

# Odnos foraminiferskih zajednica i fizikalno-kemijskih svojstava sedimenata u području srednjeg i južnog Jadrana

---

Markulin, Krešimir

Doctoral thesis / Disertacija

2018

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:217:368538>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-26**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Krešimir Markulin

**Odnos foraminiferskih zajednica i  
fizikalno-kemijskih svojstava sedimenta u  
području srednjeg i južnog Jadrana**

Doktorski rad

Zagreb, 2018



Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Krešimir Markulin

**Odnos foraminiferskih zajednica i  
fizikalno-kemijskih svojstava sedimenta u  
području srednjeg i južnog Jadrana**

Doktorski rad

Mentori: prof. dr. sc. Vlasta Čosović

dr. sc. Grozdan Kušpilić

Zagreb, 2018

Ova doktorska disertacija izrađena je na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Institutu za oceanografiju i ribarstvo, Split, pod vodstvom prof. dr. sc. Vlaste Čosović i dr. sc. Grozdana Kušpilića.



## ***HVALA...***

Na prvom mjestu želio bi se zahvaliti svojoj mentorici prof. dr. sc. **Vlasti Ćosović** bez koje ovo ne bi bilo moguće. Veliko hvala za ogromno razumijevanje, za neumorna objašnjavanja i rasprave, silne vrijedne ispravke i savjete. Hvala šefu dr. sc. **Grozdanu Kušpliću** na pomoći i povjerenju.

Hvala članovima povjerenstva, prof. dr. sc. **Mladenu Juračiću**, izv. prof. dr. sc. **Ivani Ujević** i dr. sc. **Slobodanu Miki** na vrlo korisnim i vrijednim savjetima i ispravicima koji su doprinijeli konačnoj verziji ovog rada.

Neizmjereno hvala prof. dr. sc. **Kayu-Christianu Emeisu** na pruženoj prilici nepoznatom studentu iz Hrvatske da svoje uzorke analizira u Helmholtz centru Geesthacht (Njemačka). Hvala dr. sc. **Danielu Proefrocku**, dr. sc. **Johanni Irrgeher**, dipl. ing. **Burkhardu Erbslöhu**, dipl. ing. **Tristanu Zimmermannu** i cijelom timu iz Odsjeka za bioanalitičku kemiju mora, Helmholtz centra Geesthacht koji su me srdačno primili u svoj laboratorij gdje sam, boraveći dva mjeseca, stekao silno iskustvo i napravio vrijedne analize uzoraka.

Puno hvala na pomoći, podršci i poticajima prof. dr. sc. **Meliti Pehardi Uljević**. Hvala za uključivanje u znanstvene projekte što mi je uvelike pomoglo u mom razvoju i izradi ove disertacije.

Hvala dr. sc. Jeleni Vidović na izdvojenom vremenu i savjetima kojima mi je pomogla pri analiziranju dobivenih rezultata.

Hvala kolegama iz Laboratorija za kemijsku oceanografiju i sedimentologiju. Posebno hvala mojim pomoćnicima pri radu s „blatom“ na terenu, **Pezi, Zorani, Nikoli, Jeri** i **Jeleni**. Hvala **Danijeli** na podršci i savjetima kroz cijelo vrijeme izrade doktorske disertacije. Hvala **Jeleni** na savjetima i pomoći pri izradi disertacije i prijevodima. Hvala **Vesni** na brizi i prijateljskim riječima. Hvala **Slavici**. Posebno hvala **Pezi, Zorani** i **Nikoli** na podršci i razumijevanju za moja brojna grintanja uz pivu.

Hvala posadi broda BIOS DVA, posebno **Darku** i **Davoru** koji su nepogrešivo korerom vadili jezgre po svim vremenskim (ne)prilikama pa i s najvećih dubina Jadrana.

Hvala prof. dr. sc. **Živani Ninčević Gladan** i Laboratoriju za plankton i toksičnost školjkaša na podršci i ustupljenom elektronskom mikroskopu. Hvala ostalim kolegama iz

Instituta za ocenografiju i ribarstvo, posebno gđi. **Aniti Marušić** na pomoći oko objave članka, g. **Vladi Kragiću** na pomoći kod tiskanja disertacije, dr. sc. **Frani Matiću** na ispravkama i sugestijama i dr. sc. **Anti Žuljeviću** na fotografiji.

Hvala Geološko-paleontološkom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i svim djelatnicima na gostoprimstvu i ustupljenom radnom mjestu za vrijeme mojih boravaka u Zagrebu.

Hvala kolegama i prijateljima, posebno „starijem bratu“ dr. sc. **Igoru Felji** na svakojakoj pomoći pri analiziranju uzoraka, prijateljstvu i mudrim raspravama, dr. sc. **Andrei Čobić**, i „supatnici“ dr. sc. **Jeleni Španiček**. Hvala dr. sc. **Mihovilu Brleku** i dr. sc. **Duji Kukoču** na savjetima i podršci.

Hvala obitelji i prijateljima, posebno roditeljima na podršci i nerealnom optimizmu. Braći i sestrama, posebno Josipu i Luciji, zetu Davoru te mojim nećacima i nećakinji koji su mi uvijek spremno pružali drugi dom za vrijeme mojih mnogobrojnih i dugotrajnih posjeta Zagrebu.

*Fala ti more!*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Doktorska disertacija

### ODNOS FORAMINIFERSKIH ZAJEDNICA I FIZIKALNO-KEMIJSKIH SVOJSTAVA SEDIMENTA U PODRUČJU SREDNJEG I JUŽNOG JADRANA

KREŠIMIR MARKULIN

Rad je izrađen na Geološkom odsjeku, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu i Institutu za oceanografiju i ribarstvo, Split

**Sažetak:** U ovom radu opisane su zajednice foraminifera u sedimentima jezgara uzorkovanih gravitacijskim korerom na 13 postaja iz područja srednjeg i južnog Jadrana te Šibenskog zaljeva s dubina između 38 m i 1200 m. S obzirom na sastav i abundanciju foraminiferskih vrsta definirane su dvije asocijacije. *Eilohedra vitrea* – *Turborotalita quinqueloba* asocijacija s dva biotopa, *Turborotalita quinqueloba* – *Globocassidulina subglobosa* biotop i *Eilohedra vitrea* biotop, te *Turborotalita quinqueloba* asocijacija. Sedimenti s većim udjelom sitnijih čestica bogatiji su organskom tvari i imaju manji udio epifaunalnih vrsta, a u takvim okolišima/zajednicama dominantne vrste su *Eilohedra vitrea* i *Cassidulina laevigata*. Indeksi raznolikosti konstantni su duž jezgre, a manji su u jezgrama s veće dubine mora. U sedimentima s postaja dubljih od 100 m, u istraženim poduzorcima, najbrojnija je *Turborotalita quinqueloba*, relativno mala planktonska vrsta, tipični predstavnik zajednice iz hladnih mora. U sedimentima srednjeg i južnog Jadrana elementi Mg, Al, Fe, Be, V, Cr, Sc, Co, Ni, Cu, Ti, Zn, Rb, Zr, Sb, Cs, Ba, Tl, Th su terigenog porijekla, a moguće je da postoji antropogeni unos Pb, Cd, Ag, Se i U u području Šibenskog zaljeva. Maseni udjeli Mn i Mo u sedimentima pod utjecajem su redoks uvjeta unutar jezgara te je raspodjela ovih elemenata duž jezgre povezana sa vertikalnim redoks profilima. Raspodjela foraminifera u srednjem i južnom Jadranu nije povezana s raspodjelom istraženih elemenata u sedimentima, a razlike u izmjerenim masenim udjelima nemaju utjecaj na sastav i raznolikost zajednice.

Ključne riječi: foraminifere, sedimenti, srednji Jadran, južni Jadran, elementi u tragovima, plankton

Rad sadrži: 151 stranica, 50 slika, 11 tablica, 7 dodataka, 10 tabli i 134 literaturna navoda.

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnja geološka knjižnica, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb

Mentori: prof. dr. sc. Vlasta Čosović, dr.sc. Grozdan Kušpilić

Ocjenjivači: prof. dr. sc. Mladen Juračić  
izv. prof. dr. sc. Ivana Ujević  
dr. sc. Slobodan Miko

Rad prihvaćen: 12. siječnja 2018.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

Doctoral Thesis

### RELATION BETWEEN THE FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES AND PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SEDIMENT FROM THE CENTRAL AND SOUTHERN ADRIATIC SEA

KREŠIMIR MARKULIN

Thesis completed at: Department of Geology, Faculty of Science, University of Zagreb,  
Institute of Oceanography and Fisheries, Split

**Abstract:** The present study investigated foraminiferal assemblages in sediment cores collected in the area of the Central and Southern Adriatic. Sediment samples were collected with a gravity corer, at 13 stations at sampling depths ranging from 38 m to 1200 m. Considering the composition and abundance of foraminiferal species, two associations were defined. *Eilohedra vitrea* – *Turborotalita quinqueloba* association with two biotopes, *Turborotalita quinqueloba* – *Globocassidulina subglobosa* biotope and *Eilohedra vitrea* biotope, and *Turborotalita quinqueloba* association. Fine grained sediments are associated with higher fine particle share have higher organic matter content and lower abundance of epifaunal species. *Eilohedra vitrea* and *Cassidulina laevigata* are dominant in such environments/assemblages. Diversity indices decrease with sea depth, while they remain constant across the core. *Turborotalita quinqueloba*, a relatively small planktonic species belonging to cold-water assemblages, prevails in sediments from studied subsamples at stations located at 100 m of water depth or deeper. Analyzed elements Mg, Al, Fe, Be, V, Cr, Sc, Co, Ni, Cu, Ti, Zn, Rb, Zr, Sb, Cs, Ba, Tl, and Th in sediment sampled in Central and Southern Adriatic Sea are most likely of terrigenous origin, whereas Pb, Cd, Ag, Se and U are most likely anthropogenically enriched in sediments in the Šibenik bay. Concentrations of Mn and Mo in sediments are influenced by redox conditions through the cores. Distribution of foraminifera in the Central and Southern Adriatic Sea is not related to concentrations and distribution of studied elements. Furthermore, changes in abundances of studied elements do not affect composition or diversities of studied foraminiferal assemblages.

Key words: foraminifera, sediments, central Adriatic Sea, south Adriatic Sea, trace elements, plankton

Thesis contains: 151 pages, 50 figures, 11 tables, 7 appendixes, 10 plates, 134 references.

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Central Geological library, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb

Supervisors: prof. Vlasta Čosović, PhD, Grozdan Kušpilić, PhD

Reviewers: Professor Mladen Juračić, PhD  
Assoc. professor Ivana Ujević, PhD  
Senior research scientist Slobodan Miko, PhD

Thesis accepted: 12<sup>th</sup> January 2018.

# SADRŽAJ

1	UVOD .....	1
2	PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA .....	4
3	ISTRAŽIVANO PODRUČJE .....	9
4	MATERIJALI I METODE .....	13
4.1	Uzorkovanje i rad na terenu .....	13
4.2	Priprema uzoraka za analizu .....	15
4.3	Granulometrijske analize .....	16
4.4	Određivanje udjela karbonatne komponente .....	18
4.5	Određivanje udjela organske tvari .....	19
4.6	Određivanje udjela elemenata u tragovima.....	19
4.6.1	Kemikalije .....	20
4.6.2	Raščinjavanje uzoraka.....	21
4.7	Taksonomsko određivanje foraminifera .....	22
4.8	Analiza foraminiferskih zajednica .....	25
4.8.1	Broj jedinki i bogatstvo vrsta .....	25
4.8.2	Zastupljenost vrsta .....	25
4.8.3	Simpsonov indeks raznolikosti .....	25
4.8.4	Shannonov indeks .....	26
4.8.5	Indeks ujednačenosti .....	26
4.8.6	Fisherov $\alpha$ indeks .....	26
4.8.7	Omjer planktonskih i bentičkih foraminifera.....	27
4.9	Statistička obrada podataka.....	27
4.9.1	Analiza korelacije .....	27
4.9.2	Analiza korespondencije .....	28
4.9.3	Analiza glavnih komponenti .....	29

4.9.4	Klaster analiza.....	29
4.9.5	Nemetričko multidimenzionalno skaliranje.....	29
5	REZULTATI.....	31
5.1	Utjecaj veličine otvora sita.....	31
5.2	Redoks potencijal.....	32
5.2.1	Područje južnog Jadrana .....	32
5.2.2	Područje srednjeg Jadrana.....	32
5.2.3	Područje Šibenskog zaljeva .....	34
5.3	Granulometrijska svojstva .....	34
5.3.1	Područje južnog Jadrana .....	34
5.3.2	Područje srednjeg Jadrana.....	37
5.3.3	Područje Šibenskog zaljeva .....	40
5.4	Udio karbonatne komponente .....	41
5.5	Udio organske tvari.....	42
5.6	Maseni udjeli odabranih kemijskih elemenata.....	44
5.7	Rezultati analize foraminiferske zajednice .....	65
5.7.1	Područje južnog Jadrana .....	65
5.7.1.1	Rezultati taksonomskog određivanja foraminifera .....	65
5.7.1.2	Indeksi raznolikosti .....	65
5.7.1.3	Dominantne i srednje zastupljene vrste foraminifera .....	66
5.7.2	Područje srednjeg Jadrana.....	69
5.7.2.1	Rezultati taksonomskog određivanja foraminifera .....	69
5.7.2.2	Indeksi raznolikosti .....	69
5.7.2.3	Dominantne i srednje zastupljene vrste foraminifera .....	71
5.7.3	Područje Šibenskog zaljeva .....	72
5.7.3.1	Rezultati taksonomskog određivanja foraminifera .....	72
5.7.3.2	Indeksi raznolikosti .....	73

5.7.3.3	Dominantne i srednje zastupljene vrste foraminifera .....	73
5.8	Rezultati statističke analize.....	74
5.8.1	Rezultati analize korespondencije.....	74
5.8.2	Rezultati analize glavnih komponenti.....	75
5.8.3	Rezultati klaster analize .....	75
5.8.4	Rezultati analize korelacije .....	80
5.8.5	Rezultati nemetričkog multidimenzionalnog skaliranja .....	81
6	RASPRAVA .....	84
6.1	Utjecaj veličine otvora sita na interpretaciju zajednica planktonskih foraminifera .....	84
6.2	Redoks potencijal u sedimentu istočne strane Jadrana i utjecaj na zajednicu foraminifera.....	86
6.3	Granulometrijske značajke sedimenta u području srednjeg i južnog Jadrana i utjecaj na foraminifersku zajednicu.....	87
6.4	Odnos masenih udjela istraživanih kemijskih elemenata u sedimentu i sastava foraminiferskih zajednica .....	89
6.5	Foraminiferske zajednice u području srednjeg i južnog Jadrana.....	95
7	ZAKLJUČCI.....	99
8	SAŽETAK.....	101
9	SUMMARY .....	103
10	LITERATURA .....	105
	ŽIVOTOPIS.....	118
	PRILOZI.....	121

# 1 UVOD

Na većinu organizama i cijelih ekoloških sustava utječu fizikalni i kemijski parametri njihovog okoliša. Poznavajući utjecaj okoliša na organizme i njihovu prostornu raspodjelu možemo fosilne ostatke takvih organizama koristiti za rekonstrukciju stanja i promjena okoliša u prošlosti (za vrijeme kada su pronađeni organizmi živjeli). Ovaj pristup je poznat kao aktupaleontologija i primjenjuje se od XIX. stoljeća (Lyellova paradigma). Uz kokolitoforide, dijatomeje, ostrakode i druge, jedna od najvažnijih skupina u paleoceanografskim istraživanjima su foraminifere.

Foraminifere su raširene u morima i oceanima, od polova do ekvatora i od obalnih do dubokomorskih područja, a nalazimo ih i u slatkim (npr. predstavnici roda *Gromia*) i bočatim sredinama. One su jednostanični eukariotski organizmi, čiji su skeleti (kućice) u pravilu <1 mm, dok neke mogu biti velike i nekoliko cm te najveće recentne foraminifere dostižu 13 cm u promjeru (Boudagher-Fadel, 2008). Kućica foraminifera ima kalcitnu, aglutiniranu ili organsku stjenku, a sastavljena je od jedne ili više klijetki, a svaka klijetka ima jedno ili više otvora (foramena, od tuda porijeklo imena cijele skupine; lat. *foramen* = rupa, otvor + lat. *ferre* = nositi) za međusobnu komunikaciju. Citoplazma (ektoplazma, pseudopodij, rizopodij) izlazi kroz ušće (otvor na najmlađoj klijetki) ili posebne kanale, pokriva cijelu kućicu, a pri tome su posebno važni pseudopodiji koji omogućavaju kretanje, pomažu pri razmnožavanju, hvatanju plijena ili služe kao „sidro“ koje omogućava da se jedinka drži za podlogu. Neke su foraminifere planktonske, a neke bentičke (epifauna ili infauna).

Foraminifere su vrlo česte u šelfnim sedimentima, gdje je njihova raznolikost velika. Trajanje reproduktivnog ciklusa kod foraminifera varira od nekoliko tjedana za pojedine male vrste do jedne godine za pojedine veće vrste (Murray, 2006). Brzi reproduktivni ciklus uzrokuje njihovu veliku gustoću naseljenosti u različitim morskim sedimentima. U površinskom sloju (prvi centimetar sedimenta) različitih okoliša može biti desetke do nekoliko stotina jedinki u 10 cm<sup>3</sup>, a u nekim posebnim okolišima (močvare) i do 5000 jedinki u 10 cm<sup>3</sup>. Na šelfu su karakteristične vrijednosti od 50-800 jedinki na 10 cm<sup>3</sup> (Murray, 2006). Nakon uginuća kućice planktonskih foraminifera dopijevaju na dno gdje zajedno sa kućicama bentičkih foraminifera grade sediment. Poznato je da se veličina



kućica foraminifera povećava s temperaturom, a zajednice pokazuju veću raznolikost od polova prema ekvatoru (Schmidt i sur., 2004; Friedrich i sur., 2012).

U hrvatskom dijelu Jadrana do sada je imenovano 599 vrsta bentičkih i planktonskih foraminifera (Ćosović i sur., 2009) iz 9 redova, 21 nadporodice, 89 porodica, 2 potporodice i 232 roda. Najviše vrsta opisano je u sjevernom Jadranu, 536, od kojih su 164 iz grupe rotalida i 151 iz grupe miliolida. Prema jugu opada broj opisanih vrsta. U srednjem Jadranu opisano je 296, od čega 100 vrsta pripada redu Miliolida, a 96 je Rotaliida. Još manji broj opisanih vrsta je u južnom Jadranu, gdje od 272 vrste 97 je miliolida, a 83 rotalida. Kako navode Ćosović i sur. (2009) takva razlika među različitim dijelovima istočnog Jadrana povezana je sa specifičnim geomorfološkim (različiti terigeni donosi) i hidrološkim (struje i rijeke) uvjetima, ali i činjenicom da je znatno više studija izvedeno u području sjevernog i srednjeg Jadrana u usporedbi s južnim. Stoga su ciljevi ovog istraživanja bili:

- 1) opisati sedimentološke značajke uzoraka iz područja južnog i srednjeg Jadrana te Šibenskog zaljeva;
- 2) opisati sastav ukupnih zajednica foraminifera;
- 3) utvrditi bioraznolikost zajednica (indeksi biološke raznolikosti);
- 4) usporediti sastav zajednica foraminifera sa sedimentološkim značajkama sedimenata (granulometrijski sastav, udio karbonatne komponente, udio organske tvari, udio elemenata u tragovima);
- 5) prepoznati ovisnost pojedinih foraminiferskih skupina o sedimentološkim parametrima primjenom statističkih metoda (multivarijatne analize i analize korelacije).

Hipoteze predloženog rada su:

- 1) promjena sastava foraminiferske zajednice odražava promjene u okolišu;
- 2) okoliši sa sličnim ekološkim značajkama imaju sačuvane slične zajednice foraminifera, dok promjene sastava zajednica foraminifera odražavaju promjene ekoloških parametara;
- 3) promjene sastava foraminiferskih zajednica korelirane s granulometrijskim i geokemijskim značajkama sedimenata ukazuju na razlike u cirkulaciji, prozračnosti sedimenata i dostupnosti hrane.

Predloženo istraživanje prvi je sistematični prikaz sastava foraminiferskih zajednica upotpunjeno sa sedimentološkim osobinama uzoraka skupljenih do maksimalne dubine u Jadranu od 1200 m. Prikupljeni podaci nadopuniti će postojeća znanja o raznolikosti foraminiferskih zajednica, a ujedno će dati i informacije o migracijama foraminiferskih vrsta (Langer & Mouanga, 2016) u istraživanom području.

Brojnosti (abundancije) pojedinih skupina foraminifera uspoređeni su sa sedimentološkim značajkama uzoraka (granulometrijskim osobinama, masenim udjelima pojedinih elemenata u tragovima, udjelom karbonatne komponente, udjelom organske tvari i redoks uvjetima) primjenom odgovarajućih multivarijatnih analiza. Rezultati ovog istraživanja doprinijeti će boljem razumijevanju raznolikosti i raspodjele foraminiferskih zajednica u istočnom dijelu Jadrana te ispitati povezanost s promjenama okolišnih parametara poput cirkulacije vodenih masa i dostupnosti hrane.

## 2 PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Podatci o foraminiferama s istočne obale Jadranskog mora su malobrojni. U pregledu vrsta i rodova foraminifera (Ćosović i sur., 2011) može se uočiti i neujednačenost u područjima koja su istraživana, a sve zajedno (broj objavljenih radova, područja istraživanja, način uzorkovanja i opisivanja) upućuje na slab znanstveni interes za njih. Dvije monografije, Cimerman & Langer (1991) i Alfirević (1998) su za sada jedini cjeloviti prikazi jadranskih foraminifera, dok su ostali radovi rezultat sporadičnih istraživanja ograničenih na pojedina područja. Zanimljivo, prva istraživanja foraminifera u svijetu vezana su za foraminifere iz Jadranskog mora. Naime, Bianchi (Janus Plancus) je na uzorcima s plaže u Riminiju u radu iz 1739., odredio i opisao 12 vrsta foraminifera, klasificiravši ih kao amonite (prema Alfirević, 1998). D'Orbigny 1826., uvodi pojam foraminifera (ali zbog sličnosti s kućicama nautilida i amonita smatra da su to glavonošci; preuzeto iz Alfirević, 1998) i daje prve prave studije kako jadranskih tako i foraminifera iz drugih mora. Smatrao je da su obale Jadranskog mora pogodnije za istraživanje foraminifera od obala oceana jer tu postoji veća raznolikost vrsta i rodova. Prva istraživanja foraminifera na hrvatskom dijelu Jadrana potaknuo je Spiridon (Špiro) Brusina koji je organizirao znanstveno krstarenje 1894., kada su prikupljeni uzorci od Istre do Boke Kotorske (prema Alfirević, 1998), a opise (rezultate) je objavio Deželić (1896). Treba spomenuti istraživanja i monografiju Vatoše (1928), a veći broj radova od sedamdesetih godina prošlog stoljeća ukazuju na početak ciljanih istraživanja. Daniels (1970) je opisao sezonske varijacije i raspodjelu recentnih foraminifera u Lirskom kanalu. Proučavajući dubinu sedimenta do koje foraminifere mogu živjeti zaključio je da koncentracije foraminifera koje žive kao endobentos mogu biti 8 do 10 puta veće od onih koje žive na površini.

Potencijalne prednosti upotrebe planktonskih foraminifera u istraživanju svojstava površinskih voda prvi je prepoznao Murray (1897) koji je primijetio kako su vrste u vodenom stupcu i u sedimentu na morskome dnu raspodijeljene prema geografskoj širini, ovisno o temperaturi površinskog sloja. Upotrebu kvantitativnog brojanja zajednica započeo je Schott (1935) koji je otkrio kako se fosilne zajednice u dubokomorskim jezgrama mijenjaju između glacijala i interglacijala. Nakon što su Pflieger (1948) i Arrhenius (1952) upotrijebili planktonske foraminifere iz dubokomorske jezgre za

opisivanje kvartarnih klimatskih ciklusa, u manje od 20 godina napravljen je golemi napredak u razumijevanju biologije i ekologije planktonskih foraminifera, što je rezultiralo razvojem prve sofisticirane metode procjene paleotemperatura, poznate kao metoda transfer funkcije (Imbrie & Kipp, 1971). Ova metoda je postavila temelje za rekonstrukciju temperatura površinskih slojeva mora pa time i površine Zemlje u vrijeme posljednjeg glacijalnog maksimuma (CLIMAP, 1976; preuzeto iz Kucera, 2007). Emiliani (1955) je prvi mjerio izotopni omjer kisika u kalcitu foraminiferskih kućica koje su izvađene iz jezgara kvartarnih sedimenata, a za koje su bile poznate klimatske fluktuacije. Uočio je varijacije u sastavu koje su odražavale utjecaj glacijalnih i interglacijalnih ciklusa, one koje su živjele tijekom interglacijala imale su kućice lakšeg izotopnog sastava. Foraminifere kao indikatore oceanskih strujanja otkrio je Boltovskoy istražujući bentičke i planktonske foraminifere u južnom Atlantiku (Boltovskoy, 1959; 1962). Taksonomiju modernih planktonskih foraminifera razjasnio je Parker (1962) bazirajući se prvenstveno na strukturi kućice uz prisutnost i odsutnost dugačkih, tankih spina kod živih primjeraka. Kraj 60-ih i početak 70-ih godina XX. stoljeća obilježen je vrlo uspješnim projektom bušenja dubokomorskog dna (*Deep Sea Drilling Project*, DSDP, a koji traje i danas kao *International Ocean Discovery Program*, IODP) koji je omogućio da biostratigrafija postane ključna tehnika dešifriranja povijesti oceana (prema Hemleben i sur., 1989).

Od osamdesetih godina prošlog stoljeća sve je više radova o foraminiferama iz istočnog dijela Jadranskog mora. Drobne & Cimerman (1984) su proučavali foraminifere duž dviju podmorskih litica u blizini Kornata i ustanovili grupiranje prema dubini. Zaključili su kako je distribucija (prisutnost/odsutnost) vrsta ovisna o temperaturi i osobinama dna, a njihova brojnost o hidrografskim uvjetima i vrsti dna. Jorissen (1987) je, korelirajući distribuciju bentičkih foraminiferskih zajednica s dubinama i karakteristikama sedimenta, ustanovio 4 glavne biofacijesne jedinice koje se pružaju paralelno sa zapadnom obalom Jadranskog mora (istočni dio nije bio zahvaćen njegovim istraživanjima). Detaljan pregled raspodjele i morfologije bentičkih foraminifera nalazimo u njegovom radu iz 1988., gdje zaključuje kako su koncentracija kisika i dostupnost hrane najvažniji faktori koji kontroliraju rasprostranjenost i morfologiju malih bentičkih foraminifera. Cimerman i sur. (1988) su u Velikom jezeru i na obali rta Lenga na otoku Mljetu odredili dvije foraminiferske zajednice. Krupnozrnatim sedimentom (dubina od 30 m) dominiraju miliolide, a muljevitim sedimentom (dubina od 42 m) dominiraju aglutinirane foraminifere (niska temperatura, niska koncentracija kisika i mala količina svjetla). Iz rezultata

istraživanja distribucije foraminifera u površinskih 7 cm sedimenta na 14 postaja u sjevernom Jadranu Jorissen i sur. (1992) zaključuju kako koncentracija organske tvari kontrolira distribuciju bentičkih foraminifera. Iz tog istraživanja proizlazi (Jorissen i sur., 1995) konceptualni model koji objašnjava vezu mikrostaništa s dotokom organske tvari, poznat kao TROX (*THrophic and OXYgen*) model. De Stigter i sur. (1999) su u sedimentima iz južnog Jadrana primijetili da se zajednice živih i fosilnih foraminifera značajno razlikuju s obzirom na relativnu zastupljenost vrsta, a promjene su objasnili razlikama u produkciji kućica, a ne sa selektivnim tafonomskim procesima. Epifaunalne i plitke infaunalne (koje žive u prvih 1 cm sedimenta) vrste su više zastupljene u fosilnim zajednicama nego u živim, dok su duboke infaunalne vrste (koje žive u sedimentu do 15 cm dubine) više zastupljene u živim. Na temelju rezultata istraživanja drže kako je produkcija kućica bentičkih foraminiferskih vrsta povezana s dubinom njihovog mikrostaništa. Vaniček i sur. (2000) su, proučavajući sastav i bioraznolikost zajednice bentičkih foraminifera u Mljetskim jezerima, uočili vezu između zajednice i hipoksičnih i anoksičnih uvjeta koji se stvaraju tijekom ljetnih mjeseci. Čosović i sur. (2002) su usporedili živu i ukupnu zajednicu foraminifera u Mljetskim jezerima (u specifičnom, oligotrofnom sustavu), prikazali kako se raspodjela foraminiferskih zajednica mijenja na malim udaljenostima te su zaključili da je raspodjela foraminifera pod utjecajem interakcije nekoliko okolišnih faktora (zatvorenost jezera, njihova osobita hidrografija te povremena anoksija). Vidović i sur. (2009) opisuju utjecaj marikulture na zajednice foraminifera u obalnoj zoni. U blizini kaveza riba brojnost jedinki nekih vrsta povezuju s većom koncentracijom fosfora i dušika u sedimentu, dok izostanak jedinki drugih vrsta povezuju s uništenjem zajednice *Posidonia*. Autori su zaključili da se sastav zajednica foraminifera može koristiti kao indikator obogaćivanja organskom tvari uzrokovanog aktivnostima uzgoja riba. Popadić i sur. (2013) su, analizirajući foraminifersku zajednicu iz sedimenata skupljenih u Bakarskom zaljevu, ustanovili povezanost između broja i abundancije stres tolerantnih vrsta i koncentracije teških metala. Vidović i sur. (2014) nastavljaju istraživati utjecaj ribogojilišta na sastav zajednica. Istražuju živu i ukupnu foraminifersku zajednicu te koncentracije glavnih elemenata i elemenata u tragovima iz jezgri sedimenta. Foraminiferske zajednice bile su dominirane epifaunalnim i stres tolerantnim vrstama, dok su indeksi raznolikosti ukazivali na normalne morske uvjete. Rezultati su pokazali neznatan utjecaj uzgoja i stabilne okolišne uvijete, a glavni utjecaj na zajednicu imali su podloga i sadržaj fosfora u sedimentu. Čosović i sur. (2016) su, usporedivši uzorke sakupljene 2003. i 2012. g. s koraljnog grebena u Velikom jezeru

(Mljet), opisali ulogu tafonomskih procesa u definiranju sastava zajednice. Važnost korištenja multidisciplinarnog pristupa u rekonstrukciji povijesti okoliša i antropoloških promjena u morskom okolišu prikazuju u radu Vidović i sur. (2016) opisujući i uspoređujući sastav foraminiferske zajednice, geokemijski sastav i sedimentološke značajke uzoraka 1,6 m dugačke jezgre iz Tršćanskog zaljeva. Prepoznaju kako blago obogaćivanje nutrijentima prati malo povećanje raznolikosti foraminifera (dio jezgre iz prve polovice XX. st.). Povećanje industrijskih i lučkih djelatnosti u drugoj polovici XX. st. obilježeno je povećanjem koncentracija elemenata u tragovima i organskih onečišćujućih tvari i samo manje promjene sastava zajednica što autori tumače kao rezultat dugogodišnje izloženosti foraminifera povišenim razinama raznih onečišćujućih tvari.

Ciljana istraživanja planktonskih foraminifera u Jadranu vrlo su rijetka, a za istočni dio Jadrana ih nema. U Mediteranu, istraživanja planktonskih foraminifera rađena su na uzorcima različitih frakcija ( $>63 \mu\text{m}$ ,  $>125 \mu\text{m}$ ,  $>150 \mu\text{m}$  ili nepoznato). Thunell (1978) je analizirao 66 površinskih sedimenata iz Mediterana (Jadransko more nije bilo uključeno u ovo istraživanje) te kartirao raspodjelu udjela 16 planktonskih vrsta grupiranih u 4 zajednice, od kojih je jedna zajednica toploga mora, a tri hladnoga mora (hladna-suptropska, prijelazna i polarna-subpolarna). Jorissen i sur. (1993) su istraživali planktonske i bentičke foraminifere na 11 postaja iz zapadnog dijela Jadrana te su na temelju promjena udjela planktonskih vrsta prepoznali 3 biokronološke epizode unutar kasnog pleistocena i holocena. Rohling i sur. (1993) rekonstruirali su paleookolišne gradijente u Istočnom Sredozemlju i Jadranskom moru te zaključili kako je Jadran bio znatno hladniji od područja oko Krete posljednjih 18000 godina te su promjene u vrijednostima godišnje stabilnosti (mjera stratificiranosti unutar eufotičkog sloja) dobivenih PCA analizom, povezali s različitom dinamikom stvaranja istočno-mediteranske duboke vode (EMDW) u tom razdoblju. Hayes i sur. (1999) opisali su promjene abundancija planktonskih foraminifera za vrijeme posljednjeg glacijalnog ciklusa iz jezgara u Jadranu i Mediteranu. Zaključili su da iako je biostratigrafija planktonskih foraminifera koristan korelacijski alat, on se mora upotrebljavati lokalno, a ne na cijeli bazen zbog krivih interpretacija uslijed vremenski nepodudarnih promjena u abundacijama kod pojedinih vrsta. Hayes i sur. (2005) su napravili novu rekonstrukciju temperature površine mora (ljetni, zimski i godišnji prosjek temperature) u Mediteranu za vrijeme posljednjeg glacijalnog maksimuma na temelju brojanja zastupljenosti 23 vrste planktonskih foraminifera sa 129 postaja u sjevernom Atlantiku i 145 postaja u

Mediterranu. U još nekoliko radova, planktonske foraminifere iz jezgara iz južnog Jadrana korištene su za kronološko opisivanje sedimenata iz posljednjeg glacijala i holocena (Piva i sur., 2008; Siani i sur., 2010; Narciso i sur., 2012; Siani i sur., 2013).

Posebno mjesto u istraživanju zajednice planktonskih foraminifera ima priprema uzoraka, odnosno utjecaj odabira frakcije na sastav zajednice. Peeters i sur. (1999) su, istražujući utjecaj veličine oka sita, zaključili da je u zajednicama iz frakcije dobivene pomoću sita otvora većeg od 150  $\mu\text{m}$ , većina vrsta dostigla zrelost te su predložili upotrebu tog sita za standardne analize faune. Istražujući planktonske zajednice s različitih postaja u Sredozemnom moru Capotondi i sur. (2004) su otkrili da ne postoji značajna promjena u sastavu kod frakcija  $>63 \mu\text{m}$  i  $>125 \mu\text{m}$ , već da razlike postaju primjetne kada se uspoređuju zajednice iz frakcija  $>63 \mu\text{m}$  i  $>150 \mu\text{m}$ . Markulin i Čosović (2017) su pronašli značajnu razliku među zajednicama iz frakcija  $>63 \mu\text{m}$  i  $>125 \mu\text{m}$  na postaji iz najdubljeg dijela Jadrana. Razlika se očitovala u relativnim udjelima nekih planktonskih vrsta i malim razlikama u indeksima raznolikosti.

