

# Paleookolišna rekonstrukcija estuarija rijeke Krke tijekom holocena temeljem bentoskih krednjaka (Foraminifera)

---

Hus, Petra

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:639910>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-05**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Petra Hus

**Paleookolišna rekonstrukcija estuarija rijeke  
Krke tijekom holocena temeljem bentoskih  
krednjaka (Foraminifera)**

Diplomski rad

Zagreb, 2023.

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Petra Hus

**Paleoenvironmental reconstruction of the  
Krka River estuary in Holocene using benthic  
foraminiferans**

Master thesis

Zagreb, 2023

Ovaj rad je izrađen u Laboratoriju za mineralne sirovine na Hrvatskom geološkom institutu, pod mentorstvom dr.sc. Dee Brunović, te komentorstvom prof. dr. sc. Renate Matoničkin Kepčije. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra eksperimentalne biologije.

## Zahvale i posvete

Veliku zahvalu i priznanje dugujem svojoj mentorici, dr. sc. Dei Brunović, koja me u dvije godine naučila svemu što danas znam da postanem mikropaleontolog. Uz njezin sam entuzijazam, dobru volju i pomoć dovršila praksu i izradila diplomski rad. Samim time, jedan sam korak bliže svojim snovima. Dugujem joj sanduk Cole i krunu.

Također, zahvaljujem na velikoj potpori svojoj komentorici, prof. dr. sc. Renati Matonićkin Kepčiji, koja je uvijek bila tu za mene kada mi je trebala pomoć, savjet ili kava te mag. oecol. Vesni Gulin Beljak za pomoć i dobar humor.

Nadalje, veliko hvala mojem dečku i prijateljima na potpori i strpljenju te slušanju o krednjacima po kavama. Nadam se da su do sada naučili što su krednjaci i da će razumjeti moje izlaganje ovog diplomskog rada.

Diplomski rad je izrađen u sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost "*QMAD: Porijeklo i taloženje sedimenata u vrijeme kasno kvartarnih promjena morske razine: Sustav rijeke Krke i Srednjojadranske kotline (Sediments between source and sink during a Late Quaternary eustatic cycle: The Krka and the Mid Adriatic Deep System-QMAD)*".

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

## Paleookolišna rekonstrukcija estuarija rijeke Krke tijekom holocena temeljem bentoskih krednjaka (Foraminifera)

Petra Hus

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Krednjaci su jednostanični heterotrofni organizmi koji su važni paleoindikator kroz geološku prošlost. U ovom radu ispituje se važnost recentnih krednjaka kao bioindikatora okoliša i događaja tijekom holocena na području Jadranskoga mora. Istraživanje je provedeno na Prokljanskom jezeru, dijelu estuarija rijeke Krke. Analizirana jezgra sedimenata dugačka je 5.3 m i stara više od 9600 godina, odnosno obuhvaća period od ranog holocena do danas. Napravljene su mikropaleontološke i granulometrijske analize, analize radioaktivnog izotopa ugljika te organskog dušika i ugljika. Rezultati su omogućili podjelu jezgre na tri zone i pokazali tijek transgresije mora u estuariju rijeke Krke. Prva zona obuhvaća bazalni dio jezgre u kojem vrste krednjaka (najviše *Ammonia tepida*) upućuju na bočati okoliš s ograničenim utjecajem morske vode. Druga zona je tranzicijski interval sa značajnijim utjecajem mora što se odražava i u prisutnim zajednicama krednjaka, smanjenjem brojnosti vrste *A. tepida*. Konačno, treća zona sadrži isključivo vrste tipične za morski okoliš uz dominaciju vrste *Haynesina* sp. Istraživanjem je dokazano da se analizom zajednice krednjaka mogu dobiti važni podaci o nekadašnjem okolišu. Detaljne rekonstrukcije paleookoliša duž istočne obale Jadrana još uvijek su malobrojne. Stoga će ovaj rad značajno doprinijeti boljem razumjevanju promjena koje su se tijekom holocena dogodile na istraživanom prostoru.

Ključne riječi: Prokljansko jezero, paleoekologija, Jadransko more, bočata voda, bioindikator  
(67 stranica, 14 slika, 24 tablica, 91 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Mentor: dr.sc. Dea Brunović  
Komentor: prof. dr. sc. Renata Matoničkin Kepčija

Ocjenitelji:

prof. dr. sc. Renata Matoničkin Kepčija

izv. prof. dr. sc. Jasna Lajtner

doc. dr. sc. Sandra Hudina

Rad prihvaćen: (navesti datum sjednice Povjerenstva za diplomske radove na kojoj je rad prihvaćen)

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Master thesis

# Paleoenvironmental reconstruction of the Krka River estuary in the Holocene using benthic foraminiferans

Petra Hus

Rooseveltovej trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Foraminifera are unicellular heterotrophic protists that are valuable palaeoindicators in geology. This paper evaluates the importance of the recent foraminifera as proxies of the Holocene paleoenvironmental changes in the Adriatic Sea. The study was conducted in the Prokljan Lake (Krka River estuary). The analyzed sediment core is 5.3 m long and over 9.600 years old. The foraminifera assemblages were used for paleoenvironmental assessment and the obtained data were supplemented with radiocarbon isotope dating, organic C/N, and grain size analyses. According to the results, the core can be divided into 3 zones. The first zone, in the basal part of the core, is dominated by *Ammonia tepida* and it suggests the existence of a brackish environment with limited marine influence. The second zone is a transitional zone, with a decrease in the abundance of *Ammonia tepida* and stronger marine influence. Finally, the third zone has typical marine species with the dominance of *Haynesina* sp. This research demonstrated that foraminifera are important proxies of paleoenvironmental changes. Detailed reconstructions of paleoenvironments along the eastern coast of the Adriatic are still scarce. Therefore, this work will significantly contribute to a better understanding of the changes that occurred during the Holocene in the investigated area.

Keywords: Prokljan Lake, Palaeoecology, Adriatic Sea, brackish environment, bioindicators  
(67 pages, 14 figures, 24 tables, 91 references, original in: Croatian)  
Thesis is deposited in Central Biological Library.

Mentor: Dea Brunović, PhD  
Co-mentor: Prof. Renata Matoničkin Kepčija, PhD

Reviewers: naci titule na eng

Prof. Renata Matoničkin Kepčija, PhD

Assoc. Prof. Jasna Lajtner, PhD

Asst .Prof. Sandra Hudina, PhD

Thesis accepted:

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
1.1. OSNOVNA OBILJEŽJA KREDNJAKA (FORAMINIFERA) I TAKSONOMIJA	1
1.1.1. Taksonomija i filogenija krednjaka	1
1.1.2. Opće osobine krednjaka	1
1.1.3. Geološka važnost krednjaka	3
1.1.4. Važnost krednjaka za paleoekološke rekonstrukcije	4
1.2. GEOLOŠKA EPOHA HOLOCEN	7
1.3. RAZVOJ JADRANSKOG MORA I UTJECAJ NA RAZINU MORA TIJEKOM HOLOCENSKIH KLIMATSKIH PROMJENA	10
<b>2. CILJ ISTRAŽIVANJA</b>	<b>12</b>
<b>3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA</b>	<b>13</b>
3.1. GEOLOŠKI RAZVOJ ŠIREG PODRUČJA RIJEKE KRKE	13
3.2. BIOLOŠKA OBILJEŽJA ESTUARIJA RIJEKE KRKE I PROKLJANSKOG JEZERA	14
<b>4. MATERIJALI I METODE</b>	<b>16</b>
4.1. TERENSKE METODE	16
4.2. LABORATORIJSKE METODE	16
4.2.1. OBRADA UZORAKA I MIKROPALEONTOLOŠKA ANALIZA	16
4.2.2. Metoda radioaktivnog ugljika	19
4.2.3. Analiza organskog ugljika i dušika	20
4.2.4. Granulometrijska analiza sedimenta	20
4.3. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA	21
<b>5. REZULTATI</b>	<b>23</b>
5.1. OPIS JEZGRE PROK-3	23
5.2. REZULTATI LABORATORIJSKIH METODA	24
5.2.1. Rezultati mikropaleontološke analize	24
5.2.1.1. Opis sadržaja uzorka 7-9	27
5.2.1.2. Opis sadržaja uzorka 52-54	28
5.2.1.3. Opis sadržaja uzorka 93-94	29
5.2.1.4. Opis sadržaja uzorka 178-179	30
5.2.1.5. Opis sadržaja uzorka 253-254	31
5.2.1.6. Opis sadržaja uzorka 293-294	32
5.2.1.7. Opis sadržaja uzorka 351-353	33



5.2.1.8.	Opis sadržaja uzorka 372-373	34
5.2.1.9.	Opis sadržaja uzorka 404-405	35
5.2.1.10.	Opis sadržaja uzorka 418-420	36
5.2.1.11.	Opis sadržaja uzorka 433-434	37
5.2.1.12.	Opis sadržaja uzorka 482-483	38
5.2.1.13.	Opis sadržaja uzorka 496-497	39
5.2.1.14.	Opis sadržaja uzorka 502-503	40
5.2.1.15.	Opis sadržaja uzorka 512-513	41
5.2.1.16.	Opis sadržaja uzorka 521-522	42
5.2.1.17.	Opis sadržaja uzorka 527-537	43
5.2.2.	Rezultati datiranja metodom radioaktivnog ugljika	44
5.2.3.	Rezultati analize organskog ugljika i dušika i granulometrijske analize	45
5.3.	REZULTATI STATISTIČKE OBRADJE PODATAKA	46
5.3.1.	Indeksi biorazolikosti	46
5.3.2.	Trokomponentni dijagram	49
<b>6.</b>	<b>RASPRAVA</b>	<b>51</b>
6.1.	ZONA 1 (> 9 600 BP)	51
6.2.	ZONA 2 (9 600 – 8 700 BP)	52
6.3.	ZONA 3 (8 700 BP – DANAS)	53
<b>7.</b>	<b>ZAKLJUČAK</b>	<b>57</b>
<b>8.</b>	<b>LITERATURA</b>	<b>58</b>
<b>9.</b>	<b>ŽIVOTOPIS</b>	<b>67</b>
9.1.	POPIS RADOVA I KONGRESNIH PRIOPĆENJA	67
<b>10.</b>	<b>PRILOZI</b>	<b>68</b>

## Kratice

- **AD** lat. *Anno Domini*, godina poslije Krista
- **BC** eng. *Before Christ*, godina prije Krista
- **BP** eng. *before present*, godina prije sadašnjosti
- **cal BP** eng. *calendar BP*, kalendarske godine prije sadašnjosti (sadašnjost je određena kao 1950. AD)
- **GSSP** eng. *Global Stratotype Section and Point*, Točka globalnog stratotipa
- **ka** lat. *kilo annum*, prije tisuću godina
- **LGM** eng. *Last glacial maximum*, zadnji glacijalni maksimum
- **TIC** eng. *Total inorganic carbon*, ukupni anorganski ugljik
- **TOC** eng. *Total organic carbon*, ukupni organski ugljik

# 1. UVOD

## 1.1. Osnovna obilježja krednjaka (Foraminifera) i taksonomija

### 1.1.1. Taksonomija i filogenija krednjaka

Krednjaci (Foraminifera) su jednostanični heterotrofni eukariotski organizmi dominantno prisutni u planktonu ili bentosu mora, te pripadaju klasteru Rhizaria (Adl i sur. 2007). Neki od rodova također su prilagođeni životu u slatkim vodama i tlu kao što je primjerice rod *Lacogromia* (Siemensma i sur. 2017). Smatra se da su krednjaci primarno marinski protisti te da je mali postotak slatkovodnih krednjaka evoluirao naseljavanjem područja kao posljedica transgresije i regresije mora (Holzmann i sur. 2021).

Taksonomija krednjaka ima kompliciranu i bogatu prošlost, od činjenice da su ih znanstvenici u 18. stoljeću prvo smatrali glavonošcima pa sve do danas kada još uvijek nije točno razjašnjeno njihovo filogenetsko porijeklo. Najpoznatija podjela je ona od Loeblich i Tappana (1988) prema kojoj se razred Foraminifera dijeli na 12 podredova, među kojima su planktonski oblici te izumrli krednjaci (Sen Gupta i Barun 2002; Pawlowski i sur. 2013). Razvojem filogenetike i novijih molekularnih metoda, došlo je do raznolikih novih klasifikacija. Primjerice, Boltovskoy i Wright (2013) su naveli da su najbliži srodnici krednjaka okučeni (Testacea) zbog veoma sličnog koncepta građe kućica i filopodija. Nadalje, Pawlowski i sur. (2013) predložili su novi model klasifikacije krednjaka uzimajući u obzir morfološke i molekularne rezultate. Pomoću ribosomalne DNA, male podjedinice ribosoma, aktina, beta-tubulina i RNA polimeraze, rekonstruirali su filogenetsko stablo na kojem se jasno ističu tri velike skupine s morfološkim razlikama. Razred Globothalamea s globularnim oblikom klijetki, razred Tubothalamea s tubularnim oblikom klijetki te parafiletska skupina monotalamničnih aglutiniranih i organskih rodova. Također su pretpostavili da je red Textulariida također parafiletička skupina jer nije dobro podržana u filogenetskom stablu. Nadalje, tri reda, Lagenida, Fusulinida i Involutinida ostali su neodređenog porijekla radi manjka molekularnih sekvenci. Njihov zaključak je da su planispiralne i trohospiralne kućice nastale dva ili tri puta nezavisno od monotalamničnih, koje su bazalna parafiletička grupa izrađenog filogenetskog stabla. Nažalost, još uvijek ima neodgovorenih pitanja i nesigurnih položaja pojedinih skupina (Pawlowski i sur. 2013).

### 1.1.2. Opće osobine krednjaka

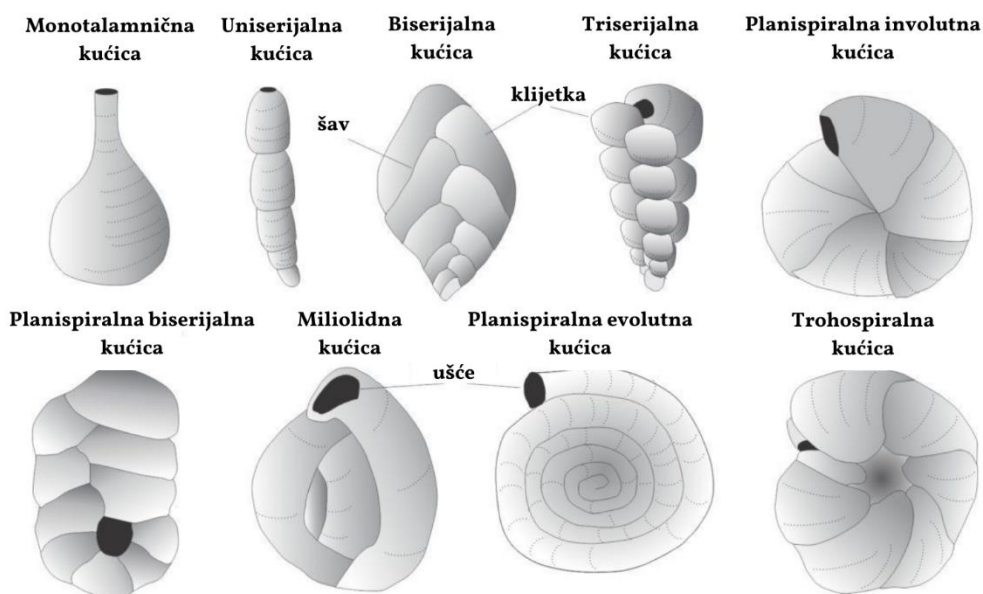
Krednjaci, osim što su ključni za bioprodukciju kalcijeva karbonata, također su i glavni modelni organizmi za istraživanje paleoekologije. S obzirom da ih ima u planktonu i u bentosu, njihova mnogobrojnost uvelike olakšava istraživanja jer je dovoljna mala količina materijala za proučavanje da se dobiju statistički značajni rezultati. Kućica krednjaka između ostalog sadrži i ogranele poput Golgijevog tijela i endoplazmatskog retikuluma pomoću kojih izlučuje vapnenačku stijenu. Rast se odvija od početne klijetke (prolokulusa) pa

sve do zadnje najmlađe klijetke koja je ujedno i najveća. Prema tome, krednjake možemo podijeliti i prema morfologiji kućice (Slika 1). Najjednostavnija podjela je na monotalamničnu, planispiralnu i trohospiralnu. Nadalje, posjeduju veliku fenotipsku plastičnost koja ponekad zadaje probleme u razlučivanju vrsta. S pozitivne strane, pomoću njihove morfologije, možemo razlučiti okolišne uvjete u kojima su živjeli te se lako "uzgajaju" u umjetnim kulturama za filogenetske analize (Boltovskoy i Wright 2013). Valja napomenuti da njihova stanica ima eukariotski tip građe te da glavni dio stanice čini njihov lokomotorni sustav, odnosno pseudopodiji (filopodiji i retikulopodiji) koji su dio ektoplazme, dok je endoplazma unutar stanice zajedno sa svim potrebnim organelima za održavanje životnih funkcija.

Razmnožavanje krednjaka se sastoji od izmjene spolne i nespodne generacije. Diploidna jedinka zove se agamont te ona mejozom stvara gamonte i shizonte. Razlika je u tome da shizonti mitozom stvaraju istovjetne jedinice (kojima prosljeđuju i svoje endosimbionte ukoliko ih posjeduju) dok gamonti stvaraju biflagelatne gamete te dolazi do oplodnje i ponovnog stvaranja agamonta. Iako se spolnim razmnožavanjem povećava genetska raznolikost i otvara put za nove mutacije, ono nije uvijek poželjno (primjerice, u nepovoljnim uvjetima bez dovoljno nutrijenata potrebnih za energiju stvaranja gameta) pa se krednjaci većinom razmnožavaju nespodno (Murray 2006) Također, valja razlučiti pojam mikrosferične i makrosferične generacije. Mikrosferične jedinice su agamont i shizont dok je makrosferična jedinka gamont. Navedeni pojmovi primarno se odnose na veličinu prolokulusa prilikom prve diobe, tj. mikrosferična jedinka ima manji prolokulus, ali veću kućicu i obrnuto (Murray 2006).

Nadalje, poznato je da su krednjaci u mutualističkom odnosu s endosimbiontima (jednostanične zelene alge, crvene alge, dinoflagelati, alge kremenjašice) što im omogućava da žive u oligotrofnom okolišu i zauzmu ekološke niše koje bi im inače bile nepristupačne (proces biomiksotrofije), npr. donji dio foticke zone i planktonski krednjaci (Selosse i sur. 2017). Proces biomiksotrofije zabilježen je u planktonskih krednjaka određenih porodica i velikih bentoskih krednjaka. Planktonski krednjaci u sklopu svojeg skeleta imaju strukture zvane spine (eng. *spines*) oko kojih je ektoplazma sa simbiotskim algama ili se simbionti nalaze unutar same stanice krednjaka. Najpoznatije porodice planktonskih krednjaka s algalnim simbiontima (dinoflagelati) su Globigerinidae, Globorotaliidae i Candeinidae (Takagi i sur. 2019). Veliki bentoski krednjaci su polifiletička skupina unutar koje je algalna endosimbioza evoluirala zasebno unutar različitih porodica i redova. Česti su na karbonatnim platformama i morskim grebenima gdje su od velike važnosti u održavanju kemijske ravnoteže, a redovi koje uključuju su Rotaliida i Miliolida (Sen Gupta i Barun 2002). Primijećeno je da krednjaci unutar reda Rotaliida većinom imaju alge kremenjašice za endosimbionte, dok je red Miliolida domaćin različitim drugim autotrofnim grupama kao što su zelene i crvene alge te dinoflagelati (Prazeres i Renema 2019). Također, Prazeres i Renema (2019) su u svojem radu istraživali povezanost ne samo velikih bentoskih krednjaka i endosimbionata, nego i povezanost s bakterijama i

cijanobakterijama te su otkrili da ukoliko nema drugog izvora organske tvari, krednjaci se mogu hraniti bakterijama dok cijanobakterije mogu pripomoći u miksotrofiji kod prisutnosti svjetla. Također, smatra se da je većina krednjaka omnivorna, dok su neki krednjaci jako oportunistički nastrojeni što im omogućava još širi raspon ekoloških niša, iako postoje iznimke. Primjerice vrsta *Bulimina marginata* d'Orbigny, 1826 je predator nad drugim krednjacima i organizmima te se hrani isisavajući citoplazmu iz kućice (Boltovskoy i Wright 2013).



Slika 1. Različita morfologija kućica krednjaka (Izvor: <https://www.geological-digressions.com/carbonates-in-thin-section-forams-and-sponges/>).

### 1.1.3. Geološka važnost krednjaka

Geološki gledano, točna filogenija nije od presudne važnosti. Krednjaci se primarno koriste za paleoekološku interpretaciju, stoga su važni tip stijenke kućice, uvjeti u kojem određena vrsta živi i način života kako bi interpretacija bila što točnija (Brunović i sur. 2019; Khanolkar i Saraswati 2019). Osim ranije navedene morfološke podjele i veoma komplicirane filogenetske klasifikacije postoji i tradicionalna geološka podjela krednjaka je po sastavu stijenke koja se koristi u geološkim istraživanjima.

Razlikujemo imperforatne (porcelanaste) krednjake, čija je stijenka sastavljena od horizontalno položenih kristala kalcijeva karbonata ili u formi kalcita. Prema opće prihvaćenoj taksonomiji (Loeblich i Tappan 1988), predstavnici ove skupine pripadaju većinom redu Miliolida. Također, postoje i staklasti ili perforatni krednjaci čija je stijenka izgrađena od vodoravno položenih kristalića kalcita. Najpoznatiji i najbogatiji red staklastih krednjaka je Rotaliida. U red Textulariida pripadaju krednjaci s aglutiniranom stijenkom, koji na organski sloj "lijepe" čestice pijeska, alge kremenjašice i druge čestice iz okoliša. Konačno, postoje fuzulidni krednjaci (red Fusulinida) čija je stijenka vapnenačko sitnozrnata, provodni su za paleozoik te je potom došlo do njihovog izumiranja (Sen Gupta i Barun 2002).

Krednjaci su idealni provodni fosili za sva razdoblja geološke prošlosti (osim krednjaka reda Allogromiida čija je stijenka organska i samim time slabog fosilizacijskog potencijala) i izvrsni biostratigrafski indikatori (Khanolkar i Saraswati 2019). Osim provodnih fosila, krednjaci se koriste i za paleookolišne rekonstrukcije, te su obično bentoski i planktonski krednjaci pokazatelji različitih paleookolišnih uvjeta (Felja i sur. 2015; Seeliger i sur. 2021). Primjerice, planktonski krednjaci se koriste za rekonstrukciju paleodubine, kretanja vodenih masa, ekoloških i zoogeografskih zona i paleotemperature, dok su bentoski krednjaci indikatori primjerice trofičkog statusa, tipa staništa i abiotičkih čimbenika (Boltovskoy i Wright, 2013). U različitim okolišima vladaju različiti ekološki uvjeti, a krednjaci svojim kratkim generacijskim vremenom, velikom brojnošću i brzom reakcijom na stresne uvjete mogu biti izvrstan pokazatelj promjena u okolišu (Sen Gupta i Barun 2002; Murray 2006). Radi komplicirane taksonomske podjele, mikropaleontolozi dijele krednjake na spomenute velike bentoske krednjake, male bentoske krednjake i planktonske krednjake. U ovom radu fokus će biti isključivo na malim bentoskim krednjacima.

#### 1.1.4. Važnost krednjaka za paleoekološke rekonstrukcije

Paleoekološke rekonstrukcije zasnivaju se na jednom jednostavnom principu, a to je načelo aktualizma. Načelo aktualizma je koncept da je "sadašnjost ključ prošlosti", odnosno na temelju organizama čija je ekologija danas poznata, može se zaključiti kako su živjeli organizmi u prošlosti (Dodd i Stanton 1991). Danas se razlikuju sesilni i slobodni oblici krednjaka, planktonski i bentoski te infauna ili epifauna. Temeljem njihove morfologije te istim principom mogu se razlikovati i fosilni krednjaci. Način života krednjaka je ostao isti kroz cijelu geološku prošlost, infauna ili epifauna te plankton ili bentos. Također, po tipu prehrane oni mogu biti predatori ili detritivori.

