Mikropaleontološke značajke morskog dna Tršćanskog zaljeva

Hlebec, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:897145

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-25**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Ana Hlebec

MIKROPALEONTOLOŠKE ZNAČAJKE MORSKOG DNA TRŠĆANSKOG ZALJEVA

Diplomski rad

Zagreb, 2021. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Ana Hlebec

MIKROPALEONTOLOŠKE ZNAČAJKE MORSKOG DNA TRŠĆANSKOG ZALJEVA

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

Mentor: prof. dr. sc. Vlasta Ćosović

Zagreb, 2021. godina.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Diplomski rad

MIKROPALEONTOLOŠKE ZNAČAJKE MORSKOG DNA TRŠĆANSKOG ZALJEVA

Ana Hlebec

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

Sažetak: Dvije plitke sedimentne jezgre ručno su uzorkovane u južnom dijelu Tršćanskog zaljeva, na dubinama od 13,2 i 13,6 m. U zaljev koji je zaštićen, plitak i ima izrazito urbaniziranu obalu (mogući izvori organskih i kemijskih zagađivača) ulijeva se više rijeka (Soča, Timava, Rižana). 10 cm debele jezgre (KPF 1, KPF 4) podijeljene su u 2 cm debele poduzorke, koji su tretirani Rose bengalom i iz svakog poduzorka analizirane su foraminiferske zajednice, njihov sastav, indeksi bioraznolikosti (Simpsonov indeks, Shannon-Wienerov indeks, Berger-Parkerov indeks i Fisher (α) indeks) i BFOI indeks. Zajednice sadrže kućice recentnih bentičkih foraminifera i pretaloženih, većinom planktonskih, foraminifera. Određeno je 36 rodova i 71 vrsta recentnih foraminifera, udio obojenih/živućih kućica kao i onih koji su zahvaćene nekim promjenama (piritizacijom, fragmentacijom ili drugim mehaničkim oštećenjima). U svim zajednicama jezgre KPF 1 dominira rod *Ammonia*, a u jezgri KPF 4 u pojedinim intervalima brojnošću se izmjenjuju rodovi *Ammonia, Nonion, Anomalinoides, Valvulineria* i *Porosnonion*. Dominantne vrste, indeksi bioraznolikosti i BFOI indeks zajednica istraživanih jezgara ukazuju na taloženje u plitkom morskom okolišu, normalnog saliniteta u kojem vladaju visoko do nisko oksični uvjeti.

Ključne riječi: Bentičke foraminifere, Tršćanski zaljev, sedimentne jezgre, bioraznolikost

Rad sadrži: 54+XXIII stranica, 22 slike, 12 tablica, 51 literaturnih navoda i 7 tabli
Jezik izvornika: Hrvatski
Rad je pohranjen u: Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF
Mentor: prof. dr. sc. Vlasta Ćosović
Ocjenjivači: prof. dr. sc. Vlasta Ćosović
prof. dr. sc. Nenad Tomašić,
doc. dr. sc. Đurđica Pezelj
Datum završnog ispita: 29. siječnja 2021.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Master's Thesis

MICROPALEONTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SEA BOTTOM SEDIMENTS IN THE GULF OF TRIESTE

Ana Hlebec

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

Abstract:
Two shallow sedimentary cores were sampled manually in the southern part of the Gulf of Trieste, at a depth of 13.2 and 13.6 m. Several rivers (Soča, Timava, Rižana) flow into a sheltered and shallow bay, with highly urbanized coastline (possible sources of organic and chemical contaminants). 10 cm long sediment cores (KPF 1, KPF 4) were divided into 2 cm thick subsamples and treated with Rose Bengal. Composition, biodiversity indices (Simpson index, Shannon-Wiener index, Berger-Parker index and Fisher (α) index) and BFOI index were calculated for foraminiferal assemblages from each sample. The assemblages contain recent and reworked (mostly planktonic) foraminiferal tests. A total of 36 genera and 71 species were identified, with the proportion of stained/living tests and those affected by some diagenetic changes (due to pyritization, fragmentation). Genus *Ammonia* is dominant in all the assemblages of core KPF 1, but in core KPF 4 there is a change in the dominance of genera *Ammonia*, *Nonion*, *Anomalinoides*, *Valvulineria* and *Porosononion* at different intervals. Dominant species, biodiversity indices, and BFOI index of the studied assemblages indicate shallow marine environment with normal salinity where high to low oxic conditions prevail.

Keywords: Benthic foraminifera, Gulf of Trieste, sedimentary cores, biodiversity

Thesis contains:	54+XXIII pages, 22 figures, 12 tables, 51 references, and 7 plates
Original in:	Croatian
Thesis deposited in:	Central Geological Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a
Supervisor:	Vlasta Ćosović, PhD, Professor
Reviewers:	Vlasta Ćosović, PhD, Professor Nenad Tomašić, PhD, Professor Đurđica Pezelj, PhD, Associate Professor

Date of the final exam: January 29, 2021.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. GEOGRAFSKE I GEOLOŠKE ZNAČAJKE TRŠĆANSKOG ZALJEVA 2
2.1. Pregled dosadašnjih istraživanja 5
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA 7
3.1. Kabinetske metode 7
3.2. Statističke metode 10
3.2.1. Indeksi dominacije 11
3.2.2. Informatičko-statistički indeksi 12
3.2.3. BFOI indeks 13
4. REZULTATI 15
4.1. Sastav zajednica 15
4.1.1. Sedimentna jezgra KPF 1 15
4.1.2. Sedimentna jezgra KPF 4 23
4.2. Sistematika i ekologija identificiranih rodova 29
4.2.3. Opis i ekologija rodova 31
4.3. Statistički podaci **37**
5. RASPRAVA 40
6. ZAKLJUČAK 45
7. LITERATURA 46
8. POPIS SLIKA U TEKSTU 52
9. POPIS TABLICA U TEKSTU 54
10. TABLE VI
11. PRILOZI XXI

1. UVOD

Plitki i zaštićeni morski zaljevi, okruženi urbaniziranim područjima koja predstavljaju izvor različitih zagađivača, jako su osjetljivi ekosustavi (Frontalini et al., 2009, Francescangeli et al., 2016). Primjer takvog okoliša je Tršćanski zaljev koji je pod utjecajem organskih i kemijskih zagađivača koji dolaze od agrikulturne i industrijske aktivnosti u njegovu zaleđu, te turističke i marikulturne aktivnost uzduž njegove obale. Također, otpadne i industrijske vode obalnih gradova (Trst, Kopar, Izola, Piran i Portorož) slijevaju se u zaljev. Trst je važna luka za srednju Europu, uz njega se veže intenzivni pomorski prijevoz (kontejnerski i naftni terminal, čeličane) i veliki konzumerizam. Zaljev je izložen zagađivanju, u njega se izlučuju organski zagađivači koji dolaze iz uzgajališta dagnji koje se nalaze u istočnom dijelu Tršćanskog zaljeva, te iz industrijskih i lučkih područja oko grada Monfalcone-a. Također, rijekom Sočom u zaljev dospijevaju znatne količine žive kao rezultat skoro pa 500 godina rudarenja i iscrpljivanja naslaga bogatih cinabaritom u Idriji (Faganeli et al., 2014). Akumulaciji zagađivača pogoduje ograničena cirkulacija vode u zaljevu, ona je većinom kontrolirana plimom i osekom, vjetrovima (jaka sjeveroistočna bura) i utjecanjem slatkih voda (rijeke Soča i Timava) (Vidović et al., 2016). Porast temperature mora u ljetnim mjesecima i slaba cirkulacija vode za rezultat imaju nedostatak kisika u dubljim slojevima vode, intenzivni rast algi i njihovo cvjetanje (Brečko Grubar, 2010). Za Tršćanski zaljev, cjelovita istraživanja foraminiferskih zajednica napravljena su u Panzano zaljevu (na sjeveru, Vidović et al., 2016) i odobalju u morskom rezervatu Miramare (središnji dio, Melis et al., 2019).

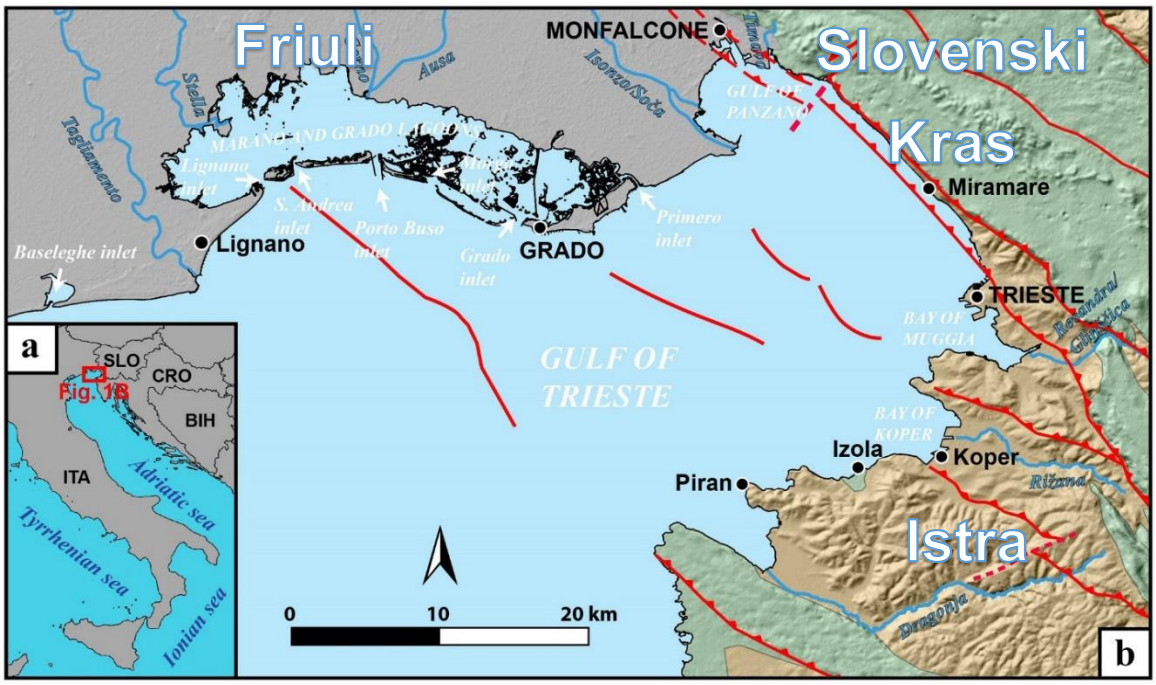
Cilj diplomskog rada je opisati foraminiferske zajednice (sastav, raznolikost, očuvanost) u južnom dijelu zaljeva, te analizirati promjene sastava zajednica prema dubini u sedimentu. Na temelju tih podataka će se dobiti slika distribucije foraminifera u zaljevu, odnosno pomoć pri zaključivanju o stupnju utjecaja zagađivala na temelju distribucije ove skupine organizama. Hipoteza je kako foraminifere zbog kratkog generacijskog vremena daju brzi odgovor na promjerne u okolišu, te ako su promjene prisutne u istraživanom području analiza zajednica iz dubljih (starijih) i površinskih (recentnih) intervala će to pokazati. Pri tome ne treba zanemariti da su pojedine vrste tolerantne na stres, te mogu podnijeti ekstremne uvijete, kao što su porast saliniteta, unos veće količine organskih tvari i nedostatak kisika.

2. GEOGRAFSKE I GEOLOŠKE ZNAČAJKE TRŠĆANSKOG ZALJEVA

Tršćanski zaljev je plitak zaljev smješten u sjeveroistočnom dijelu Jadranskog mora između Italije, Slovenije i Hrvatske (slika 1). Ime je dobio po gradu Trstu koji se nalazi na njegovoj obali i najsjeverniji je zaljev Sredozemnog mora. Površina zaljeva iznosi oko 600 km^2, a volumen 9,5 km^3. Maksimalna dubina mora u zaljevu je 23 m, a 10% prosječne dubine je manje od 10 m (Conversi et al., 2009).Temperature površinskog sloja vode kreću se od 8 °C u zimskim mjesecima do 24 °C u ljetnim mjesecima, a temperature pridnenog sloja vode od 8 do 20 °C (Vidović et al., 2016). Prosječna vrijednost saliniteta mora u zaljevu iznos 35,89 ‰ (Bussani et al.,2003). U zaljevu dolazi do miješanja slatke i slane vode, a rijeka Soča, koja se ulijeva u blizini grada Tržića (tal. Monfalcone) donosi najveću količinu slatke vode u zaljev. Također, u zaljev se, s Istarskog poluotoka u Savudrijskoj vali, ulijeva rijeka Dragonja, te kod grada Kopra rijeka Rižana.

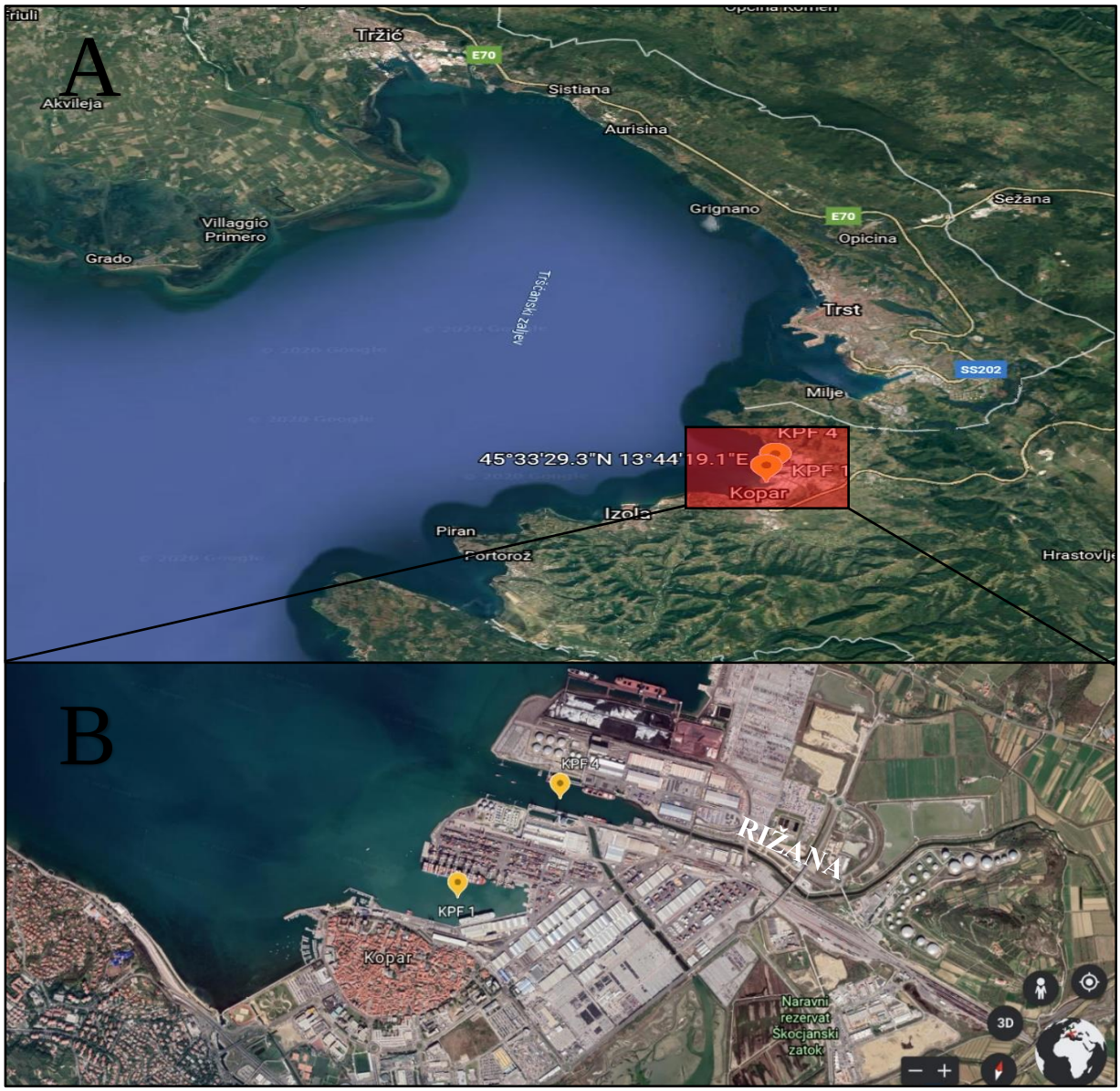
Slika 1. Tršćanski zaljev. A – uvećani prikaz zaljeva; B – regionalni smještaj zaljeva (zaljev označen crvenim pravokutnikom) (izvor: *Google maps*).

Tršćanski zaljev, zajedno s obalnim područjima koja ga okružuju (Istarski poluotok, Slovenski Karst i ravnica Friuli), je dio Jadransko Apulijskog predgorskog bazena (Busetti et al., 2010). Sjeverna obala Tršćanskog zaljeva izgrađena je od fluvijalno-glacijalnih kvartarnih naslaga područja Friuli (slika 2). Sjeveroistočnom obalom zaljeva izdanjuju mezozojsko-paleogenske karbonatne naslage Krasa (klasičnog krškog područja), a uzduž jugoistočne obale eocenske naslage Istarskog fliša (slika 2). Udaljavajući se od obale prema morskom bazenu karbonatne naslage i fliš su prekriveni s nekoliko stotina metara debelim kopneno-prijelaznim-morskim sedimentima plio-kvartarne starosti istaloženim za vrijeme različitih faza promjena razine mora (Novak et al., 2019).



Slika 2. Geološki smještaj Tršćanskog zaljeva. a – regionalna karta, b – pojednostavljena geološka karta područja. Fluvijo-glacijalne naslage – sivo; karbonatne naslage – zeleno; fliš – narančasto (promijenjena slika prema Trobec et al., 2018).

Analizirani uzorci prikupljeni su ručno, autonomnim ronjenjem u podmorju luke Kopar (slika 3), na sjeverozapadnoj obali Istarskog poluotoka, na sljedećim lokacijama: 45º 33,108' N, 13º 44,021' E (uzorci oznake KPF 1) i 45º 33,489 N, 13º 44,318' E (uzorci oznake KPF 4). Plitkim jezgrovanjem izvađene su 10 cm dugačke sedimentne jezgre, KPF 1 i KPF 4. Dubina mora gdje je uzorkovana jezgra KPF 1 iznosi 13,6 m, a jezgre KPF 4 13,2 m. Blizu lokacije uzorkovanja jezgre KPF 4 u more se ulijeva rijeka Rižana.



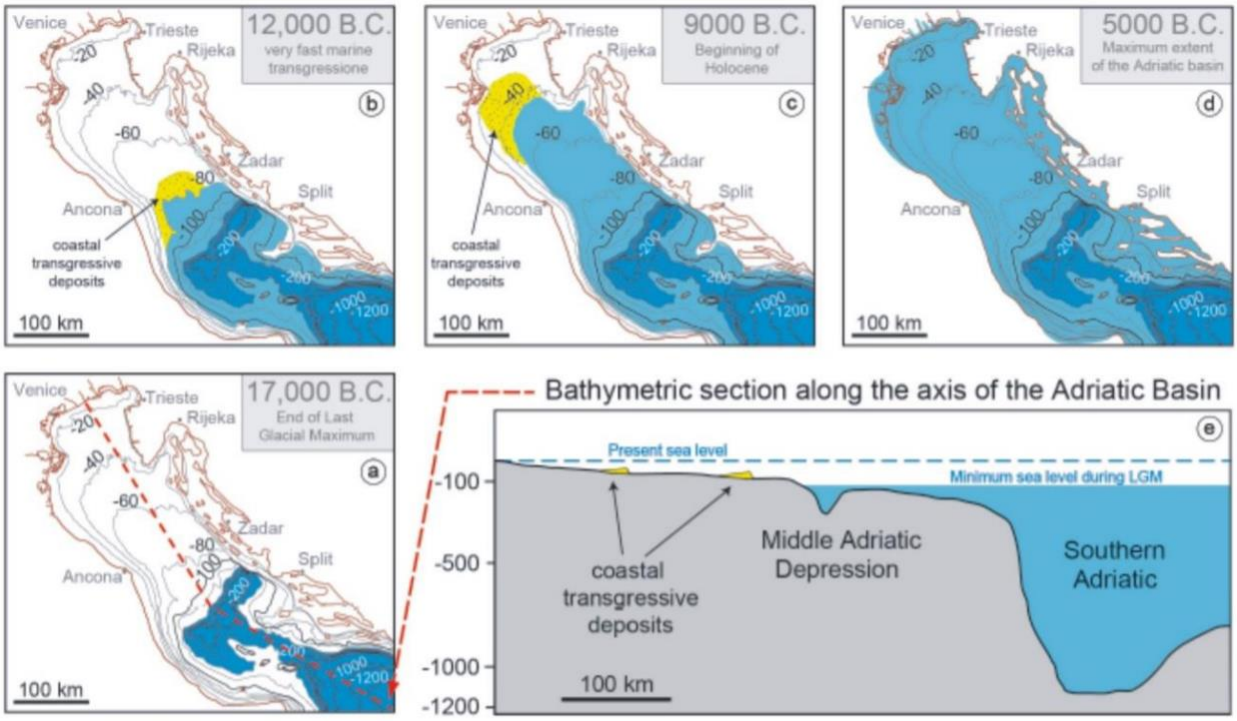
Slika 3. Lokacije prikupljanja obrađivanih uzoraka. Luka Kopar, Tršćanski zaljev. A – smještaj luke u Tršćanskom zaljevu, B – luka Kopar s označenim lokacijama uzorkovanja (izvor: *Google Earth*).

2.1. Pregled dosadašnjih istraživanja

Nastanak Jadranskog bazena i evolucija Jadranske karbonatne platforme, dva ključna geološka entiteta za opis područja, opisani su u radu Vlahović et al. (2005). Geofizička istraživanja Tršćanskog zaljeva započela su 1960-ih, koristili su se jedno kanalni seizmički detektori (jedan prijamnik povratnih valova) koji su omogućili kartiranje morfologija morskog dna (Mosetti, 1996). 1995. godine provedena su istraživanja primjenom više kanalnog seizmičkog detektora CROP M-18 (istovremeno je više prijamnika povratnih valova) i dobiveni su novi geofizički podaci (Scrocca et al., 2003, Finetti i Del Ben, 2005). Geološke karakteristike odobalja su interpretirane na temelju geološke građe obale i rijetkih geofizičkih podataka (Cavallin et al., 1978, Carulli et al., 1980, Carulli, 2006). Čak 250 km seizmičkih profila za Tršćanski zaljev prikupljeno je 2005 godine, te se na temelju tih podatka odredio smještaj paleogeografskih cjelina kao što je karbonatna platforma, položaj naslaga i glavne tektonske karakteristike Tršćanskog zaljeva (Busetti et al., 2008).

U radu Sturt et al. (2018) opisan je utjecaj eustatskog porasta razine mora, nastao nakon Posljednjeg Glacijalnog Maksimuma (PGM) koji je vrhunac imao prije 25 000 godina, na danas plitke morske okoliše, pa tako i na Tršćanski zaljev. Sjeverni dio Jadranskog mora je prije holocenske transgresije bio prostrana aluvijalna ravnica na kojoj se taložila velika količina sedimenta, produkata erozije stijena Alpa i Apenina. Tijekom holocenske transgresije aluvijalna ravnica je potopljena i transformirana u plitki morski okoliš. Sjeveroistočni dio današnjeg sjevernog Jadrana bio je distalni dio taložnog sistema mega lepeze ravnice Friuli. Posljednji veći porast razine mora dogodio se nakon sistema niske razine voda PGM (slika 4), kada je razina mora bila oko 120 m niža nego danas. Nakon PGM globalna razina mora rasla je u prosjeku 10 mm/god, te je ubrzavala za vrijeme „*Meltwater Pulse*“ perioda. Procjenjuje se da je post-PGM transgresija napredovala na sjevernojadranski šelf nekoliko kilometara svakih sto godina (slika 4) (Novak et al., 2019).

U zapadnom dijelu sjevernog Jadrana, morsko dno čine potopljeni kasno pleistocenski do holocenski aluvijalni sedimenti na koje transgresivno naliježu naslage istaložene tijekom sistema niske razine vode. U Tršćanskom zaljevu, ovi sedimenti su većinom prekriveni s holocenskim morskim sedimentom nastalim tijekom sistema visoke razine vode.