### 3 ISTRAŽIVANO PODRUČJE

Jadransko more je poluzatvoren, izdužen ogranak Sredozemnog mora s orijentacijom SZ-JI. Prema geomorfološkim obilježjima može se podijeliti na tri dijela: sjeverni, srednji i južni (Artegiani i sur., 1997). Sjeverni dio je najplići, blagog nagiba dna i prosječne dubine oko 35 m. Prosječna dubina srednjeg dijela je oko 140 m s depresijom (Jabučka kotlina) dubokom 260 m. Južni dio najvećim dijelom zauzima široka depresija (Južnojadranska kotlina) te je prosječno dubok oko 900 m, a tu se nalazi i najdublji dio Jadranskog mora s maksimalnom dubinom od preko 1200 m. Srednji i južni dio odijeljeni su Palagruškim pragom koji ima najveću dubinu oko 170 m, a Jadransko more spojeno je sa Sredozemnim morem preko Otrantskih vrata, pragom na dubini oko 800 m.

Jadransko more je umjereno toplo more s izraženim sezonskim varijacijama te je godišnji raspon temperature površinskog sloja 18°C na jugu i 25°C na sjeveru (ekstremi površinske temperature imaju veliki opseg, od 3 do 29°C; Gačić i sur., 2001). Temperatura najdubljih dijelova gotovo uvijek je iznad 10°C (*ibidem*). Zimi je površinski sloj u južnom dijelu Jadrana 8-10°C topliji od površinskog sloja u središnjem i sjevernom dijelu (*ibidem*). Zbog sezonskog zagrijavanja površinskog sloja mora, termoklina se formira na 10-30 m dubine. Površinska temperatura ima izražen sezonski hod pa maksimum dostiže tijekom kolovoza, a minimum tijekom veljače. Za razliku od površinskog sloja mora, intermedijaran sloj nije pod izravnim atmosferskim utjecajem već njegove termohaline osobine određuje izmjena vodenih masa između Jonskog i Jadranskog mora. Zbog toga su varijacije temperature i saliniteta po iznosu manje i vremenski sporije (odvijaju se na međugodišnjoj vremenskoj skali) nego u površinskom sloju (Matić i sur., 2017).

Salinitet Jadranskog mora, kao i cijelog Sredozemlja, je relativno visok jer evaporacija prevladava nad oborinama i dotokom slatke vode rijekama (Sekulić & Vertačnik, 1996). Najviši saliniteti mjereni su u intermedijarnom sloju južnog Jadrana i kreću se između 38,4 i 38,9 (Gačić i sur., 2001). Povećan salinitet bilježi se u vrijeme intenzivnijeg ulaska vodenih masa iz Jonskog mora. Kao i u slučaju temperature mora, površinski salinitet je pod izravnim utjecajem atmosfere te dodatno slatkovodnih dotoka s kopna. Zbog toga je površinski salinitet prostorno-vremenski promjenjiv, on je niži u sjevernom Jadranu te u blizini ušća rijeka dok se povećava idući prema otvorenom moru i prema jugu (Gačić i sur., 2001).



Plima i oseka u Jadranu imaju vrlo male amplitude (mikroplimni režim). Vjetrovi su ljeti slabi, pretežno pušu sa SZ. U zimskom razdoblju najvažniji su vjetrovi bura i jugo. Bura donosi hladan zrak sa SI i promjenjive je snage duž obale, a najsnažnije puše u tršćanskom, podvelebitskom i splitskom području. Jugo puše duž pružanja Jadranskog mora, s JI, i donosi vlažan i relativno topao zrak.

Prema Zore-Armanda (1963) tri su tipa vodenih masa u Jadranu koje se razlikuju prema temperaturi i salinitetu, odnosno gustoći. To su sjevernojadranska gusta voda (NAdDW,  $T=11^{\circ}\text{C}$ ,  $S=38,5$ ,  $\sigma=29,52$ ), srednjejadranska gusta voda (MAdDW,  $T=12^{\circ}\text{C}$ ,  $S=38,2$ ,  $\sigma=29,09$ ) i južnojadranska voda (SAdW ili jadranska duboka voda ADW,  $T=13^{\circ}\text{C}$ ,  $S=38,6$ ,  $\sigma=29,20$ ). U plitkom sjevernom Jadranu jake bure hlade čitav stupac vode i stvaraju vodu koja zbog svoje izuzetne gustoće teče pridnenim slojem duž zapadnog šelfa te zamjenjuje staru vodu u depresijama srednjeg i južnog Jadrana te napušta Jadran i odlazi u najdublje slojeve istočnog Sredozemlja donoseći morsku vodu bogatu kisikom i hranjivim solima (Mihanović i sur., 2013). Kao kompenzacija istjecanja NAdDW javlja se dotok slanije Levantinske vode iz Sredozemnog mora, a ta izmjena vodenih masa odvija se na vremenskim skalama od desetak godina. Četvrti tip vode u Jadranu je Sredozemna levantinska intermedijarna voda (LIW) koja se stvara u Levantinskom bazenu i ulazi u Jadran kroz Otrantska vrata. Zore-Armanda (1963) također predlaže i vertikalnu podjelu vodenog stupca Jadranskog mora u tri sloja, površinski, intermedijarni i pridneni, za lakše razumijevanje sistema cirkulacije jer svaki od ta tri sloja ima nezavisan sistem strujanja iako često utječu jedan na drugoga. Površinski sloj u srednjem i južnom Jadranu je gornjih 40 m vodenog stupca, ispod kojega je intermedijarni sloj do dubine 400-500 m u južnom te do oko 150 m u srednjem Jadranu. Pridneni sloj nije značajno rasprostranjen u srednjem Jadranu, ali u Južnojadranskoj kotlini obuhvaća najveći dio bazena (Buljan & Zore-Armanda, 1971).

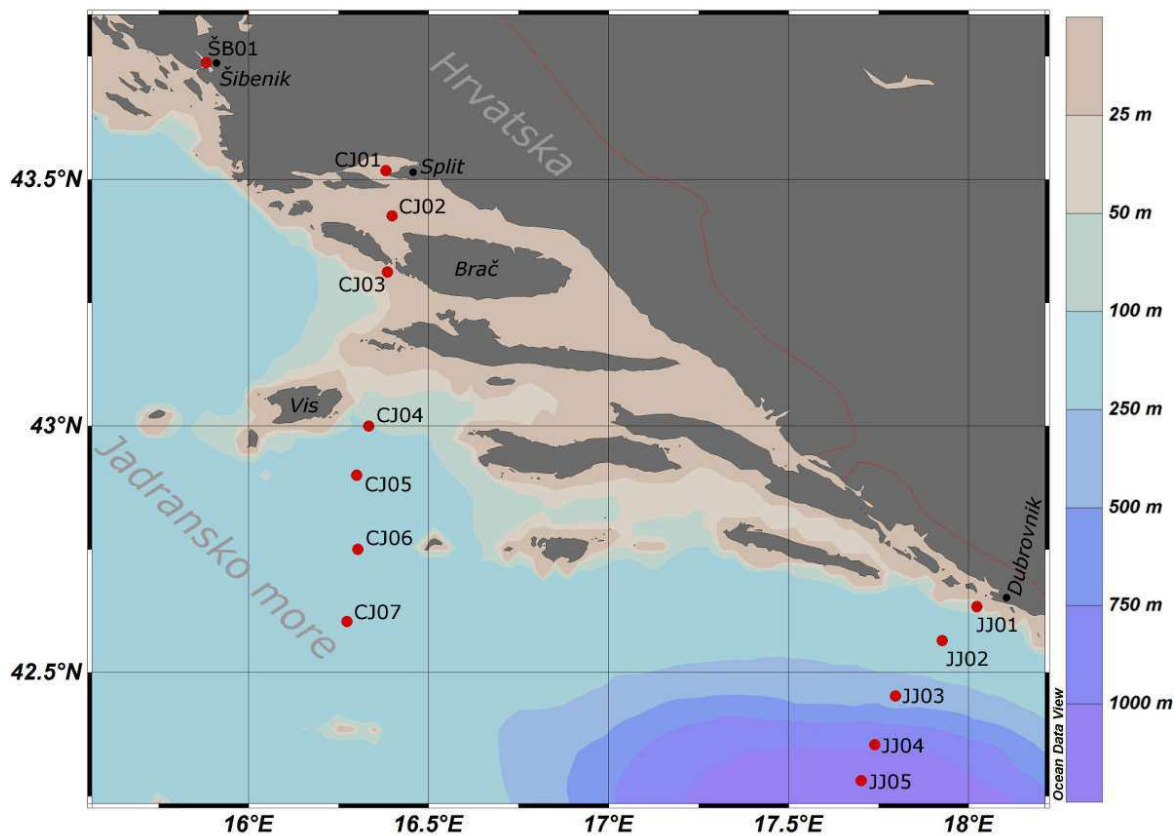
Geomorfološki, istočna i zapadna obala Jadranskog mora jasno se razlikuju budući da je istočna izuzetno razvedena, izgrađena od karbonatnih stijena i siromašna terigenim sedimentima, dok na zapadnoj obali prevladavaju siliciklastični pijesci. Takva razlika rezultat je različitih geoloških karakteristika i karakteristične cirkulacije u Jadranu. Naime, većina sedimenta koji dopijeva u Jadransko more nastaje erozijom naslaga u zaleđu i fluvijalnog donosa sa zapadne obale. Mehanička erozija istočne karbonatne obale je mala (prevladava otapanje), a također, rijeke koje dolaze iz zaleđa siromašne su terigenim materijalom i najvećim dijelom teku krškim područjima (s iznimkom albanskih rijeka).

Opća cirkulacija u Jadranskom moru ciklonalnog je tipa (cirkulacija je u smjeru obrnutom od kazaljke na satu) te vode koje ulaze u Jadransko more idu istočnom obalom prema SZ dok izlazne struje idu uz zapadnu obalu prema JI. Takva cirkulacija uzrokuje da se nanosi rijeka sa zapadne obale raspoređuju južno, stvarajući relativno uski pojas duž zapadne obale (Colantoni & Mencucci, 2010). Jadransko more značajan je izvor slatke vode za Sredozemno more. Unos slatke vode u Jadransko more je oko 5.500 m<sup>3</sup>/s, od čega rijekom Po dolazi najveći dio (30%; Sekulić & Vertačnik, 1996).

Po svom sastavu sedimenti na dnu Jadranskog mora općenito su raznoliki. Uz zapadnu obalu većina sedimenta je nastala nakupljanjem recentnog terigenog donosa, dok su na vanjskom šelfu stare, reliktna, transgresivna naslage koje se više ne prihranjuju donosom s kopna (tzv. reliktni pijesci zaostali iz pleistocena; Pigorini, 1968; Alfrević, 1998; Colantoni & Mencucci, 2010). Uz zapadnu obalu, uski pojas litoralnih pijesaka u unutrašnjem šelfu prelazi u muljeve u srednjem šelfu te reliktna pijeske na vanjskom šelfu. Na istočnoj obali distribucija sedimenta je kompleksnija, ali i slabije istražena. U južnom Jadranu dno je većinom prekriveno naslagama mulja.

Jadransko more je karakterizirano varijabilnim trofičkim uvjetima gdje postoji produktivni (i potencijalno eutrofni) plitki sjeverni dio i oligotrofni središnji i južni dio (Viličić i sur., 1989; Zavatarelli i sur., 2000). Sezonska stratifikacija i donos nutrijenata, posebno rijekom Po, stvaraju povremene hipoksične i anoksične uvijete u pridnenim vodama u sjevernom Jadranu i ti su događaji povezani s riječnim donosom i cirkulacijom u tom dijelu Jadrana (Djakovac i sur., 2015). Donos nutrijenata u otvoreno more srednjeg i južnog Jadrana ovisi o vertikalnoj stratifikaciji i procesima miješanja te o utoku LIW iz Jonskog mora (Zavatarelli i sur., 2000).

Za ovo istraživanje odabrano je 12 postaja duž dva profila (slika 3.1.1) koji se pružaju prema otvorenom moru okomito na pružanje Jadranskog bazena te jedna postaja u Šibenskom zaljevu (slika 3.1.2). Profili se nalaze u srednjem Jadranu, od Kaštelanskog zaljeva do otočića Palagruža (duljine 102 km, azimuta 185°) te u južnom Jadranu, od Dubrovnika do najdubljeg dijela Jadrana, na 1200 m (duljine 47 km, azimuta 214°). Šibenski zaljev nalazi se ispred grada Šibenika i dio je estuarija rijeke Krke (Omanović i sur., 2006) Ovakav raspored postaja odabran je da bi se dobio reprezentativni pregled srednjeg i južnog Jadrana, da bi se obuhvatili različiti okoliši, lokacije različite dubine i udaljenosti od obale te područja s antropogenim utjecajem.



Slika 3.1.1. Prostorni raspored postaja uzorkovanja jezgri sedimenta (karta izrađena pomoću programa Ocean Data View; Schlitzer, 2016).



Slika 3.1.2. Lokacija uzorkovanja jezgre ŠB01 (karta preuzeta sa <http://geoportal.dgu.hr>).

## 4 MATERIJALI I METODE

Plan istraživanja sastojao se od prikupljanja uzoraka na odabranim područjima, pripreme uzoraka za analizu, analize te statističke obrade dobivenih rezultata i njihovog vrednovanja.

### 4.1 Uzorkovanje i rad na terenu

Uzorci su prikupljeni prilikom znanstveno istraživačkih krstarenja broda Bios Dva (slika 4.1.1), Instituta za oceanografiju i ribarstvo, Split, u kolovozu (postaje južnog Jadrana) i listopada (postaje srednjeg Jadrana) 2013. godine te u kolovozu 2015. godine (postaja u Šibenskom zaljevu). Uzorkovanje se provelo na ukupno 13 postaja. U južnom Jadranu, od Dubrovnika do otvorenog mora i najdubljeg dijela Jadrana na dubini od 1200 m, uzorkovano je na 5 postaja. U srednjem Jadranu, od Kaštelanskog zaljeva do otočića Palagruža uzorkovano je na 7 postaja, a jedna postaja nalazila se u Šibenskom zaljevu. Koordinate postaja i dubine prikazane su u tablici 4.1.1, a prostorni raspored na slici 3.1.1.

**Tablica 4.1.1.** Oznake postaja, koordinate i dubine na postajama uzorkovanja u pojedinim područjima te duljina dohvaćenih jezgara i broj uzoraka.

Područje	Oznaka postaje	Zemljopisna širina	Zemljopisna dužina	Dubina (m)	Duljina jezgre (cm)	Broj uzoraka
Južni Jadran	JJ01	42,633889	18,021944	110	16	8
	JJ02	42,565260	17,926233	175	22	11
	JJ03	42,453183	17,796400	340	30	15
	JJ04	42,354350	17,738933	1030	28	14
	JJ05	42,281200	17,701250	1200	26	13
Srednji Jadran	CJ01	43,518333	16,381667	38	26	13
	CJ02	43,426667	16,398333	54	24	12
	CJ03	43,312400	16,385167	84	16	8
	CJ04	43,000000	16,333333	109	12	6
	CJ05	42,900278	16,299722	126	24	12
	CJ06	42,750000	16,303333	148	22	11
	CJ07	42,604167	16,273333	178	36	18
Šibenik	ŠB01	43,737222	15,882222	38	22	11

Uzorci su uzeti gravitacijskim korerom Uwitec (slika 4.1.2) s plastičnom cijevi duljine 60 cm ( $\varnothing 90$  mm), a budući da se radi o gravitacijskom koreru dohvaćene jezgre su bile različite duljine (12-36 cm; tablica 4.1.1). Na svakoj postaji dohvaćene su dvije jezgre, od kojih je u jednoj jezgri, dohvaćenoj u bočno izbušenoj cijevi mjereno redoks potencijal.

Neposredno nakon uzorkovanja u neporemećenim jezgrama sa slojem pridnene vode iznad samog sedimenta, mjerio se redoks potencijal vertikalnim zabadanjem elektrode u koracima od 0,5 cm za prvih 2 cm jezgre te bočnim umetanjem elektrode preostalom dubinom jezgre u koracima od 1 cm. Redoks potencijal mjereno je Mettler-Toledo InLab® Redox Micro Pt elektrodom na uređaju Sartorius Basic Meter PB-11.

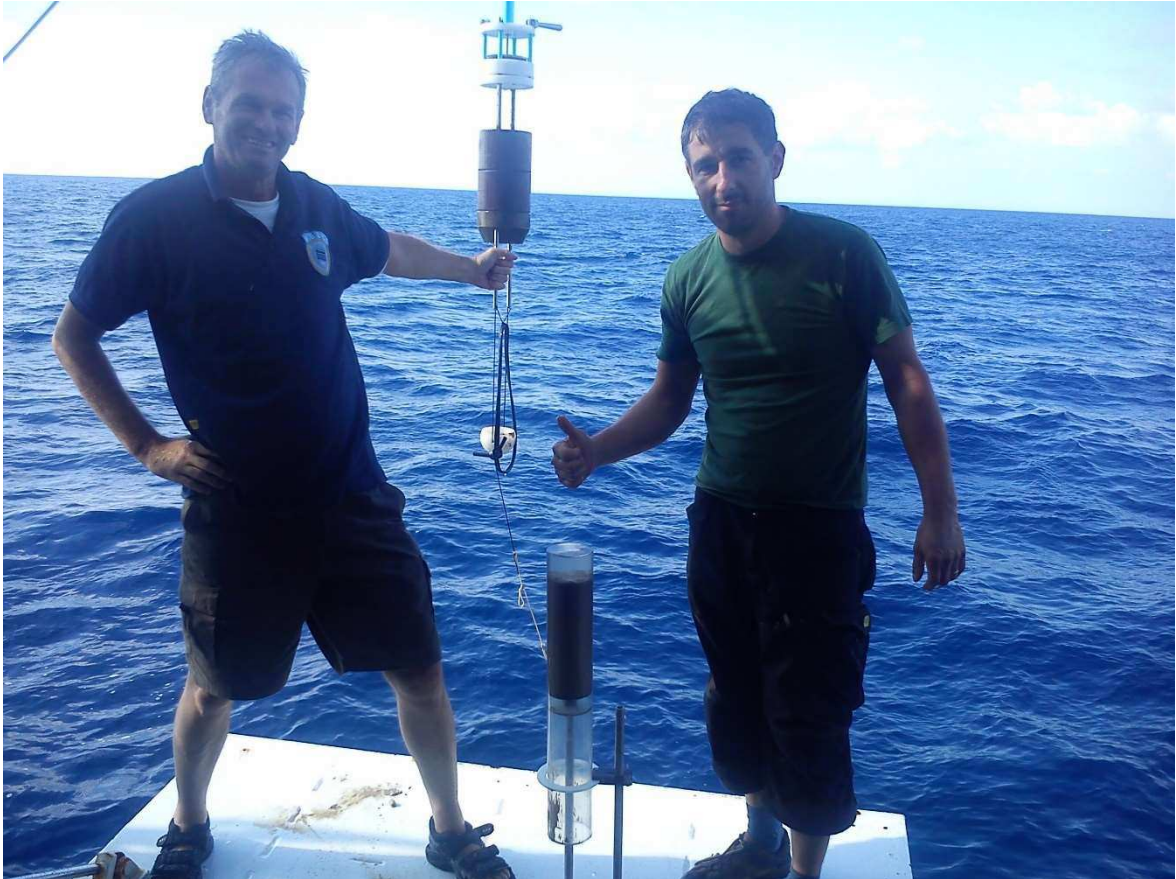


**Slika 4.1.1.** Istraživački brod BIOS DVA (foto: A. Žuljević).

Nakon mjerenja redoks potencijala jezgre su vizualno pregledane da bi se ustanovilo postoje li promjene u teksturnim osobinama sedimenta duž jezgre, a potom su



pripremljene u poduzorke horizontalnim rezanjem u intervalima od 2 cm. Tako je svaka jezgra podijeljena u 6-18 poduzoraka koji su označeni imenom postaje i intervalom (npr. JJ01\_00-02) te će takvo nazivlje biti korišteno i u radu. Svaki od poduzoraka pakiran je u zasebnu PVC vrećicu, a uzorci su pohranjeni u zamrzivaču na  $-20^{\circ}\text{C}$  te dopremljeni u laboratorij gdje su pripremljeni za pojedine analize.



**Slika 4.1.2.** Uzorkovanje sedimenta Uwitec gravitacijskim korerom na postaji JJ05.

## 4.2 Priprema uzoraka za analizu

Uzorci su pripremani u Laboratoriju za kemijsku oceanografiju i sedimentologiju, Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu te na Geološko-paleontološkom zavodu, Geološkog odsjeka, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. U laboratoriju, uzorci su prvo sušeni u liofilizatoru (eng. *freeze drying*) te su potom razdijeljeni i različito pripremljeni za pojedine analize. Za mikropaleontološke analize uzorci su se namakali 24 h

u 10% otopini H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> da bi se uklonila organska tvar i, eventualno, veće nakupine sedimenta razbilo u sitnije čestice, a potom su isprani na situ otvora pora 63 µm i osušeni na zraku. Dva intervala iz jezgre JJ05 (0-2 cm i 24-26 cm) nakon taksonomskog određivanja foraminifera dodatno su suho prosijani na situ otvora pora 125 µm za usporedbu utjecaja otvora sita na interpretaciju zajednica. Za granulometrijsku analizu uzorci su potopljeni preko noći u destiliranoj vodi da bi se spriječilo nakupljanje čestica u nakupine. Za analizu elemenata u tragovima, udjela organske tvari i udjela karbonatne komponente uzorci su homogenizirani i usitnjeni u ahatnom mlinu.

### 4.3 Granulometrijske analize

Analize veličine zrna obavljene su na Geološko-paleontološkom zavodu, Geološkog odsjeka, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Od svakog uzorka precizno je izvagano oko 20 g homogenog materijala. Uzorci su se namakali u destiliranoj vodi 24 h radi da bi se uklonile koagulacije čestica. Neposredno pred analizu uzorak je stavljen u ultrazvučnu kadu na nekoliko minuta radi razdvajanja čestica. Granulometrijska analiza izvršena je metodom mokrog sijanja na setu od 7 ASTM sita (otvora pora 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm i 0,063 mm). Frakcije zaostale na svakom pojedinom situ prenesene su u zasebne posudice, osušene i izvagane. Frakcija <0,063 mm, koja je prošla kroz posljednje sito u setu, sakupljena je u suspenziji u posebnoj posudi i analizirana na uređaju za određivanje veličine čestica rendgenskim zrakama (Micromeritics SediGraph 5100). Kao rezultat ove analize dobiveni su relativni udjeli čestica <0,063 mm (frakcije 32 µm, 16 µm, 8 µm, 4 µm, 2 µm, 1 µm, 0,5 µm). Kombinacijom dobivenih rezultata dobio se kontinuirani raspon veličine te su sedimenti klasificirani prema Folk (1954) dijagramima na temelju omjera šljunka (>2000 µm), pijeska (63 – 2000 µm), silta (2 – 63 µm) i gline (<2 µm). Granulometrijski parametri izračunati su prema Folk & Ward (1957) korištenjem veličinskih frakcija po Krumbeinovoju phi (φ) ljestvici (Krumbein, 1934):

$$\phi = -\log_2 D/D_0$$

pri čemu su: φ = mjera u Krumbeinovoju phi ljestvici

D = promjer zrna (mm)

D<sub>0</sub> = referentni promjer zrna (1 mm)

U izračunima granulometrijskih parametara  $\phi_n$  predstavlja n-ti percentil na distribucijskoj krivulji prema phi ljestvici.

### Prosječna veličina zrna ( $M_z$ )

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

### Sortiranje ( $S_o$ )

$$S_o = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$$

Sortiranje ukazuje na jednoličnost raspodjele čestica i može biti:

- < 0,35 vrlo dobro;
- 0,35 – 0,5 dobro;
- 0,5 – 1 umjereno;
- 1 – 2 loše;
- 2 – 4 vrlo loše;
- > 4 izuzetno loše.

### Asimetričnost raspodjele ( $Sk$ )

$$Sk = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2 \cdot \phi_{50}}{2 \cdot (\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2 \cdot \phi_{50}}{2 \cdot (\phi_{95} - \phi_5)}$$

Asimetričnost raspodjele prikazuje simetričnost raspodjele čestica i funkcija je preklapanja prosječne veličine zrna, medijana i moda. Savršeno simetrična raspodjela ima vrijednost 0, dok pozitivne vrijednosti pokazuju da uzorak ima „rep“ sitnije frakcije, a negativne vrijednosti pokazuju da uzorak ima „rep“ krupnije frakcije.

### Zaoštrenost krivulje ( $K_G$ )

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44 \cdot (\phi_{75} - \phi_{25})}$$



Zaoštrenost krivulje ukazuje koliko je raspodjela normalna, tj. raspoređenost raspodjele u krajevima i središnjem dijelu krivulje. Ona može biti:

- < 0,67 *very platykurtic*;
- 0,67 – 0,90 *platykurtic*;
- 0,90 – 1,1 *mesokurtic*;
- 1,1 – 1,50 *leptokurtic*;
- 1,50 – 3,00 *very leptokurtic*;
- > 3,00 *extremely leptokurtic*.

#### 4.4 Određivanje udjela karbonatne komponente

Udio karbonatne komponente određen je gravimetrijski prema Loring & Rantala (1992) u Laboratoriju za kemijsku oceanografiju i sedimentologiju, Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu. U prethodno izvaganu Erlenmeyerovu tikvicu od 250 ml dodano je precizno izvavano oko 1 g uzorka. U tikvicu je dodana i posudica s 5 ml 4M HCl. Tikvica se zatvori gumenim čepom s cjevčicom napunjenom s CaCl<sub>2</sub>. Izvagana je ukupna masa, a potom je na cjevčicu dodana dodatna cjevčica napunjena s CaCl<sub>2</sub> da bi spriječila prodiranje vlage iz zraka u uzorak. Reakcija se pokreće naginjanjem tikvice da bi se otopina HCl prelila iz posudice unutar tikvice po uzorku i pokrenula reakcija. Tikvica se protrese da sav uzorak dođe u doticaj s otopinom. Reakcija se odvija tijekom iduća 2 h uz povremeno miješanje sadržaja tikvice. Nakon 2 h ukloni se dodatna cjevčica te se tikvica izvaže da bi se izračunao gubitak mase budući da reakcijom karbonata s HCl nastaje vodena otopina Ca<sup>2+</sup> i Cl<sup>-</sup> iona te plinoviti CO<sub>2</sub>. Isti postupak se ponovi s 0,1 g CaCO<sub>3</sub>. Iz razlike u masi izračunava se udio karbonata za svaki pojedini uzorak pomoću jednadžbe:

$$\% CaCO_3 = \frac{P}{Q} * 0,1 * 100$$

pri čemu su: P = razlika u masi uzorka prije i poslije reakcije (g)

Q = razlika u masi CaCO<sub>3</sub> prije i poslije reakcije (g)

m = masa uzorka (g)

## 4.5 Određivanje udjela organske tvari

Udio organske tvari određen je gravimetrijski u Laboratoriju za kemijsku oceanografiju i sedimentologiju, Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu. Ova metoda brz je i jeftin način analiziranja velikog broja uzoraka, a predstavlja grubi pokazatelj sadržaja organske tvari te poveznica s udjelom organskog ugljika (Dean, 1974). Od svakog uzorka precizno je odvagano oko 0,5 g homogenog materijala u porculanske lončice. Uzorci su potom stavljeni u sušionik na 110°C do stalne mase te potom izvagani i preliveni s 30 vol% otopinom H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> da bi se razgradila organska tvar. Nakon što sva organska tvar iz uzorka izreagira, uzorci su žareni 6 h na 450°C te su ponovo izvagani nakon hlađenja, a iz razlika u masi dobiven je udio organske tvari u svakom pojedinom uzorku (Vdović i sur., 1991) pomoću jednadžbe:

$$\text{organska tvar (\%)} = \frac{(b - c)}{(b - a)} * 100$$

pri čemu su: a = masa lončića (g)

b = masa osušenog uzorka (g)

c = masa žarenog uzorka nakon reakcije s H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (g)

## 4.6 Određivanje udjela elemenata u tragovima

Analiza udjela elemenata u tragovima obavljena je na Odsjeku za bioanalitičku kemiju mora (*Marine Bioanalytische Chemie*) Instituta za priobalje (*Institut für Küstenforschung*) koji je dio Helmholtz centra Geesthacht (*Helmholtz-Zentrum Geestacht*, Njemačka) na ICP-MS uređaju (slika 4.6.1). Za analizu se koristila ukupna (neprosijana) frakcija koja je pripravljena razgradnjom pomoću smjese kiselina u mikrovalnoj pećnici. Svaki uzorak je pripremljen u duplikatu i mjereno u dvije replike (ukupno 4 mjerenja po uzorku) na uređaju *Agilent 8800 Triple Quadrupole ICP-MS* proizvođača AGILENT, SAD. Rezultati su prikazani kao prosječna vrijednost ± standardna devijacija. Određeni su maseni udjeli 27 elemenata (Mg, Al, Fe, Be, V, Cr, Mn, Sc, Co, Ni, Cu, Ti, Zn, Se, Rb, Sr, Zr, Mo, Ag, Cd, Sb, Cs, Ba, Tl, Pb, Th i U) u svim prikupljenim uzorcima.

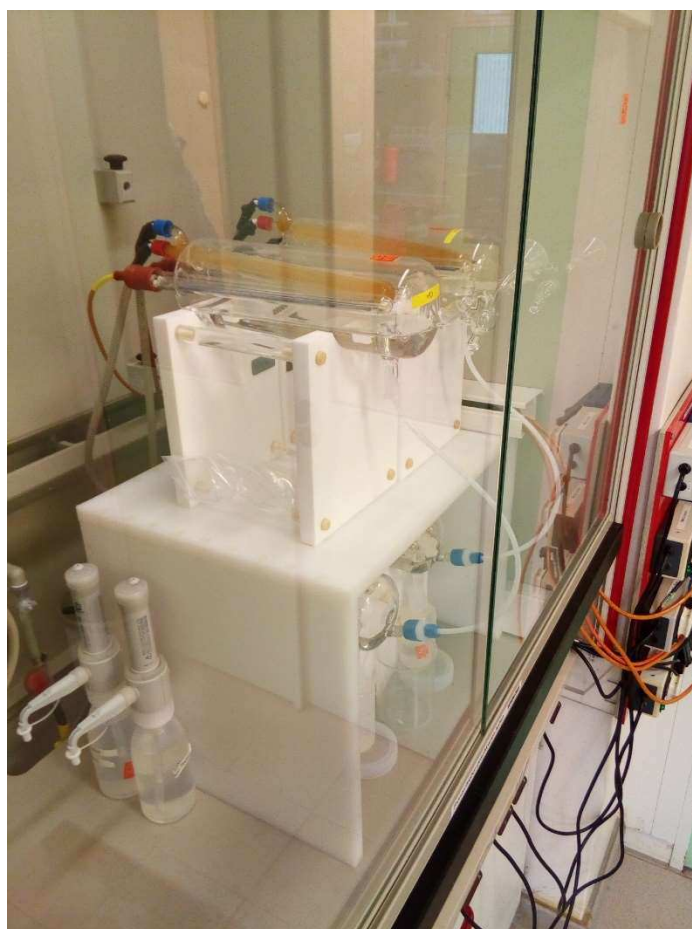


**Slika 4.6.1.** Analiziranje uzoraka na ICP-MS uređaju (institut *Helmholtz-Zentrum Geestacht*, Njemačka).

#### 4.6.1 Kemikalije

Prilikom pripreme i analize masenih udjela elemenata korištena je ultra čista voda ( $18,2 \text{ M}\Omega \text{ cm}$ ) iz Milli-Q sustava za pročišćavanje vode tvrtke MERCK. Za raščinjavanje uzoraka korištene su dvostruko destilirane (slika 4.6.2) klorovodična (30%, MERCK KGaA, *suprapur*) i dušična (65%, MERCK KGaA, *suprapur*) kiselina te tetraflouroborna (48% CHEM-LAB NV, *ultra pure*) kiselina koja nije dodatno pročišćavana. Otopina za interne standarde, indij, rodij i iridij, bila je od proizvođača MERCK KGaA, koncentracija redom,  $1000 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $10 \text{ mg L}^{-1}$  i  $1000 \text{ mg L}^{-1}$ . Serija standardnih otopina koncentracija  $0,1 \text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ ,  $0,5 \text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ ,  $1 \text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ ,  $5 \text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ ,  $10 \text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ ,  $25 \text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ ,  $50 \text{ }\mu\text{g L}^{-1}$  i  $100 \text{ }\mu\text{g L}^{-1}$  pripremljena je razrjeđivanjem standardnih multielementnih otopina ESI 38, ESI 112, ESI 113, ESI 114 ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ; INORGANIC VENTURES, Inc., SAD) i NIST SRM 981 (MERCK).

Za validaciju metoda i za osiguravanje kontrole kvalitete, korišteni su standardni referentni materijali: certificirani referentni materijal (CRM) GBW 07313 morski sediment iz *National Research Center for Certified Reference Materials* (Bejing, China); BCSS-1 i PACS-2 iz *National Research Council of Canada* (Ottawa, Kanada); te standardni referentni materijal REF-1646 iz *National Institute of Standards and Tehnology* (Maryland, SAD).



**Slika 4.6.2.** Dvostruka destilacija klorovodične i dušične kiseline korištenih za raščinjavanje uzoraka sedimenta (institut *Helmholtz-Zentrum Geestacht*, Njemačka).

#### **4.6.2 Raščinjavanje uzoraka**

Prije mjerenja na ICP-MS uređaju uzorci sedimenta i referentnih materijala potpuno su raščinjani smjesom kiselina u zatvorenom mikrovalnom sustavu *MARSXpress* (CEM,

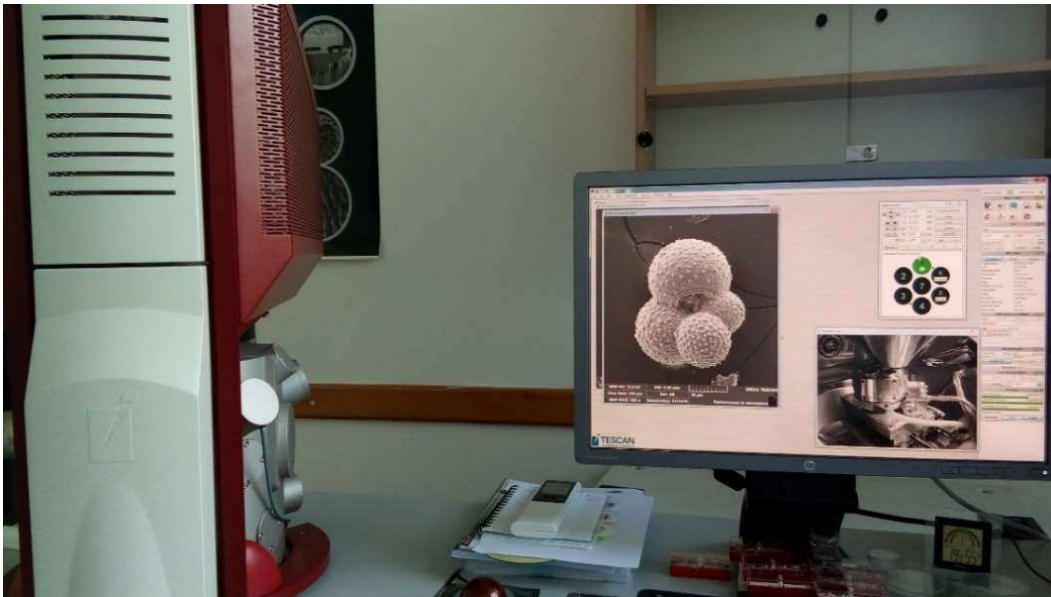
SAD). U teflonske posudice *DigiTUBES* (SCP SCIENCE, Kanada) za razgradnju precizno je izvagano oko 0,05 g materijala te je potom dodana smjesa kiselina, 5 mL HNO<sub>3</sub>, 2 mL HCl, 1 ml HBF<sub>4</sub> te 10 µL internog standarda rodija. Teflonske posudice potom su čvrsto začepljene, postavljene u nosač i stavljene u mikrovalnu pećnicu na razgradnju pri snazi od 1600 W, postupnim zagrijavanjem (60 min) do temperature 180°C na kojoj su se uzorci razgrađivali 300 min. Nakon hlađenja, uzorci su razrijeđeni do 50 mL i dodan je interni standard indij (10 µL).

