostali podaci o gornjem senonu Medvednice, koje možemo uvrstiti u dvije stratigrafske jedinice. Starija jedinica (kampan i prijelaz kampan-mastriht) je pretežno pelagička, tipa Scaglia, nastala u otvorenom i dubljem moru. Pelagičkim je sedimentima s ograničenim intenzitetom povremeno dodavan terigeni i plitkovodni detritus. Mlađa jedinica (mastriht) nastaje nakon tektonskih pokreta, u novo stvorenim paleogeografskim uvjetima. Taj se događaj zbio približno na granici kampan-mastriht. Nastale su raznolike okoline i talože se facijelno veoma raznovrsni sedimenti. Dominira klastična sedimentacija i terigeni utjecaji, a pelagička je sedimentacija znatno potisnuta. Raznolikost sedimentacije nastavlja se i u stariji paleogen.

Opisane promjene u gornjem senonu važan su korak u strukturnom i ujedno paleogeografskom razvoju Medvednice i ovog dijela Dinarida.

8. ZAHVALE

Pisci se zahvaljuju kolegici J. Zupanič, mr. geol., na korisnim kritičkim primjedbama kako za vrijeme rada, tako i kod pisanja ovog članka.

Posebna hvala ide INA-Naftaplinu, koji je pomogao istraživanja. Autori se zahvaljuju i Fondu za naučni rad SR Hrvatske, koji je također podupro ovaj rad.

Primljeno 13. 3. 1972.

*Geološko-paleontološki zavod
Prirodoslovno-matematički fakultet
41000 Zagreb, Soc. revolucije 8*

9. LITERATURA

- Centamore, E., Chiocchini M., Deiana, G., Micarelli, A. & Pieruccini, U. (1971): Contributo alla conoscenza del Giurassico dell' Appennino umbro-marchigiano. *Studi Geol. Camerti*, 1, 7-89. Camerino.
- Dalbiez, F. (1955): The genus *Globotruncana* in Tunisia. *Micropaleontology* 1/2, 161-171, New York.
- Fenninger, A. & Holzer, H.-L. (1972): Fazies und Paläogeographie des oberostalpinen Malm. *Mitt. Geol. Gesellsch. Wien*, 63 (1970), 52-141. Wien.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1908): Geologijska prijedlogna karta kraljevine Hrvatske-Slavonije. Tumač geologijskoj karti Zagreb. (Zona 22, col. XIV), 75 str. Kralj. Zemalj. vlada, Zagreb.
- Gušić, I. (1971): O postojanju donje krede na Medvednici. *Geol. vjesnik* 24, 197-200, Zagreb.

- Gušić, I. & Babić, Lj. (1970): Neke biostratigrafske i litogenetske osobine jure Žumberka. *Geol. vjesnik*, 23, 39–54, Zagreb.
- Gušić, I. & Babić, Lj. (1972): Die Mikrofazies und Mikrofauna der Obertrias und des Lias im Medvednica Gebirge (Nordkroatien). *Symp. »Mikrofazies und Mikrofauna der Alpenin Trias und deren Nachbargebietes«*. Innsbruck. (u tisku).
- Gušić, I. & Babić, Lj. (1973): Paleogeni vapnenci na Medvednici. *Geol. vjesnik*, 25, 287–292, Zagreb.
- Herak, M. & Neděla-Devidé, D. (1964): Geologija Zagrebačke regije, *Arhiv Geogr. inst. Zagreb* (neobjavljeno).
- Knipscher, H. C. G. (1956): *Biostratigraphie in der Oberkreide mit Hilfe der Globotruncanen*. *Pal. Zeitschr.* 30, Sonderheft, 50–56, Stuttgart.
- Neděla-Devidé, D. (1951–1953): Nalazi globotrunkana u Medvednici, Zrinskoj gori, Boki Kotorskoj i okolici Budve. *Geol. vjesnik* 5–7, 299–315, Zagreb.
- Neděla-Devidé, D. (1954): Izvještaj o proučavanju stratigrafskih i tektonskih odnosa gornje krede u Zagrebačkoj gori u 1952. godini. *Ljetopis Jugosl. akad.* 59, 70–73, Zagreb.
- Neděla-Devidé, D. (1956): O proučavanju krede na sjevernim padinama Medvednice. *Ljetopis Jugosl. akad.* 61, 325–328, Zagreb.
- Neděla-Devidé, D. (1957): Značenje globotrunkanida za rješavanje nekih stratigrafskih problema u Jugoslaviji. II. kongres geol. FNRJ, Sarajevo, 134–154, Sarajevo.
- Polšak, A. (1965): Rudisti mastrihta iz sjeveroistočnog dijela Zagrebačke gore. *Geol. vjesnik* 18/2, 301–308, Zagreb.
- Poljak, J. (1929): Ein Karstrelikt am Nordabhange der Zagrebačka Gora. *Vijesti Geol. zav.* 3, 115–119, Zagreb.
- Postuma, J. A. (1971): *Manual of planctonic Foraminifera*. Elsevier Publ. Comp., VI + 417 str., Amsterdam.
- Salaj, J. & Samuel, O. (1966): *Foraminifera der Westkarpaten-Kreide (Slowakei)*. 291 str., Bratislava.
- Šikić, K. (1965): The Lower Jurassic on the northern slopes of Medvednica (Zagrebačka gora Mountain). *Bull. sci. Yougosl.*, (A), 10/12, 417–418, Zagreb.

