

MIKROFAUNA VAPNENACA I KLASTIČNOG RAZVOJA PALEOGENA SREDNJE ISTRE

U ovom radu autor obrađuje na bazi mikrofaune naslage paleogena, podijeljene na liburnijske i foraminiferske (miliolidne, alveolinske i numulitne) vapnenice te klastične naslage. U klastičnim naslagama vrši podjelu na zone i smatra, da tek njihov najviši dio ima karakter fliša.

Zbog nedovoljnih podataka ostavlja otvoreno pitanje starosti liburnijskih vapnenaca. Istraživanja u tom smislu su u toku. Foraminiferske vapnenice stavlja u raspon donji cuisien – donji lutet a klastične naslage u srednji i gornji lutet s mogućnošću prelaza u gornji eocen.

UVOD

U novije vrijeme se osobito velika pažnja posvetila mikropaleontološkom istraživanju paleogenskih naslaga kako općenito u svijetu tako i kod nas. Ova su istraživanja dala dosta novih rezultata, a time i novih pogleda na stratigrafiju tih naslaga. Tako su L. Hottinger & H. Schaub (1960) na osnovi mikrofaunističkih istraživanja proveli novu podjelu paleocena i eocena. Prema toj podjeli paleocen se dijeli na donji, srednji i gornji – podjela koja u cjelosti ne odgovara starijoj podjeli na montien, thanetien i sparnacien. Za gornji paleocen uvode novo ime *ilerdien*, dok je imenovanje donjeg i srednjeg paleocena zasada ostalo otvoreno. Srednji eocen dijele na *lutet* (donji srednji eocen), dok za gornji srednji eocen uvode novo ime *biarritzien*.

Pitanje daniena je još uvijek sporno, i dok ga jedan dio autora još uvijek smatra najvišom kredom, dotle ga drugi smatraju paleocenom odnosno prelaznim naslagama kreda/paleocen.

Rezultate novijih mikrofaunističkih istraživanja kod nas sadrže radovi R. Pavlovca (1961, 1962, 1963), koji na osnovi istraživanja numulitne faune daje stratigrafski prikaz starijeg paleogena. Prikaz malih foraminifera klastičnih naslaga daju S. Muldini-Mamužić (1960, 1962), S. Muldini-Mamužić & A. Steiner-Boškov (1960). Grupa austrijskih geologa daje paleontološku i sedimentno-petrografska interpretaciju eocenskih naslaga Pazinskog bazena (Gohrbandt & al., 1962) te tršćanskog fliša (Gohrbandt & al., 1960.)

BIOSTRATIGRAFSKA PODJELA

Paleogenske naslage istraživanog područja srednje Istre su razvijene u vapnenom i klastičnom facijesu, a međusobno se razlikuju i faunistički. Početno se javljaju u razvoju tamnih, gotovo crnih i ponekad bituminoznih vapnenaca, zatim svijetlije ili tamnije smeđih i sivkastih vapnenaca, bogatih foraminiferskom faunom i konačno u facijesu klastičnih naslaga – lapora, pješčenjaka, breča i konglomerata. Transgresivno su taložene na kredne vapnence, od kojih su odvojene diskordancijom, a međusobno su diferencirane litološki i faunistički. Više ili manje su rasprostranjene na cijelom istraživanom području. Radi postepene transgresije, a dijelom i radi erozije, neki im članovi na pojedinim mjestima nedostaju, tako da ih u cjelini ne možemo svagdje pratiti.

VAPNENI RAZVOJ

Liburnijske naslage. Tamnosivi do crni vapnenci, ponekad bituminozni i škrljaviti te pločastog lučenja (SI Buzeta) sadrže sitne gastropode *Stomatopsis cosinensis* St a c h e, *Cosinia* cf. *cosinensis* St a c h e, *Melania* sp., *Hydrobia* sp., *Cerithium* sp., ostatke sitnih školjčica, dok su im u preparatu vidljive samo neodređive biljne nakupine. Slični tamni vapnenci se javljaju kod Roča, u čijim se preparatima uz prereze vrlo sitnih gastropoda nalaze i ostaci alga *Lagynophora* sp. i *Kosmogyr*a sp. Naslage su slatkovodnog do brakičnog razvoja i vjerojatno pripadaju srednjem do gornjem paleocenu. Pokazuju sličnost s kozinskim naslagama, ali im nisu ekvivalent u pravom smislu riječi.