#### 4.7 Taksonomsko određivanje foraminifera

Foraminifere su taksonomski određivane na Institutu za oceanografiju i ribarstvo u Splitu te na Geološko-paleontološkom zavodu, Geološkog odsjeka, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Od svake jezgre odabrano je, ovisno o duljini dohvaćene jezgre, 3-5 intervala na kojima je izvršena mikropaleontološka analiza. Analizirana je ukupna zajednica foraminifera (kućice koje su bile prazne i one živućih jedinki nisu odvajane, budući da uzorci nisu neposredno nakon uzorkovanja/odmrzavanja bili podvrgnuti metodom bojanja Rose Bengal otopinom). Prilikom odabira gledalo se na teksturne osobine sedimenta, pa budući da su jezgre bile monotone, homogene, teksture odabrani su poduzorci s površine, dna i iz sredine jezgre. Suhi sedimenti s uklonjenom organskom tvari i prosijani kroz sito otvora 63 µm razdijeljeni su četvorenjem na standardizirane poduzorke koji sadrže oko 300 jedinki foraminifera koje su identificirane i brojane pod stereografskim lupama Olympus SZX12 i NexiusZoom povećanja do 180x s kamerom. Tafonomski uvjeti procijenjeni su opažanjem stupnja očuvanosti foraminiferskih kućica. Jedinke koje su identificirane izdvojene su i čuvaju se u frankovim čelijama.

Izabrane izdvojene jedinke posebno su pripremljene i promatrane na skenirajućem elektronskom mikroskopu (SEM) Tescan MIRA3 (slika 4.7.1) da bi se ustanovila točna vrsta ili da bi se potvrdila identifikacija koja je napravljena na stereografskoj lupi. Priprema za snimanje na SEM-u sastoji se od lijepljenja jedinki na stalak pomoću dvostrano ljepljive vodljive trake (slika 4.7.2) te napanje tankim (5 nm) slojem zlata koji služi kao vodljivi materijal. Nakon pripreme, uzorci se stavljaju u komoru mikroskopa u kojoj se postiže stanje vakuuma, a uzorci se promatraju i snimaju na ekranu računala. Uzorci su promatrani u dva moda, pomoću dvaju detektora, i to detektoru za sekundarne elektrone (SE) na kojem se dobro promatraju fini površinski detalji i detektoru za povratno

raspršene elektrone (eng. *backscatter*, BSE) koji daje informacije o razlikama u kemijskom sastavu promatranih objekata, odnosno kontrast slike se mijenja ovisno o kemijskom sastavu. Jedinke su u pravilu promatrane korištenjem SE detektora, a BSE detektor je korišten kod uzoraka koji se ne mogu dobro pripremiti, odnosno kada dolazi do nabijanja promatranih objekata, kućica foraminifera, te se unatoč tome može dobiti dobra slika.



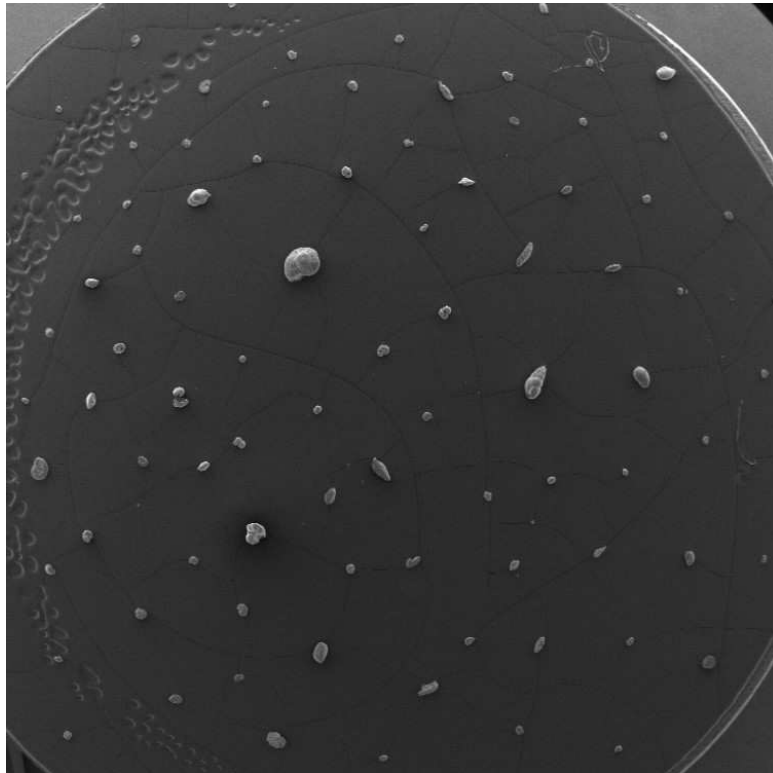
**Slika 4.7.1.** Skenirajući elektronski mikroskop MIRA3 (Laboratorij za plankton i toksičnost školjkaša, Insitut za oceanografiju i ribarstvo).

Uzorci površinskog i najdubljeg intervala s postaje JJ05 dodatno su suho prosijani na situ promjera 125  $\mu\text{m}$  nakon čega je na takvim poduzorcima također izvedena ista procedura da bi se usporedilo kakav utjecaj ima odabir frakcije koja će se proučavati na interpretaciju foraminiferskih zajednica (Markulin & Ćosović, 2017). Budući da se pokazalo da bogatstvo vrsta i indeksi raznolikosti ovise o odabranoj frakciji, za ostale analize odabrana je frakcija  $>63 \mu\text{m}$ .

Identifikacija vrsta vršila se slijedeći klasifikaciju Loeblich & Tappan (1987) uz pomoć različitih priručnika: Cimerman & Langer (1991), Saito i sur. (1981), Alfirević (1998), Milker & Schmiedl (2012), Sgarrella & Mooncharmont Zei (1993) i Hottinger i sur. (1993). Rodovi i vrste određene su prema karakteristikama kućice, na temelju opće



morfologije, veličine, sastava stjenke, perforacija, ultrastruktura, oblika i raspodjela klijetki, načina namatanja, položaj glavnog ušća, osobina i dodataka na ušću, postojanja i položaja sekundarnih ušća, ornamentacije (Murray, 2006; Hemleben i sur., 1989).



**Slika 4.7.2.** Jedinke foraminifera nalijepljene na stalak za analizu na skenirajućem elektronskom mikroskopu.

Rodovi i vrste navedeni su prema pravilima binarne nomenklature (ime roda piše se velikim početnim slovom, a ime vrste malim početnim slovom, oboje u kurzivu). Naziv se pri prvoj upotrebi piše u punom obliku (ime roda i ime vrste), a daljnje navođenje se krati korištenjem prvog početnog slova roda s točkom umjesto imena roda i imenom vrste. Radi lakšeg praćenja teksta, ponekad će se u tekstu i nakon prve upotrebe napisati cijelo ime roda i vrste.

## 4.8 Analiza foraminiferskih zajednica

Nakon taksonomskog određivanja foraminifera, dobiveni podaci su kvantitativno obrađeni, a za kvantitativnu usporedbu među proučavanim zajednicama i ekološku interpretaciju korišteni su različiti ekološki indeksi (bogatstvo vrsta, Simpsonov indeks, Shannonov indeks, indeks ujednačenosti, Fisherov  $\alpha$  indeks, omjer plankton/bentos) izračunati pomoću programa PAST (Hammer i sur., 2001).

### 4.8.1 Broj jedinki i bogatstvo vrsta

Broj jedinki ( $n$ ) je zbroj jedinki svih vrsta u uzorku. Preporuča se određivanje 300 jedinki po uzorku da bi se osigurala statistička značajnost (Dennison & Jay, 1967; Patterson & Fishbein, 1989). Za izračunavanje indeksa raznolikosti primjereno je 250 jedinki po uzorku (Bouchet i sur. 2012).

Bogatstvo (broj) vrsta ( $S$ ) je najjednostavniji indeks raznolikosti i predstavlja broj vrsta prisutnih u uzorku. U većini slučajeva brojanje vrsta podcjenjuje broj vrsta, odnosno brojanjem više jedinki povećavati će se i bogatstvo vrsta. Zbog te činjenice stvoreni su brojni drugi indeksi koji pomažu pri interpretaciji zajednica.

### 4.8.2 Zastupljenost vrsta

Pri opisu zajednica, one se obično nazivaju prema jednoj ili dvije najdominantnije vrste. Dominantne vrste određuju se prema postotku kojim su zastupljene u zajednici. Tako, prema Murray (1991) razlikujemo:

- dominantne vrste: >10%;
- česte (srednje zastupljene) vrste: 4-10%;
- sporedne (rijetko zastupljene) vrste: 1-4%;
- slučajne (vrlo rijetko zastupljene) vrste: <1%.

### 4.8.3 Simpsonov indeks raznolikosti

Simpsonov indeks ( $1 - D$ ) upotrebljava se kao mjera „ujednačenosti“. U rasponu je od 0 (kada jedna vrsta potpuno dominira u zajednici) do 1 (kada su sve vrste podjednako zastupljene). Računa se pomoću jednadžbe:

$$1 - D = 1 - \sum \left(\frac{n_i}{n}\right)^2$$



pri čemu su:  $n_i$  = broj jedinki u vrsti  $i$ ;  
 $n$  = ukupni broj jedinki.

Ovaj indeks pod jakim je utjecajem najbrojnijih vrsta i mjera je vjerojatnosti da će bilo koje dvije jedinke slučajno odabrane iz beskonačno velike zajednice pripadati različitim vrstama.

#### 4.8.4 Shannonov indeks

Shannonov indeks ( $H$ ) uzima u obzir relativne zastupljenosti vrsta, kao i broj vrsta, a osjetljiv je na promjene broja rijetkih vrsta. Računa se pomoću jednadžbe:

$$H = - \sum \frac{n_i}{n} \ln \left( \frac{n_i}{n} \right)$$

Vrijednosti ovog indeksa idu od 0, za zajednice sa samo jednom vrstom, prema višim vrijednostima ( $H_{\max} = \ln S$ ) za zajednice s većim brojem vrsta s ujednačenom abundancijom, odnosno veći indeks znači i veću raznolikost.

#### 4.8.5 Indeks ujednačenosti

Indeks ujednačenosti ( $E$ ) računa se iz Shannonovog indeksa i odražava koliko jednoliko su jedinke raspoređene među zabilježenim vrstama. Što je veća dominantnost jedne vrste, to je manja vrijednost indeksa. Vrijednosti ovog indeksa imaju raspon od 0, kada jedna vrsta sadrži sve jedinke u uzorku, do vrijednosti 1, kada su sve vrste prisutne s jednakim brojem jedinki. Računa se prema jednadžbi:

$$E = \frac{e^H}{S}$$

#### 4.8.6 Fisherov $\alpha$ indeks

Fisherov  $\alpha$  indeks izračunava se pomoću jednadžbe:

$$S = \alpha \ln \left( 1 + \frac{n}{\alpha} \right)$$

$i$  u sebi ne sadrži relativne zastupljenosti vrsta već se pretpostavlja da su one raspoređene prema modelu logaritamskih abundancija (relativnih zastupljenosti; matematički model koji opisuje hipotetsku raspodjelu abundancija različitih vrsta; Fisher i sur., 1943). Ovaj indeks uzima u obzir i rijetko zastupljene vrste. Određeni rasponi Fisherovog  $\alpha$  indeksa karakteristični su za pojedine okoliše. Vrijednosti Fisherovog  $\alpha$  indeksa niski su za rubne

marinske okoliše i zaslanjena područja šelfa (<4) dok većina šelfnih zajednica i zajednica dubokog mora imaju vrijednosti Fisherovog  $\alpha$  indeksa 5-20 (Murray, 2006). Ovaj se indeks koristi i kao mjera za salinitet.

#### 4.8.7 Omjer planktonskih i bentičkih foraminifera

Omjer planktonskih i bentičkih foraminifera u pravilu se povećava s dubinom pa se u paleoekologiji koristi za rekonstruiranje paleodubine (van der Zwaan i sur., 1990) pomoću jednadžbe:

$$\text{dubina} = e^{(3.58718 - (0.03534 \cdot \%P))}$$

a %P se računa jednadžbom:

$$\%P = \frac{P}{P + B} * 100$$

pri čemu su: P = broj planktonskih foraminifera;

B = broj bentičkih foraminifera.

Budući da je jedan od ciljeva disertacije primjena rezultata distribucije foraminifera u paleoekološkoj interpretaciji (Murray, 1991), ova jednadžba primijenjena je kako bi se testirala njena primjenjivost u zatvorenim, ograničenim (epikontinentskim) morima.

## 4.9 Statistička obrada podataka

Za objedinjavanje dobivenih višedimenzionalnih setova podataka korištene su metode statističke analize koje su napravljene pomoću programa PAST (Hammer i sur., 2001). Budući da su podatci o vrstama prikazani kao postotci, oni su normalizirani logaritamskom transformacijom,  $X' = \log(X+1)$ . Ta transformacija smanjuje važnost ekstremnih vrijednosti (kada je jedna vrsta ekstremno obilna u uzorku), smanjuje utjecaj čestih vrsta, a povećava utjecaj rijetkih vrsta (Krebs, 1998).

### 4.9.1 Analiza korelacije

Korelacija je stupanj povezanosti (sukladnost u variranju) vrijednosti dviju (ili više) varijabli. Mjeri se koeficijentom korelacije  $r$  čija vrijednost ide od -1 do 1, a koji pokazuje jačinu veze među varijablama. Ta veza može biti pozitivna (+), kada porast jedne varijable prati porast druge varijable ili negativna (-) kada porast jedne varijable prati pad druge

varijable. Kada veze nema (nema korelacije) vrijednost koeficijenta je 0. Jačina veze među varijablama koje se koreliraju može se podijeliti u nekoliko kategorija, a u ovom radu korištena je podjela (Saha & Paul, 2010):

$\pm 0,0 - \pm 0,2$  nikakva ili neznatna povezanost

$\pm 0,2 - \pm 0,4$  slaba povezanost

$\pm 0,4 - \pm 0,7$  značajna povezanost

$\pm 0,7 - \pm 1,0$  snažna povezanost

#### 4.9.2 Analiza korespondencije

Analiza korespondencije (eng. *correspondence analysis*; CA) koristi se za prikazivanje setova podataka u dvodimenzionalnom grafu s informacijama o međusobnim odnosima i grupiranju pojedinih varijabli. Ona omogućuje prikazivanje i uzoraka i taksona na istom grafu zadržavajući povezanosti među njima, odnosno vrste će biti smještene blizu uzoraka u kojima su pronađene, a uzorci će biti smješteni blizu vrsta koje sadrže. Postaje sa sličnim taksonomskim sastavom biti će grupirane blizu, a vrste sa sličnim raspodjelama među uzorcima biti će blizu jedni drugima (Hammer & Harper, 2006).

Analiza korespondencije je primjer indirektnog razvrstavanja uzoraka, gdje su oni razvrstani samo prema njihovom taksonomskom sadržaju, a bez prethodnog znanja o njihovom okolišnom ili geografskom porijeklu. Na temelju analize korespondencije se potom zaključuje o postojanju eventualnog gradijenta i poziciji uzoraka na tom gradijentu. Ova analiza idealna je za vrste koje imaju unimodalan odgovor na okolišne gradijente (npr. da je svaka vrsta najobilnija na određenoj temperaturi) i tada se duž gradijenta vrste preklapaju. Nakon što se prepozna primarni gradijent, na temelju preostalih informacija uzorci se ponovno razvrstavaju što stvara drugu os pa se uzorci i vrste mogu prikazati na dvodimenzionalnom grafu. Ukoliko su informacije dovoljno „čiste“ moguće je prepoznati neovisne okolišne gradijente pomoću tih dviju osi (npr. temperaturu i salinitet). Svaka od osi biti će opisana i sa svojstvenim vrijednostima (eng. *eigenvalues*) koje označavaju stupanj podudaranja tih uzoraka s tim osima (Hammer & Harper, 2006).

Najčešće upotrebljavana metoda za indirektno razvrstavanje ekoloških skupova podataka je neusmjerena analiza korespondencije (eng. *detrended correspondence analysis*; DCA; Hill & Gauch, 1980). Ona mijenja samu analizu korespondencije na način da mijenja mjerilo osi (širi krajeve osi da bi se uklonio efekt kompresije) i detrendira podatke.

### 4.9.3 Analiza glavnih komponenti

Analiza glavnih komponenti (eng. *principal components analysis*; PCA) se koristi da bi se set podataka sveo na nekoliko glavnih komponenti (dimenzija) koje daju najveću moguću varijancu. To je metoda pojednostavljivanja koja u pravilu omogućuje prikazivanje najvažnijih osobina nekog multivarijatnog skupa podataka na malom broju dimenzija, u koordinatnom sustavu s osima koje se podudaraju s najvažnijima (glavnim) komponentama (Hammer & Harper, 2006). U praksi to je način prikaza točaka iz originalnog, višedimenzionalnog varijabilnog prostora u dvodimenzionalnu ravninu, uz minimalni gubitak varijance. Iz toga se potom te glavne komponente mogu interpretirati kao da oslikavaju neke biološki važne varijable.

Svaka od glavnih komponenti povezana je sa svojstvenom vrijednošću (često je radi praktičnosti prikazana kao postotak) koja označava koliki udio ukupne varijance ta glavna komponenta objašnjava. Svrha PCA je da otkrije postoji li neka tendencija da se podatci koncentriraju u prostoru s malobrojnim dimenzijama, odnosno postoji li neki stupanj korelacije među varijablama (Hammer & Harper, 2006).

### 4.9.4 Klaster analiza

Klaster analiza (eng. *cluster analysis*) odjeljuje podatke u smislene i/ili korisne grupe (klustere) na temelju zadanih kriterija sličnosti ili udaljenosti (Tan i sur., 2005). Ona je više metoda istraživanja i vizualizacije podataka nego tipična statistička tehnika. Podatci se prikazuju dendogramom koji se stvara tako da se pojedini objekti slažu u klustere hijerarhijski, počevši od manjih prema većim klasterima. Duljine vertikalnih grana dendograma označavaju sličnost među povezanim objektima.

### 4.9.5 Nemetričko multidimenzionalno skaliranje

Nemetričko multidimenzionalno skaliranje (eng. *non-metric multidimensional scaling*; NMDS) temelji se na udaljenosti (sličnosti) među objektima, a koristi se za projiciranje multivarijatnog skupa podataka u dvije ili tri dimenzije s ciljem da se vizualiziraju grupiranja i trendovi (Hammer & Harper, 2006). Broj dimenzija u NMDS se proizvoljno odabire, a najčešće su dvije ili tri. U radu su korištene dvije dimenzije.

Uz pomoć vektora vanjskih parametara okoliša moguće je dodati okolišne informacije na dijagram zajednice. Strelica kojom je označen vektor nekog parametra okoliša pokazuje smjer najveće promjene te okolišne varijable (smjer gradijenta), a duljina

strelice proporcionalna je korelaciji između analize zajednice i okolišne varijable (snaga gradijenta) u tom smjeru.

## 5 REZULTATI

### 5.1 Utjecaj veličine otvora sita

U dva intervala jezgre JJ05, površinskom intervalu i intervalu 24-26 cm, napravljena je usporedba sastava foraminiferske zajednice u uzorcima dobivenih sijanjem na sitima otvora 63  $\mu\text{m}$  i 125  $\mu\text{m}$ . Određeno je ukupno 51 vrsta foraminifera iz 39 rodova (PRILOG V) od čega su 15 planktonskih, a 36 bentičkih (tablica 5.1.1). Planktonske vrste su prevladavale gradeći 86-91% zajednice. U svakom uzorku bilo je 24-26 različitih vrsta. U površinskom uzorku opisano je 37 vrsta, a 42 u intervalu 24-26 cm. Samo dvije planktonske vrste nađene su u svim poduzorcima (obje frakcije oba uzorka).

U površinskom uzorku, u obje veličinske frakcije, planktonske vrste činile su 90-91% zajednice, u usporedbi s podpovršinskim uzorkom gdje su gradile 86-87% zajednice (tablica 5.1.1). U frakciji >63  $\mu\text{m}$  dominirala je *Turborotalita quinqueloba* (s 62% i 54%) uz vrstu *Globigerinita glutinata* (8% i 13%) i neodređenu planktonsku vrstu (4% i 12%). Dvije vrste imale su podjednake udjele u veličinskoj frakciji >125  $\mu\text{m}$ , *Globigerina bulloides* (28% i 31%) i *Globigerinoides ruber* (23% i 24%).

Indeksi raznolikosti nisu se razlikovali među intervalima, ali jesu usporedbom različitih frakcija (tablica 5.1.1). Vrijednosti Simpsonovog indeksa varirale su od 0,59 do 0,64 u frakciji >63  $\mu\text{m}$  i od 0,82 do 0,83 u frakciji >125  $\mu\text{m}$ . Shannonov indeks imao je niže vrijednosti (1,62-1,64) u frakciji >63  $\mu\text{m}$ , a više (2,23-2,29) u frakciji >125  $\mu\text{m}$ . Indeks ujednačenosti također je imao različite vrijednosti u različitim frakcijama pojedinog intervala, u frakciji >63  $\mu\text{m}$  vrijednosti su bile 0,20 i 0,21, a u frakciji >125  $\mu\text{m}$  bile su 0,36 i 0,40. Fisherov  $\alpha$  indeks varirao je od 6,27 do 7,53 u svim poduzorcima. Sitnija frakcija oba intervala sadržavala je više kućica koje je bilo teže za identificirati (juvenilne jedinke ili premale za detekciju na stereoskopskoj lupi).

Bentičke vrste činile su manje od 14% ukupne zajednice u uspoređenim poduzorcima. Niti jedna vrsta nije bila nađena u svakom od poduzoraka. Primjećuje se blaga razlika u relativnim zastupljenostima te su sitnije frakcije sadržavale nešto veću raznolikost bentičkih foraminifera (15 i 21 vrsta u frakciji >63  $\mu\text{m}$ , a 13 i 15 vrsta u frakciji

>125  $\mu\text{m}$ ). Bentička zajednica imala je veću raznolikost epifaunalnih vrsta, iako su dominirale plitke infaunalne vrste.

**Tablica 5.1.1.** Broj vrsta, broj planktonskih vrsta, udio planktonskih vrsta (P/B+P, P=broj planktonskih vrsta, B=broj bentičkih vrsta), dominantna vrsta i njena zastupljenost te indeksi raznolikosti u poduzorcima jezgre JJ05.

	Poduzorak			
	0-2 cm	0-2 cm	24-26 cm	24-26 cm
	>63 $\mu\text{m}$	>125 $\mu\text{m}$	>63 $\mu\text{m}$	>125 $\mu\text{m}$
# vrsta	24	25	25	26
# planktonskih vrsta	9	12	4	11
P/B+P	0,90	0,91	0,87	0,86
Dominantna vrsta (relativna zastupljenost)	<i>T. quinqueloba</i> (62%)	<i>G. bulloides</i> (28%)	<i>T. quinqueloba</i> (54%)	<i>G. bulloides</i> (31%)
Simpsonov indeks	0,59	0,83	0,64	0,82
Shannonov indeks	1,64	2,29	1,62	2,23
Indeks ujednačenosti	0,21	0,40	0,20	0,36
Fisherov $\alpha$ indeks	6,27	7,02	6,70	7,53

## 5.2 Redoks potencijal

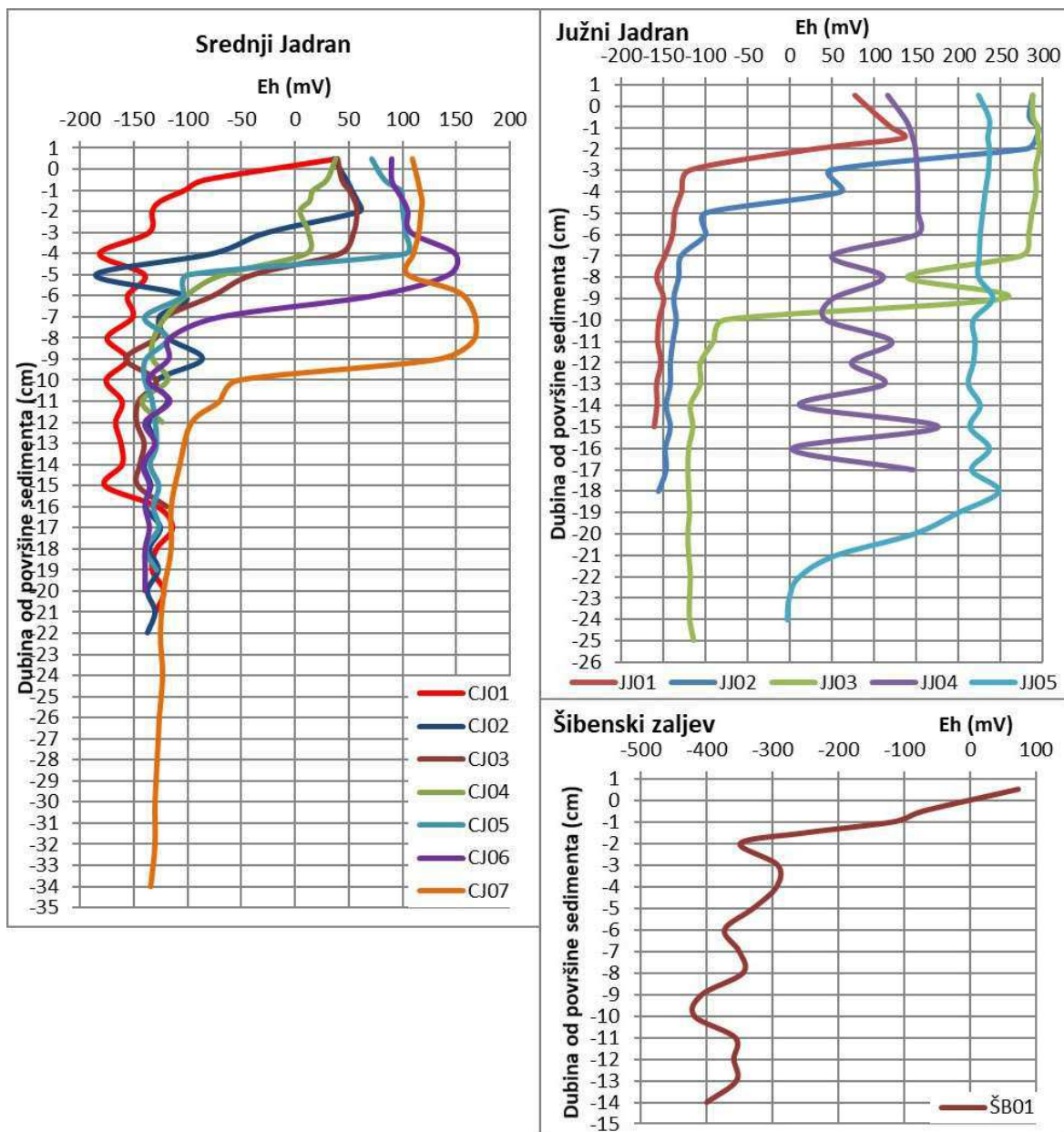
### 5.2.1 Područje južnog Jadrana

Redoks potencijali (Eh) duž jezgri iz područja južnog Jadrana prikazani su na slici 5.2.1, a kreću se u rasponu od -161 mV (u dubini od 15 cm u jezgri JJ01) do 296 mV (u dubini od 2 cm u jezgri JJ03). U 4 od 5 jezgara izmjeren je negativni Eh koji je najpliće dostignut u dubini sedimenta od 3 cm u jezgri JJ01, a najdublje u dubini sedimenta od 23 cm u jezgri JJ05. U jezgri JJ04 nisu zabilježene negativne vrijednosti Eh.

### 5.2.2 Područje srednjeg Jadrana

Redoks potencijali (Eh) duž jezgri iz područja srednjeg Jadrana prikazani su na slici 5.2.1, a kreću se u rasponu od -185 mV (u dubini od 5 cm u jezgri CJ02) do 167 mV (u dubini od 8 cm u jezgri CJ07). U svim jezgrama na ovom području izmjeren je negativni Eh, a jezgra iz Kaštelanskog zaljeva (CJ01) negativnog je redoks potencijala u cijelom

stupcu sedimenta. Jezgra s najdubljim slojem sedimenta s pozitivnim redoks potencijalom je jezgra CJ07 kojoj se negativni redoks potencijal javlja na dubini sedimenta od 10 cm.



Slika 5.2.1. Vertikalni profili redoks potencijala u jezgrama sedimenta prema istraženim područjima.



### 5.2.3 Područje Šibenskog zaljeva

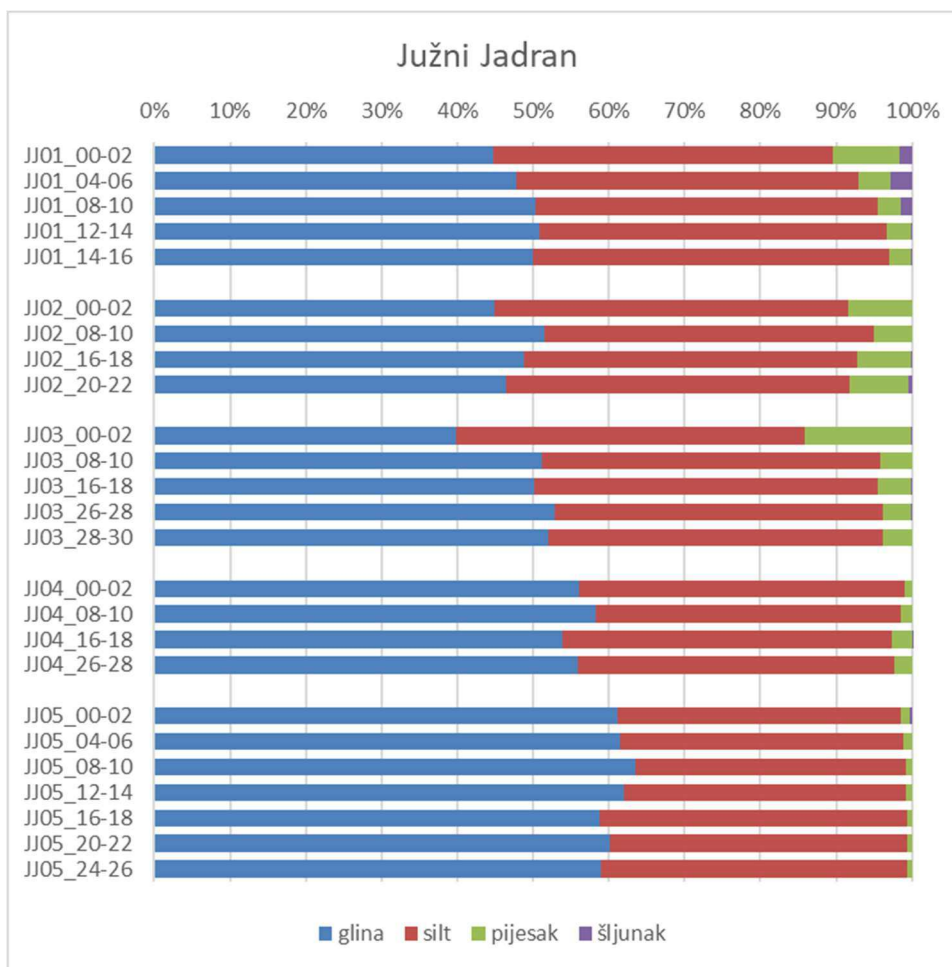
Jezgra iz Šibenskog zaljeva imala je negativni redoks potencijal u cijelom stupcu sedimenta, dok je pozitivna samo granica s morskom vodom gdje je redoks potencijal 72 mV. U samom sedimentu već pri samoj površini izmjeren je negativni redoks potencijal od -71 mV, a najmanje vrijednosti od -419 mV izmjerene su u dubini sedimenta od 10 cm. Redoks potencijal (Eh) izmjeren duž jezgre iz Šibenskog zaljeva prikazan je na slici 5.2.1.

## 5.3 Granulometrijska svojstva

### 5.3.1 Područje južnog Jadrana

Granulometrijska analiza uzoraka iz područja južnog Jadrana napravljena je na poduzorcima iz intervala 0-2, 4-6, 8-10 i 12-14 cm iz jezgre JJ01, 0-2, 8-10, 16-18 i 20-22 cm iz jezgre JJ02, 0-2, 8-10, 16-18, 26-28 i 28-30 cm iz jezgre JJ03, 0-2, 8-10, 16-18 i 26-28 cm iz jezgre JJ04 te 0-2, 4-6, 8-10 i 12-14, 16-18, 20-22 i 24-26 cm iz jezgre JJ05, da bi se odredile promjene granulometrijskih svojstava, odnosno homogenost duž jezgri.

Relativni udjeli granulometrijskih frakcija u uzorcima iz južnog Jadrana prikazani su na slici 5.3.1. Prevladavaju čestice veličine mulja (od 85,9% u površinskom intervalu postaje JJ03 do 99,4% u najdubljem intervalu postaje JJ05), i to čestica gline od 39,9% (uzorak JJ03\_00-02) do 63,6% (uzorak JJ05\_08-10) te čestica silta od 35,6% (uzorak JJ05\_08-10) do 46,9% (uzorak JJ01\_14-16). Šljunkovita frakcija nije prisutna u 13 od 25 uzoraka, a u 12 je ima tek zanemarivo (0,0-2,9%). Čestica veličine pijeska samo u jednom uzorku ima >10% (14,1%, površinski interval postaje JJ03).



