

# Distribucija foraminifera i ostrakoda u slanoj močvari Lokunja (otok Pag)

---

**Ban, Antonela**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*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:217:727911>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-03**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Antonela Ban

**DISTRIBUCIJA FORAMINIFERA I  
OSTRAKODA U SLANOJ MOČVARI  
LOKUNJA (OTOK PAG)**

Diplomski rad

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

Antonela Ban

**DISTRIBUCIJA FORAMINIFERA I  
OSTRAKODA U SLANOJ MOČVARI  
LOKUNJA (OTOK PAG)**

Diplomski rad  
predložen Geološkom odsjeku  
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu  
radi stjecanja akademskog stupnja  
magistra geologije

Mentor:  
Prof. dr. sc. Vlasta Čosović

Zagreb, 2019.

## ZAHVALE:

prof. dr. sc. Vlasti Čosović na mentorstvu, brojnim savjetima, utrošenom vremenu, podršci i razumijevanju te velikoj pomoći prilikom ispravaka i izrade ovog rada;

dr. sc. Igoru Felji na pomoći prilikom obavljanja laboratorijskih analiza, na savjetima i prijedlozima tijekom uređivanja teksta i obrade podataka;

prof. dr. sc. Nevio Puglieseu sa Sveučilišta u Trstu oko pomoći određivanja vrsta ostrakoda;

dipl. ing. Željku Ištuku na pomoći pri šlemanju;

svim profesorima, asistentima i ostalim djelatnicima Geološkog odsjeka koji su mi pomogli tijekom studija, te svim kolegama;

roditeljima, sestri, dečku i prijateljima na razumijevanju i svemu ostalom.

Hvala!

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Diplomski rad

### DISTRIBUCIJA FORAMINIFERA I OSTRAKODA U SLANOJ MOČVARI LOKUNJA (OTOK PAG)

ANTONELA BAN

Rad je izrađen na Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Republika Hrvatska.

**Sažetak:** Slana močvara Lokunja poznata je po zdravom blatu. Ručnim uzorkovanjem prikupljena su četiri uzorka sedimenta. Mokrim sijanjem su izdvojene foraminifere i ostrakodi čije su vrste taksonomski određene. Mikropalaeontološke analize provedene su na uzorcima ispranim na situ promjera rupica 63  $\mu\text{m}$ , a ostatak je iskorišten za granulometrijsku analizu. Bioraznolikost foraminiferske zajednice određena je na temelju pet ekoloških indeksa. Populacijska dinamika je napravljena na dominantnoj foraminiferskoj vrsti *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny). Bogatstvo vrsta u svim ispitivanim uzorcima varira (vrijednosti su od 4 do 8), dominacija pokazuje maksimalnu vrijednost 0,43. Vrijednosti indeksa ukazuju na lagunski, hiposalinski okoliš. Zajednicu *A. parkinsoniana* karakterizira gausova (normalna) raspodjela veličine, a najbrojnije su jedinke u rasponu 260-300  $\mu\text{m}$ . Uzorci sadrže brojne karapakse vrste ostrakoda *Cyprideis torosa* (Jones), široko rasprostranjene eurhalinske forme. Mala raznolikost zajednica mikro-organizama, dominacija adultnih jedinke bentičke foraminifere, ujednačena veličina ljuštura ostrakoda kao i prisustvo isključivo muških jedinke, sve to sugerira *post-mortem* nakupljenih ostataka.

**Ključne riječi:** *Ammonia parkinsoniana*, populacijska dinamika, *Cyprideis torosa*, slana močvara

**Rad sadrži:** XI + 39 stranice, 13 slika, 3 tablica, 5 tabli, 45 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je pohranjen u:** u Središnjoj geološkoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a

**Mentor:** prof. dr. sc. Vlasta Čosović

**Ocjenjivači:** prof. dr. sc. Vlasta Čosović  
prof. dr. sc. Nenad Tomašić  
doc. dr. sc. Đurđica Pezelj

**Datum završnog ispita:** 26. rujna, 2019.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

### Master's Thesis

## DISTRIBUTION OF FORAMINIFERA AND OSTRACODS IN SALT MARSH LOKUNJA (PAG IS.)

ANTONELA BAN

Thesis completed in Division of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Croatia.

**Abstract:** Saltmarsh Lokunja is well known for its healthy mud. Four samples were collected by hand sampling. Wet sieving method was applied, and foraminifera and ostracods were taxonomically identified on species level. Micropalaeontological analyses were performed on samples washed through a 63 µm sieve, and the rest of the samples were used for granulometric analysis. The biodiversity of the foraminiferal community was determined on the basis of five ecological indices. Population dynamics were made on the dominant foraminiferal species, on *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny). Index of Species richness, in all samples, varied from 4 to 8, dominance showing a maximum value of 0.43. The values of all indices suggest hyposaline, lagoonal setting. The population of *A. parkinsoniana* is characterized by a Gaussian (normal) size distribution pattern, with peaks occurring among specimens of 260-300 µm diameters. All ostracod assemblages are dominated by *Cyprideis torosa* (Jones), a widespread euryhaline species that can live from freshwater to hypersaline conditions. Low values of ecological indices, the dominance of adult foraminiferal specimens, carapaces of the same sizes of male individuals, all these suggest post-mortem transport of remains of organisms.

**Keywords:** *Ammonia parkinsoniana*, population dynamics, *Cyprideis torosa*, salt marsh

**Thesis contains:** XI + 39 pages, 13 figures, 3 tables, 5 plates, 45 references

**Original in:** Croatian

**Thesis deposited in:** Central Geological Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a

**Supervisor:** Ph.D, Vlasta Čosović, Professor

**Reviewers:** Ph.D, Vlasta Čosović, Professor  
Ph.D, Nenad Tomašić, Professor  
Ph.D, Đurđica Pezelj, Assistant Professor

**Date of the final exam:** September 26, 2019.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GEOGRAFSKE I GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE OTOKA PAGA</b> .....	<b>2</b>
2.1. Pregled dosadašnjih istraživanja.....	5
<b>3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>6</b>
3.1. Terenske metode.....	6
3.2. Laboratorijske metode.....	8
3.3. Kabinetske metode.....	10
3.3.1. Identifikacijski kriteriji .....	11
3.3.2. Indeksi raznolikosti.....	13
3.3.3. Populacijska dinamika .....	15
<b>4. REZULTATI</b> .....	<b>17</b>
4.1. Mikropaleontološka analiza i populacijska dinamika.....	17
4.2. Opis i sistematika idetificiranih rodova .....	21
4.3. Granulometrijska analiza.....	25
<b>5. RASPRAVA</b> .....	<b>27</b>
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>30</b>
<b>7. LITERATURA</b> .....	<b>31</b>
<b>8. POPIS SLIKA U TEKSTU</b> .....	<b>37</b>
<b>9. POPIS TABLICA U TEKSTU</b> .....	<b>39</b>
<b>10. TABLE</b> .....	<b>V</b>

## 1. UVOD

Međuplimske zone su okoliši velike nestabilnosti i izraženih antropogenih utjecaja, te se smatraju najstresnijim ekosustavima na svijetu. Plima donosi hranjive tvari te na tim područjima raste vegetacija otporna na sol, a životinjski svijet je brojan (posebno crvi, mekušci i rakovi). Slane močvare, koje se razvijaju u takvim uvjetima su pretežito sastavljene od sitnozrnatog sedimenta (gline i mulja) bogatog organskim ugljikom, zbog organske tvari nastale nakupljanjem ostataka organizama koji tu žive, a prisutna bioturbacija rezultat je aktivnosti brojnih životinja (Nichols, 2009).

U slanim močvarama kao i drugim rubnim okolišima, foraminifere, predstavnici razreda korjenonošaca, su raznovrsne i brojne. To su heterotrofni organizmi koje se kreću pomoću granoretikulopodija. Za paleontološka istraživanja važne su vrste i rodovi koji imaju mineralni skelet (bilo da ga izlučuju ili nakupljaju). Postoje dvije glavne skupine s obzirom na način života: planktonske i bentičke foraminifere (ove zadnje su važne za ovaj rad). Bentičke foraminifere žive na morskom dnu, a razmnožavaju se izmjenom A - (spolna) i B - (nespolna) generacije (Murray, 1991, 2006).

Mikroskopski sitni račići, ostrakodi, žive u svim vodenim sredinama od morskih do slatkovodnih, a ponekad i u vlažnim tlima, a česti su i u međuplirskim okolišima. Veličine su 0,1 do 32 mm, a tijelo im je zaštićeno oklopom (karapaksom) koji ima dvije ljuštore od nisko magnezijskog kalcita. Ostrakodi imaju izražen spolni dimorfizam, a razmnožavanje je spolno i nesporno.

Cilj ovog diplomskog rada je opisati sastav foraminiferske i ostrakodne zajednice u uzrokovanim sedimentima slane močvare Lokunja na otoku Pagu, opisati granulometrijske karakteristike sedimenata, statistički obraditi foraminifersku zajednicu, te interpretirati populacijsku dinamiku najbrojnije foraminiferske zajednice, a sve kako bi se opisalo porijeklo organizama, utjecaj otvorenog mora i održivost ekosustava Lokunja.



## 2. GEOGRAFSKE I GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE OTOKA PAGA

Otok Pag smješten je u sjevernom dijelu Jadranskog mora s pravcem pružanja sjeverozapad-jugoistok. Na otoku se mogu izdvojiti četiri prirodno-geografske zone: a) Unutrašnji niz vapnenačkih zaravni Zaglava-Barbat-Gorica ima složenu i nepristupačnu konfiguraciju terena. b) Središnja ili novaljsko-paška flišna udolina, koja je u predpleistocenskom razdoblju bila povezana s podvelebitskom udolinom, odnosno današnjim podvelebitskim kanalom. Pozitivnim glacioeustatičkim promjenama u postpleistocenu središnji dio Paške udoline postao je Paški zaljev, koji razdvaja dva dijela flišne udoline: novaljsko-casku na sjeverozapadu i paško-dinjišku udolinu na jugu. c) Vanjski niz vapnenačkih zaravni Novalja – Košljun s kolanskom udolinom genetski odgovara unutrašnjem nizu. d) Jugozapadni dio otoka čini dvostruko raščlanjena zona povljanske i vlašićke udoline (Rogić, 1972.)

Geološki gledano otok Pag pripada geotektonskoj jedinici Vanjski Dinaridi, dio je Dinaridskog navlačnog kompleksa, a recentnim geološkim procesima odvojen je od tektonske jedinice Ravnih kotara (Magaš, 2011).

Prvi poznati podaci o geološkoj građi otoka Paga datiraju iz 1868. godine, a prikazani su na preglednoj geološkoj karti Austro-ugarske monarhije u mjerilu 1 : 576 000, list 10, u redakciji F. Hauera (starost, distribucija i tektonski odnosi naslaga). Stratigrafski, otok Pag je izgrađen od krednih, paleogenskih i kvartarnih naslaga.

L. Waagen 1913. godine daje prikaz geološkog sastava otoka Paga i Mauna na karti lista "Pag" (u suradnji s R. Schubertom) u mjerilu 1 : 75 000 s odgovarajućim tumačem. Karta zahvaća samo jugoistočni dio otoka od linije koja se proteže sjeverno od mjesta Kolan.

U periodu od 1963. do 1967. godine obavljena su geološka istraživanja u sklopu projekta izrade geološke karte tadašnje države, a na opisivanju geološke građi otoka Paga sudjelovali su B. Sokač, L. Nikler, I. Velić i P. Mamužić (Osnovna geološka karta SFRJ, 1: 100 000, list Gospić, list Silba, list Zadar, Savezni geološki zavod Beograd). Geološka građa opisana je na više listova Osnovne geološke karte RH, a najvećim dijelom na listu Gospić (Sokač *et al.*, 1974).

Posebno su dragocjeni radovi koji se bave geologijom, hidrogeologijom i rudnim nalazištima Paga: Radimsky, 1877; Schubert, 1909; Margetić, 1950; Tolić, 1950, 1951, 1952, 1953; Petričec, 1958; Magdalenić, 1974, 1984; Bulić & Jurišić Polšak, 2009 (preuzeto iz Magaš, 2011).

Otok je pretežito izgrađen od izrazito okršenih karbonatnih naslaga, dok lapori i pješčenjaci eocenskog fliša dobrim dijelom prekriveni kvartarnim naslagama, zauzimaju manje površine. Najstarije naslage istaložene tijekom cenoman-turona su vapnenci i dolomiti na koje se nastavljaju vapnenci mlađe krede. Trangresivno na mlađekredne vapnence slijede eocenski foraminiferski vapnenci. Prijelaz u sedimente fliša je oštar i izrazit uz mjestimične pojave leća laporovitih vapnenaca. Tijekom miocena i pliocena talože se glinoviti i pješčenjački lapori, a tijekom pleistocenu prevladavaju deluvijalne naslage. Najmlađe naslage otoka Paga nastale su tijekom holocena, to su organogeni-barski sedimenti (Lončar, 2008).

Osnovne strukturne geološke forme otoka su dvije kredne antiklinale (Saska i Novalja) između kojih je eocenska sinklinala (Paška sinklinala), te uz njih nekoliko manjih pravilnih bora. Te geološke strukture se poklapaju s reljefom otoka pa antiklinale predstavljaju najviše dijelove otoka, a sinklinala doline i polja. Os antiklinale Saska tone prema jugoistoku, dok os antiklinale Novalja tone prema sjeverozapadu. Ispresijecana je uzdužnim, poprečnim i dijagonalnim rasjedima, dok su joj krila spuštana pod različitim kutom. Naime, sjeveroistočno krilo joj je srednje strmo do strmo, dok je jugozapadno krilo blago borano (Mamužić *et al.*, 1973). Paška se sinklinala sjeverozapadno od Paga spuštanjem antiklinalne strukture, razvijene u sjeveroistočnom pojasu otoka, naglo proširuje i veže sa sinklinalom paških vrata. Paralelno s pružanjem strukture razvijeni su u manjoj mjeri i rasjedi.

