

Geol. vjesnik	31	61—67	1 tabela, 2 slike u tekstu	Zagreb, 1979
---------------	----	-------	-------------------------------	--------------

551.352

Dubina sedimentacije »lapora s rakovicama« iz odnosa planktonskih i bentičkih foraminifera

Mladen JURACIĆ

*Centar za istraživanje mora, Institut »Ruđer Boškovića«,
Bijenička cesta 54, YU—41000 Zagreb*

U izbruscima eocenskih »lapora s rakovicama«, koji su sedimentirani nakon »numulitnih vapnenaca« a prije »fliša« u Istri, određen je omjer broja planktonskih i bentičkih foraminifera. Na temelju toga određena je dubina sedimentacije vršnog dijela »numulitnih vapnenaca« i »lapora s rakovicama«. Rezultati pokazuju postupni prijelaz od plitkovodnog okoliša (20—60 m) do dubine taloženja od više stotina pa i tisuću metara. Ti rezultati ukazuju da jedino za »lapore s rakovicama« valja upotrebljavati izraz prijelazne naslage, jer on odražava njihov karakter, a ne i za lapore koji slijede (»globigerinski lapori«, tj. »prijelazni lapori«) koji su već tipični dubokomorski sedimenti.

UVOD, OPĆI PODACI I PROBLEMATIKA

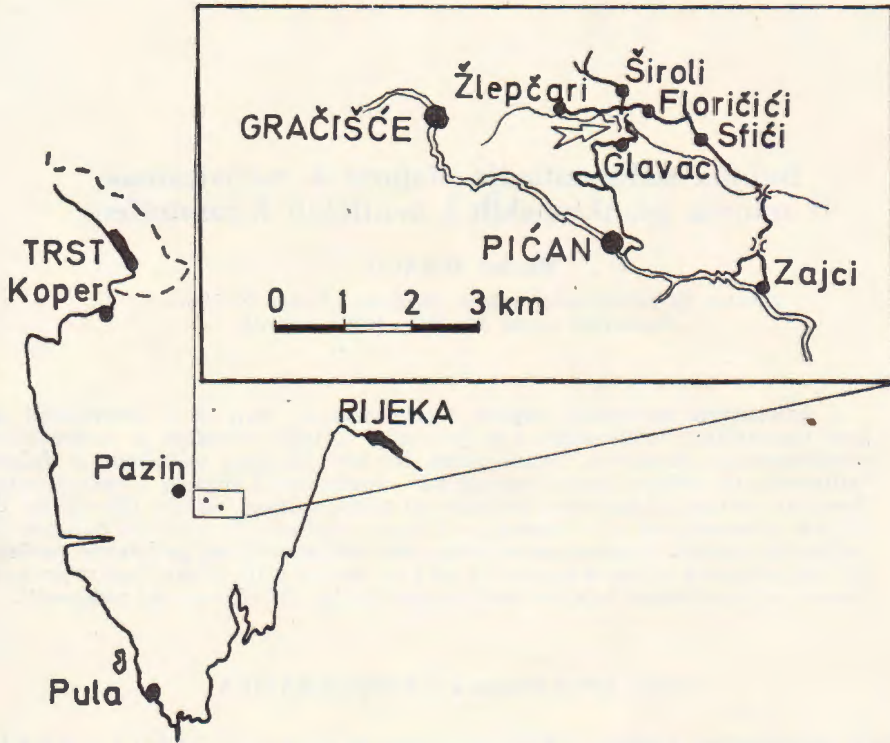
Prije dvadesetak godina (1955) neovisno su Smith, te Grimsdale & Morkhoven publicirali postavku da bi bilo moguće iz omjera planktonskih i bentičkih foraminifera zaključiti na dubinu mora na kojoj se taložio sediment. Oni su odnos dubine i foraminiferske zajednice proučavali na recentnom primjeru u Meksičkom zaljevu. Kasnije je odnos bentičkih i planktonskih foraminifera u odnosu prema dubini sedimentacije promatran na nizu profila u današnjim morima i oceanima. Phleger (1965) je sakupio sve te podatke i zonirao dubine morskog dna i za svaku dao karakterističan omjer planktonskih i bentičkih foraminifera.

Ti su rezultati zatim primijenjeni za procjenu dubine taloženja starijih konsolidiranih stijena, u kojima možemo odrediti omjer planktonskih i bentičkih foraminifera.

Za nas je osobito interesantan rad Gorbantta (1962), u kojem autor iz omjera planktonskih i bentičkih foraminifera određuje dubinu taloženja od preko 1000 m za fliške naslage u Istri. U nastavku iznosimo analizu primjera iz eocenskih naslaga Istre koje čine podinu naslagama koje je proučavao Gorbandt (1962).