**Slika 5.3.1.** Udjeli frakcije šljunka, pijeska, silta i gline u analiziranim uzorcima područja južnog Jadrana.

Granulometrijske karakteristike sedimenata iz jezgara na području južnog Jadrana prikazane su u tablici 5.3.1. Prosječna veličina zrna sedimenata ( $M_z$ ) je od  $1,56 \mu\text{m}$  (čestice veličine gline) u uzorku JJ05\_08-10 do  $5,06 \mu\text{m}$  (čestice veličine srednjeg silta) u uzorku JJ03\_00-02. Postaja u najdubljem dijelu Jadrana ima i najmanju prosječnu veličinu zrna sedimenata u svim uzorcima u jezgri, od  $1,56 \mu\text{m}$  do  $1,82 \mu\text{m}$ . Medijani variraju u rasponu od  $1,35 \mu\text{m}$  (uzorak JJ05\_08-10) do  $3,29$  (uzorak JJ03\_00-02). Asimetričnost granulometrijskih krivulja ( $Sk$ ) je u rasponu od  $-0,42$  (uzorak JJ01\_00-02) do  $-0,26$  (uzorak JJ04\_00-02), odnosno u svim uzorcima prevladava negativna zakošenost granulometrijskih krivulja. Parametar zaoštrenosti krivulje ( $K_G$ ) ima raspon od  $0,71$  (uzorak JJ03\_00-02) do  $1,24$  (uzorak JJ01\_00-02), s tim da samo jedan uzorak potpada pod kategoriju *platykurtic* (JJ03\_00-02), dva u kategoriju *leptokurtic* (intervali 00-02 i 04-06 iz jezgre JJ01), a svi

ostali u kategoriju *mesokurtic*. Sortiranje je u svim uzorcima loše (17 uzoraka) i vrlo loše (8 uzoraka). Prema Folk (1954) sedimenti iz svih uzoraka jezgara na području južnog Jadrana određeni su kao mulj, osim površinskog intervala jezgre JJ03 koji je određen kao pjeskoviti mulj.

**Tablica 5.3.1.** Granulometrijske karakteristike uzoraka iz jezgara s područja južnog Jadrana.

Ime postaje	Interval (cm)	Mz ( $\mu\text{m}$ )	Md ( $\mu\text{m}$ )	So			Sk	K <sub>G</sub>	glina (%)	silt (%)	pijesak (%)	šljunak (%)	Tip sedimenta
				( $\phi$ )	opis	opis							
JJ01	0-2	3,27	2,40	2,62	vrlo loše	-0,42	1,24	44,8	44,8	8,7	1,6	M	
	4-6	2,66	2,12	2,25	vrlo loše	-0,38	1,17	47,8	45,1	4,2	2,9	M	
	8-10	2,33	1,92	1,92	loše	-0,33	0,98	50,4	45,1	3,0	1,5	M	
	12-14	2,33	1,89	1,87	loše	-0,33	0,91	50,9	45,7	3,3	0,1	M	
	14-16	2,41	1,95	1,91	loše	-0,32	0,91	50,0	46,9	2,9	0,2	M	
JJ02	0-2	2,95	2,36	2,19	vrlo loše	-0,33	1,06	44,9	46,8	8,4	0,0	M	
	8-10	2,37	1,85	2,01	vrlo loše	-0,38	1,01	51,5	43,6	4,9	0,0	M	
	16-18	2,77	2,06	2,19	vrlo loše	-0,39	0,97	48,7	44,1	7,1	0,0	M	
	20-22	2,98	2,28	2,23	vrlo loše	-0,36	0,98	46,4	45,3	7,9	0,4	M	
JJ03	0-2	5,06	3,29	2,67	vrlo loše	-0,33	0,71	39,9	46,0	14,1	0,0	pM	
	8-10	2,45	1,88	1,97	loše	-0,37	0,94	51,1	44,8	4,1	0,0	M	
	16-18	2,54	1,94	2,02	vrlo loše	-0,37	0,95	50,1	45,3	4,6	0,0	M	
	26-28	2,30	1,77	1,91	loše	-0,38	0,95	52,8	43,4	3,8	0,0	M	
	28-30	2,34	1,82	1,91	loše	-0,37	0,95	52,1	44,0	3,9	0,0	M	
JJ04	0-2	1,86	1,64	1,47	loše	-0,26	0,92	56,0	43,0	1,0	0,0	M	
	8-10	1,85	1,53	1,57	loše	-0,35	0,96	58,2	40,3	1,5	0,0	M	
	16-18	2,18	1,72	1,78	loše	-0,36	0,92	53,8	43,6	2,6	0,0	M	
	26-28	2,01	1,62	1,70	loše	-0,36	0,98	55,9	41,8	2,3	0,0	M	
JJ05	0-2	1,63	1,45	1,37	loše	-0,29	0,98	61,2	37,3	1,3	0,2	M	
	4-6	1,64	1,43	1,37	loše	-0,30	0,96	61,6	37,2	1,2	0,0	M	
	8-10	1,56	1,35	1,33	loše	-0,32	0,94	63,6	35,6	0,9	0,0	M	
	12-14	1,63	1,42	1,36	loše	-0,30	0,94	62,0	37,3	0,7	0,0	M	
	16-18	1,82	1,52	1,51	loše	-0,33	0,93	58,8	40,5	0,7	0,0	M	
	20-22	1,79	1,42	1,56	loše	-0,38	0,94	60,1	39,2	0,7	0,0	M	
	24-26	1,80	1,52	1,47	loše	-0,31	0,92	58,9	40,5	0,6	0,0	M	

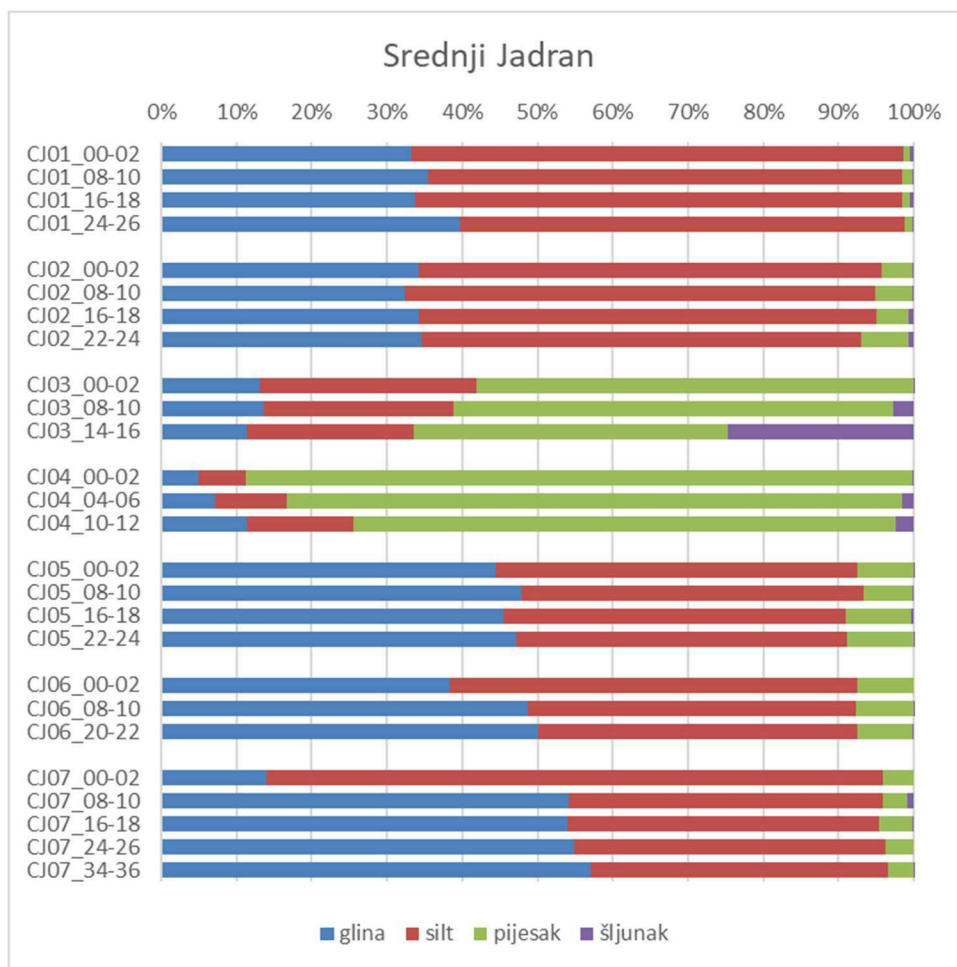
Mz=prosječna veličina zrna, Md=medijan, So=sortiranje, Sk=asimetričnost raspodjele, K<sub>G</sub>=zaoštrost krivulje; M=mulj, pM=pjeskoviti mulj. Tip sedimenta prema Folk (1954).

### 5.3.2 Područje srednjeg Jadrana

Granulometrijska analiza uzoraka iz srednjeg Jadrana napravljena je na poduzorcima iz intervali 0-2, 8-10, 16-18 i 24-26 cm iz jezgre CJ01, 0-2, 8-10, 16-18 i 22-24 cm iz jezgri CJ02 i CJ05, 0-2, 8-10 i 14-16 cm iz jezgre CJ03, 0-2, 4-6 i 10-12 cm iz jezgre CJ04, 0-2, 8-10 i 20-22 cm iz jezgre CJ06 te 0-2, 8-10, 16-18, 24-26 i 34-36 cm iz jezgre CJ07.

Relativni udjeli granulometrijskih frakcija u uzorcima iz jezgri s područja srednjeg Jadrana prikazan je na slici 5.3.2. U 5 od 7 jezgara prevladava mulj, dok u jezgrama s postaja CJ03 i CJ04 prevladava pijesak. Udio frakcije mulja je od 11,3% (površinski uzorak jezgre CJ04) do 98,8% (uzorak CJ01\_24-26), pri čemu su čestice veličine gline zastupljene s udjelom od 4,9% (površinski uzorak jezgre CJ04) do 57,0% (uzorak CJ07\_34-36), a čestice veličine silta udjelom 6,4% (površinski uzorak jezgre CJ04) do 81,9% (površinski uzorak jezgre CJ07). Čestice veličine pijeska prisutne su u udjelu 0,9% (površinski uzorak jezgre CJ01) do 88,4% (površinski uzorak jezgre CJ04). Šljunkovita frakcija samo u jednom uzorku gradi više od 3% (24,7% u uzorku CJ03\_14-16; jedini uzorak u radu s više od 10% šljunkovite frakcije), u tri uzorka nije prisutna (površinski uzorci iz jezgara CJ06 i CJ07 te uzorak CJ07\_24-26), dok se u ostalim uzorcima kreće između 0,04% i 2,7%.

Granulometrijske karakteristike sedimenata iz jezgara s područja srednjeg Jadrana prikazane su u tablici 5.3.2. Prosječna je veličina zrna sedimenata ( $M_z$ ) u rasponu od 2,00  $\mu\text{m}$  (čestice veličine sitnog silta) u uzorku CJ07\_34-36 do 153,89  $\mu\text{m}$  (čestice veličine sitnog pijeska) u uzorku CJ03\_14-16. Medijani variraju u rasponu od 1,54  $\mu\text{m}$  (uzorak CJ07\_34-36) do 150,00  $\mu\text{m}$  (površinski uzorak jezgre CJ04). Asimetričnost granulometrijskih krivulja ( $Sk$ ) ima raspon od -0,45 (uzorak CJ06\_20-22) do 0,58 (uzorak JJ04\_00-02). Negativna zakošenost granulometrijskih krivulja prevladava u 5 od 7 jezgara (CJ01, CJ02, CJ05, CJ-06 i CJ07), dok u jezgrama CJ03 i CJ04 prevladava pozitivna nakošenost granulometrijskih krivulja.



**Slika 5.3.2.** Udjeli frakcije šljunka, pijeska, silta i gline u analiziranim uzorcima područja srednjeg Jadrana.

Zaoštrenost granulometrijskih krivulja ( $K_G$ ) ima prilično široki raspon od 0,77 (intervali 0-2 i 16-18 jezgre CJ02) do 2,74 (površinski uzorak jezgre CJ04), zbog čega 12 uzoraka potpada u kategoriju *platykurtic*, 7 u kategoriju *mesokurtic*, 4 u kategoriju *leptokurtic*, a 3 uzorka iz jezgre CJ04 u kategoriju *very leptokurtic*. Sortiranje je u svim uzorcima loše (11 uzoraka) i vrlo loše (14 uzoraka), a u jednom uzorku i izuzetno loše (uzorak CJ03\_14-16).

Prema Folk (1954) većina sedimenata (19 uzoraka; čitave jezgre CJ01, CJ02, CJ05, CJ06 te podpovršinski intervali jezgre CJ07) iz jezgara na području srednjeg Jadrana određeni su kao mulj, dok su sedimenti iz jezgara CJ03 i CJ04 određeni kao muljeviti

pijesak (4 uzorka), siltozni pijesak (površinski uzorak jezgre CJ03) i šljunkovito muljeviti pijesak (uzorak CJ03\_14-16), a površinski uzorak iz jezgre CJ07 kao silt.

**Tablica 5.3.2.** Granulometrijske karakteristike uzoraka iz jezgara s područja srednjeg Jadrana.

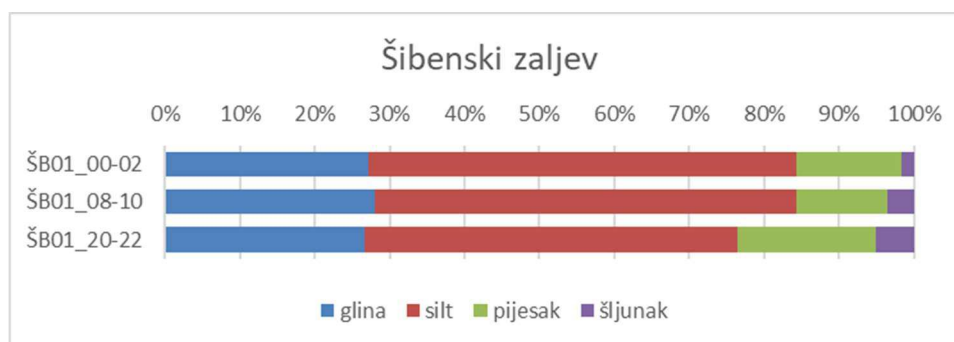
Ime postaje	Interval (cm)	Mz ( $\mu\text{m}$ )	Md ( $\mu\text{m}$ )	So				glina (%)	silt (%)	pijesak (%)	šljunak (%)	Tip sedimenta
				( $\phi$ )	opis	Sk	K <sub>G</sub>					
CJ01	0-2	3,21	3,34	1,73	L	-0,02	0,90	33,1	65,5	0,9	0,6	M
	8-10	3,09	3,16	1,76	L	-0,05	0,87	35,3	63,1	1,3	0,2	M
	16-18	3,17	3,27	1,74	L	-0,04	0,91	33,6	64,7	1,0	0,6	M
	24-26	2,77	2,78	1,74	L	-0,08	0,82	39,7	59,1	1,1	0,1	M
CJ02	0-2	4,25	4,04	2,21	VL	-0,10	0,77	34,2	61,5	4,2	0,1	M
	8-10	4,41	4,20	2,21	VL	-0,10	0,80	32,4	62,5	4,9	0,1	M
	16-18	4,34	4,16	2,23	VL	-0,10	0,77	34,3	60,7	4,2	0,8	M
	22-24	4,61	4,45	2,39	VL	-0,12	0,78	34,6	58,4	6,2	0,8	M
CJ03	0-2	35,83	77,38	2,85	VL	0,53	1,12	13,1	28,7	58,1	0,1	sP
	8-10	39,76	86,80	3,17	VL	0,43	1,21	13,6	25,3	58,4	2,7	mP
	14-16	153,89	137,12	4,37	IL	0,04	0,88	11,4	22,3	41,6	24,7	šmP
CJ04	0-2	134,97	150,00	1,55	L	0,46	2,74	4,9	6,4	88,4	0,3	mP
	4-6	113,45	139,40	1,81	L	0,53	2,57	7,2	9,5	81,9	1,5	mP
	10-12	48,88	128,90	2,99	VL	0,58	2,15	11,4	14,1	72,2	2,4	mP
CJ05	0-2	3,46	2,48	2,35	VL	-0,36	0,88	44,4	48,1	7,5	0,1	M
	8-10	3,20	2,16	2,32	VL	-0,41	0,86	47,8	45,6	6,5	0,1	M
	16-18	3,65	2,45	2,47	VL	-0,39	0,83	45,5	45,5	8,7	0,3	M
	22-24	3,59	2,29	2,50	VL	-0,42	0,79	47,2	44,0	8,7	0,1	M
CJ06	0-2	3,55	2,81	2,04	VL	-0,34	1,21	38,3	54,2	7,5	0,0	M
	8-10	2,84	2,05	2,24	VL	-0,41	1,03	48,7	43,5	7,7	0,1	M
	20-22	2,96	1,95	2,33	VL	-0,45	0,96	50,0	42,5	7,4	0,2	M
CJ07	0-2	4,09	3,83	1,32	L	-0,14	1,49	14,0	81,9	4,1	0,0	S
	8-10	2,09	1,70	1,75	L	-0,35	0,98	54,2	41,7	3,3	0,8	M
	16-18	2,16	1,72	1,89	L	-0,39	1,06	54,0	41,3	4,5	0,2	M
	24-26	2,13	1,67	1,81	L	-0,38	0,98	54,8	41,4	3,8	0,0	M
	34-36	2,00	1,54	1,75	L	-0,40	0,94	57,0	39,5	3,4	0,0	M

Mz=prosječna veličina zrna, Md=medijan, So=sortiranje, Sk=asimetričnost raspodjele, K<sub>G</sub>=zaoštrenost krivulje; L=loše, VL=vrlo loše, IL=izuzetno loše; M=mulj, S=silt sP=siltozni pijesak, mP=muljeviti pijesak, šmP=šljunkovito muljeviti pijesak. Tip sedimenta prema Folk (1954).

### 5.3.3 Područje Šibenskog zaljeva

Za analizu jezgre iz područja Šibenskog zaljeva korišteni su intervali 0-2, 8-10 i 20-22 cm iz jezgre ŠB01, da bi se odredile promjene granulometrijskih svojstava, odnosno homogenost duž jezgre.

Granulometrijski sastav uzoraka iz jezgre s područja Šibenskog zaljeva prikazan je na slici 5.3.3. U jezgri ŠB01 prevladava mulj (76,4-84,4%), odnosno silt u rasponu udjela od 49,8% (interval 8-10 cm) do 57,2% (površinski uzorak). Čestica veličine gline ima između 26,7% (najdublji interval) i 27,2% (površinski uzorak). Udio pjeskovite frakcije iznosi 12,2% (interval 8-10) do 18,5% (najdublji interval), dok i je udio šljunkovite frakcije <10%, ali raste s dubinom u jezgri od 1,7% u površinskom uzorku do 5,1% u najdubljem intervalu.



**Slika 5.3.3.** Udjeli frakcije šljunka, pijeska, silta i gline u analiziranim uzorcima jezgre iz područja Šibenskog zaljeva.

Granulometrijske karakteristike sedimenata iz jezgre s područja Šibenskog zaljeva prikazane su u tablici 5.3.3. Prosječna veličina zrna sedimenata ( $M_z$ ) je u kategoriji čestica veličine krupnog silta, a raspona je od 6,91  $\mu\text{m}$  u intervalu 8-10 cm do 10,79  $\mu\text{m}$  u najdubljem intervalu. Medijani variraju od 5,79  $\mu\text{m}$  (interval 8-10 cm) do 7,22  $\mu\text{m}$  (interval 20-22 cm). Asimetričnost granulometrijskih krivulja ( $Sk$ ) opada s dubinom u jezgri i ima raspon od -0,31 (interval 20-22 cm) do -0,14 (površinski interval), odnosno prevladava negativna zakošenost granulometrijskih krivulja. Zaoštrenost granulometrijskih krivulja ( $K_G$ ) površinskog intervala potpada u kategoriju *platykurtic* (iznosi 0,87), a intervala 8-10 i 20-22 cm u kategoriju *mesokurtic* (1,08 i 0,97). Sortiranje u uzorcima iz jezgre s područja

Šibenskog zaljeva je određeno kao vrlo loše. Prema Folk (1954) uzorci iz površinskog intervala i intervala 8-10 cm određeni su kao pjeskoviti silt, a iz najdubljeg intervala kao pjeskoviti mulj.

**Tablica 5.3.3.** Granulometrijske karakteristike uzoraka iz jezgara s područja Šibenskog zaljeva.

Ime postaje	Interval (cm)	Mz ( $\mu\text{m}$ )	Md ( $\mu\text{m}$ )	So				glina (%)	silt (%)	pjesak (%)	šljunak (%)	Tip sedimenta
				( $\phi$ )	opis	Sk	K <sub>G</sub>					
ŠB01	0-2	7,22	6,83	2,90	VL	-0,14	0,87	27,2	57,2	14,0	1,7	pS
	8-10	6,91	5,79	3,15	VL	-0,26	1,08	28,0	56,3	12,2	3,5	pS
	20-22	10,79	7,22	3,66	VL	-0,31	0,97	26,7	49,8	18,5	5,1	pM

Mz=prosječna veličina zrna, Md=medijan, So=sortiranje, Sk=asimetričnost raspodjele, K<sub>G</sub>=zaoštrenost krivulje; VL=vrlo loše; pM=pjeskoviti mulj, pS=pjeskoviti silt. Tip sedimenta prema Folk (1954).

## 5.4 Udio karbonatne komponente

Udio karbonatne komponente određen je u svim prikupljenim uzorcima iz svih jezgara, a rezultati su prikazani na slici 5.4.1 prema pojedinim područjima. U svim uzorcima izmjeren je širok raspon udjela karbonatne komponente, od 18,00% do 70,19%. U području južnog Jadrana postotak karbonata je od 18,00% (uzorak JJ01\_14-16) do 36,41% (uzorak JJ05\_08-10). U području središnjeg Jadrana udjel karbonata je veći i kreće se od 30,15% (uzorak CJ07\_04-06) do 70,19% (uzorak CJ03\_14-16). Na ovom području svi uzorci iz jezgara CJ01-CJ04 imaju preko 40% udjela karbonata, dok uzorci iz jezgri CJ05, CJ06 i CJ07 imaju između 30 i 40% udjela karbonata. Uzorci u jezgri iz Šibenskog zaljeva imaju između 53,77% (interval 14-16 cm) i 66,40% (interval 2-4 cm) karbonata.



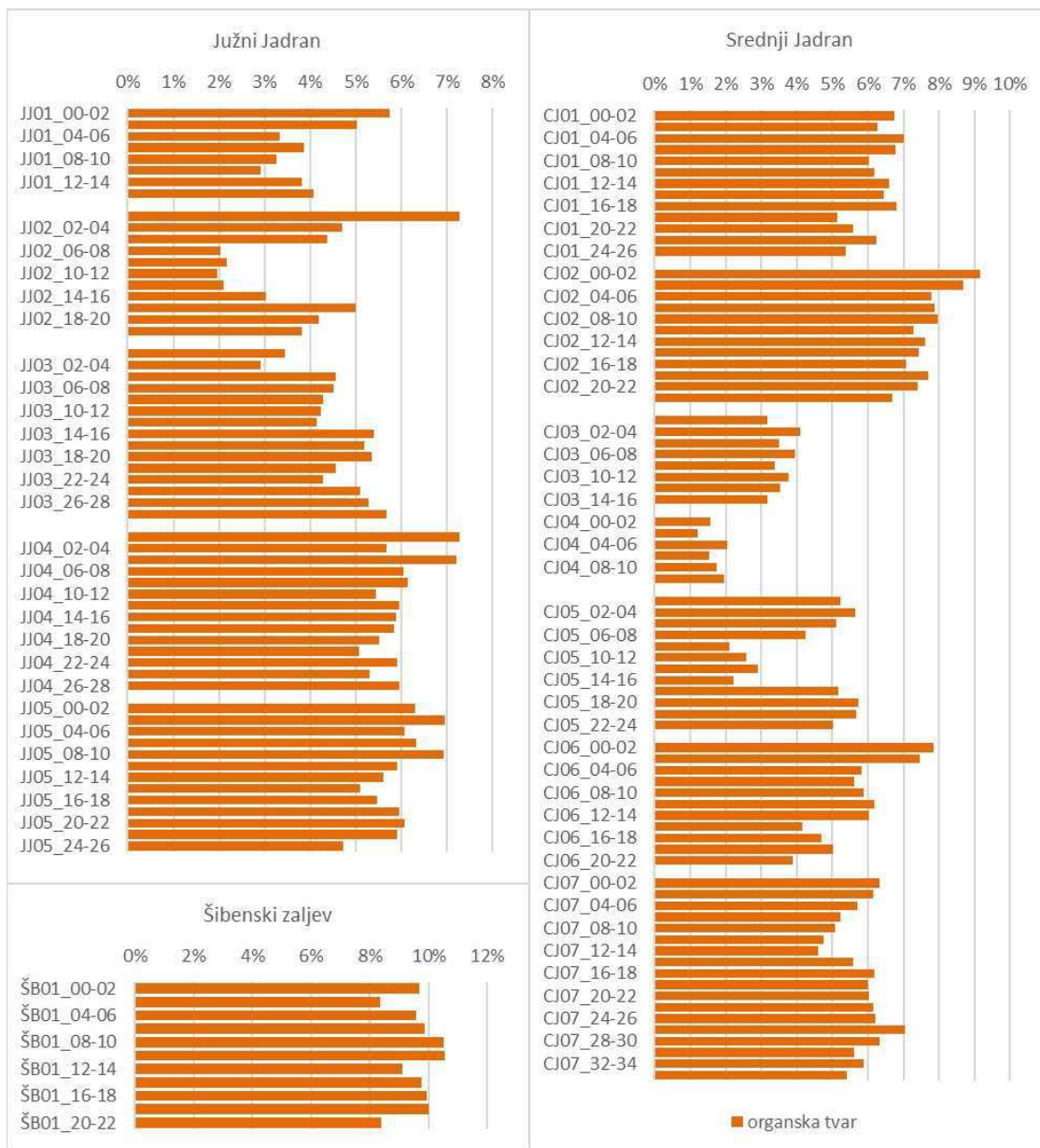


**Slika 5.4.1.** Udio karbonatne komponente u jezgrama prema područjima istraživanja (horizontalna skala različita je za različita područja).

## 5.5 Udio organske tvari

Udio organske tvari određen je u svim prikupljenim uzorcima iz svih jezgara, a rezultati su prikazani na slici 5.5.1. Ovaj parametar u svim uzorcima manji je od 11%, i kreće se u rasponu od 1,21% do 10,54%. U području južnog Jadrana udio organske tvari je u rasponu od 1,95% (uzorak JJ02\_10-12) do 7,27% (uzorak JJ02\_00-02). U području središnjeg Jadrana udjeli su slični, od 1,21% (uzorak CJ04\_02-04) do 9,16% (površinski

uzorak jezgre CJ02). U jezgri iz Šibenskog zaljeva izmjereni su najviši udjeli u rasponu od 8,33% (interval 2-4 cm) do 10,54% (interval 10-12 cm).



**Slika 5.5.1.** Udio organske tvari u jezgrama prema područjima istraživanja (horizontalna skala različita je za različita područja).

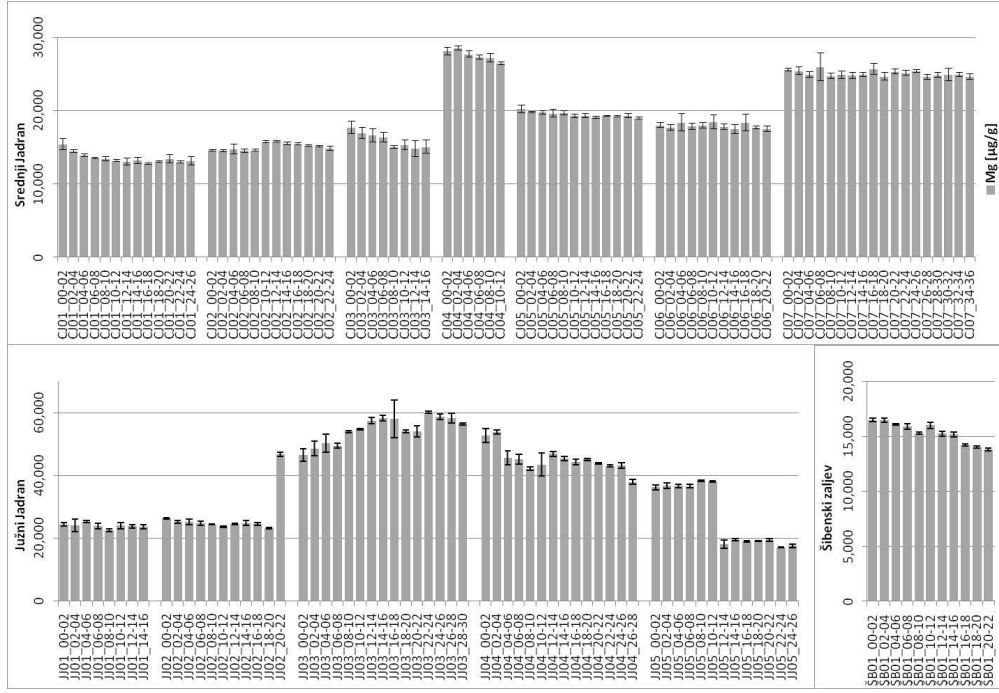
## 5.6 Maseni udjeli odabranih kemijskih elemenata

Maseni udjeli 27 elemenata (Mg, Al, Fe, Be, V, Cr, Mn, Sc, Co, Ni, Cu, Ti, Zn, Se, Rb, Sr, Zr, Mo, Ag, Cd, Sb, Cs, Ba, Tl, Pb, Th i U) određeni su u svim prikupljenim uzorcima iz svih jezgara, a dobiveni rezultati prikazani su na slikama 5.6.1 do 5.6.27 (na navedenim slikama horizontalne skale su različite za različita područja radije jasnijeg prikaza) te u PRILOZIMA I, II, III i IV.

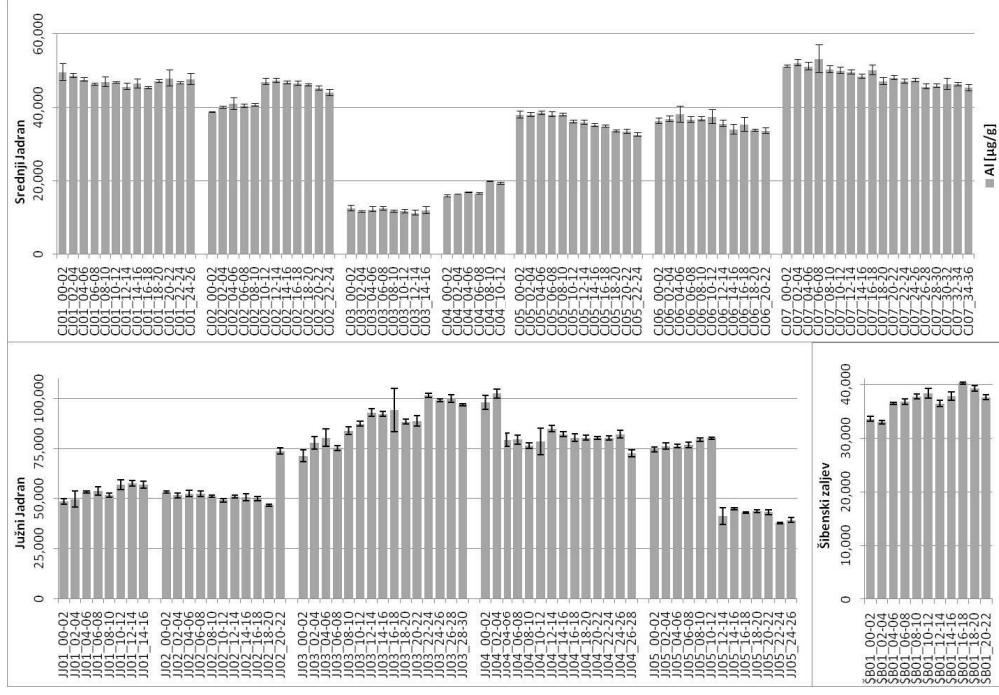
Rezultati analize sadržaja magnezija u svim uzorcima prikazani su na slici 5.6.1 prema područjima. Vrijednosti masenih udjela Mg u istraženim uzorcima imaju raspon od  $12725 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $60119 \mu\text{g g}^{-1}$ . U području južnog Jadrana maseni udjeli Mg su u rasponu od  $17059 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ05\_22-24) do  $60119 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ03\_22-24). U uzorcima iz jezgara s područja srednjeg Jadrana maseni udjeli Mg su niži s rasponom od  $12725 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ01\_16-18) do  $28529 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ04\_02-04). U jezgri s područja Šibenskog zaljeva raspon masenih udjela Mg je od  $13823 \mu\text{g g}^{-1}$  (najdublji interval) do  $16499 \mu\text{g g}^{-1}$  (površinski interval).

Na slici 5.6.2 prikazani su maseni udjeli aluminijska u jezgrama prema istraživanim područjima (od  $11171 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $102503 \mu\text{g g}^{-1}$ ). U području južnog Jadrana izmjerene vrijednosti Al imaju raspon od  $37842 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $102503 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najniža vrijednost izmjerena u intervalu 22-24 cm jezgre JJ05, a najviša u intervalu 2-4 cm jezgre JJ04. U području srednjeg Jadrana maseni udjeli Al su nešto niži od  $11177 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ03\_12-14) do  $53174 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ07\_06-08). Raspon masenih udjela Al u jezgri iz Šibenskog zaljeva je od  $32960 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_02-04) do  $40240 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_16-18).

Slika 5.6.3 prikazuje vrijednosti masenih udjela željeza (od  $15375 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $63508 \mu\text{g g}^{-1}$ ). Najviše vrijednosti izmjerene su u području južnog Jadrana, od  $28459 \mu\text{g g}^{-1}$  u uzorku JJ05\_22-24 do  $63508 \mu\text{g g}^{-1}$  u uzorku JJ03\_22-24. U području srednjeg Jadrana te su vrijednosti nešto niže i imaju raspon od  $15375 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ03\_12-14) do  $34682 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ07\_06-08). U području Šibenskog zaljeva raspon izmjerenih vrijednosti masenih udjela Fe je od  $16457 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_02-04) do  $19384 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_16-18).