Strukture (bore i rasjedi) otoka Paga nastale su Laramijskom orogenetskom fazom (kreda - paleogen). Rasjedanje je krenulo nakon pirirnejskih pokreta i zbog toga paleogenske naslage imaju dinarski pravac pružanja.

Uzorkovano područje smješteno je u gradu Pagu, u blizini solane (Slika 1) i u lokalnoj zajednici poznato je kao ljekovito blato. Barijerom je odvojeno od otvorenog mora. Na većini područja nalaze se vrlo plitke vode s mikrotajdalnim (0,25 m, HHI podaci) poludnevnom plimnim režimom.

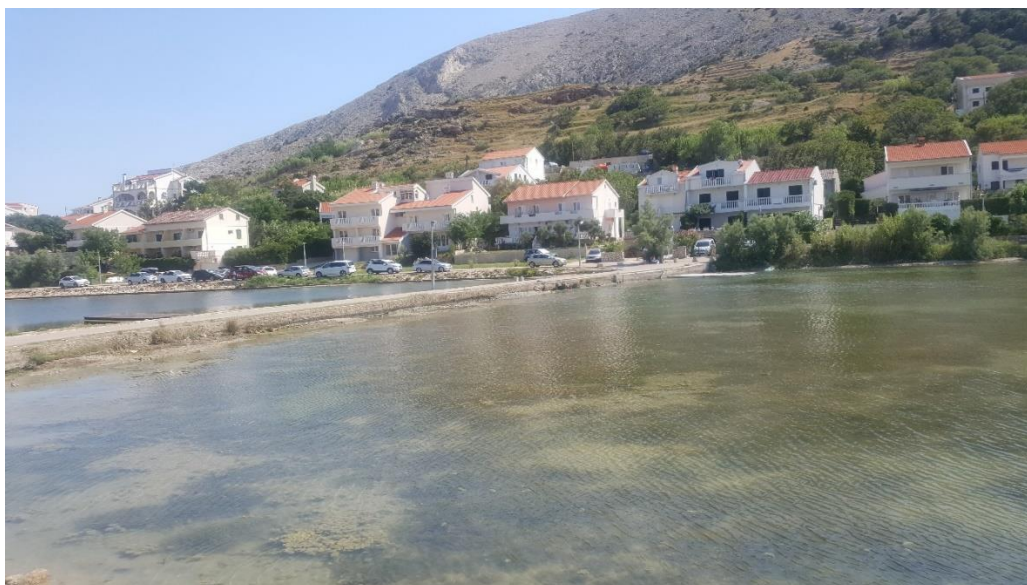


Slika 1. Prikaz uzorkovanog područja na otoku Pagu (Satelitski snimak; Google Earth, <https://wiki--travel.com/img/map-of-croatia-pag-island-1.html>).

## 2.1. Pregled dosadašnjih istraživanja

Postoji neujednačena distribucija objavljenih radova o osobinama međuplinskih okoliša uzduž istočne obale Jadranskog mora, jer sistematična istraživanja u našem dijelu obale ne postoje (Ćosović *et al.*, 2011). Najsjevernija dio, koji pripada Italiji, se istražuje, te su detaljno sa sedimentološkog, geokemijskom i biološko-mikropaleontološkog pogleda opisane lagune poput laguna Grado i Marano (Melis & Covelli, 2013; Emili *et al.*, 2013; Covelli *et al.*, 2017) ili Panzano (Vidović *et al.*, 2016). Sistematični prikaz vegetacije slanih močvara koji pripadaju RH nalazimo u radu Pandža *et al.* (2007), dok geokemijske analize sedimenata s osvrtom na sastav zajednica foraminifera i ostrakoda je u doktorskoj disertaciji T.A. Shaw i odgovarajućem radu (2016). Sedimenti slane lagune Mljetskih jezera su mikropaleontološki i sedimentološki istraživana i opisani (Cimerman *et al.*, 1988; Sokač & Bajraktarević, 1995; Vaniček *et al.*, 2000; Ćosović *et al.*, 2002, Ćosović *et al.*, 2016). U raznim ocjenskim radovima (Vidović, 2010, Felja, 2017) i znanstven radovi koji su proizašli iz njih (Brunović *et al.*, 2019), opisane su slane močvare na otocima Krku i Cresu.

Sediment iz Lokunje je poznato kao ljekovito blato. Analizirana su kemijska (osnovni kemijski sastav, pepeo i pijesak, vlaga, organska tvar, isparljivost, sumporne bakterije, sumpor, pH) kao i mehanička i fizikalna svojstva „blata“ i to u više navrata kako bi pokušalo odrediti ljekovita svojstva (1959, 1975) (Slika 2).



Slika 2. Uvala Lokunja, jugozapadni dio grada Paga.

### 3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

#### 3.1. Terenske metode

Uzrokovanje je provedeno krajem srpnja 2018. godine u slanoj močvari Lokunja ( $44^{\circ} 26' 25.78''$  N i  $15^{\circ} 02' 50.71''$  E). Lokunja je smještena na jugozapadnom dijelu grada Paga uz samu gradsku plažu. Površina Lokunje je oko 20 000 m<sup>2</sup>, to je područje plitkog mora, na čijem se dnu nalaze bogate naslage peloida, ljekovitog mulja. Peloid se nakupljao tisućljećima, a njegova je ljekovitost dokazana ne samo iskustvima ljudi koji su ga koristili nego i brojnim znanstvenim istraživanjima

(<http://www.pag-gradzdravlja.eu/component/content/category/9-uncategorised.html>).

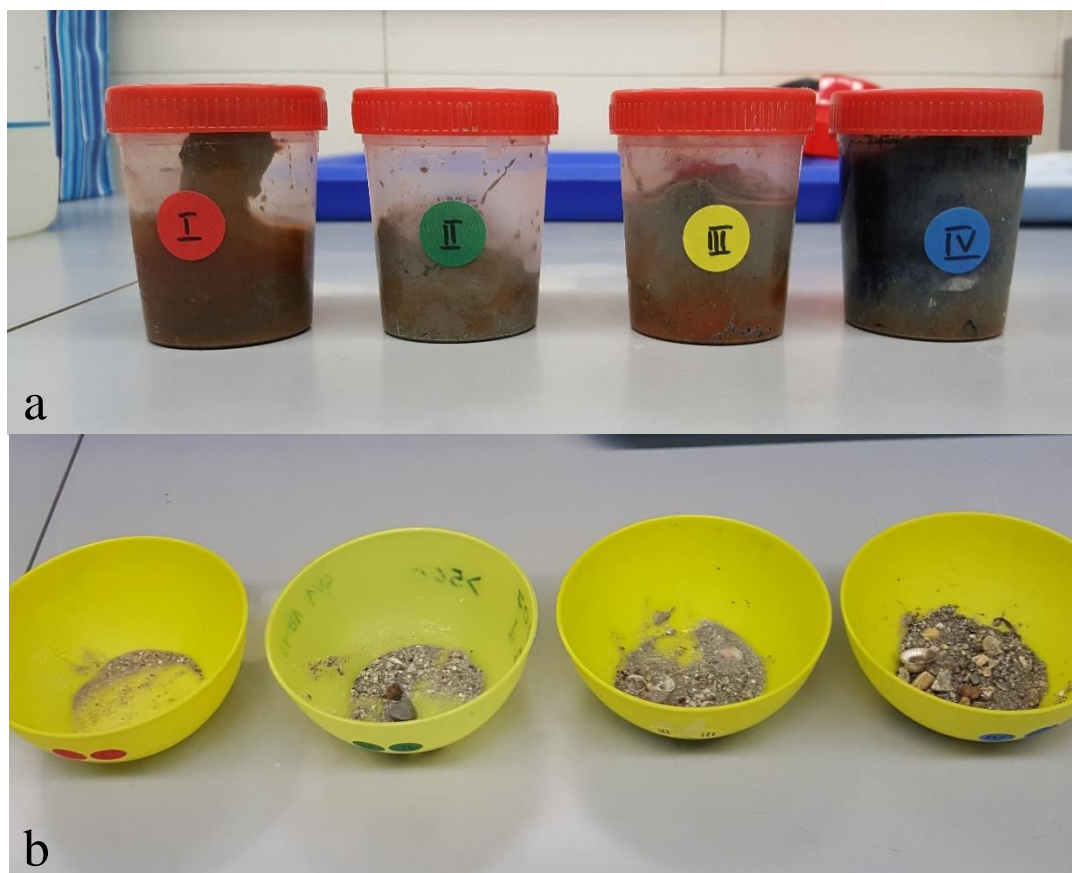
Ručnim uzrokovanjem sakupljena su četiri uzorka sedimenta u profilu od pličeg prema dubljem (Slika 3) dijelu močvare. Dubina uzorkovanja prvog uzorka iznosi 5 cm (I), a zatim slijede uzroci s dubine od 30 cm (II), 55 cm (III) i 75 cm (IV).



Slika 3. Prikaz uzorkovanog područja uvale Lokunja, otok Pag (a), uvećan prikaz područja uzorkovnja (b), sediment uvale (c), ručno uzorkovanje (d), točke uzorkovanja I-IV (od plićeg prema dubljem) (e), Satelitski snimak;Google earth.

### 3.2. Laboratorijske metode

Sakupljen sediment je podijeljen u dva pod-uzorka. Jedan pod-uzorka kod četiri sedimenta (oznake I-IV) otopljeni su u mješavini 30 % otopini vodikovog peroksida ( $H_2O_2$ ) i vode ( $H_2O$ ) (otopina je omjera 10 ml vodikovog peroksida na 30 ml vode) i ostavljeni 24 sata kako bi se organska tvar eliminirala. Proces dezintegracije nije bio dovoljno uspješan zbog velike količine organske tvari, te je postupak sljedeći dan ponovljen, a uzorci su ostavljeni u otopini još pet dana. Nakon šta se organski dio otopio (talog koji je zaostao sastojao se od skeleta mikroorganizama i čestica sedimenta) uslijedilo je prosijavanje uzoraka kroz sito promjera  $63 \mu m$ . Ispiranje je bilo pod mlazom vode. Prosijavanju svakog uzorka prethodilo je detaljno ispiranje sita u ultrazvučnoj kadi kako ne bi došlo do kontaminacije uzoraka. Nakupljen talog osušen je na sobnoj temperaturi (Slika 4), te spremljen u papirnate vrećice. Takav priređen talog spreman je za promatranje pod mikroskopom.



Slika 4. Prva slika (a) prikazuje uzorka od I-IV prije obrade i nakon uzrokovanja, dok druga slika (b) prikazuje taloge uzoraka koji su zaostali nakon ispiranja na situ promjera rupica  $63 \mu m$ .

Za granulometrijsku analizu korišteni su uzorci I (A1) i II (A2), a analiza je napravljena u laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta sveučilišta u Zagrebu. Za uzorke čije su čestice veće od 63  $\mu\text{m}$  korištena je metoda mokrog sijanja, a uzorci su prije početka analize izvagani na analitičkoj vagi. Uzorci su prosijani kroz sita reda veličine 4000  $\mu\text{m}$ , 2000  $\mu\text{m}$ , 1000  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$  i 63  $\mu\text{m}$ . Raspon promjera otvora sita određen je prema granicama definiranim Wentworth-ovom (1922) klasifikacijom od vrlo sitnog šljunka do vrlo sitnog pijeska. Kod čestica manjih od 63  $\mu\text{m}$  korištena je metoda sedigrafa (Vitturi & Rabitti, 1980; Micromeritics, 2002). Čestice su tijekom sijanja ispirane destiliranom vodom i sakupljene u obliku suspenzije u staklenim čašama i ostavljene da se istalože. Višak vode je dekantiran, a preostali uzorak stavljen je na analizu sedigrafom (SediGraph 5100). Sustav za sedimentacijsku analizu SediGraph 5100 sastoji se od analizatora, sučelja i računala. U analizatoru se nalaze izvor i detektor rendgenskih zraka, ugrađen sustav za cirkulaciju (pumpe) koji odvodi sedimentacijsku tekućinu s uzorkom u ćeliju za analizu, odvodna i dovodna cijev za otpadnu i čistu sedimentacijsku tekućinu i čašica za suspendirani uzorak. Upravljanje i rad analizatorom omogućen je pomoću računalnog programa SediGraphWin 5100 (Micromeritics, 2002). Metoda određivanja veličine zrna sedigrafom u tekućini poznatih svojstva temelji se na gravitacijskoj sedimentaciji i apsorpciji (niskoenergetskih rendgenskih (rtg) zraka. Sedimentacija uslijed djelovanja gravitacije opisana je Stokes-ovim zakonom; čestice se počinju razdvajati po veličinama tako da se veće čestice brže talože dok se manje sporije talože i ostaju u suspenziji duže vrijeme:

$$v = \frac{1}{18} \cdot g \cdot \frac{\rho - \rho_f}{\eta} \cdot d^2$$

gdje je:  $v$  brzina taloženja čestice (m/s),  $g$  gravitacijsko ubrzanje ( $\text{m/s}^2$ ),  $\rho$  gustoća čestice ( $\text{kg/m}^3$ ),  $\rho_f$  gustoća fluida ( $\text{kg/m}^3$ ),  $\eta$  viskozitet fluida i  $d$  promjer čestice (bilježeći proteklo vrijeme od početka taloženja, te dubinu mjerene zone unutar ćelije sedigraf daje informacije o veličini čestica u suspenziji). Za mjerenje masene koncentracije čestica u suspenziji sedigraf koristi snop paralelnih rtg zraka kroz suspenzijsku tekućinu. Jačina intenziteta rtg



zraka, tj. prolaznost rtg zraka kroz suspenziju je obrnuto proporcionalna količini čestica u suspenziji, tj. gustoći suspenzije. Dakle, što je više čestica prisutnih u suspenziji, to je i veća apsorpcija energije rtg zraka na česticama.