Proučavani se izdanak nalazi između »numulitnog vapnenca« i »fliša« u dolini Tupaljskog potoka, u blizini starog kamenog mosta koji spaja zaseoke Glavac i Floričići, a 1900 m sjeverno od Pičina (slika 1).

Još je Stache (1889) opisao i postavio temelje stratigrafiji tih naslaga. Podijelio ih je na »glavni alveolinski i numulitni vapnenac« i »lapore s numulitnim brečama i gornjim numulitnim vapnencima«, te smatra da su eocenske starosti.



Sl. 1 Smještaj istraživanog lokaliteta
Text-fig. 1. Location of investigated area

»Foraminiferski vapnenci« u istraživanom području završavaju »numulitnim vapnencima«. Ti vapnenci kontinuirano i postupno prelaze u »lapore s rakovicama«. »Lapori s rakovicama« debeli su oko 5—6 m, a debljinu im nije moguće točnije odrediti upravo zato jer su prijelazi kontinuirani. Na ove se slojeve nastavlja »lapori donjeg dijela fliške serije« prema Salopeku (1954), odnosno »prijelazni lapori« prema Gohrbandt (1962), ili »globigerinski lapori« prema Z. Magdalenić (1972) (to su isti lapori s različitim imenima). Na istraživanom lokalitetu ti lapori u prvih 35 m ne sadrže uloške drugačijih (krupnije-klastičnih — turbiditnih) stijena, (vidi shematski geološki stup, slika 2).

»Numulitni vapnenci« su svijetlosivi pakirani biomikriti, a sastoje se isključivo od organogenih ostataka, cijelih fosila ili njihovih fragmenata. U njima prevladavaju ostaci bentičkih plitkovodnih organizama: makroforaminifera, mahovnjaka i bodljikaša. Samo se sporadično nalaze i planktonske foraminifere. Ti vapnenci kontinuirano i postupno prelaze u »lapore s rakovicama«. Naime uz kalcit u stijeni se javljaju minerali glina, pa imamo postupni prijelaz u lapor, a također i glaukonit koji daje zelenu boju stijeni. Naravno da su od makrofosila najčešće rakovice. U tim se stijenama, osim promjene mineralnog sastava, mijenja i

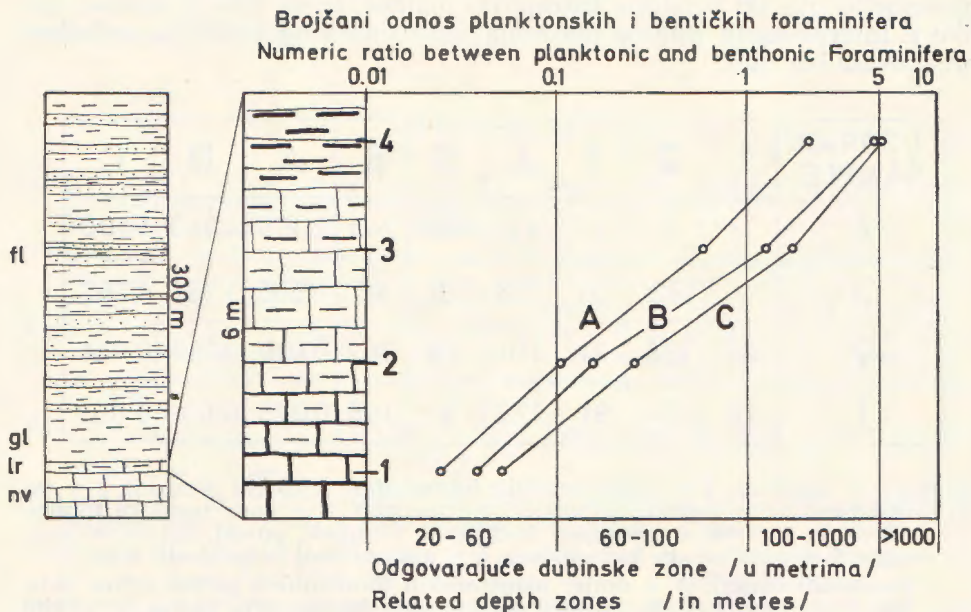
srednja veličina zrna, a i fosilni sadržaj. Tipične velike plitkovodne foraminifere postupno se zamjenjuju planktonskim mikroforaminiferama.