U pogledu starosti liburnijskih naslaga postoje različita mišljenja, a njihovo istraživanje otežava i činjenica, što ih na ovom području nije moguće kontinuirano pratiti na većem pružanju. Međutim, istraživanje u tom smislu je nastavljeno, a manji broj analiza koje sam pregledala u izvjesnoj mjeri indicira na bolje rezultate od dosadašnjih. Pošto nisu sve nove analize istražene, bilo bi za sada preuranjeno donositi konačne zaključke na temelju prvih utisaka. Međutim, vjerujem da će kompleksnije istraživanje spomenutih naslaga omogućiti postavljanje njihovog tačnijeg stratigrafskog položaja, kao što je to na temelju svojih istraživanja uspješno proveo M. Pleničar (1961) na slovenskom dijelu Istre, čiji se razvoj paleogena u izvjesnoj mjeri razlikuje od razvoja ostalog dijela Istre, a i Dalmacije.

Miliolidni vapnenci. Nakon sedimentacije liburnijskih naslaga more postaje dublje, a počinje sedimentacija paleogenskih vapnenaca, koja se istovremeno zbiva i na području Dalmacije. Zahvaljujući brojnoj pojavi miliolida, a osobito alveolina i numulita, bilo je moguće unutar tih vapnenaca izdvojiti tri člana – miliolidni, alveolinski i numulitni vapnenac, za razliku od slovenskog područja Istre. Tu su, naime, izdvojeni miliolidni vapnenci, dok su druga dva člana ujedinjena u alveolinsko-numulitni vapnenac, jer sadrže miješanu alveolinsku-numulitnu faunu.

Na našem istraživanom području su naslage miliolidnih vapnenaca najbolje razvijene na području Lanišća, Bernobića i Stražice. Sive su do smeđaste boje i pretežno sadrži miliolide. U donjem dijelu naslaga miliolide su sitnijeg rasta, a češće se javlja *Quinqueloculina* sp. i *Triloculina* sp. čije prisustvo ukazuje na smanjeni salinitet sedimentacione sredine. Uz miliolide su u ovom dijelu naslaga češći i ostaci alga, koje su u višem dijelu malobrojne, a miliolide još uvijek brojne i krupnijeg rasta. Od ostalih se foraminifera javlja *Textularia* sp., *Ulvulina* sp., te prve alveoline – *Alveolina aramaea* Hottinger, *Alveolina (Glomalveolina)* cf. *minutula* Reichel, te fragmenti orbitolita.

Prema faunističkom obilježju naslage pripadaju marinskom litoralnom facijesu toplijeg mora donjeg cuisiena.

Alveolinski vapnenac. Kontinuirano na miliolidne vapnenec je uslijedila sedimentacija svijetlije ili tamnije smeđih vapnenaca, a možemo ih pratiti na istim lokalitetima kao i miliolidne naslage.

Brojno prisustvo alveolina omogućilo je njihovo odvajanje od podinskih, miliolidnih vapnenaca. U donjem dijelu naslaga pretežno se javljaju vrste donjeg i srednjeg cuisiena i to najčešće *Alveolina oblonga* d'Orbigny, *A. rütimeyeri* Hottinger i *A. (Glomalveolina) minutula* Reichel, dok se ildrdijenska vrsta *Alveolina aragonensis* Hottinger pojedinačno javlja. U gornjem dijelu naslaga pojedinačno dolazi *Alveolina oblonga* d'Orbigny, dok su česte vrste gornjeg cuisiena – *Alveolina cremae* Checchia-Rispoli, *A. schwageri* Checchia-Rispoli. U najvišem dijelu naslaga relativno je česta donjolutetska vrsta *Alveolina frumentiformis* Schwager, zatim *A. elliptica nuttalli* Davies i *A. munieri* Hottinger. Tu se često javlja i *Orbitolites complanatus* Lamarck, te rijetki numuliti sitnog rasta. Osim karakterističnih navedenih vrsta zajednica još sadrži miliolide te ostatke vapnenih alga i ehinida.