Na krednjake također utječu abiotički uvjeti (svjetlost, salinitet, koncentracija kisika, substrat, nutrijenti itd.) i biotički uvjeti kao predacija ili kompeticija s drugim vrstama, ali i intraspecijska kompeticija za prostor. Primjerice, Kitazato (1981) je eksperimentalno dokazao reakciju određenih rodova na svjetlost.

Pozitivno fototaksični su rodovi *Cibicides* i *Elphidium* koji su ujedno i epifauna ili epifiton, dok su negativno fototaksični rodovi većinom oportunistički ili infaunalni kao *Ammonia*, *Astrononion*, *Bolivina*, *Buliminella*, *Fissurina* i *Uvigerinella*. Također, fototaksija ovisi o tome ima li krednjak algalne endosimbionte. Primjećeno je da se vrsta *Elphidium crispum* koji živi epifitski, kada treba izbaciti gamete u otvorenu vodu, penje na viši dio alge (Manley i Shaw 1997; Murray 2006). Osim načina života, jako bitno je naglasiti da postoje i oportunističke vrste i generalisti. Oportunističke vrste poput *Ammonie tepide* u kratkom vremenskom roku mogu znatno povećati svoju brojnost te tako potpuno zauzeti novu ekološku nišu. Generalisti postepeno povećavaju svoje brojeve u povoljnim uvjetima (Murray 2006). Krednjaci, osim što su odlični paleoekološki indikatori, također su i dobri bioindikatori zagađenja (nafta, teški metali) gdje dominira uglavnom rod *Ammonia* uz primjećene abnormalnosti kućice (El Baz 2017; El Baz i Khalil 2018; El-Kahawy i sur. 2018).

Murray (2006) je u svojoj knjizi "Ecology and applications of benthic foraminifera" sumirao podatke provedenih istraživanja te napravio popis recentnih rodova i vrsta s njihovim ekološkim preferencijama. U Tablici 1 navedene su ekološke preferencije nekih najučestalijih rodova i vrsta.

Tablica 1: Ekološki zahtjevi vrsta i rodova prema Murray (2006).

VRSTE	EKOLOŠKE PREFERENCIJE
<i>Ammonia</i> sp. grupa	Infauna, herbivori i detritivori; rasprostranjena u rubnim marinskim okolišima kozmopolitski; česta u sedimentu s visokim postotkom gline i organskog ugljika; salinitet 10-31 ‰; močvare do šelfna mora; tolerira hipoksiju i organska zagađenja
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	Slobodna infauna, herbivor (alge kremenjašice i cijanobakterije); rasprostranjena u rubnim marinskim okolišima u Europi i Mediteranu i lagunama SAD-a; česta u sedimentu s varijabilnim postotkom gline i organskog ugljika; salinitet 0-35 ‰
<i>Elphidium</i> sp.	Slobodna infauna, pijesak i glina; herbivor; salinitet 0-70 ‰, brakične do hipersaline lagune, unutarnji šelf
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak, 1888)	Epifauna (pričvršćena), čvrsti substrat; herbivor; umjerena temperatura, unutarnji šelf
<i>Textularia bocki</i> Höglund, 1947	Epifauna; infralitoral do cirkalitoral
<i>Aubignyna perlucida</i> (Heron-Allen & Earland, 1913)	Tolerira salinitet 28-32 ‰ i temperaturu 6-27°C; toplovodna vrsta
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)	Infauna ili epifauna, herbivor: privremeno pričvršćena; bočati i morski okoliš, umjerena klima, unutrašnji šelf
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny, 1826	Duboka infauna, podnosi anoksiju, ponekad u površinskom sedimentu; kolonizira bušotine makrofaune kako bi se hranila bakterijama
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	Epifauna, slobodna ili pričvršćena na sedimentu ili čvrstim substratima: detritivor?; hladnovodna vrsta
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	Epifauna, široko rasprostranjena u rubnim marinskim i šelfnim okolišima s malom brojnosti
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	Epifauna na čvrstim substratima i sedimentu, infauna do 10 cm; dominira u morskim lagunama normalnog saliniteta i močvarama Mediterana i unutarnjem šelfu
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)	Epifauna i epifiton; herbivor; široko rasprostranjena u bočatim i hipersalinim lagunama i unutarnjem šelfu



## 1.2. Geološka epoha holocen

Holocen je najmlađe geološko razdoblje koje traje još i danas (Walker i sur. 2009). Holocen i pleistocen su dio kvartara. Holocenu prethodi pleistocen, razdoblje izmjene interglacijala i glacijala ("ledenih doba") popraćeno s tipičnom florom i faunom. Zadnji stadij pleistocena prema naslagama u Europi naziva se mlađi drijas (eng. *younger dryas*) i traje od 12 600 (12 900) do 11 700 BP (prije sadašnjice, eng. *before present*) (Walker i sur. 2009). Karakteriziran je hladnom i suhom klimom te je upravo mlađi drijas period između dva pulsa topljenja ledenjaka i izdizanja morske razine (Alley 2000). Nakon toga, službeno prije 11 700 godina započinje holocen (Walker i sur. 2008).

Znanstvenici Axel Blytt i Rutger Sernander razvili su klasifikaciju holocena na temelju treseta iz ombotrofnih tresetišta, kasnije nazvanu Blytt-Sernander podjela (Von Post 1946). Ombotrofna tresetišta imaju nizak pH, svu svoju vodu dobivaju iz oborina i dom su flori i fauni koja može podnijeti ekstremne uvjete. Akumulacijom treseta nastaju tamniji ili svjetliji slojevi ovisno o uvjetima koji su tada vladali. Prema tome razlikujemo preboreal, boreal, atlantik, subboreal i subatlantik (Rydin i sur. 2013). Preboreal je najstariji dio holocena. Karakteriziran je toplijom i vlažnijom klimom nego mlađi drijas, ali i dalje globalno gledano hladnom i subarktičkom. Tada su na području Europe prevladavali breza i borovi, a za manje od stoljeća, temperatura je porasla za nekoliko stupnjeva Celzijusa. Zatim slijedi boreal koji je trajao od 10 500 do 7 800 godina (Von Post 1946). Bio je suh i topao, a na području Europe brezina brojnost je opala, brojnost borova porasla, a došlo je i do rasta brojnosti lijeske (Rydin i sur. 2013). Boreal je zapravo početak holocenskog termalnog optimuma, te uz boreal ovdje još pripadaju atlantik i subboreal. Atlantik je trajao od 7 800 do 5 700 godina BP, te se smatra vrhuncem holocenskog termalnog optimuma (najtoplija i vlažna klima). Tipični za floru Europe bili su rodovi *Quercus*, *Ulmus*, *Alnus*, *Corylus* i *Tilia* te tresetišta s mahovinama roda *Sphagnum*. Subboreal je trajao od 5 700 do 2 600 godina BP. Tadašnja klima bila je suha i dalje topla, ali je počelo postepeno zahlađenje. Subatlantik je počeo prije 2 600 godina, te se ta granica smatra krajem holocenskog termalnog optimuma. Treset koji opisuje subatlantik je smeđi i tamni s komadićima drveća i jako dobro navlažen što indicira na hladnije i vlažnije klimatske uvjete. Kao dio subatlantika može se istaknuti i srednjovjekovni period (550-1 000 BP) koji je bio izuzetno topao, te malo ledeno doba koje je trajalo nekoliko stoljeća (100-550 BP) (Rydin, i sur. 2013; Mann i sur. 2009).

Nadalje, prema Walker i sur. (2014) holocen se može podijeliti na rani (11 700-8 200 BP), srednji (8 200-4 200 BP) i kasni (4 200-danas), a svaka granica je određena pomoću GSSP (engl. *Global Stratotype Section and Point*). GSSP su globalno rasprostranjeni stratigrafski slojevi koji predstavljaju granice u geološkoj tablici. Neki znanstvenici smatraju da industrijskom revolucijom i pojačanim utjecajem čovjeka na klimu, započinje razdoblje antropocena, ali postoji mnogo nesuglasica oko tog pojma (Walker i sur. 2014). Postoji

još mnogo istraživanja pomoću različitih indikatora, bilo da su to planktonske foraminifere ili jezerski sedimenti, ali svi potvrđuju više naglih klimatskih promjena u holocenu, uključujući i srednjovjekovni topli period te malo ledeno doba (Slika 2) (Wanner i sur. 2015; Ruddiman i sur. 2016). Geološki gledano, prema internacionalnoj kronostratigrafskoj tablici, holocen se dijeli na grenlandij (rani holocen; 11 700-8 236 BP), nortgripij (srednji holocen; 8 236-4 200 BP) i megalaj (kasni holocen; 4 200 BP-danas). Grenlandij je definiran još 2008. godine prema jezgri s Grenlanda u sklopu NGRIP projekta (eng. *North Greenland Ice Core Project*). Starost jezgre procijenjena je na 11 700 godina prije sadašnjosti te je službeno označena kao početak holocena i kraj mlađeg drijasa (Walker i sur. 2008; Walker i sur. 2009). Točka globalnog stratotipa nortgripija određena je na temelju NGRIP 1 jezgre s Grenlanda. Primijećeno je da je 8 236 godina prije sadašnjosti došlo do privremenog zahlađenja što se poklapa s klimatskom epizodom Zemlje nazvanom "8 200 globalni klimatski događaj" (eng. *8.2 ka climatic event*) čije su posljedice zabilježene u različitim klimatskim indikatorima (Walker i sur. 2018). Kao gornju granicu nortgripija i početak megalaja, uzet je datum od 4 200 koji je određen pomoću sige iz Mawmluh špilje u Indiji (Walker i sur. 2018). Primijećeno je da prije 4 200 godina također došlo do klimatske anomalije koja se očituje u reorganizaciji cirkulacije oceana (Paasche i sur. 2004; Paasche i Bakke 2009).

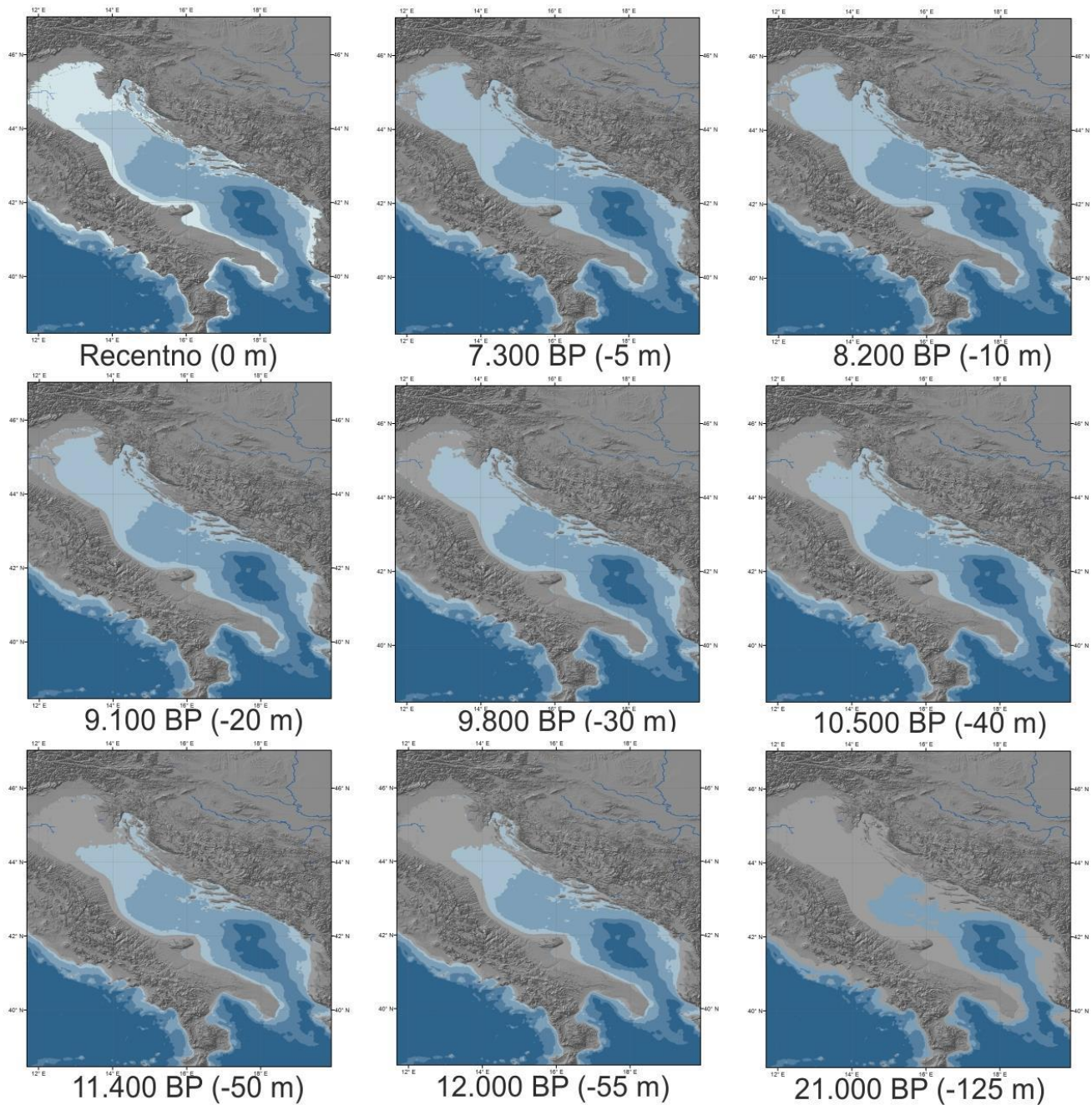
BP	AD/BC	Povijesni događaji	Povijesna razdoblja	Blytt-Sernander podjela	GSSP podjela	Klima
0	1950	Republika Hrvatska 1992- SFRJ 1945-1992 Kraljevina Jugoslavija 1918-1945				Recentno -50 - 100 BP Današnji uvjeti
150	1800	Autro-ugarska republika 1815-1918	NOVI VIJEK	Subatlantic 0-2.600 BP	HOLOCEN	Malo ledeno doba <i>Little Ice Age, LIA</i> 100 - 550 BP  Hladno, mnogo snijega
300	1700	Francuska (Napoleon) 1805-1815				
497	1453	Mletačka Republika 1700-1797				
		Osmansko carstvo 1645-1699				
1000	1000	Mletačka Republika 1409-1645	SREDNJI VIJEK			Srednjevjekovni topli period <i>Medieval warm period, MWP</i> 550 - 1.000 BP  Duga ljeta, blage zime
		Hrvati 12-15 st				
		Mletačka Republika				
		Mađari kraj 9. st				
1474	476	Franci 8. i 9. st.	STARI VIJEK			Mračno doba <i>Dark ages</i> 1.000 - 1.500 BP  Hladno
2000	0	Slaveni (Hrvati) i Avari 6. i 7. st.				
2050	100	Bizantsko carstvo 535-555				
3.000	1.000	Ostrogoti 476-526				
4.500	2.500	Rimsko carstvo 476 - 1. st.pr k.	METALNO DOBA	Subboreal 2.600-5.700 BP	Megalaj	Rimski topli period <i>Roman Warm Period, RWP</i> 1.500 - 2.200 BP  Toplo, vlažnije nego danas
6.000	4.000	Željezno doba (Liburni) 1.000 pr.k. - 1 st. pr.k.				
8.500	6.500	Brončano doba 2.300-1.000 pr.k.				
12.000	10.000	Bakreno doba 4.000-2.300 pr.k.				
		Neolitik 6.500-4.000 pr.k.	KAMENI DOBA	Atlantic 5.700-7.800 BP	Nortgripj	Suha topla ljeta, suhe hladne zime
		Mezolitik 10.000-6.500 pr.k.				
		Paleolitik 1.800.000 - 10.000 pr.k.				
			KAMENI DOBA	Boreal 7.800-10.500 BP	Nortgripj	Holocenski termalni optimum <i>Holocene Thermal Optimum</i> 5.000 - 8.000 BP Toplo
			KAMENI DOBA	Preboreal 10.500-11.700 BP	Nortgripj	Glacial aftermath RCC 8.000 - 9.000 BP Hladno, 8.2 ky event
			KAMENI DOBA	ml. Drijas 11.700-12.600 BP	PLEISTOCEN Grenlandij	Početak holocena 9.000 - 11.700 BP Toplo, vlažno, MWPs
						mladi Drijas <i>Younger Dryas</i> 12.600-11.700 BP  Hladno i suho

Slika 2. Prikaz različitih vremenskih razdoblja i njihova podjela iz Hasan 2017; Kratice: kalendarska skala: prije i poslije Krista: lat. *Anno domini*, AD, eng. *Before Christ*, BC i geološka podjela: eng. *Before Present*, BP (Izvor: preuzeto i modificirano iz Hasan (2017)).

### 1.3. Razvoj Jadranskog mora i utjecaj na razinu mora tijekom holocenskih klimatskih promjena

Za ovo istraživanje izuzetno je značajno razmotriti utjecaj klimatskih varijacija i promjena razine mora na području Jadranskog mora. Naime, za vrijeme pleistocena i stvaranja ledenog pokrova, morska razina se smanjila na globalnoj razini, a klimatskim varijacijama i topljenjem ledenjaka, globalna razina mora je rasla. Tako se smatra da je tijekom zadnjeg glacijalnog maksimuma (kraj pleistocena), razina Jadranskog mora bila niža za čak 120-134 metra (Lambeck i sur. 2014).

Razumijevanje geologije Hrvatske i postanka Jadranskoga mora zajedno s globalnim promjenama je izuzetno važno za interpretaciju promjena klime i razine mora na području Jadrana. Jadransko more leži na Jadranskoj karbonatnoj platformi nastaloj još u donjoj juri (Vlahović i sur. 2002, 2005). Prilikom izdizanja Dinarida došlo je do sudaranja Jadranske mikroploče s Euroazijskom i u kenozoiku je došlo do njegovog nastanka, iako ono nije imalo ni približan oblik današnjem (Vlahović i sur. 2002, 2005; Velić i sur. 2015). Krajem pleistocena, samo najdublji dijelovi Jadrana (Južnojadranska kotlina) su bili ispunjeni morskom vodom dok je ostatak bilo kopno (Slika 3) (Babić i sur. 2013; Pavelić i sur. 2014). Rijeka Po zauzimala je sjeverni i srednji Jadran te imala velik utjecaj na tadašnju floru i faunu, a njezine litografske jedinice opisali su Malvić i sur. (2015). Do poplavljivanja Jadrana došlo je nakon zadnjeg glacijalnog maksimuma (eng. *Last Glacial Maximum*, LGM), ~ 30 000 - 16 000 godina prije sadašnjosti, odnosno početkom holocena u preboreal. Tada je razina mora bila niža za 55 metra te je cijeli sjeverni Jadran i dalje bio kopno i pod utjecajem rijeke Po (Malvić i sur. 2015). Tek je prije oko 9 800 godina došlo do postupnog poplavljivanja sjevernog Jadrana sve do današnje obalne linije (Slika 3). Osim što je došlo do poplavljivanja, površinsko otjecanje s planina erodiralo je stijene te je dodatno oblikovalo današnje riječne doline i erozijski okoliš (Velić i sur. 2015).



Slika 3. Prikaz izdizanja razine Jadranskoga mora tijekom zadnjih 21 000 godina (BP, eng. *before present*, godina prije sadašnjosti) (Izvor: Hasan 2017).



## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Hipoteza:

Estuarij rijeke Krke bio je pod značajnim utjecajem holocenskih promjena morske razine i klime. Istraživanjem zajednice krednjaka mogu se pratiti promjene ekoloških uvjeta u Prokljanskom jezeru tijekom holocena.

Cilj ovog rada je:

- opisati zone unutar jezgre sedimenata te rekonstruirati paleookoliš pomoću krednjaka kao bioindikatora prema načelu aktualizma i dodatnih analiza koje su napravljene
- odrediti starost jezgre PROK-3 te promjene koje su se dogodile unutar tog vremenskog razdoblja pomoću metode radioaktivnog izotopa ugljika  $^{14}\text{C}$
- razmotriti tijek promjena koje su se događale na prostoru današnjeg estuarija rijeke Krke uslijed izdizanja razine mora nakon zadnjeg glacijalnog maksimuma, tijekom holocena pa sve do danas analizirajući prikupljene podatke.

### 3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Područje istraživanja obuhvaćeno ovim radom je estuarij rijeke Krke, točnije Prokljansko jezero (Slika 4). Rijeka Krka nalazi se u Šibensko-kninskoj županiji, dio je Jadranskog slijeva te izvire u podnožju Dinare kod sela Topolja. Glavni izvor rijeke Krke nalazi se ispod sedrene barijere pritoka Krčića (Friganović 1961). Sam tok rijeke Krke sadrži sedam sedrenih barijera, šest pritoka i tri jezera (Visovac, Prokljansko jezero i Brljan) (Kovačev 2012).

Estuarij rijeke Krke je primjer stratificiranog tipa estuarija što znači da postoji jasna granica u promjeni saliniteta i gustoće između morske i slatke vode (Cetinić i sur. 2006; Bakran-Petricioli i Petricioli 2008). Obično nastaje kada morska voda prodire uzvodno po dnu korita rijeke. Hrvatska ima velikom većinom krške oligotrofne estuarije, s malo hranjivih tvari i malim donosom s kopna koji su nastali potapanjem riječnog ušća nakon zadnjeg ledenog doba (Paliaga i Iveša, 2019).



Slika 4. A) Položaj u Europi; B) Sliv rijeke Krke; C) Prokljansko jezero i lokacija jezgre PROK-3 (Izvor: Google Earth).

#### 3.1. Geološki razvoj šireg područja rijeke Krke

Glavna karakteristika dalmatinske obale je da je dominantno grade karbonatne okršene stijene vapnenci i dolomiti (Pikelj i Juračić 2013). Krški reljef je složen i raznovrsan te možemo pronaći njegove jedinstvene oblike diljem cijele hrvatske obale. Jedan od tih jedinstvenih oblika je korito rijeke Krke i njezin stratificirani estuarij (Bakran-Petricioli i Petricioli 2008; Woodward 2009; Kodela Pacenti 2020; Zonn i sur. 2021). Korito rijeke Krke prekriveno je nizom sedrenih barijera koje su nastale u prošlosti kao rezultat tadašnjeg

vodnog režima, a nastaju i danas u velikom dijelu toka. Nakon zadnjeg glacijalnog maksimuma (~ 30 000 - 16 000 godina prije sadašnjosti), došlo je do topljenja leda te izdizanja morske razine na prostoru Jadranskog mora (Correggiari i sur. 1996). Tada je more prodrlo u današnji estuarij rijeke Krke i potopilo nastale sedrene barijere.

Sedra nastaje precipitacijom karbonatnih minerala iz okolne vode prezasićene kalcijevim karbonatom pri lužnatom pH (iznad 8), pri malim koncentracijama otopljene organske tvari i temperaturama višim od 20 stupnjeva Celzijusa (Kovačev 2012; Pekčec 2017). Prvi kristalići sedre često se se lijepu na organski matriks, npr. perifiton. Točnije, sedrene barijere su sastavljene od anorganske tvari i ostataka uginulih organizama (makrofiti, detritus, mikrofiti, bakterije...) što se zajedničkim imenom naziva tufa. Zbog svoje poroznosti i heterogenosti, sedrene barijere su mikrostaništa za velik broj organizama te su od iznimne biološke i geološke važnosti (Glover i Robertson 2003; Bednar i sur. 2017; Gulin i sur. 2021; Kulaš i sur. 2021). Najveća sedrena barijera na rijeci Krki je Skradinski buk (45 m) do koje ujedno i seže utjecaj morske vode. Od Skradinskog buka pa sve do Šibenske luke proteže se estuarij dug 24 km. Prokljansko jezero je dio estuarija rijeke Krke i nalazi se između Šibenika i Skradina (Cetinić i sur. 2006; Šenolt i sur. 2022).