**Slika 5.6.1.** Maseni udjeli magnezija u jezgrama prema područjima istraživanja.



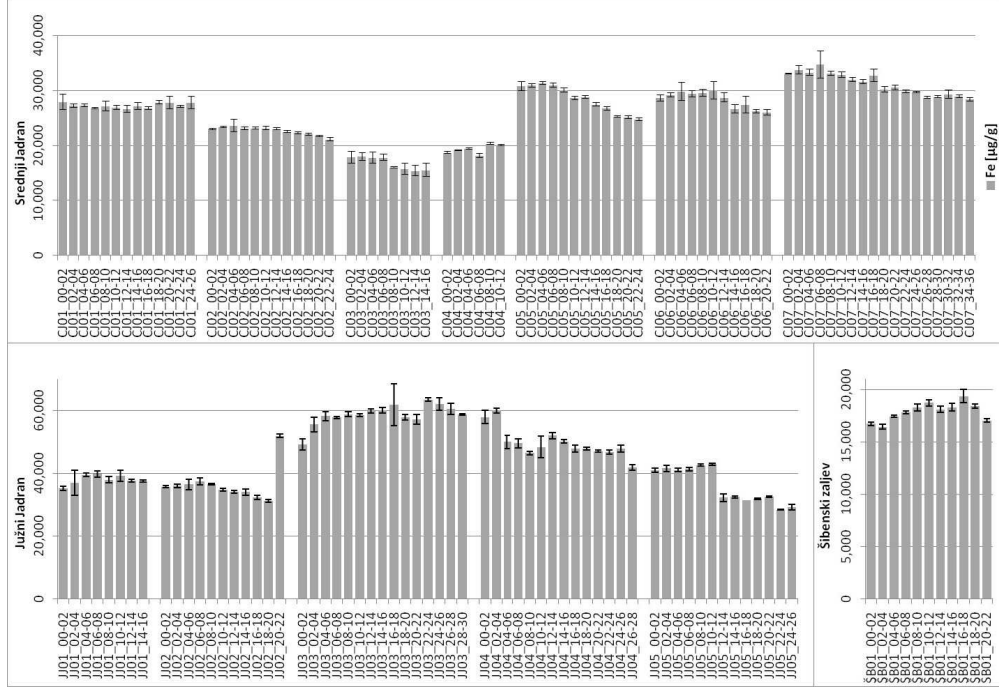
**Slika 5.6.2.** Maseni udjeli aluminija u jezgrama prema područjima istraživanja.

Izmjereni maseni udjeli berilija prikazani na slici 5.6.4 prikazuju u rasponu od 0,47  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 4,02  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Be u uzorcima s područja južnog Jadrana u rasponu su od 1,22  $\mu\text{g g}^{-1}$  u uzorku JJ02\_16-18 do 4,02  $\mu\text{g g}^{-1}$  u uzorku JJ03\_16-18, u području srednjeg Jadrana imaju raspon od 0,47  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ04\_02-04) do 1,99  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ07\_02-04), dok u jezgri iz Šibenskog zaljeva vrijednosti masenih udjela Be su od 1,22  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_02-04) do 1,60  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_18-20).

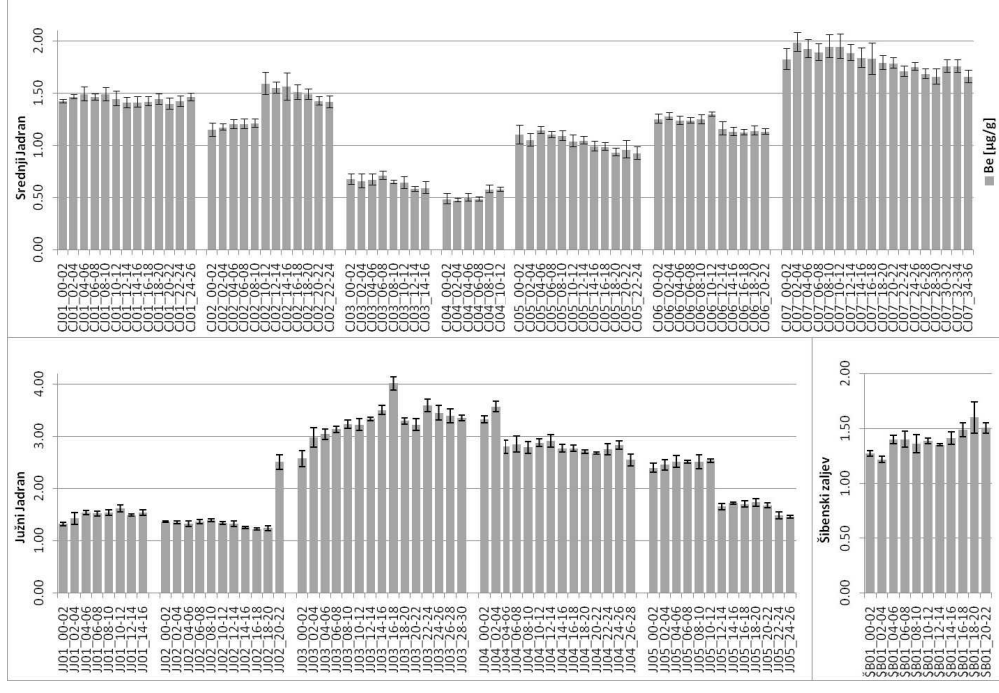
Slika 5.6.5 sadrži prikaz rezultata mjerenja masenih udjela vanadija koji imaju raspon od 41,00  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 217,19  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Izmjereni maseni udjeli u uzorcima s područja južnog Jadrana u rasponu su od 93,48  $\mu\text{g g}^{-1}$  u najdubljem intervalu jezgre JJ05 do 217,19  $\mu\text{g g}^{-1}$  u intervalu 22-24 cm jezgre JJ03. Vrijednosti u području srednjeg Jadrana su u rasponu od 41,00  $\mu\text{g g}^{-1}$  u uzorku CJ03\_10-12 do 113,57  $\mu\text{g g}^{-1}$  u površinskom intervalu jezgre CJ07, a u uzorcima s područja Šibenskog zaljeva u rasponu su od 59,82  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_02-04) do 99,95  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_10-12).

Rezultati mjerenja masenih udjela kroma prikazani na slici 5.6.6. pokazuju raspon od 57,52  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 368,01  $\mu\text{g g}^{-1}$ . U području južnog Jadrana maseni udjeli su 150,04  $\mu\text{g g}^{-1}$  u najdubljem intervalu (24-26 cm) jezgre s najveće dubine (JJ05) i dostižu vrijednost od 368,01  $\mu\text{g g}^{-1}$  u intervalu 8-10 cm jezgre JJ03. U uzorcima s područja srednjeg Jadrana maseni udjeli variraju od 57,52  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ03\_10-12) do 212,34  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ04\_08-10). U uzorcima iz jezgre s područja Šibenskog zaljeva maseni udjeli Cr su od 68,60  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_02-04) do 94,46  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_10-12).

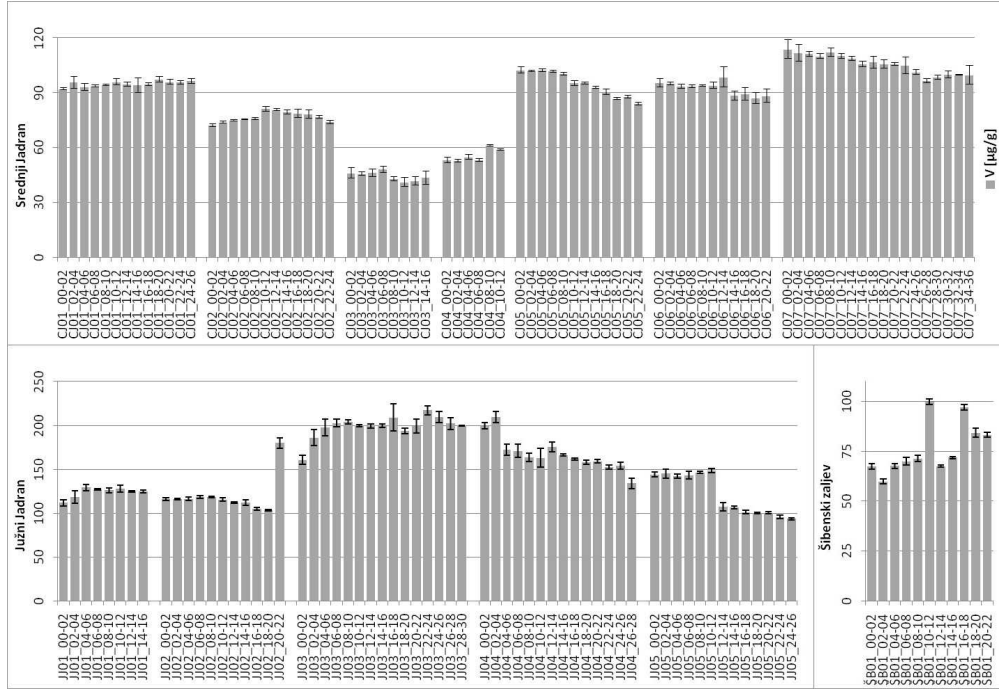
Maseni udjeli mangana prikazani su na slici 5.6.7. Izmjerene vrijednosti imaju širok raspon vrijednosti (od 349  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 8550  $\mu\text{g g}^{-1}$ ). U uzorcima s područja južnog Jadrana maseni udjeli Mn su od 579  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do 8550  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ04\_16-18), dok je raspon vrijednosti u uzorcima s područja srednjeg Jadrana od 349  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ03\_12-14) do 2582  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ07\_02-04). U području Šibenskog zaljeva vrijednosti masenih udjela Mn u rasponu su od 705  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_20-22) do 1552  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_06-08).



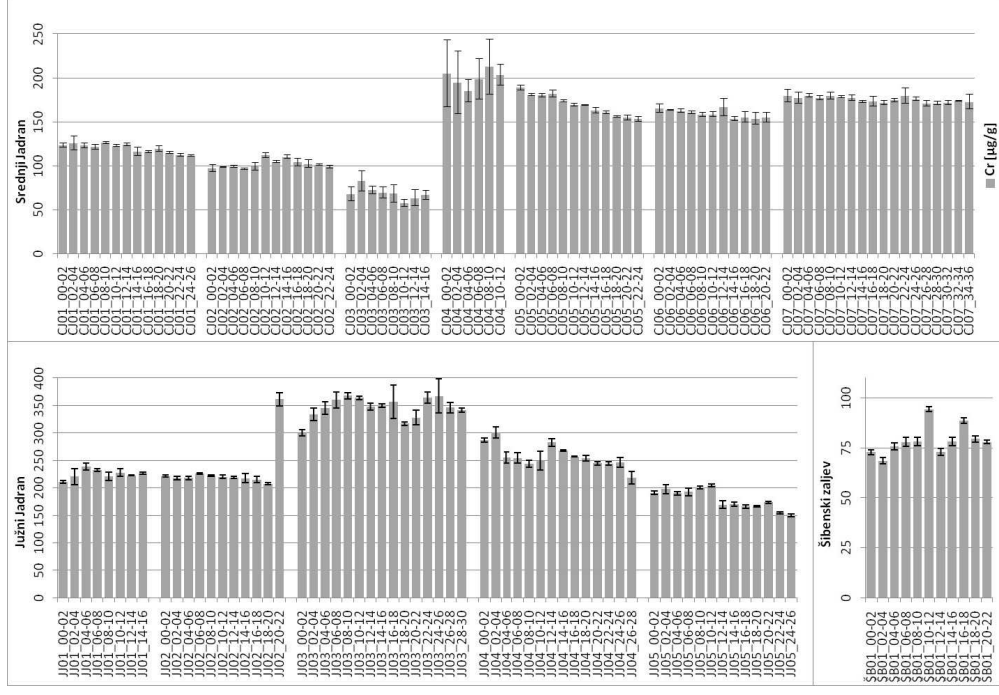
**Slika 5.6.3.** Maseni udjeli željeza u jezgrama prema područjima istraživanja.



**Slika 5.6.4.** Maseni udjeli berilija u jezgrama prema područjima istraživanja.



**Slika 5.6.5.** Maseni udjeli vanadija u jezgrama prema područjima istraživanja.



**Slika 5.6.6.** Maseni udjeli kroma u jezgrama prema područjima istraživanja.

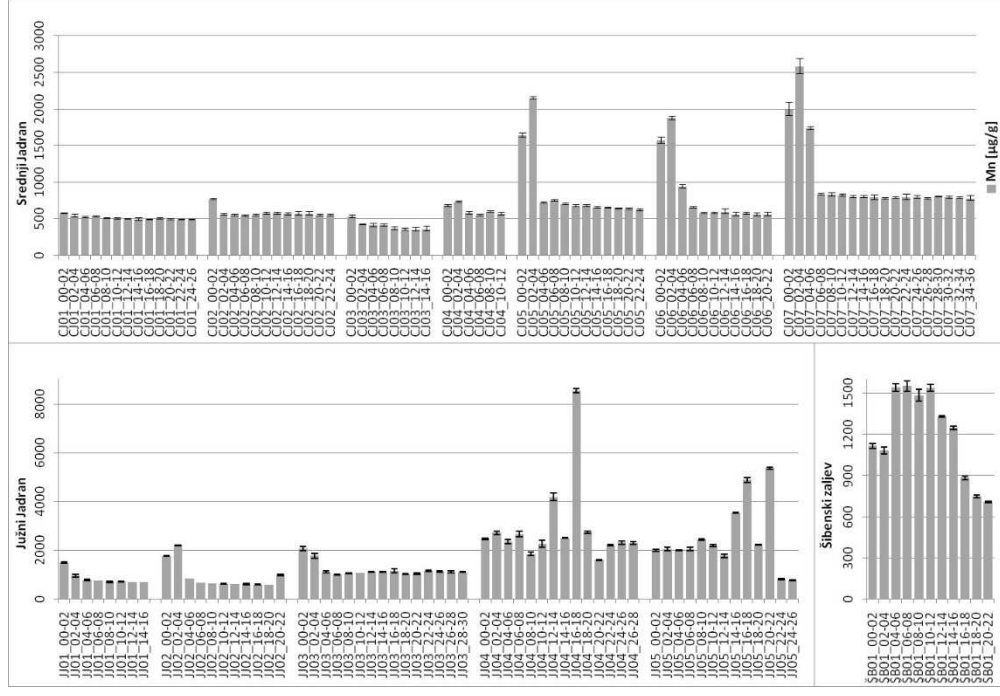
Slika 5.6.8 prikazuje masene udjele skandija izmjerene u uzorcima na istraženim područjima čiji je raspon vrijednosti od 4,54  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 20,90  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Raspon vrijednosti izmjerenih masenih udjela u uzorcima iz jezgara s područja južnog Jadrana je od 10,43  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do 20,90  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ03\_22-24), u uzorcima s područja srednjeg Jadrana od 4,54  $\mu\text{g g}^{-1}$  u uzorku CJ03\_08-10 do 16,18  $\mu\text{g g}^{-1}$  u uzorku CJ07\_06-08, a u uzorcima iz jezgre s područja Šibenskog zaljeva od 6,18  $\mu\text{g g}^{-1}$ , koliko je izmjereno u površinskom intervalu do 7,79  $\mu\text{g g}^{-1}$ , koliko je izmjereno u intervalu 18-20 cm.

Rezultati analiza sadržaja kobalta prikazani su na slici 5.6.9 i imaju raspon od 7,43  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 35,32  $\mu\text{g g}^{-1}$ . U istraženim uzorcima iz južnog Jadrana maseni udjeli Co su u rasponu od 15,76  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do 35,32  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ04\_02-04), u uzorcima iz srednjeg Jadrana od 7,43  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 24,80  $\mu\text{g g}^{-1}$ . U tom području najniže vrijednosti izmjerene su u jezgri JJ03 (interval 12-14 cm), a najviše u jezgri CJ07 (interval 4-6 cm). Uzorci iz Šibenskog zaljeva imaju vrijednosti masenih udjela Co u rasponu od 7,80  $\mu\text{g g}^{-1}$  (2-4 cm) do 10,68  $\mu\text{g g}^{-1}$  (18-20 cm).

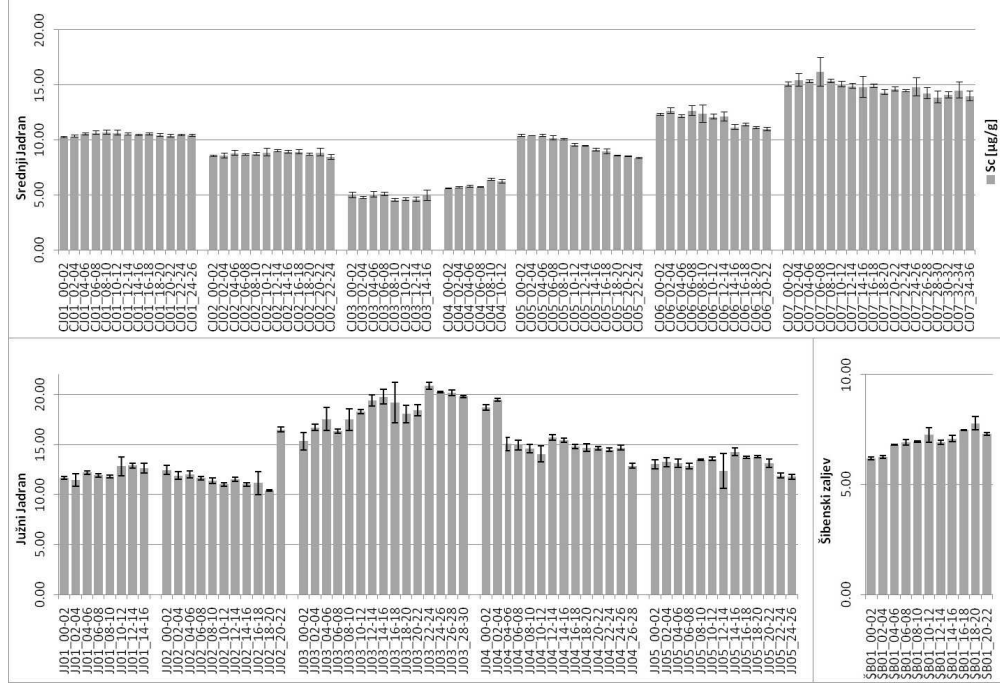
Slika 5.6.10 prikazuje masene udjele nikla čije se vrijednosti kreću od 30,11  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 294,59  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Raspon masenih udjela Ni u području južnog Jadrana su u rasponu od 115,38  $\mu\text{g g}^{-1}$  izmjerenih u intervalu 22-24 cm jezgre JJ05 do 294,59  $\mu\text{g g}^{-1}$  izmjerenih u uzorku JJ03\_22-24. Nešto niže vrijednosti izmjerene su u uzorcima srednjeg Jadrana, od 30,11  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ03\_12-14) do 170,08  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ07\_06-08). Male varijacije vrijednosti masenih udjela Ni zabilježene su u uzorcima jezgre iz Šibenskog zaljeva, od 42,28  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_02-04) do 48,24  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_18-20).

Na slici 5.6.11 prikazani su rezultati mjerenja masenih udjela bakra raspona od 7,34  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 65,57  $\mu\text{g g}^{-1}$ . U uzorcima iz južnog Jadrana izmjereni maseni udjeli ovog elementa su od 21,55  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do 65,57  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ04\_02-04). Uzorci iz srednjeg Jadrana sadrže masene udjele od 7,34  $\mu\text{g g}^{-1}$  (površinski uzorak jezgre JJ04) do 31,20  $\mu\text{g g}^{-1}$  (površinski uzorak jezgre s najveće dubine, CJ07). Uzorci s područja Šibenskog zaljeva imaju raspon masenih vrijednosti Cu od 27,40  $\mu\text{g g}^{-1}$  (interval 2-4cm) do 39,85  $\mu\text{g g}^{-1}$  (interval 8-10 cm).

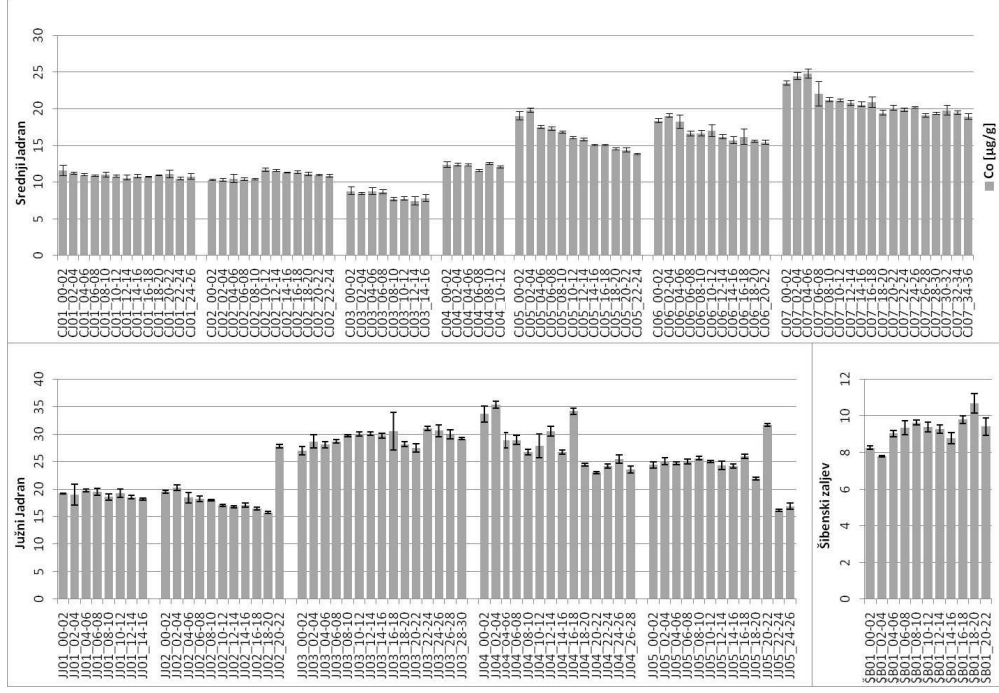




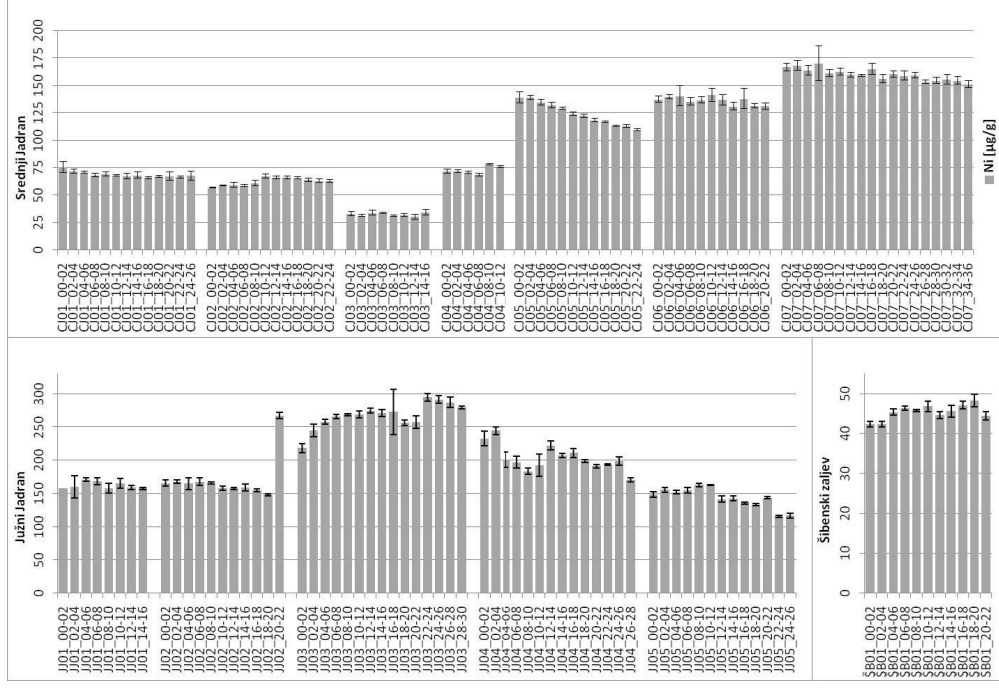
**Slika 5.6.7.** Maseni udjeli mangana u jezgrama prema područjima istraživanja.



**Slika 5.6.8.** Maseni udjeli skandija u jezgrama prema područjima istraživanja.



**Slika 5.6.9.** Maseni udjeli kobalta u jezgrama prema područjima istraživanja.



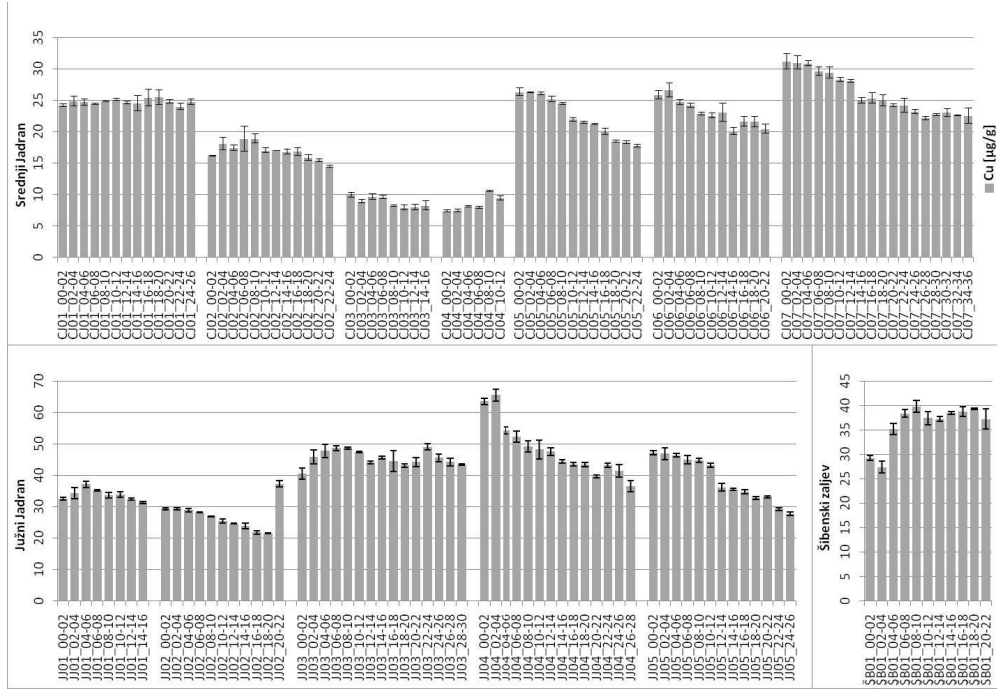
**Slika 5.6.10.** Maseni udjeli nikla u jezgrama prema područjima istraživanja.

Slika 5.6.12 prikazuje rezultate mjerenja sadržaja titana u sedimentima iz jezgara s istraženih područja. Raspon vrijednosti je od 1119  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 5194  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Najviše vrijednosti zabilježene su u uzorcima s područja južnog Jadrana gdje je raspon masenih udjela Ti od 2612  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do 5194  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ03\_10-12). Nešto niže vrijednosti izmjerene su u uzorcima s područja srednjeg Jadrana gdje je raspon vrijednosti od 1119  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ03\_10-12) do 3459  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ07\_06-08). Raspon vrijednosti masenih udjela Ti u uzorcima s područja Šibenskog zaljeva je od 1587  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_02-04) do 1849  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_16-18).

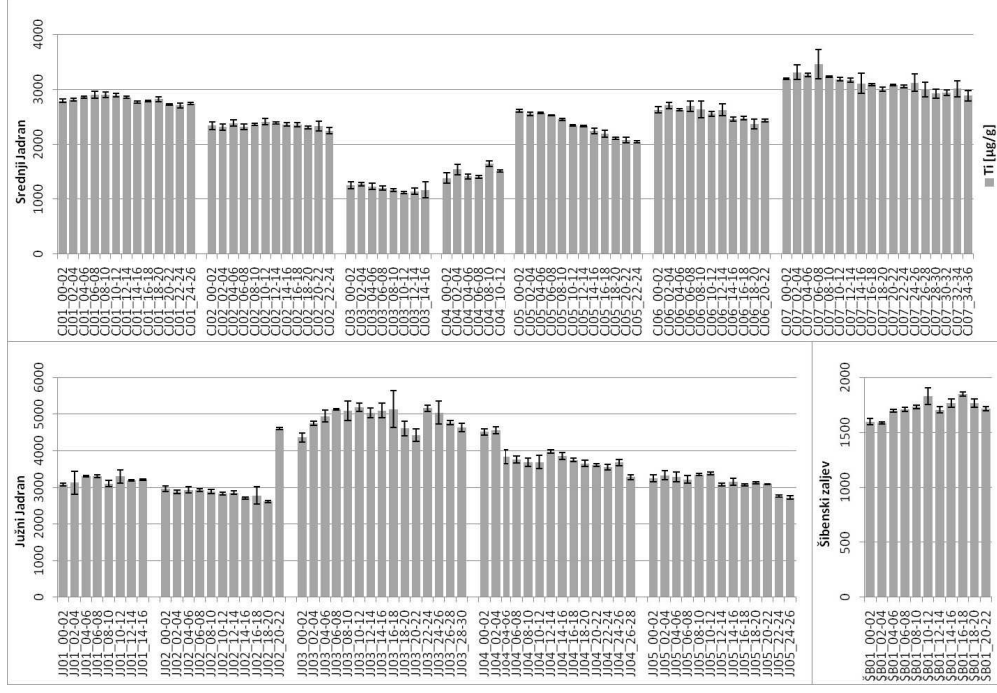
Vrijednosti masenih udjela cinka prikazani su slikom 5.6.13 prema područjima, a njihov raspon je od 31,15  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 188,50  $\mu\text{g g}^{-1}$ . U uzorcima s područja južnog Jadrana maseni udjeli Zn su u rasponu od 63,97  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do 151,95  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ04\_02-04). Raspon vrijednosti masenih udjela u uzorcima s područja srednjeg Jadrana je od 31,15  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ03\_12-14) do 100,71  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ01\_08-10), dok su najviše vrijednosti izmjerene u uzorcima iz Šibenskog zaljeva (od 114,22  $\mu\text{g g}^{-1}$  u uzorku ŠB01\_02-04 do 188,50  $\mu\text{g g}^{-1}$  u uzorku ŠB01\_08-10).

Raspon vrijednosti masenih udjela selenija (slika 5.6.14) su od 0,11  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 1,02  $\mu\text{g g}^{-1}$ . U području južnog Jadrana maseni udjeli Se varira od 0,11  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ05\_16-18) do 0,67  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ03\_20-22), u uzorcima iz srednjeg Jadrana od 0,11  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ04\_04-06) do 0,39  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ01\_20-22), a u uzorcima iz Šibenskog zaljeva izmjerene su najviše vrijednosti (od 0,41  $\mu\text{g g}^{-1}$  u uzorku ŠB01\_02-04 do 1,02  $\mu\text{g g}^{-1}$  u uzorku ŠB01\_16-18).

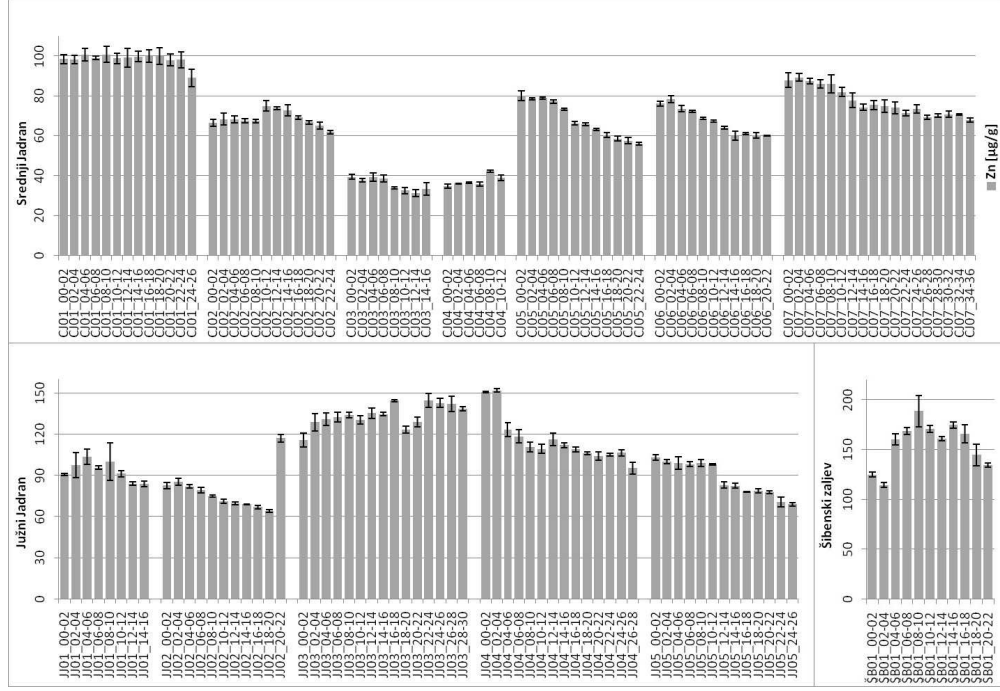
Analiza masenih udjela rubidija (slika 5.6.15) prikazuje velike razlike u vrijednostima ( od 28,13  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 172,90  $\mu\text{g g}^{-1}$ ). U uzorcima južnog Jadrana vrijednosti su u rasponu od 79,30  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do 172,90  $\mu\text{g g}^{-1}$  (JJ03\_22-24), nešto niže vrijednosti izmjerene su u sedimentima s područja srednjeg Jadrana, od 28,13  $\mu\text{g g}^{-1}$  iz površinskog intervala jezgre CJ04 do 102,32  $\mu\text{g g}^{-1}$  iz najdubljeg dohvaćenog intervala (24-26 cm) jezgre CJ01. U jezgri s područja Šibenskog zaljeva zabilježen je raspon od 56,02  $\mu\text{g g}^{-1}$  u površinskom intervalu do 61,56  $\mu\text{g g}^{-1}$  u intervalu 14-16 cm.



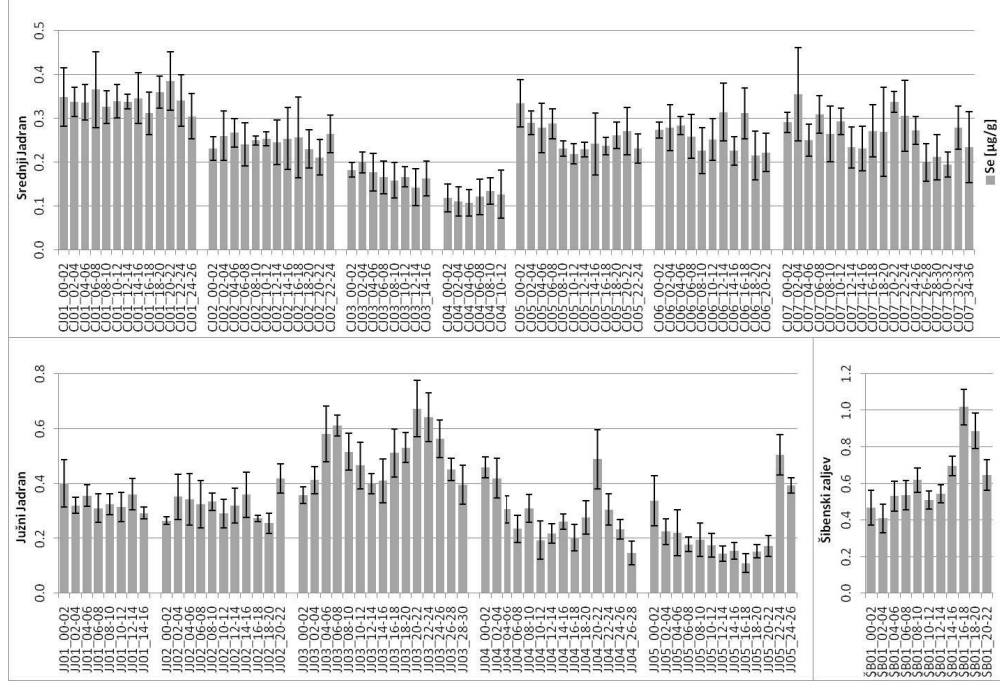
**Slika 5.6.11.** Maseni udjeli bakra u jezgrama prema područjima istraživanja.