Sedimenti su prema svom faunističkom obilježju marinskog litoralnog razvoja subtropskog odnosno tropskog mora, što je ujedno i zaključak o tadašnjoj klimi. Današnje alveoline su fosili tropa i subtropa litoralnog i to osobito koraljnog ambijenta. Alveolinska zajednica jasno govori, da veći dio tih naslaga pripada cuisienu, a završni član donjem lutetu.

Ako se uzme u obzir, da su miliolidni vapnenci taloženi u donjem cuisienu, da je zatim sedimentacija alveolinskih naslaga slijedila kontinuirano, da je vršni dio alveolinskih vapnenaca donjolutetske starosti i da su općenito eocenski foraminiferski vapnenci relativno male debljine (100–150 m), onda iz toga slijedi zaključak, da je cuisien bio relativno kratkotrajan.

Numulitni vapnenac. Najviši član eocenskih vapnenaca pripada numulitnom vapnencu, čije samo ime već govori o dominaciji numulita u foraminiferskoj asocijaciji. Sedimentacija ovih naslaga je tekla kontinuirano nakon alveolinskih. Možemo ih pratiti na području Buzeta, Lanišća, Paza i Vranja. Od brojnih numulitnih vrsta najznačajnija je i najčešća vrsta *Nummulites laevigatus* Brugière, *N. millecaput* Boubeé, *N. aturicus* Joly & Leymerie, dok zajednicu kod Buzeta i

Vranja karakterizira prisustvo vrste *Assilina spira* De Roissy. Mjestimično se u donjem dijelu naslaga nalazi *Nummulites globulus* Leymerie i *Alveolina munieri* Hottinger. Osim toga, osobito u gornjem dijelu naslaga, susreću se *Discocyclina* sp., *Fabiana cassis* (Oppenheim). Od ostalih foraminifera zajednica u najvećem broju slučajeva sadrži predstavnike fam. Rotaliidae.

Sedimenti su marinskog razvoja, a prema zajednici lutetske starosti.

Kod Pazina je situacija nešto drugačija. Tamo na krednim vapnencima leže naslage svijetlosivih vapnenaca s *Assilina spira*, donjolutetskim vrstama *Alveolina munieri* i *A. tenuis* Hottinger, uz koje dolaze i ilerdienske floskulinizirane vrste iz grupe *Alveolina pasticillata* Schwager i *A. agrigentina* Sarrento, pa se tu radi o heterogenim naslagama, za razliku od onih kod Buzeta, Paza i Vranja, koje su homogene i autohtone. Uz to Papp (1962) navodi, da se u neposrednoj blizini nalaze i naslage sa srednjelutetskim vrstama *Numulites gizehensis* Forskal i *N. helveticus* Kaufmann. Osim ovih vapnenaca kod Pazina nije zapažen razvoj ostalih starijih naslaga eocenskog foraminiferskog vapnenca.

Paleoekološke prilike, koje su vladale za vrijeme sedimentacije numulitnih vapnenaca, ostale su uglavnom iste kao i za vrijeme taloženja alveolinskih.

KLASTIČNI RAZVOJ

Nakon sedimentacije autohtonih vapnenaca slijede naslage sivih laporovitih vapnenaca gomoljastog lučenja sa zrcima glaukonita, koje predstavljaju prelaz u klastične eocenske sedimente. Razvijene su i otkrivene osobito lijepo kod Buzeta i Vranja. Male su debljine, a od podinskih naslaga (numulitni vapnenac) se uizvjesnoj mjeri razlikuju faunistički. Od makrofaune sadrže ostatke rakovica (*Harpactocarcinus*), školjaka (*Lucina*) i ježinaca. Uz velike foraminifere *Nummulites laevigatus* Brugière i *Assilina spira* De Roissy – javljaju se i male foraminifere. Pretežno su to globigerine, globorotalije i glogerinoïdesi uz manje brojne lagenide i anomalinide. Ove naslage pripadaju marinskom razvoju srednjeg luteta.

Nakon prelaznih naslaga kontinuirano slijede relativno debele naslage sivih lapora, koje u svom gornjem dijelu sadrže tanke proslojke pješćenjaka. Laporu su glinovito-laporoviti, dobro su razvijeni i otkriveni kod Buzeta, Paza i Vranja.

