

Numulitni vapnenac iz Vrsi: starost, taložni okoliš i dijageneza

Stojić, Vedran

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:966893>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Numulitni vapnenac iz Vrsi: Starost, taložni okoliš i dijageneza

Seminar III
Preddiplomski studij geologije
Vedran Stojić

Mentor:
Prof. dr. sc. Vlasta Čosović

Zagreb, rujan 2020.

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Geološka i geografska obilježja lokaliteta	2
3. Metode i materijali.....	5
3.1 Izrada mikroskopskih preparata.....	5
3.2 Mikroskopiranje.....	8
4. Rezultati	10
4.1 Određivanje vrste	10
4.2 Statistička analiza.....	14
5. Rasprava.....	17
6. Zaključak.....	19
7. Literatura.....	20

1. Uvod

Svrha ovog Završnog rada je utvrđivanje starosti, taložnog okoliša i dijageneze vapnenca analizom i prepoznavanjem njegovih mikroskopskih i makroskopskih karakteristika. Uzorak je uzet u uvali Duboka draga unutar Ljubačkog zaljeva (SI od mjesta Vrsi nadomak grada Zadra).

Na površini stijene uočeno je obilje kućica roda *Nummulites*. Iz uzorka su izrađeni mikroskopski preparati i analizirali su se na stereoskopskoj lupi. Sve uočene strukturne osobine, ali i mikropaleontološka analiza poslužili su za identifikaciju foraminiferskih vrsta odnosno utvrđivanje starosti stijene, mogućeg mjesta taloženja i promjena koje su nastupile tijekom dijageneze.

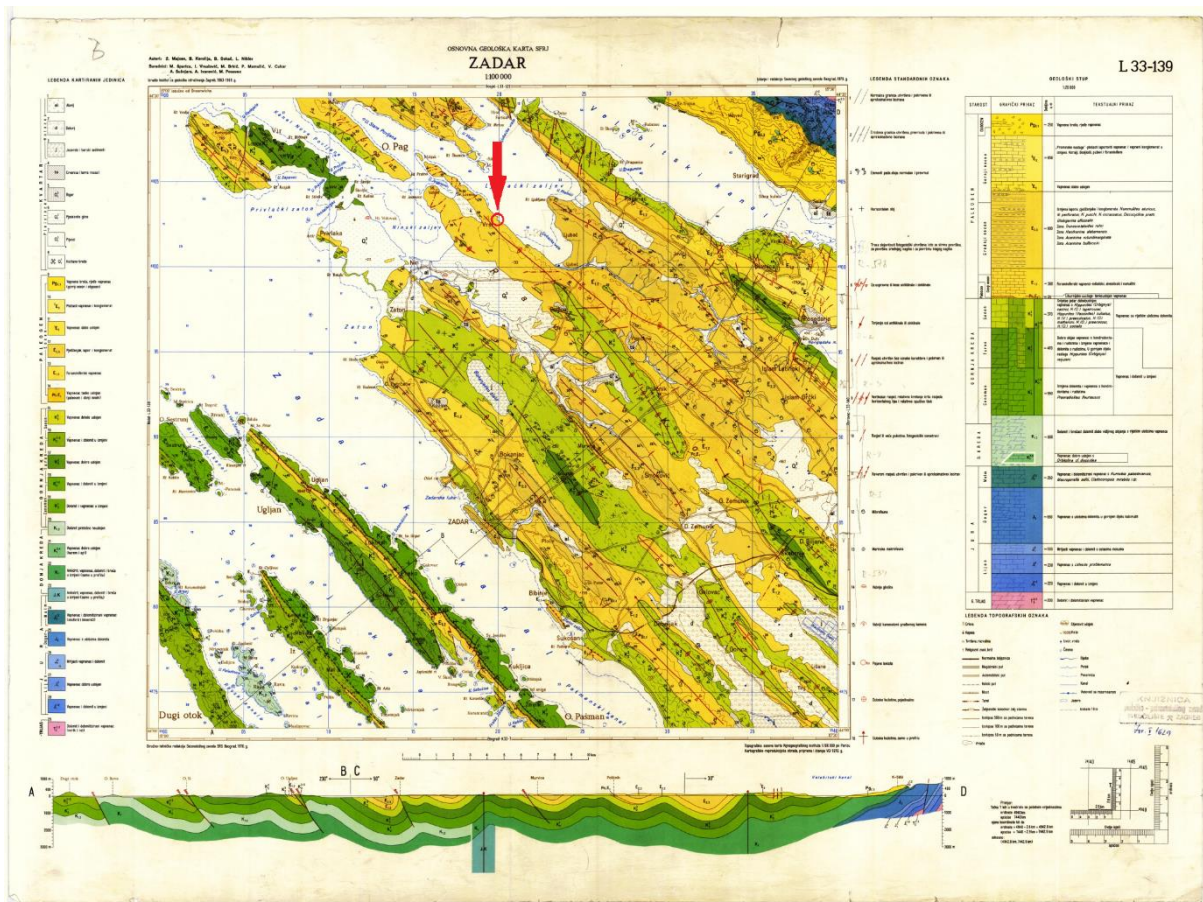
Sukladno tome određivala se autentičnost fosilne zajednice prema izvornoj biozajednici, koliko su procesi taloženja i fosilizacije utjecali na sastav zajednice. Mikropaleontološke metode koje su se primjenjivale uključuju određivanje broja kućica na zadanoj površini te mjerenja veličina kućica kako bi se zaključilo o tipu fosilne zajednice (tanatocenoza ili tafocenoza).

Izrada mikroskopskih preparata i njihova analiza izvršena je u Geološko-paleontološkom zavodu na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Fotografiranje mikroskopskog preparata izvedeno je u Mineraloško-petrografskom zavodu na mikroskopu ZEISS s pripadajućom kamerom.