Slika 4. Faze porasta razine mora nakon Zadnjeg Glacijalnog Maksimuma (Moscon, 2016).

Kasno pleistocenski sedimenti su dobro sačuvani u jugoistočnom dijelu zaljeva, gdje su zaštićeni od recentnih erozijskih procesa. Te se naslage sastoje od sedimenta istaloženih prilikom transformacije riječnog u brakični i na kraju u morski taložni okoliš. Morski taložni okoliš je prevladao prije otprilike 10 000 godina, te je u to vrijeme relativna razina mora u zaljevu iznosila oko 26 m i bila za oko 10 m viša od današnje. Debljina morskog sedimenta se postepeno smanjuje prema rtu Madona, gdje su rasprostranjeni holocenski sedimenti nastali tijekom sistema visoke razine voda i kasno pleistocesnki sedimenti su djelomično erodirani i prekriveni relativno tankim slojem holocenskog pjeskovitog mulja (Novak et al., 2019).

Površinski sedimenti u Tršćanskom zaljevu opisani su u radu Ogrelec et al. (1991). Podijeljeni su u sedam zona na temelju veličine zrnaca i mineralnog sastava. Antropološki utjecaj na foraminiferske zajednice u Tršćanskom zaljevu opisan je u radovima Melis et al.(2019) i Vidović et al. (2016), a u radu Langlet et al. (2012) prikazani su rezultati eksperimenta kojim se ustvrdio odgovor foraminifera na dugotrajnu anoksiju u Tršćanskom zaljevu.

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Provedena je mikropaleontološka obrada 10 uzoraka dobivenih iz dvije plitke sedimentne jezgre (KPF 1 i KPF 2). Svaka jezgra, ukupne dužine ~ 10 cm, podijeljena je u intervale debljine 2 cm. Dobiveni uzorci su neposredno nakon uzorkovanja bojani Rose bengal otopinom s ciljem da se živuće jedinke foraminifera oboje roza i tako razlikuju od praznih kućica ili već fosiliziranih kućica koje ostaju neobojane. Obojene kućice foraminifera mogle bi pomoći u interpretaciji populacijske dinamike pojedinih vrsta. Uzorci su zatim pojedinačno isprani na situ promjera otvora 63 µm i dobiveni su talozi osušeni na sobnoj temperaturi.

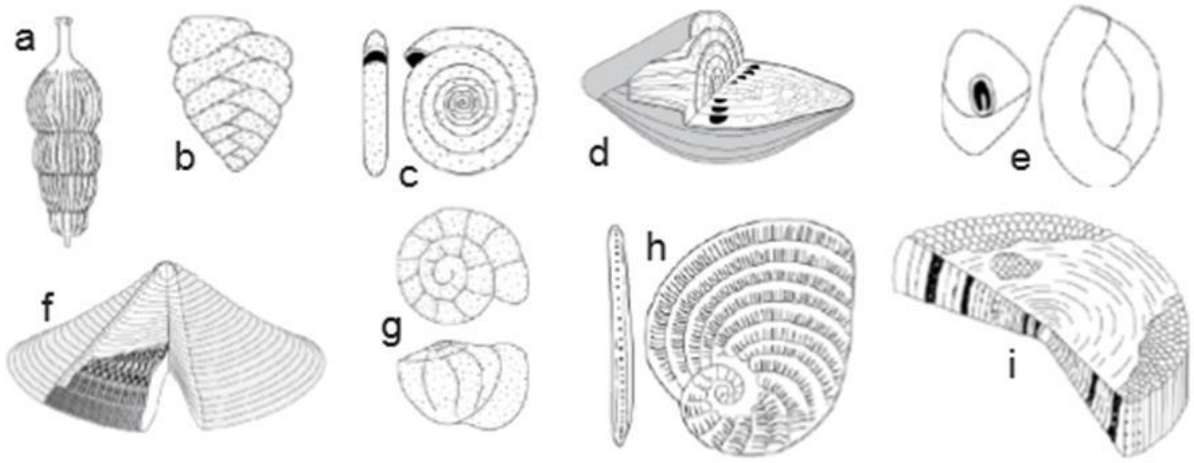
3.1. Kabinetske metode

Prije početka mikroskopiranja potrebno je uzorke standardizirati. Standardizacija predstavlja slučajno izdvajanje oko 300-tinjak kućica foraminifera iz uzorka. Provodi se tehnikom pačetvorenja (splitanja) uz pomoć mikrosplitera (slika 5). Mikrospliter uzorak dijeli na jednake polovice, a postupak se ponavlja sve dok se ne dobije pod-uzorak s odgovarajućim brojem kućica foraminifera. Svrha standardizacije uzorka je izbjegavanje subjektivnosti pri izoliranju kućica foraminifera za identifikaciju i omogućuje uspoređivanje rezultata analiza.

Slika 5. Mikrospliter korišten za standardizaciju uzoraka.

Za mikroskopiranje korištena je stereoskopska lupa Nikon. Kućice foraminifera su izvađene iz standardiziranih uzoraka pomoću igle i voska, te su izbrojane primjenom mikropaleontološke plitice. Slijedeći korak bio je određivanje vrsta i rodova uz korištenje pripadajuće literature (Asvar, 2014, Alfirević 1979, Cimerman & Langer, 1991, Łuczkowska, 1974, Fajemila et al., 2020). Imena rodova i vrsta usklađena su sa standardiziranom nomenklaturom *World Register of Marine Species* (WoRMS Editorial Board, 2020). Zatim su odabrani uzorci fotografirani na stereoskopskoj lupi Olympus SZX7 s kamerom Olympus U-TV1XC.

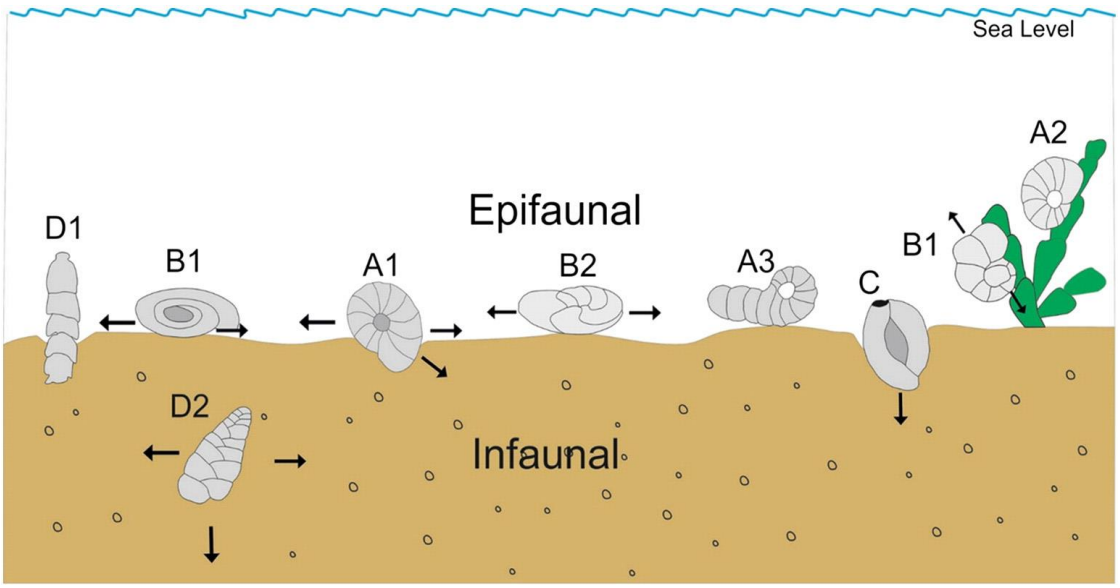
Foraminifere su klasificirane u rodove i vrste prema kriterijima Loeblich & Tappan (1987). Kriteriji za određivanja vrsta i rodova su sljedeći: tip stijenke, način rasta kućice, oblik klijetke i kućice, položaj i oblik sepata i odgovarajućih sutura, ukrasi na površini kućica, položaj i tip ušća. Kod određivanja tipa stijenke, razlikuju se aglutinirana (nastala lijepljenjem zrnaca različitog porijekla) ili kalcitna (imperforatna ili perforatna) stijenka. Kućica može biti građena od jedne ili više klijetki, stoga razlikujemo monotalamične i politalamične kućice.



Slika 6. Neki oblici kućica. a: uniserijalna s ušćem uzdignutim na vratu i obrubljen „usnom“; b: biserijalna; c: planispiralna; d: planispiralna, vretenastog oblika; e: miliolidna-bilokulinska, ušće s zubom; f: uniserijalna (klijetke „tanjurastog“ oblika se dodaju od vrha prema dolje); g: nisko trohospiralna; h: nisko trohospiralna, u odrasloj fazi teži k linearnom, uniserijalnom rastu; i: koncentrični-ciklički rast (Bellier et al., 2010).

Monotalamične kućice su jednostavne kućice koje su građene od jedne cjevaste ili kuglaste klijetke, politalamične kućice su kućice koje su građene od više klijetki, svaka mlađa je nešto veća i dodaje se na stariju koja je manja, te rast (dodavanje klijetki) traje tijekom cijelog života. Konačni oblik kućice ovisi o načinu rasta klijetki, a to može biti: pravocrtno (uniserijalno, biserijalno ili triserijalno), trohospiralno (spiralno-evolutna strana i umbilikalno-involutna strana kućice), planispiralno (involutno i evolutno), ciklično-koncentrično (klijetke su raspoređene u koncentričnim prstenovima) i miliolidno (klijetke su savijene i međusobno se dodiruju na svojim krajevima, ali i s osi rasta, a raspoređene su u ciklusu od 5, 3 ili1 klijetke) (slika 6). Oblik klijetki, koje tvore kućicu, može biti sferičan (kuglast), cjevast, kvadratast ili polumjesečast. Ušće je otvor ili otvori na najmlađoj klijetki. Oblik i položaj ušća se razlikuje ovisno o vrsti. Oblik ušća može biti kružni, zrakast, granat ili jednostavni prorez; otvor je ponekad obavijen „vratom“ ili zaštićen bulom, zubom. Kod bentičkih jedinki najmlađa klijetka ima frontalnu stjenku koja nosi jedan ili više otvora.

S obzirom na način života, foraminifere ili plutaju vodenim stupcem ili žive na/u dnu. Bentičke foraminifere su one koje žive na morskom dnu, bilo na sedimentu, kamenitoj podlozi ili na fragmentu beskralježnjaka (epifauna), zakopane u sedimentu (infauna) ili su pričvršćene za morsku travu, talus algi (epifiton) (slika 7). Jedinke planktonskih foraminifera su pasivno nošene strujama, ali mogu u morskom stupcu vertikalno migrirati.



Slika 7. Prikaz načina života bentičkih foraminifera. Epifauna – B1, A1, B2, A3; epifauna/plitka infauna – D1, C; infauna – D2; epifiton – B1 i A2 (Chan et al., 2017).

3.2. Statističke metode

Za definiranje zajednica foraminifera (njenu stabilnost, ulogu i značaj u okolišu) korišteni su indeksi bioraznolikosti: Indeksi dominacije i Informatičko-statistički indeksi (Šolić, 2019). Korišteni indeksi obuhvaćaju i brojnost i obilje jedinki različitih vrsta (bogatstvo vrsta i relativna zastupljenost). Za njihov izračun korišten je program Past verzija 2,17c (Hammer & Harper, 2001). Prilikom određivanja bioraznolikosti u obzir ulaze dva glavna čimbenika: bogatstvo i abundancija vrsta u uzorku. Bogatstvo predstavlja broj različitih vrsta organizama prisutnih u određenom uzorku, dok abundancija sličnosti između veličine populacije svake vrste. Koncentracija otopljenog kisika izračunata je koristeći „*Benthic foraminiferal dissolved-oxygen index*“ (BFOI, Kaiho 1994). Napravljena je statistička obrada podataka kućica obojanih Rose bengalom i piritiziranih kućica, izračunate su njihove relativne vrijednosti kako bi se vidio njihov postotak unutar zajednice.

Uspoređeni su sastav foraminiferskih zajednica i statistički podaci dobiveni u diplomskom radu s podacima iz znanstvenog rada Vidović et al., (2016) (Panzano zaljev, sjeveroistočni dio Tršćanskog zaljeva). Napravljena je usporedba kako bi se ustvrdilo koliki je utjecaj čovjeka u Tršćanskom zaljevu, te postoji li povećanje intenziteta zagađenja u pojedinim njegovim dijelovima. Indikatori zagađenja su foraminiferske zajednice, njihovo bogatstvo, raznolikost, te prisustvo vrsta tolerantnih na kemijsko i/ili organsko zagađenje. Kako ovaj diplomski rad sadrži opise foraminiferskih zajednica iz 2 cm debelih intervala u rasponu od površine sedimenta do dubine od 10 cm, iz rada Vidović et al. (2016) uzeti su podaci za prvih/površinskih 12 cm sedimentne jezgre koja je podijeljena u intervale debljine 4 cm.

3.2.1. Indeksi dominacije

1. *Simpsonov indeks raznolikosti*

Simpsonov indeks nije osjetljiv na promjene bogatstva vrste i daje vjerojatnost da će bilo koje dvije jedinke slučajno odabrane iz beskonačno velike zajednice pripadati različitim vrstama. Jedan od načina izračunavanja (*Simpsonov indeks abundancije*) ima formulu:

$$\mathrm{Ds} = \sum (n_1(n_1 - 1)/N(N - 1))$$

Ds označava Simpsonov indeks, $\mathbf{n_1}$ broj jedinki svake vrste (i = 1 – S), a **N** ukupan broj jedinki u zajednici. Prema formuli kako raznolikost raste tako vrijednost indeksa postaje sve manja. Radi jednostavnijeg čitanja, da bi vrijednost indeksa rasla kako raste raznolikost, indeks se iskazuje na sljedeći način:

Recipročna vrijednost = 1/Ds → 0,0 < 1/D < 10+

Komplementarna vrijednost = 1 – Ds → 0,0 < 1 – D < 1,0

Simpsonov D indeks varira od 1 do maksimalne vrijednosti koja je jednaka broju vrsta.

2. *Berger-Parkerov indeks dominacije*

Berger-Parkerov indeks dominacije jedan je od najjednostavnijih indeksa dominacije. Izražava proporcionalnu važnost najzastupljenije vrste i ima slijedeću formulu:

$$\mathrm{d} = \mathrm{N_{max}}/\mathrm{N}$$

$\mathbf{N_{max}}$ označava broj jedinki najzastupljenije (dominantne) vrste, a **N** ukupan broj jedinki u uzorku. Ukoliko jedna vrsta dominira zajednicom, zajednica nije vrlo raznolika. Vrijednost indeksa se smanjuje dok raznolikost zajednice raste. Problem s ovim indeksom je taj što je viša vrijednost indeksa znači manju raznolikost zajednice. Zbog toga se preporuča koristiti

komplementarni oblik koji se dobije ako se od 1 oduzme vrijednost indeksa. Vrijednost komplementarnog indeksa se kreće od 0 do 1, a veća vrijednost znači veću raznolikost. Druga mogućnost je korištenje recipročne vrijednosti indeksa (1/d), pa će veća vrijednost 1/d značiti veću raznolikost. Ovaj indeks nije ovisan o bogatstvu, ali je o veličini uzorka.

3.2.2. Informatičko-statistički indeksi

1. *Shannon-Wienerov indeks (H')*

Shannon-Wienerov indeks je indeks omjera broja vrsta prema njihovom udjelu i važnosti u zajednici. Koristi se radi usporedbe raznolikosti različitih zajednica i okoliša. Vrijednosti se kreću od 1,5 do 3,5, rijetko prelaze 4,5. Izračunava se prema formuli:

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

S označava ukupan broj vrsta u uzorku, i ukupan broj jedinki jedne vrste, a **p** broj jedinki jedne vrst prema broju jedinki u uzorku (zajednici)

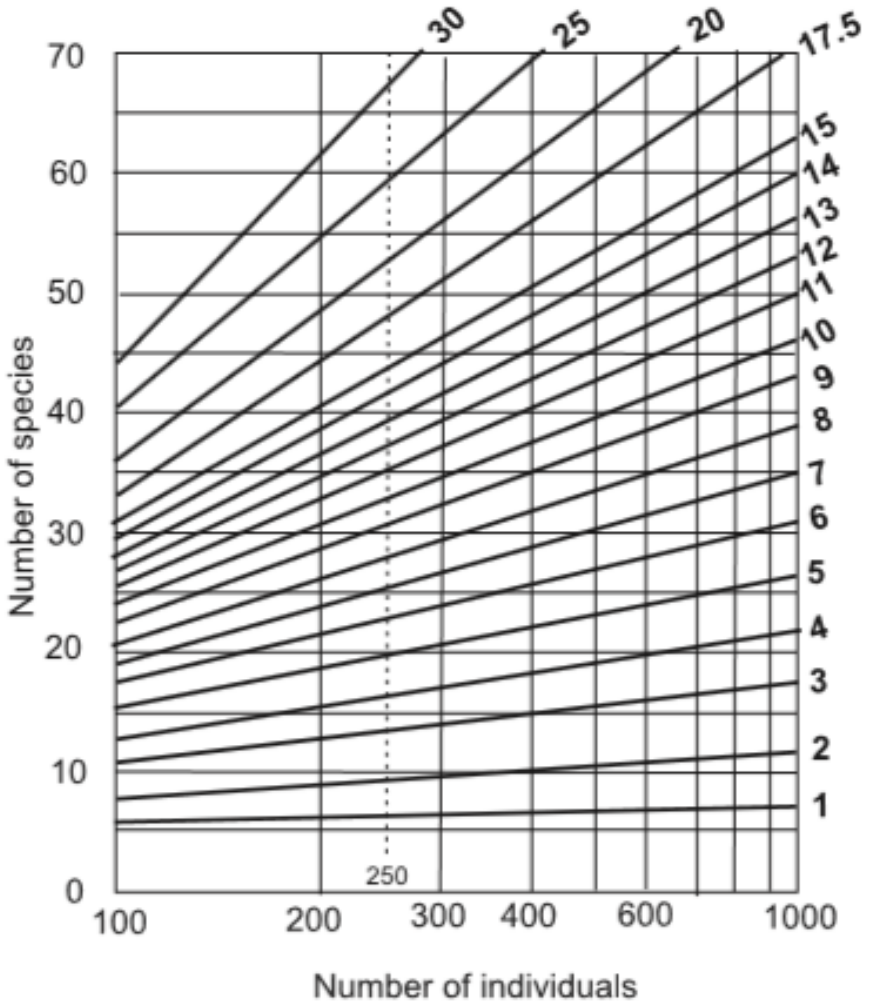
2. *Fisherov indeks (α)*

Fisherov indeks je pokazatelj raznolikosti zajednice, ali i mjera za salinitet, uzima u obzir i vrste koje su prisutne s malim brojem jedinki. Određuje se pomoću standardnog grafikona (slika 8), a izračunava na slijedeći način:

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

S predstavlja broj vrsta, **n** broj jedinki, a **α** fisherov indeks. Najniže vrijednosti su karakteristične za stresne okoliše. Vrijednost $\alpha < 5$ ukazuje na brakični okoliš ili hipersalinu sredinu, ali može

biti i pokazatelj normalnih uvjeta gdje je samo 1 vrsta prisutna. Morski okoliši na padini i šelfu imaju indeks α > 7 (maksimalno do 25).



Slika 8. Graf za određivanje vrijednosti Fisherovog indeksa (podebljani brojevi) iz broja vrsta i broja jedinki u uzorku (Murray, 2006).

3.2.3. BFOI indeks

„*Benthic foraminiferal dissolved-oxygen index*“ (BFOI, Kaiho, 1994) je indeks za računanje količine otopljenog kisika u sedimentu. Vjeruje se da su količina otopljenog kisika i unos organskog ugljika glavni faktori za kontrolu abundancije i distribucije morfotipova većine bentičkih foraminifera. Radi procjene količine otopljenog kisika vapnenačke bentičke foraminifere su podijeljene u dizoksične (0,1 – 0,3 mL/L), suboksične (0,3 – 1,5 mL/L) i oksične

(> 1,5 mL/L) indikatore (tablica 1). Bentičke foraminifere u dizoksičnim okolišima žive kao infauna, imaju malu, plosnatu ili izduženu kućicu koja se sužava, stijenka kućice je tanka, porozna i bez ornamentacije. U oksičnim okolišima bentičke foraminifere imaju velike plankoveksne, bikonveksne, trohospiranle i okruglaste kućice s debelom stijenkom, žive kao epifauna. Indeks se računa formulom (**O** predstavlja broj oksičnih vrsta, a **D** broj dizoksičnih vrsta foraminifera)(Kaiho, 1994):

$$BFOI = [O/(O + D)] * 100.$$

Tablica 1. Uvjeti otopljenog kisika prepoznati korištenjem vapnenačkih bentičkih foraminifera i njihovih karakteristika (Kaiho, 1994).

Uvjeti kisika	**Razina kisika (mL/L)**	**Indeks kisika**	**Karakteristike vapnenačkih bentičkih foraminifera**
Visoko oksično	3,0 – 6,0+	50 – 100	Dizoksični, suboksični, i visoki omjeri oksičnih indikatora
Nisko oksično	1,5 – 3,0	0 – 50	Dizoksični, suboksični, i mali omjeri oksičnih indikatora
Suboksično	0,3 – 1,5	-40 – 0	Dizoksični i veliki omjeri suboksičnih indikatora
Dizoksično	0,1 – 0,3	-55 – -40	Dizoksični i mali omjeri, ili bez, suboksičnih indikatora
Anoksično	0,0 – 0,1	-55	Bez vapnenačkih bentičkih foraminifera

4. REZULTATI

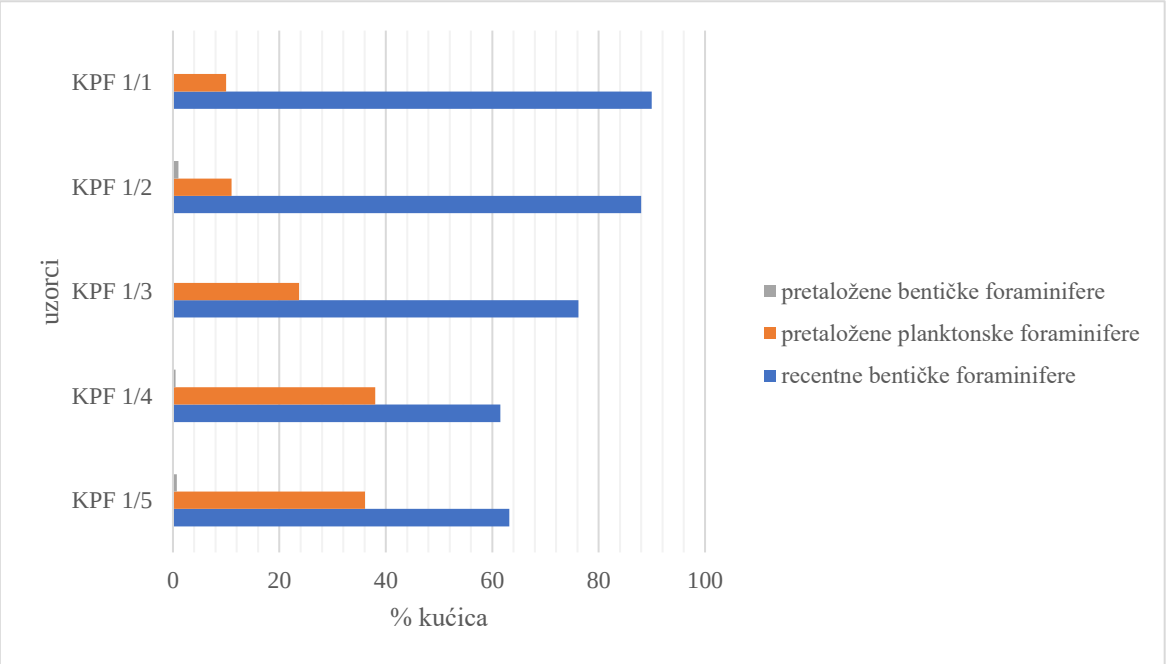
Iz deset uzoraka [KPF 1/(1-5), KPF 4/(1-5)], izvađeno je ukupno 3066 kućica foraminifera. Od ukupnog broja kućica njih 1859 (61 %) su određene kao recentne bentičke foraminifere. Određena je 71 vrsta i 36 rodova. Čak 1007 (33%) kućica je prepoznato kao pretaložene kućice, većinom su to bile planktonske foraminifere (njih 983 kućica), a tek mali dio su bentičke (24 kućice). Recentne foraminifere su prazne kućice koje nisu zahvaćene procesom fosilizacije i kao takve se svojim izgledom i očuvanošću razlikuju od pretaloženih oblika. Kod recentnih foraminifera jasno se mogu razlikovati različiti tipovi stijenki: perforatne kućice su prozirne, imperforatne su mliječno bijele, a kod aglutiniranih su vidljiva zrnca sedimenta zalijepljena za kućicu. Također, vidljiva je ornamentacija kućica. Pretaložene kućice su ispunjene sedimentom, prošle su proces fosilizacije, stijenke su im iste boje, prljavo bijele do svijetlo smeđe, te su bez ikakvih ukrasa na površini. Manji broj recentnih kućica (200 ili 6 %) su bile vrlo oštećene i nije ih bilo moguće klasificirati (tablica 2 i tablica 3). Kako su uzorci tretirani Rose bengal bojom, kao obojene (živuće jedinke u trenutku uzorkovanja) su uzete kućice koje su cijele obojane i kućice kod kojih su obojane samo pojedine klijetke, a izuzete su one kod kojih je postojala sumnja na prisutnost druge organske tvari (kućice obojane svijetlo roza). Kućice foraminifera izvađene iz jezgre KPF 1 su veće i brojnije od kućica izvađenih iz jezgre KPF 4. Najzastupljenija vrsta, gledajući sve uzorke zajedno, je *Ammonia* sp. (15% od ukupnog broja kućica recentnih bentičkih foraminifera), a uz nju su česte *Nonion* sp. (14 %), *Porosononion* sp. (13 %), *Ammonia tepida* (Cushman, 1926) (12%), *Anomalinoides* sp. (9%) i *Valvulineria* sp. (7%).