I za opisane naslage se u literaturi nalazi nekoliko naziva, od kojih su najčešći »lapori s rakovicama« i »glaukonitni vapnenci«. Izraz »prijelazni slojevi« koristi se dvojako, katkad samo za »lapore s rakovicama« (npr. Stache 1899; Šikić & al. 1969), a katkad i za »lapore s rakovicama« i za »globigerinske lapore« (Magdalenić 1972).

Preciznu starost »lapora s rakovicama« i »globigerinskih lapora« odredili su Muldinn-Mamužić (1965), te Krašeninnikov & al. (1968). Oni navode da te naslage odgovaraju zoni *Acarina bulbrooki* donjeg luteta (donji dio srednjeg eocena).

TEHNIKA I METODA RADA

Da bi se ustanovile približne dubine taloženja »lapora s rakovicama«, a ujedno i provjerila mogućnost metode procjenjivanja dubine taloženja



Sl. 2. Lijevo: — shematski geološki stup okolice Tupáljskog potoka (nv = »numulitni vapnenac«, lr = »lapori s rakovicama«, gl = »globigerinski lapori«, fl = »fliš«); desno od njega detaljni geološki stup proučavanog izdanka »lapora s rakovicama« s položajem obrađenih uzoraka, (te sasvim desno) grafički prikaz dobijenih rezultata (objašnjenje krivulja A, B i C u tablici 1). Dubinske zone prema Phlegeru (1965).

Text-fig. 2. On the left: schematic geologic column of the surroundings of the Tupaljski brook (nv = »Nummulitic limestones« lr = »Marls with Crabs«, gl = »Marls with Globigerinae«, fl = »Flysch«); in the middle: detailed geologic column of »Marl with Crabs« with the position of investigated samples, and (on the right) diagram of results obtained (explanation of curves A, B and C in table 1). Depth zonation following Phleger's methods (1965).

iz omjera planktonskih i bentičkih foraminifera u izbruscima, načinjena je statistička analiza u nizu izbrusaka od »numulitnog vapnenca« do vršnog dijela »lapora s rakovicama«. U svakom izbrusku prebrojano je oko 300 zrna da bi se dobila statistička vjerodajnost. (tablica 1).

Zanimljivost pristupa je u tome, da su korišteni izbrusci, a ne uobičajena metoda prebrojavanja razmuljivanjem izvađenih foraminifera. Zbog te specifičnosti prebrojavanja zrna u izbrusku načinjeni su i uspoređeni različiti pristupi.

Prvo je izračunat (A) omjer broja planktonskih foraminifera i svih ostalih fragmenata (bentičke foraminifere cijele i fragmenti, ostaci algi, ježinaca, školjkaša i drugog). Zatim je izračunat (B) omjer broja planktonskih foraminifera i svih bentičkih foraminifera (cijelih presjeka i fragmenata), i na kraju, budući da se veći dio makroforaminifera nalazi u fragmentima, a mikroforaminifere se češće nalaze cijele, izračunat je i (C) omjer broja planktonskih i bentičkih foraminifera ali je pritom uzeto u obzir samo 50% broja fragmenata bentičkih foraminifera (tablica 1, slika 2).

Međutim pokazalo se da su razlike između rezultata koji su dobijeni na temelju ova tri pristupa razmjerno malene, te su time i malene razlike u interpretaciji dubine taloženja sedimenata od kojih su načinjeni proučavani izbrusci.

UZORAK SAMPLE	1	2	3	4	5	6	A	B	C
4	/	5	30	42	166	243	2.156	4.743	5.108
3	9	52	31	103	116	311	0.595	1.261	1.757
2	22	136	31	118	29	302	0.106	0.153	0.261
1	16	121	91	129	9	366	0.025	0.039	0.053

Tablica 1 — Rezultati: 1 = velike bentičke foraminifere (cjeloviti presjeci), 2 = velike bentičke foraminifere (presjeci fragmenata), 3 = male bentičke foraminifere, 4 = ostalo (mahovnjaci, bodljikaši, školjkaši, puževi, kolutićavi crvi, alge), 5 = planktonske foraminifere, 6 = ukupan broj prebrojenih zrna.

Izračunati omjeri: A = omjer planktonskih foraminifera prema svemu ostalom ($5 / 1+2+3+4$), B = omjer planktonskih foraminifera prema bentičkim ($5 / 1+2+3$), C = omjer planktonskih foraminifera prema bentičkim, uzevši u obzir samo 50% od broja fragmenata velikih bentičkih foraminifera ($5 / 1+2 \times 0,5+3$).

Table 1 — Results: 1 = large benthic foraminifera (sections of whole tests), 2 = large benthic foraminifera (sections of fragments), 3 = small benthic foraminifera, 4 = other (Bryozoa, Echinodermata, Lamellibranchiata, Gastropoda, Annelida, Algae), 5 = planktonic foraminifera, 6 = total number of all counted particles.