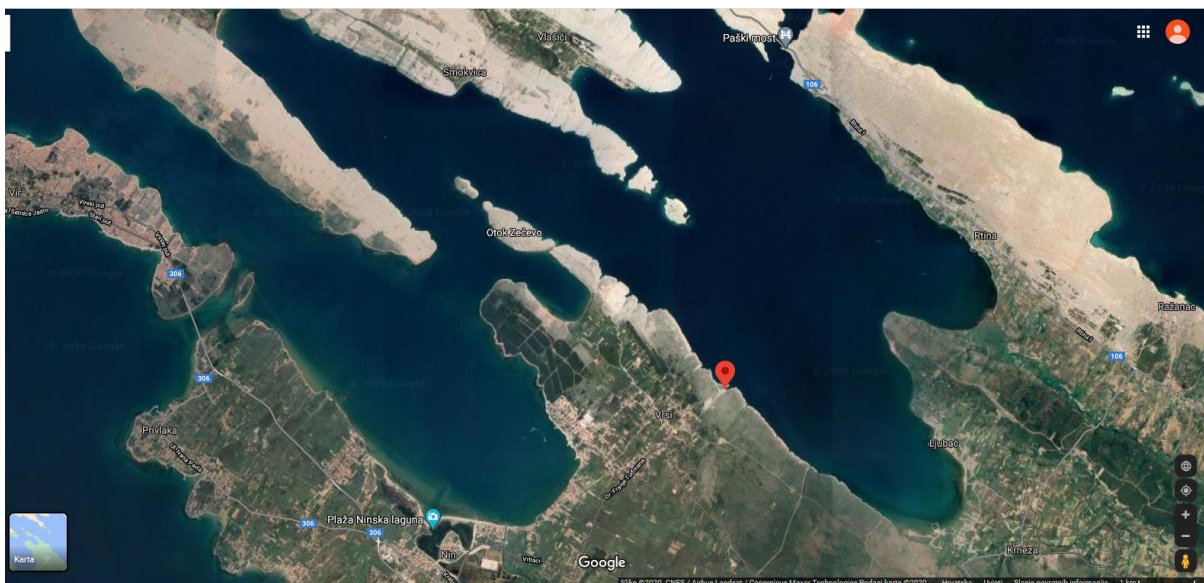
2. Geološka i geografska obilježja lokaliteta

Uzorak stijene je uzet u uvali Duboka draga (geografske koordinate 44°16'08.4"N 15°14'45.9"E) (slika 2). Prema podacima s OGK Zadar 1:100000 (Majcen *et al.*, 1970.) (slika 1) naslage koje izdanjuju u tom području su donjo do srednje eocenske starosti (oznaka E_{1,2}).

Uvala je izgrađena od Foraminiferskih vapnenaca (Slika 3). Prema tumaču Geološke karte Republike Hrvatske 1:300 000 (Vlahović i Velić, 2009) Foraminiferski vapnenci (s pripadajuća tri do četiri člana: miliolidni, alveolinski, numulitni i/ili diskociklinski vapnenci) su donjopaleogenska formacija (na području Vanjskih Dinarida). Padine uvale su jako okršene (slika 4), kućice foraminifera na njima se vide golim okom, a fragmenti stijena i izolirane kućice foraminifera kao kršje se nalaze svugdje okolo.



Slika 1. Osnovna geološka karta, list L 33-139 Zadar 1:100 000 (Majcen *et al.*, 1970.) s označenim mjestom uzorkovanja.



Slika 2. Satelitski prikaz položaja uvale Duboka draga (izvor: <https://www.google.com/maps/>).



Slika 3. Duboka draga, okršene padine izgrađene od Foraminiferskih vapnenaca donjoeocenske starosti (vlastita fotografija).



Slika 4. Lijevo okršena padina uvale Duboka draga, uslojeni vapnenci i mjesto gdje je uzet uzorak (vlastita fotografija).

3. Metode i materijali

3.1 Izrada mikroskopskih preparata

Mikroskopski preparati (slika 13) su napravljeni od uzorka vapnenca (slika 5) u Mokrom laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda. Sama izrada preparata sastoji se od više različitih koraka. Prvo se uzorak reže u pločice, debljine 2-3 mm, na uređaju za rezanje (STRUERS DISCOTOM-2) (slika 6). Nakon toga pločice se pile na dijamantnoj pili (slika 7) kako bi se postigle željene dimenzije (veličina predmetnog stakalca). Dobivena pločica se zatim polira korund-prahom na „brusnoj“ ploči kako bi se izravnale sve piljenjem zaostale neravnine na površini pločice (slika 8).

Glatka pločica se lijepi na predmetno stakalce (slika 9 i 10) ljepljivom dobivenim iz smole balzamaste jele (*Abies balsamea*) (tzv. „Kanada balzam“). Specifičnost tog ljepljiva je da je istog indeksa loma kao i indeks loma stakla, zbog čega prilikom mikroskopiranja ne mijenjaju se osobine minerala. Kad se ljepljivo osuši, pločica na predmetnom stakalcu se strojno istanjuje na debljinu od nekih 3-5 μm (slika 11). Na kraju se mikroskopski preparat polira fino granuliranim korund-prahom kako bi se dobila izglacana prozirna površina (slika 12).



Slika 5. Uzorak Numulitnog vapnenca (vlastita fotografija).



Slika 6. Rezanje uzorka na uređaju (STRUERS DISCOTOM-2) (vlastita fotografija).



Slika 7. Oblikovanje pločica na dijamantnoj pili (vlastita fotografija).



Slika 8. Poliranje pločice na „brusnoj“ plohi (vlastita fotografija).



Slika 9. Nanošenje „Kanada balzama“ na predmetno stakalce (vlastita fotografija).



Slika 10. Lijepljenje polirane pločice na predmetno stakalce (vlastita fotografija).



Slika 11. Strojno poliranje na uređaju „Gramofon“ (ALBA) (vlastita fotografija).