### **3.3. Kabinetske metode**

Prije samog mikroskopiranja uzorka radi se njegova standardizacija. Uzorak se mikrospliterom dijeli na jednake polovine sve dok se ne dobije pod-uzorak s odgovarajućim brojem mikrofosila. Standardizacija uzorka je potrebna kako bi se izbjegla subjektivnost pri određivanju. Izdvojeno je 300 kućica foraminifera i 200 karapaksa ostrakoda. Mikrofosili su izvađeni iz uzorka pomoću iglice i voska, te izbrojane na kvadrantima mikropaleontološke plitice. Mikropaleontološka analiza napravljena je pod stereoskopskim mikroskopom Nikon. Nakon šta je iz svakog uzorka izdvojeno približno 300 kućica foraminifera i 200 karapaksa ostrakoda, fosili su određeni na nivou vrste pomoću klasifikacijskih kriterija te fotografirani pomoću mikroskopa Olympus SZX7, kamerom Olympus U-TV1XC.

Podaci o raspodjeli veličine zrna, dobiveni kombiniranom metodom mokrog sisanja i sedigrafa, omogućili su da svaki analizirani sediment bude granulometrijski karakteriziran, a njihova statistička obrada napravljena je uz pomoć statističkog paketa GRADISTAT Ver. 6.0. (Blott & Pye, 2001) koji se koristi unutar računalnog programa Microsoft® Office Excel. Maseni udio svake pojedine frakcije upisan je u tablicu programa te je započeta računalna obrada podataka. Granulometrijski podaci su nakon računalne obrade podataka grafički prikazani trokomponentnim dijagramima.

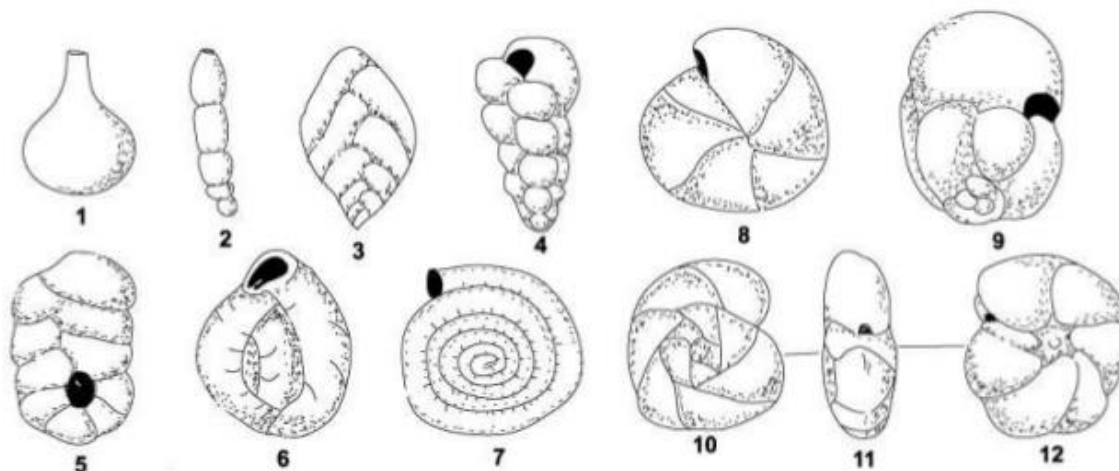
### 3.3.1 Identifikacijski kriteriji

Foraminifere su određene na razini vrsta pomoću sljedećih kriterija: tip stijenke, oblik kućice i klijetki (Slika 5), način na koji se kućica namotava, oblik sutura ukoliko su prisutne, umbilikus i ornamentacija na kućici, oblik i položaj ušća

Stijenka može biti aglutinirana (kao kod reda Textulariina), vapnenačka imperforatna – porculanasta (predstavnicima reda Milioliina) i vapnenačko perforatna – staklasta (red Rotaliina).

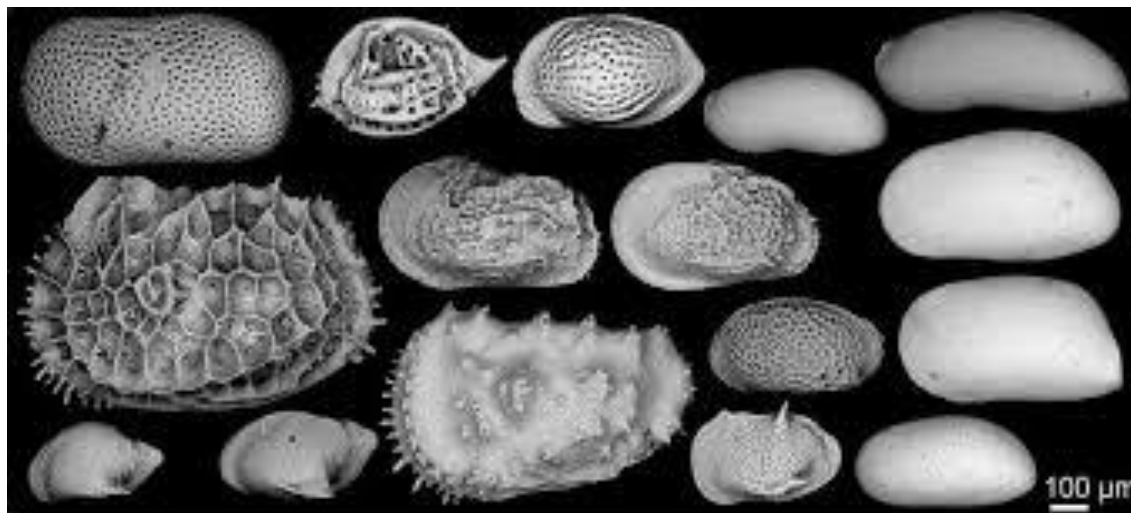
Kućica, njihov skelet može biti sastavljena od samo jedne klijetke (monotalamična) ili od više njih (politalamična). Oblik kućice može biti kuglast, cilindričan, stožast, lećast, fuziformni, a konačni oblik ovisi o tome kako će se klijetke nizati jedna za drugom. Rast klijetki u jednoj liniji dobivamo uniserijalne, biserijalne i triserijalne forme. Klijetke mogu činiti trohospirane, planispiralne i miliolidne kućice. Same klijetke imaju kuglast, cijevast, polumjesečast oblik.

Umbilikus ili pupak je središnje udubljenje na kućici gdje se klijetke dodiruju oko osi namatanja. Može biti otvoren ili prekriven „umbilikalnim čepom“. Umbilikalni čep je nakupina čvrstih lamela koje oblikuju poklopac u središtu pupka. Umbo je zadebljanje lamela perforatnih foraminifera na aksijalnom prostoru involutnih kućica (Prothero, 2013). Ornamentacija predstavlja ukrase vidljive na površini kućice: čvoriće, kvržice, rebra, strije, suture - šavove, odnosno pregrade između klijetki vidljive izvana. Foraminifere možemo razlikovati s obzirom na udubljene ili ispupčene suture. Klasifikacija foraminifera je u skladu s Loeblich & Tappan (1987) kriterijima, a identifikacija vrsta određena je prema radu Cimerman & Langer (1991).



Slika 5. Prikaz različitih oblika foraminiferskih kućica: (1) monotalamična - jedna klijetka, (2) uniserijalna, (3) biserijalna, (4) triserijalna, (5) planispiralna do biserijalna, (6) miliolidna, (7) planispiralna evolutna, (8) planispiralna involutna, (9) streptospiralna, (10-12) trohospiralna; 10 – dorzalna strana, 11- pogled s boka, 12- ventralna strana. Modificirano prema Loeblich & Tappan, 1964.

Ostrakodi su mikroskopski sitni račići veličine 0,1 do 32 mm, žive u vodenim sredinama od brakičnih, slatkovodnih do morskih okoliša. Glavni kriteriji klasifikacije su oblik karapaksa (skeleta), veličina i konveksnost ljuštura, koliko se ljuštura preklapaju i gdje, ukrasi, karakteristike brave. Oblik karapaksa može biti ovalan, grahast, bubrežast. Skelet je dvodijelni (dvije ljuštura) od nisko magnezijskog kalcita. Vanjska površina ljuštura je glatka ili ukrašena rebrima, kvržicama ili bodljama, a razlikujemo lijevu i desnu ljušturu (Slika 6). Pore su smještene na površini i kroz njih izlaze osjetilne dlake. Unutrašnja površina skeleta sadrži mišićne ožiljke: otisci mišića zatvarača, dorzalni mišićni otisci i antenalni otisci.



Slika 6. Karapaksi ostrakoda snimljeni skenirajućim elektronskim mikroskopom. S desne strane prevladavaju karapaksi ukrašeni rebrima, kvržicama i bodljama, a s lijeve strane glatki karapaksi. Sveučilište Hong Kong (<https://www.ecomagazine.com/news/science/discovery-on-past-deep-water-dynamics-in-the-western-tropical-pacific>).

### 3.3.2 Indeksi raznolikosti

Za (paleo)ekološku interpretaciju korištene su statističke metode provedene na foraminiferskoj zajednici. Korišteno je pet indeksa bioraznolikosti: bogatstvo vrsta, indeks dominacije, Shannon-Weaverov indeks, Pielouv indeks i Fisherov indeks. Indeksi su izračunati pomoću Past programa (Paleontological Statistics, Hammer *et al.*, 2001).

Bogatstvom vrsta iskazuju se broj vrsta unutar uzorka. Veći broj jedinki znači i veći broj vrsta unutar uzorka. Ne uzima u obzir obilje jedinki po pojedinoj vrsti.

Indeks dominacije (Simpsonov indeks) obrnuto je proporcionalan zbroju kvadrata proporcije vrsta. Nije osjetljiv na promjene bogatstva vrsta i daje vjerojatnost da će bilo koje dvije jedinke slučajnim odabirom iz zajednice pripadati različitim vrstama. Izračunava se prema formuli:

$$D = \sum(n_i(n_i-1)/N(N-1))$$

gdje oznaka  $D$  označava Simpsonov indeks,  $n_1$  broj jedinki iste vrste,  $N$  ukupan broj jedinki u zajednici. Indeks dominacije varira od 0 do 1. Prikazuje se recipročna vrijednost indeksa  $1/D$  kako bi vrijednost rasla kako raste i raznolikost.

Shannon–Weaverov indeks predstavlja mjeru za količinu informacija potrebnih za opis svakog člana zajednice. Pomoću njega se uspoređuje raznolikost više zajednica i okoliša. Računa se prema formuli:

$$H(S) = -\sum p_i \ln(p_i)$$

$S$  označava ukupni broj vrsta u uzorku,  $i$  ukupan broj jedinki jedne vrste, te  $p$  broj jedinki jedne vrste prema broju jedinki u uzorku. Indeks varira od 1,3 do 3,5. Vrijednost  $H(S) < 0,6$  ukazuje na brakičnu sredinu, a  $H(S) > 2,1$  ukazuje na okoliše s normalnim salinitetom.

Fisherov ( $\alpha$ ) indeks pokazatelj je raznolikosti u zajednici, određuje se prema standardnom grafikonu. Izračunava se prema formuli:

$$S = \alpha \ln(1 + n/\alpha)$$

$S$  predstavlja broj vrsta, ne broj jedinki, a  $\alpha$  Fisherov indeks. Vrijednosti  $\alpha < 5$  označavaju hipersalinu sredinu ili brakični okoliš, a ako je  $\alpha > 7$  radi se o morskim okolišima na padini i šelfu.

Pregled okoliša prema vrijednostima Fisher  $\alpha$  indeksa (Murray, 1991):

- marinske močvare <1-2
- brakična močvara <1-3
- brakične močvare i lagune <1-5
- hipersaline lagune <1-6, rijetko 7
- hipersaline močvare <1-7
- gornji i donji batijal 1-22
- marinske lagune 3-12

- unutrašnji šelf 3-19
- vanjski šelf 5-19

Pielouov index ujednačenosti zajednice predstavlja omjer izračunate raznolikosti zajednice i maksimalne moguće raznolikosti zajednice, računa se prema formuli:

$$J' = H' \log(S)$$

gdje  $J'$  predstavlja Pielouov indeks,  $H'$  Shannon-Wienerov indeks, i  $S$  ukupni broj vrsta u zajednici. Indeks varira od 0 do 1, što je indeks manji, manja je i ujednačenost u zajednici.

Kod određivanja dominacije, zastupljenost se gleda unutar zajednice (Murray, 1991).

Tako postoje:

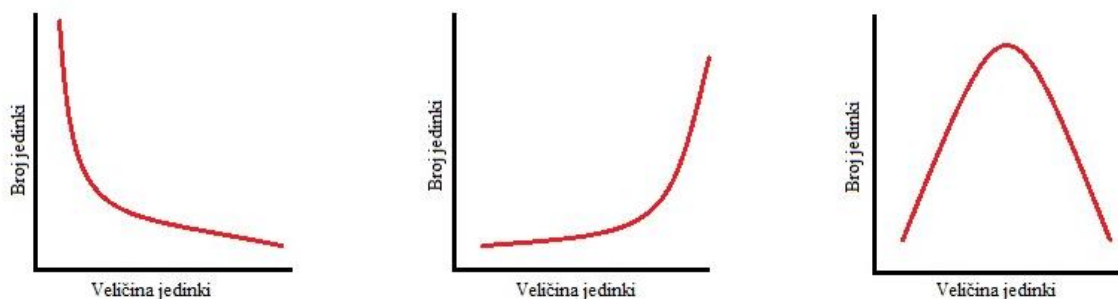
- Dominantne vrste >10%
- Srednje zastupljene vrste 4-10%
- Rijetko zastupljene vrste 1-4%
- Vrlo rijetko zastupljene vrste <1%

### 3.3.3. Populacijska dinamika

Populacijska dinamika pripada dijelu ekologije koja se bavi promjenama unutar zajednice vremenu i prostoru na temelju veličine i gustoće populacije za jednu ili više vrsta. Istraživanje populacijske dinamike sastoji od dvije komponente: (1) kvantitativni opis promjene broja populacije i oblika rasta ili pada populacije za određeni organizam, (2) istraživanje sila uz biološke i fizičke procese koji uzrokuju te promjene u zajednici (Begon *et al.*, 1990).