LJ. BABIĆ, I. GUŠIĆ and D. DEVIDÉ-NEDELA

SENONIAN BRECCIAS AND OVERLYING DEPOSITS ON MT.
MEDVEDNICA (NORTHERN CROATIA)

Up to now the rocky calcareous outcrops on the northern slopes of Mt. Medvednica (north of Zagreb) (text-fig. 1) have been considered limestones of undefined pre-Cretaceous (Neděla-Devidé, 1954, 1956) or Liassic (Šikić, 1965) age, respectively. The relation to the surrounding clastic, marly and eruptive rocks cannot be clearly seen. The overlying deposits can be observed only at one place, in the Pronjak quarry (text-fig. 1, loc. no. 4), where the following superpositional sequence can be recognized: (A) Limestone breccia, (B) Red marly limestone (Scaglia), and (C) Dark clastic and marly deposits (text-fig. 2).

Limestone breccia

The breccia character of the rocks (so far considered limestones) can be seen at many places. The matrix consists of red to yellow-brown pelagic limestone or marly limestone containing Upper Cretaceous pelagic foraminifers (Globotruncanidae, Globigerinidae and Heterohelicidae). The following forms have been determined: *Globotruncana lapparenti lapparenti* Brotzen, *G. lapparenti tricarinata* (Quereau) (most frequent), *G. lapparenti bulloides* Vogler, *G. lapparenti inflata* Bolli, *G. fornicata* Plummer, *G. conica* White, *G. ventricosa* Marie, *G. elevata elevata* (Brotzen) (pl. III, fig. 3) (fairly common), *G. arca* (Cushman), *G. stuarti* (de Lapparent) and *G. rugosa* Marie (rare). These forms determine the age of these limestone breccias as Campanian, most probably Upper Campanian.

The fragments are of different ages: Norian-Rhaetian, Liassic, Dogger-Lower Malm, and Lower Cretaceous. The prevailing uniformly grey colour of the outcrops derives from the colour of the Norian-Rhaetian fragments, their main component.

1. The thickness of the breccia containing the above mentioned fragments seems to vary laterally, the greatest reaching, in our estimate, about 5-7 m. However, an even greater thickness cannot be excluded. The bedding is not seen. The fragments are angular, poorly sorted, their size ranging from a few cm to over 1 m. The pelagic matrix shows traces of plastic deformation or flow; hence the supposition that it was moved and deposited together with the fragments. Consequently, the matrix was probably primarily mud deposited on the bottom of an open sea, afterwards raised from there and incorporated into the moving detritus. The underlying rocks having not been found, we have no direct information on them. The overlying pelagic deposits have been studied in the Pronjak quarry (text-fig. 1, loc. 4; text-fig. 2), and they will be discussed later. The breccia deposition must have occurred in a relatively short time, as an addition to the slow pelagic sedimentation of the red marly limestone.