Calculated ratios: A = ratio between planktonic foraminifera and all other particles ($5 / 1+2+3+4$), B = ratio between planktonic and benthic foraminifera ($5 / 1+2+3$), C = ratio between planktonic and benthic foraminifera, when if only 50% of the total number of fragments of large benthic Foraminifera its taken into account ($5 / 1+2 \times 0,5+3$).

REZULTATI I DISKUSIJA

Analiza dobijenih vrijednosti (slika 2) pokazuje kontinuirani porast dubine sedimentacije od vršnog dijela »numulitnog vapnenca« do vršnog dijela »lapora s rakovicama«. Tako je prema Phlegeru (1965) procijenjeno da je vršni dio »numulitnih vapnenaca« taložen u dubini između 20 i 60 m, donji dio »lapora s rakovicama« u dubini između 60 i 100 m, a da se prema vršnom dijelu »lapora s rakovicama« dubina sedimentacije povećala na više stotina ili čak 1000 metara. Ovi se novi podaci dobro vezuju uz Gohrbandtove (1962), koji je odredio dubinu taloženja »prijelaznih lapora« (lapori u krovini »lapora s rakovicama«) i samog »fliša« na više od tisuću metara.

Na temelju dobijenih podataka možemo zaključiti da termin »prijelazne naslage« valja upotrebljavati samo za sedimente koji zaista označavaju fazu prijelaza, tj. produbljanja sedimentacijskog bazena, a to su u eocenskim sedimentima Istre upravo »lapori s rakovicama«, a ne i »prijelazni lapori« (»globigerinski lapori«), koji su već tipični dubokomorski sedimenti.

Primljeno 31. 03. 1978.

LITERATURA

- Gohrbandt, K. (1962): Vorläufige Mitteilungen über ökologische Untersuchungen an Kleinforaminifern aus dem Flyschbereich von Istrien. — *Verhandl. Geol. Bundesanst.*, 2, 228—234, 1 tabela, Wien.
- Grimsdale, I. F. & Morkhoven, F. P. C. M. (1955): The ratio between pelagic and benthonic foraminifera as a means of estimating depth of deposition of sedimentary rocks. — *World Petrol. Congr. Proc. IV Roma*, 1/D (4), 473—491.
- Krašeninnikov, V. A., Muldini-Mamužić, S. & Džodžo-Tomić, R. (1968): Značaj planktonskih foraminifera za podjelu paleogena Jugoslavije i poredba s drugim istraženim područjima. — *Geol. vjesnik*, 21, 117—145, 1 tabela, Zagreb.
- Magdalenčić, Z. (1972): Sedimentologija fliških naslaga srednje Istre. — *Acta Geol.*, 7/2 (*Prirodosl. istraž. Jugosl. Akad. znan. umjetn.*, 39), 71—100, 6 sl., 4 tabele, 9 tab., Zagreb.
- Muldini-Mamužić, S. (1965): Mikrofauna vapnenaca i klastičnog razvoja paleogena srednje Istre. — *Geol. vjesnik*, 18/2, 281-290, Zagreb.
- Phleger, F. B. (1965): *Ecology and Distribution of Recent Foraminifera*. — The Johns Hopkins Press, VII+297, 83 sl., 11 tab., 1 tabela, Baltimore.
- Salopek, M. (1954): Prilozi poznavanju geološke građe Labinskog i Pićanskog bazena Istre. — *Prirodosl. istraž. Jugosl. Akad. znan. umjetn.*, 26, 59—98, Zagreb.
- Smith, F. D. (1955): Planktonic foraminifera as indicators of depositional environment. — *Micropaleontology*, 1/2, 147—151, 2 sl., New York.
- Stache, G. (1889): Die liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte (Erste Abtheilung: Geologische Übersicht und Beschreibung der Faunen und Floren-Resete). — *Abh. geol. Reichs. Anst.*, 13, 1—170, 6 tab., 1 geol. karta, Wien.
- Šikić, D., Muldini-Mamužić, S. & Magaš, N. (1969): Litološki i biostratigrafski tipovi razvoja paleogena u Istri i Dalmaciji. — *III Simpozij Dinarske Asocijacije*, Inst. geol. istraž., 247—263, Zagreb.

Depth of sedimentation of »Marl with Crabs« estimated from the ratio between planktonic and benthic foraminifera

M. Juračić

INTRODUCTION AND GENERAL INFORMATION

Twenty years ago (1955) Smith, Grimsdale & Morkhoven independently published papers in which they put forward an idea for the determination of the depth of sedimentation by the ratio between planktonic and benthic foraminifera. They investigated recent sediments from Mexico bay. Later on, more data had been collected throughout the seas and oceans. Phleger (1955) collected all these data and gave depth zonation using the ratio between planktonic and benthic foraminifera.