Za ovaj rad populacijska dinamika je rađena na ostacima foraminifera. Na temelju veličine kućica (skeleta) organizma može se odrediti u kojem životnom razdoblju pripada nađena jedinka (Slika 7). Foraminifere rastu tijekom cijelog života, pa stoga što je jedinka

veća to znači da je i starija. Male bentičke foraminifere, kojima pripadaju nađene vrste, žive od par dana do jedne sezone. U njihovom životu postoje 4 stadija, faze: embrionalna, mladenačka, adultna (odrasla, zrela) i staračka. Kako jedinka stari, tako se i sporije dodaju nove klijetke, odnosno jedinka sporije raste. Uz to, foraminifere se razmnožavaju izmjenom generacija, ali taj proces je do sada proučen u samo 40tak vrsta (Murray, 2006). Kod malih bentičkih foraminifera, je uvijek obavezujuća izmjena generacija (Goldstein & Moodley, 1993). U istraživanim je uzorcima najbrojnija vrsta *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny) pa je populacijska dinamika opisana za tu vrstu. Iz svakog uzorka nasumičnim odabirom izabrano je 50 foraminiferskih jedinki koje su fotografirane pomoću mikroskopa Olympus SZX7, kamerom Olympus U-TV1XC, te je izmjerena i veličina (promjer kućice, dužina koja prolazi kroz najstariji dio spiralnom stranom kućice, Slika 8, te broj zavoja) svake odabrane kućice.



Slika 7. Prva slika prikazuje populaciju u kojoj dominiraju juvenilne jedinke (mlade), na drugoj slici prevladavaju starije jedinke, a zadnji graf obilježavaju dominaciju jedinki „srednje dobi“ (modificirano prema Begon *et al.*, 1990).

## 4. REZULTATI

Ukupno je određeno je devet foraminiferskih vrsta (Tablica 1) i dvije vrste ostrakoda iz četiri uzorka. Vrsta *Ammonia parkinsoniana* dominira svim uzorcima (predstavlja 63-77% ukupne zajednice), uz nju su česte kućice *Haynesina depressula* (Walker & Jacob) (udjela 2,7-15% u sastavu zajednice) i *Porosonion granosum* (d'Orbigny) (9,5-16%). Uz foraminifersku zajednicu zastupljeni su i ostaci ostrakoda. Vrsta *Cyprideis torosa* (Jones) je dominantna, u svim uzorcima. Manje brojna je vrsta *Aurilia woodwardi* (Brady). Jedinke su vrlo dobro očuvane što je omogućilo njihovu identifikaciju.

### 4.1. Mikropaleontološka analiza i populacijska dinamika

Uzorak I uzrokovan je u najplićem dijelu slane močvare (samo 5 cm dubine), i sadrži četiri vrste foraminifera. Zajednicom dominiraju predstavnici vrste *A. parkinsoniana* (na njih otpada 65,7% zajednice), a slijede ih kućice vrste *Quinqueloculina leavigata* (d'Orbigny) (13,7%), *P. granosum* (11,9%) i najmanje dominantna *H. depressula* (8,7%). Izbrojano je 277 jedinki, indeks dominacije je 0,47. Shannon–Weaver indeks iznosi 1,01, Fisherov  $\alpha$  0,66, dok je indeks ujednačenosti 0,73.

Na dubini od 30 cm izvađen je uzorak II u kojem je određeno osam foraminiferskih vrsta. *A. parkinsoniana* (62,9%) prevladava, a zatim prema brojnosti unutar uzorka slijede vrste *H. depressula* (15%), *P. granosum* (9,5%), *Q. leavigata* (8,7%). U vrlo malom broju pronađene su kućice *Brizalina spathulata* (Williamson) (1,3%), *Sphaerogypsina globula* (Reuss) (1,3%), *Elphidium crispum* (Linnaeus) (0,8%) i *Elphidium excavatum* (Terquem) (0,4%). Simpsonov indeks dominacije iznosi 0,43, Shannon–Weaver 1,18, Fisherov  $\alpha$  1,59, Pielouov index ujednačenosti 0,57, a ukupan broj jedinki je 240.

Kućice vrste *A. parkinsoniana* (77,2%) su najzastupljenije u uzorku koji je izvađen s 55 cm (Uzorak III) dubine. Prema zastupljenosti slijedi vrsta *P. granosum* (15,9%). Ostale vrste su zastupljene s vrlo malim brojem kućica: *H. depressula* (2,7%), *Q. leavigata* (2,3), *E. crispum* (0,9%), *E. excavatum* (0,5%) i *S. globula* (0,5%). Broj izbrojanih kućica je 219 s indeksom dominacije 0,62. Shannon–Weaver indeks iznosi 0,77, Fisherov  $\alpha$  indeks 1,38, uz indeks ujednačenosti zajednice od 0,39.



Foraminiferska vrsta *A. parkinsoniana* (73,8%) na dubini od 75 cm dostiže najveći broj kućica, dominantna vrsta je i *P. granosum* (12,9%). Manje brojne, ali dominantne vrste su *Q. leavigata* (7,6%), *H. depressula* (4,9%), *E. crispum* (0,3%) i *Peneroplis pertutus* (Forsskål) (0,3%). Izbrojane su 302 foraminiferske kućice s indeksom dominacije 0,57. Shannon–Weaver indeks iznosi 0,87, Fisherov  $\alpha$  indeks 1,06, uz Pielouov indeks ujednačenosti zajednice od 0,48.

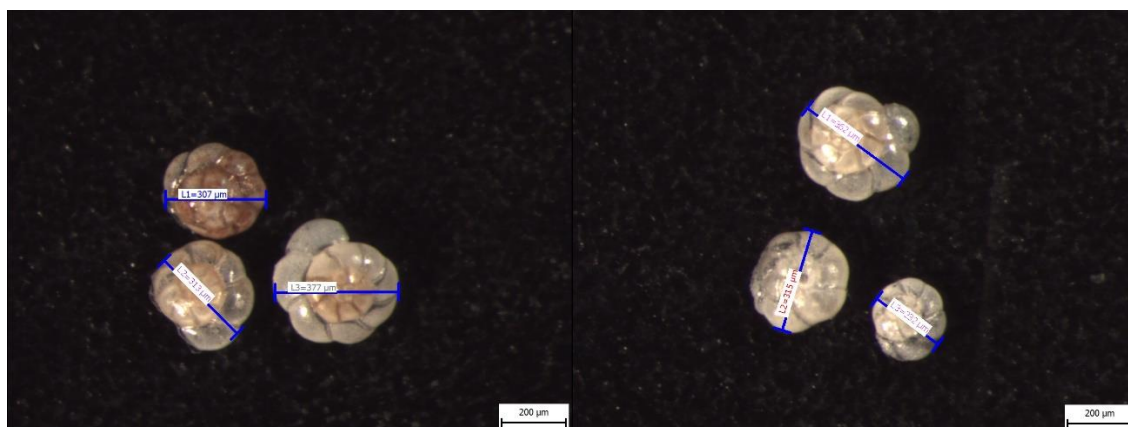
Tablica 1. Prikaz apsolutne zastupljenosti određenih foraminiferskih vrsta u uzorcima I-IV.

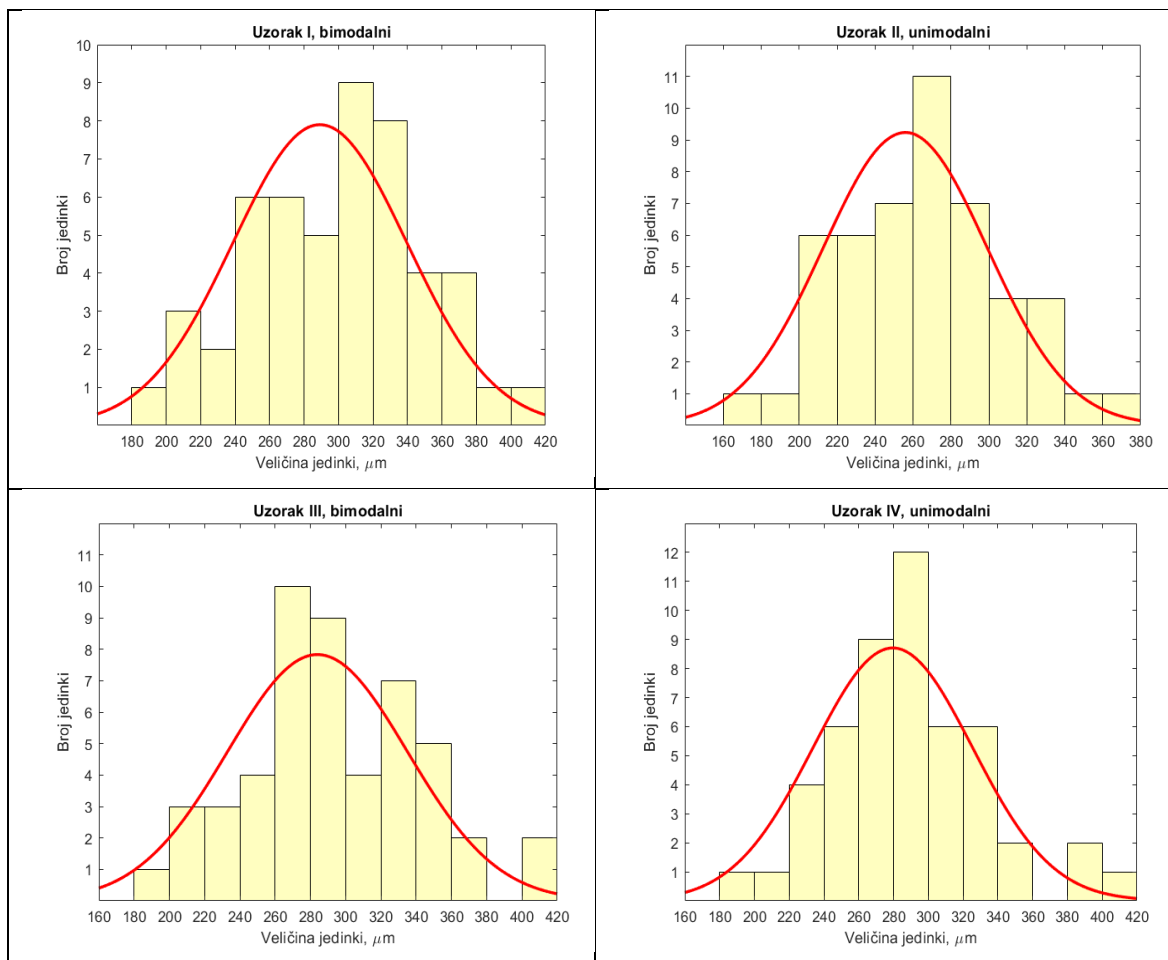
Ime vrste	Uzorak I	Uzorak II	Uzorak III	Uzorak IV
<i>Ammonia parkinsoniana</i> (d'Orbigny)	182	151	169	223
<i>Quinqueloculina leavigata</i> (d'Orbigny)	38	21	5	23
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob)	24	36	6	15
<i>Porosonion granosum</i> (d'Orbigny)	33	23	35	39
<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus)		2	2	1
<i>Elphidium excavatum</i> (Terquem)		1	1	
<i>Brizalina spathulata</i> (Williamson)		3		
<i>Sphaerogypsina globula</i> (Reuss)		3	1	
<i>Peneroplis pertutus</i> (Forsskål)				1
Ukupan broj jedinki	277	240	219	302

Tablica 2. Vrijednosti indeksa bioraznolikosti prema lokacijama uzorkovanja.

Indeksi bioraznolikosti	Uzorak I	Uzorak II	Uzorak III	Uzorak IV
Simpsonov indeks (D)	0,47	0,43	0,62	0,57
Shannon–Weaverov indeks (H)	1,01	1,18	0,77	0,87
Fisherov ( $\alpha$ ) indeks	0,66	1,59	1,38	1,06
Pielouov indeks (J')	0,73	0,57	0,39	0,48
Bogatstvo vrsta	4	8	7	6

Analiza veličina kućica vrste *A. parkinsoniana* iz uzoraka pokazuje Gaussovu (normalnu) distribuciju. To znači da su najbrojnije kućice u rasponu od 260 do 300  $\mu\text{m}$  (Slika 8). Zanimljivo, kućice iz uzoraka I i III pokazuju dva slabo izražena maksimuma (Slika 9).

Slika 8. Izmjerene kućice *A. parkinsoniana* iz uzorka I i II.



Slika 9. Histogrami uzoraka I-IV prikazuju distribuciju kućica *A. parkinsoniana*.

U uzorcima brojni su dobro sačuvani ostaci ostrakoda. Temeljem morfoloških osobina karapaksa prof. Nevio Pugliese sa Sveučilišta u Trstu je odredio dvije vrste: *C. torosa* i *A. woodwardi*. Karapaks štiti organizam od nepovoljnih uvjeta u okolišu i od predatora, važan je za kontakt organizma s okolišem, za način života i pruža stabilnost za bentički način života. Tijekom života, jedinka presvlači (čak do osam puta) i odbacuje karapaks kako raste. Stoga veličina karapaksa može pomoći u određivanju starosti, oblik u razlikovanju spola jedinki, a ukrasi na površini upućuju na ekološke uvjete. Predstavnici skupine Cypreides su poznati po tome što oblik i veličina karapaksa omogućuju razlikovanje ženskih od muških jedinki. Muške su jedinke izduženih ljuštura i veće. Mjeri se dužina i visina ljuštura. Dužina karapaksa je udaljenost između prednjeg i stražnjeg ruba ljuštura, a udaljenost ventralne do dorzalnog ruba je visina. Opće je prihvaćeno kako u zajednici

ostrakoda omjer ženskih i muških jedinki je 1 : 1, dok u stresnim okolišima (močvarama, slani močvarama) brojčano dominiraju ženke (Angel, 1977).