The existence of primary Upper Triassic and Liassic rocks underlying the breccia should not be excluded, but no conclusive proof could be found. On the contrary, the more our study progressed, the less probable the existence of primary Triassic and Liassic limestones seemed. Therefore, we believe that the Šikić's (1965) Liassic microfossils also derived from the redeposited Liassic fragments in the breccia, the more so since at the localities cited by Šikić (1965) the breccia character of the rocks can be doubtlessly recognized.

The source rocks must have lain in the vicinity of the place of deposition. The first evidence of this are the characteristics of the breccia, showing no bedding, no sorting, no grading. The second evidence is provided by the immediately overlying pelagic red marly limestone containing calcarenitic and calciruditic intercalations. These intercalations are of the same composition and origin as the underlying breccia; they are without clear turbiditic structural sequences, only exceptionally graded, but often with slump and flow structures. This is why the sources of both the breccia and the above mentioned intercalations in the overlying limestone must exist in what is now Mt. Medvednica, or in the immediate vicinity. Thus the fragment investigation results can apply to the area explored.

2. *Norian-Rhaetian fragments* are represented by grey and dolomitic limestones. The limestone usually has a muddy matrix and dispersed skeletal particles. Both the matrix and the skeletal particles may be recrystallized to different degree. The following microfossils have been determined (pl. I): *Triasina hantkeni* Majzón, *Involutina* (= *Aulotortus*) *sinuosa* (Weynschenk), *I.* (= *Angulodiscus*) *communis* (Kristan), *I.* (= *Angulodiscus*) *gaschei* (Koehn-Zaninetti & Brönnimann), *Trocholina permodiscoides* Oberhauser, small undetermined Ammodiscidae (probably genera *Glomospira* and *Glomospirella*), and dasycladacean genera *Gyroporella* and *Heteroporella*, as well as *Thaumatoporella parovesiculifera* (Raineri). Besides, sections of gastropods, brachiopods, and pelecypods (also including large *Megalodon*-shells) have been found. Both the fossils (espe-

cially algae) and the textural characteristics of the rocks indicate very shallow and quiet water. Limestone fragments with grain-support and ooid grains are rare, showing only the occasional character and short duration of turbulent phases.

Dolomitic limestones of the same age frequently show a planar or corrugated lamination (probably stromatolitic), which may be finely vertically fractured. The margins of the laminae close to the fractures are sometimes curved upward. These sediments with the clear features of dessication were deposited mainly in the littoral zone.

In general, the source rocks of the Norian-Rhaetian fragments were deposited in a quiet and very shallow sea, with rare and short phases of turbulence and repeatedly occurring littoral phases.

3. The fragments of Liassic limestone (usually red) suggest a new, entirely different environmental picture.

Skeletal particles are scattered in a muddy matrix, but no terrigenous or shallow water particles have been recognized. Besides the echinoderm fragments, the dominant biogenic component, one can also find foraminifers (nodosariids and involutinids), tiny brachiopods and ammonites (up to 25 mm), sponge spicules, radiolarians, and the pelagic form *Globochaete alpina* Lombard. The stratigraphically most important species, already recorded by Šikić (1965), are *Involutina liassica* (Jones) and »*Vidalina*« *martana* Farinacci, and here may be added *I. turgida* Kristan (rare), *Trocholna turris* Frentzen, *T. granosa* Frentzen, »*Vidalina*« *leischneri* (Kristan-Tollmann), »*V.*« *carinata* (Leischner), and, as already mentioned, *Globochaete alpina* Lombard (pl. II, figs. 1-3). It seems important to note that Liassic fragments have been found at all the outcrops investigated (text-fig. 1).

The environment is interpreted as a deeper sea bottom, with quiet and slow sedimentation. Consequently, there is a clear environmental change, caused by the deepening of the sea approximately at the Triassic-Liassic boundary. This event must be regarded in connection with the analogous changes in other regions of the Mediterranean geosyncline at that time, generally considered to represent the initial phase of the morphological differentiation into troughs and swells.