Slika 12. Završno poliranje mikroskopskog preparata (vlastita fotografija).



Slika 13. Gotovi mikroskopski preparati (vlastita fotografija).

3.2 Mikroskopiranje

Kabinetska obrada sastoji se od analiza mikroskopskog preparata (slika 14), a obuhvaća opisivanje sedimentoloških i mikropaleontoloških osobina uzorka. Dobivenim podacima moći će se interpretirati paleoekološki uvjeti koji su vladali tijekom taloženja, promjene nastale tijekom dijageneze te njihov utjecaj na sastav zajednice.

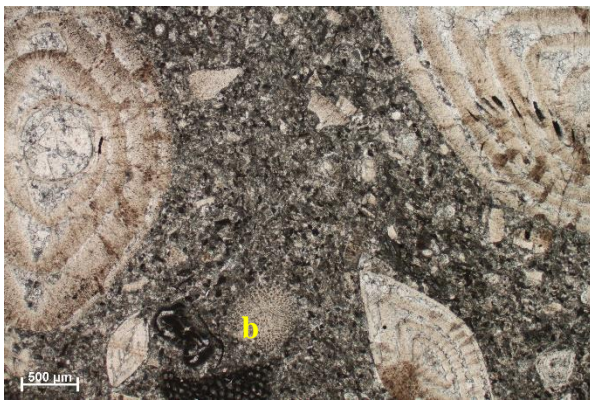
Pri sedimentološkoj analizi koristile su se dvije klasifikacije vapnenaca: Dunhamova (1962, preuzeto iz Tišljar, 2001) i Folkova (1959, 1962, preuzeto iz Tišljar, 2001). Mikroskopski preparat otkriva mnoštvo kućica velikih bentičkih foraminifera, cjelovitih i njihovih fragmenata, između kojih je mikritno vezivo (slika 15). Kućice i fragmenti foraminifera također se nerijetko i dodiruju (slike 5 i 19). Obzirom na dobivene osobine zaključuje se da je prema Dunhamovoj klasifikaciji uzorak foraminiferski *packstone*, dok je prema Folkovoj klasifikaciji uzorak biomikrit.



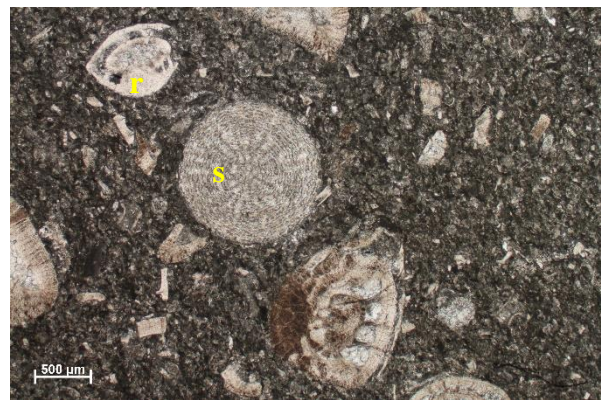
Slika 14. Analiza mikroskopskog preparata na stereoskopskoj lupi (NIKON) (vlastita fotografija).

Tafonomske osobine uzorka opisuju se kroz stanje očuvanosti kućica i njihovog rasporeda. Također gleda se postoji li dominantna orijentacija kućica (onih koji imaju izraženu jednu os), očuvanost kućice (opisuju se oštećenja, osobito se gleda cjelovitost najmlađeg zavoja.)

Analiza otkriva da se tek mjestimično kućice dodiruju (slika 5 i 17), većinom su cjelovite (slika 5 i 15), no kod određenih kućica prisutna su oštećenja najmlađeg zavoja (slika 18). Posvuda u vezivu nalaze se fragmenti kućica foraminifera (predstavnici roda *Nummulites* sp., neodredive miliolide, *Sphaerogypsina globula* (Reuss), *Rotalia* sp.) i ostaci drugih organizama (pločice bodljikaša; slike 15 i 16).



Slika 15. Mikrofotografija s osnim i kosim presjecima kućica *Nummulites* sp., *b* je oznaka za pločicu bodljikaša.



Slika 16. Mikrofotografija s razlomljenim kućicama *Nummulites* sp., *Sphaerogypsina globula* (Reuss) (oznaka *s*), *Rotalia* sp. (oznaka *r*).



Slika 17. Mikrofotografija, *Nummulites* sp., dodirivanje kućica i oštećeni najmlađi zavoj.



Slika 18. Mikrofotografija, oštećeni rubovi najmlađeg zavoja kućice *Nummulites* sp.

4. Rezultati

4.1 Određivanje vrste

Numuliti s. str. se ubrajaju u skupinu velikih bentičkih foraminifera, a klasificirane su u super- porodicu *Nummulitoidea*, porodicu *Nummulitidae*, pod-porodicu *Nummulitinae*. Kućica im je involutna, lećastog do diskoidalnog oblika i planispiralnog rasta (BouDagher--Fadel, 2008). Unutrašnjost joj se sastoji od mnoštva gusto namotanih zavoja, svaki je zavoj podijeljen septima u jednostavne klijetke (nema sekundarnih septi, ali ni drugih elementa koji dijele unutrašnjost klijetke u pod-prostore). Zbog planspiranog namatanja i involutne građe, klijetke se produžuju u stijenku prethodnog zavoja u obliku klina i to je alar - produženje.

Stijenka je perforatna, bilamelarna (sastavljena iz vanjske i unutarnje lamine). Boranjem unutarnje lamine stvara se „marginalna zona“ unutar koje se nalaze kanali. Ti kanali omogućuju međusobnu komunikaciju klijetki i komunikaciju klijetki s okolišem i imaju ulogu ušća. Od osobina važnih za funkcioniranje jedinke, koje su vidljive na kućicama su i trabekule (mjesto gdje kanali dodiruju stijenku). Na površini kućice, na mjestima gdje septi dodiruju stijenku su šavovi.