### 3.2. Biološka obilježja estuarija rijeke Krke i Prokljanskog jezera

Istraživanja na području estuarija i Prokljanskog jezera otkrila su bitnu ulogu fitoplanktona čiji sastav utječe na kruženje hranjivih tvari, tonjenje organskih ostataka i cijelu hranidbenu mrežu. Također, glavni izvor nutrijenata dolazi od jezera Visovac i antropogenim utjecajem iz Šibenika i Knina, kao i donjim tokom Čikole koja se ulijeva u Krku prije Skradinskog buka (Slika 4). Ukoliko donos nutrijenata bude prevelik, može doći do eutrofikacije i hipoksičnih uvjeta (Viličić i sur. 1989). Granica između sloja slatke i slane vode (haloklina) je izuzetno bitna jer se upravo na njoj nakuplja organska tvar s površine i različite vrste protista i bakterija koji čine određenu ekološku nišu bitnu za biogeokemijske procese (Zutić i Legović 1987). Cetinić i sur. (2006) svojim su istraživanjem potvrdili da je fitoplankton estuarija rijeke Krke većinom sastavljen od morskih vrsta dok slatkovodne vrste dolaze akumulirano iz slatkovodnog jezera Visovca, iznad Skradinskog buka. Također, došli su do zaključka da povišen postotak otopljene organske tvari dolazi radi intenzivne biološke aktivnosti na haloklini te neki od nutrijenata (npr. amonijak) dolaze isključivo iz morskog zooplanktona ili metaboličke aktivnosti drugih mikroorganizama. Povišenu biološku aktivnost te povišenu koncentraciju nutrijenata na haloklini potvrdili su i Hao i sur. (2021) uspoređujući oligotrofni estuarij rijeke Krke i eutrofni estuarij rijeke Wenchang. Nadalje, Kulaš i sur. (2021) istraživali su trepetiljkaše kao dio perifitonske hranidbene mreže, a oni čine ključnu kariku hraneći se bakterijama, algama i heterotrofnim bičama. Radi njihove brze sposobnosti adaptacije, trepetiljkaši su važni bioindikator u određivanju kvalitete vode i organskog zagađenja ili praćenja revitalizacije sedrenih barijera, posebice u ovom radu do Skradinskog buka (Gulin i sur. 2021; Kulaš i sur. 2021). Također, osim zooplanktona i

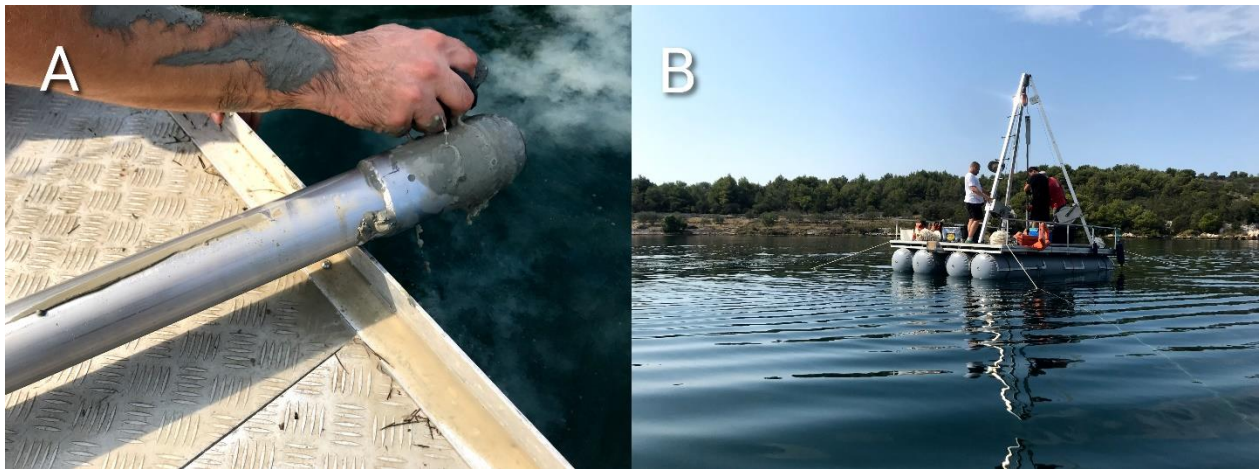


fitoplanktona, bitne su i bakterijske zajednice. Korlević i sur. (2016) proučavali su bakterijski sastav Prokljanskog jezera te su zaključili da su aktinobakterije i betaproteobakterije karakteristične za slatku i bočatu sredinu dok su cijanobakterije bile u konkurenciji s fitoplanktonom u proljeće, te tokom ljeta imale povećanu brojnost kao rezultat bolje adaptacije na oligotrofne uvjete. Konačno, u ovom diplomskom radu obrađene su bentoske zajednice krednjaka. Proučavanjem sastava zajednica protista, alga i bakterija u estuarijskim okolišima, može se zaključiti da oni predstavljaju jedinstven okoliš sa specifičnim zajednicama.

## 4. MATERIJALI I METODE

### 4.1. Terenske metode

Paleookolišna rekonstrukcija Prokljanskog jezera zasnivala se na analizi neporemećene jezgre sedimenta PROK-3 izbušene upotrebom klipnog jezgrila (Slika 5A) (*Niederreiter piston corer*) na plutajućoj istraživačkoj platformi "Q2" Hrvatskoga geološkog instituta (Slika 5B). Bušenje jezgre sedimenata PROK-3 provedeno je u rujnu 2020. godine, a ukupna duljina jezgre iznosi 5.3 m. Jezgra je izbušena u središnjem dijelu Prokljanskog jezera na dubini od 18 m (Slika 4). Nakon bušenja jezgra je dopremljena u hladeno spremište Hrvatskoga geološkog instituta.



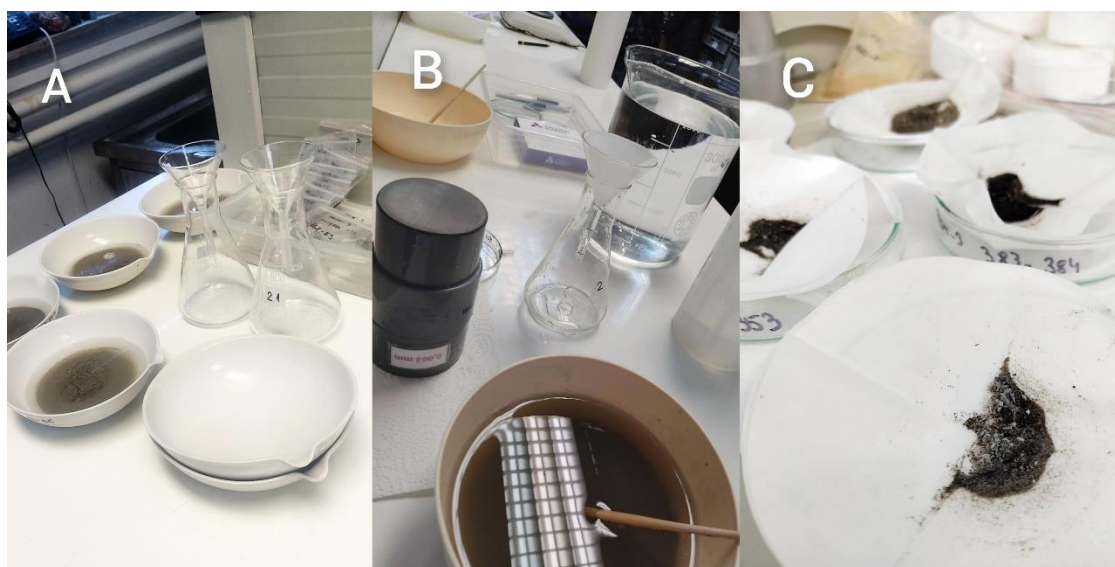
Slika 5. A) Prikaz klipnog jezgrila; B) Istraživačka platforma "Q2" Hrvatskoga geološkog instituta na Prokljanskom jezeru (Izvor: Dea Brunović).

### 4.2. Laboratorijske metode

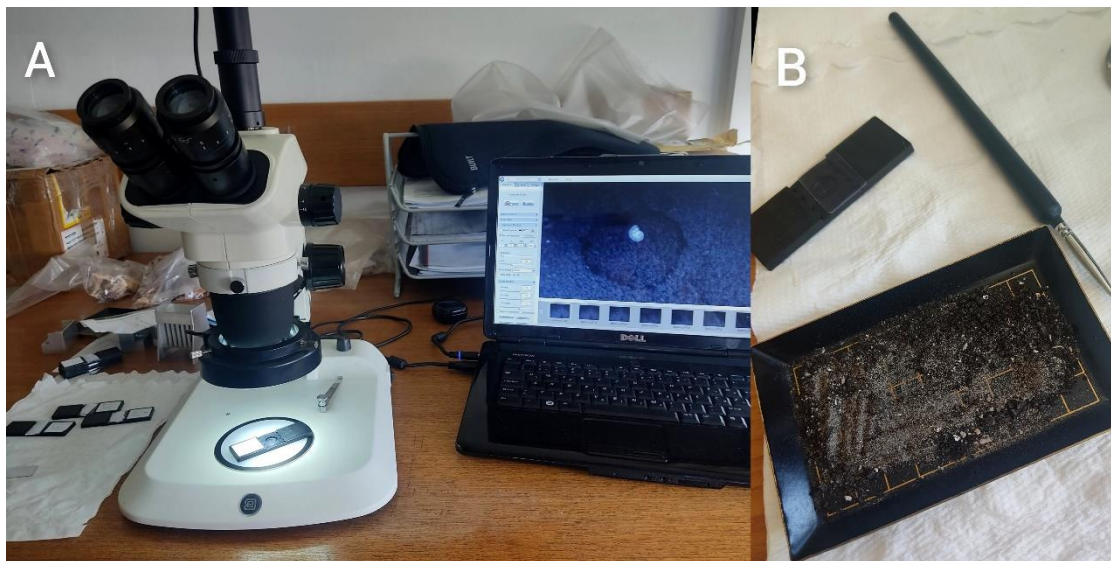
#### 4.2.1. Obrada uzoraka i mikropaleontološka analiza

Iz jezgre PROK-3 su određeni intervali prema rezultatima ostalih laboratorijskih analiza i fokusirani na dijelovima na kojima je uočena jasna promjena uvjeta taloženja, te je potom izdvojen sediment koji sam pripremila za mikropaleontološke analize metodom "šlemanja" (mokrog sisanja) (Slika 6). Uzorke sam prosijala mlazom vode kroz sita različitih promjera oka (promjera 0,263 mm, 0,125 mm i 0,063 mm), potom sam ih ostavila da se osuše na zraku i izvagala. Nadalje, uslijedilo je tzv. "splitanje" uzoraka na istovjetne dijelove, odnosno uzorak sam pomoću mikrosplitera podijelila na dijelove do one gramaže u kojoj je otprilike 300 jedinki što je standardno u mikropaleontološkim istraživanjima (Green, 2013). Determinirala

sam 250-300 jedinki krednjaka u svakom uzorku po standardu mikropaleontološke analize. Jedinke krednjaka promatrala sam pod binokularnom lupom, s povećanjem do 45x (*Euromex Nexius Zoom*) (Slika 7). Determinaciju različitih rodova i vrsta sam provela na temelju morfologije kućica krednjaka po klasifikacijskim svojstvima (npr. tip stijenke, oblik i položaj ušća, oblik kućice, ukrasi na kućici). Odredba se zasnivala na taksonomskim kriterijima prema Cimerman i Langer (1991), te Loeblich i Tappan (1988). Dobro očuvane jedinke odabranih vrsta zatim su snimljene na skenirajućem elektronskom mikroskopu (SEM) *Jeol JSM-35 CF* na naponu od 20 kV (Slika 8). Jedinke krednjaka su prethodno naparene slojem konduktivnog materijala (zlato) prije početka snimanja kako bi se sprječilo nakupljanje naboja elektrona na površini uzorka što značajno utječe na kvalitetu dobivene slike (Slika 9). Nadalje, ukoliko su kućice bile dobro očuvane, provedena je determinacija mekušaca (Gastropoda i Bivalvia) do razine roda na temelju Milišić i Jović (1991) i Gianuzzi-Savelli (1997, 1999, 2002).



Slika 6. A) Priprema uzorka za mokro sisanje; B) Uzorak iz PROK-3 jezgre pripremljen za mokro sisanje, destilirana voda i set sita (0,125 mm i 0,063 mm); C) Sušenje prosijanih uzoraka na zraku za mikropaleontološku analizu (Izvor: Petra Hus).

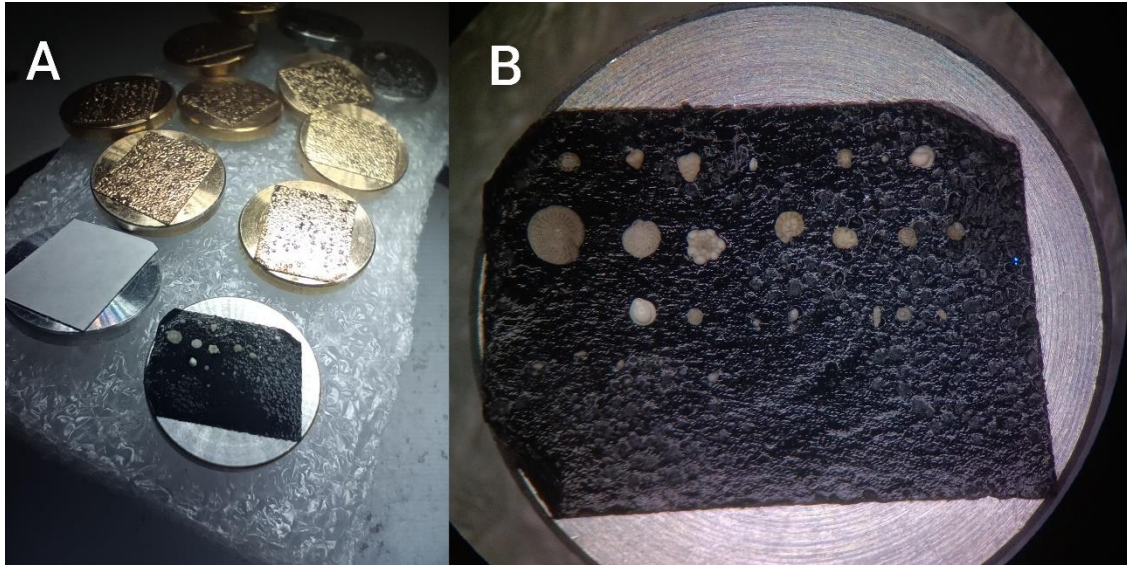


Slika 7. A) Determinacija i izolacija vrsta na binokularnoj lupi; B) Izgled suhog uzorka spremnog za standardizaciju pomoću mikrosplitera (Izvor: Petra Hus).



Slika 8. Skenirajući elektronski mikroskop (SEM), *Jeol JSM-35 CF* (Izvor: Petra Hus).





Slika 9. A) Dominantne vrste iz PROK-3 jezgre stavljene na nosač za SEM;  
 B) Pogled na dominantne vrste na nosaču pod lupom (Izvor: Petra Hus).

#### 4.2.2. Metoda radioaktivnog ugljika

Uzorci iz jezgre PROK-3 datirani su metodom radioaktivnog ugljika kako bi se odredila kronologija značajnih paleookolišnih događaja određenih na temelju analize zajednica krednjaka. Metoda radioaktivnog ugljika zasniva se na principu kontinuiranog omjera raspada nestabilnog izotopa ugljika-14 ( $^{14}\text{C}$ ) koji nastaje u atmosferi i stabilnog ugljika-12 ( $^{12}\text{C}$ ) koji je sveprisutan. Ugljik-14 ( $^{14}\text{C}$ ) nastaje razaranjem dušika u atmosferi pomoću UV zračenja tako da se oksidacijom stvori ugljikov dioksid koji potom ulazi u ekosustav putem procesa fotosinteze (Hua 2009). Hranidbenim lancem radioaktivni ugljik dospje u žive organizme. Prilikom smrti organizma, ne dolazi do ponovnog unosa izotopa u organizme te započinje raspad  $^{14}\text{C}$ . Vrijeme poluraspada je veličina kojom se opisuje brzina poluraspada za pojedini izotop pa tako za ugljik-14 je to  $5\,730 \pm 40$  godina, a maksimalna starost koja se može odrediti je 60 000 godina (Walker 2005). Ova metoda praktična je samo za organski materijal poput drva, treseta, kosti, ljušturica itd. te se mora paziti kako ne bi došlo do kontaminacije istog (Walker 2005; Hua 2009). Za analizu je uzeto 5 uzoraka s dubina 40, 170, 363, 396.5 i 508-510 cm. Analizirane su ljušture mekušaca, osim uzorka 508-510 u kojemu nije bilo ljuštura, stoga je analiziran organski sediment. U sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost "*QMAD: Porijeklo i taloženje sedimenata u vrijeme kasno kvartarnih promjena morske razine: Sustav rijeke Krke i Srednjojadranske kotline (Sediments between source and sink during a Late Quaternary eustatic cycle: The Krka and the Mid Adriatic Deep System-QMAD)*" analiza radioaktivnog ugljika napravljena je u laboratoriju *Beta Analytic* (Miami, SAD) te su preuzeti rezultati.

#### 4.2.3. Analiza organskog ugljika i dušika

Analizom organskog ugljika i dušika dobivamo važne podatke o okolišu, odnosno varijacijama u produktivnosti vodenog stupca i porijeklu organske tvari. Na Hrvatskom geološkom institutu napravljene su analize organskog ugljika i dušika na CN analizatoru *Thermo Fisher Scientific, Flash 2000 NC Analyzer* te su mi poslani rezultati u sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost "*QMAD: Porijeklo i taloženje sedimenata u vrijeme kasno kvartarnih promjena morske razine: Sustav rijeke Krke i Srednjojadranske kotline (Sediments between source and sink during a Late Quaternary eustatic cycle: The Krka and the Mid Adriatic Deep System-QMAD)*". U uvjetima povećanog donosa nutrijenata ili toplije i vlažnije klime dolazi do povećanja primarne produkcije, stvaranja više organske tvari i njenog taloženja u sedimentima. Mjerenjem ukupnog organskog ugljika (TOC) te dušika mogu se dobiti važni zaključci o nekadašnjem okolišu. Primjerice, uočeno je da je organska tvar koja dolazi od fitoplanktona bogatija dušikom radi fiksacije prilikom fotosinteze te je u tom slučaju C/N omjer (TOC/N) niži u odnosu na omjer iz kopnene organske tvari (Lamb i sur. 2006). Također, terestričke biljke radi svojeg metabolizma imaju niži udio dušika nego fitoplankton. U tom slučaju, ukoliko organska tvar dođe s kopna (npr. erozijom ili kišom), primjećuje se visok C/N omjer (Lamb i sur. 2006). Stoga odnos organski ugljik-dušik (C/N) ukazuje na kopneno ili morsko porijeklo organskog materijala.

#### 4.2.4. Granulometrijska analiza sedimenta

Granulometrijska analiza sedimenta napravljena je na laserskom difraktometru *Shimadzu SALD2300* na Hrvatskom geološkom institutu, s rasponom mjerenja od 17 nm do 2500  $\mu\text{m}$  (Shimadzu Corporation 2012) te su mi poslani rezultati. Analiza je napravljena u sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost "*QMAD: Porijeklo i taloženje sedimenata u vrijeme kasno kvartarnih promjena morske razine: Sustav rijeke Krke i Srednjojadranske kotline (Sediments between source and sink during a Late Quaternary eustatic cycle: The Krka and the Mid Adriatic Deep System-QMAD)*" te su odande preuzeti rezultati. Primjerice, pomoću ove metode može se analizirati jezerski sediment te zaključiti koji je karbonat detritusni, a koji je nastao biološkim putem (Arnaud 2005). Princip rada laserskog difraktometra je jednostavan. Laser koristi crvenu svjetlost valne duljine od 680 nm koja se potom sudara sa suspenzijom sedimenta u destiliranoj vodi. Temelji se na mjerenju veličine čestice pomoću raspršenog svjetla oko nje. Što je čestica veća, kut raspršenja je manji i obrnuto. Očitani rezultati se zatim obrađuju računalnim programom.

Ova metoda uobičajeno se koristi kao indikator promjena u donosu materijala, hidroloških promjena, te različitih uvjeta taloženja (Ilijanić 2014; Kolar 2016). Također, veličina čestica važan je pokazatelj energije vode u akvatičnom okolišu. Primjerice, u mirnijim jezerskim uvjetima, čestice sedimenta su sitnije dok su

u zoni plime i oseke, uz utjecaj valova, čestice krupnije i robusnije jer se sav sitniji sediment ispere u dublje dijelove mora (Sperazza i sur. 2004).

### 4.3. Statistička obrada podataka

Podatci dobiveni mikropaleontološkom analizom su statistički sam obradila u programskom paketu PAST (Hammer i sur. 2001), te korelirala s ostalim provedenim analizama. U PAST-u sam izračunala indekse raznolikosti (Simpsonov indeks, Shannon-Wiener indeks, indeks ujednačenosti, indeks dominacije, Berger-Parkerov indeks, Fisher  $\alpha$  indeks) koji olakšavaju interpretaciju dobivenih podataka zajedno s brojem vrsta i brojem jedinki.

Simpsonov indeks (1-D) predstavlja vjerojatnost da iz zajednice izvučemo dvije različite jedinke, odnosno što je broj veći to je veća raznolikost. Shannon-Weinerov indeks (H') također predstavlja vjerojatnost da se iz zajednice nasumično izvuku dvije različite jedinke. Razlika između Simpsonovog indeksa i Shannon-Weinerovog je ta da je Simpsonov osjetljiv na male promjene brojnosti dominantnih vrsta i vrijednost mu se kreće od 0 do 1, dok na Shannon-Weinerov indeks utječu promjene rijetkih vrsta i nema granicu. Nadalje, pojedinačne vrijednosti ukazuju na određene okoliše. Vrijednosti Shannon-Weinerovog indeksa manje od 0,6 ukazuju na bočati okoliš, vrijednosti između 0,6 i 2,1 ukazuju na priobalni okoliš s varijacijama u salinitetu te vrijednosti veće od 2,1 ukazuju na normalni marinski okoliš (33 – 37 ‰). Indeks ujednačenosti (J') pokazuje ujednačenost zajednice, odnosno dominira li jedna vrsta ili su vrste jednako zastupljene. Ukoliko je vrijednost bliža nuli, tada nema ujednačenosti i jedna vrsta dominira. Uzorci koji imaju bogatije zajednice, bez dominacije samo jedne vrste, imaju vrijednost indeksa blizu jedan. Nadalje, postoji indeks dominacije koji dodatno potvrđuje ove rezultate te je on obrnuto proporcionalan indeksu ujednačenosti, odnosno tamo gdje je indeks ujednačenosti najviši, indeks dominacije je najniži. Berger-Parkerov indeks prikazuje udio najzastupljenije vrste u uzorku. Fisherov indeks ( $\alpha$ ) je logaritamski model koji prikazuje vezu između broja vrsta u uzorku i broja jedinki svake vrste u uzorku, te na temelju toga određene vrijednosti ukazuju na određene okoliše (Fisher i sur. 1943). Ovaj indeks nije ovisan o veličini uzorka te uzima u obzir i rijetko zastupljene vrste što ga čini idealnim za paleoekološke interpretacije. Primjerice, vrijednost manja od 5 ukazuje na bočati ili priobalni morski okoliš ili morski okoliš normalnog saliniteta, ali u kojem dominira samo jedna vrsta. U protivnom, vrijednosti za normalni salinitet se kreću iznad 8. Na temelju Fisherovog indeksa napravljen je Fisherov dijagram, a na temelju udjela različitih stijenki krednjaka, napravljen je trokomponentni dijagram. Analiza pomoću trokomponentnog dijagrama se zasniva isključivo na morfološkim karakteristikama, točnije prema sastavu stijenke kućice krednjaka podijeljenih u Loeblich i Tappan (1988) klasifikaciji. Red Textulariina ima aglutiniranu stijenku, te su aglutinirani oblici krednjaka najčešće pristuni ispod CCD-a (eng. *Carbonate compensation depth*). Osim aglutiniranih postoji i

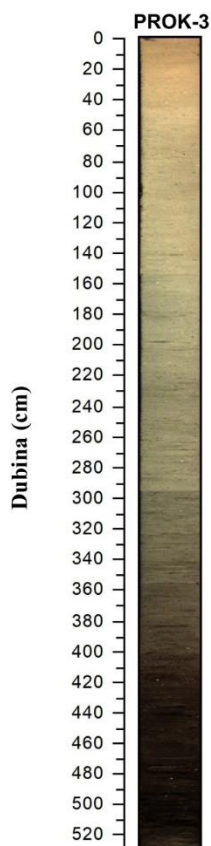
porcelanasta stijenska reda Miliolina te konačno hijalina stijenska reda Rotallina koji je kasnije podijeljen na redove Spirilinina, Lagenina, Robertinina i Rotaliina (Valchev 2003).