Najveći dio ovih lapora pripada tzv. globigerinskom laporu, koji sadrži bogatu zajednicu većinom planktonskih foraminifera. Prevladavaju vrste s vapnenačkom ljušturicom, dok se aglutinirane češće javljaju u višem dijelu profila. Dominantno je prisustvo krupnih globigerina – *Globigerina conglomerata* Schwager, *G. eocaena* Gumbel, *G. concinna* Gumbel, *G. linaperta* Gumbel. Značajna je pojava vrsta *Acarinina crassaformis* Galloway & Wissler i relativno česta *Acarinina centralis* Cushman & Bermudez, te *Globorotalia ara-*

gonensis Nuttall. Lagenide su brojne i od značajnih vrsta dolaze krupni robulusi – *Robulus arcuato-striatus* (Hantken), *R. alato-limbatus* (Gümbel), *R. granulatus* (Hantken), *R. ariminensis* (d'Orbigny), *R. cœrviseptus* (Seguenza), te jako skulpturirane *Marginulinopsis fragaria* (Gümbel). Nodosarije i dentaline su zastupane mnogo manje. Zajednicu nadalje karakterizira prisustvo *Hantkenina mexicana aragonensis* Cushman u nižem dijelu naslaga, dok u višem od *Acarinina rotundimarginata* Subbotina dolaze brojnije *Hantkenina liebusi* Shokhina i *H. lehneri* Cushman & Jarvis. Uzorci koji u profilu leže iznad prethodnih, sadrže često *Hantkenina alabamensis* Cushman i *H. dumblei* Weinzierl & Applin, te pojedinačno *H. longispina* Cushman, *H. lehneri* i *H. liebusi*. Anomalinide su relativno česte kao *Anomalina alazanensis* Nuttall, *A. pompilioides* Galloway & Heminway, *Cibicides eoacaenus* (Gümbel), *C. dalmatinus* (Van Bellen), *C. venezuelanus* Nuttall i *Planulina costata* Hantken, dok se Buliminidae javljaju vrlo rijetko i pojedinačno i to uglavnom *Uvigerina eoacaena* Gümbel. Polymorphinidae pak potpuno nedostaju.

Aglutinirane vrste su u podinskom dijelu lapora malobrojne, dok su u višem dijelu naslaga češće. Radi se o relativno krupnim *Plectina dalmatina* (Schubert), *P. eoacaena* Cushman, koja se najčešće javlja u zoni s hantkeninama, *Tritaxilina hantkeni* Cushman, *Marsonella traubi* Hagn, *M. ladoensis* Israelsky, osobito česta *Ulvulina eoacaena* Montagne, *U. coloi* Cushman, *Dorothia gibbosa* Hagn, *D. fallax* Hagn, *Cyclamina* cf. *deformis* Guppy, *Clavulinoides szaboi* (Hantken) i *Textularia schenki* Cushman.

Rjede se javlja *Spiroplectamina nuttalli* (Lalicker) i *S. (Semiulvulina) gümbeli* Hagn, te *Karrieriella danica* (Franké) i *K. bradyi* (Cushman).

Prema foraminiferskoj zajednici ove naslage pripadaju marinskom razvoju višeg srednjeg eocena, a odgovaraju mikrostratigrafskim zonama idući odloždo prema gore:

1. zona s *Globorotalia aragenensis*
2. zona s *Hantkenina mexicana aragonensis*
3. zona s *Acarinina rotundimarginata*
4. zona s *Hantkenina alabamensis*

Obilje planktonskih foraminifera, koje sadrže prelazne naslage, a još više naslage čistih lapora, govore da je sedimentacija tekla u većoj dubini. Postotak planktona iznosi od cca 80% u prelaznim, pa do mjestimično i 100% u naslagama lapora. Činjenica, da zajednica sadrži uz bogatu globigerinsko-globotalijsku faunu i brojne dubokomorske vrste robulusa, a da Miliolidae, Polymorphinidae i druge plitkovodne vrste potpuno nedostaju, samo još jače indicira na razvoj dubljeg mora.