Površina numulita je glatka, ili ima izraženu mrežastu, meandrirajuću, zrakastu ili sinusoidalnu mrežu šavova. Unutrašnjost kućice može biti pojačana stupićima (kristali kalcita) koji se pružaju iz središnjeg dijela kućice prema površini. Granule su strukture na površini koje obilježavaju završetak stupića, a njihova distribucija je karakteristična za pojedine vrste.

Razmnožavaju se izmjenom generacija. Megalosferična (A-generacija) se izmjenjuje s mikrosferičnom (B-generacijom). Megalosferična nastaje mejozom i raste od početne velike klijetke (prolokulusa), dok mikrosferična nastaje iz gameta te raste iz jako male početne klijetke. Predstavnici dviju generacija se razlikuju svojom veličinom. Poznato je kako predstavnici B generacija mogu narasti i do 20-ak cm. S obzirom na veličinu te izgled, jasno je kako jedinke koje su različitih generacija ne žive na istom staništu.

Izgledi kućica numulita podsjećaju na novčiće (slika 19), po čemu je rod dobio ime (na latinskom jeziku „*nummulus*“ znači novčić).

Predstavnici roda *Nummulites* s. str. su se pojavili u kasnom paleocenu, isprva su jedinke bile male (dijametra <6 mm), a vrhunac razvoja imaju u srednjem eocenu kad predstavnici pojedinih vrsta postižu najveće dimenzije (Racey, 1992; Schaub, 1981), a posljednji predstavnici potječu iz srednjeg oligocena. Tako npr. jedinke vrste *Nummulites millecapiit* Boubke su imale dijametar do 160 mm. Evolucijski trend brojnih vrsta u srednjem eocenu je

bio prema sve većim i sve plosnatijim kućicama s velikim brojem zavoja i klijetki te većom početnom klijetkom. Velike dimenzije je bilo moguće ostvariti ubacivanjem „međuzavoja“. Zanimljivo, povećanje dimenzija kućica A- jedinki je znatno manje nego kod B – jedinki tako da kućice A – jedinki različitih vrsta rijetko imaju dijametar veći od 8 mm.



Slika 19. Izolirane oštećene kućice *Nummulites* sp. (vlastita fotografija).

Pri određivanju vrste roda *Nummulites* potrebno je odrediti različite morfološke osobine jedinke iz orijentiranih presjeka. Za identifikaciju vrsta potrebni su preferirano ekvatorijalni presjeci, dok se manje koriste osni presjeci. Kako su u analiziranim mikroskopskim preparatima uočeni osni presjeci, oni su poslužili za određivanje vrsta. Kriteriji koji se koriste su (Schaub, 1981):

- dimenzije kućice [dijametar (D) i debljina (T)],
- oblik kućice (s posebnim naglaskom na izgled polova),
- broj zavoja i veličina prolokulusa.

Kućica odabrane jedinke (slike 20 i 21) poslužila je za određivanje vrste (time i starosti uzorka) zbog svoje dobre očuvanosti i orijentacije presjeka. Tijekom analize određene su karakteristike:

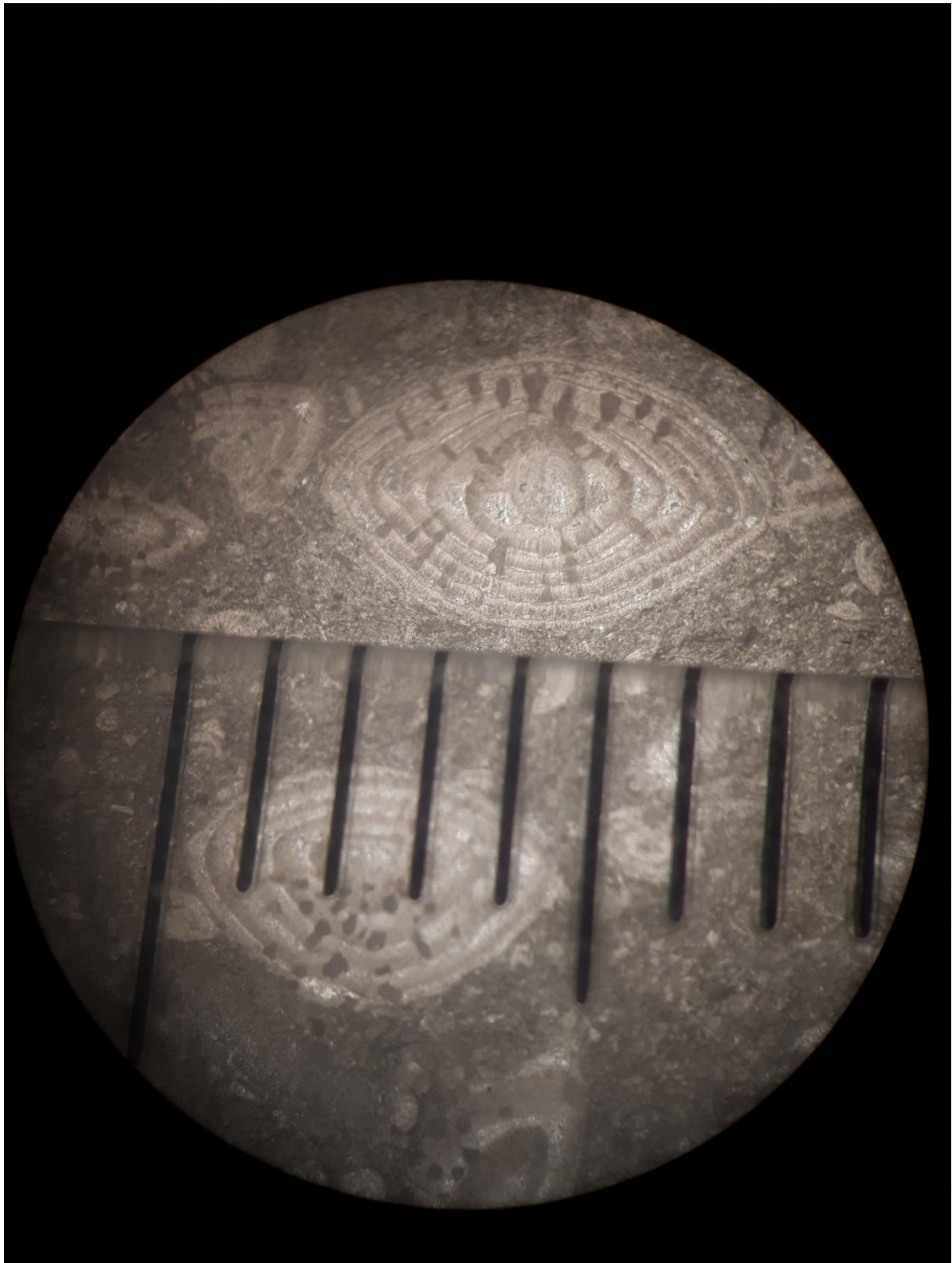
- a) dijametar kućice je 5,5 mm, a debljina joj je 3,3 mm,
- b) prolokulus je dijametra 1 mm, jedinka pripada A-generaciji,