A few limestone fragments with »Jurassic Globigerinas« (pl. III, fig. 1) and pelagic lamellibranchs (=»filaments«) (pl. III, fig. 2) represent an important find. Both these forms are widely recorded from the pelagic sequences of the Mediterranean Jurassic, mostly in the Dogger and Lower Malm. Thus the sedimentation continued also after the Liassic time, retaining about the same environmental character.

4. The fewest fragments belong to Lower Cretaceous rocks. They include various rocks: sandstones, cherts, and limestones, which may contain orbitolinas and debris of large lamellibranchs). Their Lower Cretaceous age is inferred from their similarity to the palaeontologically proved Lower Cretaceous rocks on the surrounding northern slopes of Mt. Medvednica (Gušić, 1971).

Red marly limestone (Scaglia)

The breccia is overlain by a thin red marly limestone, which, in turn, is followed by dark clastic and marly deposits. This sequence has been observed at one place only, i. e. in the Pronjak quarry (text-fig. 1, toc. 4; text-fig. 2).

The boundary between the breccia and the red marly limestones appears sharp; the transition to the overlying dark deposits is gradual. The thickness of the marly limestone is 60 cm or less, due to the later tectonic disturbances. The sediments are mainly pelagic, of the Scaglia type, containing *Globo truncana lapparenti lapparenti*, *G. lapparenti tricarinata*, *G. fornicata*, Heterohelicidae and Globigerinidae. A few calcarenite and calcirudite intercalations (thicknesses from 1-30 mm) are of the same composition and origin as the underlying breccia. As it has already been men-

tioned above, these sediments show slump and flow structures, only exceptionally grading, and no clear turbiditic sequences. The age (inferred mainly from the age of the underlying breccia) can be determined as the Upper Campanian, or transitional Campanian-Maastrichtian.

Dark clastic and marly deposits

Only the youngest sediments in the Pronjak quarry (text-fig. 2) and immediately above (totaling about some tens of meters) will be described here, although the same sediments are widespread on the surrounding northern slopes of Mt. Medvednica.

The transition from the red marly limestone occurs by the change of colour into dark grey, and by the intercalations of half-carbonate sandstone and shale beds in the pelagic limestones and marls, which, by the changing of their proper characteristics, become more and more marly and clayey. After the thickness of 25 cm the first breccia intercalation appears. The detrital particles (fragments of various rocks, up to 20 cm, sometimes rounded; detrital quartz) derived from newly formed lands.

Strong tectonic movements must have produced new lands and new detritus sources. These movements changed the basin shape, bottom topography, and water circulation. As a result, a new palaeogeographic situation occurred.

The first 25 cm thickness, just described as the transitional horizon, has yielded *Globotruncana lapparenti lapparenti*, *G. lapparenti tricarinata*, *G. lapparenti bulloides* and Heterohelicidae, and about 20 m above mainly the same forms have been found: *G. lapparenti lapparenti*, *G. lapparenti tricarinata* and Heterohelicidae. These data alone are insufficient for a more precise stratigraphic determination, but considering the better determined age of the underlying breccia (Campanian, most probably Upper Campanian), the age of the tectonic movements may be placed approximately at the Campanian-Maastrichtian boundary or in the Lowermost Maastrichtian. The sedimentation probably continued further into the Lower Palaeogene, which has recently been discovered on Mt. Medvednica (Gušić & Babić, 1973).

General remarks on the Upper Senonian of Mt. Medvednica

Tectonic movements and palaeogeographic changes, as interpreted by the help of the sequence cropping out in the Pronjak quarry, must have had a regional character. They separate the Upper Senonian sediments of Mt. Medvednica into two stratigraphic units.

The lower unit of the Upper Senonian comprises pelagic and marly limestones of the Scaglia type, of the Campanian and the transitional Campanian-Maastrichtian ages, widespread on the southern slopes of the mountain (Neděla-Devidé, 1951-53, 1957). These sediments were deposited in a deeper sea, receiving turbiditic intercalations from shallow water and land environments. Such non-pelagic influences, however, were of low intensity and they have only slightly affected the »basic« pelagic sedimentation of light grey or red limestone and marly limestone of the Scaglia type. The above described breccia and the overlying red pelagic deposits with thin detrital intercalations belong to this unit.