4.1. Sastav zajednica

4.1.1. Sedimentna jezgra KPF 1

Uzorci iz jezgre su označeni tako što površinski interval (0 – 2 cm) nosi oznaku KPF 1/1, a najstariji/najdublji KPF 1/5 (8 – 10 cm). Vrste i rodovi su određeni prema morfološkim osobinama, procijenjena je očuvanost kućica (cjelovite ili oštećene, piritizirane), a prebrojane su obojane prema neobojanim (živih u trenutku uzorkovanja prema praznim kućicama).

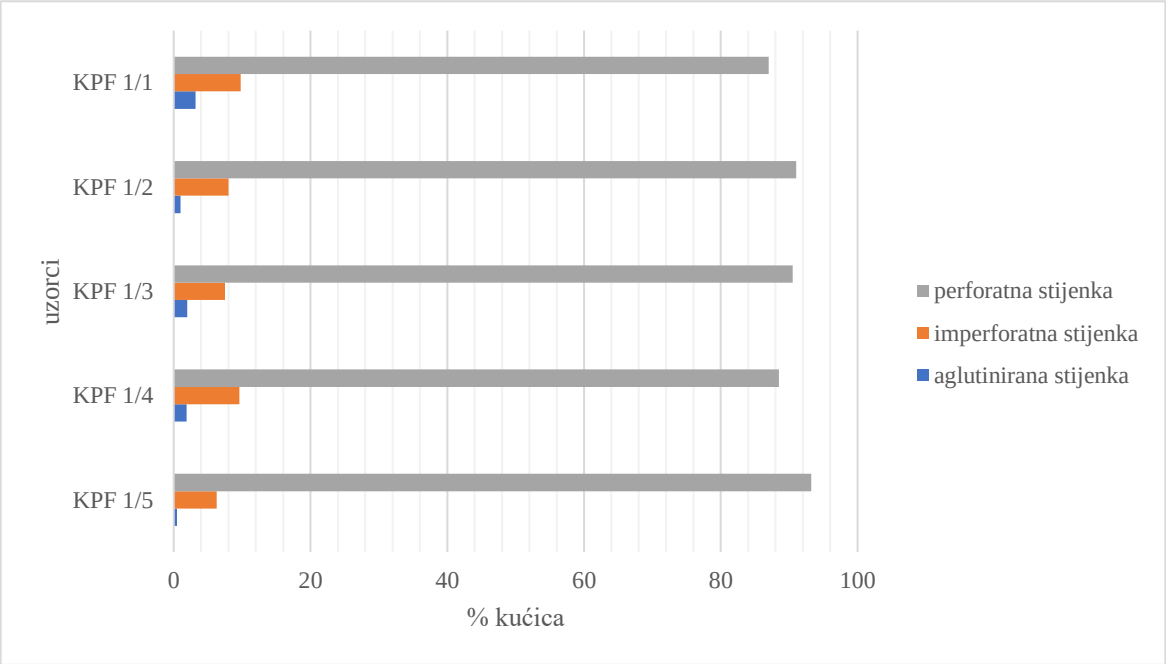
Računati su relativni udjeli očuvanih/oštećenih kućica, piritiziranih i kućica bojanih Rose bengalom za recentne bentičke foraminifere, pretaložene kućice su isključene iz ovog izračuna jer kod njihovih kućica nisu vidljive navedene karakteristike.



Slika 9. Graf prikazuje sastav zajednice unutar sedimentne jezgre KPF 1.

Uzorak KPF 1/1 (0 – 2 cm) pačetvoren je dvaput, iz njega je izvađena 341 kućica foraminifera. Od 341 kućice njih 306 (90%) je recentnih foraminifera, a 35 (10%) su pretaložene kućice planktonskih foraminifera (slika 9). Određena su 24 roda i 40 vrsta bentičkih foraminifera. Gledajući tip stijenki najbrojnije su kućice podreda Rotaliina (87%), zatim slijede kućice podreda Miliolina (9,8%) i kućice podreda Textulariina (3,2%) (slika 10). Rose bengalom je obojano 6,2 % kućica recentnih bentičkih foraminifera, a 3,3% kućica je piritizirano (u potpunosti ili djelomično) (slika 11). Očuvanost kućica je iskazana brojem cjelovitosti prema neznatno oštećenim do razbijenim kućicama, 55% kućica je cjelovito, a ostalo su ili neznatno oštećene (moguće odrediti rod/vrstu) ili dosta uništene (nije bilo moguće odrediti rod/vrstu) (slika 11). U zajednici dominira *Ammonia* sp. (16,4 %), a uz nju su još česti *Nonion* sp. (15,3%), *Anomalinoides* sp. (10%), *Porosononion* sp. (9,1%) i *Ammonia tepida* (Cushman, 1926) (7,3%) (tablica 2, slika 12).

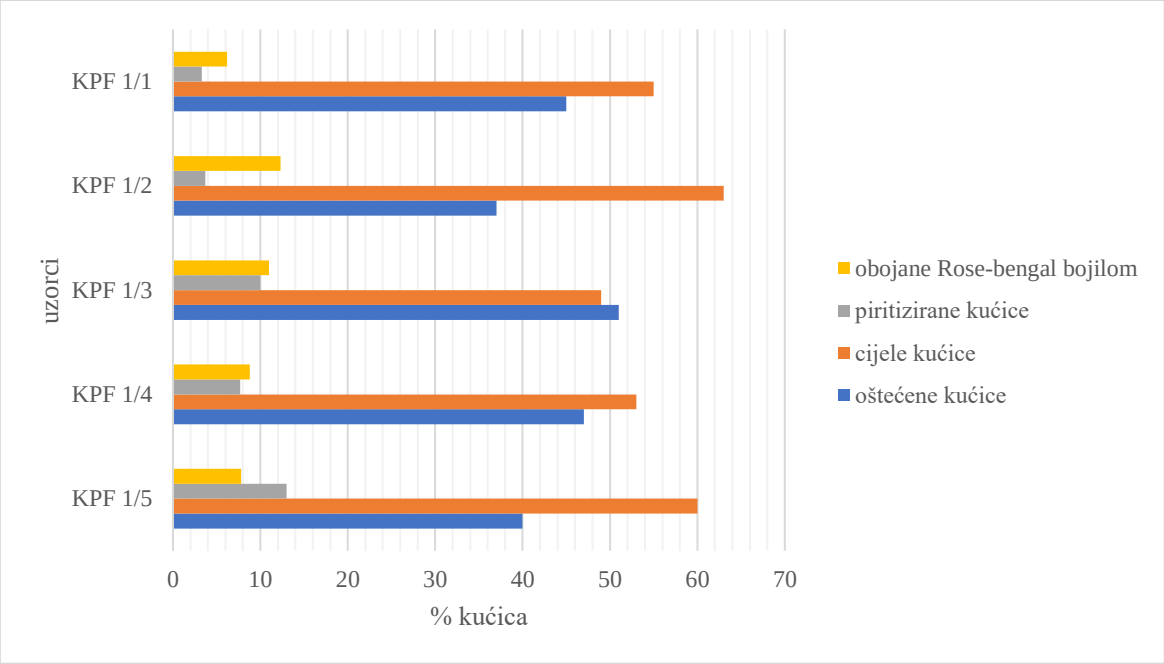
Uzorak KPF1/2 (2 – 4 cm) podijeljen je jednom i iz njega je odvojeno 488 kućica foraminifera. 88 % kućica su recentne, 11% su pretaložene planktonske, te 1% su kućice pretaloženih bentičkih foraminifera (slika 9). Određeni su 21 rod i 32 vrste (recentnih) foraminifera. Prema tipu stijenke prevladavaju predstavnici podreda Rotaliina (91%), slijede predstavnici podreda Miliolina (8%) i jedinke podreda Textulariina (1 %) (slika 10). Rose bengalom obojano je 12,3% zajednice, a 3,7% kućica je piritizirano (slika 11). Cjelovitih je 63% kućica, dok je 37% kućica oštećeno (slika 11). U zajednici dominira *Nonion* sp. (14,7%), a uz njega su brojne i vrsta *A. tepida* (Cushman, 1926) (13,3%), *Ammonia* sp. (11,3%), *Anomalinoides* sp. (10%), *Porosononion* sp. (36%) i *Valvulineria* sp. (6,1%) (tablica 2, slika 12).



Slika 10. Grafički prikaz udjela različitih tipova stijenki kućica foraminifera prisutnih u zajednici iz sedimentne jezgre KPF 1.

Uzorak KPF 1/3 (4 – 6 cm) triput je pačetvoren i iz njega je izvađeno 748 kućica foraminifera. 76,2% zajednice su recentne foraminifere, 23,7% kućica su pretaložene planktonske foraminifere i 0,1% kućica otpada na pretaložene bentičke foraminifere (slika 9). Određena su 24 roda i 36 vrsta (recentnih) bentičkih foraminifera. Prema tipu stijenke prevladavaju kućice s

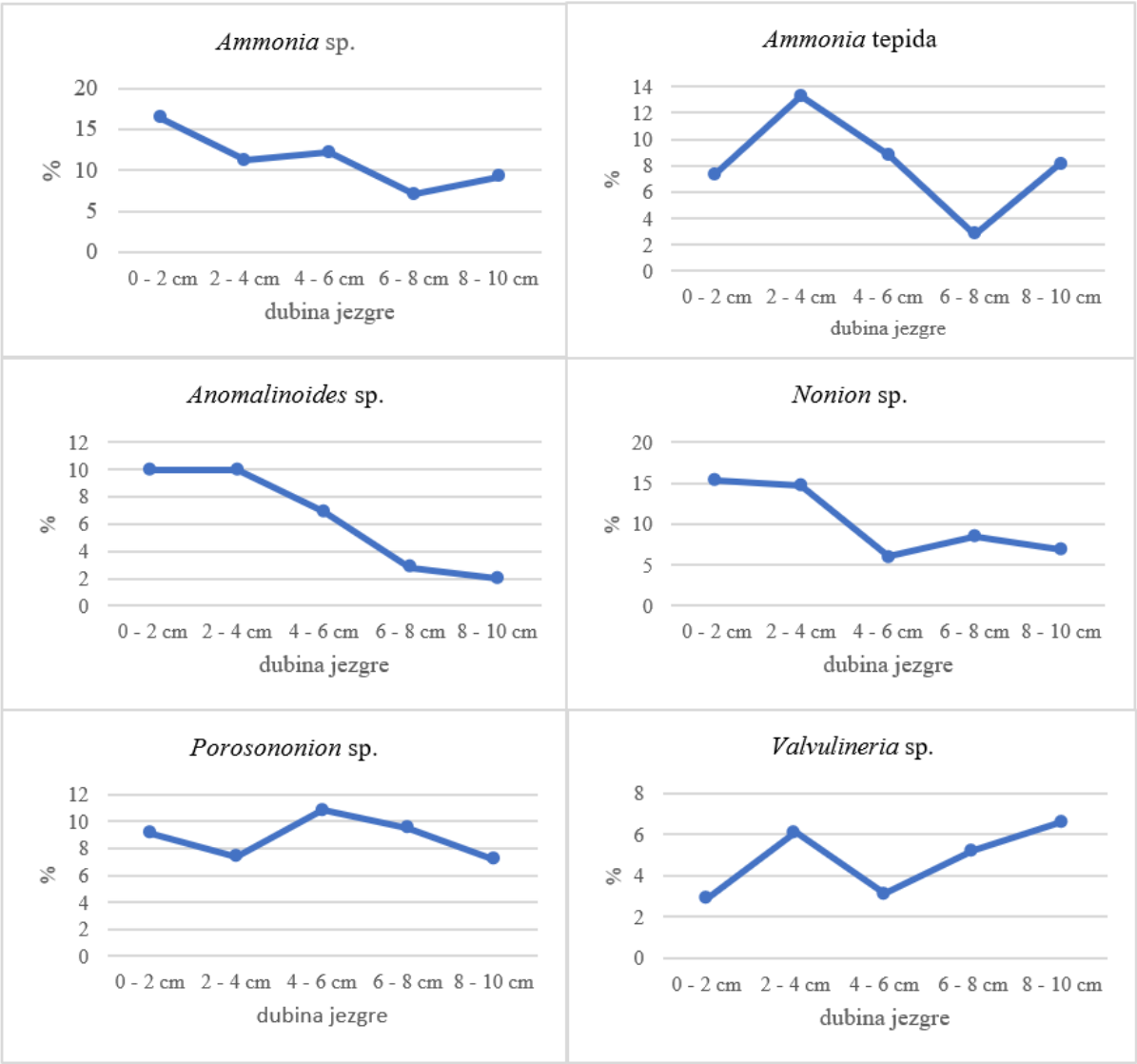
perforatnom stijenkom 90,5%, zatim slijede kućice s imperforatnom stijenkom 7,5% i kućice s aglutiniranom stijenkom 2% (slika 10). Obojenih recentnih kućica je 11%, a 10% kućica je piritizirano (slika 11). U uzorku je 49% cjelovitih kućica, a 51% kućica je oštećeno (slika 11). U zajednici dominira *Ammonia* sp. (12,2%), uz nju su brojni *Porosononion* sp (10,8%), *A. tepida* (8,8%), *Anomalinoides* sp. (6,9%) i *Nonion* sp. (6%) (tablica 2, slika 12).



Slika 11. Grafički prikaz postotaka očuvanih kućica foraminifera i kućica obojanih Rose bengalom za jezgru KPF 1.

Uzorak KPF 1/4 (6 – 8 cm) je četiri puta pačetvoren i iz njega su izvađene 422 kućice foraminifera. 61,5% kućica su bentičke foraminifere, a pretaloženih kućica je 38 % i većinom su to planktonske foraminifere (slika 9). Određena su 22 roda i 31 vrsta. Prema tipu stijenke najveću brojnost imaju predstavnici podreda Rotaliina s 88,5%, 9,6% zajednice su predstavnici podreda Miliolina, a najmanju zastupljenost od svega 1,9% imaju predstavnici podreda Textularina (slika 10). Kućice su većinom neobojane, svega 8,8% kućica u zajednici recentnih bentičkih foraminifera je obojeno, a 7,7% kućica u zajednici je piritizirano (slika 11). Stupanj očuvanosti kućica nije velik, 53% kućica nema tragova mehaničkog i nekog drugog uništavanja, a preostali dio su oštećene (slika 11). U zajednici dominira *Porosononion* sp. (40 kućica – 9,5%),

a uz njega su brojni *Nonion* sp. (8,5%), *Ammonia* sp. (7,1), *Valvulineria* sp. (5,2%) (tablica 2, slika 12).



Slika 12. Prikaz dominantnih rodova i vrsta, njihovih udjela u zajednici za jezgru KPF 1.

Uzorak KPF 1/5 (8 – 10 cm) je četiri puta pačetvoren i iz njega su izvađene 304 kućice foraminifera. 63,2% kućica su recentne foraminifere, njih 36,1% su kućice pretaloženih većinom planktonskih, a tek neznatno i bentičkih foraminifera (slika 9). Određeno je 14 rodova i 20 vrsta. Brojem jedinki u standardnom uzorku dominiraju kućice s perforatnom stijenkom (93,2%), dok udio kućica s imperforatnom stijenkom je 6,3%, a aglutiniranom stijenkom svega

0,5% (slika 10). Rose bengalom je obojano 7,8% kućica bentičkih foraminifera, a 13% kućica u zajednici je piritizirano (slika 11). U uzorku je 60% cijelih kućica (slika 11). U zajednici dominira *Ammonia* sp. (28 kućica – 9,2%), a uz nju su česti još i *A. tepida* (8,2%), *Porosononion* sp. (7,2%), *Nonion* sp. (6,9%) i *Valvulineria* sp. (6,6%) (tablica 2, slika 12).

Tablica 2. Popis vrsta određenih u uzorcima KPF 1/1 – KPF 1/5. Br. – apsolutni broj jedinki u uzorku, % – relativni broj jedinki u uzorku.

Vrste	**Uzorci**									
	KPF 1/1		**KPF 1/2**		**KPF 1/3**		**KPF 1/4**		**KPF 1/5**	
	br.	%	br.	%	br.	%	br.	%	br.	%
Adelosina sp.	-	-	4	0,8	-	-	1	0,2	-	-
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	3	0,9	20	4,1	27	3,6	9	2,1	5	1,6
Ammonia sp.	56	16,4	55	11,3	91	12,2	30	7,1	28	9,2
Ammonia tepida (Cushmann, 1926)	25	7,3	65	13,3	66	8,8	12	2,8	25	8,2
Anomalinoides sp.	34	10	49	10	52	6,9	12	2,8	6	2
Asterigerinata mamilla (Williamson, 1858)	1	0,3	6	1,2	6	0,8	1	0,2	5	1,6
Bolivina dilatata (Reuss, 1850)	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Bolivina sp.	9	2,6	5	1	1	0,1	4	0,9	2	0,7
Bolivina spathulata (Williamson, 1858)	1	0,3	1	0,2	10	1,3	6	1,4	6	2
Bolivina striatula (Cushamn, 1922)	1	0,3	4	0,8	-	-	2	0,5	-	-
Bolivina variabilis (Williamson, 1858)	-	-	-	-	2	0,3	-	-	-	-
Bulimina elongata (d'Orbigny, 1826)	-	-	4	0,8	5	0,7	1	0,2	1	0,3
Bulimina marginata (Fornasini, 1902)	3	0,9	2	0,4	5	0,7	1	0,2	1	0,3
Bulimina sp.	2	0,6	1	0,2	2	0,3	3	0,7	-	-
Buliminella sp.	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Cycloforina sp.	-	-	-	-	3	0,4	-	-	-	-
Eggerelloides sp.	2	0,6	3	0,6	5	0,7	1	0,2	1	0,3
Elphidium complanatum (d'Orbigny, 1839)	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)	-	-	2	0,4	-	-	-	-	-	-
Elphidium sp. (bez kila)	3	0,9	8	1,6	12	1,6	5	1,2	4	1,3
Elphidium sp. (s kilom)	2	0,6	12	2,5	13	1,7	3	0,7	4	1,3

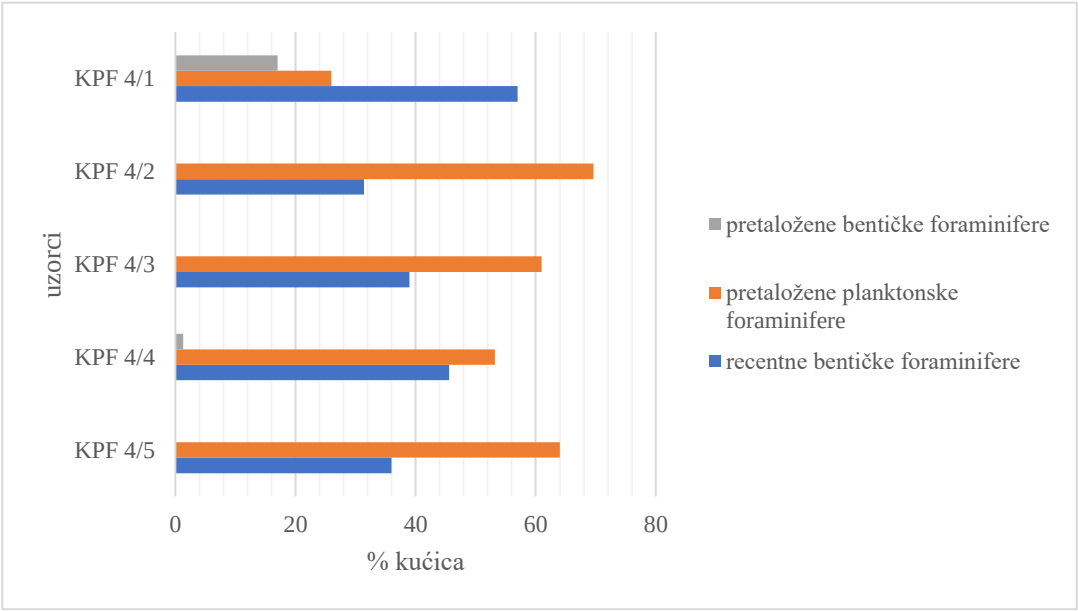
Fissurina lucida (Williamson, 1848)	-	-	2	0,4	3	0,4	5	1,2	3	1
Fissurina sp.	-	-	-	-	-	-	4	0,9	-	-
Fursenkoina sp.	-	-	-	-	3	0,4	-	-	-	-
Fursenkoina subacuta (d'Orbigny, 1852)	-	-	1	0,2	-	-	-	-	-	-
Globocassidulina subglubosa (Brady, 1881)	-	-	-	-	-	-	1	0,2	-	-
Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798)	2	0,6	-	-	4	0,5	5	1,2	5	1,6
Hyalinonetrion gracillimum (Seguenza, 1862)	-	-	-	-	-	-	1	0,2	-	-
Lagena doveyensis (Haynes, 1973)	1	0,3	1	0,2	1	0,1	-	-	-	-
Lagena sp.	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Lagena striata (d'Orbigny, 1839)	-	-	-	-	1	0,1	-	-	-	-
Miliolinella sp.	1	0,3	-	-	-	-	1	0,2	-	-
Nonion sp.	52	15,3	72	14,7	45	6	36	8,5	21	6,9
Nonionoides turgidus (Williamson, 1858)	3	0,9	2	0,4	4	0,5	-	-	-	-
Porosononion sp.	31	9,1	36	7,4	81	10,8	40	9,5	22	7,2
Pseudotriloculina lecalvezae (Kaasschieter, 1961)	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Pseudotriloculina sp.	2	0,6	2	0,4	3	0,4	-	-	-	-
Quinqueloculina parvula (Schlumberger, 1894)	-	-	-	-	1	0,1	-	-	-	-
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	-	-	7	1,4	3	0,4	1	0,2	1	0,3
Quinqueloculina sp.	3	0,9	4	0,8	18	2,4	16	3,8	7	2,3
Reophax sp.	2	0,6	-	-	1	0,1	2	0,5	-	-
Reussella spinulosa (Reuss, 1850)	1	0,3	1	0,2	1	0,1	-	-	-	-
Rosalina bradyi (Cushman, 1915)	1	0,3	3	0,6	4	0,5	-	-	-	-
Rosalina sp.	3	0,9	2	0,4	4	0,5	1	0,2	3	1
Sigmoilina costata (Schlumberger, 1893)	-	-	-	-	-	-	1	0,2	-	-
Siphonaperta aspera (d'Orbigny, 1826)	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Siphonaperta sp.	-	-	-	-	-	-	1	0,2	-	-
Spirosigmoilina sp.	11	3,2	7	1,4	1	0,1	-	-	-	-
Spirosigmoilina tenuis (Cžjžek, 1848)	-	-	1	0,2	-	-	-	-	-	-
Textularia bocki (Höglund, 1947)	2	0,6	-	-	2	0,2	-	-	-	-

Textularia sp.	2	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Textularia truncata (Höglund, 1947)	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Triloculina adriatica (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	-	-	-	-	1	0,1	-	-	-	-
Triloculina marioni (Schlumberger, 1893)	1	0,3	-	-	1	0,1	-	-	-	-
Triloculina oblonga (Montagu, 1803)	1	0,3	-	-	-	-	1	0,2	-	-
Triloculina sp.	2	0,6	1	0,2	-	-	-	-	-	-
Valvulineria bradyana (Fornasini, 1900)	6	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Valvulineria sp.	10	2,9	30	6,1	23	3,1	22	5,2	20	6,6
Pretaloženi plankton	35	10,3	53	10,9	177	23,7	160	37,9	110	36,2
Pretaloženi bentos	-	-	3	0,6	1	0,1	2	0,5	2	0,7
Neodredive perforatne	12	3,5	12	2,5	47	6,3	26	6,2	18	5,9
Neodredive imperforatne	8	2,4	7	1,4	15	2	4	0,9	4	1,3
Neodredive aglutinirane	-	-	-	-	3	0,4	1	0,2	-	-
Ukupan broj jedinki	341	100	488	100	748	100	422	100	304	100

4.1.2. Sedimentna jezgra KPF 4

Uzorci jezgre označeni su isto kao i uzorci ranije navedene jezgre KPF 1 [KPF 4/1 površinski interval (0 – 2 cm), a KPF 4/5 najdublji interval(8 – 10 cm)]. Određene su vrste i rodovi prema morfološkim osobinama, procijenjena je očuvanost kućica foraminifera, te su prebrojane obojene prema neobojanim. Uzorci od KPF 4/1 – 4/3 su pačetvoreni pet puta, a KPF 4/4 i 4/5 četiri puta. Također, relativni udjeli kućica obojanih Rose bengal otopinom, piritiziranih, te cijelih/oštećenih računati su samo za recentne bentičke foraminifere. Uz kućice foraminifera u uzorcima bio je veliki broj fekalnih peleta, ali oni nisu vađeni iz standardiziranih uzoraka.