**Slika 5.6.12.** Maseni udjeli titana u jezgrama prema područjima istraživanja.



**Slika 5.6.13.** Maseni udjeli cinka u jezgrama prema područjima istraživanja.



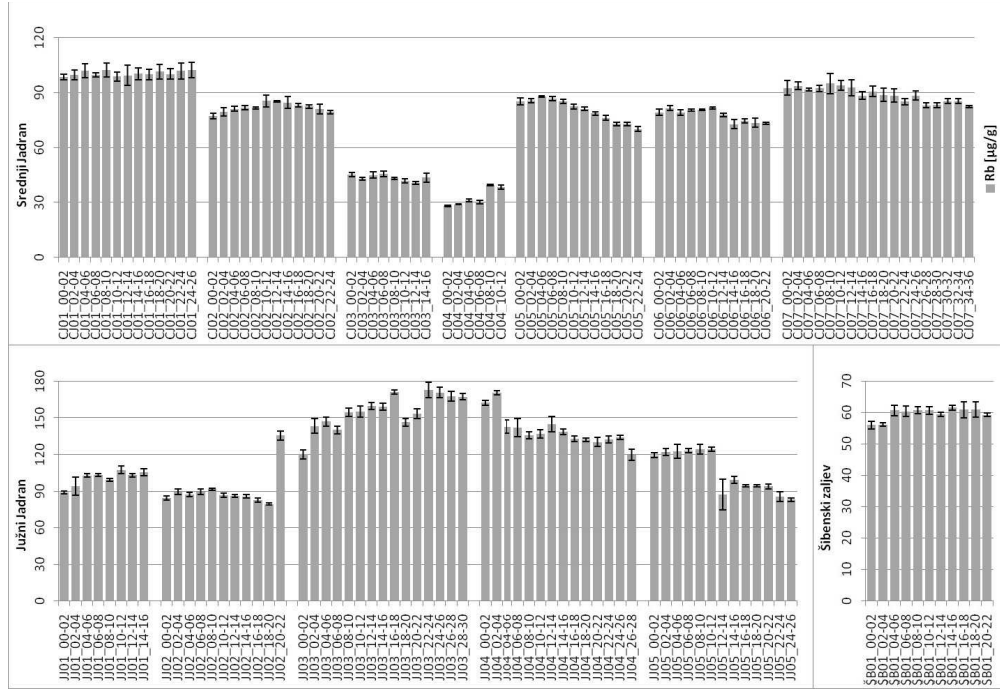
**Slika 5.6.14.** Maseni udjeli selenija u jezgrama prema područjima istraživanja.

Distribucija prema masenim udjelima stroncija prikazana je na slici 5.6.16, a rezultati analize su u rasponu od  $232 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1399 \mu\text{g g}^{-1}$ . U uzorcima iz jezgara s područja južnog Jadrana raspon masenih udjela Sr je od  $232 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ01\_12-14) do  $833 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ03\_16-18). Nešto više vrijednosti zabilježene su u području srednjeg Jadrana gdje je zabilježen raspon od  $430 \mu\text{g g}^{-1}$  u najdubljem intervalu (24-26 cm) jezgre s najmanje dubine (CJ01) do  $1399 \mu\text{g g}^{-1}$  u najdubljem intervalu (14-16 cm) jezgre CJ03. Uzorci iz jezgre s područja Šibenskog zaljeva imaju raspon vrijednosti masenih udjela Sr od  $883 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_16-18) do  $1122 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_02-04).

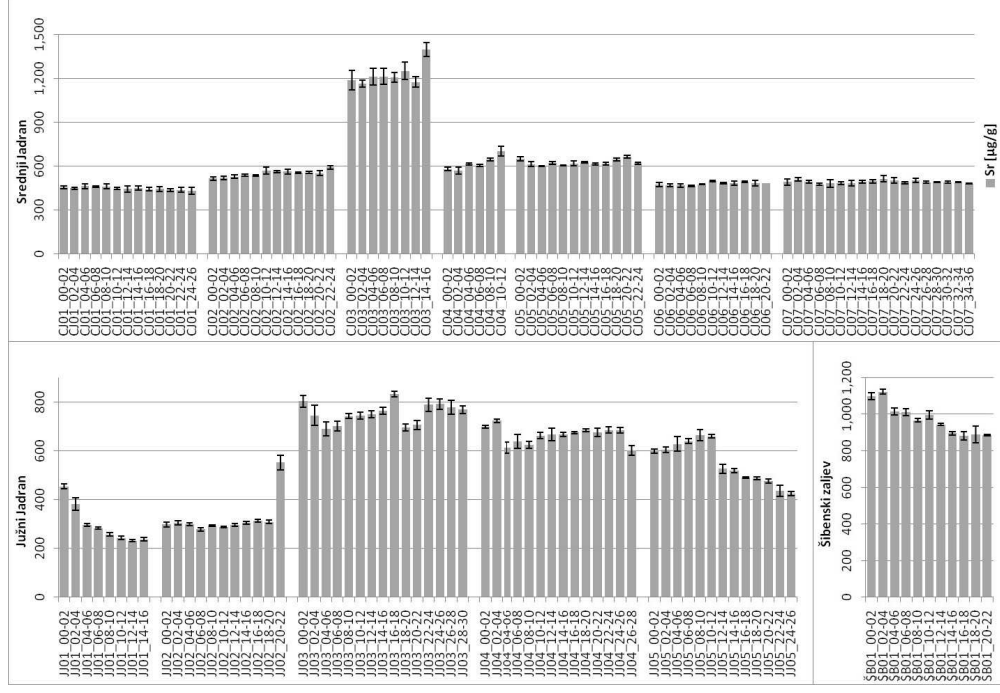
Raspon vrijednosti masenih udjela Zr (slika 5.6.17.) je od  $16,90 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $88,68 \mu\text{g g}^{-1}$ . Vrijednosti su od  $34,66 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do  $88,68 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ03\_16-18) u južnom Jadranu, od  $16,90 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $57,67 \mu\text{g g}^{-1}$  u srednjem Jadranu, s najnižim vrijednostima izmjerenim u površinskom intervalu jezgre CJ04, a najvišim u intervalu 8-10 cm jezgre iz Kaštelanskog zaljeva (CJ01). U jezgri iz Šibenskog zaljeva zabilježen je raspon vrijednosti od  $35,67 \mu\text{g g}^{-1}$  (interval 2-4 cm) do  $44,01 \mu\text{g g}^{-1}$  (interval 16-18 cm).

Slika 5.6.18 prikazuje masene udjele molibdena izmjerene u istraženim uzorcima, raspona od  $0,32 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $5,27 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviše vrijednosti su u južnom Jadranu, od  $0,39 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do  $5,27 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ05\_08-10). U području srednjeg Jadrana maseni udjeli su nešto niži, od  $0,32 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ04\_06-08) do  $2,50 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ07\_02-04). Raspon vrijednosti ovog parametra u jezgri iz Šibenskog zaljeva je od  $1,48 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_02-04) do  $3,73 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_10-12).

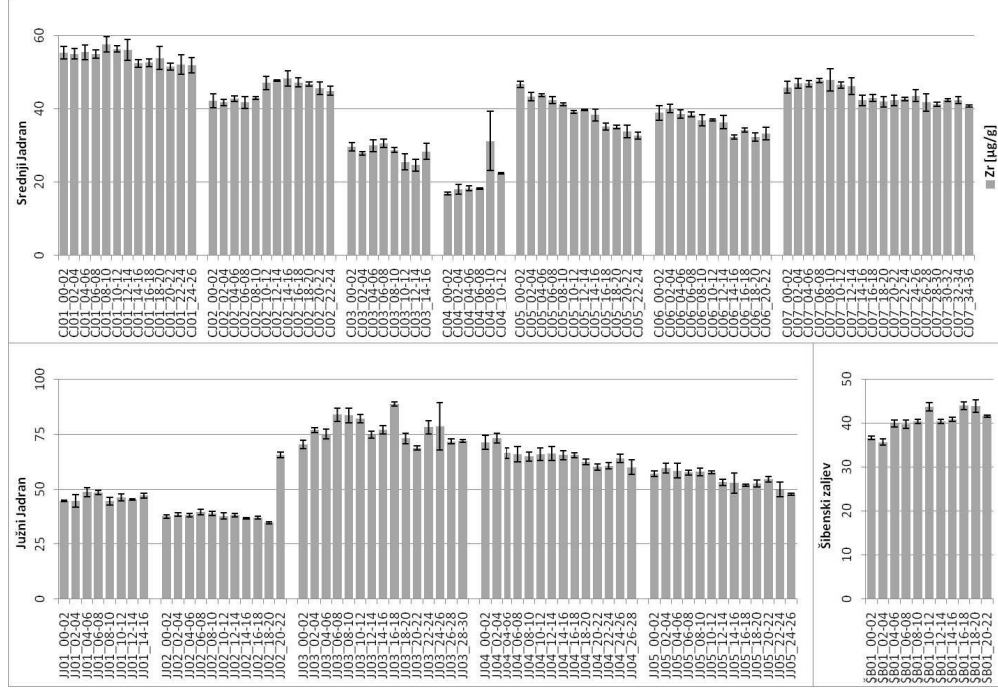
Na slici 5.6.19 prikazani su rezultati analize sadržaja srebra prema istraženim područjima. Raspon vrijednosti ovog parametra je od  $0,02 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,49 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najniže vrijednosti zabilježene su na području južnog Jadrana, u jezgri JJ02 (interval 16-18 cm). Na tom području najviša izmjerena vrijednost je  $0,15 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ03\_06-08). U uzorcima s područja srednjeg Jadrana maseni udjeli Ag su u rasponu od  $0,05 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ04\_02-04) do  $0,21 \mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ01\_14-16). Najviše vrijednosti sadržaja srebra zabilježene su u uzorcima jezgre iz Šibenskog zaljeva, u rasponu od  $0,26 \mu\text{g g}^{-1}$  (interval 6-8 cm) do  $0,49 \mu\text{g g}^{-1}$  (interval 2-4 cm).



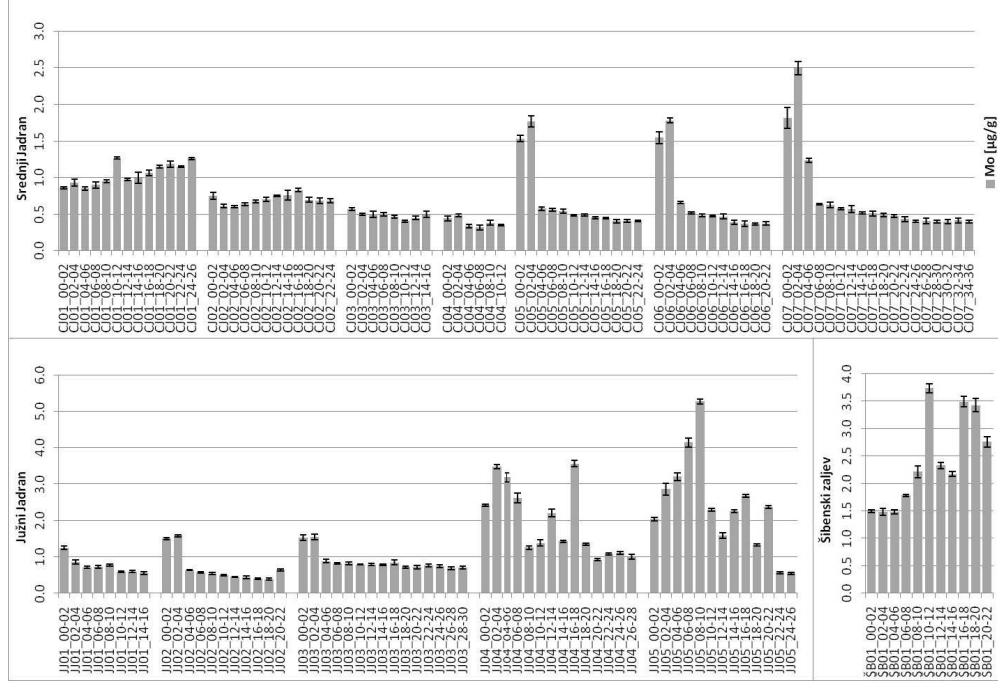
**Slika 5.6.15.** Maseni udjeli rubidija u jezgrama prema područjima istraživanja.



**Slika 5.6.16.** Maseni udjeli stroncija u jezgrama prema područjima istraživanja.



Slika 5.6.17. Maseni udjeli cirkonija u jezgrama prema područjima istraživanja.



Slika 5.6.18. Maseni udjeli molibdena u jezgrama prema područjima istraživanja.

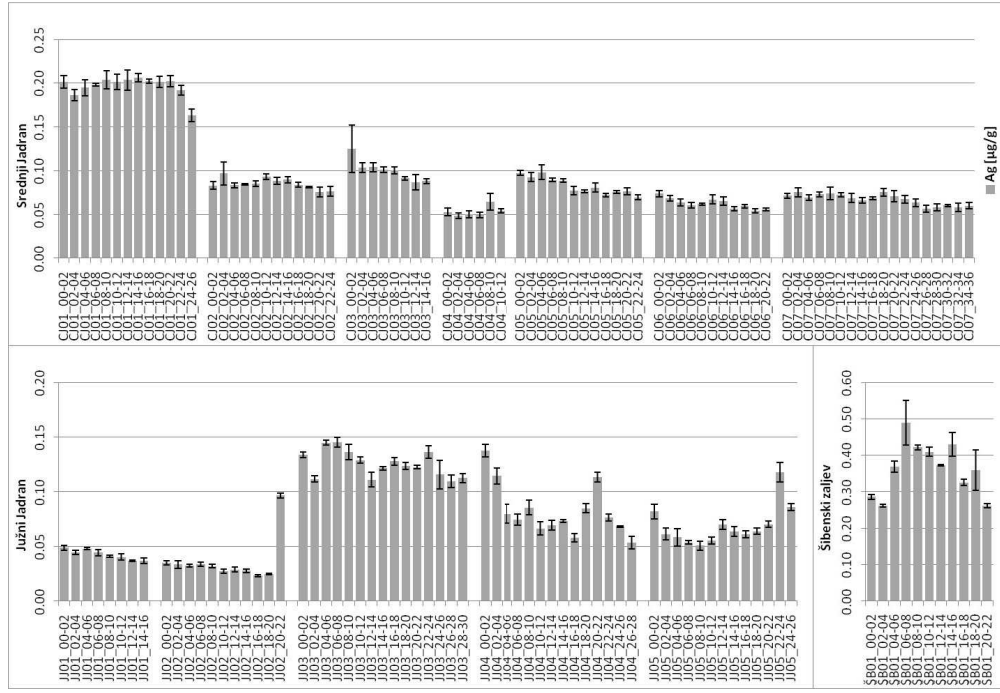


Maseni udjeli kadmija prikazani slikom 5.6.20 imaju raspon vrijednosti od 0,07  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,43  $\mu\text{g g}^{-1}$ . U području južnog Jadrana najniže vrijednosti masenih udjela Cd od 0,07  $\mu\text{g g}^{-1}$  izmjereni su u intervalu 22-24 cm jezgre izvađene s najveće dubine (JJ05), a najviše vrijednosti od 0,18  $\mu\text{g g}^{-1}$  u intervalu 8-10 cm jezgre s najmanje dubine (JJ01). I u području srednjeg Jadrana najniže vrijednosti masenih udjela Cd (0,07  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) izmjerene su u najdubljem intervalu (34-36 cm) jezgre s najveće dubine (CJ07), a najviše (0,24  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u jezgri s najmanje dubine (CJ01, interval 16-18 cm). U području Šibenskog zaljeva zabilježene su najviše vrijednosti i to u rasponu od 0,26  $\mu\text{g g}^{-1}$  u površinskom intervalu jezgre do 0,43  $\mu\text{g g}^{-1}$  u intervalu 8-10 cm.

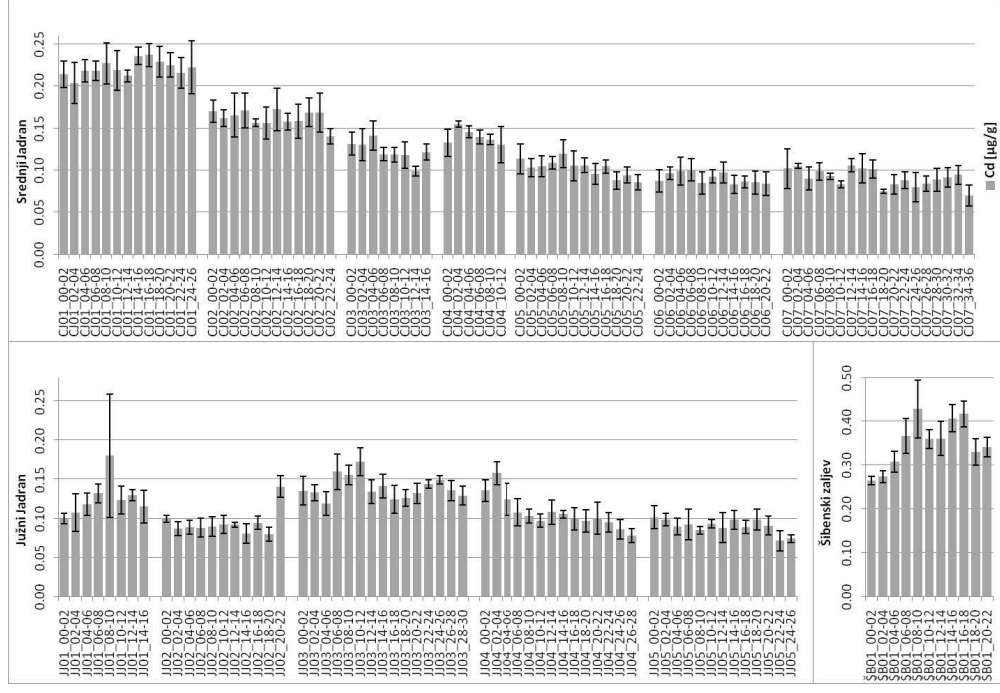
Slika 5.6.21 prikazuje rezultate analize sadržaja antimona prema istraženim područjima. Sva istražena područja imaju slične masene udjele, od 0,50  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 1,34  $\mu\text{g g}^{-1}$ . U području južnog Jadrana maseni udjeli Sb su u rasponu od 0,50  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ05\_22-24) do 1,32  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ03\_22-24), u srednjem od 0,50  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ04\_02-04) do 1,25  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ01\_16-18), a u jezgri iz Šibenskog zaljeva najmanja zabilježena vrijednost je 0,73  $\mu\text{g g}^{-1}$  u intervalu 2-4 cm, dok je najveća vrijednost, 1,34  $\mu\text{g g}^{-1}$ , zabilježena u najdubljem zahvaćenom intervalu (20-22 cm).

Rezultati analize masenih udjela cezija koji imaju raspon od 1,72  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 11,08  $\mu\text{g g}^{-1}$  prikazani su na slici 5.6.22. Najviše vrijednosti zabilježene su u području južnog Jadrana, od 4,87  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do 11,08  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ03\_16-18). Površinski interval jezgre CJ04 ima najniže vrijednosti masenih udjela Cs među uzorcima iz srednjeg Jadrana, 1,72  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok su najviše vrijednosti na tom području izmjerene u jezgri CJ01 (interval 4-6 cm), 8,07  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Jezgra iz Šibenskog zaljeva ima mali raspon masenih udjela Cs, od 4,28  $\mu\text{g g}^{-1}$  u površinskom intervalu do 4,78  $\mu\text{g g}^{-1}$  u intervalu 18-20 cm.

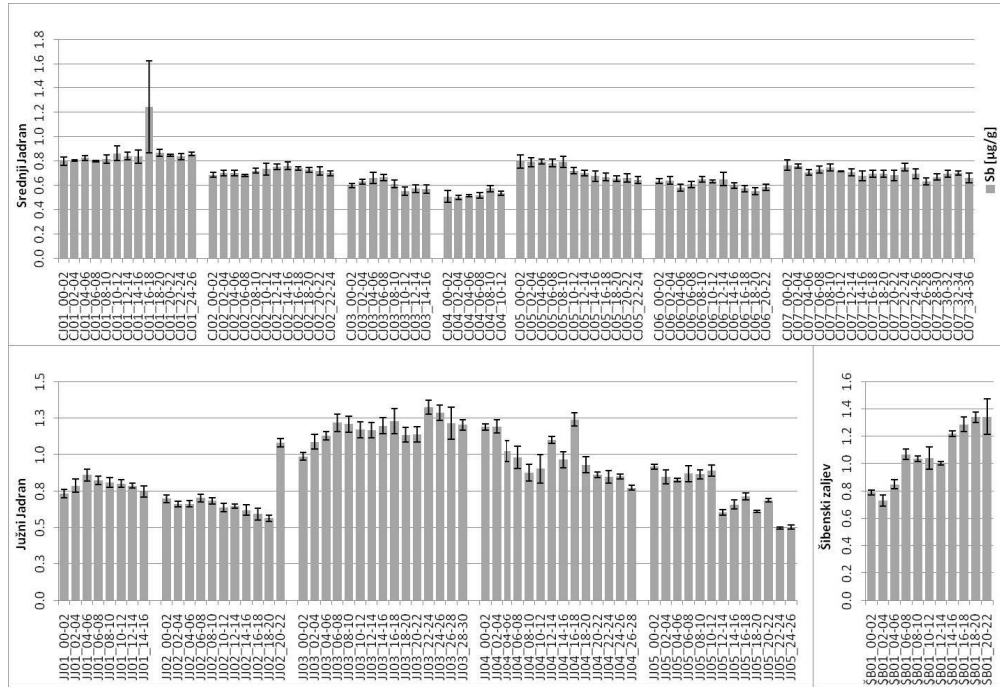
Maseni udjeli barija u istraženim sedimentima imaju raspon od 86,90  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 415,75  $\mu\text{g g}^{-1}$  i prikazani su na slici 5.6.23. U području južnog Jadrana imaju raspon od 187,32  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do 415,75  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ03\_16-18), u području srednjeg Jadrana od 86,90  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ04\_00-02) do 361,24  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ05\_04-06), a u području Šibenskog zaljeva od 144,98  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_02-04) do 210,78  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_12-14).



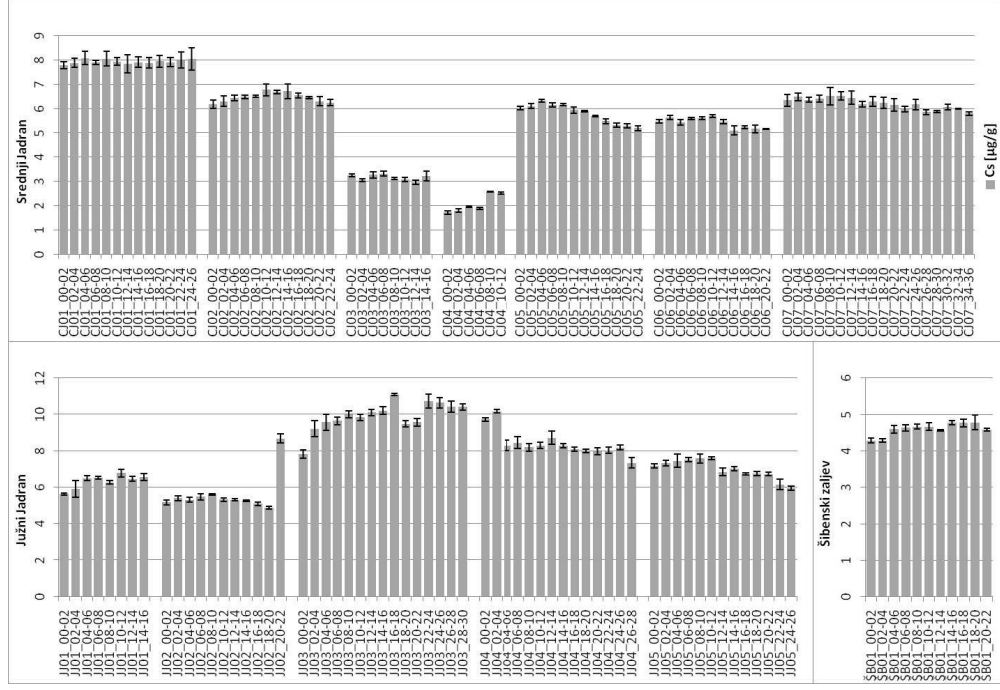
**Slika 5.6.19.** Maseni udjeli srebra u jezgrama prema područjima istraživanja.



**Slika 5.6.20.** Maseni udjeli kadmija u jezgrama prema područjima istraživanja.



**Slika 5.6.21.** Maseni udjeli antimona u jezgrama prema područjima istraživanja.



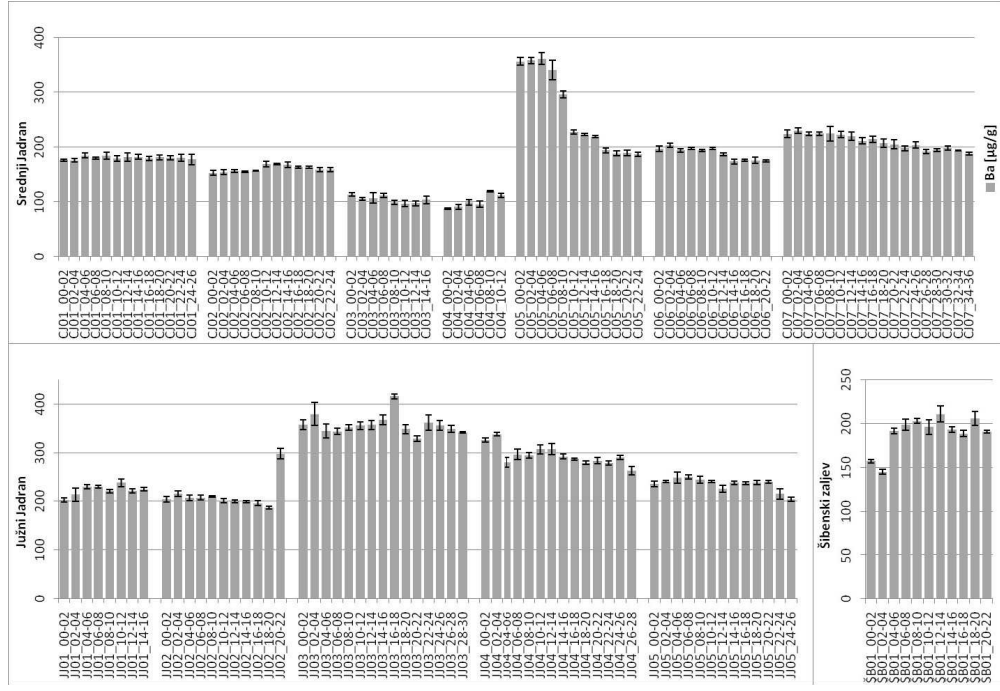
**Slika 5.6.22.** Maseni udjeli cezija u jezgrama prema područjima istraživanja.

Sadržaj talija prikazan je na slici 5.6.24. Maseni udjeli Tl imaju raspon od 0,14  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,70  $\mu\text{g g}^{-1}$ . U području južnog Jadrana raspon je od 0,32  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do 0,70  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ04\_02-04). U uzorcima iz srednjeg Jadrana maseni udjeli Tl su niži, od 0,14  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,58  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Najniža vrijednost zabilježena je u površinskom intervalu jezgre CJ04, a najviša u površinskom intervalu jezgre iz Kaštelanskog zaljeva (CJ01). Mali raspon vrijednosti, od 0,47  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_02-04) do 0,58  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak ŠB01\_16-18) izmjeren je u jezgri s područja Šibenskog zaljeva.

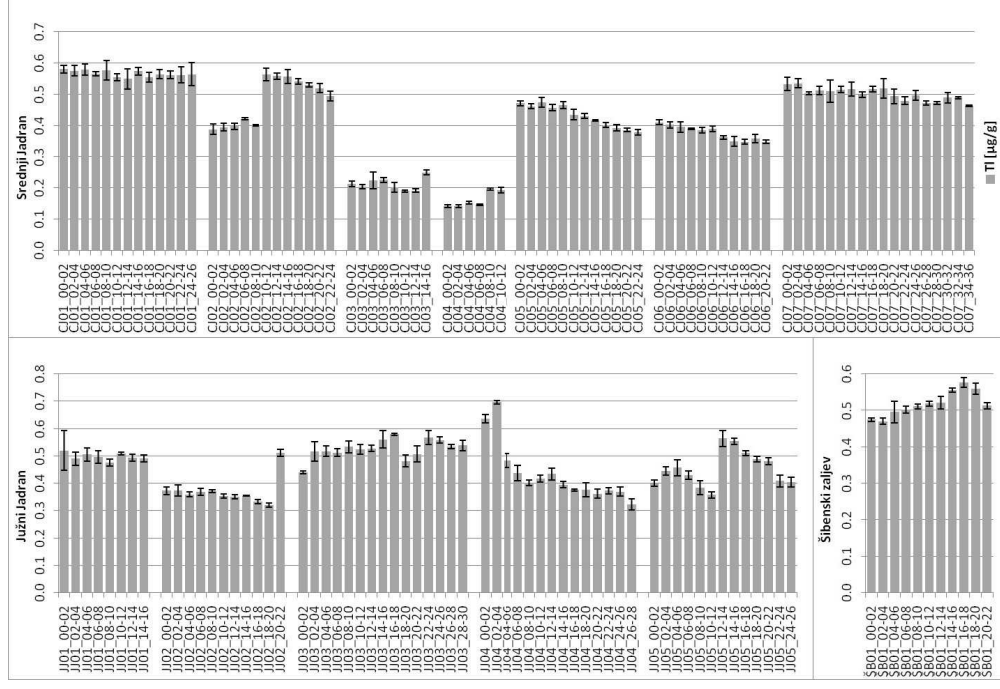
Slika 5.6.25 prikazuje masene udjele olova koji imaju relativno širok raspon od 11,85  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 107,46  $\mu\text{g g}^{-1}$ . U uzorcima s područja južnog i srednjeg Jadrana zabilježen je sličan raspon vrijednosti, u uzorcima južnog Jadrana imaju raspon od 13,57  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do 34,64  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ04\_00-02), a iz srednjeg od 11,85  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ04\_00-02) do 33,77  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ01\_08-10). Značajno više vrijednosti zabilježene su u uzorcima jezgre iz Šibenskog zaljeva gdje koji imaju maseni udio Pb u rasponu od 58,79  $\mu\text{g g}^{-1}$  (interval 2-4 cm) do 107,46  $\mu\text{g g}^{-1}$  (interval 14-16 cm).

Rezultati analize sadržaja torija prikazani su na slici 5.6.26 prema područjima. Vrijednosti masenih udjela Th u istraženim uzorcima imaju raspon od 2,91  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 10,88  $\mu\text{g g}^{-1}$ . U području južnog Jadrana maseni udjeli Th su u rasponu od 4,71  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ02\_18-20) do 10,88  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ03\_16-18). U uzorcima iz jezgara s područja srednjeg Jadrana maseni udjeli Th su niži s rasponom od 2,91  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ04\_00-02) do 7,88  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ07\_10-12). U jezgri s područja Šibenskog zaljeva uzak je raspon masenih udjela Th, od 5,09  $\mu\text{g g}^{-1}$  (interval 2-4 cm) do 5,76  $\mu\text{g g}^{-1}$  (interval 16-18 cm).

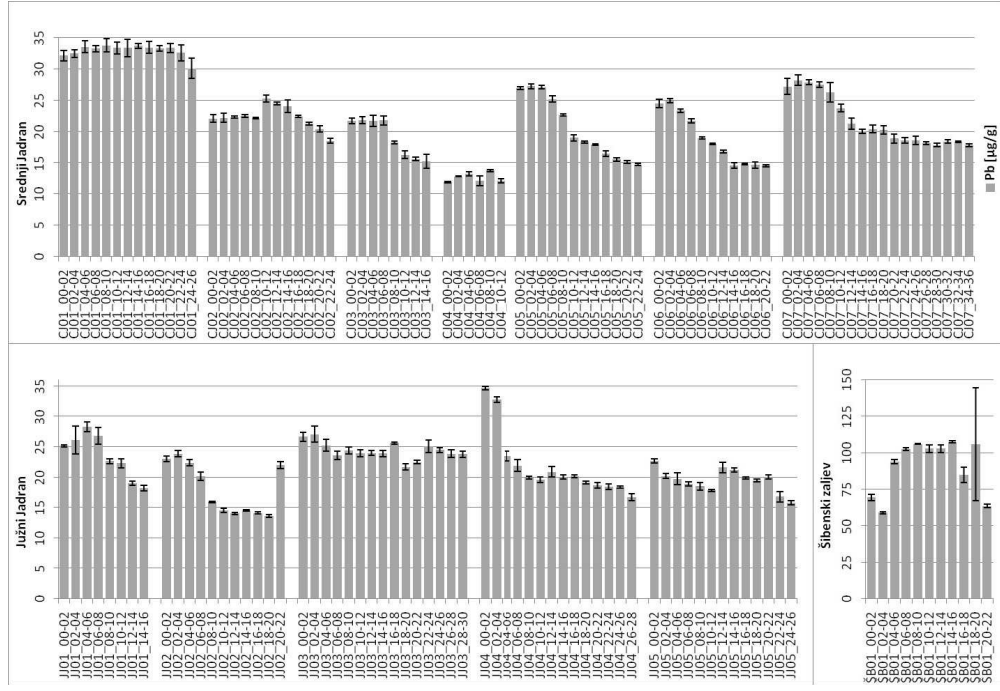
Vrijednosti masenih udjela urana u analiziranim uzorcima prikazani su na slici 5.6.27 prema područjima, a njihov raspon je od 0,81  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 8,57  $\mu\text{g g}^{-1}$ . U uzorcima s područja južnog Jadrana maseni udjeli U su u rasponu od 0,81  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ05\_10-12) do 3,27  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak JJ03\_28-30). Raspon vrijednosti masenih udjela U u uzorcima s područja srednjeg Jadrana je od 1,06  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ04\_00-02) do 2,94  $\mu\text{g g}^{-1}$  (uzorak CJ01\_10-12). Najviše vrijednosti izmjerene su u uzorcima jezgre s područja Šibenskog zaljeva gdje je raspon vrijednosti od 3,07  $\mu\text{g g}^{-1}$  (interval 4-6 cm) do 8,57  $\mu\text{g g}^{-1}$  (interval 10-12 cm).