The upper stratigraphic unit of the Upper Senonian began in a new palaeogeographic situation, as a consequence of tectonic movements on the Campanian-Maastrichtian boundary (or in the Lowermost Maastrichtian). These produced new and diverse environments. This unit is represented by the dark clastic and marly deposits in the Pronjak quarry, indicating marine environment (not very shallow) and a strong influence of land-derived material. Maastrichtian orbitoidids (Herak & Neděla-Devidé, 1964) and Maastrichtian rudistids (Polšák, 1965) have been reported from the northeastern parts of Mt. Medvednica, indicating the contemporaneous existence of shoals inhabited by shallow water organisms.

There are two more localities on Mt. Medvednica with orbitoidid foraminifers which are supposed to be of the same age, i. e., Maastrichtian. The first locality (the upper Vidovec creek, northwestern Medvednica) shows thick clastic and marly deposits (possibly shelf sediments). They contain terrigenous and shallow water particles, which prove the contemporaneous existence of these environments. The second locality (the Mikulić creek, at the altitude of 280 m) shows turbidites. The lower, coarse grained portions of turbiditic sequences comprise a large quantity of land-derived particles (mainly fragments of Palaeozoic rocks). The upper portions of the sequences are almost entirely calcarenitic. Consequently, the sources were dry land and carbonate shoals.

All these data give a picture of the co-existence of various environments in the Maastrichtian, after the installation of the new palaeogeography: dry land, shallow sea with predominant non-carbonate clastic sedimentation, and deeper bottoms with predominantly terrigenous (and some pelagic) sediments; others, as carbonate shoals, environments with predominantly turbiditic sedimentation, and shelf environment, are also supposed to have existed at the same time. Pelagic sedimentation was strongly suppressed. Thus, the changes in the Upper Senonian make an important step in the structural and palaeogeographic evolution of this part of the Dinaric chain. The environmental variety continued into the Lower Palaeogene.

Acknowledgements

The authors are greatly indebted to Miss J. Zupanič, M. Sc., for her helpful suggestions and critical reading of the manuscript.

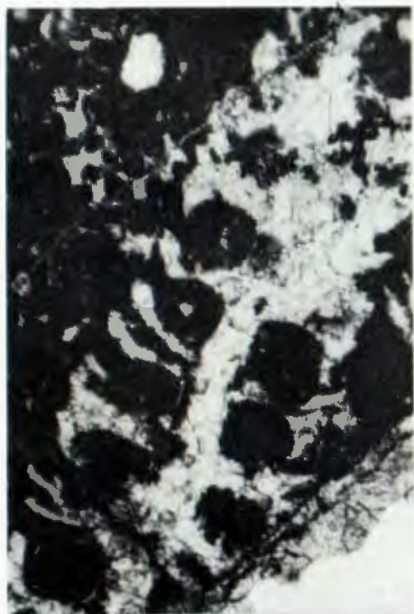
The authors thank the INA-Naftaplin for financial support and for permission to publish this paper, and the Science Foundation of Croatia which also supported this investigation.

Received 13th March 1972

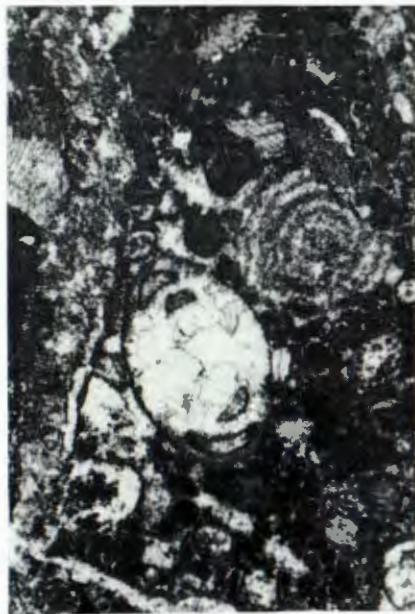
*Department of Geology & Palaeontology
Faculty of Science, University of Zagreb
41000 Zagreb, Soc. revolucije 8*