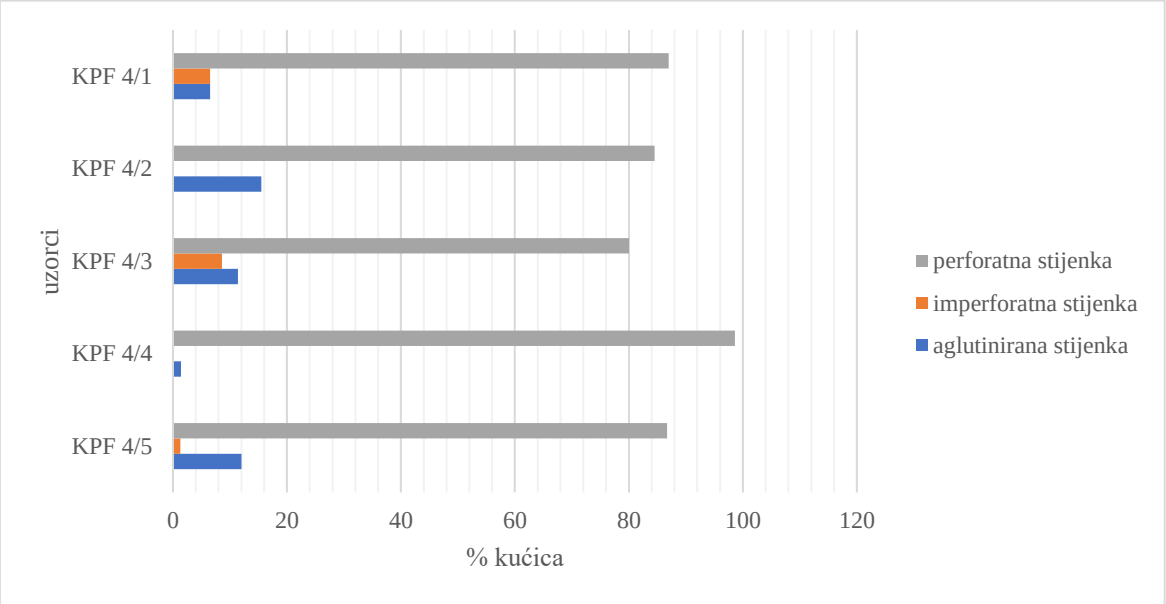
Iz uzorka KPF 4/1 (0 – 2 cm) izvađena je 81 kućica foraminifera. 57% kućica je recentnih foraminifera, a 43 % kućica je pretaloženo (26% je planktonskih i 17% bentičkih foraminifera) (slika 13). Određeno je 20 rodova i 14 vrsta (recentnih) bentičkih foraminifera (tablica 3). Uzimajući u obzir tip stijenki najbrojnije su kućice podreda Rotaliina (87%), slijede ih kućice podreda Miliolina (6,5%) i podreda Textulariina (6,5%) (slika 14). Rose bengalom obojano je 4,3 % kućica, cjelovitih je 57 % kućica, a ostalo su oštećene (slika 16). U uzorku dominira *Nonion* sp. (8,6%) i slijede ga *Ammonia* sp. (7,4%) i *A. tepida* (6,2%) (tablica 3, slika 15).



Slika 13. Grafički prikaz sastava zajednice unutar sedimentne jezgre KPF 4.

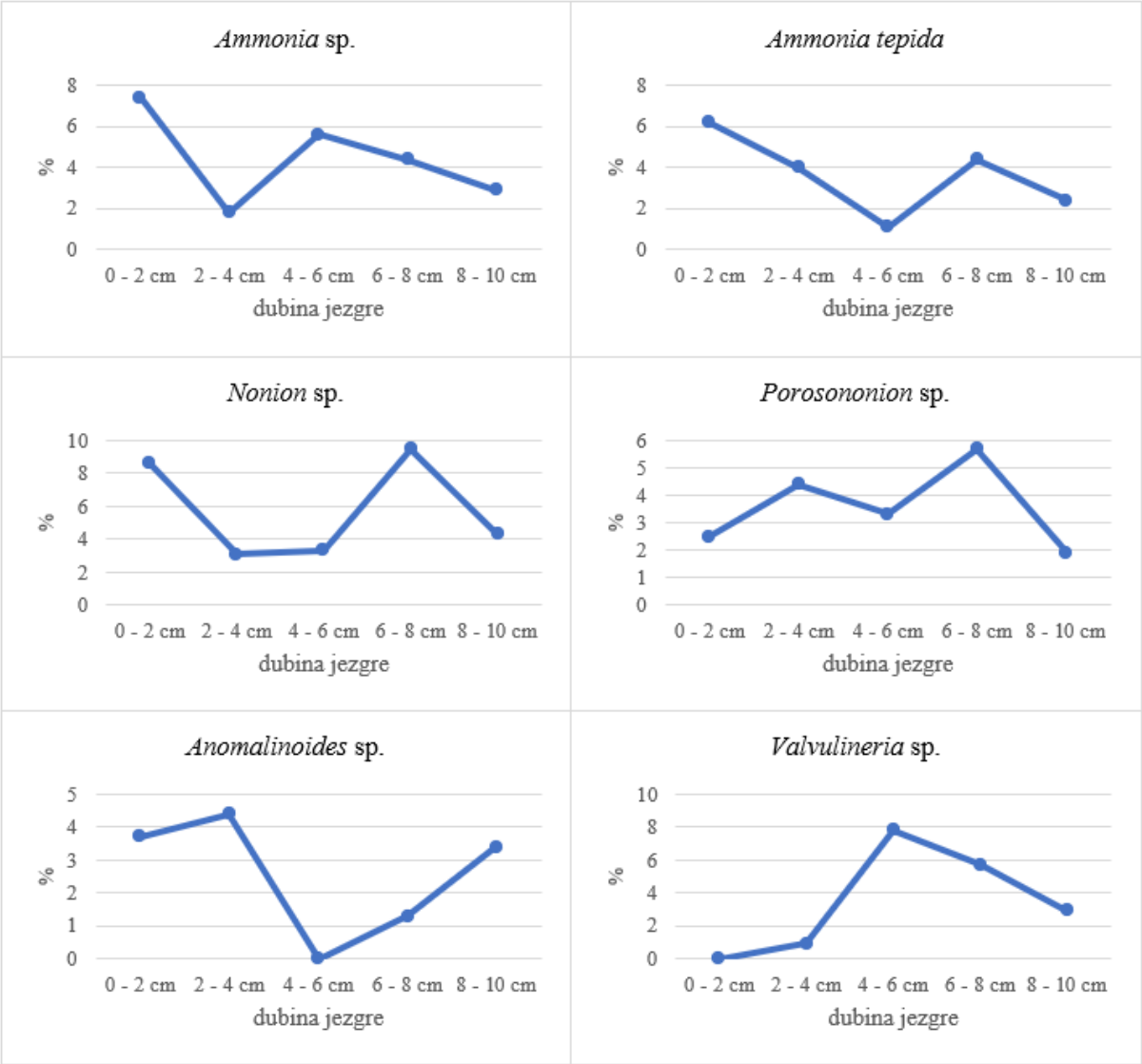
Iz uzorka KPF 4/2 (2 – 4 cm) izvađeno je 226 kućica foraminifera. Bentičkih foraminifera je 31,4% kućica, a 69,6% kućica su pretaložene planktonske foraminifere (slika 13). Određeno je 17 rodova i 19 vrsta bentičkih foraminifera. Prema tipu stijenke prevladava podred Rotaliina (84,5%) i još su prisutni predstavnici podreda Textulariina (15,5%) (slika 14). Rose bengalom obojano je 9,9% kućica. U uzorku se nalazi 61% cijelih kućica i 39% oštećenih kućica (slika 16). Dominira *Anomalinoides* sp. (4,4%) i *Porosononion* sp. (4,4%), slijede ih *A. tepida* (4%) i *Nonion* sp. (3,1%) (tablica 3, slika 15).

Iz uzorka KPF 4/3 (4 – 6 cm) izvađeno 90 kućica foraminifera. 39% je kućica bentičkih foraminifera, a njih 61% su kućice pretaloženih planktonskih foraminifera (slika 13). Određeno je 8 rodova i 12 vrsta. Gledajući stijenku kućica prevladava podred Rotaliina (80%) i slijede ga podredovi Textulariina (11,4%) i Miliolina (8,6%) (slika 14). Roza obojanih kućica je 8,6%, a 2,8% kućica je piritizirano (slika 16). U uzorku ima više oštećenih kućica (54%) od cjelovitih (slika 16). Dominantna je *Valvulineria* sp. (7,8%), a slijedi ju *Ammonia* sp. (5,6%) (tablica 3, slika 15).



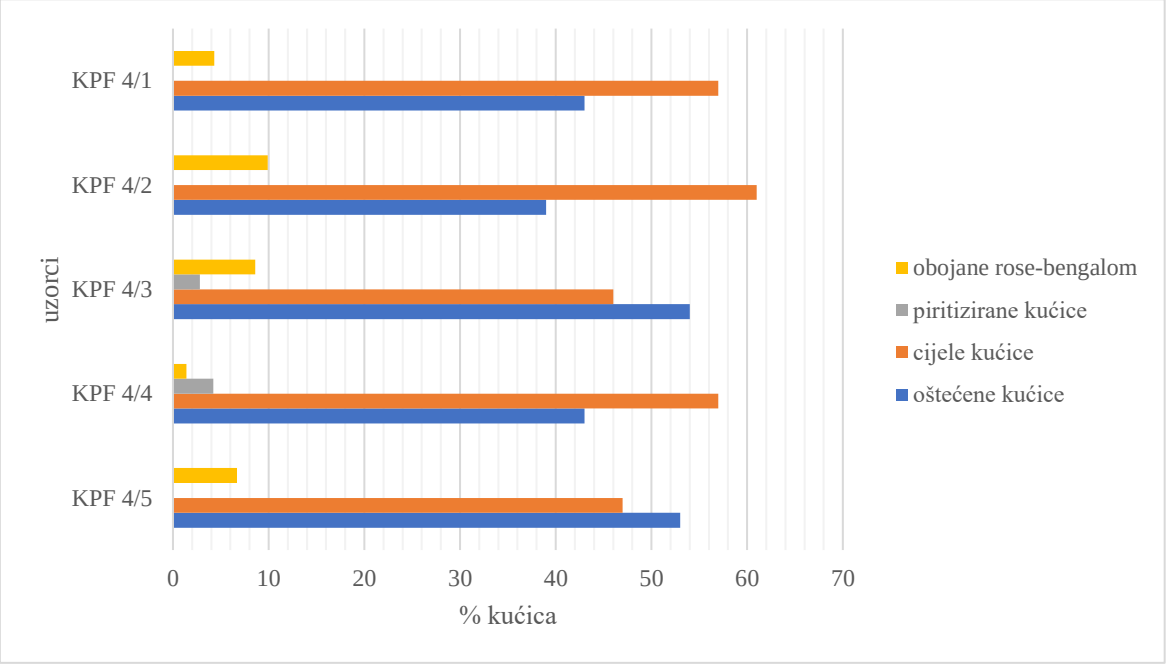
Slika 14.Grafički prikaz udjela različitih tipova stijenki kućica foraminifera prisutnih u zajednici iz sedimentne jezgre KPF 4.

Iz uzorka KPF 4/4 (6 – 8 cm) izvađeno je 158 kućica foraminifera. 45,6% kućica je recentnih bentičkih foraminifera, a njih 54,5% su kućice pretaloženih foraminifera (većina ih je planktonskih) (slika 13). Određeno je 10 rodova i 14 vrsta. Po tipu stijenke prevladavaju kućice s perforatnom stijenkom (98,6%) i prisutna je jedna kućica s aglutiniranom stijenkom (slika 14). Rose bengalom obojano je 1,4% kućica, a tri (4,2%) ih je piritizirano (slika 16). U uzorku se nalazi 57% cijelih kućica i 43% oštećenih kućica (slika 16). Najbrojniji je *Nonion* sp. (9,5%), a slijede ga *Porosononion* sp. (5,7%), *Valvulineria* sp. (5,7%), *Ammonia* sp. (7 kućica – 4,4%) i *A. tepida* (Cushman, 1926) (7 kućica – 4,4%) (tablica 3, slika 15).



Slika 15. Prikaz dominantnih rodova i vrsta, te njihovih udjela u zajednici za jezgru KPF 4.

Iz uzorka KPF 4/5 (8 – 10 cm) izvađeno je 208 kućica foraminifera. 36% je bentičkih foraminifera, a 64% je pretaloženih planktonskih foraminifera (slika 13). Određeno je 12 rodova i 16 vrsta. Dominiraju kućice podreda Rotaliina (86,7%), druge po brojnosti su kućice podreda Textulariina (12%) i prisutan je mali broj kućica podreda Miliolina (1,3%) (slika 14). Rose bengalom obojano je 6,7% kućica (slika 16). U uzorku se nalazi 47% cijelih kućica i 53% oštećenih (slika 16). Dominira *Nonion* sp. (4,3%), te slijede *Anomalinoides* sp. (3,4%), *Ammonia* sp. (2,9%), *Valvulineria* sp.(2,9%) i *Ammonia tepida* (2,4 %) (tablica 3, slika 15).



Slika 16. Grafički prikaz postotaka očuvanih kućica foraminifera i kućica obojanih Rose bengalom za jezgru KPF 4.

Tablica 3. Popis vrsta određenih u uzorcima KPF 4/1 – KPF 4/5. Br. – apsolutni broj jedinki u uzorku, % – relativni broj jedinki u uzorku.

Vrste	**uzroci**									
	KPF 4/1		**KPF 4/2**		**KPF 4/3**		**KPF 4/4**		**KPF 4/5**	
	br.	%	br.	%	br.	%	br.	%	br.	%
Adelosina cliarensis (Heron-Allen & Earland, 1930)	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammobaculites sp.	2	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammonia inflata (Seguenza, 1862)	1	1,2	2	0,9	-	-	-	-	-	-
Ammonia sp.	6	7,4	4	1,8	5	5,6	7	4,4	6	2,9
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	5	6,2	9	4	1	1,1	7	4,4	5	2,4
Anomalinoides sp.	3	3,7	10	4,4	-	-	2	1,3	7	3,4
Asterigerinata mamilla (Williamson, 1858)	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Bigenerina nodosaria (d'Orbigny, 1826)	-	-	1	0,4	-	-	-	-	-	-
Bolivina difformis (Williamson, 1858)	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Bolivina sp.	-	-	-	-	-	-	5	3,2	4	1,9
Bolivina spathulata (Williamson, 1858)	-	-	1	0,4	2	2,2	2	1,3	3	1,4
Bolivina striatula (Cushman, 1922)	-	-	-	-	1	1,1	2	1,3	2	1
Bulimina elongata (d'Orbigny, 1826)	1	1,2	-	-	1	1,1	-	-	-	-
Bulimina marginata (Fornasini, 1902)	-	-	1	0,4	-	-	1	0,63	-	-
Bulimina sp.	1	1,2	2	0,9	-	-	-	-	2	1
Cibicides sp.	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Eggerelloides scaber (Williamson, 1858)	-	-	4	1,8	-	-	-	-	-	-
Eggerelloides sp.	-	-	-	-	2	2,2	-	-	-	-
Elphidium advenum subsp. limbatum (Chapman, 1907)	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Elphidium sp (bez kila)	-	-	1	0,4	-	-	-	-	1	0,5
Elphidium sp. (s kilom)	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
Fissurina lucida (Williamson, 1848)	-	-	-	-	-	-	1	0,6	2	1
Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798)	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Haynesina sp.	-	-	1	0,4	-	-	-	-	-	-
Lagena doveyensis (Haynes, 1973)	-	-	-	-	1	1,1	-	-	-	-

Nonion sp.	7	8,6	7	3,1	3	3,3	15	9,5	9	4,3
Nonionoides grateloupii (d'Orbigny, 1839)	-	-	-	-	-	-	1	0,6	1	0,5
Nonionoides turgidus (Williamson, 1858)	-	-	2	0,9	-	-	1	0,6	-	-
Polymorphina sp.	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Porosononion granosum (d'Orbigny, 1846)	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Porosononion sp.	2	2,5	10	4,4	3	3,3	9	5,7	4	1,9
Pseudononion granuloumbilicatum (Zheng, 1979)	-	-	1	0,4	-	-	-	-	-	-
Pseudotriloculina sp.	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Quinqueloculina sp.	2	2,5	-	-	3	3,3	-	-	-	-
Reophax sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1,9
Rosalina sp.	2	2,5	1	0,4	-	-	1	0,6	-	-
Siphonaperta aspera (d'Orbigny, 1826)	-	-	1	0,4	-	-	-	-	-	-
Siphonaperta sp.	2	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Textularia bocki (Höglund, 1947)	1	1,2	1	0,4	-	-	-	-	1	0,5
Valvulineria sp.	-	-	2	0,9	7	7,8	9	5,7	6	2,9
Pretaloženi plankton	21	25,9	155	68,6	55	64,1	84	53,2	133	63,9
Pretaloženi bentos	14	17,3	-	-	-	-	2	1,3	-	-
Neodredive perforatne	2	2,5	6	2,6	4	4,4	8	5,1	11	5,3
Neodredive imperforatne	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,5
Neodredive aglutinirane	-	-	4	1,8	2	2,2	1	0,6	4	1,9
Ukupan broj jedinki	81	100	226	100	90	100	158	100	208	100

4.2. Sistematika i ekologija identificiranih rodova

U deset uzoraka određeno je 36 rodova koji sistematski pripadaju u tri razreda: *Globothalamea, Tubothalamea* i *Nodosaria*. Najbrojniji razred je *Globothalamea* u koji ulaze 22 roda. U ovom razredu najbrojniji je red Rotaliida s 18 identificiranih rodova i 38 vrsta. U red Rotaliida ulazi i rod *Ammonia* kojem pripada najveći broj kućica foraminifera izvađenih iz uzoraka. Rodu *Ammonia* pripadaju četiri identificirane vrste *Ammonia beccarii, Ammonia inflata, Ammonia tepida* i *Ammonia* sp. Uz rod *Ammonia* česti su i rodovi *Anomalinoides, Nonion, Porosononion* i *Vlavulineria*, te njihova sistematska klasifikacija je prikazana u Tablici 4.

Tablica 4. Klasifikacija najzastupljenijih rodova bentičkih foraminifera identificiranih u sedimentnim jezgrama KPF 1 i KPF 4 (izvor: *www.marinespecies.org*).

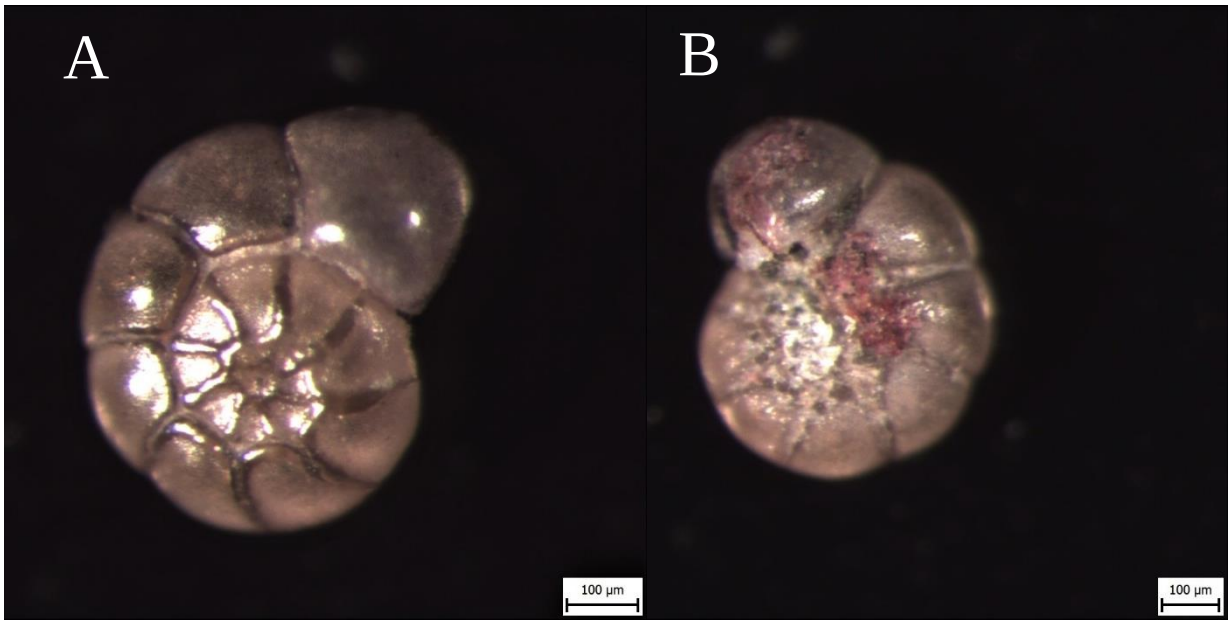
CARSTVO: CHROMISTA
STABLO: FORAMINIFERA
RAZRED: GLOBOTHALAMEA
RED: ROTALIIDA
SUPRAFAMILIJA: ROTALIOIDEA
FAMILIJA: *Ammoniidae*
ROD: *Ammonia*
VRSTA: *Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758)
FAMILIJA: *Ammoniidae*
ROD: *Ammonia*
VRSTA: *Ammonia inflata* (Seguenza, 1862)
FAMILIJA: *Ammoniidae*
ROD: *Ammonia*
VRSTA: *Ammonia* sp.

FAMILIJA: *Ammoniidae*
ROD: *Ammonia*
VRSTA: *Ammonia tepida* (Cushman, 1926
FAMILIJA: *Elphidiidae*
ROD: *Porosononion*
VRSTA: *Porosononion* sp.
SUPRAFAMILIJA: CHILOSTOMELLOIDEA
FAMILIJA: *Anomalinidae*
ROD: *Anomalinoides*
VRSTA: *Anomalinoides* sp.
SUPRAFAMILIJA: NONIONOIDEA
FAMILIJA: *Nonionidae*
ROD: *Nonion*
VRSTA: *Nonion* sp.
SUPRAFAMILIJA: DISCORBOIDEA
FAMILIJA: *Cancrisidae*
ROD: *Valvulineria*
VRSTA: *Valvulineria* sp.