- c) kućica je diskoidalna (zadebljani središnji dio, stanjivanje prema polovima) , izraženih polova,
- d) broj zavoja je 7,
- e) kalcitni stupići su ravnomjerno raspoređeni cijelom kućicom.

Služeći se navedenim značajkama i provjerom literature (Schaub, 1981) zaključilo se da se radi o vrsti *Nummulites praeturicus* Schaub, 1962, vrsti koja je tipična za srednji eocen, točnije za lutet.



Slika 20. Mikrofotografija visoke rezolucije jedinke *Nummulites praeturicus* Schaub, 1962 , *p* je oznaka za prolokulus, *A* za alar-produženje, *s* za stupiće.



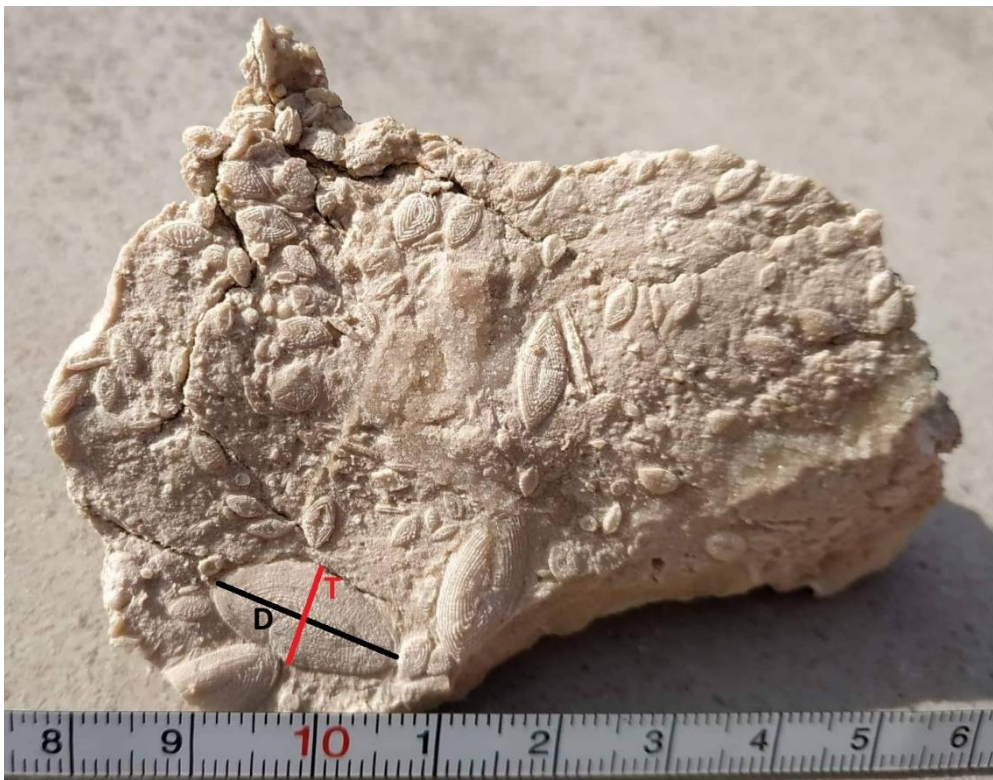
Slika 21. Mjerenje osobina kućice vrste *Nummulites praeturicus* Schaub, 1962 (ista jedinka kao i na slici 20).

4.2 Statistička analiza

Statistička analiza sastojala se iz brojanja kućica foraminifera roda *Nummulites* na površini uzorka (slika 22, površina uzorka je 8cm x 4cm). Mjerili su se sljedeći parametri: dijametar (D) i debljina (T) (slika 22). Dijametar predstavlja dužinu između dva pola koja prolazi kroz središte kućice, a debljina je dužina okomita na dijametar koja prolazi središnjim dijelom kućice.

Rezultati statističke analize izmjerenih dimenzija prikazani su tablično (Tablica 1), a temeljem dobivenih rezultata izrađen je histogram (frekvencijski graf) veličina kućica (slika 23) i graf omjera debljina i dijametara jedinki (T/D) odnosno spljoštenost kućica (slika 24).