TABLA – PLATE I
Nor-ret – Norian-Rhaetian

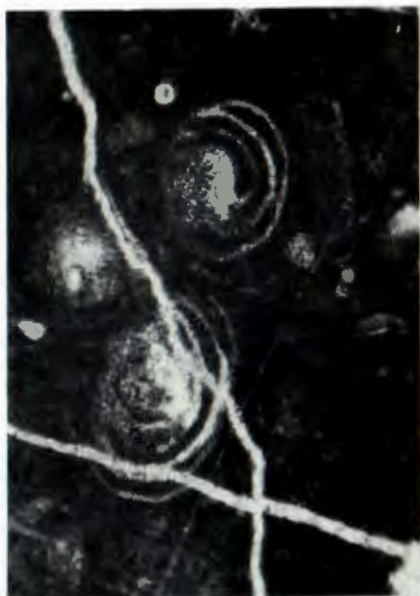
1. *Heteroporella crossi* (Ott) \times 18
2. *Triasina hantkeni* Majzon (desno-right), *Involutina* (*»Aulotortus«*) *sinuosa* (Weynschenk) (lijevo – left) \times 18
3. *Involutina* (*»Angulodiscus«*) *gaschei* (Koehn-Zaninetti & Brönnimann) \times 45
4. *Triasina hantkeni* Majzon, *Involutina* (*»Angulodiscus«*) *communis* (Kristan), itd. (etc.) \times 10



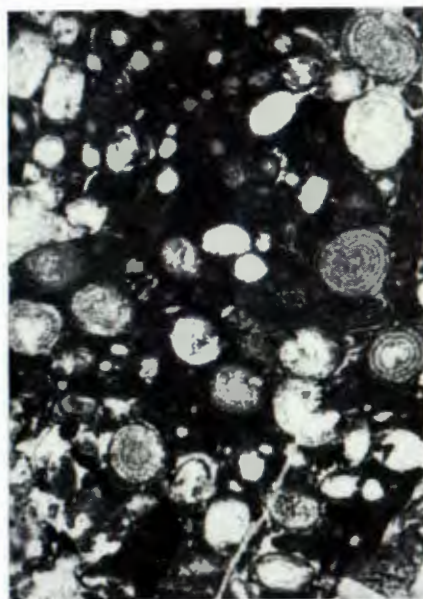
1



2



3



4

TABLÀ _ PLATE II

Lijas - Liassic

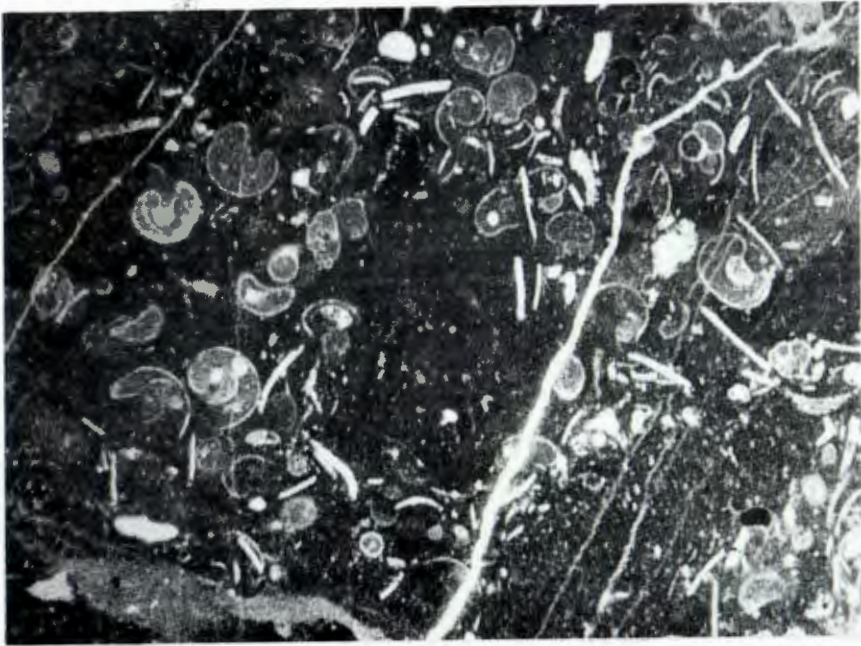
1. *Involutina liassica* (Jones), *I. cf. turgida* Kristan, »*Vidalina*« *martana* Farinacci, *Nodosariidae*, ostaci bodljikaša (echinoderms) × 40
2. *Globochaete alpina* Lombard, ostaci bodljikaša (echinoderms) × 45
3. Presjeci malih amonita (Sections of tiny ammonites) × 19