## 5. REZULTATI

### 5.1. Opis jezgre PROK-3

Jezgra PROK-3 duga je 5.3 metra i prema  $^{14}\text{C}$  analizama stara više od 9 600 godina. Jezgra je u donjem dijelu (od dna do otprilike 414 cm) tamnosmeđe do crne boje (uzorci 527-537; 521-522; 512-513; 502-503; 496-497; 482-483; 433-434 i 418-420). Zatim je identificiran prijelazni sloj tamno sive do smeđo-sive boje koji obuhvaća najveći dio jezgre (od otprilike 370 do 210 cm) uključujući uzorke 253-254, 293-294, 351-353 i 372-373. Konačno, u gornjem dijelu jezgre sediment je svijetlo sivi ili smeđi. Uzorci koji to potvrđuju su 7-9, 52-54, 93-94 i 178-179 (Slika 10).



Slika 10. Jezgra PROK-3 (Izvor: Dea Brunović).

## 5.2. Rezultati laboratorijskih metoda

### 5.2.1. Rezultati mikropaleontološke analize

U jezgri PROK-3 ukupno je pronađeno 4 630 jedinki krednjaka u 17 izvađenih uzoraka (Prilog 1). Svaki uzorak je izvađen, te četvrtan onoliko puta koliko je bilo potrebno za približno 300 jedinki po standardiziranom procesu. Nakon determinacije utvrđeno je ukupno 99 vrsta (Tablica 2), koje spadaju u 47 rodova i 6 redova (Miliolida, Nodosariida, Polymorphinida, Rotaliida, Textulariida, Vaginulinida) (Tablica 3). Odabrane jedinke reprezentativnih krednjaka snimljene su na SEM-u te su prikazane u Prilogu 2 i Prilogu 3 (Tabla 1 i Tabla 2). Osim krednjaka identificirani su i školjkaši (Bivalvia), puževi (Gastropoda), koponošci (Scaphopoda), okučeni (Testacea), fragmenti bodlja ježinaca i biljni ostaci.

Tablica 2. Popis svih vrsta krednjaka iz jezgre PROK-3.

VRSTE	
<i>Adelosina carinatastriata</i> (Wiesner, 1912)	<i>Haynesina</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Adelosina cliarensis</i> (Heron-Allen & Earland, 1930)	<i>Haynesina</i> sp.3 sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Adelosina dubia</i> (d'Orbigny in Fornasini, 1905)	<i>Lagena doveyensis</i> Haynes, 1973
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	<i>Lagena</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	<i>Lagena striata</i> (d'Orbigny, 1839)
<i>Adelosina pulchella</i> (d'Orbigny, 1826)	<i>Lagenosolenia seguenziana</i> (Fornasini, 1886)
<i>Adelosina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)	<i>Lenticulina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob, 1798)
<i>Ammonia inflata</i> (Seguenza, 1862)	<i>Melonis pompilioides</i> (Fichtel & Moll, 1798)
<i>Ammonia parkinsoniana</i> (d'Orbigny, 1839)	<i>Miliolinella semicostata</i> (Wiesner, 1923)
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	<i>Miliolinella</i> sp. 1 sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)	<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)
<i>Aubignyna perlucida</i> (Heron-Allen & Earland, 1913)	<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak, 1888)
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss, 1850	<i>Nonionella opima</i> Cushman, 1947

Tablica 2. nastavak.

<i>Bolivina pseudoplicata</i> Heron-Allen & Earland, 1930	<i>Nonionoides turgidus</i> (Williamson, 1858)
<i>Bolivina spathulata</i> (Williamson, 1858)	<i>Patellina corrugata</i> Williamson, 1858
<i>Bolivina striatula</i> Cushman, 1922	<i>Planorbulina mediterranensis</i> d'Orbigny, 1826
<i>Bolivina subspinescens</i> Cushman, 1922	<i>Polymorphina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Buccella granulata</i> (di Napoli Alliata, 1952)	<i>Polymorphina</i> sp.6 sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Buccella</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)	<i>Porosononion</i> sp. 2 sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny, 1826	<i>Porosononion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny, 1846	<i>Porosononion</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny, 1826	<i>Protoglobobulimina pupoides</i> (d'Orbigny, 1846)
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort, 1808	<i>Pseudotriloculina limbata</i> (d'Orbigny in Fornasini, 1905)
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	<i>Pyrgo</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Criboelphidium gerthi</i> (van Voorthuysen, 1957)	<i>Quinqueloculina jugosa</i> Cushman, 1944
<i>Cycloforina contorta</i> (d'Orbigny, 1846)	<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839
<i>Cycloforina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	<i>Quinqueloculina parvula</i> Schlumberger, 1894
<i>Cycloforina tenuicollis</i> (Wiesner, 1923)	<i>Quinqueloculina pseudobuchiana</i> Łuczowska, 1974
<i>Cycloforina villafranca</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)
<i>Discorbinella bertheloti</i> (d'Orbigny, 1839)	<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman, 1922)	<i>Quinqueloculina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Rectuvigerina elongatastriata</i> (Colom, 1952)
<i>Elphidium fichtelianum</i> (d'Orbigny, 1846)	<i>Reussella spinulosa</i> (Reuss, 1850)
<i>Elphidium gerthi</i> van Voorthuysen, 1957	<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman, 1915)
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll, 1798)	<i>Rosalina macropora</i> (Hofker, 1951)
<i>Elphidium</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	<i>Sahulia conica</i> (d'Orbigny, 1839)

Tablica 2. Nastavak.

<i>Elphidium</i> sp.4 sensu Cimerman i Langer (1991)	<i>Sigmoilina costata</i> Schlumberger, 1893
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny, 1826)
<i>Epistominella exigua</i> (Brady, 1884)	<i>Siphonaperta</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Eponides concameratus</i> (Montagu, 1808)	<i>Spirillina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	<i>Spiroloculina dilatata</i> d'Orbigny, 1846
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson, 1848)	<i>Spiroloculina excavata</i> d'Orbigny, 1846
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza, 1862	<i>Spiroloculina ornata</i> d'Orbigny, 1839
<i>Fissurina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)	<i>Stomatorbina concentrica</i> (Parker & Jones, 1864)
<i>Fursenkoina subacuta</i> (d'Orbigny, 1852)	<i>Textularia bocki</i> Höglund, 1947
<i>Gyroidina lamarckiana</i> (d'Orbigny, 1839)	<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	<i>Triloculina marioni</i> Schlumberger, 1893
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	<i>Triloculina ornata</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958
	<i>Trilocolinella dilatata</i> (d'Orbigny, 1839)

Tablica 3. Popis prisutnih redova krednjaka u uzorcima izraženi u postocima.

UZORAK/RED	Miliolida	Nodosariida	Polymorphinida	Rotaliida	Textulariida	Vaginulinida
7-9	21.7%		1.1%	73.6%	2.9%	0.7%
52-54	23.1%	0.7%	1.0%	73.9%	1.3%	
93-94	21.8%	0.4%	0.7%	70.1%	4.2%	
178-179	28.1%	0.7%	0.7%	63.7%	6.8%	
253-254	31.7%	0.4%	0.7%	61.6%	5.6%	
293-294	26.8%	0.3%	3.2%	60.8%	8.9%	
351-353	27.1%	0.3%	0.6%	69.3%	2.7%	
372-373	23.7%	0.8%	2.3%	72.9%	0.4%	
404-405	18.1%		1.2%	80.7%		
418-420	5.3%		1.1%	93.6%		
433-434	7.7%		1.0%	91.3%		
482-483	7.4%		0.3%	92.3%		
496-497	1.9%		1.2%	96.9%		
502-503	8.9%			89.4%	1.7%	
512-513	6.3%			93.3%	0.4%	
521-522	7.3%	0.6%	0.6%	91.5%		
527-537	12.3%			87.7%		

### 5.2.1.1. Opis sadržaja uzorka 7-9

Uzorak je sadržavao školjkaše roda *Abra* sp. te puževe roda *Pusillina* sp. Zamijećeno je dosta piritiziranih krednjaka, te kuglice piritita. Uzorak 7-9 je sadržavao ukupno 31 vrstu krednjaka, a izbrojano je ukupno 277 jedinki. Dominantne vrste bile su: *Bulimina aculeata* d'Orbigny, 1826, *Elphidium translucens* Natland, 1938, *Haynesina* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991). Najzastupljenije vrsta je *Haynesina* sp. 1 s udjelom od 15.2 % (Tablica 4).

Tablica 4. Popis dominantnih (žuto, >10%), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10%) i rijetkih (plavo, <4%) vrsta u uzorku 7-9.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	42	15.16%
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny, 1826	38	13.72%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	30	10.83%
<i>Porosonion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	14	5.05%
<i>Bolivina spathulata</i> (Williamson, 1858)	14	5.05%
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)	14	5.05%
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)	13	4.69%
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	12	4.33%
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak, 1888)	12	4.33%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	11	3.97%
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)	9	3.25%
<i>Nonionoides turgidus</i> (Williamson, 1858)	9	3.25%
<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny, 1826)	7	2.53%
<i>Textularia bocki</i> Höglund, 1947	6	2.17%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	5	1.81%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	5	1.81%
<i>Buccella</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)	4	1.44%
<i>Fursenkoina subacuta</i> (d'Orbigny, 1852)	4	1.44%
<i>Rectuvigerina elongatastriata</i> (Colom, 1952)	4	1.44%
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss, 1850	3	1.08%
<i>Fissurina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)	3	1.08%
<i>Protoglobulimina pupoides</i> (d'Orbigny, 1846)	3	1.08%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	2	0.72%
<i>Cycloforina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	2	0.72%
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll, 1798)	2	0.72%
<i>Lenticulina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)	2	0.72%
<i>Planorbulina mediterraneensis</i> d'Orbigny, 1826	2	0.72%
<i>Sahulia conica</i> (d'Orbigny, 1839)	2	0.72%
<i>Bolivina subspinescens</i> Cushman, 1922	1	0.36%
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	1	0.36%
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman, 1915)	1	0.36%

### 5.2.1.2. Opis sadržaja uzorka 52-54

Uzorak je sadržavao bodlje ježinaca, ljuskare i sljedeće školjkaše: *Tellina* sp., *Abra* sp. Prisutni su bili i puževi, ali ih nije bilo moguće identificirati na razini roda. Uočeni su koponošci, ljuskaši i kuglice piritita. U uzorku je izbrojano ukupno 307 jedinki krednjaka, odnosno determinirano je 27 vrsta. Dominantne vrste su: *Haynesina* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991), *E. translucens* Natland, 1938, *Porosonion* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991) (Tablica 5).

Tablica 5. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 52-54.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	74	24.10%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	42	13.68%
<i>Porosonion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	21	6.84%
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	20	6.51%
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak, 1888)	20	6.51%
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)	19	6.19%
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)	17	5.54%
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)	16	5.21%
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny, 1826	13	4.23%
<i>Cycloforina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	8	2.61%
<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny, 1826)	8	2.61%
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss, 1850	7	2.28%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	7	2.28%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	6	1.95%
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	4	1.30%
<i>Textularia bocki</i> Höglund, 1947	4	1.30%
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus, 1758)	3	0.98%
<i>Nonionoides turgidus</i> (Williamson, 1858)	3	0.98%
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman, 1915)	3	0.98%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	2	0.65%
<i>Elphidium fichtelianum</i> (d'Orbigny, 1846)	2	0.65%
<i>Lagena striata</i> (d'Orbigny, 1839)	2	0.65%
<i>Polymorphina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)	2	0.65%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	1	0.33%
<i>Lagenosolenia sequenziana</i> (Fornasini, 1886)	1	0.33%
<i>Rectuvigerina elongatastriata</i> (Colom, 1952)	1	0.33%
<i>Reussella spinulosa</i> (Reuss, 1850)	1	0.33%

### 5.2.1.3. Opis sadržaja uzorka 93-94

Uzorak je sadržavao bodlje ježinaca, ljuskare, puževe te školjke: *Tellina* sp., *Srobicularia* sp. Značajan broj krednjaka je bio oštećen ili imao prevlake piritita. Uzorak je sadržavao 48 vrsta, odnosno identificirano je ukupno 284 jedinki. Dominantna vrsta krednjaka je *E. translucens* Natland, 1938 čiji udio iznosi 15.9 % (Tablica 6).

Tablica 6. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 93-94.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	45	15.85%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	26	9.15%
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	23	8.10%
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	22	7.75%
<i>Porosonion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	19	6.69%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	16	5.63%
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)	14	4.93%
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak, 1888)	14	4.93%
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)	13	4.58%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	11	3.87%
<i>Textularia bocki</i> Höglund, 1947	11	3.87%
Oštećena	6	2.11%
<i>Aubignyna perlucida</i> (Heron-Allen & Earland, 1913)	5	1.76%
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)	5	1.76%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	3	1.06%
<i>Ammonia inflata</i> (Seguenza, 1862)	3	1.06%
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss, 1850	3	1.06%
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny, 1826	3	1.06%
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman, 1922)	3	1.06%
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll, 1798)	3	1.06%
<i>Rectuvigerina elongatastriata</i> (Colom, 1952)	3	1.06%
<i>Spiroloculina excavata</i> d'Orbigny, 1846	3	1.06%
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus, 1758)	2	0.70%
<i>Bolivina pseudoplicata</i> Heron-Allen & Earland, 1930	2	0.70%
Oštećena	2	0.70%
<i>Quinqueloculina pseudobuchiana</i> Łuczowska, 1974	2	0.70%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	1	0.35%
<i>Adelosina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.35%
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny, 1826	1	0.35%
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny, 1846	1	0.35%
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort, 1808	1	0.35%
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	1	0.35%
<i>Cycloforina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.35%
<i>Cycloforina tenuicollis</i> (Wiesner, 1923)	1	0.35%
<i>Elphidium gerthi</i> van Voorthuysen, 1957	1	0.35%
<i>Epistominella exigua</i> (Brady, 1884)	1	0.35%
<i>Eponides concameratus</i> (Montagu, 1808)	1	0.35%
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	1	0.35%
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson, 1848)	1	0.35%
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza, 1862	1	0.35%
<i>Lagena doveyensis</i> Haynes, 1973	1	0.35%
<i>Nonionella opima</i> Cushman, 1947	1	0.35%
<i>Planorbulina mediterraneensis</i> d'Orbigny, 1826	1	0.35%
<i>Quinqueloculina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.35%
<i>Sahulina conica</i> (d'Orbigny, 1839)	1	0.35%
<i>Siphonaperta</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.35%
<i>Spiroloculina ornata</i> d'Orbigny, 1839	1	0.35%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	1	0.35%

#### 5.2.1.4. Opis sadržaja uzorka 178-179

Uzorak je sadržavao bodlje ježinaca, ljuskare, koponošce, spikule spužvi te sljedeće školjkaše i puževe: *Tellina* sp. i *Srobicularia* sp., *Loripes* sp.; *Bittium* sp., *A. minor* (T. Brown, 1827), *E. acicula* (Philippi, 1836), *A. pointeli* (de Folin, 1868), *Cylichna* sp. Valja naglasiti da je u ovom uzorku pronađen značajan broj jedinki vrste *Tellina* sp. Uzorak je sadržavao 33 vrste krednjaka, a determinirano je 278 jedinki od kojih je dominantna vrsta *Haynesina* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991), s udjelom od 14.39 % (Tablica 7).

Tablica 7. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 178-179.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	40	14.39%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	24	8.63%
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak, 1888)	24	8.63%
<i>Porosonion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	21	7.55%
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	21	7.55%
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)	19	6.83%
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)	17	6.12%
<i>Textularia bocki</i> Höglund, 1947	16	5.76%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	8	2.88%
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss, 1850	8	2.88%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	8	2.88%
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	7	2.52%
<i>Cycloforina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	7	2.52%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	7	2.52%
<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny, 1826)	7	2.52%
<i>Quinqueloculina parvula</i> Schlumberger, 1894	4	1.44%
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)	4	1.44%
<i>Rectuvigerina elongatastriata</i> (Colom, 1952)	4	1.44%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	4	1.44%
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny, 1826	3	1.08%
<i>Sahulina conica</i> (d'Orbigny, 1839)	3	1.08%
<i>Adelosina pulchella</i> (d'Orbigny, 1826)	2	0.72%
<i>Bolivina striatula</i> Cushman, 1922	2	0.72%
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman, 1922)	2	0.72%
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	2	0.72%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	2	0.72%
<i>Lagena striata</i> (d'Orbigny, 1839)	2	0.72%
<i>Nonionoides turgidus</i> (Williamson, 1858)	2	0.72%
<i>Polymorphina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)	2	0.72%
<i>Pyrgo</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)	2	0.72%
<i>Rosalina macropora</i> (Hofker, 1951)	2	0.72%
<i>Discorbinella bertheloti</i> (d'Orbigny, 1839)	1	0.36%
<i>Spiroloculina excavata</i> d'Orbigny, 1846	1	0.36%



### 5.2.1.5. Opis sadržaja uzorka 253-254

Uzorak je sadržavao bodlje ježinaca, ljuskare, spikule spužvi te sljedeće školjkaše, *Tellina* sp., *Acanthocardia* sp., i puževe, *C. submamillatum* (de Rayneval & Ponzi, 1854), *Pusillina* sp., *Cylichna* sp. Uzorak je sadržavao 28 vrsta krednjaka i 268 indentificiranih jedinki. Dominantne vrste su *Haynesina* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991), *E. translucens* Natland, 1938 i *M. subrotunda* (Montagu, 1803) (Tablica 8).

Tablica 8. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 253-254.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	38	14.18%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	27	10.07%
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)	27	10.07%
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)	20	7.46%
<i>Parosononion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	19	7.09%
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	18	6.72%
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak, 1888)	17	6.34%
<i>Textularia bocki</i> Höglund, 1947	15	5.60%
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)	14	5.22%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	9	3.36%
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	8	2.99%
<i>Sahulia conica</i> (d'Orbigny, 1839)	7	2.61%
<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny, 1826)	7	2.61%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	5	1.87%
<i>Nonionoides turgidus</i> (Williamson, 1858)	5	1.87%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	4	1.49%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	4	1.49%
<i>Bolivina spathulata</i> (Williamson, 1858)	3	1.12%
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny, 1846	3	1.12%
<i>Cycloforina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	3	1.12%
<i>Rosalina macropora</i> (Hofker, 1951)	3	1.12%
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus, 1758)	2	0.75%
<i>Bolivina striatula</i> Cushman, 1922	2	0.75%
<i>Polymorphina</i> sp.6 sensu Cimerman i Langer (1991)	2	0.75%
<i>Rectuvigerina elongatastriata</i> (Colom, 1952)	2	0.75%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	2	0.75%
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny, 1826	1	0.37%
<i>Lagena striata</i> (d'Orbigny, 1839)	1	0.37%

### 5.2.1.6. Opis sadržaja uzorka 293-294

Uzorak je sadržavao bodlje ježinaca, ljuskare, spikule spužvi, piritizirane kuglice te sljedeće školjkaše, *Tellina* sp., *Loripes* sp., *Acanthocardia* sp., i puževe, *Mangelia* sp., *Folinella* sp., *Cylichna* sp., *A. minor* (T. Brown, 1827), *Cerithidium* sp., *Chrysallida* sp. Uzorak je sadržavao 31 vrstu krednjaka, te je determinirano 314 jedinki. Dominantne vrste u uzorku redom su: *Haynesina* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991), *A. tepida* (Cushman, 1926) i *E. translucens* Natland 1983 (Tablica 9).

Tablica 9. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 293-294.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	43	13.69%
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	38	12.10%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	32	10.19%
<i>Textularia bocki</i> Höglund, 1947	28	8.92%
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)	18	5.73%
<i>Porosonion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	15	4.78%
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	15	4.78%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	14	4.46%
<i>Cycloforina villafranca</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	12	3.82%
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)	12	3.82%
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny, 1826	9	2.87%
<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny, 1826)	8	2.55%
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	7	2.23%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	7	2.23%
<i>Polymorphina</i> sp.6 sensu Cimerman i Langer (1991)	7	2.23%
<i>Bolivina spathulata</i> (Williamson, 1858)	6	1.91%
<i>Nonionoides turgidus</i> (Williamson, 1858)	6	1.91%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	5	1.59%
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)	5	1.59%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	5	1.59%
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss, 1850	4	1.27%
<i>Elphidium</i> sp.4 sensu Cimerman i Langer (1991)	3	0.96%
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza, 1862	3	0.96%
<i>Melonis pompilioides</i> (Fichtel & Moll, 1798)	3	0.96%
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob, 1798)	2	0.64%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	2	0.64%
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.32%
<i>Haynesina</i> sp.3 sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.32%
<i>Lagena striata</i> (d'Orbigny, 1839)	1	0.32%
<i>Pyrgo</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.32%
<i>Rectuvigerina elongatastriata</i> (Colom, 1952)	1	0.32%

### 5.2.1.7. Opis sadržaja uzorka 351-353

Uzorak je sadržavao bodlje ježinaca, ljuskare, spikule spužvi, piritizirane kuglice te sljedeće školjkaše, *Tellina* sp., *Acanthocardia* sp., i puževe, *Folinella* sp., *Cylichna* sp., *Chrysallida* sp. Uzorak je sadržavao 30 vrsta krednjaka, te su na razini roda i vrste identificirane 332 jedinke. Dominantne vrste u uzorku redom su: *Haynesina* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991) i *A. tepida* (Cushman, 1926) (Tablica 10).

Tablica 10. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 351-353.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	62	18.67%
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	54	16.27%
<i>Porosonion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	24	7.23%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	21	6.33%
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)	18	5.42%
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	17	5.12%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	17	5.12%
<i>Triloculina dilatata</i> (d'Orbigny, 1839)	17	5.12%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	16	4.82%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	15	4.52%
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny, 1826	12	3.61%
<i>Bolivina striatula</i> Cushman, 1922	10	3.01%
<i>Textularia bocki</i> Höglund, 1947	7	2.11%
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)	5	1.51%
<i>Cycloforina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	5	1.51%
<i>Adelosina pulchella</i> (d'Orbigny, 1826)	4	1.20%
<i>Aubignyna perlucida</i> (Heron-Allen & Earland, 1913)	4	1.20%
<i>Patellina corrugata</i> Williamson, 1858	4	1.20%
<i>Pseudotriloculina limbata</i> (d'Orbigny in Fornasini, 1905)	4	1.20%
<i>Rectuvigerina elongatastriata</i> (Colom, 1952)	3	0.90%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	2	0.60%
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza, 1862	2	0.60%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	2	0.60%
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss, 1850	1	0.30%
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	1	0.30%
<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.30%
<i>Lagena</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.30%
<i>Sahulina conica</i> (d'Orbigny, 1839)	1	0.30%
<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny, 1826)	1	0.30%
<i>Spirillina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.30%

### 5.2.1.8. Opis sadržaja uzorka 372-373

Uzorak je sadržavao bodlje ježinaca, ljuskare, spikule spužvi, piritizirane kuglice, školjkaše i sljedeće puževe: *Cerithidium* sp., *Aclis* sp., *Melanella* sp. Velika većina ljuštura školjkaša i puževa bili su u krhotinama, te ih nije bilo moguće indentificirati na razini roda. Uzorak je sadržavao 30 vrsta krednjaka, te su determinirane ukupno 262 jedinke. Dominantna vrsta u uzorku je *A. tepida* (Cushman, 1926) s udjelom od 35.11 % (Tablica 11).