Iznad ove serije lapora (kod Buzeta, Kotla i Draguča) leži do cca 3 m debeo sloj numulitnih breča – odnosno brečoliki pjeskovito-laporoviti

sloj krcat malim numulitima – na kojem slijedi tanja naslaga dobro uslojenog vapnenog fosilifernog pješčenjaka. Oba ova sloja sadrže lutetsku, pretežno numulitnu faunu, u čijoj zajednici dolaze *Numulites laevigatus* Brugière, *N. gizehensis* Forskal, diskocikline, astero-cikline, rjeđe operkuline, te česti ostaci briozoa. Ove se naslage danas smatraju granicom između sedimentacije globigerinskog lapora kao donje serije klastičnih naslaga i naslaga lapora u gustoj izmjeni s pješčenjacima, koji slijede iznad ovih graničnih, repernih naslaga. Te serije, koje dijeli granična naslaga, međusobno se razlikuju petrografski i faunistički. Dok u donjoj seriji prevladava facijes lapora u alternaciji s biokalkarenitima i sadrži bogatu asocijaciju planktonskih foraminifera, dotle je u gornjoj seriji izražena alternacija lapora i kvarckalkarenita (Z. Magdalenić, 1964) uz rijetku pojavu biokalkarenita.

Foraminiferska zajednica naslaga koje leže iznad numulitnih breča je siromašna i jednolična, obzirom na foraminifere s vapnenačkom ljušturicom. Tu se javljaju globigerine, malobrojni sitni robulusi, rijetke i pojedinačne dentaline i cibicidesi. Međutim, potrebno je osobito naglasiti, da se u ovim naslagama brojnije javlja aglutinirana mikrofauna – *Rhabdammina cylindrica* Glaessner, *R. eocaenica* Cushman & Hanna, *Recurvoides turbinatus* Brady, *Reophax duplex* Grzybowski, *R. splendidus* Grzybowski, *Glomospira irregularis* Grzybowski, *Bathysiphon eocaenicus* Cushman & Hanna i dr. – fauna tipična za fliške naslage istočnoalpskog razvoja. Nalazimo ih kod Draguča, Kotla i Paza. Ova fauna je jedan od indikatora da naslage ove gornje serije imaju karakter pravog fliša, što nije slučaj s naslagama globigerinskog lapora.

PREGLED REZULTATA

Vapnenom razvoju paleogena Istre pripadaju liburnijski i foraminiferski (miliolidni, alveolinski i numulitni) vapnenci, a klastičnom globigerinski lapor s rijetkim proslojcima pješčenjaka u višim dijelovima i fliški lapor u gustoj izmjeni s pješčenjacima.

Liburnijske naslage sadrže pretežno slatkovodne gastropode (*Stomatopsis*, *Cosinia*, *Melania*), rjeđe brakične (*Cerithium*) te ostatke haraceja. Slatkovodnog su do brakičnog razvoja i najvjerojatnije pripadaju srednjem paleocenu.

Miliolidni vapnenci u donjem dijelu pretežno sadrže miliolide i alge uz koje se u višem dijelu javljaju i druge foraminifere kao *Textularia* sp., *Ulvulina* sp. te prve male alveoline (*Alveolina aramaea*, *Alveolina* (*Glomalveolina*) cf. *minutula*). Pripadaju donjem cuisienu i marinskolitoralnom facijesu toplog mora.

U alveolinskim vapnencima dominiraju razne vrste alveolina (*Alveolina cremae*, *A. schwageri*, *A. oblonga*, *A. frumentiformis* i dr.), dok su miliolide malobrojne osobito u gornjem dijelu naslaga. Također su marinskog litoralnog razvoja, a prema fauni odgovaraju pretežno cuisienu s prelazom u donji lutet.

Numulitni vapnenci se odlikuju pomanjkanjem alveolina i brojnim nastupom numulitnih vrsta (*Nummulites globulus*, *N. laevigatus*, *N. mil-lecaput* i dr.). Kao i alveolinski i ovi vapnenci pripadaju marinskom razvoju neritskog područja i lutetske su starosti.

Prijelaz iz foraminiferskih vapnenaca u klastične sedimente obilježen je uskom prelaznom zonom u razvoju laporovitih vapnenaca (slojevi s rakovicama). Prisustvo brojne planktonske foraminiferske asocijacije kao i glaukonitskih zrnaca potvrđuje njihov marinski razvoj nešto dubljeg mora.