#### 4.2. Opis i sistematika idetificiranih rodova

Na području slane močvare Lokunja, određeno je devet vrsta i osam rodova bentičkih foraminifera. Zastupljena su dva razreda: Globothalamea i Tubothalamea (Tablica 3). Redu Rotaliida pripada čak sedam vrsta, dok su u redu Miliolida prisutne samo dvije.

Tablica 3. Klasifikacija određenih rodova bentičkih foraminifera.

CARSTVO: CHROMISTA
STABLO: FORAMINIFERA
RAZRED: GLOBOTHALAMEA
RED: ROTALIIDA
SUPRAFAMILIJA: ROTALIOIDEA
FAMILIJA: Ammonidae
ROD: <i>Ammonia</i>
VRSTA: <i>Ammonia parkinsoniana</i> (d'Orbigny, 1839)
FAMILIJA: Haynesinidae
ROD: <i>Haynesina</i>
VRSTA: <i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1789)
FAMILIJA: Elphidiidae
ROD: <i>Porosononion</i>
VRSTA: <i>Porosononion granosum</i> (d'Orbigny, 1846)
FAMILIJA: Elphidiidae
ROD: <i>Elphidium</i>

VRSTA: <i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus, 1758)
FAMILIJA: Elphidiidae
ROD: <i>Elphidium</i>
VRSTA: <i>Elphidium excavatum</i> (Terquem, 1875)
SUPERFAMILIJA: SERIOIDEA
FAMILIJA: Bolivinitidae
ROD: <i>Brizalina</i>
VRSTA: <i>Brizalina sphaatulata</i> (Williamson, 1858)
SUPRAFAMILIJA: ACERVULINOIDEA
FAMILIJA: Acervulinidae
ROD: <i>Sphaerogypsina</i>
VRSTA: <i>Sphaerogypsina globula</i> (Reuss, 1848)
RAZRED: TUBOTHALAMEA
RED: MILIOLIDA
SUPRAFAMILIJA: MILIOLOIDEA
FAMILIJA: Hauerinidae
ROD: <i>Quinqueloculina</i>
VRSTA: <i>Quinqueloculina leavigata</i> (d'Orbigny, 1839)
SUPRAFAMILIJA: SORITOIDEA
FAMILIJA: Peneroplidae
ROD: <i>Peneroplis</i>
VRSTA: <i>Peneroplis pertutus</i> (Forsskål, 1775)

Rod *Ammonia* pripada porodici Rotaliidae, te podredu Rotaliina. Najstariji predstavnici roda poznati su od donjeg miocena (Loeblich & Tappan, 1987), a sam je rod poznat već dva stoljeća (iz Linné-ove klasifikacije). Tipična je foraminifera plitkovodnog okoliša (estuarija, unutarnji šelf do 50 metara dubine), a tolerancija na smanjeni ili povišeni salinitet (10 – 50‰), omogućuje predstavnicima roda da nastanjuju i brakične okoliše i hipersaline lagune. Sve vrste su po načinu života infauna, a po načinu prehrane herbivori. Vrste pokazuju veliki stupanj morfološke varijabilnosti, i čak je 60 vrsta registrirano u *Word Of Marine Species* (WoRMS) bazi (Hayward *et al.*, 2018). Jedinke roda rasprostranjene su u toplim do tropskim morima. Morfološka obilježja: bikonveksna kućica s niskom trohospiralnom zavojnicom, 3-4 zavoja vidljiva na evolutnoj spiralnoj strani, pupčana strana je involutna. Umbilikalna i spiralna strana imaju karakterističnu ornamentaciju, a stijenka je perforatna. Razvijena kobilica, ušće je u obliku luka (Cimerman & Langer 1991).

Rod *Quinqueloculina* klasificiran je u porodici Hauerinidae, podredu Milioliina. Rod je prisutan od krede pa sve do danas. Morfološka obilježja: kućica je streptospiralna (nepravilna s izduženim kobasičastim klijetkama) i glatka s ušćem na vrhu, a stijenka porculanasta. Po ishrani je biljojed koji obitava u plitkomorskim okolišima.

Rod *Haynesina* ima planispiralnu, biumbilikalnu kućicu. Mlađe klijetke su veće od starijih, a klijetke su međusobno odvojene udubljenim šavovima. Stijenka je perforatna, umbilikalna strana prekrivena je čepom (umbilikalni poklopac). Nadalje, rod *Haynesina* također ima razne ukrase na kućici, a ušće im je u obliku luka (Cimerman & Langer, 1991). Nastanjuje močvarne okoliše i plitkomorske međuplimne zone tropskih do subtropskih prostora, a živi na sedimentu kao slobodna epifauna. Često se nalaze u okolišu uz rod *Elphidium*.

Rod *Porosonion* iz porodice Elphidiidae ima planispiralnu, involutnu i biumbilikalnu kućicu. U zadnjem zavoju smješteno je osam do devet klijetki, a stijenka je perforatna. Ulaz u kućicu sastavljen je od više otvora koji služe za komunikaciju s okolinom. Nastanjuje plitkomorske do brakične okoliše kao epifauna na pjeskovitom sedimentu, po načinu ishrane je biljojed.

Rod *Elphidium* pripada porodici Elphidiida može živjeti kao slobodna infauna ili kao slobodna epifauna ovisno o tome da li jedinka ima kobilicu ili ne. Vrste koje imaju kobilicu žive kao slobodna epifauna, na biljkama, na pješćanim podlogama. Žive u toplim morima u

unutrašnjem šelfu (0-50m), a prilagođene su i umjerenim temperaturama mora. Vrste bez kobilice žive kao slobodna infauna na piješčanim do muljevitim podlogama, a također su biljojedi, tipični su za hipersaline i brakične lagune i močvare. Oblik kućice je planispiralni, involutni ili djelomično evolutni, stijenka je bilamelarna staklasta. Kod nekih vrsta suture (duboko usječene) su povezane strukturama koje nalikuju na "mostiće", te strukture ostavljaju otvore (*fossette*) ostavljajući mrežolik izgled površine. Ušće jednostavno na kraju najmlađe klijetke.

Rod *Brizalina* ima biserijalnu spljoštenu kućicu s udubljenim šavovima. Stijenka je staklasta i višeslojna (laminirana). Živi u dubljevodnim okolišima unutrašnjeg šelfa do batijala kao slobodna infauna ili epifauna. Predstavnici roda su česti u zonama visokog donosa nutrijenta, u sedimentima bogatim muljem. Neke vrste toleriraju disoksične uvjete.

Rod *Sphaerogypsina* ima sferičnu kućicu i perforatnu stijenkicu. Bentička foraminifera komunikaciju s okolinom ostvaruje porama koje se nalaze na površini kućice. Kozmopolitski rod koji nastanjuje okoliše od otvorenog šelfa do padine.

Rod *Peneroplis* iz familije Peneroplidae ima porculanastu stijenkicu, s obje strane kućice postoje umbilikalna udubljenja. Kućica je planispiralna s proširenim ušćem. Nastanjuje okoliše od laguna do unutrašnjeg šelfa. Živi kao epifauna ili epifiton (obitava na algama i vlatima morskih trava), a prisutan je od eocena do danas.

Ekološki zahtjevi rodova preuzeti su iz Murray (1991, 2006).

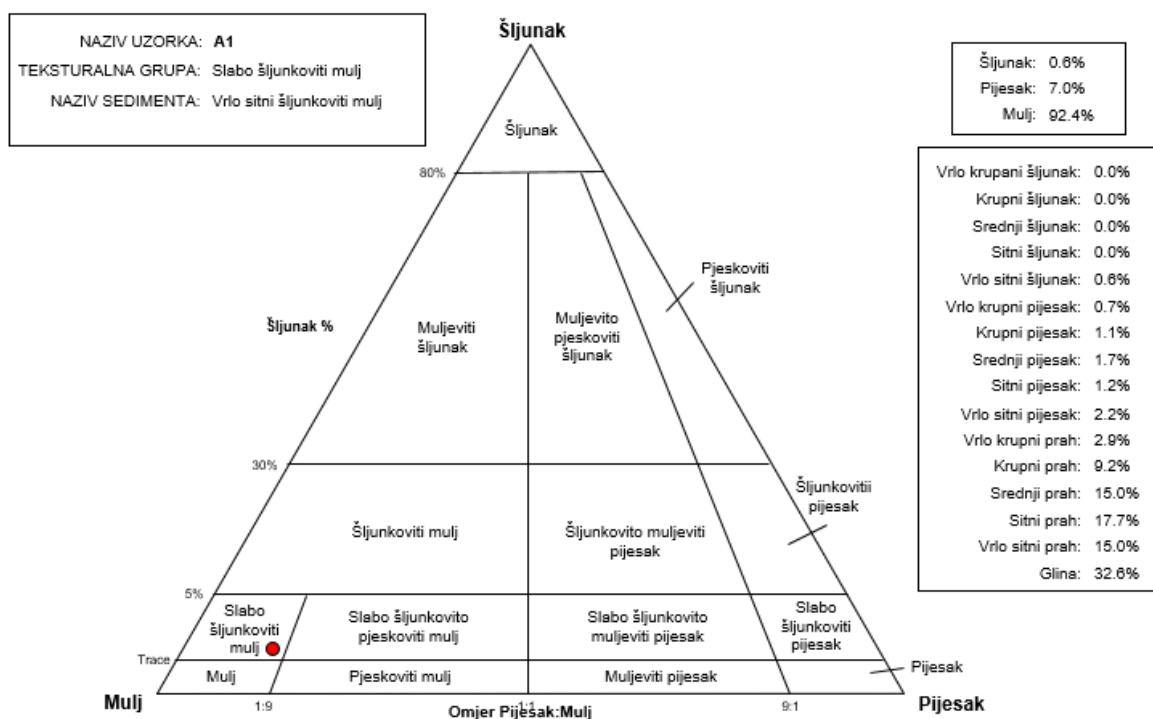
## Ostrakodi

Prepoznate vrste pripadaju podrazredu Podocopida (čiji predstavnici žive od ordovicija do danas).

*C. torosa* je rasprostranjena, uglavnom eurihalina vrsta koja živi u bočatim vodama obalnih područja. Često dominira u oligohalnim lagunama, ali se monospecifično pojavljuje samo u hipersalnim okruženjima. Ima široku toleranciju saliniteta, od 0,5 do više od 100 psu, točnu varijaciju saliniteta moguće je odrediti jedino uz ostalu prisutnu faunu. *A. woodwardii*, brakična do marinska vrsta ostrakoda česta u Mediteranskom području.

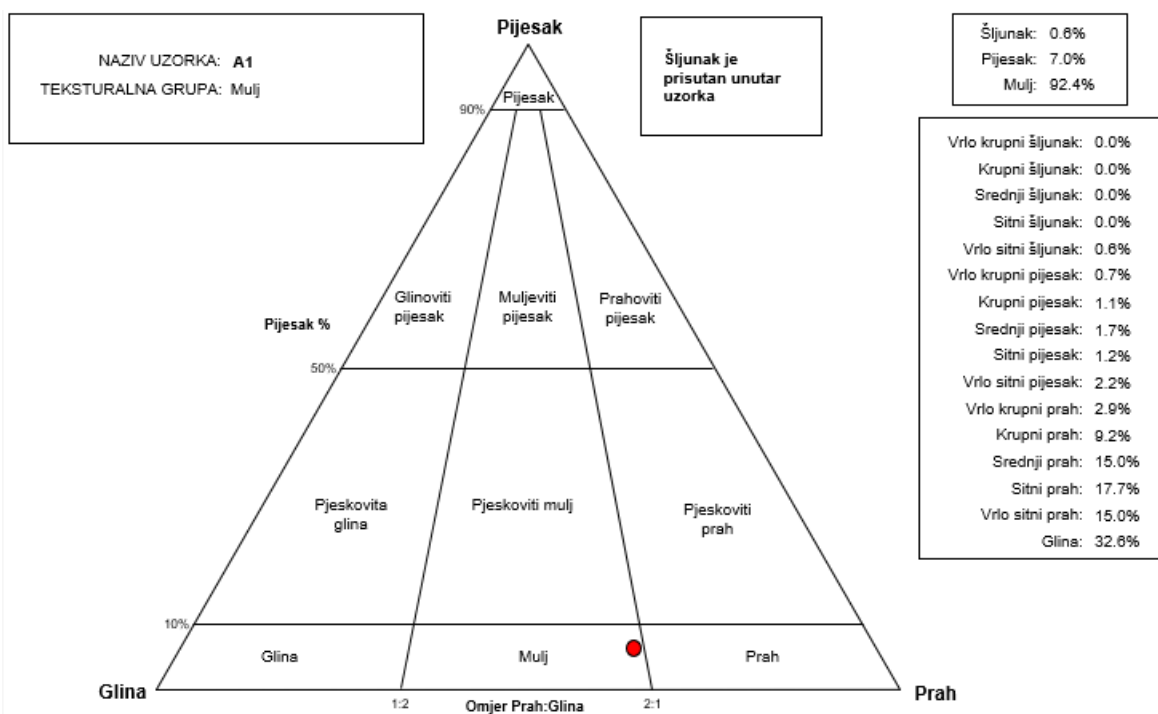
### 4.3. Granulometrijska analiza

Granulometrijska analiza provedena je na ukupno dva uzoraka koji se protežu u rasponu dubina 5 do 30 cm. Prosječni sastav analiziranih uzoraka je sljedeći: mulj 70,8%, glina 23,7%, pijesak 17,9% i šljunak 11,3%. Klasifikacija sedimenata prema veličini zrna s obzirom na granulometrijski sastav dva uzoraka iz slane močvare prikazan je trokomponentnim dijagramima po Folk (1954). Kod uzorka A1 trokomponentni dijagrami pokazuju veliku prisutnost mulja 92,4 %, a najmanju šljunka 0,6 %, udio pijeska je 7%. Prema granulometrijskom opisu prvog dijagrama (Slika 10 i 11) uzorak je opisan kao slabo šljunkoviti mulj, dok je prema drugom određen kao mulj. Trokomponentni dijagram pijesak, prah, glina (Slika 12) opisao je uzorak A2 kao pjeskoviti prah. Udio mulja je 49,2 %, pijeska 28,8 % i šljunka 22 %.