Afterwards, this method was used for the determination of sedimentation depth in ancient consolidated sedimentary rocks. It was Gohrbandt (1962) who determined the depth of sedimentation of flysch in Istria, using the ratio between planktonic and benthic foraminifera. He found that flysch had been deposited in a depth of more than a thousand metres.

In this paper the analysis of underlying sediments, is given i. e. the »Marls with Crabs« that lie between »Nummulitic limestones« and »Flysch«.

The section investigated is situated in the vale of Tupaljski brook, near the old stony bridge between the hamlets Floričići and Glavac, 1900 m north of Pićan (Text-fig. 1).

In the investigated area, the »Nummulitic limestone« passes continuously into 5—6 m thick »Marls with Crabs«, and they again pass continuously into so called »Marls of the lower part of flysch«, Salopek (1954), or »Transition marls«, Gohrbandt (1962), or »Marls with Globigerinae«, Magdalenić (1972) (These are the same marls but with different names). In the investigated location, these marls do not have any intercalation of coarser (turbiditic) beds.

»Nummulitic limestone« is a lightgrey, packed biomicrite, that consists exclusively of organogenic compounds, either entire fossils or their fragments. Benthic shallow marine organisms, like large foraminifera, bryozoans and echinoderms are predominant. Only sporadically planktonic foraminifera can be found. These limestones pass continuously into »Marls with Crabs«. It means that, in addition to calcite, clay minerals appear, so that limestone passes into marl. Glauconite also appears, which gives a characteristic green colour to these »Marls with Crabs«. Of course the crabs are the most common macrofossils. Besides, the median diameter of grains diminishes and the fossil content alters. Large benthic foraminifera are replaced by planktonic foraminifera.

Several names for these beds too, can be found in literature on the subject. The most common are »Marls with Crabs« and »Glauconitic limestones«. The term »Transitional beds« is used in two ways, either only for »Marls with Crabs« (e. g. Stache 1889; Šikić & al. 1969), or for both »Marls with Crabs« and »Marls with Globigerinae« (Magdalenić 1972).

The precise age of »Marls with Crabs« and »Marls with Globigerinae« was determined by Muldini-Mamužić (1964) and Krašeninnikov & al. (1968.) They stated that these deposits belong to the *Acarinina bulbrooki* zone of the Lower Lutetian (lower part of the Middle Eocene).

TECHNIQUE AND METHOD

A statistic analysis has been made in a number of thin sections ranging from »Nummulitic limestones« to the upper part of »Marls with Crabs«, to infer the depth of sedimentation and, at the same time, to verify the method in thin sections. In each thin section about 300 grains were counted to get statistical reliability (table 1). The interesting points is that thin sections were used instead of counting isolated foraminiferal tests. Due to this specificity three different approaches have been used and compared to each other.

First, (A), is the ratio between planktonic foraminifera and all other particles (benthic foraminifera, entire and fragmented, remains of algae, echinoderms, bivalves and other) ($5 / 1+2+3+4$). The other, (B), is the ratio between planktonic and all benthonic foraminifera (entire and in fragments) ($5 / 1+2+3$). Finally, (C), because a great part of the large foraminifera is fragmented, the ratio between planktonic and benthonic foraminifera was calculated using only 50% of fragmented large benthic foraminifera ($5 / 1+2 \times 0,5+3$) (table 1, fig. 2).

But, differences between the results obtained using these three approaches are relatively small, and, accordingly, interpretations of sedimentation depths are also small.

RESULTS AND DISCUSSION

Analysis of the values obtained (Text-fig. 2) shows a continuous increase of sedimentation depth from the upper part of »Nummulitic limestones« to the upper part of »Marls with Crabs«. After Phleger (1965), it is assumed that the upper part of »Nummulitic limestones« has been deposited in a shallow sea, from 20 to 60 deep, the lower part of »Marls with Crabs« in depths between 60 and 100 m, and that in the upper part of »Marls with Crabs« the depth increased to several hundreds and even a thousand metres. This new data agrees well with Gohrbandt's 1962 results. He assumed a depth of over thousand metres for »Transition marls« and »Flysch«.

According to these results it can be concluded that the term »Transitional beds« is to be used only for sediments that really represent a transitional period (period of steadily increasing depth). Among Eocene deposits of Istria, these are only »Marls with Crabs«, and not the »Transitional marls« or »Marls with Globigerinae«.

Manuscript received March 31, 1978.