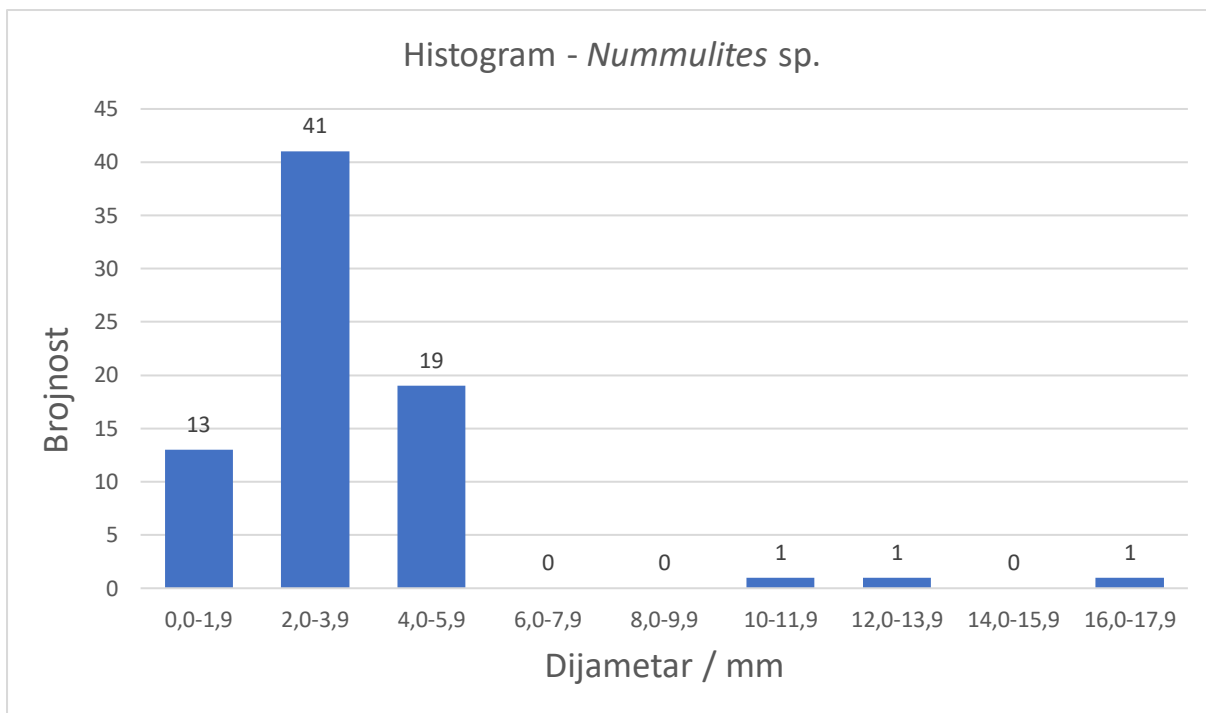
Histogram otkriva kako uzorak sadrži znatno veći broj manjih odnosno mlađih jedinki od velikih, starijih jedinki (svega tri primjerka na mjerenoj površini). Takva distribucija jedinki s obzirom na veličinu posljedica je rate ugibanja mlađih jedinki u odnosu na starije.



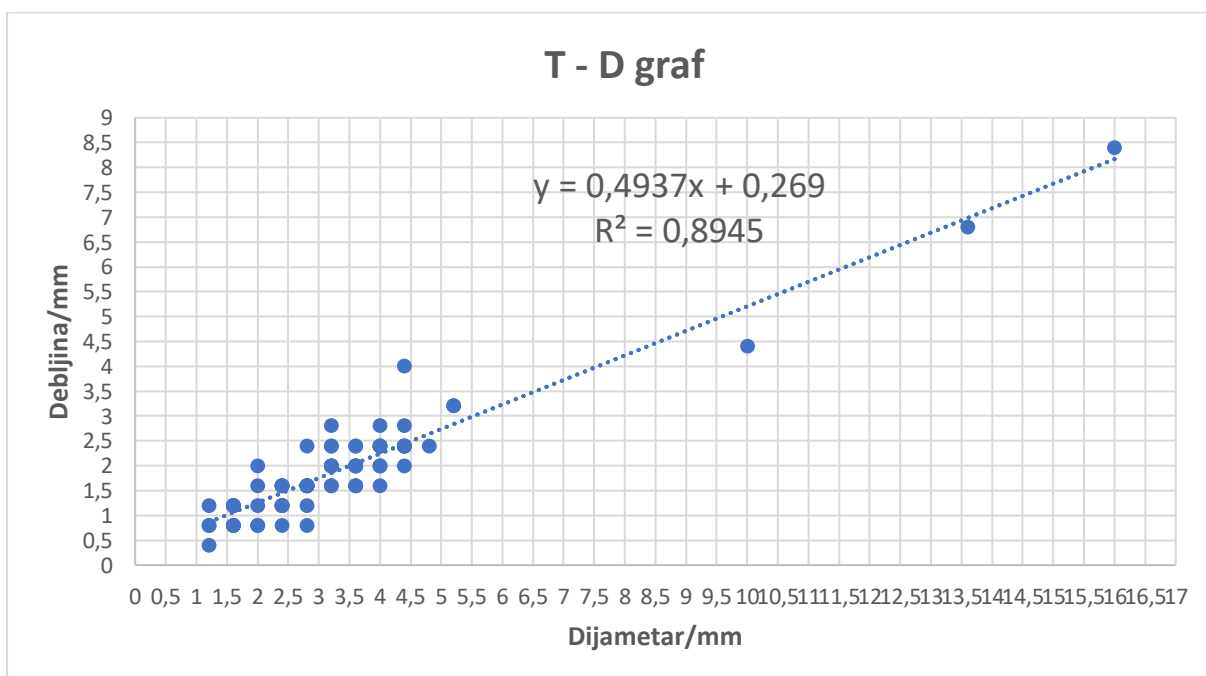
Slika 22. Mjerenje dijametra i debljine kućice *Nummulites* sp. na površini uzorka.

Tablica 1. Dimenzije kućica *Nummulites* sp.