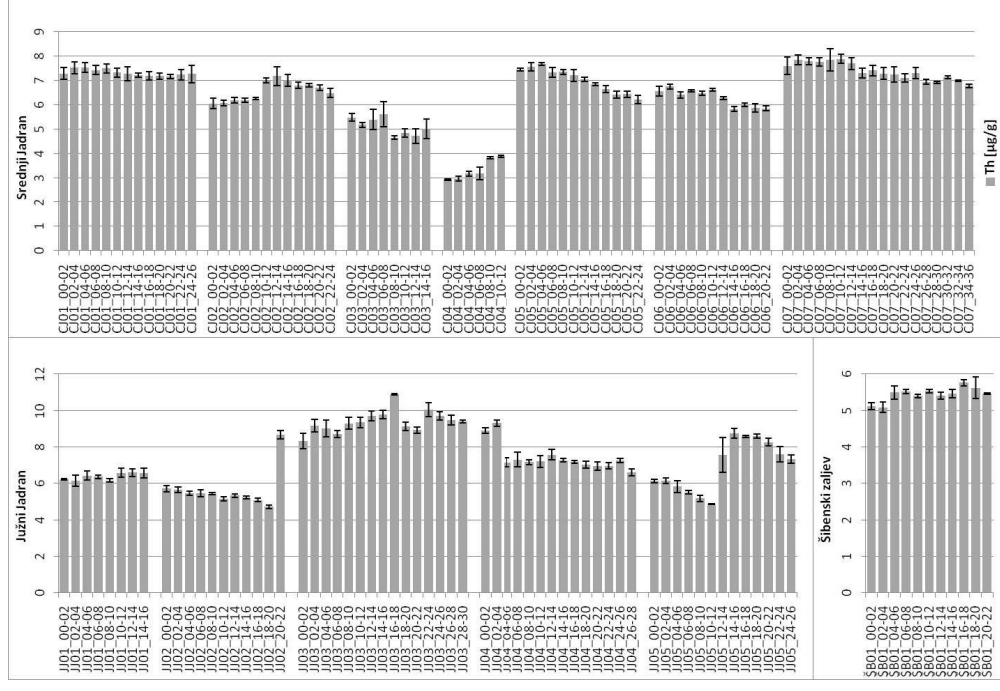
**Slika 5.6.23.** Maseni udjeli barija u jezgrama prema područjima istraživanja.



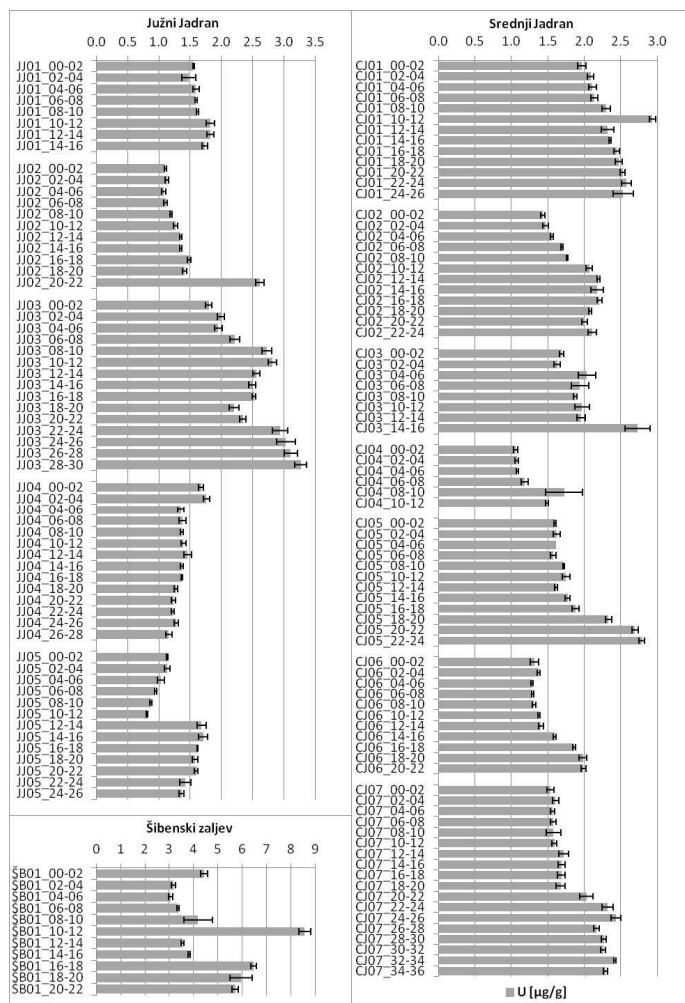
**Slika 5.6.24.** Maseni udjeli talijsa u jezgrama prema područjima istraživanja.



**Slika 5.6.25.** Maseni udjeli olova u jezgrama prema područjima istraživanja.



**Slika 5.6.26.** Maseni udjeli torija u jezgrama prema područjima istraživanja.



Slika 5.6.27. Maseni udjeli urana u jezgrama prema područjima istraživanja.

## 5.7 Rezultati analize foraminiferske zajednice

U uzorcima s cijelog istraživanog područja određeno je 108 rodova i 207 vrsta iz 8 redova foraminifera (tablice 5.7.1 do 5.7.3 i PRILOZI V-VII). Od toga 20 vrsta pripada podredu Textulariina, 56 podredu Miliolina, a 131 podredu Rotaliina. Planktonskih je 18 vrsta iz 10 rodova, dok su ostale bentičke. Većina jedinki je dobro sačuvana, no na kućicama se primjećuju tragovi bioerozije (većinom mikro ubušavanja; TABLE).

### 5.7.1 Područje južnog Jadrana

#### 5.7.1.1 Rezultati taksonomskog određivanja foraminifera

U uzorcima iz jezgara s područja južnog Jadrana određeno je 93 roda i 156 vrsta foraminifera. Od toga, 18 vrsta i 10 rodova je planktonski, a ostale su bentičke. Udio planktonskih foraminifera je od 18% u jezgri JJ01 (interval 14-16 cm) do 96% u jezgri JJ05 (interval 4-6 cm). Foraminifere podreda Rotaliina dominiraju u svim uzorcima iz jezgara s ovog područja i čine od 81% zajednice u jezgri JJ01 (interval 14-16 cm) do 100% u jezgri JJ05 (interval 4-6 cm). Znatno je manji udio predstavnika podreda Miliolina, kojih nema u jezgri JJ05 (interval 4-6 cm), a njihov maksimalni udio od 15% zabilježen je u jezgri JJ01 (interval 8-10 cm). Zastupljenost jedinki iz reda Textulariina je najmanja, u većini uzoraka nisu prisutne (11 od 22 uzorka), a maksimalni udio od 3% zabilježen je u jezgri JJ01 (interval 14-16 cm). Zanimljivo je primijetiti da je planktonska vrsta *Turborotalita quinqueloba* jedina vrsta koja se pojavljuje u svim poduzorcima, a čak 26 vrsta je nađeno u svim jezgrama.

#### 5.7.1.2 Indeksi raznolikosti

Indeksi raznolikosti za uzorke iz jezgara s područja južnog Jadrana prikazani su u tablici 5.7.1. Broj vrsta kreće se od 16 u jezgri JJ05 (intervalu 4-6 cm) do 61 u jezgri JJ01 (interval 8-10). Najmanje planktonskih vrsta, 4, zabilježeno je u jezgri JJ05 (interval 24-63, frakcija >63  $\mu\text{m}$ ), a najviše 12, zabilježeno je u najdubljem intervalu jezgre JJ04 i krupnijoj frakciji (>125  $\mu\text{m}$ ) površinskog intervala jezgre JJ05. Vrijednosti Simpsonovog indeksa najmanje su u jezgri JJ04 (interval 0-2) i JJ05 (interval 4-6) gdje iznosi 0,39, a najveće u najdubljem intervalu (14-16 cm) jezgre JJ01 gdje iznosi 0,95. Vrijednosti Shannonovog indeksa su od 1,03 u jezgri JJ05 (interval 4-6) do 3,59 u jezgri JJ01 (interval 14-16 cm). Indeks ujednačenosti najmanji je u površinskom intervalu jezgre JJ04 (0,11), a najveći u najdubljem intervalu (14-16 cm) jezgre JJ01 (0,61). Veliki raspon vrijednosti ima Fisherov



$\alpha$  indeks, od 3,70 u jezgri JJ05 (interval 4-6 cm) do 26,67 u najdubljem intervalu (14-16 cm) jezgre JJ01.

### 5.7.1.3 Dominantne i srednje zastupljene vrste foraminifera

U jezgrama s područja južnog Jadrana izdvojeno je ukupno 20 dominantnih i srednje zastupljenih vrsta foraminifera (PRILOG V). U svim poduzorcima frakcije  $>63 \mu\text{m}$  dominantna je planktonska vrsta *T. quinqueloba*, njen relativni udio je od 13% u jezgri JJ01 (interval 14-16 cm) do 77% u jezgri JJ05 (interval 4-6 cm), dok je u dva poduzorka frakcije  $>125 \mu\text{m}$  u jezgri JJ05 ta vrsta srednje zastupljena (8% u površinskom intervalu i 7% u najdubljem intervalu, 24-26 cm).

U jezgri JJ01 određeno je ukupno 12 dominantnih i srednje zastupljenih vrsta, od toga je 1 vrsta planktonska, a 11 su bentičke. Dominantne vrste su *T. quinqueloba*, u svim istraženim intervalima, a u intervalu 8-10 cm i *Globocassidulina subglobosa*. Srednje zastupljene su vrste *Miliolinella subrotunda*, *Rosalina bradyi*, *Bolivina spathulata*, *Bolivina variabilis*, *Cassidulina laevigata*, *Globocassidulina crassa*, *G. subglobosa* (u intervalu 0-2 cm), *Eilohedra vitrea*, *Cibicides refulgens*, *Ammonia parkinsoniana* i *Ammonia sp.* Niti jedna od tih vrsta nije srednje zastupljena u svim istraženim intervalima jezgre JJ01.

U jezgri JJ02 određeno je ukupno 6 dominantnih i srednje zastupljenih vrsta (2 planktonske i 4 bentičke). Jedina dominantna vrsta je *T. quinqueloba*, koja je dominantna u svim istraženim intervalima, njen udio je u rasponu od 28% u intervalu 8-10 cm do 37% u intervalu 20-22 cm. Srednje zastupljene vrste u svim intervalima su *B. spathulata*, *G. crassa* i *G. subglobosa*, a sporadično su srednje zastupljene bentička vrsta *C. laevigata* i planktonska vrsta *Globigerinoides ruber*.

U jezgri JJ03 određeno je ukupno 6 dominantnih i srednje zastupljenih vrsta (3 vrste planktonske i 3 bentičke). Jedina dominantna vrsta je *T. quinqueloba*, koja dominira svim opisanim intervalima s udjelima od 49% u intervalu 16-18 cm do 57% u površinskom intervalu. Srednje zastupljene vrste su bentičke vrste *B. spathulata*, *G. crassa* i *G. subglobosa* te planktonske vrste *Globigerinita glutinata* i neodređena planktonska vrsta. Niti jedna od tih vrsta nije srednje zastupljena u svim istraženim intervalima u jezgri JJ03.

U jezgri JJ04 određene su ukupno 3 dominantne i srednje zastupljene vrste (2 planktonske i 1 bentička). Jedina dominantna vrsta u svim istraženim intervalima je *T.*

*quingeloba*, s udjelom od 54% u najdubljem intervalu (26-28 cm) do 76% u površinskom intervalu. Srednje zastupljene su planktonska vrsta *G. glutinata* i bentička vrsta *G. crassa*.

U jezgri JJ05 određeno je ukupno 6 dominantnih i srednje zastupljenih vrsta u uzorcima frakcije >63 µm i 7 dominantnih i srednje zastupljenih vrsta u dva uzorka frakcije >125 µm. Sve dominantne i srednje zastupljene vrste su planktonske. U svim uzorcima frakcije >63 µm dominantna vrsta je *T. quingeloba*, dok su u najdubljem intervalu ove frakcije dominantne još i *G. glutinata* (relativni udio od 13%) te neodređena planktonska vrsta (relativni udio od 12%). Sporadično, u ponekim intervalima frakcije >63 µm srednje zastupljene vrste su *G. glutinata*, *G. ruber*, *Neogloboquadrina dutertrei* i *Neogloboquadrina pachyderma*. U površinskom i najdubljem intervalu (24-26 cm) dominantne su vrste *Globigerina bulloides* i *G. ruber*. Srednje zastupljene su vrste *G. glutinata*, *Globigerinella calida*, *Globigerinoides tenellus* i *N. pachyderma*.

**Tablica 5.7.1.** Broj vrsta, broj jedinki, broj planktonskih vrsta, udio planktonskih foraminifera (P/P+B), relativna zastupljenost dominantne vrste i indeksi raznolikosti u uzorcima iz jezgara s područja južnog Jadrana.

Jezgra	Interval (cm)	# vrsta	# jedinki	# planktonskih vrsta	P/B+P	Dominantna vrsta (relativna zastupljenost)	Simpsonov indeks	Shannonov indeks	Indeks ujednačenosti	Fisherov <i>a</i> indeks	
JJ01	0-2	53	295	4	0,31	<i>T. quinqueloba</i> (25%)	0,91	3,22	0,47	19,14	
	8-10	61	302	7	0,28	<i>T. quinqueloba</i> (20%)	0,93	3,32	0,45	23,62	
	14-16	59	224	6	0,18	<i>T. quinqueloba</i> (13%)	0,95	3,59	0,61	26,67	
JJ02	0-2	51	219	6	0,43	<i>T. quinqueloba</i> (36%)	0,84	2,82	0,33	21,31	
	8-10	53	262	7	0,37	<i>T. quinqueloba</i> (28%)	0,89	2,97	0,37	20,61	
	20-22	47	298	6	0,47	<i>T. quinqueloba</i> (37%)	0,83	2,70	0,32	15,94	
JJ03	0-2	45	296	10	0,67	<i>T. quinqueloba</i> (57%)	0,65	2,11	0,18	14,86	
	8-10	37	326	8	0,71	<i>T. quinqueloba</i> (52%)	0,70	2,14	0,23	10,82	
	16-18	35	346	11	0,68	<i>T. quinqueloba</i> (49%)	0,72	2,23	0,27	9,86	
	28-30	41	288	9	0,62	<i>T. quinqueloba</i> (50%)	0,73	2,30	0,24	13,17	
JJ04	0-2	28	314	8	0,89	<i>T. quinqueloba</i> (76%)	0,39	1,17	0,11	7,49	
	8-10	30	285	9	0,76	<i>T. quinqueloba</i> (59%)	0,62	1,83	0,21	8,55	
	16-18	36	264	7	0,77	<i>T. quinqueloba</i> (59%)	0,63	1,93	0,19	11,36	
	26-28	45	290	12	0,76	<i>T. quinqueloba</i> (54%)	0,68	2,17	0,20	15,11	
JJ05	0-2	>63µm	24	289	9	0,90	<i>T. quinqueloba</i> (62%)	0,59	1,64	0,21	6,27
		>125 µm	25	253	12	0,91	<i>Gl. bulloides</i> (28%)	0,83	2,29	0,40	7,02
	2-4	24	295	11	0,94	<i>T. quinqueloba</i> (66%)	0,52	1,43	0,17	6,25	
	4-6	16	281	9	0,96	<i>T. quinqueloba</i> (77%)	0,39	1,03	0,17	3,70	
	8-10	31	394	9	0,91	<i>T. quinqueloba</i> (61%)	0,59	1,67	0,17	7,97	
	16-18	25	349	10	0,93	<i>T. quinqueloba</i> (72%)	0,46	1,29	0,14	6,21	
	24-26	>63µm	25	286	4	0,87	<i>T. quinqueloba</i> (54%)	0,64	1,62	0,20	6,70
		>125 µm	26	239	11	0,85	<i>Gl. bulloides</i> (31%)	0,82	2,23	0,36	7,53

## 5.7.2 Područje srednjeg Jadrana

### 5.7.2.1 Rezultati taksonomskog određivanja foraminifera

U uzorcima iz jezgara s područja srednjeg Jadrana određeno je 89 rodova i 168 vrsta foraminifera. Od toga, 15 vrsta i 8 rodova je planktonskih, a 153 vrste i 81 rod su bentičke. Udio planktonskih foraminifera varira od 1% u jezgri CJ01 (interval 24-26 cm) do 56% u jezgri CJ07 (interval 16-18 cm). Foraminifere podreda Rotaliina dominiraju u svim uzorcima iz jezgara s ovog područja, predstavljaju od 83% zajednice u jezgri JJ03 (interval 0-2 cm) do 96% u jezgri CJ07 (interval 16-18 cm). Znatno je manji udio foraminifera iz podreda Miliolina, između 4% u jezgrama, CJ02 (interval 22-24 cm), CJ06 (interval 8-10 cm) i CJ07 (interval 16-18 cm) i 13% u jezgri CJ03 (interval 8-10 cm). Foraminifere iz podreda Textulariina prisutne su tek ponegdje sporadično, u dva uzorka nema ih uopće, dok je njihov maksimalni udio od 7% zabilježen u jezgri CJ01 (interval 8-10 cm). Zanimljivo je primijetiti da je *T. quinqueloba* jedina planktonska vrsta koja se pojavljuje u svim uzorcima, a *Eilohedra vitrea* jedina bentička vrsta koja se pojavljuje u svim poduzorcima, dok je 9 vrsta zabilježeno u svim jezgrama.

### 5.7.2.2 Indeksi raznolikosti

Indeksi raznolikosti za uzorke iz jezgara s područja srednjeg Jadrana prikazani su u tablici 5.7.2. Broj vrsta je u rasponu od 34 u jezgri CJ07 (intervalu 16-18 cm) do 58 u jezgri CJ03 (interval 14-16). Najmanje planktonskih vrsta, samo jedna, zabilježeno je u jezgrama CJ01 (interval 24-26 cm) i CJ02 (intervali 8-10 cm i 22-24 cm), a najviše 10, nađeno je u jezgri CJ07 (interval 24-26 cm). Simpsonov indeksa najmanji je u dva intervala jezgre CJ07 (8-10 cm i 16-18 cm; iznose 0,75) a najveći u najdubljem intervalu (14-16 cm) jezgre CJ03 (0,96). I vrijednosti Shannonovog indeksa pokazuju varijacije od 2,25 u jezgri CJ07 (interval 16-18) do 3,56 u jezgri JJ03 (intervali 8-10 cm i 14-16 cm). Indeks ujednačenosti najmanji je u jezgri CJ07 (interval 8-10 cm; 0,27), a najveći u jezgri CJ03 (interval 8-10 cm; 0,66). Fisherov  $\alpha$  indeks varira od 9,82 u jezgri CJ07 (interval 16-18 cm) do 22,28 u površinskom intervalu jezgre CJ03.

**Tablica 5.7.2.** Broj vrsta, broj jedinki, broj planktonskih vrsta, udio planktonskih foraminifera (P/P+B), relativna zastupljenost dominantne vrste i indeksi raznolikosti u uzorcima iz jezgara s područja srednjeg Jadrana.

Jezgra	Interval (cm)	# vrsta	# jedinki	# planktonskih vrsta	P/P+B	Dominantna vrsta (relativna zastupljenost)	Simpsonov indeks	Shannonov indeks	Indeks ujednačenosti	Fisherov $\alpha$ indeks
CJ01	0-2	44	201	2	0,03	<i>E. vitrea</i> (14%)	0,94	3,29	0,61	17,69
	8-10	41	243	2	0,02	<i>E. vitrea</i> (15%)	0,94	3,21	0,60	14,22
	16-18	44	236	2	0,03	<i>E. vitrea</i> (19%)	0,93	3,20	0,56	16,08
	24-26	37	155	1	0,01	<i>B. granulata</i> (14%)	0,93	3,02	0,55	15,70
CJ02	0-2	46	333	2	0,04	<i>E. vitrea</i> (15%)	0,95	3,35	0,62	14,63
	8-10	40	339	1	0,05	<i>E. vitrea</i> (13%)	0,94	3,09	0,55	11,98
	22-24	40	458	1	0,02	<i>E. vitrea</i> (21%)	0,92	3,06	0,53	10,68
CJ03	0-2	57	262	4	0,17	<i>T. quinqueloba</i> (14%)	0,95	3,49	0,57	22,80
	8-10	53	269	6	0,13	<i>Haynesina sp.</i> (10%)	0,96	3,56	0,66	20,00
	14-16	58	336	6	0,14	<i>T. quinqueloba</i> (10%)	0,96	3,56	0,61	20,43
CJ04	0-2	41	222	5	0,22	<i>T. quinqueloba</i> (14%)	0,94	3,18	0,59	14,85
	10-12	40	233	5	0,28	<i>T. quinqueloba</i> (18%)	0,93	3,11	0,56	13,96
CJ05	0-2	45	334	6	0,37	<i>T. quinqueloba</i> (30%)	0,88	2,96	0,43	14,19
	8-10	49	360	9	0,39	<i>T. quinqueloba</i> (30%)	0,88	2,95	0,39	15,45
	22-24	46	317	5	0,39	<i>T. quinqueloba</i> (32%)	0,87	2,89	0,39	14,89
CJ06	0-2	50	317	8	0,43	<i>T. quinqueloba</i> (33%)	0,86	2,83	0,34	16,82
	8-10	47	331	9	0,48	<i>T. quinqueloba</i> (34%)	0,86	2,79	0,34	15,15
	20-22	42	326	6	0,47	<i>T. quinqueloba</i> (36%)	0,84	2,70	0,35	12,91
CJ07	0-2	43	412	8	0,53	<i>T. quinqueloba</i> (44%)	0,78	2,50	0,28	12,11
	8-10	39	311	7	0,55	<i>T. quinqueloba</i> (47%)	0,75	2,36	0,27	11,86
	16-18	34	311	7	0,56	<i>T. quinqueloba</i> (47%)	0,75	2,25	0,28	9,82
	24-26	48	367	10	0,47	<i>T. quinqueloba</i> (34%)	0,86	2,86	0,36	14,87
	34-36	53	326	7	0,51	<i>T. quinqueloba</i> (37%)	0,84	2,77	0,30	18,08

### 5.7.2.3 Dominantne i srednje zastupljene vrste foraminifera

U jezgrama s područja srednjeg Jadrana izdvojeno je ukupno 26 dominantnih i srednje zastupljenih vrsta foraminifera (PRILOG VI). Niti jedna vrsta nema relativni udio veći od 4% u svim uzorcima. *E. vitrea* dominira uzorcima jezgara CJ01 i CJ02 i njezin udio je od 13% (interval 24-26 cm jezgre CJ01 i interval 8-10 cm jezgre CJ02) do 21% (interval 22-24% jezgre CJ02). U 15 od 16 uzoraka jezgara s dubine veće od 84 m iz ovog područja (CJ03, CJ04, CJ05, CJ06 i CJ07) vrsta *T. quinqueloba* je dominantna, a u uzorku intervala 8-10 cm (jezgra CJ03) je srednje zastupljena. Udio ove vrste u tim je jezgrama od 7% u jezgri CJ03 (interval 8-10 cm) do 47% u jezgri CJ07 (intervali 8-10 cm i 16-18 cm).

Dvanaest dominantnih i srednje zastupljenih vrsta, sve bentičke, opisane su u jezgri CJ01. Vrsta *E. vitrea* je dominantna u svim intervalima, a sporadično su dominante i vrste *Porosononion sp.* u intervalu 0-2 cm, *Bulimina aculeata* u intervalu 8-10 cm, *Haynesina sp.* i *Buccella granulata* u intervalu 24-26 cm. Srednje zastupljene su vrste *Textularia calva*, *Quinqueloculina stalkerii*, *Bolivina spathulata*, *B. aculeata*, *Bulimina marginata*, *Gavelinopsis praegeri*, *Nonionoides turgida*, *Haynesina sp.*, *B. granulata*, *Porosononion sp.* i *Ammonia beccarii*.

U jezgri CJ02 ukupno je 10 dominantnih i srednje zastupljenih vrsta (1 planktonska i 9 bentičkih). Vrsta *E. vitrea* je dominantna u svim istraženim intervalima (gradi od 13% zajednice u intervalu 8-10 cm do 21% u intervalu 22-24 cm). Srednje zastupljene vrste su *Asterigerinata adriatica* i *Haynesina depressula*, a sporadično još i *Textularia calva*, *Bulimina aculeata*, *G. praegeri*, *Astrononion stelligerum*, *Criboelphidium gerthi*, *Porosononion sp.* i *T. quinqueloba*.

Dvanaest dominantnih i srednje zastupljenih vrsta (1 vrsta planktonska i 11 bentičkih) opisano je u jezgri CJ03. Iz podreda Textulariina je 1 vrsta, iz podreda Miliolina 1 vrsta, a iz podreda Rotaliina 10 vrsta. *T. quinqueloba* jedina je dominantna vrsta u površinskom (0-2 cm) i najdubljem (14-16) intervalu, dok je *Haynesina sp.* dominantna u intervalu 8-10 cm. Srednje zastupljene vrste u svim intervalima su *G. praegeri* i *A. adriatica*, a sporadično su srednje zastupljene *Textularia agglutinans*, *Q. stalkerii*, *Bolivina pseudoplicata*, *Globocassidulina crassa*, *Globocassidulina subglobosa*, *Rosalina bradyi*, *A. stelligerum*, *Haynesina sp.*, *A. beccarii* i *T. quinqueloba*.

U jezgri CJ04 ukupno je 8 dominantnih i srednje zastupljenih vrsta (2 planktonske i 6 bentičkih). Iz podreda Textulariina je 1 vrsta, a iz podreda Rotaliina 7 vrsta. *T.*

*quingueloba* je jedina vrsta koja je dominantna u oba intervala (14% u površinskom intervalu, a 18% u intervalu 10-12 cm), a u površinskom intervalu dominantna je još i *Cassidulina laevigata*. Srednje zastupljene vrste u oba intervala su *B. spathulata*, *G. subglobosa*, *G. praegeri* i *A. adriatica*, dok su u površinskom to još i *T. calva* i *Globigerinoides tenellus*, a u najdubljem (10-12 cm) *C. laevigata*.

Jedna planktonska i 5 bentičkih vrsta opisanih iz jezgre CJ05 je dominantnih i srednje zastupljenih (sve vrste su klasificirane kao predstavnici podreda Rotaliina). Od toga je 1 planktonska, a 5 je bentičkih. Vrsta *T. quingueloba* je dominantna (tvori 30-32% zajednice). Srednje zastupljene vrste su *C. laevigata* i *G. subglobosa*, a sporadično to su još i *B. spathulata*, *G. crassa* i *E. vitrea*.

Šest vrsta iz podreda Rotaliina u jezgri CJ06 su u kategorijama dominantnih i srednje zastupljenih vrsta (2 planktonske i 4 bentičkih). Relativnim udjelom od 33-36% (od površinskog do najdubljeg intervala) *T. quingueloba* je dominantna, a srednje zastupljene vrste su *C. laevigata* i *G. crassa*, a sporadično to su još *B. spathulata*, *G. subglobosa*, i *Globorotalia scitula*.

U jezgri CJ07 određeno je ukupno 7 dominantnih i srednje zastupljenih vrsta, sve iz podreda Rotaliina (2 planktonske i 5 bentičkih). *T. quingueloba* je dominantna vrsta (gradi od 34% zajednice u intervalu 24-26 cm do 47% u intervalima 8-10 cm i 16-18 cm). Srednje zastupljena vrsta je *B. spathulata*, a u 4 od 5 istraženih intervala srednje zastupljene su vrste *C. laevigata* i *G. crassa*, a udio srednje zastupljenih u pojedinim intervalima imaju još i *B. marginata*, *Valvulineria minuta* te *Globigerinita glutinata*.

### **5.7.3 Područje Šibenskog zaljeva**

#### **5.7.3.1 Rezultati taksonomskog određivanja foraminifera**

U uzorcima iz jezgre s područja Šibenskog zaljeva prepoznato je i klasificirano 51 rod i 72 vrste foraminifera (od toga, 3 vrste i 3 roda su planktonski). Udio planktonskih foraminifera nije značajan i kreće se od 2% u površinskom intervalu do 4% u najdubljem intervalu (20-22 cm). Foraminifere podreda Rotaliina dominiraju, njihov udio je između 73% u intervalu 20-22 cm do 96% u intervalu 8-10 cm. Znatno je manje foraminifera iz podreda Miliolina, koje čine od 9% zajednice u intervalu 8-10 cm do 13% u interval 20-22 cm. Udio foraminifera iz podreda Textulariina je u rasponu od 7% u intervalu 8-10 cm do

12% u najdubljem intervalu (20-22 cm). Od ukupno 72 vrste, njih 27 je identificirano u svim istraženim uzorcima.

### 5.7.3.2 Indeksi raznolikosti

Indeksi raznolikosti prikazani su u tablici 5.7.3. Broj vrsta raste s dubinom poduzorka u jezgri, od 46 u površinskom do 52 u najdubljem intervalu (20-22 cm). Planktonskih vrsta je 3 u najdubljem intervalu. Vrijednosti Simpsonovog indeksa su podjednake duž jezgre, u površinskom intervalu iznose 0,95, a 0,96 u intervalima 8-10 cm i 20-22 cm. Male razlike su u vrijednostima Shannonovog indeksa, 3,36 je u površinskom intervalu, a 3,50 u najdubljem intervalu (20-22 cm). Indeks ujednačenosti podjednak je te iznosi 0,62 u površinskom intervalu, a 0,64 u intervalima 8-10 cm i 20-22 cm. Fisherov  $\alpha$  indeks ima raspon od 15,58 u površinskom intervalu do 19,39 u najdubljem intervalu.

**Tablica 5.7.3.** Broj vrsta, broj jedinki, broj planktonskih vrsta, udio planktonskih foraminifera (P/P+B), relativna zastupljenost dominantne vrste i indeksi raznolikosti u uzorcima iz jezgara s područja Šibenskog zaljeva.

Jezgra	Interval (cm)	# vrsta	# jedinki	# planktonskih vrsta	P/B+P	Dominantna vrsta (relativna zastupljenost)	Simpsonov indeks	Shannonov indeks	Indeks ujednačenosti	Fisherov $\alpha$ indeks
ŠB01	0-2	46	294	1	0,02	<i>E. vitrea</i> (12%)	0,95	3,36	0,62	15,58
	8-10	51	344	2	0,03	<i>E. vitrea</i> (11%)	0,96	3,49	0,64	16,77
	20-22	52	270	3	0,04	<i>T. calva</i> (10%)	0,96	3,50	0,64	19,39

### 5.7.3.3 Dominantne i srednje zastupljene vrste foraminifera

Izdvojeno je 15 dominantnih i srednje zastupljenih vrsta foraminifera (PRILOG VII), sve bentičke. Iz podreda Textulariina je 1 vrsta, 1 iz podreda Miliolina, a 13 iz podreda Rotaliina. Niti jedna vrsta nije dominantna u svim istraženim intervalima ove jezgre. U površinskom intervalu i intervalu 8-10 cm dominantna je samo *E. vitrea*, dok je u najdubljem intervalu (20-22 cm) dominantna *Textularia calva*. Srednje zastupljene su vrste *Bolivina spathulata* i *Bulimina aculeata* u svim istraženim intervalima te *T. calva*, *Miliolinella subrotunda*, *Bolivina pseudoplicata*, *Gavelinopsis praegeri*, *Rosalina sp.*,

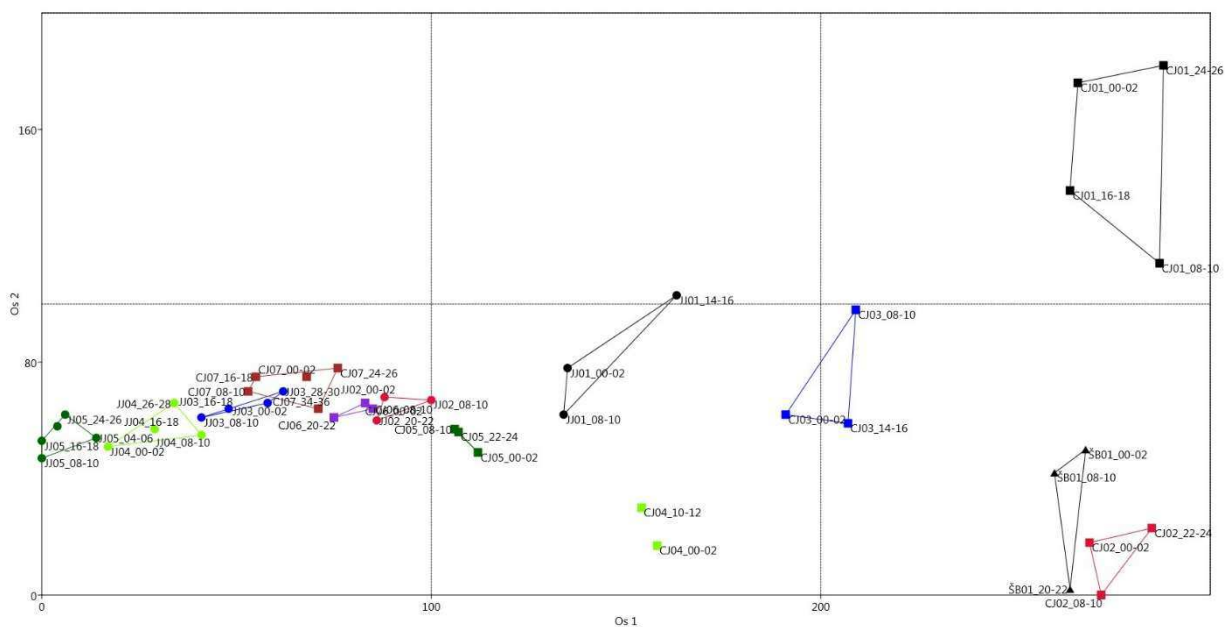


*Eilohedra vitrea*, *Cibicides refulgens*, *Asterigerinata adriatica*, *Astrononion stelligerum*, *Haynesina* sp., *Criboelphidium gerthi*, *Porosononion* sp. i *Reussella spinulosa* samo u nekim od istraženih intervala.