Debele naslage globigerinskog lapora koje slijede odlikuju se obiljem planktonskih foraminifera s vapnenačkom ljušturicom od kojih osobito dominiraju Globigerinidae a relativno su česte i vrste globorotalija i hantkenina te Lagenidae. Prema ovoj asocijaciji naslage su taložene u dubljem moru i pripadaju srednjem lutetu.

Naslaga numulitnih breča i fosilifernog pješčenjaka koja slijedi predstavlja granicu između sedimentacije globigerinskog lapora i naslaga lapora u gustoj izmjeni s pješčenjacima. Ova serija izmjene se i petrogrfski i faunistički razlikuje od serije globigerinskog lapora. Sadrži pretežno aglutinirane vrste foraminifera (*Rhabdammina*, *Bathysiphon*, *Glomospira* i dr.) prema kojima ove naše naslage odgovaraju tipičnom razvoju fliških naslaga u Istočnim Alpama. Pripadaju pretežno gornjem lutetu i marinskog su razvoja.

LITERATURA

- Gohrbandt, K., Kollmann, K., Küpper, H., Papp, A., Prey, S., Wieseneder, H. & Woletz, G., 1960: Beobachtungen im Flysch von Triest. Verh. geol. B. A. Wien.
- Gohrbandt, K., Kollmann, K., Küpper, H., Papp, A., Prey, S., Wieseneder, H. & Woletz, G., 1962: Beobachtungen im Flysch von Istrien (Jugoslawien). Verh. geol. B. A., H. 2, Wien.
- Hottinger, L. & Schaub, H., 1960: Zur Stufeneinteilung des Paleocäns und des Eocäns. Ecl. geol. Helv., 53, Basel.
- Magdalenić, Z. 1964: Sedimentološka obrada paleogenskih naslaga na listu Ilirska Bistrica - 105. Fond struč. dokum. Instituta za geol. istr., Zagreb.
- Muldini-Mamužić, S., 1960: Mikropaläontologische Untersuchungen des eocänen Flysches in Istrien. - Bull. Scient. 5/4, Zagreb.
- Muldini-Mamužić, S., 1962: Mikrofaunističko istraživanje eocenskog fliša otoka Raba. Geol. vjesn. 15/1, Zagreb.
- Muldini-Mamužić, S., 1964: Mikrofaunističko istraživanje paleogenskih naslaga na listu Ilirska Bistrica - 105. Fond struč. dokum. Instituta za geol. istraživanja, Zagreb.
- Muldini-Mamužić, S. & Steiner-Boškov, A., 1960: Resultate der bisherigen mikrofaunistischen Untersuchungen des Tertiärs in Kroatien. Bull. Scient. 5/4, Zagreb.
- Papp, A., 1962: Über die Altersstellung autochtoner Kalke im Profil Pazin-Vranja (Mittel-Istrien) und Bemerkungen über den Charakter des Flysches in diesem Gebiet (Jugoslawien). Verh. geol. B. A. H. 2, Wien.
- Pavlovec R., 1961: K poznavanju eocenskih in oligocenskih numulitov Jugoslavije, SAZU VI, Ljubljana.

- Pavlovac R., 1962: O presedimentaciji makroforaminifer v flišu. Starost terciar-nega fliša v Sloveniji. *Geologija*, 7, Ljubljana.
- Pavlovac R., 1963: Stratigrafski razvoj starejšeg paleogena v južnozahodni Slove-niji. *Razprave SAZU*, 8, Ljubljana.
- Pleničar, M., 1961: Stratigrafski razvoj krednih plasti na južnem Primorskem in Notranjskem. *Geologija*, 6, Ljubljana.

S. MULDINI-MAMUŽIČ

THE MICROFAUNA OF LIMESTONES AND OF THE CLASTIC DEVELOPMENT IN THE PALEOGENE OF CENTRAL ISTRIA

Deposits of the Paleogene in the central part of Istria (the area Buzet-Kotle-La-nišče-Pazin) exhibit both calcareous and clastic facies. The former is represented by Liburnian strata, by limestones with Miliolids, Alveolines and Nummulites, the latter being characterized by marls with *Globigerinidae* containing scarce sandstone intercalations in higher horizons, and also by flysch marl frequently alternating with sandstones (the upper series of clastic deposits).