Redni broj	D (mm)	T (mm)	T/D	Redni broj	D (mm)	T (mm)	T/D/
1.	3,6	2,4	0,76	40.	3,2	2,4	0,76
2.	3,2	2	0,62	41.	3,6	1,6	0,44
3.	4,4	2,4	0,54	42.	4	2	0,50
4.	3,2	2,8	0,87	43.	4,8	2,4	0,50
5.	2	0,8	0,40	44.	2,4	1,2	0,50
6.	2,8	1,2	0,43	45.	4,4	2,4	0,54
7.	2,4	1,6	0,67	46.	2,4	1,6	0,67
8.	5,2	3,2	0,61	47.	2,8	1,6	0,57
9.	4,4	2,4	0,54	48.	1,6	0,8	0,50
10.	2	2	1,00	49.	1,2	0,8	0,67
11.	3,2	2	0,62	50.	1,6	0,8	0,54
12.	3,2	1,6	0,50	51.	4,4	2,4	0,54
13.	1,6	0,8	0,50	52.	10	4,4	0,44
14.	1,2	1,2	1,00	53.	1,6	1,2	0,70
15.	2	1,6	0,80	54.	1,6	1,2	0,75
16.	2,8	1,6	0,57	55.	4	2,4	0,60
17.	3,2	1,6	0,50	56.	3,6	2	0,62
18.	3,6	2	0,62	57.	1,6	1,2	0,75
19.	2,8	1,6	0,57	58.	2,8	1,6	0,57
20.	4	2,4	0,60	59.	1,6	1,2	0,75
21.	4,4	4	0,91	60.	3,2	2,4	0,75
22.	4,4	2,4	0,54	61.	2,4	1,6	0,67
23.	2,4	0,8	0,33	62.	13,6	6,8	0,50
24.	2	0,8	0,40	63.	2,8	1,6	0,57
25.	2,8	0,8	0,28	64.	2	1,2	0,60
26.	5,2	3,2	0,61	65.	2,4	1,2	0,50
27.	4	2,4	0,60	66.	3,6	1,6	0,44
28.	4,4	2,8	0,63	67.	2,4	1,6	0,67
29.	1,6	1,2	0,75	68.	4	2,8	0,70
30.	1,6	0,8	0,50	69.	16	8,4	0,52
31.	3,2	2	0,62	70.	4	2,4	0,60
32.	2,4	1,2	0,50	71.	3,6	1,6	0,44
33.	3,6	2,4	0,67	72.	3,6	2	0,62
34.	4	2	0,50	73.	2,8	1,6	0,57
35.	4,4	2	0,45	74.	3,6	2	0,55
36.	1,2	0,8	0,67	75.	2,4	1,2	0,50
37.	1,2	0,4	0,33	76.	3,2	2	0,62
38.	4	1,6	0,40				
39.	2,8	2,4	0,86				



Slika 23. Histogram koji prikazuje brojnost veličina kućica *Nummulites* sp.



Slika 24. T – D graf koji prikazuje odnos debljine i dijametra kućica *Nummulites* sp.

5. Rasprava

Uzorak donesenog vapnenca je foraminiferski *packstone*, odnosno foraminiferski biomikrit. Kako su kućice *Nummulites* sp. najbrojnije, stijena se može opisati kao numulitni *packstone*, vapnenac. Većina kućica dobro je očuvano s tek pojedinim kućicama kojima su vanjski zavoji oštećeni. Uz kućice *Nummulites* sp., stijena sadrži neodređive male miliolide, *Sphaerogypsina globula* (Reuss), *Rotalia* sp., kao i pločice bodljikaša. U mikroskopskim preparatima osni presjeci kućica su poslužili za određivanje vrsta. Identificirana je vrsta *Nummulites praeturicus* Schaub, 1962 koja je karakteristična za lutet (Schaub, 1981).

Velike bentičke foraminifere, u koje se ubraja rod *Nummulites*, živjele su u tropskim i suptropskim morima (temperature ne niže od 14° C). One unutar sebe imaju endosimbionte, jednostanične alge. Hranu su dobivale preko svojih endosimbionta fotosintezom čime se zaključuje da je more bilo oligotrofično. Foraminifere domaćini uvijek žive u fotičkoj zoni jer je njihovim simbiotima potrebna sunčeva svjetlost. Perforatna stijenka roda *Nummulites* ukazuje na život u dubljim dijelovima fotičke zone. Robustni i fuziformi oblici kućica ukazuju na okoliš visoke energije (uglavnom dubine ispod 10 m), dok foraminifere elipsastih oblika, plosnatih preferiraju mirnije i dublje okoliše (Jorry *et al.*, 2006; BouDagher-Fadel, 2008).

U uzorku su kućice različitih veličina, dijametra od 1,2mm – 16mm (prosječna je veličina 3,41 mm), debljine od 0,4 mm – 6,8 mm (srednja vrijednost je 1,95mm). Najbrojnije su manje kućice (slike 23, 24). Kako je kod foraminifera veličina kućica pokazatelj i starosti jedinke, može se reći kako zajednicom dominiraju mlađe jedinke. Ovakva distribucija veličine jedinki (slika 23) je karakteristična za beskralježnjake, gdje je relativno velika rata smrtnosti u mlađim fazama. To znači da zajednica foraminifera ima originalnu dobnu strukturu, odnosno da *post-mortem* procesi (tafonomski procesi poput transporta, otapanja) su imali mali ili nikakav utjecaj.