Tablica 11. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 372-373.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	92	35.11%
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	26	9.92%
<i>Porosononion</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)	20	7.63%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	20	7.63%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	16	6.11%
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)	12	4.58%
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	9	3.44%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	9	3.44%
<i>Porosononion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	8	3.05%
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza, 1862	6	2.29%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	5	1.91%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	5	1.91%
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss, 1850	4	1.53%
<i>Adelosina mediterraneanensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	3	1.15%
<i>Adelosina pulchella</i> (d'Orbigny, 1826)	3	1.15%
<i>Elphidium fichtelianum</i> (d'Orbigny, 1846)	3	1.15%
<i>Adelosina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)	2	0.76%
<i>Aubignyna perlucida</i> (Heron-Allen & Earland, 1913)	2	0.76%
<i>Cycloforina contorta</i> (d'Orbigny, 1846)	2	0.76%
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman, 1922)	2	0.76%
<i>Lagena doveyensis</i> Haynes, 1973	2	0.76%
<i>Miliolinella semicostata</i> (Wiesner, 1923)	2	0.76%
<i>Spiroloculina dilatata</i> d'Orbigny, 1846	2	0.76%
<i>Buccella granulata</i> (di Napoli Alliata, 1952)	1	0.38%
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny, 1846	1	0.38%
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	1	0.38%
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll, 1798)	1	0.38%
<i>Rectuvigerina elongatastriata</i> (Colom, 1952)	1	0.38%
<i>Textularia bocki</i> Höglund, 1947	1	0.38%
<i>Triloculina marioni</i> Schlumberger, 1893	1	0.38%

### 5.2.1.9. Opis sadržaja uzorka 404-405

Uzorak je sadržavao bodlje ježinaca, ljuskare, spikule spužvi i sljedeće školjkaše, *Nucula* sp., *Glycimeris* sp., *Loripes* sp., *Tellina* sp., *Acanthocardia* sp., *Cerastoderma* sp., i puževe, *Folinia* sp., *Turitella* sp., *Cerithidium* sp., *Gibberula* sp. Uzorak je sadržavao 29 vrsta krednjaka, te je identificirano na razini roda ili vrste ukupno 259 jedinki. Dominantne vrste u uzorku su *A. tepida* (Cushman, 1926) s 42.7 % i *Haynesina* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991) s udjelom od 15.44 % (Tablica 12).

Tablica 12. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 404-405.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	110	42.47%
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	40	15.44%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	15	5.79%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	14	5.41%
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)	10	3.86%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	9	3.47%
<i>Porosonion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	8	3.09%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	6	2.32%
<i>Criboelphidium gerthi</i> (van Voorthuysen, 1957)	6	2.32%
<i>Aubignyna perlucida</i> (Heron-Allen & Earland, 1913)	5	1.93%
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)	5	1.93%
<i>Porosonion</i> sp. 2 sensu Cimerman i Langer (1991)	5	1.93%
<i>Bolivina striatula</i> Cushman, 1922	3	1.16%
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll, 1798)	3	1.16%
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza, 1862	3	1.16%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	3	1.16%
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	2	0.77%
<i>Adelosina carinatastriata</i> (Wiesner, 1912)	1	0.39%
<i>Adelosina ciarensis</i> (Heron-Allen & Earland, 1930)	1	0.39%
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny, 1846	1	0.39%
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	1	0.39%
<i>Cycloforina contorta</i> (d'Orbigny, 1846)	1	0.39%
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman, 1922)	1	0.39%
<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.39%
<i>Elphidium fichtelianum</i> (d'Orbigny, 1846)	1	0.39%
<i>Sigmoilina costata</i> Schlumberger, 1893	1	0.39%
<i>Spiroloculina excavata</i> d'Orbigny, 1846	1	0.39%
<i>Spiroloculina ornata</i> d'Orbigny, 1839	1	0.39%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	1	0.39%

#### 5.2.1.10. Opis sadržaja uzorka 418-420

Uzorak je sadržavao ljuskare, spikule spužvi, koponošce i sljedeće školjkaše *Tellina* sp., *Acanthocardia* sp., i puževe, *Odostomia* sp., *Cylichna* sp., *Eulimella* sp., *Cerithidium* sp. Uzorak je sadržavao 17 vrsta krednjaka, te je determinirano 266 jedinki. Dominantne vrste u uzorku su *A. tepida* (Cushman, 1926) i *Haynesina* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991) (Tablica 13).

Tablica 13. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 418-420.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	156	58.65%
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	51	19.17%
<i>Porosonion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	16	6.02%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	15	5.64%
<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny, 1826)	6	2.26%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	5	1.88%
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza, 1862	3	1.13%
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak, 1888)	3	1.13%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	2	0.75%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	2	0.75%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	1	0.38%
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.38%
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss, 1850	1	0.38%
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll, 1798)	1	0.38%
<i>Planorbulina mediterraneensis</i> d'Orbigny, 1826	1	0.38%
<i>Rectuvigerina elongatastriata</i> (Colom, 1952)	1	0.38%
<i>Reussella spinulosa</i> (Reuss, 1850)	1	0.38%

#### 5.2.1.11. Opis sadržaja uzorka 433-434

Uzorak je sadržavao ljuskare, spikule spužvi, okučene, te sljedeće školjkaše *Tellina* sp., *Acanthocardia* sp., i puževe roda *Odostomia* sp. Uzorak je sadržavao 23 vrste krednjaka, te je izbrojano i identificirano ukupno 310 jedinki. Dominantne vrste u uzorku su *A. tepida* (Cushman, 1926) i *Haynesina* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991) (Tablica 14).

Tablica 14. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 433-434.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	165	53.23%
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	33	10.65%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	24	7.74%
<i>Aubignyna perlucida</i> (Heron-Allen & Earland, 1913)	19	6.13%
<i>Porosonion</i> sp. 2 sensu Cimerman i Langer (1991)	14	4.52%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	8	2.58%
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	7	2.26%
<i>Haynesina</i> sp.3 sensu Cimerman i Langer (1991)	6	1.94%
<i>Triloculina ornata</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	6	1.94%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	4	1.29%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	4	1.29%
<i>Porosonion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	3	0.97%
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll, 1798)	3	0.97%
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza, 1862	3	0.97%
<i>Bolivina striatula</i> Cushman, 1922	2	0.65%
<i>Elphidium</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	2	0.65%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	1	0.32%
<i>Discorbinella bertheloti</i> (d'Orbigny, 1839)	1	0.32%
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman, 1922)	1	0.32%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	1	0.32%
<i>Eponides concameratus</i> (Montagu, 1808)	1	0.32%
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)	1	0.32%
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak, 1888)	1	0.32%



### 5.2.1.12. Opis sadržaja uzorka 482-483

Uzorak je sadržavao spikule spužvi, ljuskare, okučene, te sljedeće školjkaše, *Tellina* sp., *Acanthocardia* sp., i puževe, *Odostomia* sp., *Cerithidium* sp, *Cylichna* sp., *Eulimella* sp. Uzorak je sadržavao 21 vrstu krednjaka, te su identificirane 323 jedinke. Dominantna vrsta u uzorku je *A. tepida* (Cushman, 1926), s udjelom od 56.35 % (Tablica 15).

Tablica 15. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 433-434.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	182	56.35%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	24	7.43%
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	20	6.19%
<i>Porosononion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	18	5.57%
<i>Aubignyna perlucida</i> (Heron-Allen & Earland, 1913)	18	5.57%
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman, 1922)	16	4.95%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	12	3.72%
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	6	1.86%
<i>Haynesina</i> sp.3 sensu Cimerman i Langer (1991)	5	1.55%
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)	5	1.55%
<i>Bolivina striatula</i> Cushman, 1922	3	0.93%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	3	0.93%
<i>Discorbinella bertheloti</i> (d'Orbigny, 1839)	2	0.62%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	2	0.62%
<i>Adelosina carinatastriata</i> (Wiesner, 1912)	1	0.31%
<i>Elphidium fichtelianum</i> (d'Orbigny, 1846)	1	0.31%
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson, 1848)	1	0.31%
<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny, 1826)	1	0.31%
<i>Spiroloculina ornata</i> d'Orbigny, 1839	1	0.31%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	1	0.31%
<i>Triloculina marioni</i> Schlumberger, 1893	1	0.31%

### 5.2.1.13. Opis sadržaja uzorka 496-497

Uzorak je sadržavao spikule spužvi, ljuskare, okučene, te sljedeće školjkaše, *Cardium* sp, *Loripes* sp., i puževe, *Folinia* sp., *Gibberula* sp. Uzorak je sadržavao 21 vrstu krednjaka, te su izbrojane i determinirane 322 jedinke. Dominantne vrste u uzorku su *A. tepida* (Cushman, 1926) i *A. perlucida* (Heron-Allen & Earland, 1913) Tablica 16).

Tablica 16. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 433-434.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	189	58.70%
<i>Aubignyna perlucida</i> (Heron-Allen & Earland, 1913)	37	11.49%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	25	7.76%
<i>Porosononion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	15	4.66%
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	15	4.66%
<i>Haynesina</i> sp.3 sensu Cimerman i Langer (1991)	14	4.35%
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza, 1862	4	1.24%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	2	0.62%
<i>Ammonia parkinsoniana</i> (d'Orbigny, 1839)	2	0.62%
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss, 1850	2	0.62%
<i>Criboelphidium gerthi</i> (van Voorthuysen, 1957)	2	0.62%
<i>Elphidium fichtelianum</i> (d'Orbigny, 1846)	2	0.62%
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll, 1798)	2	0.62%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	2	0.62%
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	2	0.62%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	2	0.62%
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny, 1846	1	0.31%
<i>Elphidium</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.31%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.31%
<i>Stomatorbina concentrica</i> (Parker & Jones, 1864)	1	0.31%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	1	0.31%

#### 5.2.1.14. Opis sadržaja uzorka 502-503

Uzorak je sadržavao ljuskare, spikule spužvi, okućene, te sljedeće školjkaše, *Tellina* sp., *Cardium* sp., i puževe, *Folinia* sp., *Turitella* sp. Uzorak je sadržavao 31 vrstu krednjaka, te su izbrojane ukupno 293 jedinke. Dominantne vrste u uzorku su *A. tepida* (Cushman, 1926) i *Haynesina* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991) (Tablica 17).

Tablica 17. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 502-503.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	150	51.19%
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	38	12.97%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	25	8.53%
<i>Porosononion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	11	3.75%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	9	3.07%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	8	2.73%
<i>Haynesina</i> sp.3 sensu Cimerman i Langer (1991)	7	2.39%
<i>Textularia bocki</i> Höglund, 1947	5	1.71%
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman, 1922)	4	1.37%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	4	1.37%
<i>Adelosina carinatastriata</i> (Wiesner, 1912)	3	1.02%
<i>Criboelphidium gerthi</i> (van Voorthuysen, 1957)	3	1.02%
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	3	1.02%
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus, 1758)	2	0.68%
<i>Buccella</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)	2	0.68%
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak, 1888)	2	0.68%
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)	2	0.68%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	2	0.68%
<i>Adelosina cliarensis</i> (Heron-Allen & Earland, 1930)	1	0.34%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	1	0.34%
<i>Adelosina pulchella</i> (d'Orbigny, 1826)	1	0.34%
<i>Ammonia inflata</i> (Seguenza, 1862)	1	0.34%
<i>Bolivina spathulata</i> (Williamson, 1858)	1	0.34%
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort, 1808	1	0.34%
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	1	0.34%
<i>Elphidium fichtelianum</i> (d'Orbigny, 1846)	1	0.34%
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll, 1798)	1	0.34%
<i>Eponides concameratus</i> (Montagu, 1808)	1	0.34%
<i>Miliolinella</i> sp. 1 sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.34%
<i>Rosalina macropora</i> (Hofker, 1951)	1	0.34%
<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny, 1826)	1	0.34%

### 5.2.1.15. Opis sadržaja uzorka 512-513

Uzorak je sadržavao ljuskare, spikule spužvi, okučene, te školjkaše roda *Loripes* sp. i puža roda *Cerithidium* sp. Uzorak je sadržavao 22 vrste krednjaka, te su determinirane 252 jedinke. Dominantne vrste u uzorku su *A. tepida* (Cushman, 1926) i *Haynesina* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991) (Tablica 18).

Tablica 18. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 512-513.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	157	62.30%
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	35	13.89%
<i>Porosononion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	17	6.75%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	16	6.35%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	4	1.59%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	3	1.19%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	3	1.19%
<i>Quinqueloculina jugosa</i> Cushman, 1944	2	0.79%
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	2	0.79%
<i>Adelosina dubia</i> (d'Orbigny in Fornasini, 1905)	1	0.40%
<i>Adelosina pulchella</i> (d'Orbigny, 1826)	1	0.40%
<i>Aubignyna perlucida</i> (Heron-Allen & Earland, 1913)	1	0.40%
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny, 1846	1	0.40%
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny, 1826	1	0.40%
<i>Criboelphidium gerthi</i> (van Voorthuysen, 1957)	1	0.40%
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	1	0.40%
<i>Gyroidina lamarckiana</i> (d'Orbigny, 1839)	1	0.40%
<i>Haynesina</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.40%
<i>Pyrgo</i> sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.40%
<i>Quinqueloculina pseudobuchiana</i> Łuczowska, 1974	1	0.40%
<i>Sahulina conica</i> (d'Orbigny, 1839)	1	0.40%
<i>Triloculina marioni</i> Schlumberger, 1893	1	0.40%

### 5.2.1.16. Opis sadržaja uzorka 521-522

Uzorak je sadržavao ljuskare, spikule spužvi, zrnca piritu te školjkaše roda *Tellina* sp., i puževe roda *Obtusella* sp., *Cylichna* sp., *Folinella* sp. Uzorak je sadržavao 18 vrsta krednjaka, te je ukupno u cijelom pregledanom uzorku određeno 177 jedinki. Dominantne vrste u uzorku su *A. tepida* (Cushman, 1926) i *Haynesina* sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991) (Tablica 19).

Tablica 19. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 521-522.

VRSTA	BROJ JEDIN KI	UDIO
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	105	59.32%
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	20	11.30%
<i>Porosonion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	14	7.91%
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob, 1798)	13	7.34%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	4	2.26%
<i>Eponides</i> sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)	3	1.69%
<i>Adelosina mediterraneis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	2	1.13%
<i>Cycloforina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	2	1.13%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	2	1.13%
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)	2	1.13%
<i>Nonionoides turgidus</i> (Williamson, 1858)	2	1.13%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	2	1.13%
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman, 1922)	1	0.56%
<i>Elphidium fichtelianum</i> (d'Orbigny, 1846)	1	0.56%
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza, 1862	1	0.56%
<i>Lagena striata</i> (d'Orbigny, 1839)	1	0.56%
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner, 1923)	1	0.56%
<i>Rosalina macropora</i> (Hofker, 1951)	1	0.56%

### 5.2.1.17. Opis sadržaja uzorka 527-537

Uzorak je sadržavao ljuskare i sljedeće školjkaše, *Abra* sp., *Acanthocardia* sp., *Scrobicularia* sp., i puževe, *Planorbis* sp., *Pusillina* sp. Uzorak obilježava mala brojnost jedinki krednjaka. Određeno je 12 vrsta, te ukupno svega 106 jedinki. Dominantna vrsta u uzorku je *A. tepida* (Cushman, 1926) s udjelom od čak 73.58 % (Tablica 20).

Tablica 20. Popis dominantnih (žuto, >10 %), srednje zastupljenih (zeleno, 4-10 %) i rijetkih (plavo, <4 %) vrsta u uzorku 527-537.

VRSTA	BROJ JEDINKI	UDIO
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	78	73.58%
<i>Spiroloculina ornata</i> d'Orbigny, 1839	7	6.60%
<i>Haynesina</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	6	5.66%
<i>Porosononion</i> sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)	5	4.72%
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus, 1758)	2	1.89%
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman, 1915)	2	1.89%
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez, 1958)	1	0.94%
<i>Adelosina carinatastriata</i> (Wiesner, 1912)	1	0.94%
<i>Quinqueloculina</i> sp. sensu Cimerman i Langer (1991)	1	0.94%
<i>Elphidium translucens</i> Natland, 1938	1	0.94%
<i>Triloculina adriatica</i> Le Calvez & Le Calvez, 1958	1	0.94%
<i>Rectuvigerina elongatastriata</i> (Colom, 1952)	1	0.94%

### 5.2.2. Rezultati datiranja metodom radioaktivnog ugljika

Datiranje metodom radioaktivnog ugljika C-14 dobiveno je 5 datuma od kojih je najstariji 9 685-9 527 BP, te pripada ranom holocenu. Rezultati datiranja navedeni su u Tablici 21.

Tablica 21. Rezultati analize radioaktivnim ugljikom jezgre PROK-3 (cm- centimetri; BP eng. *before present*, godina prije sadašnjosti; cal BP, eng. *calendar BP*, kalendarske godine prije sadašnjosti (sadašnjost je određena kao 1950. AD)).

Dubina (cm)	Laboratorijski broj	Materijal	Mjereni <sup>14</sup> C datum	Konvencionalni datum	Kalibrirani kalendarski datum
40	Beta - 599506	ljuštura mekušca	140 +/- 30 BP	580 ± 30 BP	<b>20-340 cal BP</b>
170	Beta - 599507	ljuštura mekušca	4250 +/- 30 BP	4680 ± 30 BP	<b>4780-5140 cal BP</b>
363	Beta - 620530	ljuštura mekušca	6880 +/- 30 BP	7280 ±30 BP	<b>7590-7860cal BP</b>
396.5	Beta - 599508	ljuštura mekušca	7780 +/- 30 BP	8170 ± 30 BP	<b>8520-8900 cal BP</b>
508-510	Beta-649074	organski sediment	8650 +/- 40 BP	8610 +/- 40 BP	<b>9685 - 9527 cal BP</b>



### 5.2.3. Rezultati analize organskog ugljika i dušika i granulometrijske analize

Analiza organskog dušika i ugljika, te granulometrijske analize napravljene su na Hrvatskom geološkom institutu. Za navedene analize izabrano je 16 uzoraka, u sličnim intervalima kao za mikropaleontološku analizu. Dubine uzoraka, te rezultati, navedeni su u Tablici 22.

Rezultati granulometrijske analize su sljedeći. Frakcija pijeska najviše je zastupljena u najdonjem dijelu jezgre (33.19 %) te se nakon toga smanjuje do gornjeg dijela, s povećanjem u uzorku 404-405 (18.88 %). U gornjem dijelu jezgre pijeska gotovo nema (Tablica 22). Frakcija silta je konstantno prisutna u svim uzorcima u udjelu od 59.71 % - 78.51 % (Tablica 22). Frakcija gline također je prisutna u svim uzorcima, ali s trendom porasta prema gornjem dijelu jezgre. U donjim dijelovima udio joj varira između 7.09 % i 10.50 %. U središnjem dijelu jezgre određen je udio od oko 11 % - 12 %, te napokon u gornjem dijelu jezgre udio gline prevladava s maksimumima od 24.32 % (uzorak 253-254) i 21.49 % (uzorak 7-9) (Tablica 22).

Postotak dušika je relativno nizak, osim u donjem dijelu jezgre u uzorcima 418-420, 433-434, 482-483, 496-497, 502-503. U istom dijelu je visok udio TOC-a te C/N omjer. U ostatku jezgre, udio TOC-a je vrlo nizak. TIC je konstantne vrijednosti duž cijele jezgre (5.9 ~ 8.6 %). C/N omjer u donjem dijelu jezgre iznosi oko 16, zatim dolazi do njegovog porasta (21 do 24), te potom do njegovog smanjenja u gornjem dijelu jezgre, ~7-10.

Tablica 22. Rezultati analize dušika i ugljika i granulometrije (N (%)-postotak dušika; TOC (%)-postotak ukupnog organskog ugljika; TIC (%)-postotak ukupnog anorganskog ugljika; C/N-omjer ukupnog organskog ugljika i dušika; PIJESAK (%)-udio pijeska; SILT (%)-udio silta; GLINA (%)- udio gline).

Dubina (cm)	N (%)	TOC (%)	TIC (%)	C/N	PIJESAK (%)	SILT (%)	GLINA (%)
9	0.139	1.080	6.977	7.769	0.01	78.51	21.49
50	0.098	0.792	8.659	8.062	0.66	84.79	14.51
90	0.106	0.797	8.855	7.552	1.06	84.60	14.30
180	0.075	0.608	7.961	8.060	7.59	79.66	12.74
250	0.081	0.889	7.439	10.939	0.00	75.68	24.32
290	0.092	0.921	7.594	9.995	6.86	78.66	14.44
350	0.091	1.109	6.957	12.145	12.09	75.19	12.71
370	0.102	1.507	7.670	14.843	13.11	78.27	8.63
400	0.114	2.044	8.012	17.946	18.88	71.96	9.14
420	0.205	4.651	7.382	22.661	13.73	76.88	9.42
430	0.207	5.024	7.085	24.280	7.89	80.55	11.55
480	0.379	8.734	5.935	23.043	8.85	79.67	11.53
500	0.325	6.909	6.016	21.292	6.98	80.67	12.33
505	0.343	7.603	6.063	22.137	11.27	78.20	10.50
515	0.127	2.132	6.111	16.750	29.01	62.63	8.37
520	0.121	1.979	6.416	16.355	33.19	59.71	7.09

### 5.3. Rezultati statističke obrade podataka

#### 5.3.1. Indeksi bioraznolikosti

##### 5.3.1.1. Simpsonov indeks (1-D)

Najmanju vrijednost indeksa ima uzorak s dna jezgre (527-537), nakon njega raznolikost postepeno raste sve do uzorka koji je pri vrhu jezgre (7-9) te ima najveću vrijednost (Tablica 23). Detaljnijom analizom može se zamijetiti da uzorci od 418-420 do 496-497 imaju slične vrijednosti (oko 0.61-0.69) nakon čega dolazi do manjeg porasta u uzorku 502-503 (~ 0.71), te pada kod uzorka 512-513.

##### 5.3.1.2. Shannon-Weinerov indeks (H')

Najvišu vrijednost imaju uzorci u gornjem dijelu jezgre (93-94 i 178-179), a najmanju 404-405. Nakon 404-405 slijedi postepeni pad vrijednosti do dna jezgre. Najmanju vrijednost ima uzorak 527-537, te se ističe uzorak 502-503 s nešto većom vrijednošću od ostalih (Tablica 23).

##### 5.3.1.3. Indeks ujednačenosti (J') i indeks dominacije (D)

Vrijednosti u središnjem i gornjem dijelu jezgre variraju oko 0.8, izuzevši uzorka 404-405 čija je vrijednost 0.68. Indeks ujednačenosti u donjem dijelu jezgre je bliži 0, odnosno vrijednosti konstantno variraju oko 0.5. Vrijednosti indeksa dominacije su obrnuto proporcionalne indeksu ujednačenosti pa su tako vrijednosti u donjem dijelu više s najvišim rezultatom u uzorku 527-537 (0.5), a vrijednosti gornjeg dijela su veoma niske (~0.06) (Tablica 23).

##### 5.3.1.4. Berger-Parkerov indeks

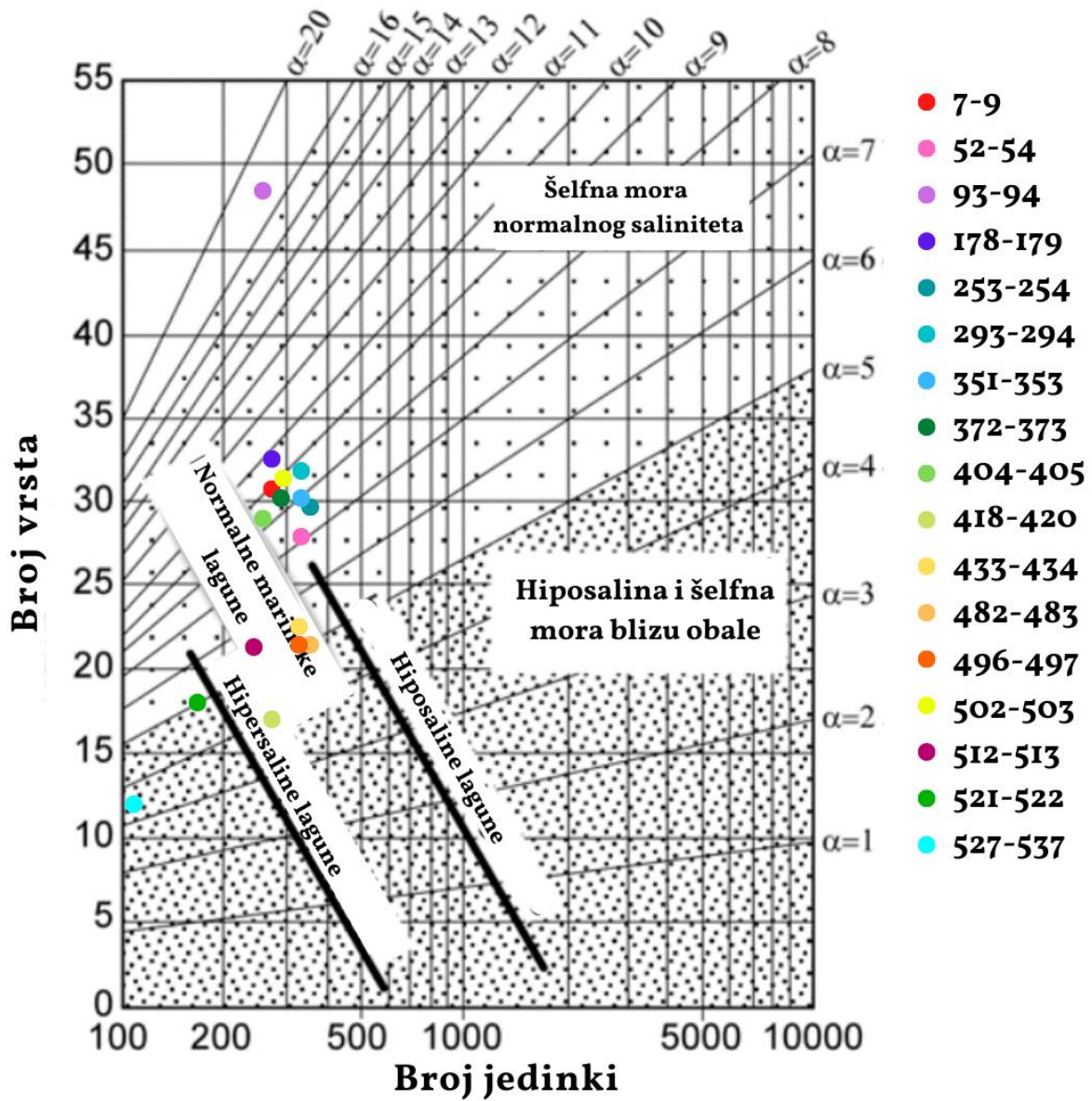
U gornjem dijelu jezgre vrijednosti su značajno niže u odnosu na bazalni dio, te je najniža vrijednost uočena kod uzorka 293-294. Nakon toga, vrijednost raste na 18 %, 35 % i konačno 43 %, te su potom vrijednosti visoke (51-62 %). Najviša vrijednost ovog indeksa je 73.6 % u uzorku 527-537 (Tablica 23).