The transition from one type of sediments into the other is a continuous one, and it is marked by a transitional zone of marly glauconitic limestones (the beds with *Harpactocarinus*).

Liburnian deposits. These sediments, occurring as darkgrey to black, sometimes bituminous and chisty limestones, transgressively overlie Upper Cretaceous limestones. They predominantly contain freshwater Gastropods (*Stomatopsis*, *Cosinia*, *Melania*), less frequently brackish ones (*Cerithium*), as well as remains of *Characea*. They are of freshwater to brackish character, and their age may most probably be ascribed to the Middle to Upper Paleocene.

Miliolid limestones. They continuously overlie Liburnian deposits. They consist of grey limestones and predominantly contain *Miliolidae* along with a frequent occurrence of *Algae* in lower parts, whereas in higher horizons besides *Miliolidae* other *Foraminifera* are also found, such as *Textularia* sp., *Vulvulina* sp., as well as the first small *Alveolina* (*Alveolina aramaea*, *A. (Glomalveolina) cf. minutula*). These limestones had their origin in littoral zones of warm sea waters and they belong to the Lower Cuisian.

Limestones with *Alveolinidae*. These sediments exhibit a continuous deposition over limestones with *Miliolidae*, to which they correspond lithologically, whereas their faunistic features are rather different. The fauna is dominated by *Alveolina* - *Alveolina cremae*, *A. schwageri*, *A. oblonga*, and others, whereas miliolids are but poorly represented, occurring somewhat more frequently in lower portions of deposits. They also display marine-littoral facies and, according to the fauna, they mostly belong to the Cuisian with a transition into the Lower Lutetian.

Nummulitic limestones. Limestones with *Alveolina* are continuously overlain by light-grey to brownish limestones being faunistically characterized by the absence of *Alveolinidae* and an abundance of *Nummulites* - *N. globulus*, *N. laevigatus*, *N. millecaput*, and others. As in the case of alveolinid limestones, these limestones too had their origin in neritic zones of marine waters. They are of the Lutetian age (Lower to Middle Lutetian).

Clastic deposits. The end of sedimentation of nummulitic limestones represents also the end of the calcareous facies of Paleogene and Eocene deposits respectively. Transition into clastic sediments is marked by a narrow transitional zone displaying the facies of marly limestones (beds containing *Harpactocarinus*). The presence of a numerous planctonic foraminiferal association, as well as of glauconitic grains, confirms their origin as belonging to the deeper sea.

After these transitional horizons continually follow deposits of thick marly sediments containing thin sandstone intercalations, particularly in the upper section. Character-

istic of these deposits is an abundance of planctonic *Foraminifera* having calcareous shells, of which are particularly dominant *Globigerinidae* and *Lagenidae* with numerous representatives of species of the deep-sea genus *Robulus*. Relatively frequent is the occurrence of species of *Globorotaliidae* (*Acarinina centralis*, *A. rotundimarginata*, *Globorotalia aragonensis*). Characteristic of this association are also frequent occurrences of *Hantkenina mexicana aragonensis*, *H. liebusi*, *H. dumblei*, and others. Arenaceous species (*Dorothia*, *Marssonella*, *Karrerella*, and others) are but rarely represented in lower portions of sediments, their appearance in higher portions being frequent.

Judging from faunistic characteristics of these sediments, they must have been deposited in deeper, still warm sea water; they are ascribed to the Middle Lutetian.

From Buzet toward Pazin (Kotle, Draguč) these sediments are overlain by a layer of nummulitic breccia, up to 3 m in thickness, which in turn is covered by a thinner bed of fossiliferous calcareous sandstone. These sediments contain Lutetian nummulitic fauna. It is considered that they represent a boundary between marls with *Globigerinidae* and flysch deposits.

Following nummulitic breccia is the section consisting of marls alternating with sandstones, differing both lithologically and faunistically from the series of marls with *Globigerinidae*. They chiefly consist of arenaceous species of *Foraminifera* (*Rhabdammina*, *Bathysiphon*, *Glomospira*) characteristic of the flysch facies of Eastern Alps deposits. They are of the Lutetian age (Middle and Upper Lutetian) and give evidence of marine origin.

Received 10th December 1964.

*Institute for Geological Research,
Zagreb, Kupska 2*