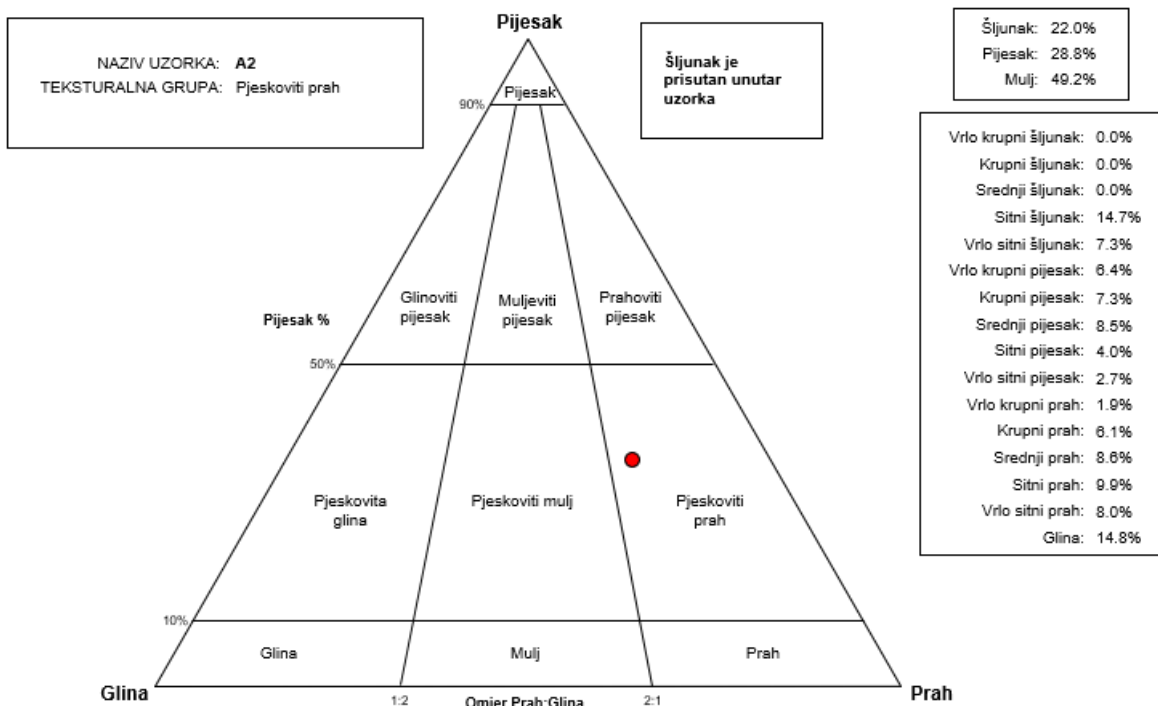


Slika 10. Granulometrijski sastav sedimenata iz uzorka A1 u trokomponentnom dijagramu šljunka, pijeska i mulja prema Folku (1954).





Slika 11. Granulometrijski sastav sedimenata iz uzorka A1 u trokomponentnom dijagramu pijeska, praha i gline prema Folku (1954).

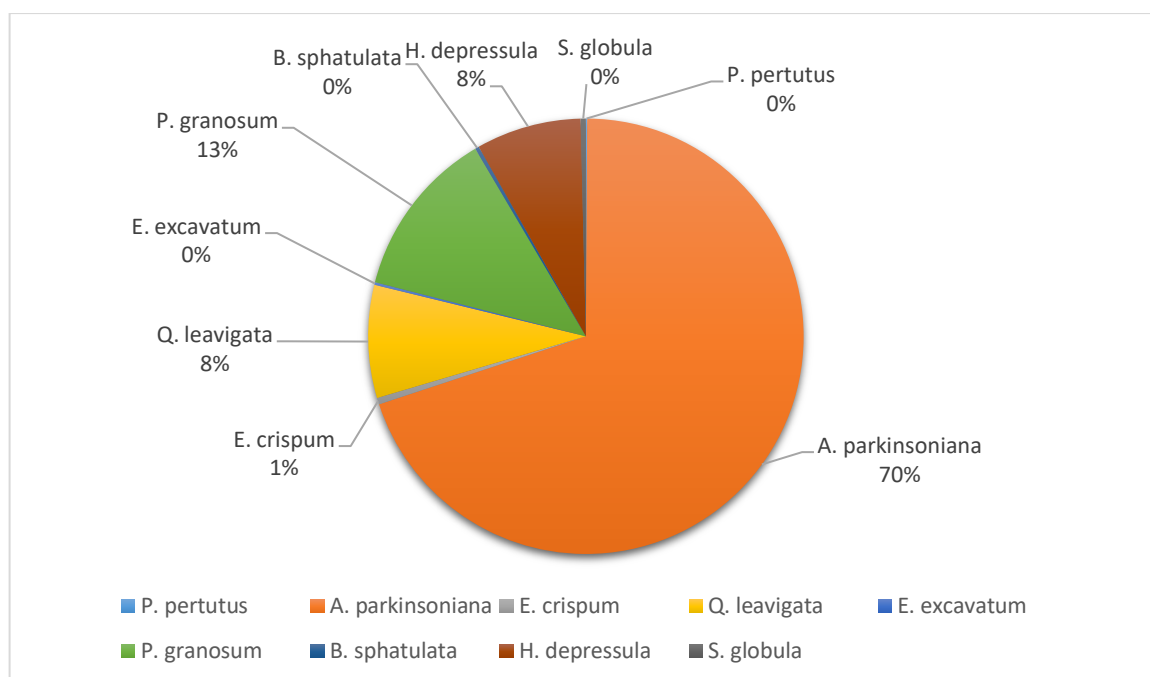


Slika 12. Granulometrijski sastav sedimenata iz uzorka A1 u trokomponentnom dijagramu pijeska, praha i gline prema Folku (1954).

## 5. RASPRAVA

Prostorna distribucija foraminiferskih vrsta i ostrakoda slane močvare Lokunja je istraživana i opisana iz četiri uzorka sedimenta koji su ručno uzorkovani na malim dubinama (raspona od 5 cm do 75 cm) i korelirana s granulometrijskim osobinama sedimenta s dvije lokacije. Identificirano je 1038 foraminiferskih jedinki unutar četiri uzorka. Sitnozrnatim sedimentom, slabo šljunkovitim muljem i pjeskovitim prahom, dominira bentička vrsta *A. parkinsoniana*, a dominantne vrste su još *P. granosum*, *H. depressula* i *Q. leavigata* (Slika 13). Zajednička obilježja foraminiferskih zajednica iz svih istraživanih uzoraka je mala raznolikost vrsta te dobra očuvanost jedinki. Indeksi bioraznolikosti imaju jako niske vrijednosti. Vrijednosti Shannon-Waeverov indeksa variraju od 0,77 do 1,18, što ukazuje na granične, rubne okoliše (Murray, 1991, 2006). Male vrijednosti Fisherov  $\alpha$  indeksa (od 0,66 do 1,59) su tipične za lagune, slane močvare. Uzorak koji ima najveće vrijednosti indeksa bioraznolikosti ima najveće vrijednosti Fisherovog  $\alpha$  indeksa (uzorak II). Određeni foraminiferski rodovi imaju široke ekološke valencije, jedinke tih rodova mogu živjeti kako u jako slanim okolišima (salinitet 50 ‰) tako i u brakičnim okolišima. Izuzetak su rodovi *Peneroplis*, *Sphareogypsina*, *Brizalina*, a oni su zastupljeni s vrlo malim brojem kućica. Dominantne su foraminifere poznate kao plitke infaunalne forme, koje nastanjuju sitnozrnate sedimente bogate organskom tvari. Istraživana slana močvara nema direktne veze s otvorenim morem, stoga prisustvo brojem bogate zajednice foraminifera i ostrakoda je zanimljiv. Da bi zaključili da li je zajednica autohtona ili ne, istražena je starosna struktura dominantne foraminiferske vrste u svim uzorcima. Prilikom uzorkovanja nije provedeno odvajanje živućih od uginulih jedinki (nije se koristila metoda Rose-bengal), pa se ne može omjerom obojenih/neobojenih kućica zaključiti o autentičnosti tanatocenoze. Populacijom amonija dominiraju jedinke čije su kućice veličine od 260-300  $\mu\text{m}$ . Iz histograma veličina jasno je da je ta veličina kućica karakterističan za odrasle jedinke (jedinke III životne faze). „Zdrava“ zajednica beskraljeznaka odlikuje s velikom smrtnošću mladih jedinki, odnosno dominacijom jedinki malih dimenzija. Pronađen raspored, gdje kohorta srednje dobi dominira nije prirodan, već je nekim mehanizmom (transportom najvjerojatnije) ostvaren. Ostaje pitanje, da li su mlade jedinke „ubačene“ u slanu močvaru tijekom visokih plima, valovima pa nastavile ciklus života u okolišu u kojem je obilje hrane, ili su kućice donešene nakon uginuća (*post-mortem* transport). Poznato je kako amonije u nepovoljnim uvjetima mogu hibernirati (period može potrajati i do 4 tjedna) i kad se povoljni uvjeti ostvare, jedinke

nastavljaju život. Osim mladih i odraslih jedinki, moguća je hibernacija propagula (mladica), pa hibernacije u drugim životnim fazama (Le Kieffre *et al.*, 2017), to daje veliku mogućnost preživljavanja u nepovoljnim uvjetima slane močvare poput povremenog nestanka vodenog pokrivača. Upitno je i da li bi bojanjem se razjasnio problem prisustva velikog broja kućica ove vrste. Rose-bengal metoda nije najpouzdanija, jer u uvjetima gdje je dosta organske tvari, truljenje se zbiva jako sporo. Kućice foraminifera zadržavaju izmijenjenu organsku tvar dugo. To znači da će kućice biti obojene i ako jedinke ne žive što je moguće u ovim uvjetima. I jedinke elfidijuma se mogu duboko ukopati u sediment, što je dobra prilagodba za jako plikomorske okoliše kao što je ovaj slučaj (Murray, 2006). S druge strane *post-mortem* transport se može objasniti djelovanjem valova. Dominacija jedne veličine foraminiferskih kućica, odnosno dobra sortiranoost, karakteristika je transporta.



Slika 13. Prikaz identificiranih foraminiferskih vrsta u svim uzorcima (I-IV) s postotcima njihove zastupljenosti unutar svih uzoraka (I-IV), najdominantnija vrsta je *A. parkinsoniana*.

Najzastupljenija vrsta ostrakoda u istraživanim uzorcima je *C. torosa*, jedna od najrasprostranjenija vrsta. Jedinke žive u slatkovodnim do jako slanim okolišima, toleriraju velike raspone temperature, količine kisika te različite podloge (de Deckker & Lord, 2017).

U slučaju ekoloških promjena, jedinke pokazuju fenotipske morfološke varijacije (Berndt *et al.*, 2019). Vrsta je najčešći stanovnik rubnih morskih i paraličkih okoliša. Prema kvržicama, nodulama koje na karapasku može se detektirati kakvog je saliniteta rubni okoliš (Frenzel *et al.*, 2012). Ipak, poznato je da su najčešće rasprostranjeni u brakičnim sredinama. Jedinke su dobro sačuvane, dužina karapaksa varira od 0,9 do 1,1 mm, što ukazuje na dominaciju muških jedinki. Obilje karapaksa podjednake veličine uz dominaciju mužjaka jasno ukazuje na transport jedinki. Rubni, stresni okoliši obilježava dominacija ženskih jedinki. S druge strane, uočena dobra sortiranost ljuštura (jedno-modalna distribucija u odnosu na više-modalne koja obilježava prirodnu zajednicu) može biti posljedica selektivnog transporta. Nema sumnje da se jedinke ostrakoda mogu kretati (treba vremena s obzirom na brzinu kretanja i fiziološka ograničenja) same, pri čemu koriste struje i druga sredstva koja postoje, pa tako njihovo postojanje u istraživanim sedimentima može biti posljedica migracija. Oni imaju sposobnost savladavanja barijera prilikom kretanja (kao što je sredina bez vodenog pokrivača) i s brzinom prirasta (koeficijent rođenih/uginulih) za tu vrstu od 0,006 do 0,024 za jedan dan (Mesquita-Joanes *et al.*, 2012). Ali ipak ostaje pitanje, odakle tako velika akumulacija muških karapaksa? Doneseni su iz obližnjeg mora, ali njihov broj zapanjuje. Uvijek se može razmišljati o opetovanom donosu, ali ako je tako kako je moguće da uvijek skupinu ljuštura „zahvati“. Bilo kako, zaključiti se može da u blizini postoji brojna populacija mužjaka. Najnovija istraživanja razmnožavanja ove skupine ostrakoda dovela su do vrlo zanimljivih zaključaka, koji će moguće imati posljedice na održivost slane močvare. Vrste koje imaju izražen spolni dimorfizam i koje punu polažu na razvoj jedinki mužjaka, a to je ova vrsta, imaju deset puta veću ratu izumiranja (Fernandes Martinis *et al.*, 2018). Ako je populacija brojna, njenim nestankom promjene u sastavu organizama dna će nastupiti!