##### 5.3.1.5. Fisherov indeks ( $\alpha$ )

Najvišu vrijednost ima uzorak 93-94. Uzorci od 7-9 do 404-405 imaju vrijednosti koje se kreću oko 8. Zatim vrijednost naglo pada na 4 u uzorku 418-420, te raste na otprilike 5 u uzorcima od 433-434 do 496-497. Ističe se uzorak 502-503, u kojem vrijednost naglo raste na 8.8. Uzorci 512-513 i 521-522 imaju vrijednosti 5-5.8 te konačno, uzorak 527-537 ima veoma nisku vrijednost od 3.5 (Tablica 23, Slika 11).

Tablica 23. Indeksi raznolikosti izračunati u programu PAST (v 4.10).

Uzorak	Broj vrsta	Broj jedinki	Indeks dominacije	Simpsonov indeks	Shannon-Weinerov indeks	Indeks ujednačenosti	Fisher-ov $\alpha$ indeks	Berger-Parker indeks
7-9	31	277	0.07058	0.9294	2.998	0.8731	8.948	15.2%
52-54	27	307	0.1021	0.8979	2.711	0.8226	7.133	24.1%
93-94	48	284	0.06278	0.9372	3.213	0.8301	16.56	15.9%
178-179	33	278	0.062	0.938	3.083	0.8817	9.749	14.4%
253-254	28	268	0.06725	0.9328	2.952	0.8859	7.873	14.2%
293-294	31	314	0.06654	0.9335	3.01	0.8766	8.535	13.7%
351-353	30	332	0.08692	0.9131	2.821	0.8294	8.001	18.7%
372-373	30	262	0.1531	0.8469	2.559	0.7524	8.737	35.1%
404-405	29	259	0.2141	0.7859	2.283	0.6781	8.373	42.5%
418-420	17	266	0.3865	0.6135	1.473	0.5198	4.047	58.7%
433-434	23	310	0.3069	0.6931	1.893	0.6037	5.739	53.2%
482-483	21	323	0.336	0.664	1.791	0.5882	5.026	56.4%
496-497	21	322	0.3686	0.6314	1.641	0.539	5.03	58.7%
502-503	31	293	0.2888	0.7112	2.036	0.593	8.758	51.2%
512-513	22	252	0.4146	0.5854	1.501	0.4855	5.797	62.3%
521-522	18	177	0.3746	0.6254	1.631	0.5642	5.01	59.3%
527-537	12	106	0.5482	0.4518	1.177	0.4738	3.479	73.6%



Slika 11. Fisherov dijagram s uzorcima iz jezgre PROK-3 (Izvor: Petra Hus).

### 5.3.2. Trokomponentni dijagram

Najveći postotak identificiranih krednjaka u jezgri PROK-3 pripada hijalinitim ili staklastim krednjacima. Nakon njih slijede porcelanasti krednjaci, dok najmanje ima aglutiniranih krednjaka. Najveći postotak hijalinitih ima u uzorku 496-497 s udjelom od čak 98 %, a najmanji u uzorku 253-254 s udjelom od 63 %. Nadalje, porcelanastih krednjaka ima najviše upravo u uzorku 253-254, a najmanje u uzorku 496-497. Aglutiniranih krednjaka u uzorcima 404-405, 418-420, 433-434, 482-483, 496-497, 521-522 i 527-537 uopće nema, dok su u uzorcima 512-513, 502-503 i 372-373 tek neznatno prisutni. Najveći udio imaju u uzorku 293-294 (Tablica 24).

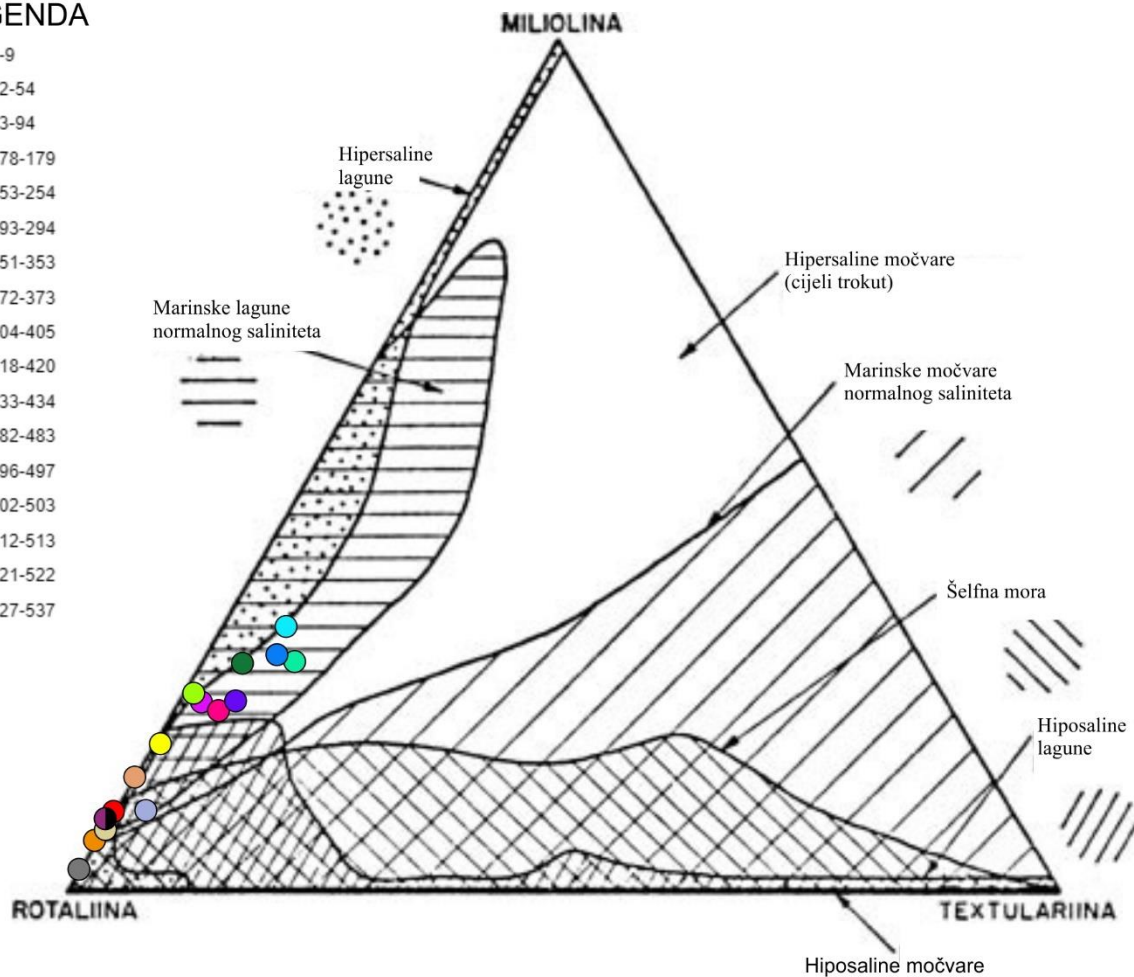
Trokomponentni dijagram na Slici 12 izrađen je na temelju vrijednosti iz Tablice 24.

Tablica 24. Postotak krednjaka prema tipu stijenke u uzorcima iz jezgre sedimenata PROK-3 (AG-aglutinirana stijenska; H-hijalina stijenska; M-porcelanasta stijenska).

UZORAK	STIJENKA		
	AG	H	M
7-9	2.89%	75.45%	21.66%
52-54	1.30%	75.57%	23.13%
93-94	4.23%	71.13%	21.83%
178-179	6.83%	65.11%	28.06%
253-254	5.60%	62.69%	31.72%
293-294	8.92%	64.33%	26.75%
351-353	2.71%	70.18%	27.11%
372-373	0.38%	75.95%	23.66%
404-405	0%	81.85%	18.15%
418-420	0%	94.74%	5.26%
433-434	0%	92.26%	7.74%
482-483	0%	92.57%	7.43%
496-497	0%	98.14%	1.86%
502-503	1.71%	89.42%	8.87%
512-513	0.40%	93.25%	6.35%
521-522	0%	92.66%	7.34%
527-537	0%	87.74%	12.26%

## LEGENDA

- 7-9
- 52-54
- 93-94
- 178-179
- 253-254
- 293-294
- 351-353
- 372-373
- 404-405
- 418-420
- 433-434
- 482-483
- 496-497
- 502-503
- 512-513
- 521-522
- 527-537



Slika 12. Trokomponentni dijagram na temelju udjela stijenki iz jezgre PROK-3

(Izvor: Petra Hus).



## 6. RASPRAVA

Do sada nisu provedena istraživanja promjena paleookoliša na području Prokljanskog jezera. Cilj ovog rada bila je rekonstrukcija holocenskih paleookolišnih promjena pod utjecajem promjena morske razine na području Prokljanskog jezera tijekom zadnjih 9 600 godina.

S obzirom na identificirane krednjake, školjkaše, puževe, izgled jezgre, statističke podatke te analize dušika i ugljika i granulometriju, jezgra PROK-3 može se podijeliti na tri zone koje odgovaraju određenim vremenskim intervalima. Izdvojene zone korelirati će se s promjenama razine mora na području Jadrana. Kao što je ranije rečeno, razina Jadranskog mora krajem zadnjeg glacijalnog maksimuma bila je niža za otprilike 120 metara nego danas (Lambeck i sur. 2014). Topljenjem ledenjaka, došlo je do postepenog porasta razine mora te poplavlivanja velikog područja Jadrana (Slika 3).

### 6.1. ZONA 1 (> 9 600 BP)

Zonu 1 definiraju uzorci 512-513, 521-522, 527-537. Ova zona se nalazi u donjem, bazalnom dijelu jezgre (5.3 – 5.12 m) te osim što ima nizak postotak dušika i TOC-a, ima visok udio pijeska i silta (Slika 12). U zajednici krednjaka dominira vrsta *A. tepida*. Dominacija jedne vrste se vidi i u indeksima raznolikosti gdje se može uočiti niska vrijednost Simpsonovog indeksa i indeksa ujednačenosti te visoka vrijednost indeksa dominacije. Berger-Parkerov indeks koji pokazuje udio najzastupljenije vrste, ovdje iznosi čak 73.6 %. *A. tepida* je eurihalina oportunistička vrsta koja podnosi bočate okolišne uvjete te napreduje u okolišima bogatima organskom tvari (Koukousioura i sur. 2012, Romano i sur. 2013, Pérez-Asensio i Rodríguez-Ramírez 2020). Karakteristično za ovu vrstu je da je česta u sedimentu s visokim postotkom TOC-a, tolerira hipoksiju te organska zagađenja (Murray 2006). Prisutna je u Mediteranu u plitkim mikroklimnim okolišima i jedna je od najotponijih vrsta na okolišni stres, uključujući i industrijska zagađenja i teške metale u visokim koncentracijama (Debenay i Guillou 2002, Frontalini i Coccioni 2008, Laut i sur. 2021). Nadalje, Romano i sur. (2013) su proveli istraživanje na Siciliji te pokazali pozitivnu korelaciju vrste *A. tepida* s pijeskom i siltom koji dominiraju u ovoj zoni jezgre PROK-3 (Tablica 22). Dodatno se ovim radom potvrđuje da *A. tepida* preferira bočate okoliše diljem Jadrana kao što je i dokazano drugim istraživanjima (Debenay i Guillou 2002, Koukousioura i sur. 2012, Romano i sur. 2013, Pérez-Asensio i Rodríguez-Ramírez 2020). Valja naglasiti da su uzorci koji definiraju ovu zonu obilježeni malim brojem jedinki i vrsta u usporedbi sa svim ostalima, što ukazuje na minimalni utjecaj mora te dominaciju samo oportunističke vrste prvog reda (Prilog 1). Uočeno je da su determinirani krednjaci bili veoma dobro očuvani i većih dimenzija naspram kasnije identificiranih vrsta što može ukazivati na mirniji okoliš.



Vrijednost Fisherovog indeksa uzorka 527-537 ukazuje na isključivo bočati okoliš, dok su preostala dva analizirana uzorka iz ove zone na granici normalnog saliniteta i hiposaline lagune (Slika 10). Rezultati dobiveni trokomponentnim dijagramom potkrepljuju ovu interpretaciju (Slika 11). Nadalje, pretpostavljeni okoliš potvrđuju i pronađeni školjkaši (*Loripes* sp., *Tellina* sp., *Abra* sp., *Acanthocardia* sp., *Scrobicularia* sp.) koji isključivo žive na muljevitim i pjeskovitim dnima (Milišić i Jović 1991). Od ranije navedenih rodova puževa, za istaknuti je rod *Planorbis* koji je slatkovodni rod puža pronađen u najdonjem uzorku (527-537) tijekom čijeg je taloženja vjerojatno još uvijek dominirao slatkovodni okoliš. Nadalje, rod *Pusillina* tolerira fluktuacije saliniteta i bočate okoliše (Milišić i Jović 1991; Warén 1996).

Prije više od 9 600 godina razina mora bila je znatno niža te je klima boreala bila suha i topla. Kako je boreal početak holocenskog termalnog optimuma, došlo je do topljenja leda te je razina mora naglo rasla (Von Post 1946, Rydin, Jeglum i Bennett 2013). Brzi porast razine mora zamijećen je i kod rijeke Po na sjeveru Jadrana te su Rossi i Horton (2009), zahvaljujući krednjacima, rekonstruirali paleodubinu. Felja i sur. (2015) su također u rekonstrukciji paleookoliša rijeke Mirne na temelju krednjaka dobili slične rezultate.

Uspoređujući Fisherov indeks i trokomponentni dijagram, analize dušika i ugljika, granulometriju i pronađene organizme (Slika 12), Zona 1 je istaložena u zatvorenom bočatom okruženju s limitiranim učinkom morske vode, vjerojatno putem okršene podloge (Slika 13), u doba kada razina mora je bila niža (~ 55-40 m) te su se ovi klimatski uvjeti odrazili i na području Prokljanskog jezera.

## 6.2. ZONA 2 (9 600 – 8 700 BP)

Zonu 2 definiraju uzorci 418-420, 433-434, 482-483, 496-497 i 502-503. Ova zona se smatra tranzicijskom zonom (5.12 – 4.04 m) u kojoj dolazi do naglog porasta udjela dušika, organske tvari i C/N omjera (Tablica 22; Slika 12). Iako *A. tepida* još uvijek dominira u zajednici, došlo je i do pojave vrste *Haynesina* sp. za koju se također smatra da je oportunistička vrsta. *Haynesina* sp. je česta u sedimentima s varijabilnim udjelom gline i organskog ugljika, herbivor je i rasprostranjena je u priobalnim marinskim okolišima u svijetu (Debenay i Guillou 2002, Murray 2006, Koukousioura i sur. 2012, Laut i sur. 2021). Nadalje, u ovoj zoni, u dominaciji pojavljuje se i vrsta *A. perlucida*. Ova vrsta tipični je infaunalni predstavnik estuarijskih i plitkomorskih okoliša, saliniteta 28-32 ‰ i temperature 6-27°C te preferira sediment dominiran siltom i glinom (Murray 2006, Koukousioura i sur. 2012, Capotondi i sur. 2022) te je tolerantna na nisko zagađene okoliše (Frontalini i Coccioni 2008).

Shannon-Weinerov indeks u ovoj zoni pokazuje jasan trend povećanja raznolikosti u odnosu na Zonu 1 (Tablica 23). Vrijednosti od 0,6 do 2,1 ukazuju na priobalni okoliš s varijacijama u salinitetu što se poklapa s interpretacijom da su sedimenti Zone 2 vjerojatno istaloženi u bočatom okolišu pod značajnim morskim

utjecajem. Gledajući Fisherov indeks, u ovoj zoni on poprima vrijednosti tipične za bočati do morski okoliš (4-5.7). Iznimka je uzorak 502-503 čije vrijednosti Fisherovog indeksa (8.7) ukazuju na taloženje u morskom okolišu. Pretpostavka je da je tijekom taloženja navedenog uzorka došlo do kratkotrajne okolišne promjene, koja je rezultirala drugačijim sastavom zajednice što se vidi i u malom odstupanju kod Shannon-Weinerovog i Simpsonovog indeksa (Tablica 23). Od pronađenih školjkaša i puževa, svi rodovi su bili karakteristični za pjeskovita i muljevita tla i cijeli Jadran (Milišić i Jović 1991).

Prema rezultatima, bočati okoliš je još uvijek dominirao u periodu od 9 600 do 8 700 BP, uz pojavu oportunističkog drugog reda (Slika 12, Slika 13). Međutim, morski utjecaj je bio značajniji. Moguće je da su u tom periodu vladali kišni vremenski uvjeti koji su organsku tvar (visok TOC, omjer C/N) transportirali s kopna u Prokljansko jezero površinskim otjecanjem što se podudara s tadašnjom toplom i vlažnom klimom boreala i holocenskog termalnog optimuma (Von Post 1946, Rydin, Jeglum i Bennett 2013). Također je moguće da je bočati okoliš obilovao kopnenom vegetacijom. Na taj način se isto mogu objasniti visoke vrijednosti C/N omjera i TOC-a. Međutim, ovakva interpretacija okoliša ne objašnjava značajniji postotak tipičnih marinskih vrsta i visoke vrijednosti Fisherovog indeksa u uzorku 502-503. S obzirom da ostale provedene analize ne ukazuju na nikakve okolišne promjene, ne mogu se donositi dodatni zaključci.

Zona 2 je taložena u periodu naglog porasta razine mora na području Jadrana (Correggiari i sur. 1996) kada su promjene okoliša bile nagle i brze. Smatra se da se globalna razina mora u periodu od 11 400 do 8 200 BP izdigla brzinom od 15 m u 1000 godina (Lambeck i sur. 2014). Provedeno istraživanje pokazalo je da su se ove promjene odrazile i na području Prokljanskog jezera.

### 6.3. ZONA 3 (8 700 BP – danas)

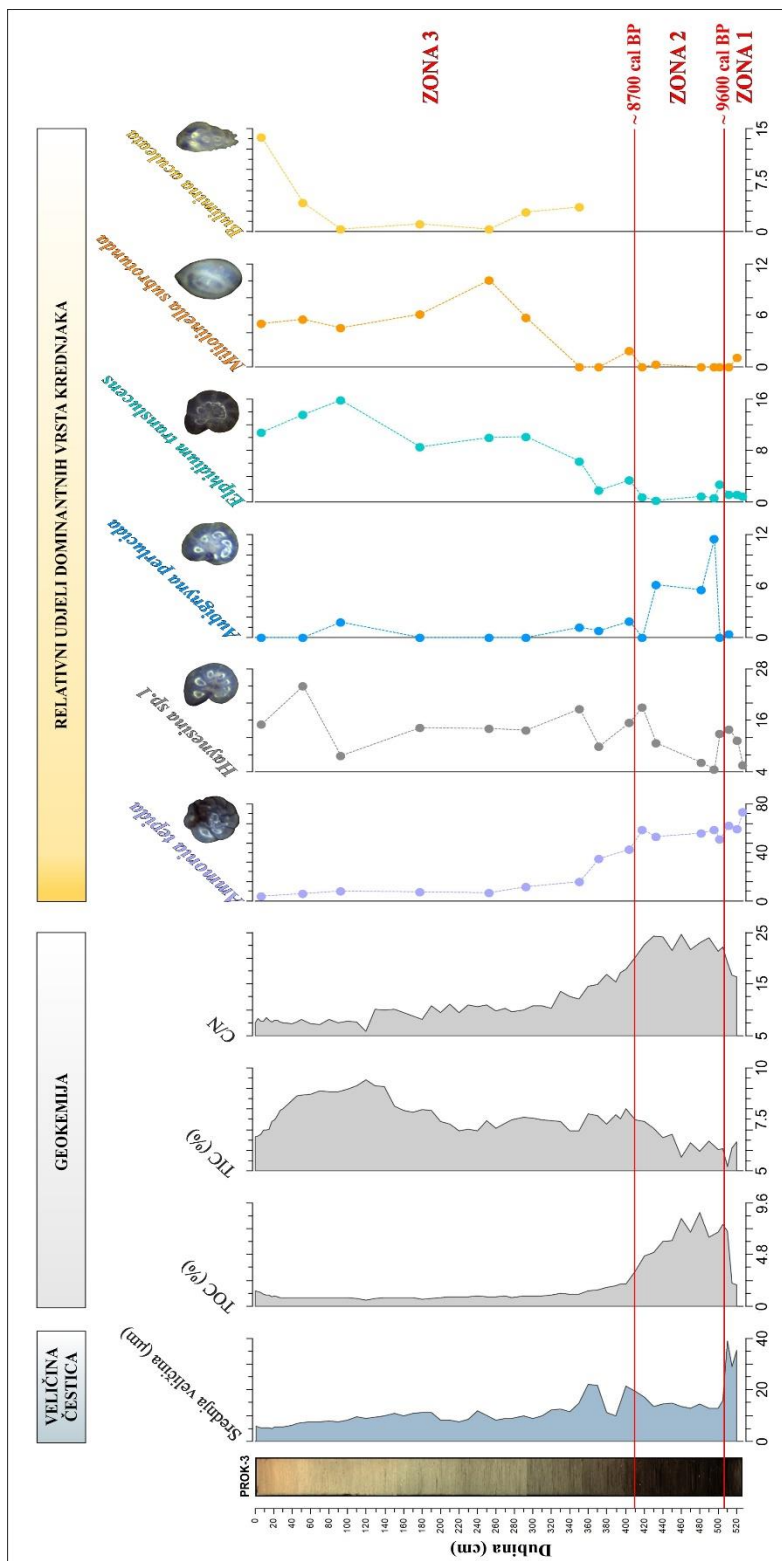
Zonu 3 definiraju uzorci 7-9, 52-54, 93-94, 178-179, 253-254, 293-294, 351-353, 372-373 i 404-405. Prilikom taloženja sedimenata iz Zone 3 (4.04 – 0 m) došlo je do znatnog smanjenja udjela pijeska te prevladavaju silt i glina (Tablica 22). Osim toga, TOC i udio dušika znatno su se smanjili što ukazuje da organska tvar više ne dolazi s kopna, nego je vjerojatno autohtonog porijekla (Tablica 22; Slika 12).