4.2.3. Opis i ekologija rodova

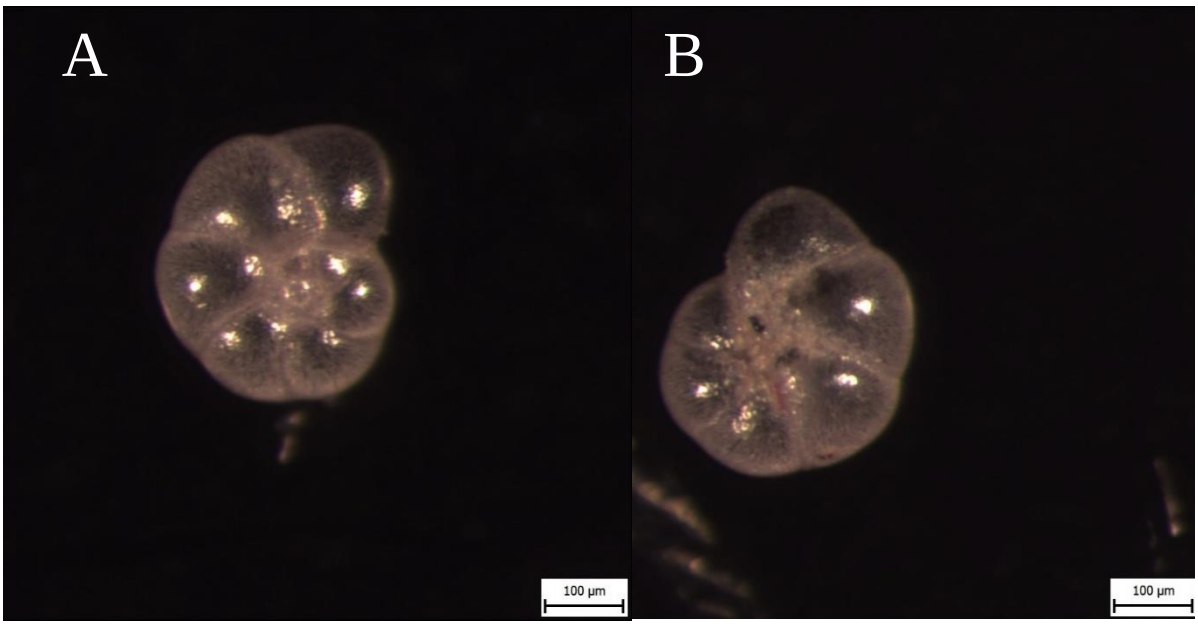
U ovom poglavlju dan je detaljniji opis pet najzastupljenijih rodova određenih u deset analiziranih uzoraka. Ekologija rodova zastupljenih u manjem broju dana je u Tablici 5.

Rod *Ammonia* (Brünnich, 1772) (slika 17, tablica 4). Morfološka obilježja roda: kućica je bikonveksna sa niskom trohospiralnom zavojnicom, kod pojedinih vrsta klijetke su uvećane i kućica poprima više elipsasti oblik, na evolutnoj spiralnoj strani vidljiva 3 – 4 zavoja, umbilikalna strana involutna; umbilikalna i spiralna strana imaju karakterističnu ornamentaciju, ušće je u obliku luka (Cimerman & Langer, 1991). Rod *Ammonia* živi kao slobodna infauna u muljevitom pijesku. Može se pronaći u brakičnim i hiperslanim lagunama, unutrašnjem šelfu, na dubini od 0-50 m. Preferira umjereno toplu do tropsku temperaturu vode. Smatra se da je prema vrsti hrane koju uzima herbivor. Može preživjeti nekoliko dana u okolišima s niskom razinom kisika (< 0,1 mL/L) (Murray, 2006). Ovaj rod je najotporniji na zagađivače i stresne uvijete, preferira salinitet iznad 14, aseksualna reprodukcija odvija se pri temperaturama od 20°C do 30°C i kada je salinitet iznad 15 do 40. Ako je salinitet < 15 nema reprodukcije (Dix, 2001).



Slika 17. Rod *Ammonia*, vrsta *Ammonia tepida* (Cushman, 1926). A – spiralna strana, B – umbilikalna strana (uzorak KPF 1/2).

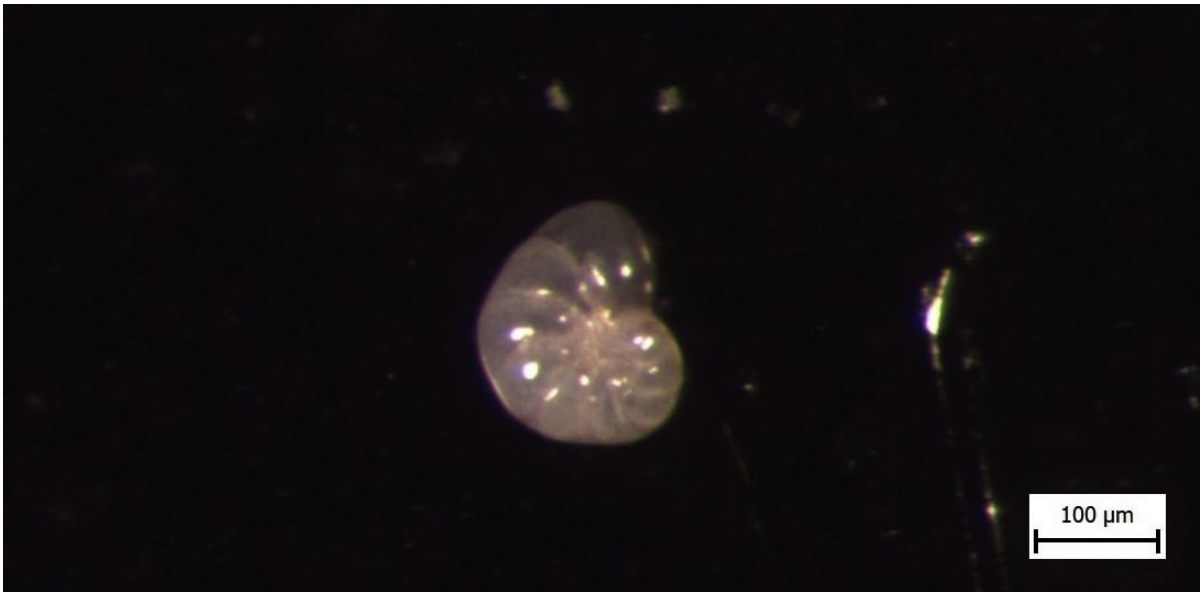
Rod *Anomalinoides* (Brotzen, 1942) (slika 18, tablica 4). Morfologija kućice: nisko trohospiralna, okruglasta, ima obrise punog kruga kad se gleda periferno, najviše u najmlađem dijelu zavojnice; spiralna strana konveksna sa blago udubljenim centralnim dijelom, zadnji zavoj širok sa 7-10 „napuhnutih“ klijetki koje se povećavaju sa svakom idućom klijetkom; umbilikalna strana involutna, nekoliko zadnjih klijetki „napuhnute“, trokutaste, radijalne suture; ušće periferno, polukružno (Filipescu, 2004). *Anomalinoides* je stacionarni semi-infaunalni omnivor, živi u morskim okolišima (šelf – gornji batijal) s temperaturom vode od -1,6 °C do 29 °C, salinitetom od 33,3 do 38,9 i koncentracijama otopljenog kisika od 0,16 do 7,25 mL/L (izvor: *Encyclopedia of life*).



Slika 18. Rod *Anomalinoides*, vrsta *Anomalinoides* sp. A – spiralna strana, B – umbilikalna strana (uzorak KPF 1/2).

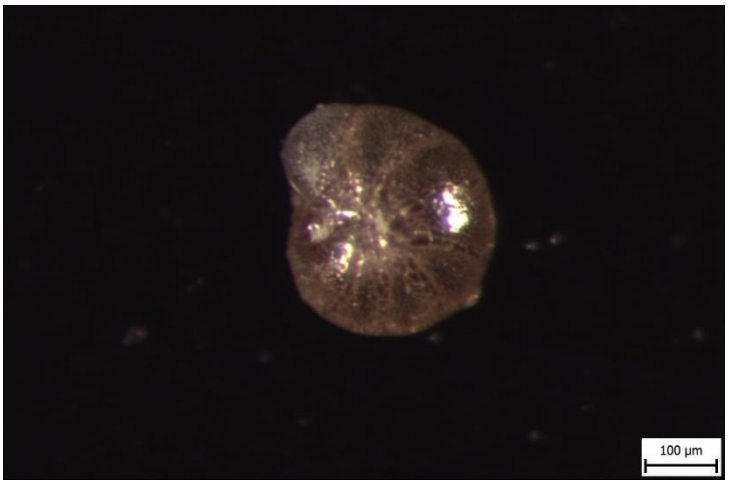
Rod *Nonion* (Montfort, 1808) (slika 19, tablica 4). Kućica mu je planispiralna, biumbilikatna i malo stisnuta u području umbilikusa (pupka); periferna kontura kućice je sub-cirkularna; u zadnjem zavoju nalazi se 9 – 12 slabo „napuhnutih“ klijetki; suture blago zakrivljene u nazad i udubljene; stijenka kućice je perforatna; ušće je u obliku luka (Cimerman & Langer, 1991). Jedinke žive kao slobodna infauna u muljevitom i siltitnom sedimentu, prema načinu ishrane je herbivor. Preferira morske šelfne okoliše (dubina 0 – 180 m); temperature od

hladnih do toplih mora, salinitet 30 – 35. Vrste roda *Nonion* mogu se prilagoditi u okolišu gdje dolazi do smanjenja količine otopljenog kisika, također migriraju prema zonama s više kisika (npr. prema površini vode) (Panchang et al., 2006). U citoplazmi jedinki roda *Nonion* pronađeni su kloroplasti koji imaju metaboličku ulogu u okolišima s niskom razinom kisika i u zagađenim vodama (Dix, 2001).



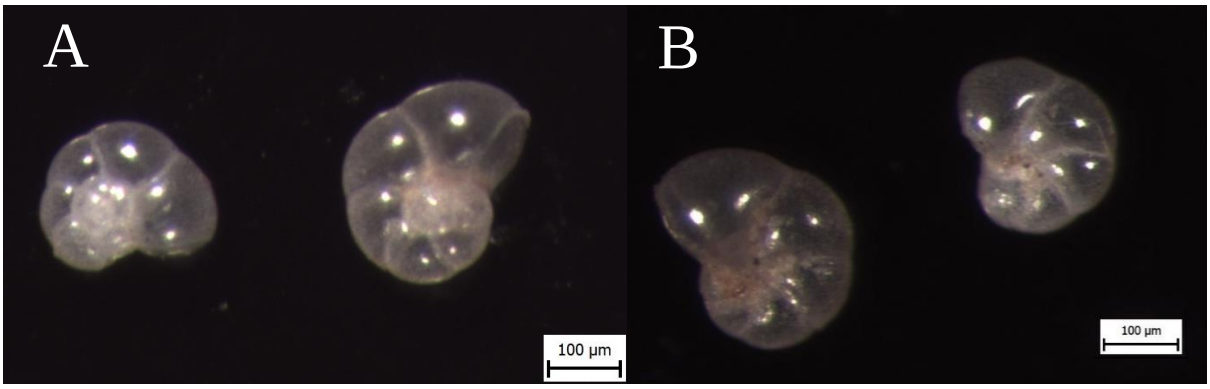
Slika 19. Rod *Nonion*, vrsta *Nonion* sp. (uzorak KPF 1/2).

Rod *Porosononion* (Putrya u Voloshinova, 1958) (slika 20, tablica 4). Kućica je planispiralna, involutna i biumbilikatna, stijenka je perforatna. Periferna kontura sub-cirkularna; u zadnjem zavoju nalazi se osam „napuhnutih“ klijetki; klijetke imaju velike pore. Umbilikus je vrlo ornamentiran; primarno ušće se sastoji od više interioarealnih otvora i generalno je prekriveno pustulom ornamentiranom na donjem dijelu lica ušća uz koju se nalazi nekoliko dodatnih ušća. Nastanjuje tople lagune, brakične, obalne okoliše i okoliše rubnog litorala kao epifauna (sediment), a neke jedinke žive kao epifiti. Predstavnici roda *Porosononion* su euryhalini, mogu živjeti u organskom tvari bogatom sedimentu u kojem postoji dotok slatke vode i organskog zagađenja (Mateu-Vinces et al., 2014).



Slika 20. Rod *Porosononion*, vrsta *Porosononion* sp. (uzorak KPF 1/1).

Rod *Valvulineria* (Cushman, 1926) (slika 21, tablica 4) je obilježen s trohospiralnom kućicom, spiralna strana je evolutna, blago konveksna; umbilikalna strana je involutna s udubljenim umblikusom. Suture su blago zakrivljene prema početnoj klijetki na spiralnoj strani, radijalne i blago zakrivljene na umbilikalnoj. Stijenka je perforatna. Ušće je interiomarginalno (Cimerman & Langer, 1991). Predstavnici roda *Valvulineria* žive na unutrašnjem i vanjskom šelfu kao plitka infauna, prema ishrani su omnivori koji toleriraju salinitet od 26,8 do 40 (izvor: *encyclopedia of life*), te sediment s visokim udjelom organske tvari i niskom koncentracijom kisika (Bergamin et al., 1999).



Slika 21. Rod *Valvulineria*, vrsta *Valvulineria* sp. A – spiralna strana, B – umbilikalna strana (uzorak KPF 4/2).

Tablica 5. Ekologija rodova određenih u deset uzoraka iz plitkih sedimentnih jezgri KPF 1 i KPF 4. Tip stijenke je naznačen sjenčanjem ćelije pojedinog roda: svijetlo siva – perforatna, tamnije siva – imperforatna, tamno siva – aglutinirana; temp. - temperatura (Murray, 2006; Murray, 2013; Babić, 2018; Gallagher et al., 1999; Mateu-Vicens et al., 2014; internet izvori: *Encyclopedia of Life, fossilworks.org*).

Rod	**Način života**	**Podloga**	**Ishrana**	**Okoliš/salinitet/temperatura vode**
Adelosina	Epifauna	Glinoviti sediment	Detritivor	Šelf (0 – 62 m), hipersalini okoliš
Ammobaculites	Plitka infauna, sesilna	Sediment	Omnivor	Šelf – batijal (0 – 4096 m), temp.: - 1,64 – 28 °C
Asterigerinata	Slobodna epifauna	Sediment	Herbivor?	Morski, unutrašnji šelf (0 – 100 m), temperatura: temperate
Bigenerina	Epifauna?, slobodna	Sediment	Omnivor	Morski, šelf, temperate – toplo
Bolivina	Infauna, epifauna, slobodna	Muljeviti sediment	Detritivor	Morski, šelf – gornji batijal, hladno – toplo
Bulimina	Infauna, slobodna	Mulj – siltni pijesak	Detritivor?	Morski, unutrašnji šelf – batijal, hladno – temperate
Buliminella	Infauna, slobodna	Muljeviti sediment	Detritivor?	Morski, većinom šelf ali i lagune i gornji batijal, temerate
Cibicides	Epifauna, pričvršćena	Tvrde površine u visoko energijskim okolišima	Pasivni suspenzojed	Morski, šelf – batijal (0 – 2000 m), hladno – toplo
Cycloforina	Epifauna	Sediment	Detritivor	Šelf, hipersalini okoliši (1 – 70 m), S 27-33, toplo
Eggerelloides	Infauna, slobodna	Pijesak	Detritivor	Morski, šelf, temperate
***Elphidium* (bez kila)**	Slobodna infauna	Mulj, pijesak	Herbivor	Brakične – hipersaline močvare i lagune, unutrašnji šelf (0 – 50 m, S 30-70
***Elphidium* (s kilom)**	Slobodna epifauna	Pijesak, vegetacija	Herbivor	Morski, unutrašnji šelf (0 – 50 m), S 30-70, temperate – toplo
Fissurina	Infauna	Sediment	Detritivor	Šelf – batijal, tolerira suboksične uvijete
Fursenkoina	Infauna, slobodna	Mulj	Detritivor	Šelf, gornji batijal, S 30-35

Globocassidulina	Infauna, slobodna	Mulj	Detritivor?	Morski, šelf – batijal, hladno – temperate
Haynesina	Infauna, slobodna	Mulj, silt	Herbivor	Brakični, močvare, lagune, unutrašnji šelf, hladno – toplo
Hyalinonetrion	Infauna, sesilna	Sediment	Detritivor	Obalni okoliši
Lagena	Semi-infauna	Sediment	Detritivor	Šelf, S 20-38, hladno – toplo
Miliolinella	Epifauna, prijanjajuća	Vegetacija, tvrde podloge	Herbivor	Hipersaline lagune, morske lagune i močvare, unutrašnji šelf (0 – 100 m), S 32-50, temp.: 10 – 30 °C
Nonionoides	Slobodna infauna	Muljeviti sediment	Detritivor?	Morski, šelf, temperate - toplo
Pseudononion	Semi-infauna	Sediment	Omnivor	Šelf, S 27-36, temp.: 11 – 27 °C
Pseudotriloculina	Epifauna	Sediment	Detritivor	Morski, šelf (~ 0 – 10 m), S 38, temp.: 19 °C
Quinqueloculina	Epifauna, slobodna/ prianjajući	Biljke ili sediment	Herbivor	Morski, hipersalini, hipersaline lagune, morske močvare i šelf, rijetko batijal, S 32-65, hladno – toplo
Reophax	Slobodna infauna	Mulj, pijesak	Detritivor	Morski, lagune, šelf - batijal
Rosalina	Epifauna, prianjajući/ pričvršćen	Tvrda podloga	Herbivor?, omnivor	Morski, lagune, unutrašnji šelf (0 – 100 m), temperate - toplo
Reussella	Epfitski	Vegetacija	Omnivor	Morski, vanjski šelf (0 – 450 m), S 32-36, temperate – toplo
Sigmoilina	Epifauna, sesilna	Sediment	Detritivor	Šelf
Siphonaperta	Epifauna	Pijesak, vegetacija	Detritivor	Šelf, (0 – 5 m), S 39, temp.: 16 °C
Spirosigmoilina	Epifauna	Sediment	Detritivor	Morski, hipersalini okoliš, šelf
Textularia	Epifauna, slobodna/ prianjajući	Tvrde podloge, sediment	Detritivor	Morski, šelf – batijal (0 – 500 m), hladno – toplo
Triloculina	Epifauna, slobodna/ prianjajući	Mulj, pijesak, vegetacija	Herbivor, detritivor	Morski – hipersalini, hipersaline lagune ili unutrašnji šelf, S 32-55?, temperate – toplo

4.3. Statistički podaci

Indeksi bioraznolikosti izračunati su na temelju podataka iz Tablica 2 i 3, uz pomoć programa Past verzija 2,17c (Hammer & Harper, 2001). Dobiveni podaci za uzorke od KPF 1/1 do KPF 1/5 prikazani su u Tablici 6, za uzorke od KPF 4/1 do KPF 4/5 u Tablici 7.

Tablica 6. Indeksi bioraznolikosti izračunati u programu Past za uzorke KPF 1/1 – 1/5.

	KPF 1/1	**KPF 1/2**	**KPF 1/3**	**KPF 1/4**	**KPF 1/5**
Bogatstvo vrsta_S	40	32	36	31	20
Broj jedinki	286	413	505	229	170
Dominacija_D	0,1103	0,105	0,1026	0,097	0,1034
Simpson_1-D	0,8897	0,895	0,8974	0,903	0,8966
Shannon_H	2,684	2,607	2,667	2,701	2,524
Ujednačenost_e^H/S	0,3662	0,4238	0,3998	0,4806	0,6241
Ravnopravnost_J	0,7277	0,7523	0,7441	0,7866	0,8426
Fisher_alpha	12,65	8,099	8,868	9,669	5,888
Berger-Parker	0,1958	0,1743	0,1802	0,1747	0,1647

Indeksi bioraznolikosti imaju podjednake vrijednosti za sedimentnu jezgru KPF 1. Vrijednosti Simpsonovog indeksa (1-D) se kreću od 0,88 do 0,90, a Breger-Parkerovog indeksa od 0,16 do 0,19 (tablica 6), te ukazuju na raznoliku zajednicu bez dominacije jedne vrste. Shannon-Wienerov indeks ima vrijednosti od 2,5 – 2,7 (tablica 6) i one su tipične za okoliše normalnog saliniteta. Fisher (α) indeks ukazuje na šelfna mora normalnog saliniteta. Izračuni indeksa bioraznolikosti za jezgru KPF 4 pokazuju sličan trend kao i kod jezgre KPF 1. Simpsonov indeks se kreće između 0,86 i 0,92, a Berger-Parkerov indeks ima vrijednosti 0,15 – 0,24 (tablica 7). Vrijednosti ova dva indeksa ukazuju na raznoliku zajednicu bez dominacije jedne vrste. Shannon-Wienerov i Fisher (α) indeks imaju vrijednosti koje ukazuju na šelfna mora normalnog saliniteta.

Tablica 7. Indeksi bioraznolikosti izračunati u programu Past za uzorke KPF 4/1 – 4/5.

	KPF 4/1	**KPF 4/2**	**KPF 4/3**	**KPF 4/4**	**KPF 4/5**
Bogatstvo vrsta_S	22	19	11	14	16
Broj jedinki	44	61	29	63	59
Dominacija_D	0,07851	0,104	0,1344	0,1328	0,08704
Simpson_1-D	0,9215	0,896	0,8656	0,8672	0,913
Shannon_H	2,815	2,536	2,184	2,244	2,579
Ujednačenost_e^H/S	0,7587	0,6645	0,8071	0,6739	0,8239
Ravnopravnost_J	0,9107	0,8612	0,9106	0,8505	0,9301
Fisher_alpha	17,51	9,464	6,46	5,58	7,22
Berger-Parker	0,1591	0,1639	0,2414	0,2381	0,1525

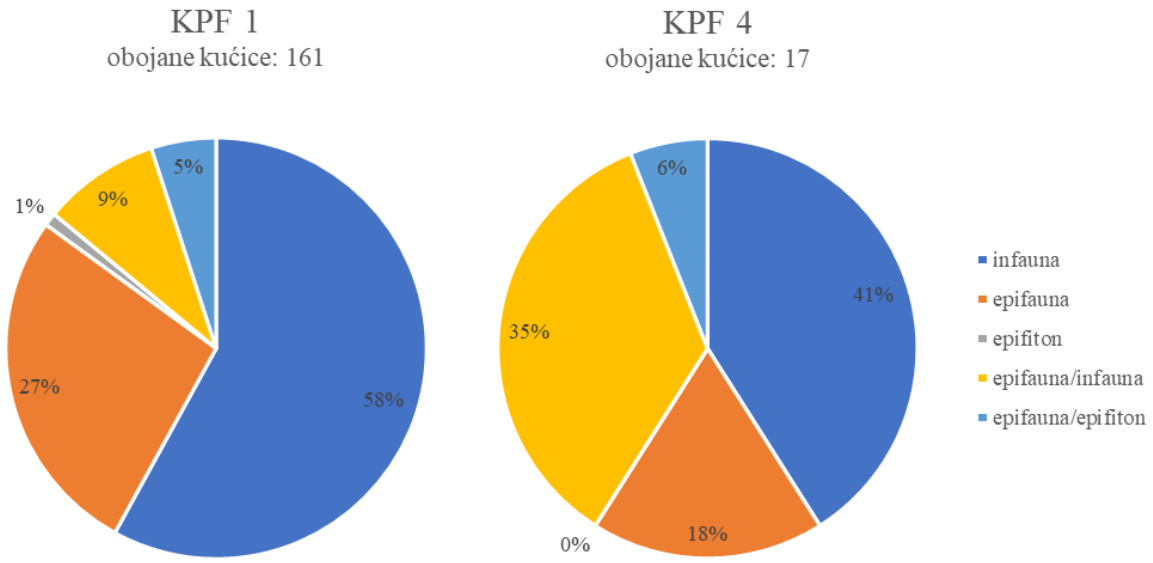
Količina otopljenog kisika u sedimentu izračunata je koristeći BFOI indeks i rezultati su prikazani u Tablici 8. Određivanje vrsta bentičkih foraminifera kao oksičnih, dizoksičnih ili suboksičnih indikatora napravljeno je na temelju morfoloških karakteristika kućica i uz pomoć literature (Bernhard & Bowser, 1999, Ilies et al., 2020, Kaiho, 1994, Pezelj & Drobnjak, 2019, Sen Gupta & Machian-Castillo, 1993, Wukovits, 2018).