*A. woodwardi* je manje zastupljena vrsta u uzorcima, karakteristična je brakična vrsta, ali predstavnici vrste mogu nastanjivati i morske okoliše.

## 6. ZAKLJUČAK

Rezultati ovih istraživanja opisuju po prvi puta mikropaleontološke osobine sedimenta iz slane močvare Lokunja (jugozapadni dio grada Paga), poznatog kao ljekovito blato. Četiri uzorka sedimenta, s dubine od 5 do 75 cm, mikropaleontološki i granulometrijski su istraživani. Svi su uzorci pokazali niske vrijednosti indeksa bioraznolikosti. Srednja vrijednost Shannon-Waeverov indeksa je 0,96, a Fisherovog  $\alpha$  indeksa 1,17, što u potpunosti odgovara okolišu slane močvare. Određeno je devet vrsta foraminifera. Uvjerljivo najzastupljenija je vrsta *Ammonia parkinsoniana* (70%) koja dominira sitnozrnatom sedimentom, slabo šljunkovitim muljem i pjeskovitim prahom. Populacijom najzastupljenije vrste dominiraju kućice u rasponu veličine 260 do 300  $\mu\text{m}$ , što odgovara jedinkama srednje dobi. Ostrakodi vrste *Cyprideis torosa* također dominiraju u uzorcima. Veličine karapaksa su u rasponu između 0,9 do 1,1 mm, karakteristika muške populacije. S obzirom na izraženi trend dominacije jedinki određene velične jasno je napomenuti da se čak i u ovom ograničenom području, odvojenom od mora, pojavljuju određeni hidrodinamički parametri koji kontroliraju raspodjelu jedinki. Dominacija jedne veličine foraminiferskih kućica i karapaksa ostrakoda, odnosno dobra sortiranost, karakteristika je transporta. U uzorcima je karakteristična dominacija oportunističkih, oligohalinskih vrsta koje nastanjuju sitnozrnate sedimente bogate organskom tvari (srednja vrijednost mulja je 70,8%).

## 7. LITERATURA

ANGEL, M. V. (1977): Studies on Atlantic halocyprid ostracods: vertical distributions of the species in the top 1000 m in the vicinity of 44°N, 13°W. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 57, 239-252.

BEGON, M., HARPER, J. L., TOWNSEND, C. R. (1990): *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. Blackwell Scientific Publications; 2 edition, Boston, 945 str.

BERNDT, C., PETER F., ATTILA Ç. (2019): Intraspecific Length Variation and Shell Thickness of the Ostracod *Cyprideis torosa* (Jones, 1850) as a Potential Tool for Palaeosalinity Characterization. *Geosciences*, 9/2, 83.

BLOTT, S.J. & PYE, K. (2001): GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms* 26, 1237-1248.

BRUNOVIĆ, D., MIKO, S., ILIJANIĆ, N., PEH, Z., HASAN, O., KOLAR, T., ŠPARICA MIKO, M., RAZUM I. (2019): Holocene foraminiferal and geochemical records in the coastal karst dolines of Cres Island, Croatia. *Geologia Croatica*, 72/1, 19-42.

CIMERMAN, F., DROBNE, K. & OGORELEC, B. (1988): L'association de foraminifères benthiques des vases de la baie de Veliko jezero sur l'île de Mljet et de la falaise Lenga, ouverte vers la mer (Adriatique Moyenne). *Revue de Paleobiologie*, Vol. Spec. N°2, Benthos '86, 741-753.

CIMERMAN, F., LANGER, M.R. (1991): *Mediterranean Foraminifera*. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti. Academia Scientiarum et Artium Slovenica, Ljubljana, 117 str.

COVELLI, S., PETRANICH, E., LANGONE, L., EMILI, A., ACQUAVITA, A. (2017): Historical sedimentary trends of mercury and other trace elements from two saltmarshes of

the Marano and Grado lagoon (northern Adriatic Sea). *Journal of Soils and Sediments*, 17/7, 1972-1985.

ĆOSOVIĆ, V., GAJSKI, N., PTIČEK, A., VIDOVIĆ, J. KRUŽIĆ, P. (2016): The distribution of benthic foraminifera in *Cladocora caespitosa* coral banks of the Veliko Jezero sediments (Mljet National Park, eastern Adriatic Sea). *Neues jahrbuch fur geologie und palaontologie-abhandlungen*, 279/3, 323-340.

ĆOSOVIĆ, V., JURAČIĆ, M., BAJRAKTAREVIĆ, Z. & VANIČEK, V. (2002): Benthic foraminifers of the Mljet Lakes (Croatia) - potential for (paleo)environmental interpretation. *Memorie della Societa Geologica Italiana*, 57, 533-541.

ĆOSOVIĆ, V., ZAVODNIK, D., BORČIĆ, A., VIDOVIĆ, J., DEAK, S. & MORO, A. (2011): A checklist of Foraminifera of the Eastern Shelf of the Adriatic Sea. *Zootaxa*, 3035, 1-56.

DE DECKKER, P. & LORD, A. (2017): *Cyprideis torosa*: a model organism for the Ostracoda. *Journal of Micropalaeontology*, 36/1, 3-6.

EMILI, A., PETRANICH, E., COVELLI S. ACQUAVITA A. (2013): Heavy metals in sediments and halophytes of saltmarshes in the Marano and Grado Lagoon (Northern Adriatic Sea). *E3S Web of Conferences* 1, 06006.

FELJA, I. (2017): Krški estuariji duž istočne jadranske obale: evolucija ušća rijeka Mirne i Neretve u mlađem kvartaru. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 1-169, Zagreb.

FERNANDES MARTINIS, M.J., PUCKETT, T.M., LOCKWOOD, R., SWADDLE, P.J. HUNT, G. (2018): High male sexual investment as a driver of extinction in fossil ostracods. *Nature* 556, 366-374.

FOLK, R. L. (1954): The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *Journal of Geology and Geophysics*, 62/4, 344-359

FRENZEL, P., SCHULZE, I., PINT, A. (2012): Noding of *Cyprideis torosa* valves (Ostracoda) – a proxy for salinity? New data from field observations and a long-term microcosm experiment. *International Review of Hydrobiology*, 97/4, 314-329.

GOLDSTEIN, S.T. & MOODLEY, L. (1993): Gametogenesis and the life cycle of the foraminifer *Ammona baccari* (Linné) forma *tepida* (Cushman). *Jurnal od Foraminiferal Research*, 23, 213-220.

HAMMER, O., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. (2001): PAST paleontological statistic software package for education and data analysis. *Paleont. Electronica*, 4, 1-9.

HAYWARD, B.W., CEDHAGEN T., KAMINSKI M., GROSS O. (2018): World Foraminifera Database (WoRMS Foraminifera).

LeKIEFFRE, C., SPANGENBERG, J.E., MABILLEAU, G., ESCRIG, S., MEIBOM, A. & GESLIN, E. (2017): Surviving anoxia in marine sediments: The metabolic response of ubiquitous benthic foraminifera (*Ammonia tepida*). *PLoS One*, 12/5: e177604.

LOEBLICH Jr., A.R., TAPPAN, H. (1987): *Foraminiferal Genera and their Classification*. Van Reinhold Company, New York, 970 str.

LONČAR, N. (2009): Geomorfološka regionalizacija srednjeg i južnog dijela otoka Paga *Geoadria*, 14/1, 5-25.

MAGAŠ, D. (2011): Zemljopisna obilježja otoka Paga funkciji upoznavanja njegove toponimije. *Toponimija otoka Paga* (5), Zadar, 5-49.

MAJCEN, Ž., KOROLIJA, B., SOKAČ, B. & NIKLER, L. (1970): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000: List Zadar L 33-139. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb, (1963.-1969.); Savezni geološki zavod, Beograd.



MAMUŽIĆ, P., SOKAČ, B. & VELIĆ, I. (1970): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000: List Silba L 33-126. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb, (1963.-1969.); Savezni geološki institut, Beograd.

MELIS, R., & COVELLI, S. (2013): Distribution and morphological abnormalities of recent foraminifera in the Marano and Grado Lagoon (North Adriatic Sea, Italy). *Mediterranean Marine Science*, 14/2, 432-450.

MESQUITA-JOANES, F., SMITH, A.J. & VIEHBERG, F.A. (2012): The Ecology of Ostracoda Across levels of Biological Organization from Individual to Ecosystem: A Review of Recent Developments for Future Potential. U: Horne, D.J., Holmes, J., Rodriguez - Lazaro, J. & Vehberg, F.A. (ur.), *Ostracoda as Proxies for Quaternary Climate Change. Development in Quaternary Sciences* 17, 15-36.

MICROMERITICS (2002): SediGraph 5100 Particle size analysis system operator' manual. Micromeritics Instrument Corporation, Norcross, Georgia.

MURRAY, J. W. (2006): *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press. 426 str.

MURRAY, J.W. (1991): *Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera*. Logman Scientific & Technical, London, 397 str.

NICHOLS, G. (2009): *Sedimentology and Stratigraphy, Second Edition*. Wiley-Blackwell, Chichester, West Sussex, UK, 419 str.

PANDŽA, M., FRANJIĆ, J. & ŠKVORC, Ž. (2007): The salt marsh vegetation on the East Adriatic coast. *Biologia*, 62, 24–31.

PROTHERO, D.R. (2013): *Bringing fossils to life – An interduction to paleobiology*. Columbia University Press, New York, 274-285.

- ROGIĆ, V. (1972): Regionalno-geografski aspekt paške komune, *Geografski glasnik*, 33-34, 141-157.
- SHAW, T. A., (2009): Energy and momentum consistency in subgrid-scale parameterization for climate models. PhD Thesis, Graduate Department of Physics, University of Toronto, 169 str.
- SHAW, T. A., BALDWIN, M., BARNES, E. A., CABALLERO, R., GARFINKEL, C. I., HWANG, Y.-T., LI, C., O'GORMAN, P. A., RIVIÈRE, G., SIMPSON, I. R., VOIGT, A. (2016): Storm track processes and the opposing influences of climate change. *Nature Geoscience*, 9, 656–664.
- SOKAČ, A. & BAJRAKTAREVIĆ, Z. (1995): Mikroorganizmi i nanoorganizmi u sedimentima Velikog i Malog jezera otoka Mljeta. In Durbešić P. & Benović, A. (ur.), *Priopćenja Simpozija 'Prirodne značajke i društvena valorizacija otoka Mljeta, 4.–10.9.1995, Pomena. Ekološke monografije 6*, 127–145.
- SOKAČ, B., NIKLER, L., VELIĆ, I. & MAMUŽIĆ, P. (1974): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000: List Gospić L 33-127. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1963.-1967.); Savezni geološki zavod, Beograd.
- TOMAŠOVÝCH, A., GALLMETZER, I., HASELMAIR, A., KAUFMAN, D.S., VIDOVIĆ, J., ZUSCHIN, M. (2017): Stratigraphic unmixing reveals repeated hypoxia events over the past 500 yr in the northern Adriatic Sea. *Geology*; 45/4: 363–366.
- VANIČEK, V., JURAČIĆ, M., BAJRAKTAREVIĆ, Z. & ČOSOVIĆ, V. (2000): Benthic foraminiferal assemblages in a restricted environment- an example from the Mljet Lakes (Adriatic Sea, Croatia). *Geologia Croatica*, 53/2, 269-279.
- VIDOVIĆ, J. (2010): Analiza utjecaja prirodnih promjena i antropogenog djelovanja na zajednice foraminifera u sedimentima istočne obale Jadranskog mora. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 218 str. (neobjavljeno)

VIDOVIĆ, J., NAWROT, R., GALLMETZER, I., HASELMAIR, A., TOMAŠOVÝCH, A., STACHOWITSCH, M., ČOSOVIĆ, V., ZUSCHIN, M. (2016): Anthropogenically induced environmental changes in the northeastern Adriatic Sea in the last 500 years (Panzano Bay, Gulf of Trieste). *Biogeosciences*, 13/21, 5965-5981.

VITTURI, L. M. & RABITTI, S. (1980): Automatic particle-size analysis of sediment fine fraction by SediGraph 5000D. *Geologia Applicata e Idrogeologia* 15, 101-108.

WENTWORTH, C. K. (1922): A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology*, 30/5, 377-392.

## 8. POPIS SLIKA U TEKSTU

Slika 1. Prikaz uzorkovanog područja na otoku Pagu (Satelitski snimak; Google Earth, <https://wiki--travel.com/img/map-of-croatia-pag-island-1.html>).

Slika 2. Uvala Lokunja, jugozapadni dio grada Paga.

Slika 3. Prikaz uzorkovanog područja uvale Lokunja, otok Pag (a), uvećan prikaz područja uzorkovnja (b), sediment uvale (c), ručno uzorkovanje (d), točke uzorkovanja I-IV (od plićeg prema dubljem) (e), Satelitski snimak; Google earth.

Slika 4. Prva slika (a) prikazuje uzorka od I-IV prije obrade i nakon uzorkovanja, dok druga slika (b) prikazuje taloge uzorka koji su zaostali nakon ispiranja na situ promjera rupica 63 $\mu$ m.

Slika 5. Prikaz različitih oblika foraminiferskih kućica: (1) monotalamična - jedna klijetka, (2) uniserijalna, (3) biserijalna, (4) triserijalna, (5) planispiralna do biserijalna, (6) miliolidna, (7) planispiralna evolutna, (8) planispiralna involutna, (9) streptospiralna, (10-12) trohospiralna; 10 – dorzalna strana, 11- pogled s boka, 12- ventralna strana.

Modificirano prema Loeblich and Tappan 1964.