Indeks ujednačenosti i Simpsonov indeks pokazuju da je zajednica krednjaka raznolika te da je prisutno mnoštvo različitih vrsta (Tablica 23). Dominacija vrste *A. tepida* se znatno smanjila te je ovu ulogu preuzela *Hynesina* sp., ali u znatno manjem udjelu. Osim vrste *Haynesina* sp., značajnije je zastupljena i vrsta *E. translucens*. Prema podacima iz Murray (2006), rod *Elphidium* živi kao slobodna infauna na pjeskovitim i glinovitim podlogama u bočatim do hipersalinim lagunama te unutaršnjem šelfu. Također je herbivor i podnosi salinitet od 0 do 70 ‰. Ostala istraživanja pokazuju da je ova vrsta rezistentna na fluktuacije saliniteta (Triantaphyllou i sur. 2003, Ruiz i sur. 2006, Koukousioura i sur. 2012). Specifično za vrstu *E. translucens*, Pérez-Asensio i Aguirre (2010) tvrde da živi u priobalnim marinskim okolišima, ali ostale

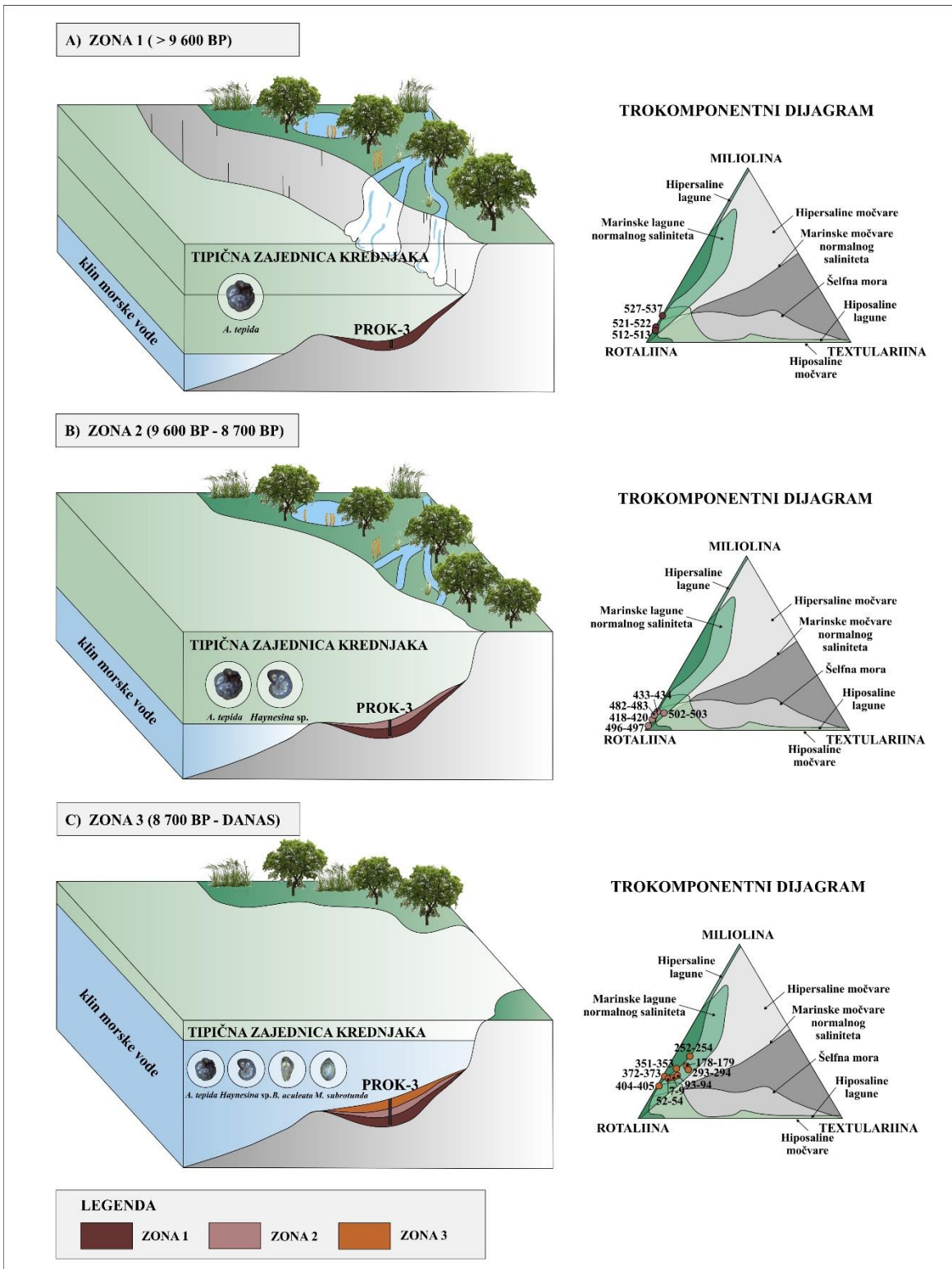
ekološke preferencije nisu definirane. Nadalje, pronađene su disoksične i anoksične vrste duboke infaune, kao primjerice *B. aculeata*, koje su tipični marinski predstavnici. *B. aculeata* živi kao duboka infauna, preferira glinovite i siltozne podloge te podnosi anoksične uvjete (Mendes i sur. 2004, Murray 2006). Brojnost vrste *A. perlucida* u ovoj zoni opada, ali je i dalje prisutna. Konačno, iako je bila prisutna u protekle dvije zone, ali u manjem udjelu, brojnost vrste *M. subrotunda* u Zoni 3 dolazi do izražaja te ona prelazi u jednu od dominantnih vrsta (Slika 12). Prema Murray (2006) ova vrsta živi kao epifauna i epifiton, herbivorna i detritivorna je i široko rasprostranjena u bočatom i hipersalinom okolišu. Prema rezultatima ostalih istraživanja, osim što potvrđuju ove ekološke preferencije, može se još zaključiti da ova vrsta tolerira antropogeni stres onečišćenih sredina, živi u marinskim priobalnim okolišima i voli autohtoni organski ugljik i dušik (Buosi, Châtelet i Cherchi 2012, Romano i sur. 2013, Laut i sur. 2021).

Sudeći prema pronađenim piritiziranim kuglicama u sedimentu, tijekom taloženja uzoraka iz ove zone prevladavali su disoksični i anoksični uvjeti. Shannon-Weinerov indeks poprma najvišu vrijednost u uzorcima 93-94 i 178-179, a općenito gledajući, svugdje je viši od 2,1 što govori da su istaloženi u normalnom marinskom okolišu (Tablica 23). Ovo dodatno potvrđuje i Fisherov indeks koji je svugdje viši od 8, što također ukazuje na normalan marinski okoliš (Slika 10). Nadalje, prema trokomponentnom dijagramu, svi uzorci istaloženi su u morskom okolišu (Slika 11, Slika 13). Prisutni školjkaši su isključivo morski te prilagođeni na muljeviti okoliš, prisutni vrlo plitko te se hrane detritusom ili planktonom (Milišić i Jović 1991, Amorosi i sur. 2019). Posebice je bilo mnogo jedinki roda *Tellina* za koji je poznato da živi na mekanim muljevitim i pjeskovitim podlogama te se zakopava u dno (McKeon i sur. 2015). Puževi su bili brojni, te su sve identificirane jedinke isključivo morske vrste koje žive na muljevitom ili pjeskovitom tlu te se neke od njih vole ukopavati ili žive među makrofitima (Milišić i Jović 1991).

Trajanje Zone 3 je još uvijek unutar boreala, te osim boreala obuhvaća i atlantik, subboreal, u kojem je vladala topla i suha klima i subatlantik u kojem počinje zahlađenje uz vlažniju klimu (Mann i sur. 2009; Rydin i sur. 2013) (Slika 2). Razina mora je tijekom ovog perioda i dalje rasla, ali sporije nego na početku holocena. Prije 8 700 godina, razina mora bila je niža za otprilike 15 metara (Slika 3). Ovo opažanje se primijećuje i u drugim istraživanjima na području Jadrana i Mediterana (Buosi i sur. 2012, Koukousioura i sur. 2012, Romano i sur. 2013, Felja i sur. 2015, Amorosi i sur. 2019, Capotondi i sur. 2022). Shodno tome, u Zoni 3 taloženje se odvijalo u vrijeme kada dolazi do potpunog preplavlivanja istraživanog područja pridnenim klinom morske vode, te je došlo do uspostave današnjih uvjeta sedimentacije u estuariju (Slika 13).



Slika 13. Prikaz jezgre PROK-3 s varijacijama u veličini čestica, TOC-u, TIC-u, C/N omjeru i najzastupljenijim krednjacima, te podjela na zone (cal BP, eng. *calendar BP*, kalendarske godine prije sadašnjosti (sadašnjost je određena kao 1950. AD)).



Slika 14. Paleoekološka rekonstrukcija događaja na temelju jezgre PROK-3 s dominantnim vrstama krednjaka.

## 7. ZAKLJUČAK

Jezgra PROK-3 stara je više od 9 600 godina. Njenom analizom dobivene su važne nove spoznaje o razvoju Prokljanskog jezera. Prilikom rekonstrukcije kao ključni pokazatelji korišteni su krednjaci. Razmatranjem svih rezultata uočeno je da se jezgra može podijeliti na tri zone: bočato okruženje s limitiranim dotokom morske vode, tranzicijska zona sa značajnim utjecajem mora te potom uspostava okolišnih uvjeta kakvi vladaju i danas. Radi različitih ekoloških preferencija dominantnih vrsta, mogu se dobiti zaključci o nekadašnjoj ekologiji te pomno pratiti tijek razvoja estuarija rijeke Krke u zadnjih 9 600 godina. Gledajući sve statističke rezultate te analize dušika i ugljika, jasno se vidi da je Prokljansko jezero prvobitno, prije više od 9 600 godina, bilo bočato. Promjena razvoja slijedi u razdoblju od 9 600 do 8 700 kada morska voda prodire sve dublje u estuarij rijeke Krke. Konačno, prije 8 700 godina došlo je do uspostavljanja današnjeg vodnog režima što je dokazano specifičnom zajednicom marinskih krednjaka. Tada je Prokljansko jezero preplavljeno pridnenim klinom morske vode. Ovim radom je po prvi puta provedeno paleoekološko istraživanje na ovom području. Značaj ovog rada doprinosi razumijevanju procesa uzdizanja razine Jadranskog mora na području rijeke Krke i klimatskim promjenama u holocenu na području Hrvatske.

## 8. LITERATURA

Adl S.M., Leander B.S., Simpson A.G.B., Archibald J.M., Anderson O.R., Bass D., Bowser S.S., Brugerolle G., Farmer M.A., Karpov S., Kolisko M., Lane C.E., Lodge D.J., Mann D.G., Meisterfeld R., Mendoza L., Moestrup Ø., Mozley-Standridge S.E., Smirnov A. V., Spiegel F. (2007): Diversity, Nomenclature, and Taxonomy of Protists. *Systematic Biology* 56 (4): 684–689.

Alley, R. B. (2000): The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland. *Quaternary science reviews* 19(1-5): 213-226.

Amorosi, A., Barbieri, G., Bruno, L., Campo, B., Drexler, T. M., Hong, W., ... & Bohacs, K. M. (2019): Three-fold nature of coastal progradation during the Holocene eustatic highstand, Po Plain, Italy—close correspondence of stratal character with distribution patterns. *Sedimentology* 66(7): 3029-3052.

Arnaud, F. (2005): Discriminating bio-induced and detrital sedimentary processes from particle size distribution of carbonates and non-carbonates in hard water lake sediment. *Journal of Paleolimnology* 34: 519-526.

Babić, L., Zupanić, J., Vidović, J., Razum, I., Lužar-Oberiter, B., & Crnjaković, M. (2013): Preservation of hanging aeolian deposits in insular karst depressions: Sediment sources and implications for the Pleistocene palaeogeography of the SE Adriatic archipelago. *Aeolian Research*, 11:, 171-189.

Bednar, J. P., Trobej, M., Schagerl, M., & Waringer, J. (2017): Which factors shape macrozoobenthic communities in tufa springs? Results from Austrian meteogene travertine-depositing sites. *Hydrobiologia* 799(1): 293-307.

Boltovskoy, E., & Wright, R. C. (2013): *Recent foraminifera*. Springer Science & Business Media.

Brunović, D., Miko, S., Ilijanić, N., Peh, Z., Hasan, O., Kolar, T., ... & Razum, I. (2019). Holocene foraminiferal and geochemical records in the coastal karst dolines of Cres Island, Croatia. *Geologia Croatica* 72(1): 19-42.

Capotondi, L., Bonomo, S., Graiani, A., Innangi, M., Innangi, S., Giglio, F., ... & Ferraro, L. (2022): Spatial Distribution of Benthic Foraminifera in the Neretva Channel (Croatia Coast): Faunal Response to Environmental Parameters. *Geosciences* 12(12):456.



Cetinić, I., Viličić, D., Burić, Z., & Olujć, G. (2006): Phytoplankton seasonality in a highly stratified karstic estuary (Krka, Adriatic Sea). *Marine Biodiversity*. In: *Developments in Hydrobiology* (pp. 31-40). Springer, Dordrecht.

Cimerman, F. & Langer, M.R. (1991): *Mediterranean foraminifera*. Razred za naravoslovne vede, classis IV: *historia naturalis, opera* 30. Slovenska akademija, Ljubljana.

Correggiari, A., Roveri, M. & Trincardi, F. (1996): Late Pleistocene and Holocene Evolution of the North Adriatic Sea. *Italian Journal of Quaternary Sciences* 9: 697-704.

Debenay, J. P., & Guillou, J. J. (2002): Ecological transitions indicated by foraminiferal assemblages in paralic environments. *Estuaries* 25:1107-1120.

Dodd, J. R., & Stanton, R. J. (1991): *Paleoecology: concepts and applications*. John Wiley & Sons. New York.

El Baz, S. M. (2017): Recent Benthic Foraminifera as ecological indicators in Manzala Lagoon, Egypt. *Revue de micropaléontologie* 60(4): 435-447.

El Baz, S. M., & Khalil, M. M. (2018): Benthic foraminifera and trace metal distribution: a case study from the Burullus Lagoon, Egypt. *Revue de Micropaléontologie* 61(2): 97-109.

El-Kahawy, R., El-Shafeiy, M., Helal, S. A., Aboul-Ela, N., & El-Wahab, M. A. (2018): Morphological deformities of benthic foraminifera in response to nearshore pollution of the Red Sea, Egypt. *Environmental monitoring and assessment* 190(5): 1-22.

Felja, I., Fontana, A., Furlani, S., Bajraktarević, Z., Paradžik, A., Topalović, E., ... & Juračić, M. (2015): Environmental changes in the lower Mirna River valley (Istria, Croatia) during Upper Holocene. *Geologia Croatica* 68(3): 209-224.

Fisher, R. A., Corbet, A. S., & Williams, C. B. (1943): The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *The Journal of Animal Ecology* 12(1): 42-58.

Friganović, M. (1961): Polja gornje Krke. *Acta Geographica Croatica* 3(1.): 8-164.

Frontalini, F., & Coccioni, R. (2008): Benthic foraminifera for heavy metal pollution monitoring: a case study from the central Adriatic Sea coast of Italy. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 76(2):404-417.

Gianuzzi-Savelli, R. (1997):. Atlas of Mediterranean Seashells Atlante delle Conchiglie Marine del Mediterraneo (Archaeogastropoda) [Volume 1, 2ed.]. Rome.: Evolver.

Gianuzzi-Savelli, R. P. (1999):. Atlas of Mediterranean Seashells Atlante delle Conchiglie Marine del Mediterraneo, (Caenogastropoda Parte 2 Ptenoglossa) [Volume 3]. Rome.: Evolver.

Gianuzzi-Savelli, R. P. (2002):. Atlas of Mediterranean Seashells Atlante delle Conchiglie Marine del Mediterraneo (Caenogastropoda Parte 1 Discopoda-Heteropoda) [Vol. 2]. Rome.: Evolver.

Glover, C., & Robertson, A. H. (2003): Origin of tufa (cool-water carbonate) and related terraces in the Antalya area, SW Turkey. Geological journal 38(3-4): 329-358.

Green, O. R. (2013): A manual of practical laboratory and field techniques in palaeobiology. Springer.

Gulin, V., Kepčija, R. M., Perić, M. S., Felja, I., Fajković, H., & Križnjak, K. (2021): Environmental and periphyton response to stream revitalization—A pilot study from a tufa barrier. Ecological Indicators 126: 107629.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001): PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4, str. 9. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)

Hao, Y. Y., Zhu, Z. Y., Fang, F. T., Novak, T., Čanković, M., Hrustić, E., ... & Gašparović, B. (2021): Tracing Nutrients and Organic Matter Changes in Eutrophic Wenchang (China) and Oligotrophic Krka (Croatia) Estuaries: A Comparative Study. Frontiers in Marine Science 8: 1141.

Hasan, O. (2017): Paleookolišna rekonstrukcija slivova Karinskoga mora, Novigradskoga mora i Velebitskog kanala tijekom holocena (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering).

Holzmann M., Gooday A.J., Siemensma F., Pawlowski J. (2021): Review: Freshwater and Soil Foraminifera – A Story of Long-Forgotten Relatives. Journal of Foraminiferal Research, 51 (4): 318-331.

Hua Q. (2009): Radiocarbon: A chronological tool for the recent past. Quaternary Geochronology 4: 378-390.

Ilijanić, N., (2014): Minerali glina u jezerskim sedimentima istočno jadranske obale kao pokazatelji promjena okoliša tijekom kasnog pleistocena i holocena, Doktorski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet.

Khanolkar, S., & Saraswati, P. K. (2019): Eocene foraminiferal biofacies in Kutch Basin (India) in context of palaeoclimate and palaeoecology. *Journal of Palaeogeography*, 8(1):, 1-16.

Kitazato, H. (1981): Observation of behavior and mode of life of benthic foraminifers in laboratory. *Geoscience Report, Shizuoka University*, (6): 61-71.

Kolar, T. (2016): Geokemijske i mineraloške značajke holocenskih sedimenata potopljenih ponikvi na otoku Cresu (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering. Department of Mineralogy, Petrology and Mineral Resources).

Koukousioura, O., Triantaphyllou, M. V., Dimiza, M. D., Pavlopoulos, K., Syrides, G., & Vouvalidis, K. (2012): Benthic foraminiferal evidence and paleoenvironmental evolution of Holocene coastal plains in the Aegean Sea (Greece). *Quaternary International* 261:105-117.

Kovačev, A. (2012): Biocenoze sedrenih staništa i njihova zaštita u Nacionalnom parku „Krka“ (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Science. Department of Biology).

Kulaš, A., Gulin, V., Kepčija, R. M., Žutinić, P., Perić, M. S., Orlić, S., ... & Udovič, M. G. (2021): Ciliates (Alveolata, Ciliophora) as bioindicators of environmental pressure: A karstic river case. *Ecological Indicators* 124:107430.

Lamb, A.L., Wilson, G. P. & Leng, M.J. (2006): A review of coastal palaeoclimate and relative sea-level reconstructions using  $\delta^{13}C$  and C/N ratios in organic material. *Earth-science reviews* 75: 29-57.

Lambeck, K., Rouby, H., Purcell, A., Sun, Y., & Sambridge, M. (2014): Sea level and global ice volumes from the Last Glacial Maximum to the Holocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(43):15296-15303.

Laut, L., da Matta, G., Camara, G., Belart, P., Clemente, I., Ballalai, J., ... & Couto, E. D. C. G. (2021): Living and dead foraminifera assemblages as environmental indicators in the Almada River Estuary, Ilhéus, northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 105:102883.

Loeblich, A.R.Jr, . & Tappan, H. (1988): Foraminiferal genera and their classification. Van Nostrand Reinhold, New York.

Malvić, T., Velić, J., Cvetković, M., Vekić, M., & Šapina, M. (2015): Određivanje novih pliocenskih, pleistocenskih i holocenskih litostratigrafskih jedinica u hrvatskom dijelu Jadrana (priobalju). *Geoadria*, 20(2): 85-108.

Manley, C. J., & Shaw, S. R. (1997): Geotaxis and phototaxis in *Elphidium crispum* (Protozoa: Foraminiferida). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 77(4): 959-967.

Mann, M. E., Zhang, Z., Rutherford, S., Bradley, R. S., Hughes, M. K., Shindell, D., ... & Ni, F. (2009): . Global signatures and dynamical origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly *Science* 326(5957): 1256-1260.

McKeon, C. S., Tunberg, B. G., Johnston, C. A., & Barshis, D. J. (2015): Ecological drivers and habitat associations of estuarine bivalves. *PeerJ* 3:1348

Mendes, I., Gonzalez, R. J. M. A. D., Dias, J. M. A., Lobo, F., & Martins, V. (2004): Factors influencing recent benthic foraminifera distribution on the Guadiana shelf (Southwestern Iberia). *Marine Micropaleontology* 51(1-2):171-192.

Milišić, N., & Jović, Ž. (1991): Školjke i puževi Jadrana. Logos. Split.

Murray, J.W. (2006): Ecology and applications of benthic foraminifera. John Wiley and Sons Inc., New York.

Paasche, Ø., & Bakke, J. (2009): The Holocene Turnover-A global climatic shift at~ 4 Ka. In EGU General Assembly Conference Abstracts.

Paasche, Ø., Løvlie, R., Dahl, S. O., Bakke, J., & Nesje, A. (2004):. Bacterial magnetite in lake sediments: late glacial to Holocene climate and sedimentary changes in northern Norway. *Earth and Planetary Science Letters* 223(3-4): 319-333.

Paliaga P., & Iveša N. (2019): Morska staništa u Hrvatskoj, Održivo upravljanje morskim resursima, predavanje, Znanost o moru, Odjel za prirodne i zdravstvene studije, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli.

Pavelić, D., Kovačić, M., Vlahović, I., Mandić, O., Marković, F., & Wacha, L. (2014):. Topography controlling the wind regime on the karstic coast: late Pleistocene coastal calcareous sands of eastern mid-Adriatic, Croatia. *Facies* 60(4):, 843-863.

Pawlowski, J., Holzmann, M., Tyszka, J. (2013): New supraordinal classification of Foraminifera: Molecules meet morphology. *Marine Micropaleontology* 100: 1–10.

Pekčec, S. (2017): *Geokemijske osnove nastanka sedre* (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Geotechnical Engineering).

Pérez-Asensio, J. N., & Rodríguez-Ramírez, A. (2020): Benthic Foraminiferal Salinity index in marginal-marine environments: A case study from the Holocene Guadalquivir estuary, SW Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 560:110021.

Pérez-Asensio, J.N., Aguirre, J. (2010): Benthic foraminiferal assemblages in temperate coral-bearing deposits from the late Pliocene. *Journal of Foraminiferal Research* 40:61–78.

Pikelj, K., & Juračić, M. (2013): Eastern Adriatic Coast (EAC): geomorphology and coastal vulnerability of a karstic coast. *Journal of coastal research*, 29(4): 944-957.

Prazeres, M. and Renema, W. (2019): Evolutionary significance of the microbial assemblages of large benthic Foraminifera. *Biological Reviews* 94: 828-848.

Romano, E., Bergamin, L., Magno, M. C., & Ausili, A. (2013): Sediment characterization of the highly impacted Augusta harbour (Sicily, Italy): modern benthic foraminifera in relation to grain-size and sediment geochemistry. *Environmental Science: Processes & Impacts* 15(5):930-946.

Rossi, V., & Horton, B. P. (2009): The application of a subtidal foraminifera-based transfer function to reconstruct Holocene paleobathymetry of the Po Delta, northern Adriatic Sea. *The Journal of Foraminiferal Research* 39(3):180-190.

Ruddiman, W. F., Fuller, D. Q., Kutzbach, J. E., Tzedakis, P. C., Kaplan, J. O., Ellis, E. C., ... & Woodbridge, J. (2016): Late Holocene climate: Natural or anthropogenic?. *Reviews of Geophysics* 54(1): 93-118.

Ruiz, F., Abad, M., Olias, M., Galan, E., Gonzalez, I., Aguila, E., Hamoumi, N., Pulido, I., Cantano, M., (2006): The present environmental scenario of the Nador Lagoon (Morocco). *Environmental Research* 102:215-229.

Rydin, H., Jeglum, J. K., & Bennett, K. D. (2013): *The biology of peatlands*, 2 izdanje. Oxford university press.

Seeliger, M., Pint, A., Frenzel, P., Marriner, N., Spada, G., Vacchi, M., ... & Brückner, H. (2021): Mid-to late-Holocene sea-level evolution of the northeastern Aegean sea. *The Holocene* 31(10): 1621-1634.

Selosse, M. A., Charpin, M. & Not, F. (2017): Mixotrophy everywhere on land and in water: the grand ecart hypothesis. *Ecology Letters* 20: 246-263.