Tablica 8. Vrijednosti BFOI indeksa izračunate za sedimentne jezgre KPF 1 i KPF 4.

Uzorak	**BFOI**	**Uzorak**	**BFOI**
KPF 1/1	52	KPF 4/1	60
KPF 1/2	54	KPF 4/2	30
KPF 1/3	52	KPF 4/3	25
KPF 1/4	50	KPF 4/4	33
KPF 1/5	41	KPF 4/5	27

Vrijednosti indeks za jezgru KPF 1 kreću se od 41 do 54 (tablica 8). Uzorci KPF 1/1 – 1/4 imaju vrijednosti > 50, razina kisika iznosi 3,0 – 6,0+ mL/L i ukazuju na visoko oksične uvijete (tablica 1), dok uzorak KPF 1/5 ima vrijednost indeksa 41, razina kisika je manja (1,5 – 3,0 mL/L). i uvjeti u okolišu su nisko oksični (tablica 1 i 8). Vrijednosti BFOI indeksa za jezgru KPF 4 iznose 25 – 60 (tablica 8). Uzorak KPF 4/1 ima najveću vrijednost indeksa (BFOI = 60) unutar jezgre, razina kisika se kreće od 3,0 – 6,0+ mL/L i predstavlja visoko oksične uvijete (tablica 1). BFOI indeks se zatim prepolovio i za uzorke KPF 4/2 – 4/5 se kreće u rasponu od 25 – 33 (tablica 8), razina kisika iznosi od 1,5 – 3,0 mL/L i ukazuje na nisko oksični okoliš (tablica 1).

U Prilogu 1 prikazane su vrste čije su kućice obojane otopinom Rose bengal i izračunat je njihov relativni udio unutar zajednice za sedimentne jezgre KPF 1 i 4. U tablicama je naveden način života (epifauna, infauna, epifiton) pojedine vrste kako bi se ustvrdilo postoji li veza između načina života foraminifera i prisutnosti živućih jedinki u trenutku uzorkovanja. U jezgri KPF 1 najviše obojanih jedinki je infauna (58 %), zatim slijedi epifauna (27 %), epifauna/infauna (9%), epifauna /epifiton (5%) i epifiton (1%) (slika 22). U jezgri KPF 4 manji je broj obojanih kućica (17 kućica) u odnosu na jezgru KPF 1 (161 kućica). Od 17 kućica njih 7 (41 %) pripada infaunalnim vrstama, te su one najbrojnije (slika 22). U broj obojanih kućica na temelju kojeg su računani postotci nisu uključene one kućice za koje nije bilo moguće odrediti vrstu ili rod, ali su navedene u Prilogu 1.



Slika 22. Prikaz udjela kućica obojanih Rose bengal bojilom prema načinu života za sedimentne jezgre KPF 1 i KPF 4.

5. RASPRAVA

Istraživanja su provedena na 2 cm debelim pod-uzorcima iz dvije plitke sedimentne jezgre (KPF 1 i KPF 4). Ukupno je pregledano deset pod-uzoraka iz kojih su izvađene recentne i pretaložene kućice foraminifera. Pretaložene fosilne kućice su ispunjene sedimentom, vrlo abradirane i prljavo bijele do svijetlosmeđe boje. Izvor pretaloženih kućica foraminifera su najvjerojatnije fliške naslage koje nalazimo na kopnu. Recentne kućice pripadaju bentičkim foraminiferama, a pretaložene većinom planktonskim foraminiferama. Zanimljivo, udio pretaloženih kućica u jezgri KPF 1 ima trend povećanja s dubinom (slika 9), dok je u jezgri KPF 4 distribucija nepravilnija. U jezgri KPF 4 udio pretaloženih raste u površinskom i najdubljem intervalu, a u središnjem dijelu jezgre ima trend smanjenja (slika 13). Jezgra KPF 1 ima brojniju zajednicu recentnih bentičkih foraminifera, dok u jezgri KPF 4 dominiraju pretaložene kućice planktonskih foraminifera. Veći udio pretaloženih kućica, u jezgri KPF 4, mogao bi se povezati s položajem uzorkovane jezgre prema toku rijeke Rižane (slika 3). Taksonomija, bioraznolikost zajednice, te sve interpretacije koje proizlaze iz toga napravljene su na recentnim foraminiferama i na ukupnoj zajednici (obojanih i neobojanih kućica).

U jezgri KPF 1 određeno je 30 rodova i 58 vrsta (tablica 2), a u jezgri KPF 4 26 rodova i 40 vrsta (tablica 3). Pojedine kućice nije bilo moguće odrediti, jer su jako oštećene. Gledajući udjele oštećenih kućica, u jezgri KPF 1, vidljiv je trend smanjenja s dubinom, iznimka je samo središnji interval (4 – 6 cm) gdje je vidljiv blagi porast (slika 11). Jezgra KPF 4 ima izmjenu intervala u kojima udio oštećenih kućica raste s intervalima u kojima on opada (slika 16). Prema tipu stijenke u foraminiferskim zajednicama istraživanih intervala, u obje jezgre, dominiraju predstavnici podreda Rotaliina, dok je udio predstavnika podreda Miliolina i podreda Textulariina znatno manji i pokazuje manje varijacije od pod-uzorka do pod-uzorka, od jezgre do jezgre (slike 10 i 14). Brojnost kućica s perforatnom stijenkom, u obje jezgre, ukazuje na plitkovodni obalni okoliš.

Prema načinu života, u jezgri KPF 1 prevladavaju rodovi koji žive kao infauna/epifauna, a u jezgri KPF 4 oni koji žive kao infauna (tablica 5). Ako imamo na umu ambivalentni način života za najbrojniji rod (*Ammonia* sp.), onda su razlike između jezgri, gledajući način života prisutnih rodova, neznatne. Foraminiferske zajednice istraživanih jezgri su tipične za okoliš

unutrašnjeg šelfa, te predstavnici pojedinih rodova mogu živjeti i u brakičnim i hipersalinim okolišima (*Ammonia, Porosonoion, Elphidium* (bez kila), *Haynesina, Quinqueloculina*) (Murray, 2006). Najbrojniji rod, *Ammonia,* otporan je na zagađivače, bilo organske ili kemijske, i na stresne uvijete u okolišu, dok pojedini rodovi (*Nonion, Porosononion, Anomalinoides, Valvulineria*) toleriraju samo organske zagađivače, ali također mogu podnijeti stresne uvijete u okolišu (smanjena razina kisika, povećan salinitet).

Nešto niže vrijednosti indeksa bioraznolikosti, za zajednicu jezgre KPF 4, te veće promjene u dominaciji pojedinih vrsta i rodova mogu se povezati s dotokom slatke vode (rijeka Rižana) i mogućim povećanim unosom organskih zagađivača u morski okoliš. Okoliš je brakični, što destabilizira zajednicu, također u jezgri je prisutan i veliki broj fekalnih peleta. Fekalni peleti su probavni produkt suspenzojeda (beskralježnjaka), značajna uloga im je prijenos ugljika iz suspenzije u supstrat. Njihova brojna prisutnost u okolišu zajednice KPF 4 može biti objašnjena horizontalnim tokom rijeke koja prijelazi preko površina koje su gusto nastanjene školjkašima (Wotton i Malmovist, 2020). U jezgri KPF 4 prisutno je znatno manje kućica obojanih Rose-bengal bojilom (živućih u trenutku uzorkovanja) nego u zajednicama iz jezgre KPF 1 (slika 22). Najviše obojanih kućica su infauna, malo je onih koji žive kao infauna/epifauna. Način života može se povezati s udjelom obojanih jedinki, jer organska tvar u sedimentu zbog manje količine raspoloživog kisika u pornim vodama sporije trune, duže se zadržava u kućicama, te se tako kućica može obojiti iako je jedinka uginula. To je poznato kao slaba strana primjene ovog organskog bojila za razlikovanje živuće zajednice.

U jezgri KPF 1 prisutan je manji broj piritiziranih kućica (slika 11), dok je njihov broj u zajednicama jezgre KPF 4 zanemariv. Generalno udio, u jezgri KPF 1, im se povećava idući prema dubljim intervalima. Okidač piritizacije može biti zagađenje, smanjena količina kisika u okolišu ili prisutnost određenih bakterija (Seiglie, 1973). Najvjerojatniji uzrok piritizacije u promatranim uzorcima je zagađenje morske vode i smanjena razina kisika. Pirit se formira neposredno nakon ili istovremeno s raspadom protoplazme, jer na vanjskoj površini kućica, u kojima je pronađen, nema naznake tafonomskih procesa (Shroba, 1993). Također, određene kućice imaju piritiziranu samo najmlađu klijetku, te to upućuje na piritizaciju protoplazme dok je jedinka još bila živa, iako su jedinke bojane Rose-bengal bojilom takve kućice neće biti obojane jer pirit sprječava ulazak Rose bengal otopine u kućicu (Seiglie, 1973).

Vrijednosti Simpsonovog, Berger-Prkerovog i Shannon-Wienerovog indeksa (tablice 6, 7) su podjednake za sve uzorke i ukazuju na raznoliku zajednicu bez značajne dominacije jedne vrste. Vrijednosti Shannon-Wienerovog indeksa su tipične za morske okoliše normalnog saliniteta. Iako se vrijednosti Fisher (α) indeksa razlikuju među istraživanim zajednicama, one ukazuju na šelfna mora normalnog saliniteta. Vrijednosti BFOI indeksa za jezgru KPF 1 ukazuju na visoko oksične uvijete do dubine od 8 cm, a najdublji interval ima osobine nisko oksične sredine (tablica 8) (porast udjela piritiziranih kućica), odnosno moguća je dubina intenzivne bioturbacije do nekih 8 cm u sedimentu, a pridnena voda je relativno bogata otopljenim kisikom. Indeks kisika ima nešto drugačiji trend u jezgri KPF 4, u površinskom sloju vladaju visoko oksični uvjeti, dok u preostalih 8 cm sedimenta su nisko oksični uvjeti (tablica 8). Razlog može biti povezan s blizinom dotoka slatke, oksične, manje guste vode i moguće lokalne stratifikacije čime pridnena voda je siromašnija kisikom.

Napravljena je usporedba sa sastavom foraminiferskih zajednicama iz sjevernog dijela zaljeva (Vidović et al., 2016, Panzano zaljev), tako što su uspoređeni podaci iz jezgara KPF 1 i KPF 4 s podacima za prvih 12 cm sedimentne jezgre Panzano i rezultati su prikazani tablično (tablice 9 – 12). Radi jednostavnosti i boljeg pregleda podataka sedimentna jezgra iz rada Vidović et al. (2016) nazvana je PZJ (PZJ – Panzano zaljev jezgra, dubina jezgre označena je brojevima: 1 – 0-4cm, 2 – 4-8 cm, 3 – 8-12cm). Određen je podjednak broj vrsta u zajednici jezgre PZJ i istraživanim uzorcima, što sugerira jednolične uvjete u zaljevu. Na razini zastupljenosti predstavnika podreda postoji vrlo slična raspodjela.

Tablica 9. Popis vrsta koje u zajednici imaju udio veći od 3% za jezgre PZJ, KPF 1, KPF 4 (dubina 0 – 4cm).

PZJ 1 (0-4 cm)	**%**	**KPF 1 (0-4 cm)**	**%**	**KPF 4 (0-4 cm)**	**%**
Haynesina sp.	17,6	*Ammonia* sp	13,4	*Ammonia tepida*	4,6
Ammonia sp.	10,3	*Ammonia tepida*	10,9	*Nonion* sp.	4,6
Quinqueloculina sp.	5,9	*Anomalinoides* sp.	10	*Anomalinoides* sp.	4,2
Quinqueloculina seminula	5,9	*Nonion* sp.	14,9	*Porosononion* sp.	3,9
Brizalina spathulata	5,2	*Porosononion* sp.	8,1	*Ammonia* sp.	3,3
Reophax sp.	4,9	*Valvulineria* sp.	4,8		
Nonion sp.	4,7				

Najbrojnije foraminifere u jezgri PZJ određene su na nivou rodova, *Haynesina* sp. i *Ammonia* sp., kao i u istraživanim uzorcima. Distribucija kućica prema dubini za jezgru PZJ pokazuje sličan trend kao u jezgri KPF 1. U jezgri KPF 4 relativni udjeli najbrojnijih taksona su dosta manji u odnosu na jezgre PZJ i KPF 1, te imaju vrijednosti manje od 10%.

Među određenim vrstama i rodovima postoje one koje su tolerantne na organsko i/ili kemijsko zagađenje (Vidović et al., 2016). U jezgrama PZJ i KPF 1 dominiraju taksoni (*Haynesina* sp., *Ammonia* sp., *A. tepida* i *Porosononion* sp) koji su tolerantni na organsko i kemijsko zagađenje, dok u jezgri KPF 4 dominiraju vrste koje toleriraju većinom organske zagađivače (*Nonion* sp., *Valvulineria* sp., *Anomalinoides* sp. i *A. tepida*).

Tablica 10. Popis vrsta koje u zajednici imaju udio veći od 3% za jezgre PZJ, KPF 1 i KPF 4 (dubina 4 – 8cm).

PZJ 2 (4-8 cm)	**%**	**KPF 1 (4-8 cm)**	**%**	**KPF 4 (4-8 cm)**	**%**
Haynesina sp.	22,7	*Ammonia* sp.	10,3	*Nonion* sp.	7,3
Ammonia sp.	10,5	*Porosononion* sp.	10,3	*Valvulineria* sp.	6,5
Milliolinella sp.	6,4	*Nonion* sp.	6,9	*Ammonia* sp.	4,8
Brizalina sp.	5,2	*Ammonia tepida*	6,7	*Porosononion* sp.	4,8
Nonion sp.	4,4	*Anomalinoides* sp.	5,5	*Ammonia tepida*	3,2
Triloculina sp.	4,1	*Valvulineria* sp.	3,8		

Vrijednosti Shannon-Wienerovog indeksi bioraznolikosti za istraživane zajednice sedimentnih jezgri KPF 1 i KPF 4 i za zajednice sedimentne jezgre PZJ su veće od 2,1, te su uobičajene za morske okoliše normalnog saliniteta. Slično, izračunate vrijednosti Fisher (α) indeks su veće od 5 i ukazuju na šelfno more normalnog saliniteta.

Tablica 11. Popis vrsta koje u zajednici imaju udio veći od 3% za jezgre PZJ (8 – 12 cm), KPF 1 i KPF 4 (dubina 8 – 12 cm).

PZJ 3 (8-12 cm)	**%**	**KPF 1 (8-10 cm)**	**%**	**KPF 4 (8-10 cm)**	**%**
Haynesina sp.	17,8	*Ammonia* sp.	9,2	*Nonion* sp.	4,3
Ammonia sp.	10,5	*Ammonia tepida*	8,2	*Anomalinoides* sp.	3,4
Elphidium advenum	6,1	*Porosononion* sp.	7,2	*Ammonia* sp.	3
Nonion sp.	5,7	*Nonion* sp.	6,9	*Valvulineria* sp.	3
Ammonia tepida	5,4	*Valvulineria* sp.	6,6		
Reophax sp.	5,2				
Brizalina spathulata	4,8				
Nonionella sp.	4,8				

Tablica 12. Usporedba vrijednosti indeksa bioraznolikosti (Shannon-Wienerovog (H) i Fisher (α) indeksa) izračunatih za jezgre PZJ, KPF 1 i KPF 4.

PZJ	**H**	**α**	**KPF 1**	**H**	**α**	**KPF 4**	**H**	**α**
0-4 cm	3,1	11,9	0-2 cm	2,7	12,6	0-2 cm	2,8	17,5
			2-4 cm	2,6	8,1	2-4 cm	2,5	9,5
4-8 cm	3,0	11,2	4-6 cm	2,7	8,9	4-6 cm	2,2	6,5
			6-8 cm	2,7	9,7	6-8 cm	2,2	5,6
8-12 cm	3,0	10,3	8-10 cm	2,5	5,9	8-10 cm	2,6	7,2

6. ZAKLJUČAK

Mikropaleontološki su obrađeni uzorci sedimenta dviju plitkih sedimentnih jezgri (KPF 1 i KPF 4) uzorkovanih u Koparskom zaljevu (dio Tršćanskog zaljeva, sjeveroistočni dio Jadranskog mora) na dubinama 13,2 i 13,6 m. Iz svake 10 cm duboke jezgre istraživano je 5 intervala. U svim uzorcima nađene su dvije „grupe“ foraminifera: recentne bentičke foraminifere i pretaložene fosilne foraminifere (većinom planktonske foraminifere). Uzorci su tretirani Rose bengal bojilom i procijenjeno je stanje recentnih kućica (cijele/oštećene, piritizirane), te:

1. Određena je 71 vrsta i 36 rodova bentičkih foraminifera.

2. Zajednice su raznolike (vrijednosti Simpsonovog indeksa kreću se 0,8 – 0,9, Shannon-Wienerovog indeksa 2,1 – 2,8, Berger-Parkerovog indeksa 0,1 – 0,2 i Fisher (α) indeksa 5 – 17,5) bez značajne dominacije jedne vrste, te su karakteristične za šelfna mora normalnog saliniteta.

3. S obzirom na koncentraciju kisika (BFOI indeks) sediment je visoko do nisko oksičan (u jezgri KPF 1 visoko oksični uvjeti su do dubine od 8 cm, a u jezgri KPF 4 do dubine od 2 cm).

4. Foraminiferskom zajednicom sedimentne jezgre KPF 1 dominira oportunistički rod *Ammonia*, a veći udio ima i rod *Nonion*. U zajednici jezgre KPF 4, s dubinom, dolazi do izraženijih razlika vezanih za zastupljenost pojedinih vrsta, u površinskom sloju dominiraju rodovi *Ammonia* i *Nonion*, a u starijim intervalima više je predstavnika rodova *Porosononion*, *Anomalinoides* i *Valvulineria*.

5. Distribucija foraminiferskih vrsta i trendovi bioraznolikosti su slični u sjevernom i južnom dijelu zaljeva.

7. LITERATURA

Alfirević, S. (1998): The taxonomy, distribution and ecology of Adriatic Foraminifera: with Atlas (Plates I – XXXVI). Acta Adriatica, 39/2, 11-251str.

Asvar, N., Baki Yokes, M., Dincer, F., Meric, E., 2014., Atlas of Recent Benthic foraminifera from Turkey. Micropaleontology, 60/3-4, 211-250 str.

Babić, I. (2018): Paleoekologija malih bentičkih foraminifera iz badenskih naslaga lokaliteta Donje Orešje (Medvednica). Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički Fakultet, 1-43 str.

Bellier, J.-P., Mathieu, R., Grainer, B. (2010.): Short Treatise on Foraminiferology (Essential on modern and fossil Forminifera). Carnets de Géologie - Notebooks on Geology, Brest, 104 str.

Bergamin, L., Di Bella, L., Carboni, M. G. (1999): *Valvulineria bradyana* (Fornasini) in organic matter-enriched environment (Ombre River Mouth, Central Italy). Italian Journal of Quaternary Sciences, 12/1, 51-56.

Bernhard, J. M., Bowser, S. S. (1999): Benthic foraminifera of dysoxic sediments: chloroplast sequestration and functional morphology. Earth-Science Reviews 46, 149-165.

Brečko Grubar, V. (2010): Stanje okoliša slovenskog dijela Jadranskog mora. Geoadria, 15/1, 31-47.

Busetti, M., Volpi, V., Barison, E., Giustiniani, M., Marchi, M., Ramella, R., Wardell, N., Zanolla C. (2008): Meso-Cenozoic seismic stratigraphy and the tectonic setting of the Gulf of Trieste (northern Adriatic). In: Proceedings of the Adria 2006, International Geological Congress on the Adriatic Region, 19-20 June 2006, Urbino (Italy), GeoActa, 3, 15-28.

Busetti, M., Volpi, V., Nicolich, R., Barison, E., Romeo, R., Baradello, L., Brancatelli, G., Giustiniani, M., Marchi, M., Zanolla, C., Wardell, N., Nieto, D., Ramella, R. (2010): Dinaric tectonic features in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, 51/2-3, 177-128.

Bussani, A., Celio, M., Comici, C. (2003): Climatological analysis (1991-2002) of the termohaline characteristics in the Marine Reserve of Miramare (Gulf of Trieste). Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, 44/1, 11-17.

Carulli, G. B. (2006): Carta geologica del Friuli Venezia Giulia. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici, Servizio Geologico, Trieste.

Carulli, G. B., Carobene, L., Cavallin, A., Martinis, B., Onofri, R., Cucchi, F., Vaia F. (1980): Evoluzione strutturale Plio-Quaternaria del Friuli e della Venezia Giulia. Contributi alla Carta Neotettonica d'Italia. CNR – Progetto Finalizzato Geodinamica, Pubbl. 356, 488-545.

Cavallin, A., Martinis, B., Carobene, L., Carulli, G. B. (1978): Dati preliminari sulla Neotettonica dei Fogli 25 (Udine) e 40A (Gorizia). Contributi preliminari alla realizzazione della carta neotettonica d'Italia. CNR – Progetto Finalizzato Geodinamica, Pubbl. 155, 189-197.

Chan, S. A., Kaminski, M. A., Al-Ramadan, K., Babalola, L. O. (2017): Foraminiferal biofacies and depositional environments of the Burdigalian mixed carbonate and siliciclastic Dam Foramtion, Al-Lidam area, Eastern Province of Saudi Arabia. Palaeogeography, Palaeoclimatology, PAlaeoecology, 469.

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

Conversi, A., Peluso, T., Fonda-Umani, S. (2009): Gulf of Trieste: A changing ecosystem. Journal of Geophysical Research, 144, 1-10.

Faganeli, J., Hines, M. E., Horvat, M., Falonga, I., Covelli, S. (2014): Methylmercury in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea): From Microbial Sources to Seafood Consumers. Food Technology and Biotechnology, 52/2, 188-197.

Fajemila, O. T., Langer, M. R., Lipps, J. H. (2020): Atlas of Shallow-Water Tropical Benthic Foraminifera from Moorea (Society Islands, French Polynesia). Cushman Foundation for foraminiferal research special publication no. 48.

Filipescu, S. (2004): *Anomalinoides dividens* bioevent at the Badenian/Sarmatian boundary – a response to paleogeographic and paleoenvironmental changes. Studia Universitatis Babes-Bolyai, Geologia, 49/2, 21 – 26.

Finetti, I. R., Del Ben, A. (2005): Crustal tectono-stratigraphic setting of the Adriatic Sea from new CROP seismic data. Finetti I.R. (ed), CROP Project, Deep Seismic Exploration of the Central Mediterranean and Italy, Atlases in Geoscience 1, Elsevier B.V., Amsterdam, The Netherlands, 519-547.

Francescangeli, F., Armynot du Chatelet, E., Billon, G., Treutesaux, A., Bouchet, V. M. P. (2016): Palaeo-ecological quality status based on foraminifera of Boulogne-su-Mer harbour (Pas-de-Calais, Northeastern France) over the last 200 years. Mar. Environ. Res. 117, 32-43.

Frontalini, F., Buosi, C., De Pelo, S., Coccioni, R., Cherchi, A., Bucci, C. (2009): Benthic foraminifera as bio-indicators of trace element pollution in the heavily contaminated Santa Gilla lagoon (Cagliari, Italy). Marine Pollution Bulletin, 58/6, 858-877.

Gallagher, S. J., Jonasson, K., Holdgate, G. (1999): Foraminiferal biofacies and palaeoenvironmental evolution of an Oligo-Miocene cool-water carbonate succession in the Otway Basin, southeast Australia. Journal of Micropalaeontology, 18, 143-168.

Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. (2001): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica, 4/1, 9 str.

Ilieş, I. A., Oltean, G., Bindiu Haitonic, R., Filipescu, S., Miclea, A., Jipa, C. (2020): Early middle Miocene paleoenvironmental evolution in southwest Transylvania (Romania): Interpretation based on foraminifera. *Geologica Carpathica*, 71/5, 444-461.

Kaiho, K. (2014): Benthic Foraminiferal dissolved-oxygen index and dissolved-oxygen levels in the modern ocean. Geology, 22, 719-722.