1



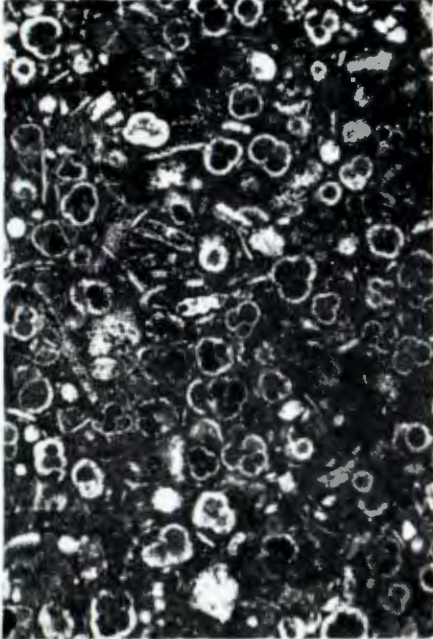
2



3

TABLA – PLATE III

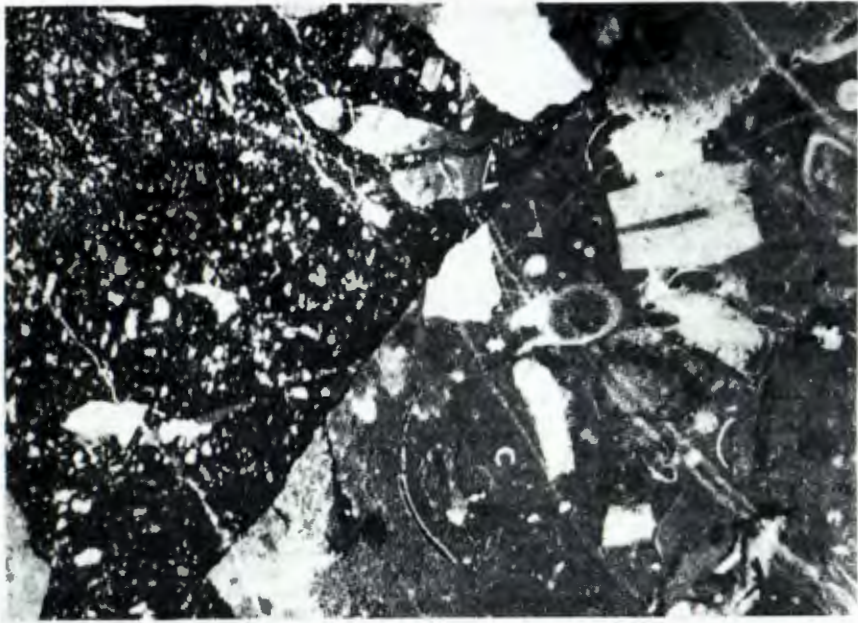
1. »Jurske globigerine« (»Jurassic Globigerinas«) × 22
2. Ljuštore pelagičkih školjkaša, bodljikaši (Shells of pelagic lamellibranchs, echinoderms) × 20
3. Kršnik; desno ulomci lijaskih vapnenaca, lijevo (tamnije) osnova s globotrunkama [*Globotruncana elevata elevata* (Brotzen)]. Breccia; on the right, fragments of Liassic limestone; on the left, dark matrix with globotruncadis [*Globotruncana elevata elevata* (Brotzen)]. × 19.



1



2



3