Omjerom debljina i dijametra kućice u osnom presjeku (T/D) dobije se spljoštenost kućice koja ukazuje na dubinu okoliša u kojem su foraminifere živjele. T/D je proporcionalan dubini, što je stanište dublje, to je T/D odnosno spljoštenost veća (BouDagher-Fadel, 2008). Izračunate vrijednosti omjera T/D su od 0,33 do 1,00 (srednja vrijednost je 0,56). Usporedimo li dobivene vrijednosti s istraživanjima koja su provedena na recentnim predstavnicima roda *Amphistegina* sp. (Mateu-Vicens *et al.*, 2009), dubina staništa se kreće od par metara do najviše 30tak metara u uvjetima oligotrofičnog, tropskog do suptropskog mora. Ove su dubine okvirne, služe za definiranje staništa kao graničnog između unutrašnjeg i srednje dijela karbonatne platforme ili klastičnog šelfa, a ne kao apsolutne vrijednosti dubine. Naime, zajedničko

predstavnicima rodova *Amphistegina* i *Nummulites* je perforatna dvoslojna stijenka i isti endosimbionti, ali ta dva roda nikako nisu evolucijski povezani (nisu analogni organizmi). Inače na T/D grafu primjećuje se kako se trend spljoštenosti ne mijenja obzirom na razliku u veličinama kućica (slika 24). Zaključuje se da su sve jedinke iz istraživanog dijela uzorka živjele u okolišu koji je iste dubine, a to znači da je tijekom luteta morsko dno bila prostrana „ravnica“ gdje su jedinke *Nummulites* sp. uspijevale. Okoliši gdje su jedinke istog roda jako brojne, opisuju se kao „tvornice numulita“ (RACEY, 1992). I ovo ukazuje na originalnost fosilne zajednice.

Dobra očuvanost kućica sugerira da ako je transport nakon uginuća jedinki postojao, bio je kratak. Izostanak preferirane orijentacije i sačuvano mikritno vezivo također argumentiraju kratak transport. Prema načelima definiranja zajednica organizama i promjena na njima, ova bi zajednica bila tzv. susjedna zajednica (gotovo autohtona). Jedinke nakon uginuća, zbog nestanka organske tvari, pokazuju drugačije hidrodinamičke osobine i tako se pomiču s mjesta gdje je živjela i uginula.

U prilog originalnosti zajednice i kratkog transportu ide i činjenica da su sve jedinke pripadnici A-generacije jer jedinke različitih generacije žive na različitim staništima (BouDagher-Fadel, 2008). Razlog tome je oblik (T/D omjer), veće jedinke B-generacije su obično plosnatije (manja vrijednost omjera) i mogu prosperirati u nešto dubljem dijelu fotičke zone, koji je i područje manje energije (mirniji okoliš).

Kad se svi navedeni parametri povežu, otkriva se okoliš taloženja: toplo, oligotrofično more, fotička zona, okoliš u kojem se talože karbonatni sedimenti (karbonatne platforme) i to prijelaz iz unutrašnjeg u srednji dio, prostor koji je pod utjecajem valova za lijepa vremena (malo premještanje „praznih“ kućica).

6. Zaključak

Uzorku donesenom s područja Vrši bilo je potrebno odrediti starost i taložni okoliš. Uz to se utvrđivala originalnost fosilne zajednice prema izvornoj biozajednici i koliko su procesi taloženja i fosilizacije utjecali na njezin sastav.

Za određivanje sedimentoloških i mikropaleontoloških karakteristika poslužili su mikroskopski preparati koji su se izradili iz donesenog uzorka.

Statistička obrada za određivanje izvornosti zajednice sastojala se iz brojanja kućica na površini uzorka, mjerenja njihovih veličina i određivanje stupnja očuvanosti.

Sedimentološkom analizom određena je klasifikacija uzorka kao foraminiferski *packstone*, odnosno foraminiferski biomikrit.

Starost uzorka (lutet) odredila se prepoznavanjem foraminiferske vrste *Nummulites praeturicus* Schaub, 1962, što odgovara opisu starosti naslaga na geološkoj karti.

Okoliš taloženja je definiran prema ekološkim uvjetima koji trebaju biti u okolišu da bi postojala brojna zajednica numulita. Predstavnici roda *Nummulites* sp. su živjeli u oligotrofičnim tropskim i subtropskim morima, u fotičkoj zoni. Omjeri dijametra i debljine kućica, zastupljenost jedinki prema veličini, izvrsna sačuvanost te dominacija jedinki A-generacije upućuje da je zajednica pretrpjela tek neznatne *post-mortem* promjene, odnosno da je gotovo autohtona zajednica. Taloženje je bilo u sredini koja odgovara prijelazu iz unutrašnje u srednji dio karbonatne platforme, gdje se osjeća djelovanje valova za lijepa vremena.

7. Literatura

BOUDAGHER-FADEL, M. (2008) Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminifera. *Developments in Paleontology and Stratigraphy*, vol. 21, Elsevier Science, London, 387-542.

JORRY, S., HASLER, C., DAVAUD, E. (2006) Hydrodynamic behaviour of Nummulites: implications for depositional models, *Facies*, **52**, 221-235.

MAJCEN, Ž., KOROLIJA, B., SOKAČ, B., NIKLER, L. (1970) Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100000, List Zadar, L 33-139, Inst. geol. istraž. Zagreb, Savezni geol. zavod, Beograd

MATEU-VINCES, G., HALLOCK, P., BRANDANO, M. (2009) Test-shape variability of *Amphistegina d'Orbigny, 1826* as a paleobathymetric proxy: Application to two miocene examples. U: *Geologic Problem Solving with Microfossils: A Volume in Honor of Garry D. Jones*. SEPM Special Publication No. 93, 67-82.

RACEY, A. (1992) The relative taxonomic value of morphological characters in the genus *Nummulites* (Foraminiferida), *Journal of Micropalaeontology*, **11**, 197-209.

SCHAUB, H. (1981) Nummulites et Assilines de la Tethys Paleogene. Taxinomie, Phylogenese et Biostratigraphie. *Memoires Suisses de Paleontologie*, **104-106**, 1-236.

TIŠLJAR, J. (2001) Sedimentologija karbonata i evaporita, Institut za geološka istraživanja u Zagrebu, Zagreb, V-X, 375 str.

VLAHOVIĆ, I. i VELIĆ, I. (2009) Tumač geološke karte Republike Hrvatske 1:300 000, Hrvatski geološki institut, Zagreb, 141 str.

E-izvori

<https://www.google.com/maps/>> Pristupljeno 12. rujna 2020.