Langlet, D., Geslin, E., Metzger, E., Riedel, B., Stachowitsch, M., Zuschin, M., Baal, C., Jorissen, F. (2012): Foraminiferal response to long-term anoxia: In situ experiment in the Gulf of Trieste (Northen Adriatic Sea). EGU General Assembly Conference Abstracts.

Linn Dix, T. (2001): The distribution and ecology of benthic foraminifera of Tampa Bay, Florida. Doktorska dizertacija, Unversity of South Florida, Tampa, Florida, 197 str.

Loeblich, A.R., Tappan, H. (1987): Foraminiferal Genera and their Classification. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 970 str.

Łuczkowska, E. (1974): Miliolidae (Foraminiferida) from the Miocene of Poland. Part II. Biostratigraphy, Palaeoecology and systematics. Acta Palaeontologica Polonica, 19/1, 1-176.

Mateu-Vicens, G., Khokhlova, A., Sebastian-Pastor, T. (2014): Epiphytic foraminiferal indices as bioindicators in Mediterranean seagrass meadows. Journal of Foraminiferal Research, 44/3, 325-339.

Melis, R, Celio, M., Bouchet, V., Varagona, G., Bazzaro, M., Crosera, M., Pugliese, N. (2019): Seasonal response of benthic foraminifera to anthropogenic pressure in two stations of the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea, Italy): the marine protected area of Miramare versus the Servola water sewage outfall. Mediterranean Marine Science, 20/1, 120-141.

Moscon, G. (2016): Variability of late-quaternary transgressive sedimentation in the northern Adriatic Sea. Doktorska dizertacija, Università degli Studi di Padova.

Mosetti, F. (1966): Mofologia dell' Adriatico settentrionale. Boll. Geof. Teor. Appl., 8, 214-225.

Murray, J. W. (2013): Living benthic foraminifera: biogeographical distributions and the significance of rare morphospecies. Journal of Micropalaeontology, 32, 1-58.

Murray, J., 2006, Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. Cambridge University Press, 426 str.

Novak, A., Šmuc, A., Poglajen, S., Vrabec, M. (2019): Linking the high-resolution facies of a transgressed Late Quaternary alluvial plain (Gulf of Trieste, northern Adriatic). Marine Geology 419, 1-20.

Ogrelec, B., Mišič, M., Faganelli, J. (1991): Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): Sedimentological aspects. Marine Geology, 99/1-2, 79-92.

Panchang, R., Nigam, R., Linshy, V., Rana, S. S., Ingole B. (2006): Effect of oxygen manipulations on benthic foraminifera: A preliminary experiment. Indian Journal of Marine Sciences, 35/3, 235-239.

Pezelj, Đ., Drobnjak, L. (2019): Foraminifera-based estimation of water depth in epicontinental seas: Badenian deposits from Glavnica Gornja (Medvednica Mt., Croatia), Central Paratethys. Geologia Croatica, 72/2, 93-100.

Scrocca D., Doglioni C., Innocenti F., Manetti P., Mazzotti A., Bertelli L., Burbi L. and D'Offizi S. (2003): CROP Atlas – Seismic Reflection Profiles of the Italian Crust. Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, 52, 193 str.

Seiglie, G. A. (1973): Pyritization in living foraminifers. Journal of Foraminiferal Research, 3/1, 1-6.

Sen Gupta, B. K., Machain-Castillo, M. L. (1993): Benthic foraminifera in oxygen-poor habitats. Marine Micropaleontology, 20, 183-201.

Shroba, C. S. (1993): Taphonomic Features of Benthic Foraminifera in Temperate Setting: Experimental and Field Observations on the Role of Abrasion, Solution and Microboring in the Destruction of Foraminiferal Tests. PALAIOS, 8, 250-266.

Sturt, F., Flemming, N.C., Carabias, D., Jöns, H., Adams, J. (2018): The next frontiers in research on submerged prehistoric sites and landscapes on the continental shelf. Proc. Geol. Assoc. 129, 654–683.

Šolić, M. (2019): Ekologija, zajednica i ekosustav. Golden Marketing – Tehnička knjiga, 352 str.

Trobec, A., Busetti, M., Zgur, F., Baradello, L., Babich, A., Cova, A., Gordini, E., Romeo, R., Tomini, I., Poglajen, S., Diviacco, P., Vrabec, M. (2018): Thickness of marine Holocene sediment in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). Earth System Science Data, 10, 1077-1092.

Vidović, J., Nawrot, R., Gallmetzer, I., Haselmair, A., Tomašových, A., Stachowitsch, M., Ćosović, 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, 5965 – 5981.

Vlahović, I., Tišljar, J., Velić, I., Matičec, D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 220, 333-360.

Wotton, R. S., Malmovist, B. (2001): Feces in Aquatic Ecosystems. BioScience, 51/7, 537-544.

Wukovits, J., Bukenberger, P., Enge, A. J., Greg, M., Wanek, W., Watzka, M., Heinz, P. (2018): Food supply and size class depending variations in phytodetritus intake in benthic foraminifer *Ammonia tepida*. Biology Open, 7.

INTERNETSKI IZVORI:

1. www.enciklopedija.hr (*Hrvatska Enciklopedija*)
2. www.eol.org (*Encyclopedia of Life*)
3. www.fossilworks.org (*Fossilworks, Gateway to the Paleobiology Database*)
4. www.google.com/earth (*Google Earth*)
5. www.google.com/maps (*Google Maps*)
6. www.marinespecies.org (*World Register of Marine Species*)

8. POPIS SLIKA U TEKSTU

Slika 1. Tršćanski zaljev. A – uvećani prikaz zaljeva; B – regionalni smještaj zaljeva (zaljev označen crvenim pravokutnikom) (izvor: *Google maps*). 2
Slika 2. Geološki smještaj Tršćanskog zaljeva. a – regionalna karta, b – pojednostavljena geološka karta područja. Fluvijo-glacijalne naslage – sivo; karbonatne naslage – zeleno; fliš – narančasto (promijenjena slika prema Trobec et al., 2018). 3
Slika 3. Lokacije prikupljanja obrađivanih uzoraka. Luka Kopar, Tršćanski zaljev. A – smještaj luke u Tršćanskom zaljevu, B – luka Kopar s označenim lokacijama uzorkovanja (izvor: *Google Earth*). 4
Slika 4. Faze porasta razine mora nakon Zadnjeg Glacijalnog Maksimuma (Moscon, 2016). ... 6
Slika 5. Mikrospliter korišten za standardizaciju uzoraka. 7
Slika 6. Neki oblici kućica. a: uniserijalna s ušćem uzdignutim na vratu i obrubljen „usnom“; b: biserijalna; c: planispiralna; d: planispiralna, vretenastog oblika; e: miliolidna-bilokulinska, ušće s zubom; f: uniserijalna (klijetke „tanjurastog“ oblika se dodaju od vrha prema dolje); g: nisko trohospiralna; h: nisko trohospiralna, u odrasloj fazi teži k linearnom, uniserijalnom rastu; i: koncentrični-ciklički rast (Bellier et al., 2010). 8
Slika 7. Prikaz načina života bentičkih foraminifera. Epifauna – B1, A1, B2, A3; epifauna/plitka infauna – D1, C; infauna – D2; epifiton – B1 i A2 (Chan et al., 2017). 9
Slika 8. Graf za određivanje vrijednosti Fisherovog indeksa (podebljani brojevi) iz broja vrsta i broja jedinki u uzorku (Murray, 2006). 13
Slika 9. Graf prikazuje sastav zajednice unutar sedimentne jezgre KPF 1. 16
Slika 10. Grafički prikaz udjela različitih tipova stijenki kućica foraminifera prisutnih u zajednici iz sedimentne jezgre KPF 1. 17
Slika 11. Grafički prikaz postotaka očuvanih kućica foraminifera i kućica obojanih Rose bengalom za jezgru KPF 1. 18
Slika 12. Prikaz dominantnih rodova i vrsta, njihovih udjela u zajednici za jezgru KPF 1. 19
Slika 13. Grafički prikaz sastava zajednice unutar sedimentne jezgre KPF 4. 23
Slika 14.Grafički prikaz udjela različitih tipova stijenki kućica foraminifera prisutnih u zajednici iz sedimentne jezgre KPF 4. 24

Slika 15. Prikaz dominantnih rodova i vrsta, te njihovih udjela u zajednici za jezgru KPF 4. .25
Slika 16. Grafički prikaz postotaka očuvanih kućica foraminifera i kućica obojanih Rose bengalom za jezgru KPF 4.....26
Slika 17. Rod *Ammonia*, vrsta *Ammonia tepida* (Cushman, 1926). A – spiralna strana, B – umbilikalna strana (uzorak KPF 1/2). 31
Slika 18. Rod *Anomalinoides*, vrsta *Anomalinoides* sp. A – spiralna strana, B – umbilikalna strana (uzorak KPF 1/2).....32
Slika 19. Rod *Nonion*, vrsta *Nonion* sp. (uzorak KPF 1/2). 33
Slika 20. Rod *Porosononion*, vrsta *Porosononion* sp. (uzorak KPF 1/1).....34
Slika 21. Rod *Valvulineria*, vrsta *Valvulineria* sp. A – spiralna strana, B – umbilikalna strana (uzorak KPF 4/2). 34
Slika 22. Prikaz udjela kućica obojanih Rose bengal bojilom prema načinu života za sedimentne jezgre KPF 1 i KPF 4.....39

9. POPIS TABLICA U TEKSTU

Tablica 1. Uvjeti otopljenog kisika prepoznati korištenjem vapnenačkih bentičkih foraminifera i njihovih karakteristika (Kaiho, 1994). 14
Tablica 2. Popis vrsta određenih u uzorcima KPF 1/1 – KPF 1/5. Br. – apsolutni broj jedinki u uzorku, % – relativni broj jedinki u uzorku.....20
Tablica 3. Popis vrsta određenih u uzorcima KPF 4/1 – KPF 4/5. Br. – apsolutni broj jedinki u uzorku, % – relativni broj jedinki u uzorku.....27
Tablica 4. Klasifikacija najzastupljenijih rodova bentičkih foraminifera identificiranih u sedimentnim jezgrama KPF 1 i KPF 4 (izvor: *www.marinespecies.org*).....29
Tablica 5. Ekologija rodova određenih u deset uzoraka iz plitkih sedimentnih jezgri KPF 1 i KPF 4. Tip stijenke je naznačen sjenčanjem ćelije pojedinog roda: svijetlo siva – perforatna, tamnije siva – imperforatna, tamno siva – aglutinirana; temp. - temperatura (Murray, 2006; Murray, 2013; Babić, 2018; Gallagher et al., 1999; Mateu-Vicens et al., 2014; internet izvori: *Encyclopedia of Life, fossilworks.org*). 35
Tablica 6. Indeksi bioraznolikosti izračunati u programu Past za uzorke KPF 1/1 – 1/5. 37
Tablica 7. Indeksi bioraznolikosti izračunati u programu Past za uzorke KPF 4/1 – 4/5. 38
Tablica 8. Vrijednosti BFOI indeksa izračunate za sedimentne jezgre KPF 1 i KPF 4. 38
Tablica 9. Popis vrsta koje u zajednici imaju udio veći od 3% za jezgre PZJ, KPF 1, KPF 4 (dubina 0 – 4cm).....42
Tablica 10. Popis vrsta koje u zajednici imaju udio veći od 3% za jezgre PZJ, KPF 1 i KPF 4 (dubina 4 – 8cm).....43
Tablica 11. Popis vrsta koje u zajednici imaju udio veći od 3% za jezgre PZJ (8 – 12 cm), KPF 1 i KPF 4 (dubina 8 – 12 cm). 44
Tablica 12. Usporedba vrijednosti indeksa bioraznolikosti (Shannon-Wienerovog (H) i Fisher (α) indeksa) izračunatih za jezgre PZJ, KPF 1 i KPF 4.....44

10. TABLE

TABLA 1

Slika 1. *Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758), uzorak KPF 1/2, involutna strana

Slika 2. *Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758), uzorak KPF 1/2, evolutna strana

Slika 3. *Ammonia tepida* (Cushman, 1926), uzorak KPF 1/2, evolutna strana

Slika 4. *Ammonia tepida* (Cushman, 1926), uzorak KPF 1/2, involutna strana

TABLA 1

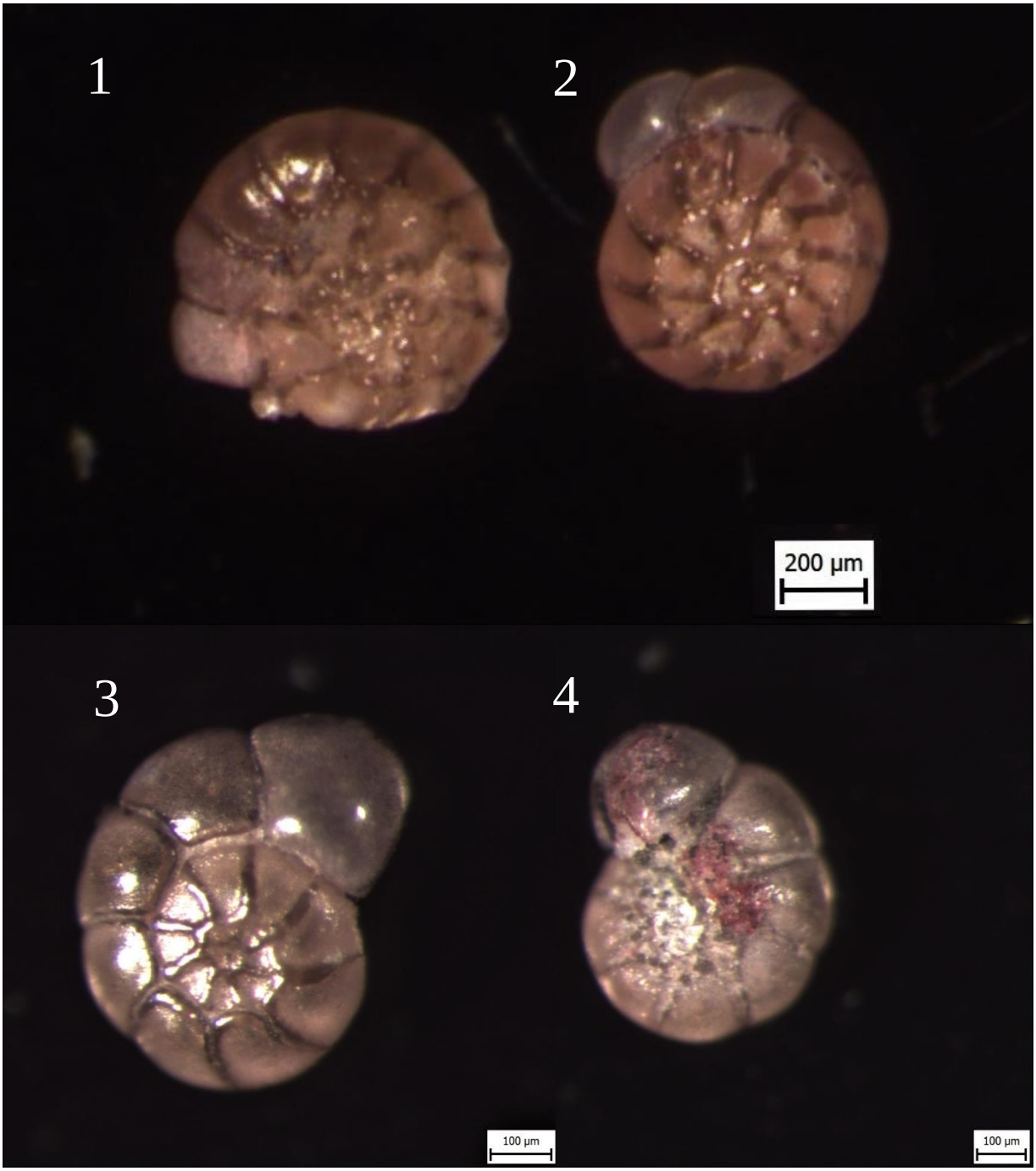


TABLA 2

Slika 1. *Anomalinoides* sp., uzorak KPF 1/5, evolutna strana

Slika 2. *Anomalinoides* sp., uzorak KPF 1/5, involutna strana

Slika 3. *Valvulineria* sp., uzorak KPF 4/2, evolutna strana

Slika 4. *Valvulineria* sp., uzorak KPF 4/2, involutna strana

Slika 5. *Nonion* sp., uzorak 1/2

Slika 6. *Nonion* sp., uzorak 1/2

TABLA 2

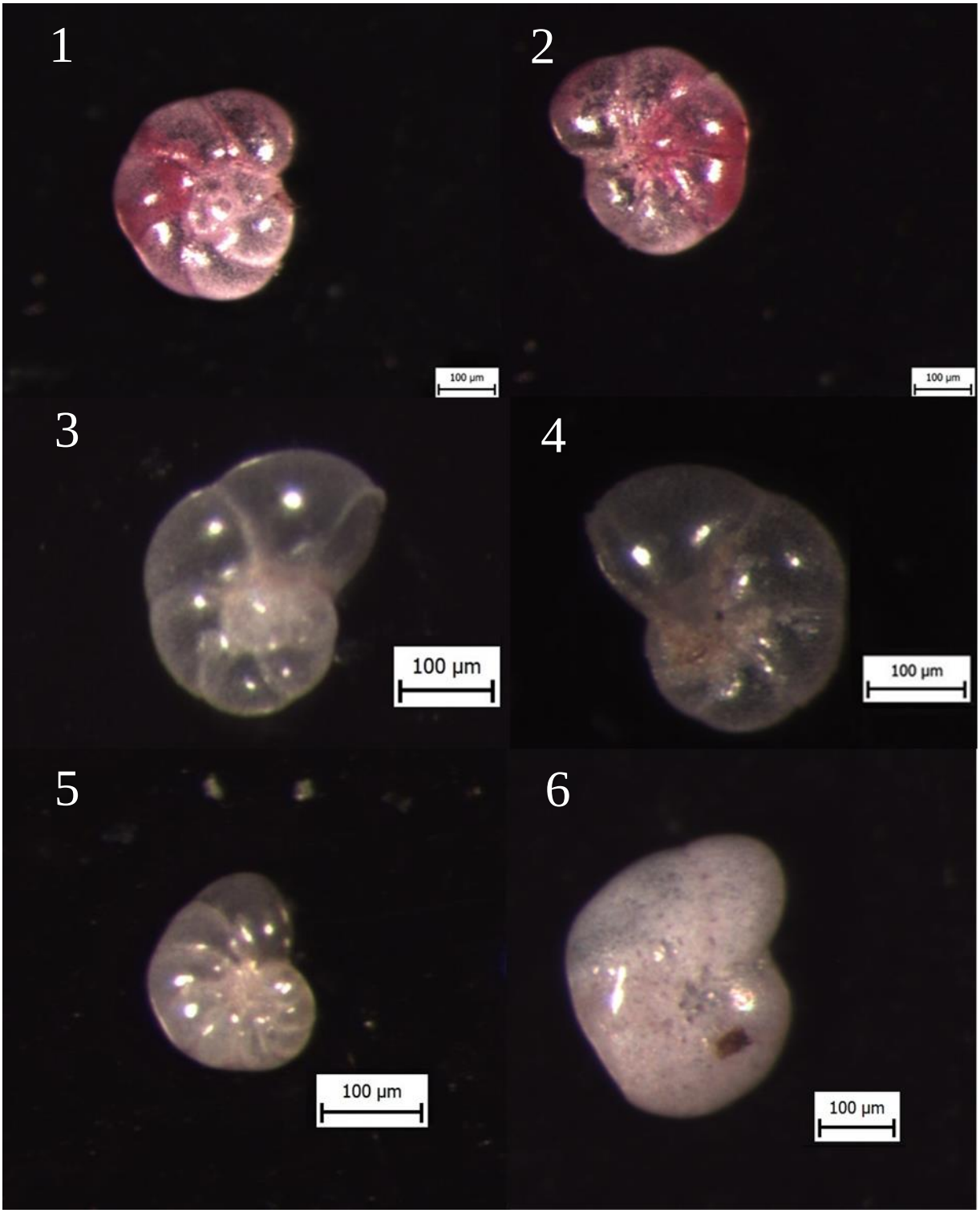


TABLA 3

Slika 1. *Porosononion* sp., uzorak KPF 1/2

Slika 2. *Porosononion* sp., uzorak KPF 1/2

Slika 3. *Nonionoides turgidus* (Williamson, 1858), uzorak 4/2, involutna strana

Slika 4. *Nonionoides turgidus* (Williamson, 1858), uzorak 4/2, evolutna strana

Slika 5. *Haynesina depressula* (Walker & Jacob, 1798), uzorak 1/5

Slika 6. *Elphidium* sp., uzorak KPF 1/4

TABLA 3

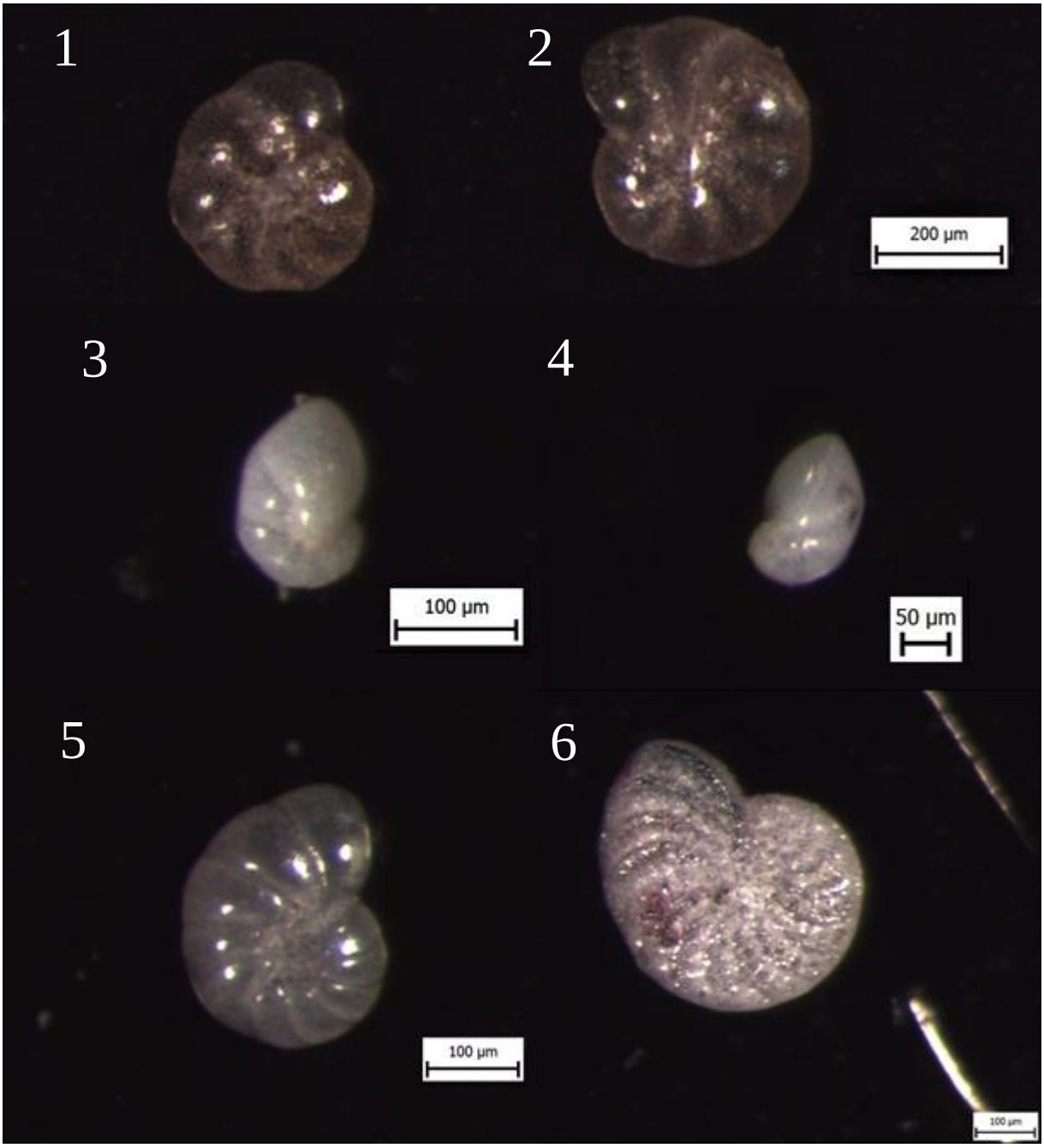


TABLA 4

Slika 1. *Asterigerinata mamilla* (Williamson, 1858), uzorak 1/1, involutna strana