Slika 6. Karapaksi ostrakoda snimljeni skenirajućim elektronskim mikroskopom. S desne strane prevladavaju karapaksi ukrašeni rebrima, kvržicama i bodljama, a s lijeve strane glatki karapaksi, Sveučilište Hong Kong

(<https://www.ecomagazine.com/news/science/discovery-on-past-deep-water-dynamics-in-the-western-tropical-pacific>).

Slika 7. Prva slika prikazuje populaciju u kojoj dominiraju juvenilne jedinke (mlade), na drugoj slici prevladavaju starije jedinke, a zadnji graf obilježavaju dominaciju jedinki „srednje dobi“ (modificirano prema Begon *et al.*, 1990).

Slika 8. Izmjerene kućice *A. parkinsoniana* iz uzorka I i II.

Slika 9. Histogrami uzorka I-IV prikazuju distribuciju kućica *A. parkinsoniana*.

Slika 10. Granulometrijski sastav sedimenata iz uzorka A1 u trokomponentnom dijagramu šljunka, pijeska i mulja prema Folku (1954).

Slika 11. Granulometrijski sastav sedimenata iz uzorka A1 u trokomponentnom dijagramu pijeska, praha i gline prema Folku (1954).

Slika 12. Granulometrijski sastav sedimenata iz uzorka A1 u trokomponentnom dijagramu pijeska, praha i gline prema Folku (1954).

Slika 13. Prikaz identificiranih foraminiferskih vrsta u svim uzorcima (I-IV) s postotcima njihove zastupljenosti unutar svih uzoraka (I-IV), najdominantnija vrsta je *A. parkinsoniana*.

## **9. POPIS TABLICA U TEKSTU**

Tablica 1. Prikaz određenih foraminiferskih vrsta u uzorcima I-IV.

Tablica 2. Vrijednosti indeksa bioraznolikosti prema lokacijama uzorkovanja.

Tablica 3. Klasifikacija određenih rodova bentičkih foraminifera.

**10. TABLE**

## TABLA I

Mikrofotografije bentičkih foraminifera iz uzoraka I-IV.

Slika 1. *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny, 1839), uzorak I

Slika 2. *Porosononion granosum* (d'Orbigny, 1846), uzorak IV

Slika 3. *Quinqueloculina leavigata* (d'Orbigny, 1839), uzorak I

Slika 4. *Haynesina depressula* (Walker & Jacob, 1789), uzorak II

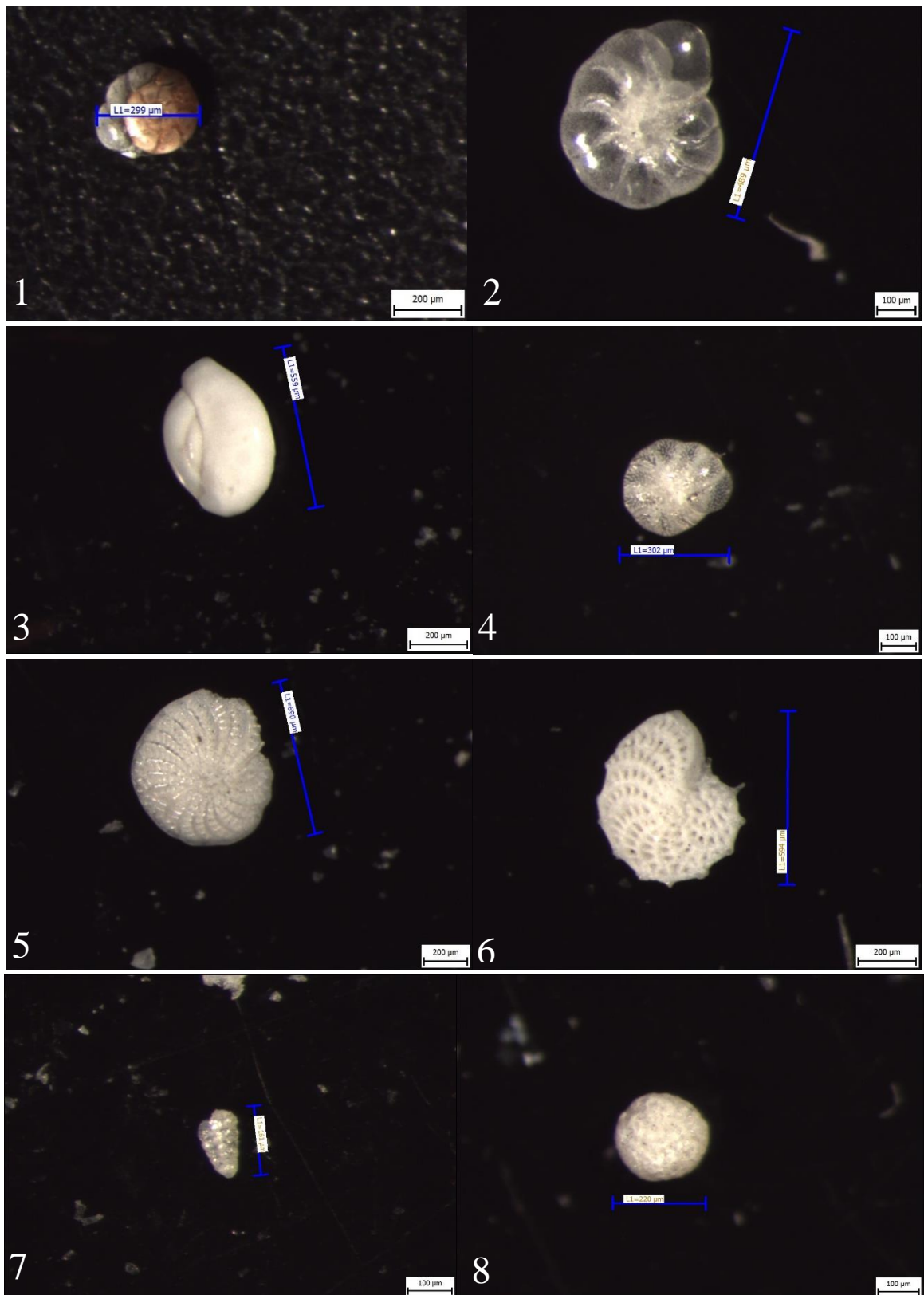
Slika 5. *Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758), uzorak III

Slika 6. *Elphidium excavatum* (Terquem, 1875), uzorak II

Slika 7. *Brizalina spathulata* (Williamson, 1858), uzorak II

Slika 8. *Sphaerogypsina globula* (Reuss, 1848), uzorak III





## TABLA II

Mikrofotografije ostrakoda iz uzoraka I.

Slika 1. *Cyprideis torosa* (Jones)

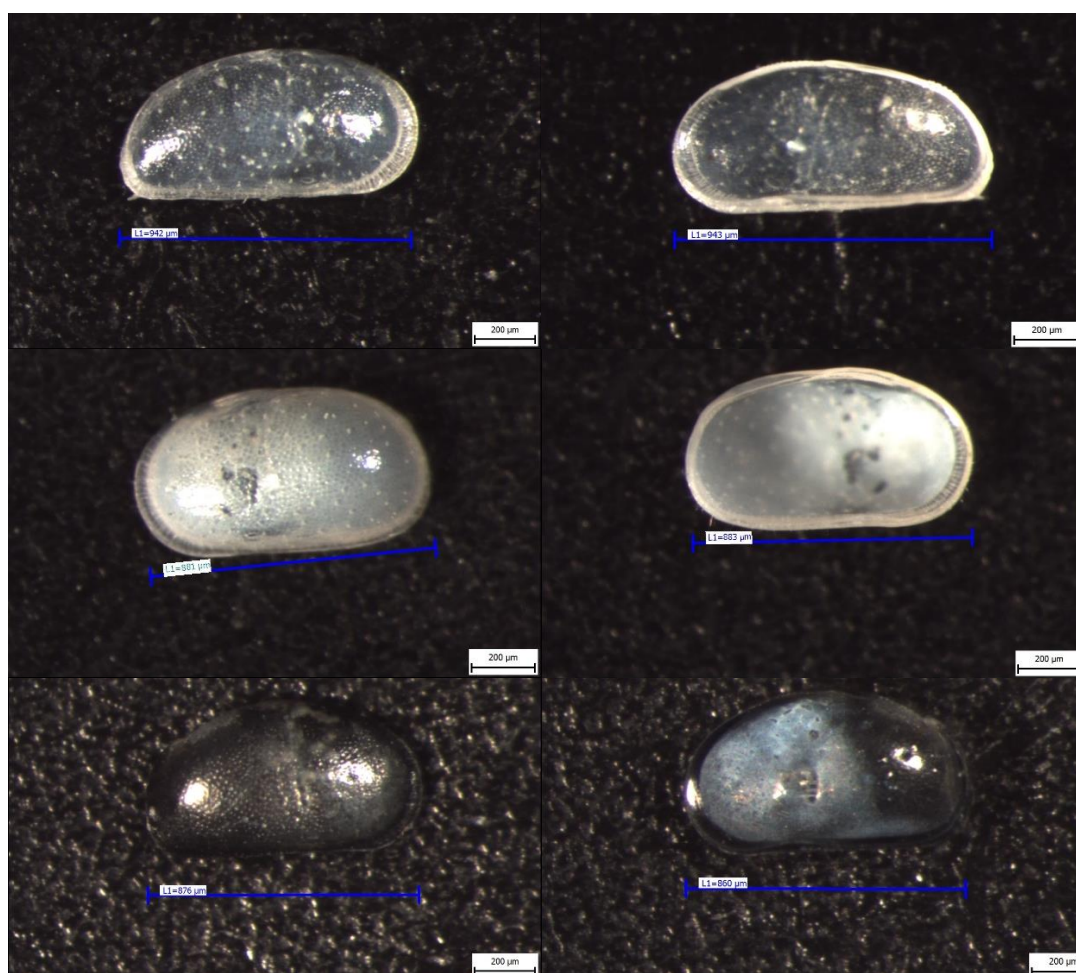


TABLA III

Mikrofotografije ostrakoda iz uzoraka II.

Slika 1. *Cyprideis torosa* (Jones)

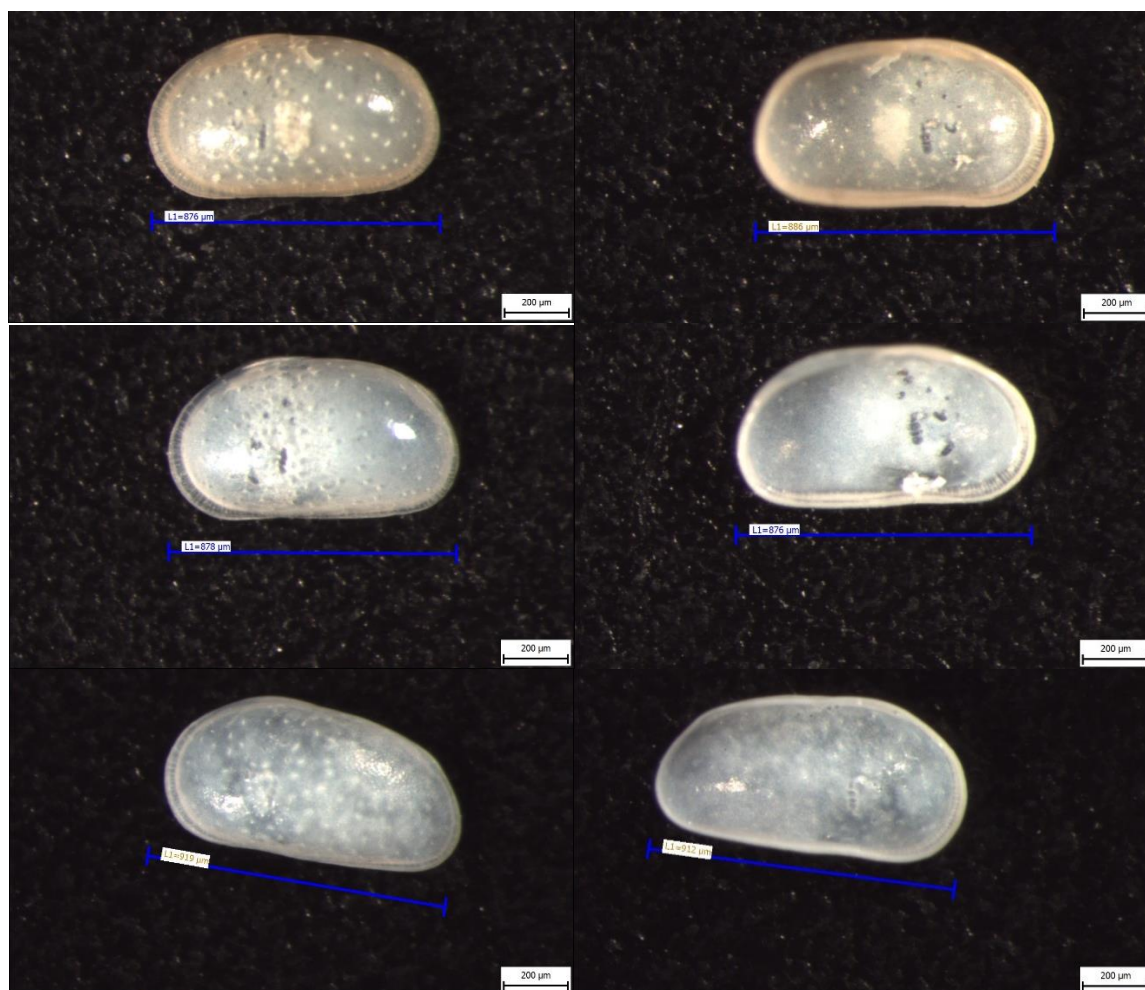


TABLA IV

Mikrofotografije ostrakoda iz uzoraka III.

Slika 1. *Cyprideis torosa* (Jones)



TABLA V

Mikrofotografije ostrakoda iz uzoraka IV.

Slika 1. *Cyprideis torosa* (Jones)

Slika 2. *Aurila woodwardii* (Brady)