Sen Gupta, Barun K. (2002): *Modern foraminifera*. Drugo izdanje, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht., str. 371

Shimadzu Corporation (2012): *Laser Diffraction Particle Size Analyzer SALD-2300*.

Siemensma, F., Apothéloz-Perret-Gentil, L., Holzmann, M., Clauss, S., Völcker, E., & Pawlowski, J. (2017): Taxonomic revision of freshwater foraminifera with the description of two new agglutinated species and genera. *European Journal of Protistology* 60: 28-44.

Sperazza, M., Moore, J.N. & Hendrix, M.S. (2004): High-resolution particle size analysis of naturally occurring very fine-grained sediment through laser diffractometry. *Journal of Sedimentary Research J. Sediment. Res.* 74(5): 736-743.

Šenolt, N., Hasan, O., Miko, S., Brunović, D., & Ilijanić, N. (2022): Submerged karst landscape of the Prokljan Lake (Krka River estuary in the central Dalmatia). In: 10th International Conference on Geomorphology (No. ICG2022-189). Copernicus Meetings. Coimbra, Portugal.

Takagi, H., Kimoto, K., Fujiki, T., Saito, H., Schmidt, C., Kucera, M., & Moriya, K. (2019): Characterizing photosymbiosis in modern planktonic foraminifera. *Biogeosciences*, 16(17): 3377-3396.

Triantaphyllou, M.V., Pavlopoulos, K., Tsourou, Th., Dermitzakis, M.D., (2003): Brackish marsh benthic microfauna and paleoenvironmental changes during the last 6000 years at the coastal plain of Marathon (SE Greece). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia (Research In Paleontology and Stratigraphy)* 109(3):539-547.

Valchev, B. (2003): On the potential of small benthic foraminifera as paleoecological indicators: recent advances. *Annual University of Mining and Geology* 46: 51-56.

Velić, J., Malvić, T., Cvetković, M., & Velić, I. (2015): Stratigraphy and petroleum geology of the Croatian part of the Adriatic Basin. *Journal of petroleum geology* 38(3): 281-300.

Viličić, D., Legović, T., & Žutić, V. (1989): Vertical distribution of phytoplankton in a stratified estuary. *Aquatic Sciences* 51:31-46.

Vlahović, I., Tišljarić, J., Velić, I., & Matičec, D. (2002): The Karst Dinarides are composed of relics of a single Mesozoic platform: facts and consequences. *Geologia Croatica* 55(2): 171-183.

Vlahović, I., Tišljarić, J., Velić, I., & Matičec, D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology* 220(3-4): 333-360.

Von Post, L. (1946): The prospect for pollen analysis in the study of the earth's climatic history. *The new phytologist*, 45(2): 193-217.

Walker, M. (2005): *Quaternary dating methods*. John Wiley and Sons.

Walker, M. J. C., Gibbard, P. L., Berkelhammer, M., Björck, S., Cwynar, L. C., Fisher, D. A., ... & Weiss, H. (2014): Formal subdivision of the Holocene series/epoch. In *Sstrati 2013* (pp. 983-987). Springer, Cham.

Walker, M., Head, M. J., Berkelhammer, M., Björck, S., Cheng, H., Cwynar, L., ... & Weiss, H. (2018): Formal ratification of the subdivision of the Holocene Series/Epoch (Quaternary System/Period): two new Global Boundary Stratotype Sections and Points (GSSPs) and three new stages/subseries. *Episodes Journal of International Geoscience*, 41(4): 213-223.

Walker, M., Johnsen, S., Rasmussen, S. O., Popp, T., Steffensen, J. P., Gibbard, P., ... & Schwander, J. (2009): Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records. *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, 24(1): 3-17.

Walker, M., Johnsen, S., Rasmussen, S. O., Steffensen, J. P., Popp, T., Gibbard, P., ... & Schwander, J. (2008): The global stratotype section and point (GSSP) for the base of the Holocene series/epoch (Quaternary system/period) in the NGRIP ice core. *Episodes Journal of International Geoscience*, 31(2): 264-267.

Wanner, H., Mercolli, L., Grosjean, M., & Ritz, S. P. (2015): Holocene climate variability and change; a data-based review. *Journal of the Geological Society* 172(2): 254-263.



Warén, A. (1996): Ecology and systematics of the north European species of *Rissoa* and *Pusillina* (Prosobranchia: Rissoidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 76(4): 1013-1059.

Woodward, J. (Ed.). (2009): *The physical geography of the Mediterranean*. OUP Oxford.

Zonn I.S., Kostianoy A.G., Semenov A. V., Joksimović A., Durović M. (2021): *The Adriatic Sea Encyclopedia*. Springer International Publishing.

Zutić, V., and & Legović, T. (1987): A film of organic matter at the fresh-water/sea-water interface of an estuary. *Nature* 328: 612-614.

## 9. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 08.03.1998. u Varaždinu gdje sam pohađala prirodoslovnu gimnaziju u Graditeljskoj, prirodoslovnoj i rudarskoj školi u kojoj sam ujedno i stekla interes za biologiju. Nakon završene srednje škole, 2017. upisala sam preddiplomski studij Biologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu te sam kasnije na istom upisala diplomski studij Eksperimentalne biologije. Tijekom svojeg studija vodila sam različite projekte, volontirala na brojnim manifestacijama te radila studentske poslove. Najviše bih istaknula projekt "Simpozij bioloških usmjerenja" koji je ujedno i nagrađen Rektorovom nagradom, te ga vodim posljednje četiri godine popularizirajući znanost i biološka istraživanja među vršnjacima. Nadalje, kao student sam prisustvovala različitim simpozijima te najdraži od njih, kojemu se svake godine vraćam, je Symbiose. Također sam u sklopu Studentskog zbora PMF-a pokenula projekt Psihokutka u kojem se krenulo pričati o mentalnom zdravlju te razbijati stigma u današnjem društvu. Nadalje, kroz fakultet i izborne predmete stekla sam interes za protiste i mikropaleontologiju te odrađivala praksu i izrađivala diplomski rad na Hrvatskom geološkom instituta uz pomoć moje mentorice Dee Brunović. U budućnosti bih voljela upisati doktorski studij te se dodatno specijalizirati u polju mikropaleontologije.

### 9.1. Popis radova i kongresnih priopćenja

Petra Hus, Dea Brunović, Natalia Smrkulj, Nikolina Ilijanić, Slobodan Miko. (2022): Benthic Foraminifera as proxies of the Holocene palaeoenvironmental changes in the Krka River estuary (Adriatic Sea, Croatia) (abstrakt). U: The Micropalaeontological Society Annual Conference 2022; 9–11 November 2022; Bremen, Germany.

Petra Hus, Ema Milišić Bogunović, Deni Beloša, Mia Schwerer, Iva Cahunek et al. (2022): SiSB 2022. (domaća recenzija, organizacija simpozija).

Petra Hus. (2021): Let's talk-workshop about importance of mental health (abstrakt). U: SymBioSE conference; 27th-31st July 2021; Lisabon, Portugal.

Marija Mladinić, Petra Hus, Klara Rajković, Sara Stermšek et al. (2021): Šesti simpozij studenata bioloških usmjerenja - SiSB6, 2021. (domaća recenzija, organizacija simpozija).

Petra Hus. (2020): Pleistocen iz perspektive slatkovodnih beskraljčnjaka: razdoblje izumiranja ili divergencije? (Završni rad).

Petra Hus. (2020): Testacean amoebas as bioindicators in Đon Močvar peatland", (abstrakt). U: SymBioSE conference; 28th-31st July 2020; Groningen, Netherlands.

## 10. PRILOZI

- I. Prilog 1: Popis svih vrsta krednjaka i njihovih relativnih udjela u uzorcima jezgre PROK-3
- II. Prilog 2: Tabla 1- Fotografije odabranih vrsta snimljenih SEM mikroskopom (*Jeol JSM-35 CF*)
- III. Prilog 3: Tabla 2- Fotografije odabranih vrsta snimljenih SEM mikroskopom (*Jeol JSM-35 CF*)

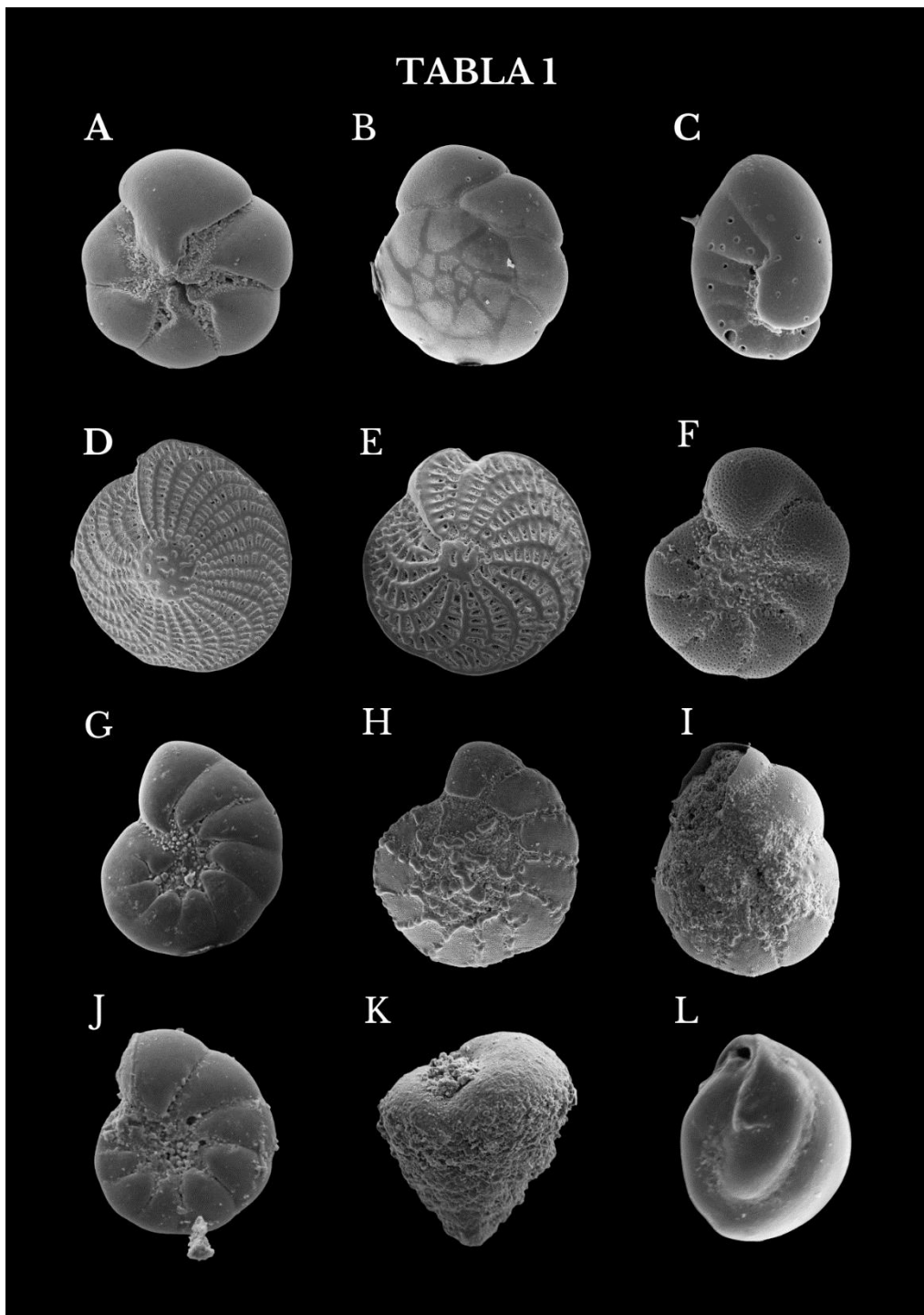
Prilog 1: Popis svih vrsta krednjaka i njihovih relativnih udjela u uzorcima jezgre PROK-3.

527-537	521-522	512-513	502-503	496-497	482-483	433-434	418-420	404-405	372-373	351-353	293-294	253-254	178-179	93-94	52-54	7-9	FORAMINIFERA
0.94%			1.02%		0.31%			0.39%									Adelosina carinatastriata (Wiesner, 1912)
			0.34%					0.39%									Adelosina cliarensis (Heron-Allen & Earland, 1930)
		0.40%															Adelosina dubia (d'Orbigny in Fornasini, 1905)
0.94%	1.13%	1.19%	0.34%	0.62%		0.32%	0.38%	2.32%		0.60%	1.59%	1.49%	2.88%	0.35%	0.65%	0.72%	Adelosina mediterraneensis (Le Calvez & Le Calvez, 1958)
									1.15%					1.06%			Adelosina mediterraneensis (Le Calvez & Le Calvez, 1958)
		0.40%	0.34%						1.15%	1.20%			0.72%				Adelosina pulchella (d'Orbigny, 1826)
									0.76%					0.35%			Adelosina sp. sensu Cimerman i Langer (1991)
			0.68%				0.38%				0.32%	0.75%		0.70%	0.98%		Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)
			0.34%											1.06%			Ammonia inflata (Seguenza, 1862)
				0.62%													Ammonia parkinsoniana (d'Orbigny, 1839)
73.58%	59.32%	62.30%	51.19%	58.70%	56.35%	53.23%	58.65%	42.47%	35.11%	16.27%	12.10%	6.72%	7.55%	8.10%	6.51%	4.33%	Ammonia tepida (Cushman, 1926)
										1.51%	1.59%	7.46%	6.83%	4.93%	5.21%	3.25%	Asterigerinata mamilla (Williamson, 1858)
		0.40%		11.49%	5.57%	6.13%		1.93%	0.76%	1.20%				1.76%			Aubignyna perlucida (Heron-Allen & Earland, 1913)
				0.62%			0.38%		1.53%	0.30%	1.27%		2.88%	1.06%	2.28%	1.08%	Bolivina dilatata Reuss, 1850
														0.70%			Bolivina pseudoplicata Heron-Allen & Earland, 1930
		0.34%									1.91%	1.12%				5.05%	Bolivina spathulata (Williamson, 1858)
				0.93%	0.65%		1.16%			3.01%		0.75%	0.72%				Bolivina striatula Cushman, 1922
																0.36%	Bolivina subspinescens Cushman, 1922
									0.38%								Buccella granulata (di Napoli Alliata, 1952)
			0.68%													1.44%	Buccella sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)
										3.61%	2.87%	0.37%	1.08%	0.35%	4.23%	13.72%	Bulimina aculeata d'Orbigny, 1826
		0.40%		0.31%				0.39%	0.38%			1.12%		0.35%			Bulimina elongata d'Orbigny, 1846
		0.40%												1.06%			Bulimina marginata d'Orbigny, 1826
			0.34%											0.35%			Cibicides refulgens Montfort, 1808
			0.34%					0.39%	0.38%	0.30%	2.23%	2.99%	2.52%	0.35%	1.30%	0.36%	Cornuspira involvens (Reuss, 1850)
		0.40%	1.02%	0.62%				2.32%									Criboelphidium gerthi (van Voorthuysen, 1957)
								0.39%	0.76%								Cycloforina contorta (d'Orbigny, 1846)
	1.13%									1.51%		1.12%	2.52%	0.35%	2.61%	0.72%	Cycloforina sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)
														0.35%			Cycloforina tenuicollis (Wiesner, 1923)
											3.82%						Cycloforina villafranca (Le Calvez & Le Calvez, 1958)
					0.62%	0.32%							0.36%				Discorbinella bertheloti (d'Orbigny, 1839)
	0.56%		1.37%		4.95%	0.32%		0.39%	0.76%				0.72%	1.06%			Elphidium advenum (Cushman, 1922)
								0.39%		0.30%							Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)

527-537	521-522	512-513	502-503	496-497	482-483	433-434	418-420	404-405	372-373	351-353	293-294	253-254	178-179	93-94	52-54	7-9	FORAMINIFERA
	0.56%		0.34%	0.62%	0.31%			0.39%	1.15%						0.65%		Elphidium fichtelianum (d'Orbigny, 1846)
														0.35%			Elphidium gerthi van Voorthuysen, 1957
			0.34%	0.62%		0.97%	0.38%	1.16%	0.38%					1.06%		0.72%	Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)
				0.31%		0.65%											Elphidium sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)
											0.96%						Elphidium sp.4 sensu Cimerman i Langer (1991)
0.94%	1.13%	1.19%	2.73%	0.62%	0.93%	0.32%	0.75%	3.47%	1.91%	6.33%	10.19%	10.07%	8.63%	15.85%	13.68%	10.83%	Elphidium translucens Natland, 1938
														0.35%			Epistominella exigua (Brady, 1884)
			0.34%			0.32%								0.35%			Eponides concameratus (Montagu, 1808)
	1.69%	0.40%	1.02%	0.62%	1.86%	2.26%		0.77%	3.44%	5.12%	4.78%		0.72%	0.35%			Eponides sp.1 sensu Cimerman and Langer (1991)
					0.31%									0.35%			Fissurina lucida (Williamson, 1848)
	0.56%			1.24%		0.97%	1.13%	1.16%	2.29%	0.60%	0.96%			0.35%			Fissurina orbignyana Seguenza, 1862
																1.08%	Fissurina sp. sensu Cimerman i Langer (1991)
																1.44%	Fursenkoina subacuta (d'Orbigny, 1852)
		0.40%															Gyroidina lamarckiana (d'Orbigny, 1839)
	7.34%	6.35%	8.53%	7.76%	7.43%	7.74%	5.64%	5.41%	6.11%	4.82%	2.23%	1.87%	0.72%	9.15%	0.33%		Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798)
5.66%	11.30%	13.89%	12.97%	4.66%	6.19%	10.65%	19.17%	15.44%	9.92%	18.67%	13.69%	14.18%	14.39%	7.75%	24.10%	15.16%	Haynesina sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)
		0.40%															Haynesina sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)
			2.39%	4.35%	1.55%	1.94%					0.32%						Haynesina sp.3 sensu Cimerman i Langer (1991)
									0.76%					0.35%			Lagena doveyensis Haynes, 1973
									0.30%								Lagena sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)
	0.56%										0.32%	0.37%	0.72%		0.65%		Lagena striata (d'Orbigny, 1839)
															0.33%		Lagenosolenia seguenziana (Fornasini, 1886)
																0.72%	Lenticulina sp. sensu Cimerman i Langer (1991)
										0.64%							Lobatula lobatula (Walker & Jacob, 1798)
										0.96%							Melonis pompilioides (Fichtel & Moll, 1798)
									0.76%								Miliolinella semicostata (Wiesner, 1923)
			0.34%														Miliolinella sp. 1 sensu Cimerman i Langer (1991)
	1.13%					0.32%		1.93%			5.73%	10.07%	6.12%	4.58%	5.54%	5.05%	Miliolinella subrotunda (Montagu, 1803)
			0.68%			0.32%	1.13%					6.34%	8.63%	4.93%	6.51%	4.33%	Neoconorbina terquemi (Rzehak, 1888)
														0.35%			Nonionella opima Cushman, 1947
	1.13%										1.91%	1.87%	0.72%		0.98%	3.25%	Nonionoides turgidus (Williamson, 1858)
										1.20%							Patellina corrugata Williamson, 1858
							0.38%							0.35%		0.72%	Planorbulina mediterraneensis d'Orbigny, 1826

527-537	521-522	512-513	502-503	496-497	482-483	433-434	418-420	404-405	372-373	351-353	293-294	253-254	178-179	93-94	52-54	7-9	FORAMINIFERA
											2.23%	0.75%	0.72%		0.65%		Polymorphina sp. sensu Cimerman i Langer (1991)
						4.52%		1.93%									Polymorphina sp.6 sensu Cimerman i Langer (1991)
																	Porosononion sp. 2 sensu Cimerman i Langer (1991)
4.72%	7.91%	6.75%	3.75%	4.66%	5.57%	0.97%	6.02%	3.09%	3.05%	7.23%	4.78%	7.09%	7.55%	6.69%	6.84%	5.05%	Porosononion sp.1 sensu Cimerman i Langer (1991)
									7.63%								Porosononion sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)
																1.08%	Protoglobobulimina pupoides (d'Orbigny, 1846)
										1.20%							Pseudotriloculina limbata (d'Orbigny in Fornasini, 1905)
		0.40%									0.32%		0.72%				Pyrgo sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)
		0.79%															Quinqueloculina jugosa Cushman, 1944
		0.79%	1.37%	0.62%	0.62%	1.29%		1.16%	3.44%	5.12%	4.46%	3.36%	2.88%	3.87%	1.95%	1.81%	Quinqueloculina laevigata d'Orbigny, 1839
													1.44%				Quinqueloculina parvula Schlumberger, 1894
		0.40%												0.70%			Quinqueloculina pseudobuchiana luczkowska, 1974
	0.56%		0.68%		1.55%			3.86%	4.58%	5.42%	3.82%	5.22%	1.44%	1.76%	6.19%	4.69%	Quinqueloculina schlumbergeri (Wiesner, 1923)
1.89%	1.13%		3.07%	0.31%	3.72%	2.58%	1.88%	5.79%	7.63%	4.52%	1.59%	1.49%	2.52%	5.63%	2.28%	3.97%	Quinqueloculina seminulum (Linnaeus, 1758)
0.94%														0.35%			Quinqueloculina sp. sensu Cimerman i Langer (1991)
0.94%							0.38%		0.38%	0.90%	0.32%	0.75%	1.44%	1.06%	0.33%	1.44%	Rectuvigerina elongatastriata (Colom, 1952)
							0.38%								0.33%		Reussella spinulosa (Reuss, 1850)
1.89%															0.98%	0.36%	Rosalina bradyi (Cushman, 1915)
	0.56%		0.34%									1.12%	0.72%				Rosalina macropora (Hofker, 1951)
		0.40%								0.30%		2.61%	1.08%	0.35%		0.72%	Sahulina conica (d'Orbigny, 1839)
								0.39%									Sigmoilina costata Schlumberger, 1893
			0.34%		0.31%		2.26%			0.30%	2.55%	2.61%	2.52%		2.61%	2.53%	Siphonaperta aspera (d'Orbigny, 1826)
														0.35%			Siphonaperta sp.2 sensu Cimerman i Langer (1991)
										0.30%							Spirillina sp. sensu Cimerman i Langer (1991)
									0.76%								Spiroloculina dilatata d'Orbigny, 1846
								0.39%					0.36%	1.06%			Spiroloculina excavata d'Orbigny, 1846
6.60%					0.31%			0.39%						0.35%			Spiroloculina ornata d'Orbigny, 1839
				0.31%													Stomatorbina concentrica (Parker & Jones, 1864)
			1.71%						0.38%	2.11%	8.92%	5.60%	5.76%	3.87%	1.30%	2.17%	Textularia bocki Höglund, 1947
0.94%	2.26%	1.59%	0.68%	0.31%	0.31%	1.29%	0.75%	0.39%	1.91%	0.60%	0.64%	0.75%	1.44%	0.35%		1.81%	Triloculina adriatica Le Calvez & Le Calvez, 1958
		0.40%			0.31%				0.38%								Triloculina marioni Schlumberger, 1893
						1.94%											Triloculina ornata Le Calvez & Le Calvez, 1958
										5.12%							Triloculinella dilatata (d'Orbigny, 1839)

Prilog 1: Tabla 1- Fotografije odabranih vrsta snimljenih SEM mikroskopom (*Jeol JSM-35 CF*): A- *Ammonia tepida*, umbilikalna strana (240x); B- *Ammonia tepida*, spiralna strana (240x); C- *Nonionella turgida* (300x); D- *Elphidium crispum* (78x); E- *Elphidium macellum* (110x); F- *Porosonion* sp. (240x); G- *Haynesina depressula* (440x); H- *Ammonia beccarii*, spiralna strana (130x); I- *Ammonia beccarii*, umbilikalna strana (200x); J- *Haynesina* sp. (540x); K- *Textularia bocki* (200x); L- *Miliolinella subrotunda* (860x)





Prilog 3: Tabla 2- Fotografije odabranih vrsta snimljenih SEM mikroskopom (*Jeol JSM-35 CF*): A- *Rectuvigerina elongatastriata* (200x); B- *Bulimina aculeata*, posteriorna strana (600x); C- *Bulimina acuelata* (360x); D- *Elphidium translucens* (240x); E- *Siphonaperta aspera* (320x); F- *Pyrgo* sp. (130x); G- *Pyrgo* sp., detalj ušća (320x); H- *Triloculina adriatica* (180x); I- *Triloculina adriatica*, detalj ušća (320x)