Slika 2. *Asterigerinata mamilla* (Williamson, 1858), uzorak 1/2, evolutna strana

Slika 3. *Rosalina bradyi* (Cushman, 1915), uzorak KPF 1/1, evolutna strana

Slika 4. *Rosalina bradyi* (Cushman, 1915), uzorak KPF 1/1, involutna strana

Slika 5. *Bulimina elongata* (d'Orbigny, 1826), uzorak KPF 1/3

Slika 6. *Bolivina* sp., uzorak KPF 1/5

Slika 7. *Bolivina spathulata* (Williamson, 1858), uzorak KPF 1/3

TABLA 4

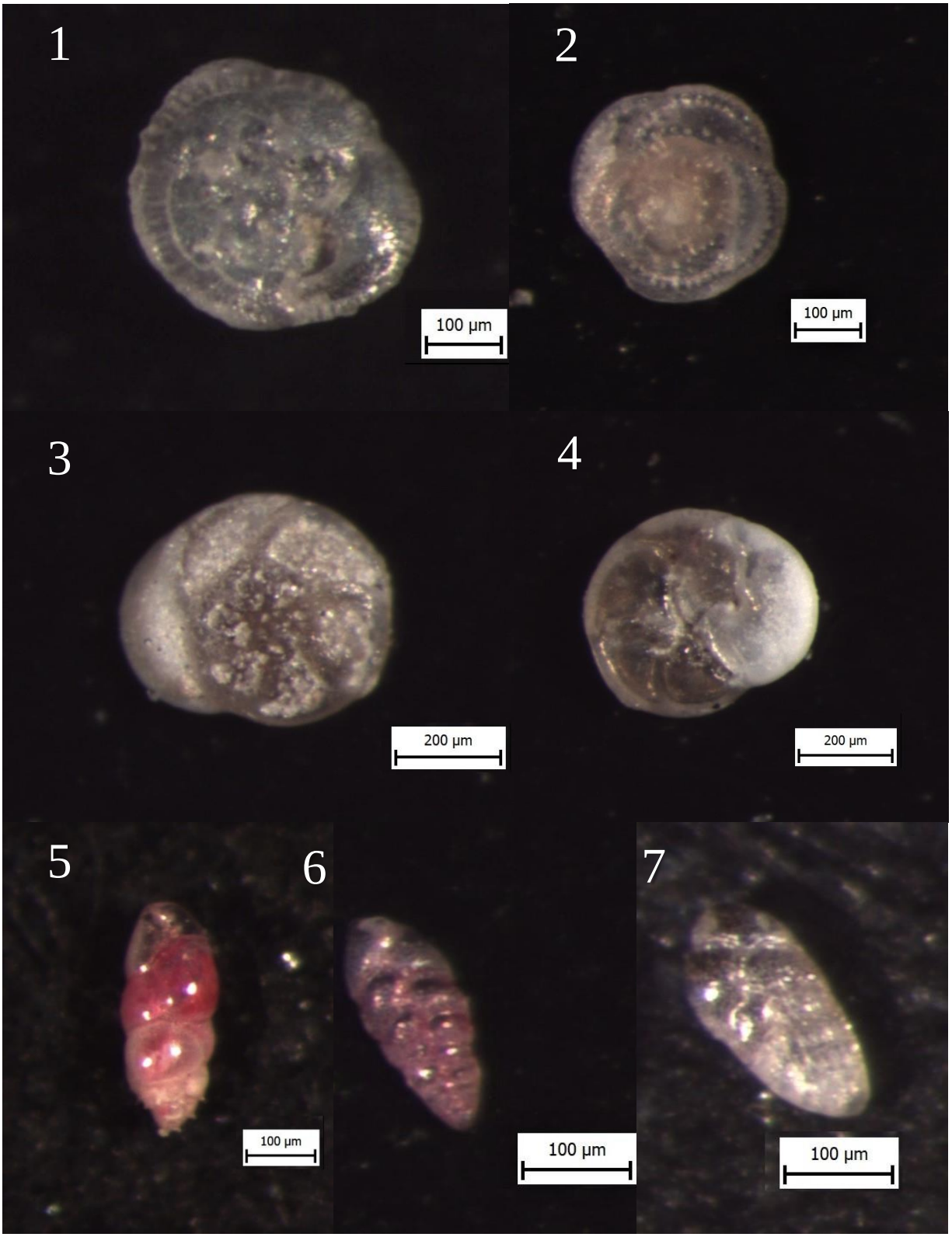


TABLA 5

Slika 1. *Bolivina striatula* (Cushman, 1922), uzorak KPF 1/2

Slika 2. *Reussella spinulosa* (Reuss, 1850), uzorak KPF 1/1

Slika 3. *Fursenkoina subacuta* (d'Orbigny, 1852), uzorak KPF 1/2

Slika 4. *Fissurina lucida* (Williamson, 1848), uzorak KPF 1/3

Slika 5. *Polymorphina* sp., uzorak KPF 4/1

Slika 6. *Lagena doveyensis* (Haynes, 1973), uzorak KPF 1/1

Slika 7. *Lagena striata* (d'Orbigny, 1839), uzorak KPF 1/3

TABLA 5

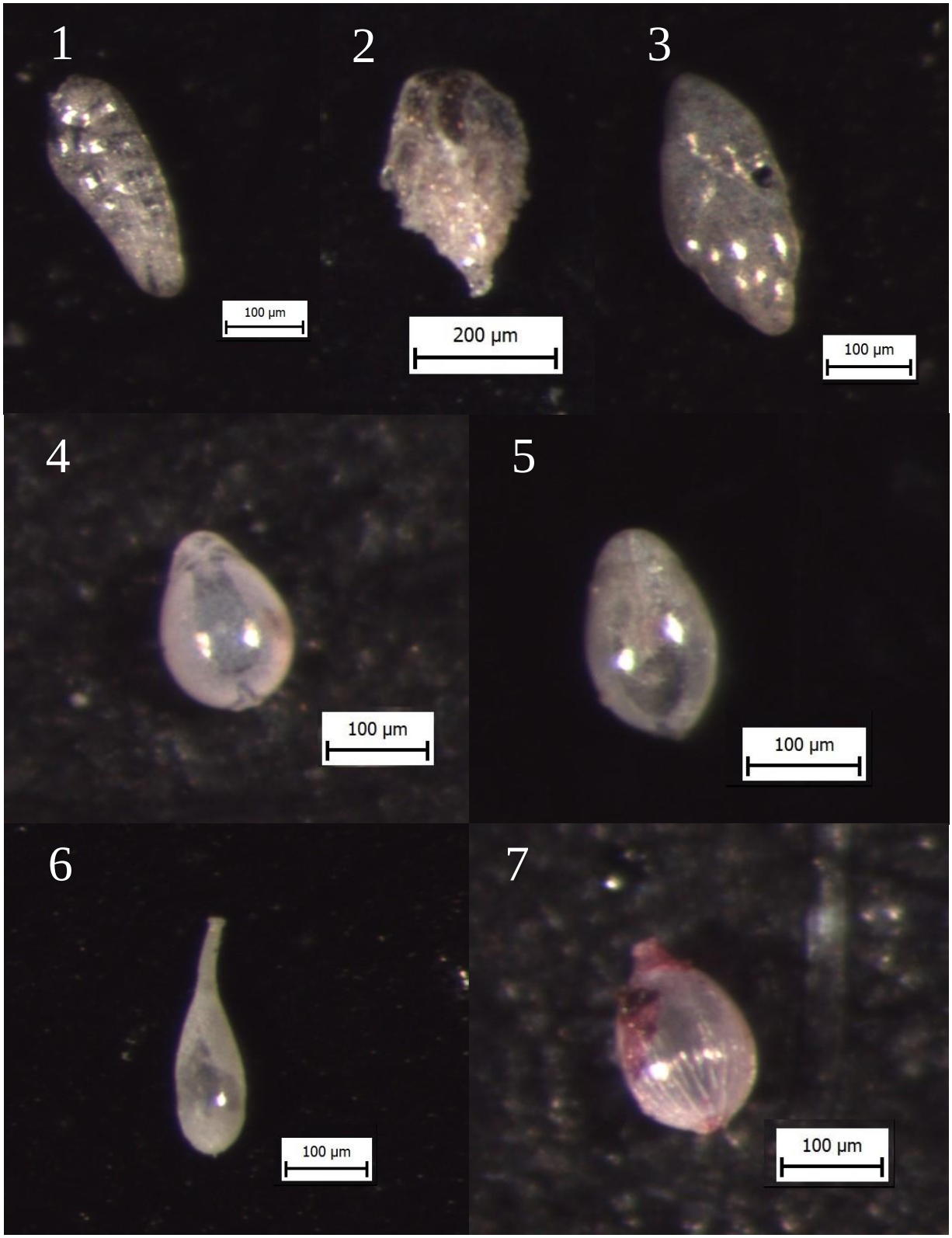


TABLA 6

Slika 1. *Adelosina* sp., uzorak KPF 1/4

Slika 2. *Spirosigmolilina* sp., uzorak KPF 1/2

Slika 3. *Triloculina* sp., uzorak KPF 1/2

Slika 4. *Triloculina* sp., uzorak KPF 1/2

Slika 5. *Triloculina oblonga* (Montagu, 1803), uzorak KPF 1/1

Slika 6. *Triloculina oblonga* (Montagu, 1803), uzorak KPF 1/1

TABLA 6

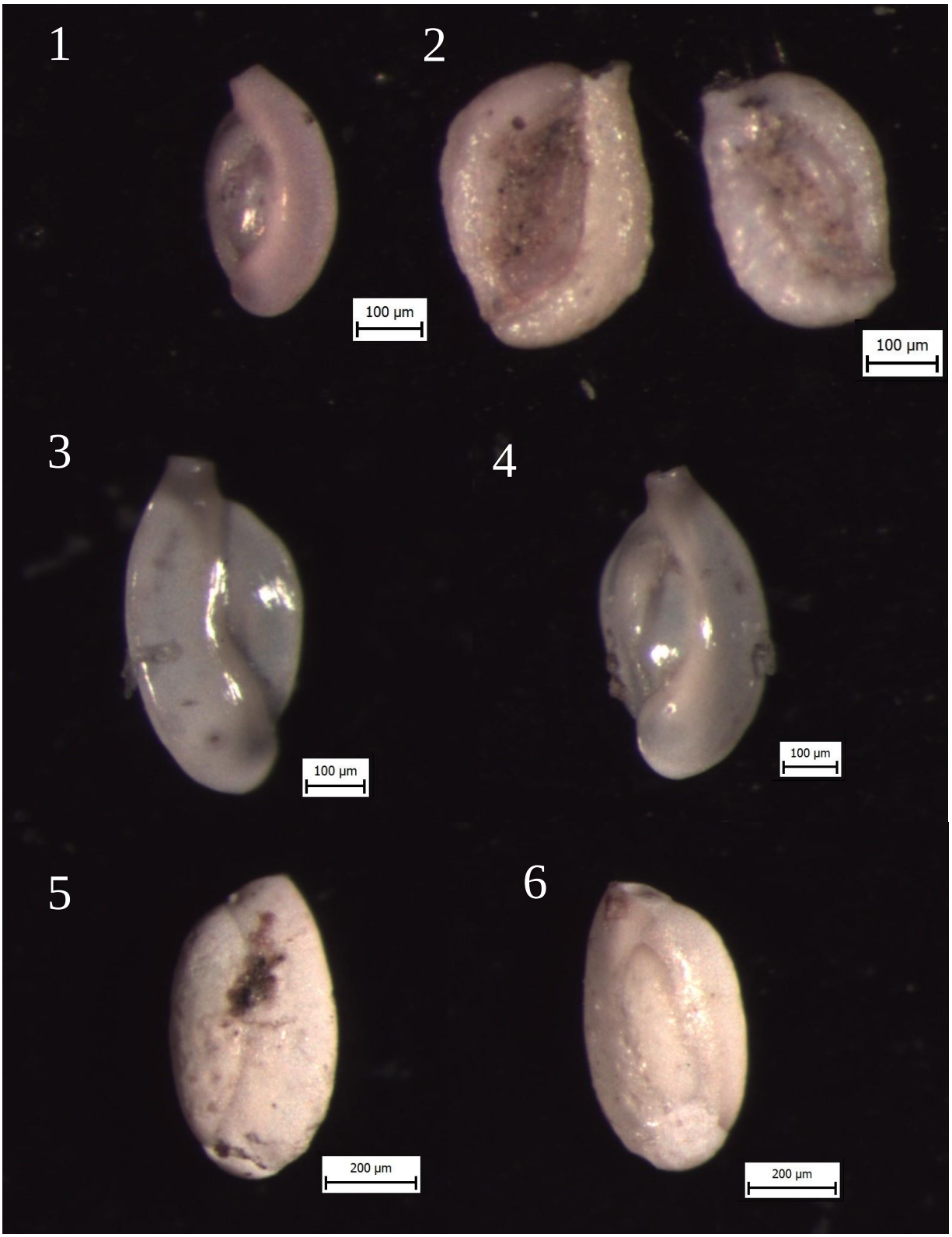


TABLA 7

Slika 1. *Pseudotriloculina* sp., uzorak KPF 4/1

Slika 2. *Quinqueloculina seminula* (Linnaeus, 1758), uzorak KPF 1/3

Slika 3. *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny, 1826), uzorak KPF 1/2

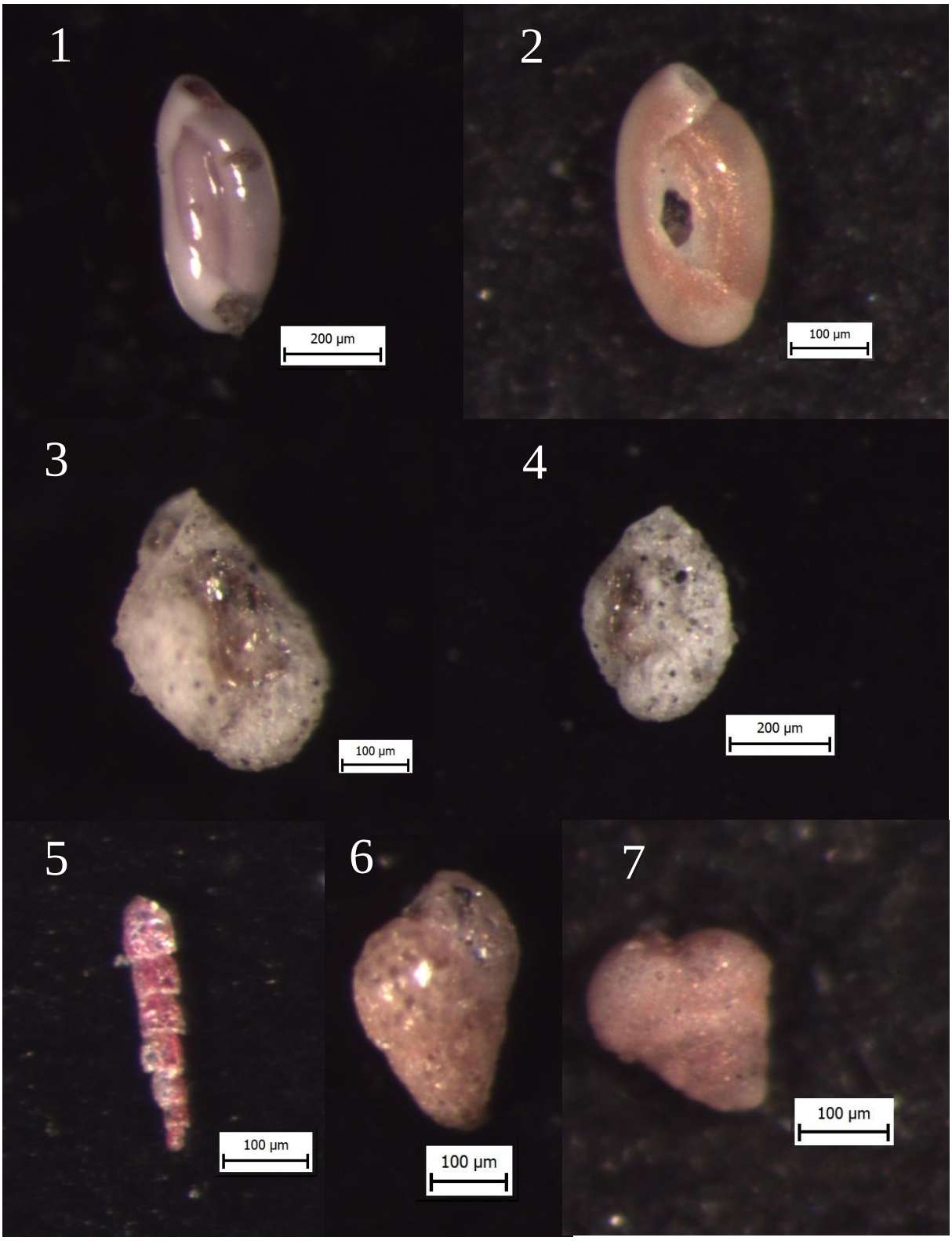
Slika 4. *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny, 1826), uzorak KPF 1/2

Slika 5. *Reophax* sp., uzorak KPF 1/1

Slika 6. *Eggerelloides* sp., uzorak KPF 1/2

Slika 7. *Textularia bocki* (Höglund, 1947), uzorak KPF 1/3

TABLA 7



I. PRILOZI

Prilog 1

Popis vrsta čije su kućice obojane Rose bengal bojilom za jezgre KPF 1 i KPF 4.

Vrste	**Broj kućica obojanih rose-bengalom**	**Način života**
Uzorak KPF 1/1		
Ammonia sp.	1	Infauna
Ammonia tepida (Cushamn, 1926)	1	Infauna
Bolivina sp.	1	Epifauna/infauna
Bulimina marginata (Fornasini, 1902)	1	Infauna
Bulimina sp.	2	Infauna
Eggerelloides sp.	2	Infauna
Porosononion sp.	1	Epifauna/epifiton
Pseudotriloculina sp.	1	Epifauna
Quinqueloculina sp.	1	Epifauna
Reophax sp.	2	Infauna
Spirosigmoilina sp.	3	Epifauna
Neodredive imperforatne	3	-
Ukupno: apsolutni broj obojanih kućica/relativni obojanih broj kućica (%) u zajednici	**19 / 6,2%**	
Uzorak KPF 1/2		
Adelosina sp.	1	Epifauna
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	5	Infauna
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	3	Infauna
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	11	Infauna
Bolivina sp.	2	Epifauna/infauna
Bolivina sptahulata (Williamson, 1858)	1	Epifauna/infauna
Bolivina striatula (Cushman, 1922)	1	Epifauna/infauna
Bulimina elongata (d'Orbigny, 1826)	3	Infauna
Bulimina sp.	1	Infauna
Eggerelloides sp.	3	Infauna
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)	2	Epifauna
Elphidium sp. (sa kilom)	2	Epifauna
Nonion sp.	5	Infauna
Nonionides turgidus (Williamson, 1858)	1	Infauna
Porosononion sp.	1	Epifauna/epifiton
Pseudotriloculina sp.	2	Epifauna
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	1	Epifauna
Quinqueloculina sp.	4	Epifauna
Reussella spinulosa (Reuss, 1850)	1	Epifiton
Spirosigmoilina sp,	2	Epifauna
Spirosigmoilina tenuis (Čžjžek, 1848)	1	Epifauna

Ukupno: apsolutni broj obojanih kućica/relativni obojanih broj kućica (%) u zajednici	**53/ 12,3%**	
Uzorak KPF 1/3		
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	3	Infauna
Ammonia sp.	3	Infauna
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	10	Infauna
Anomalinoides sp.	2	Semi-infauna
Bolivina sp.	1	Epifauna/infauna
Bolivina spathulata (Williamson, 1858)	2	Epifauna/infauna
Bulimina elongata ((d'Orbigny, 1826)	3	Infauna
Bulimina marginata (Fornasini, 1902)	1	Infauna
Bulimina sp.	1	Infauna
Cycloforina sp.	1	Epifauna
Eggerelloides sp.	4	Infauna
Elphidium sp. (sa kilom)	1	Epifauna
Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798)	2	Infauna
Lagena striata (d'Orbigny, 1839)	1	Semi-infauna
Nonion sp.	3	Infauna
Nonionoides turgidus (Williamson, 1858)	1	Infauna
Porosononion sp.	3	Epifauna/epifiton
Quinqueloculina sp.	6	Epifauna
Reussella spinulosa (Reuss, 1850)	1	Epifiton
Spirosigmoilina sp.	1	Epifauna
Textularia bocki (Höglund, 1947)	2	Epifauna
Triloculina marioni (Schlumberger, 1893)	1	Epifauna
Valvulineria sp.	1	Infauna
Neodredive perforatne	2	-
Neodredive imperforatne	5	-
Neodredive aglutinirane	2	-
Ukupno: apsolutni broj obojanih kućica/relativni obojanih broj kućica (%) u zajednici	**63 / 11%**	
Uzorak KPF 1/4		
Adelosina sp.	1	Epifauna
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	1	Infauna
Bolivina sp.	2	Epifauna/infauna
Bolivina sp.	1	Epifauna/infauna
Bolivina sptahulata (Williamson, 1858)	1	Epifauna/infauna
Bolivina striatula (Cushman, 1922)	1	Epifauna/infauna
*Eggerelloide*s sp.	1	Infauna
Fissurina lucida (williamson, 1848)	2	Infauna
Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798)	2	Infauna
Porosononion sp.	2	Epifauna/epifiton
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	1	Epifauna
Quinqueloculina sp.	5	Epifauna
Reophax sp.	1	Infauna
Sigmoilina costata (Schlumberger, 1894)	1	Epifauna
Siphonaperta sp.	1	Epifauna
Ukupno: apsolutni broj obojanih kućica/relativni obojanih broj kućica (%) u zajednici	**23 / 8,8%**	

Uzorak KPF 1/5		
Ammonia sp.	1	Infauna
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	2	Infauna
Anomalinoides sp.	1	Semi-infauna
Bolivina sptahulata (Williamson, 1858)	2	Epifauna/infauna
Bulimina marginata (Fornasini, 1902)	1	Infauna
Eggerelloides sp.	1	Infauna
Nonion sp.	4	Infauna
Porosononion sp.	1	Epifauna/epifiton
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	1	Epifauna
Quinqueloculina sp.	1	Epifauna
Ukupno: apsolutni broj obojanih kućica/relativni obojanih broj kućica (%) u zajednici	**15 / 7,8%**	
Uzorak KPF 4/1		
Bolivina difformis (Williamson, 1858)	1	Epifauna/infauna
Porosononion sp.	1	Epifauna/epifiton
Ukupno: apsolutni broj obojanih kućica/relativni obojanih broj kućica (%) u zajednici	**2 / 4,3%**	
Uzorak KPF 4/2		
Ammonia inflata (Seguenza, 1862)	1	Infauna
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	2	Infauna
Textularia bocki (Höglund, 1947)	1	Epifauna
Eggerelloides sp.	1	Infauna
Bolivina spathulata (Williamson, 1858)	1	Epifauna/infauna
Siphonaperta aspera (d'Orbigny, 1826)	1	Epifauna
Ukupno: apsolutni broj obojanih kućica/relativni obojanih broj kućica (%) u zajednici	**7 / 9,9%**	
Uzorak KPF 4/3		
Ammonia tepida (Cushman, 1926	1	Infauna
Quinqueloculina sp.	1	Epifauna
Neodrediva perforatna	1	-
Ukupno: apsolutni broj obojanih kućica/relativni obojanih broj kućica (%) u zajednici	**3 / 8,6%**	
Uzorak KPF 4/4		
Bolivina sp.	1	Epifauna/infauna
Ukupno: apsolutni broj obojanih kućica/relativni obojanih broj kućica (%) u zajednici	**1 / 1,4%**	
Uzorak KPF 4/5		
Bolivina sp.	2	Epifauna/infauna
Bolivina spathulata (Williamson, 1858)	1	Epifauna/infauna
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	1	Infauna
Valvulineria sp.	1	Infauna
Ukupno: apsolutni broj obojanih kućica/relativni obojanih broj kućica (%) u zajednici	**5 / 6,7%**	