## 5.8 Rezultati statističke analize

### 5.8.1 Rezultati analize korespondencije

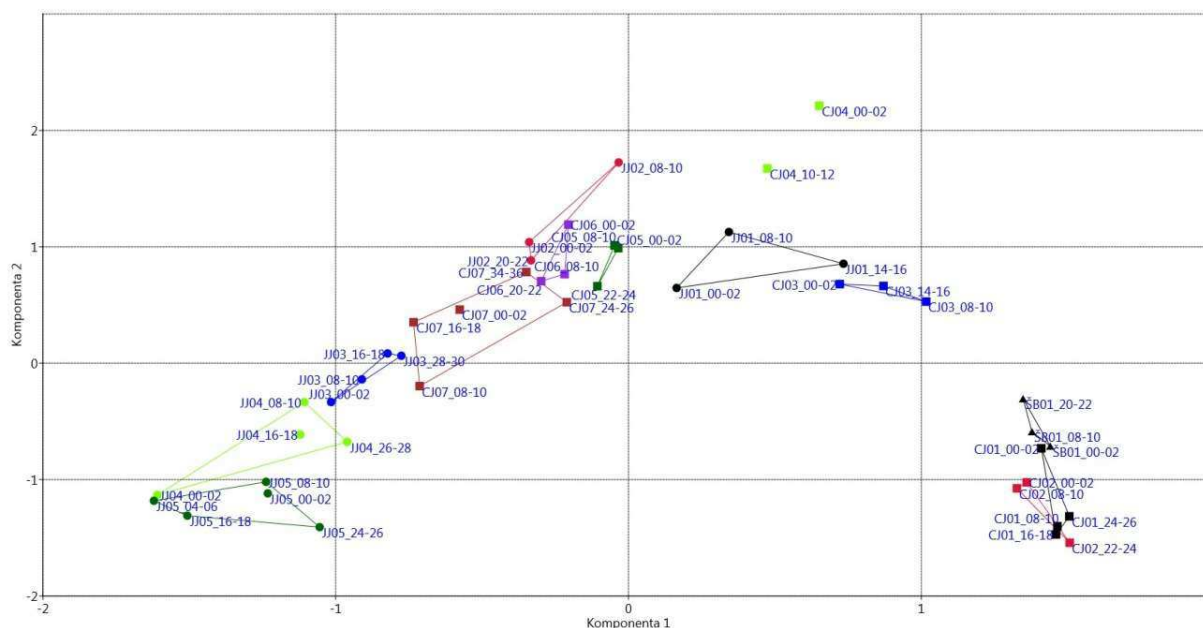
DC analiza napravljena je na temelju relativnih zastupljenosti vrsta (slika 5.8.1). Na grafu se uočava grupiranje uzoraka prema pripadnosti jezgrama kao i slaganje postaja s desna na lijevo po osi 1 od jezgre s najmanje dubine do jezgre uzorkovane na najvećoj dubini. Također se uočava da unatoč većoj razlici dubine između pojedinih postaja s većih dubina (npr. razlika od 860 m između dubina na kojoj su uzorkovane jezgre JJ03 i JJ04) njihova udaljenost po osi 1 je manja nego kod postaja s manjih dubina (npr. razlika od 26 m između dubina na kojoj su uzorkovane jezgre CJ03 i JJ01).



**Slika 5.8.1.** Grafički prikaz rezultata analize korespondencije s povezanim uzorcima iz pojedinih jezgara.

## 5.8.2 Rezultati analize glavnih komponenti

Slika 5.8.2 prikazuje rezultat PC analize koja je napravljena na temelju relativnih udjela vrsta u pojedinim uzorcima. Prema sastavu zajednice može se uočiti grupiranje uzoraka iz pojedinih jezgri te slaganje postaja prema glavnoj komponenti 1 i to tako da s desna na lijevo su postaje poredane prema dubinama na kojima su uzorkovane.



**Slika 5.8.2.** Grafički prikaz analize glavnih komponenti s povezanim uzorcima iz pojedinih jezgara.

## 5.8.3 Rezultati klaster analize

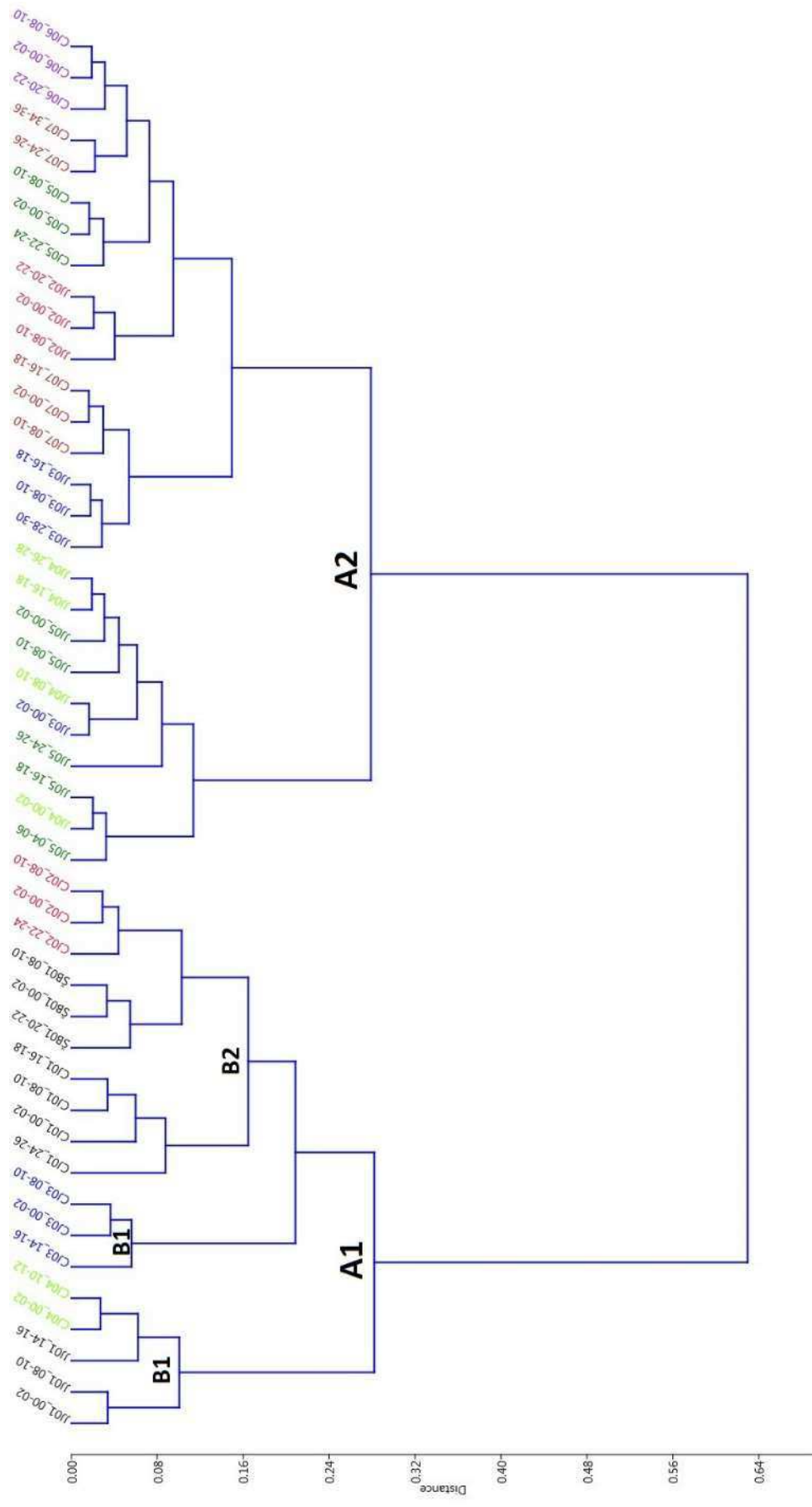
Rezultat klaster analize svih uzoraka Wardovom metodom prema ukupnom sastavu zajednice prikazan je na slici 5.8.3. Ovakvom postavkom analize postaje uzorci su se grupirali prema postajama, a postaje su se prema sastavu zajednice grupirali u dvije glave odvojene grupe što predstavlja i dvije različite foraminiferske asocijacije. U prvoj grupi su postaje uzorkovane do 110 m (u srednjem Jadranu postaje od CJ01 do CJ04, postaja s najpliće dubine iz južnog Jadrana i postaja iz Šibenskog zaljeva), a u drugoj grupi postaje uzorkovane na većim dubinama, u srednjem Jadranu postaje od CJ05 do CJ07 te u južnom Jadranu sve postaje izuzev postaju JJ01.

Unutar asocijacije I prepoznate su 2 podgrupe koje predstavljaju različite foraminiferske biotope. Prva podgrupa iz asocijacije I (B1) obuhvaća uzorke jezgara s

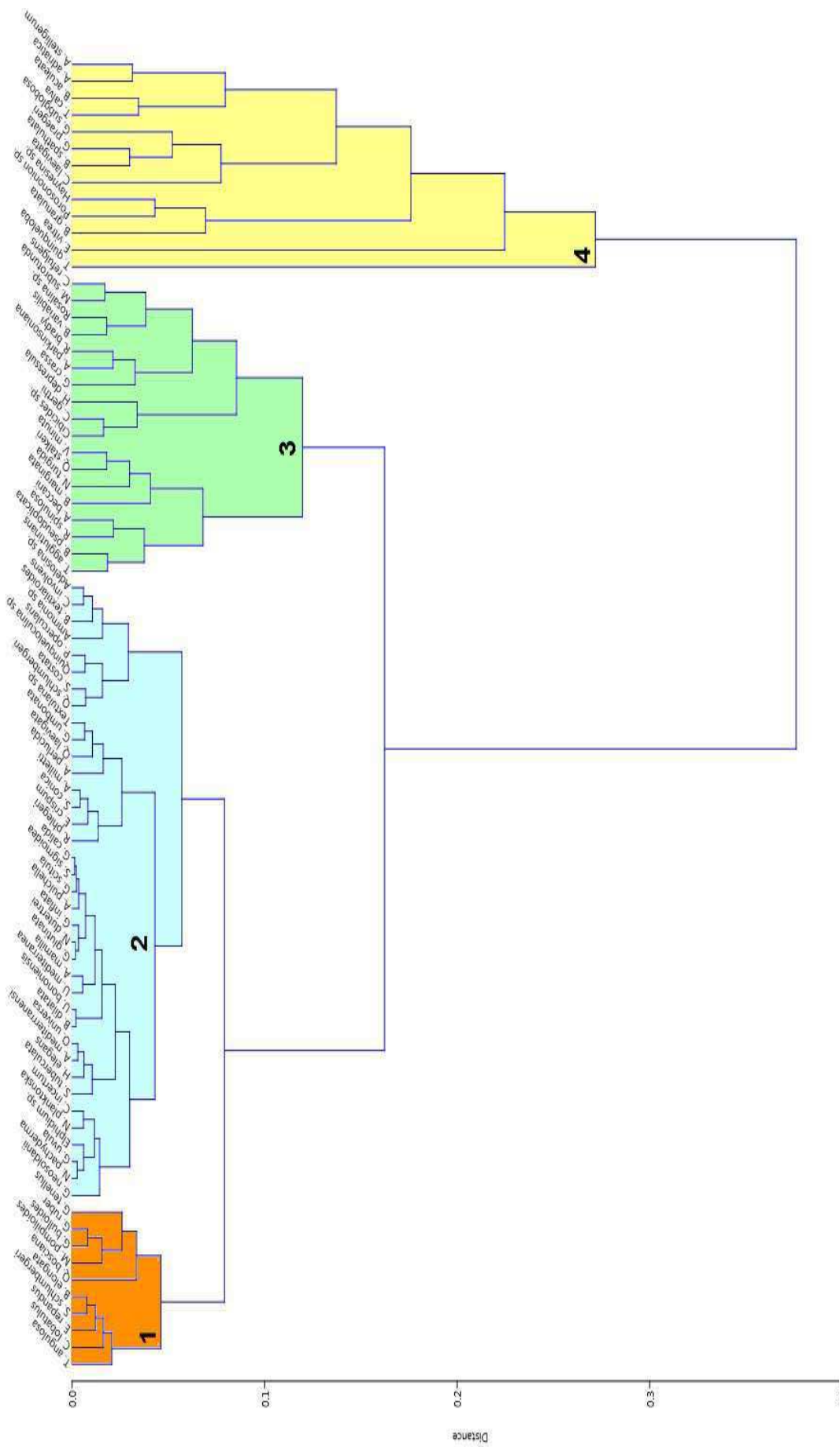
dubine 84-110 m (CJ03, CJ04 i JJ01), dok druga uzorke jezgre iz Kaštelanskog zaljeva (CJ01), uzorke jezgre CJ02 i jezgre iz Šibenskog zaljeva (ŠB01).

Prema dobivenim asocijacijama napravljena je daljnja klaster analiza, analiza vrsta zastupljenih s više od 1,5% u barem jednom uzorku po asocijaciji. Rezultati klaster analize vrsta asocijacije 1 prikazani su na slici 5.8.4. U asocijaciji 1 određena su 4 klastera vrsta. U klasteru 4 grupirane su najzastupljenije vrste: *T. quinqueloba*, *E. vitrea*, *B. granulata*, *Porosonion sp.*, *C. laevigata*, *B. spathulata*, *G. praegeri*, *G. subglobosa*, *T. calva*, *B. aculeata*, *A. adriatica*, *A. stelligerum*.

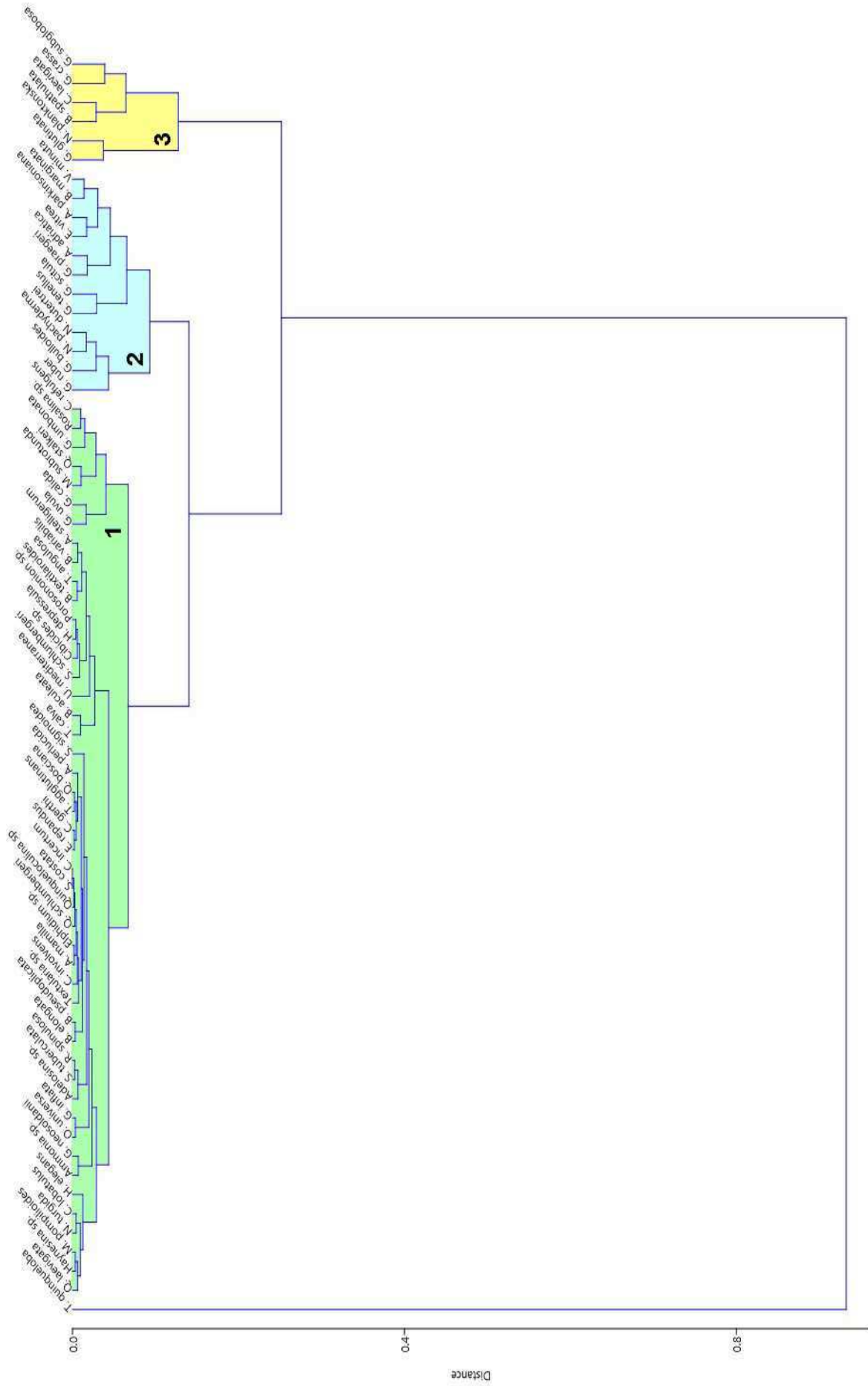
Rezultati klaster analize vrsta zastupljenih s više od 1,5% u barem jednom uzorku asocijacije 2 prikazani su na slici 5.8.5. U ovoj asocijaciji određena su tri klastera vrsta, a najzastupljenija vrsta, *T. quinqueloba* izdvojena je od svih ostalih klastera.



**Slika 5.8.3.** Grafički prikaz rezultata klaster analize svih uzoraka prema ukupnom sastavu zajednice.

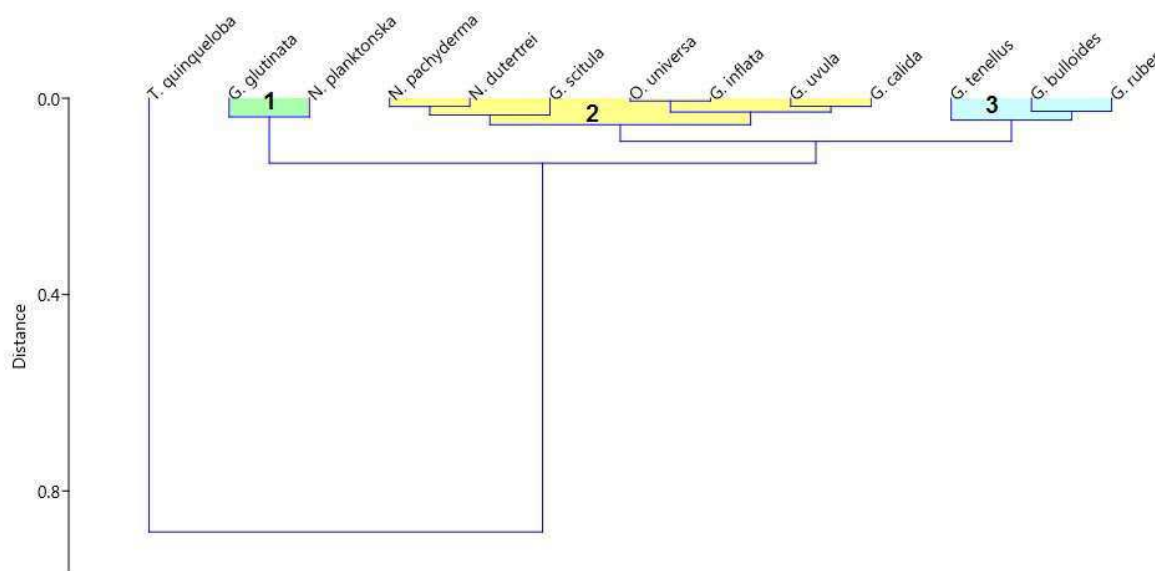


Slika 5.8.4. Rezultati klaster analize vrsta zastupljenih sa više od 1,5% u barem jednom uzorku asocijacije 1.



Slika 5.8.5. Rezultati klaster analize vrsta zastupljenih s više od 1,5% u barem jednom uzorku asocijacije 2.

Klaster analizom planktonskih vrsta iz svih uzoraka zastupljenih s više od 1,5% u barem jednom uzorku izdvajaju se 3 različita klastera vrsta te *T. quinqueloba*, izdvojena od svih ostalih klastera (slika 5.8.6).



**Slika 5.8.6.** Rezultati klaster analize planktonskih vrsta zastupljenih s više od 1,5% u barem jednom uzorku.

#### 5.8.4 Rezultati analize korelacije

Rezultati analize korelacije među parametrima prikazani su u tablici 5.8.1. Međusobno su korelirane eigenvalues prve (PC1 vrste) i druge (PC2 vrste) glavne komponente PC analize relativnih udjela svih vrsta u uzorcima u kojima je napravljena analiza foraminiferske zajednice, vrijednosti osi 1 (DC1 vrste) i osi 2 (DC2 vrste) DC analize relativnih udjela svih vrsta u uzorcima u kojima je napravljena analiza foraminiferske zajednice, eigenvalues prve (PC1 elementi) i druge (PC2 elementi) glavne komponente PC analize masenih udjela odabranih elemenata u svim uzorcima, vrijednosti osi 1 (DC1 elementi) i osi 2 (DC2 elementi) DC analize masenih udjela odabranih elemenata u svim uzorcima, dubina, pojedinačni udijeli čestica veličine gline, silta, pijeska i šljunaka, vrsta sedimenta, te udio karbonatne komponente i organske tvari u sedimentu.

Visok stupanj korelacije (0,98) između vrijednosti prve glavne komponente (PC 1 vrste) PC analize foraminiferske zajednice i osi 1 (DC 1 vrste) DC analize foraminiferske zajednice ukazuju na to da se te dvije analize međusobno potvrđuju. Također se uočava značajna negativna povezanost između vrijednosti „PC 1 vrste“ i „DC 1 vrste“ te prve glavne komponente (PC 1 elementi) PC analize sastava odabranih elemenata u sedimentima (-0,68 između „PC 1 vrste“ i „PC 1 elementi“ te -0,61 između „DC 1 vrste“ i „PC 1 elementi“). Dubina je snažno negativno povezana s prvom glavnom komponentom PC analize i osi 1 DC analize foraminiferske zajednice (-0,76 i -0,70). S prvom glavnom osi PC analize i osi 2 DC analize elementarnog sastava sedimenta dubina je značajno povezana (0,51 i 0,50). Udio gline ne utječe na „PC 1 vrste“ (-0,68), „DC 1 vrste“ (-0,67) i „DC 1 elementi“ (-0,51), ali kontrolira parametar „PC 1 elementi“ (0,64). Udio silta značajno je negativno povezan s „PC 2 vrste“ (-0,45), a snažno negativno povezan s „PC 2 elementi“ (-0,73) i „DC 1 elementi“ (-0,80). Udio pijeska značajno je povezan s „PC 2 vrste“ (0,50), značajno negativno povezan s „PC 1 elementi“ (-0,50) te snažno povezan s „PC 2 elementi“ (0,76) i „DC 1 elementi“ (0,88). Udio karbonata značajno je povezan s „PC 1 vrste“ (0,60), „DC 1 vrste“ (0,61) i „DC 1 elementi“ (0,49) te značajno negativno povezan s „PC 1 elementi“ (-0,66). Udio organske tvari značajno je negativno povezan s „PC 2 vrste“ (-0,58), „PC 2 elementi“ (-0,64) i „DC 1 elementi“ (-0,61) te značajno pozitivno povezan s „DC 2 elementi“ (0,49).

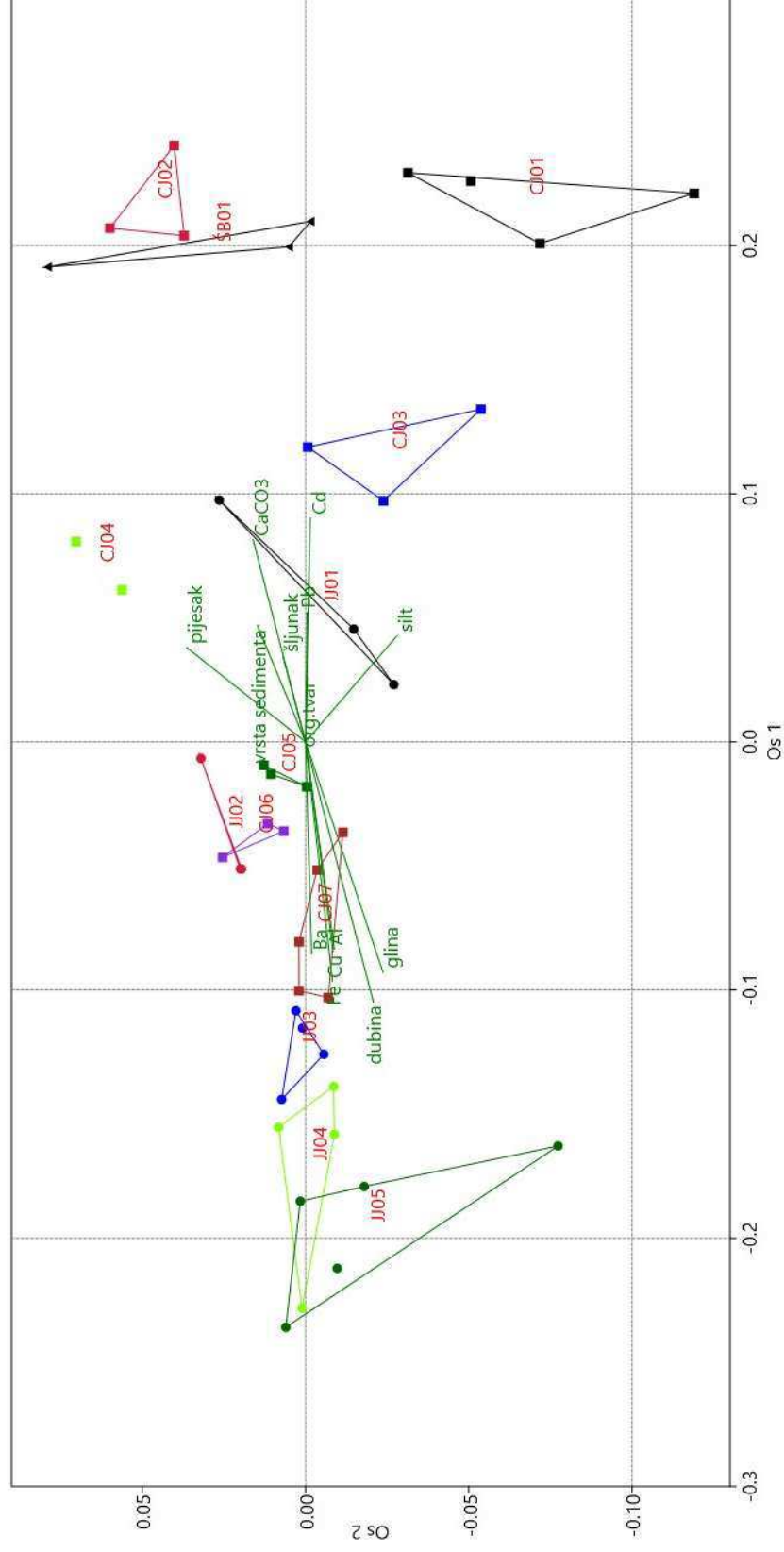
#### **5.8.5 Rezultati nemetričkog multidimenzionalnog skaliranja**

Na slici 5.8.7 prikazan je grafički prikaz nemetričkog multidimenzionalnog skaliranja koje je izrađeno na temelju relativnih udjela vrsta u pojedinim uzorcima s izabranim parametrima okoliša i sedimenta (dubina, udio čestica veličine gline, silta, pijesaka i šljunka, vrsta sedimenta, udio karbonatne komponente, udio organske tvari te maseni udjeli Al, Fe, Cu, Cd, Ba, Pb u sedimentima). Uzorci pojedinih jezgara grupirali su se međusobno. Prema sastavu i abundanciji foraminifera jezgre su se razvrstale duž osi 1 i donekle po osi 2. Prema nemetričkom multidimenzionalnom skaliranju, raspodjela uzoraka/jezgara prema sastavu zajednice povezan je s desna na lijevo ponajviše s porastom dubine, a zatim s porastom udjela čestica veličine gline te vrijednosti masenih udjela Al, Fe, Cu, i Ba te s padom vrijednosti masenih udjela Cd i Pb, udjela karbonata i čestica veličine šljunka. Raspodjela duž osi 2 poklapa se od dolje prema gore s porastom udjela čestica veličine pijeska te padom udjela čestica veličine silta.



**Tablica 5.8.1. Rezultati analize korelacije među pojedinim parametrima (PC1 vrste=eigenvalues prve glavne komponente PC analize relativnih udjela svih vrsta u uzorcima u kojima je napravljena analiza foraminiferske zajednice; PC2 vrste=eigenvalues druge glavne komponente PC analize relativnih udjela svih vrsta u uzorcima u kojima je napravljena analiza foraminiferske zajednice; DC1 vrste=vrijednosti osi 1 DC analize relativnih udjela svih vrsta u uzorcima u kojima je napravljena analiza foraminiferske zajednice; DC2 vrste=vrijednosti osi 2 DC analize relativnih udjela svih vrsta u uzorcima u kojima je napravljena analiza foraminiferske zajednice; PC1 elementi=eigenvalues druge glavne komponente PC analize masenih udjela odabranih elemenata u svim uzorcima; DC2 elementi=eigenvalues druge glavne komponente PC analize masenih udjela odabranih elemenata u svim uzorcima; DC1 elementi=vrijednosti osi 1 DC analize masenih udjela odabranih elemenata u svim uzorcima; DC2 elementi=vrijednosti osi 2 DC analize masenih udjela odabranih elemenata u svim uzorcima; glina=udio čestica veličine gline; silt=udio čestica veličine silta; pijesak=udio čestica veličine pijeska; šljunak=udio čestica veličine šljunka; CaCO<sub>3</sub>=udio karbonatne komponente; Org. tvar=udio organske tvari; n=46; zelenom bojom označene su vrijednosti s razinom značajnosti, p<0,01; plavom bojom su označene vrijednosti s razinom značajnosti, p=0,01-0,05).**

PC 2 vrste	DC 1 vrste	DC 2 vrste	PC 1 elementi	PC 2 elementi	DC 1 elementi	DC 2 elementi	dubina	glina	silt	pijesak	šljunak	vrsta sedimenta	CaCO <sub>3</sub>	Org. tvar
PC 1 vrste	0.00	0.98	-0.68	-0.19	-0.07	-0.25	-0.76	-0.68	0.28	0.30	0.26	0.36	0.60	0.17
PC 2 vrste	-0.14	-0.15	-0.24	0.66	0.60	-0.41	-0.45	-0.27	-0.45	0.50	0.11	0.31	-0.02	-0.58
DC 1 vrste	0.17	0.17	-0.61	-0.25	-0.13	-0.17	-0.70	-0.67	0.34	0.25	0.26	0.34	0.61	0.25
DC 2 vrste	0.03	-0.32	0.03	-0.32	-0.27	-0.28	-0.15	0.06	0.30	-0.24	-0.08	-0.17	-0.21	-0.08
PC 1 elementi				-0.08	-0.23	0.22	0.54	0.64	0.08	-0.50	-0.33	-0.53	-0.66	0.07
PC 2 elementi				0.94	-0.20	-0.20	-0.11	-0.39	-0.73	0.76	0.22	0.61	0.32	-0.64
DC 1 elementi					-0.19	-0.19	-0.09	-0.51	-0.80	0.88	0.36	0.77	0.49	-0.61
DC 2 elementi							0.50	0.13	0.10	-0.16	-0.08	-0.02	0.04	0.49
dubina							0.60	0.60	-0.23	-0.29	-0.18	-0.28	-0.33	0.07
glina								0.07	0.07	-0.76	-0.41	-0.81	-0.79	0.11
silt										-0.68	-0.27	-0.46	-0.28	0.61
pijesak										0.31	0.31	0.84	0.72	-0.48
šljunak												0.60	0.47	-0.11
vrsta sedimenta													0.81	-0.25
CaCO <sub>3</sub>														0.01



**Slika 5.8.7.** Grafički prikaz nemetričkog multidimenzionalnog skaliranja s povezanim uzorcima iz pojedinih jezgara (glina=udio čestica veličine gline; silt=udio čestica veličine silta; pijesak=udio čestica veličine pijeska; šljunak=udio čestica veličine šljunka; CaCO<sub>3</sub>=udio karbonatne komponente; org. tvar=udio organske tvari; Al, Fe, Cu, Cd, Ba, Pb = maseni udjeli pojedinih elemenata).

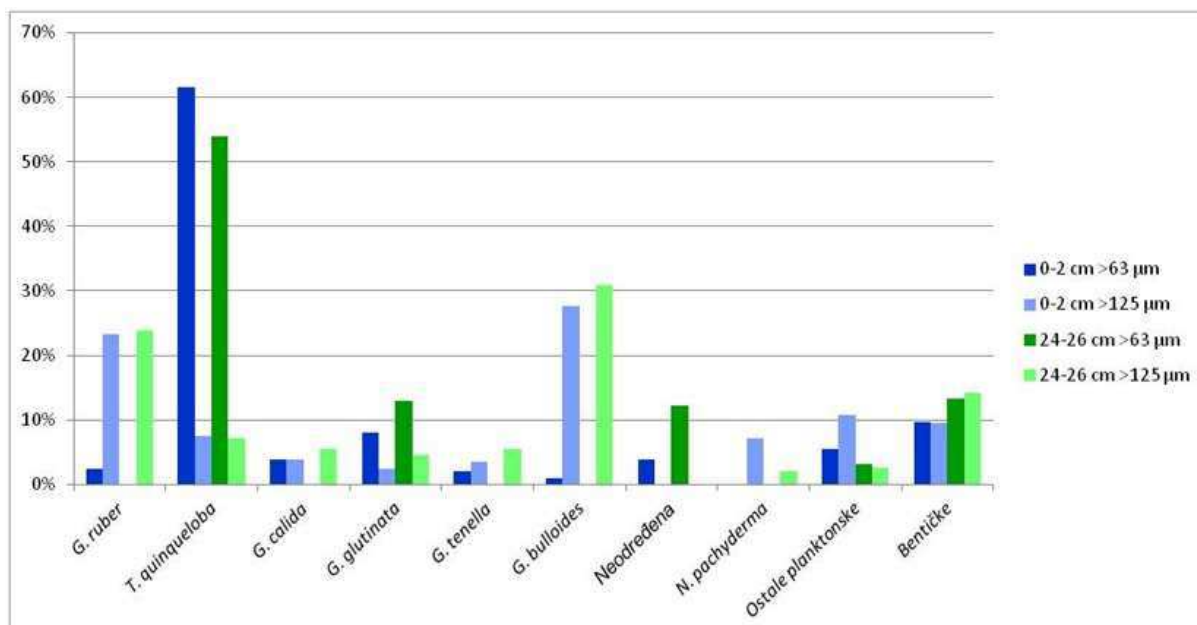
## 6 RASPRAVA

### 6.1 Utjecaj veličine otvora sita na interpretaciju zajednica planktonskih foraminifera

Utjecaj veličine otvora sita analiziran je na zajednicama foraminifera gdje brojnošću dominiraju planktonske foraminifere. Opisana je zajednica koja se pojavljuje u dva intervala jezgre s dubine od 1200 m u južnom Jadranu (JJ05). Kako planktonske foraminifere pokazuju jaku separaciju vrsta prema veličini kućica bilo je potrebno testirati hoće li analiza dviju frakcija istog uzroka pokazati rezultate koji kad se interpretiraju omogućuju vjerodostojnu rekonstrukciju ili ne. Naime, planktonske se foraminifere koriste kako za procjenu paleodubina tako i za procjenu paleotemperatura. Zanimljivo je bilo korelirati podatke dviju frakcija kad se zna pravo stanje okoliša.

Najzastupljenija planktonska vrsta u istraživanim uzorcima je *Turborotalita quinqueloba*, vrsta mješanog sloja (sa simbiontima), a koja je najčešća u gornjih 100 m vodenog stupca (Kucera i sur., 2005). Spinozna i sa simbiontima vrsta *Globigerina bulloides* nastanjuje površinske (0-50) i podpovršinske (20-75 m) zone gdje temperature variraju između 0 i 27 °C (najveću brojnost dostiže kada su temperature između 3 i 19 °C; Bé & Tolderlund, 1971). U manjem obilju, predstavnici te vrste pojavljuju se u umjerenim do subpolarnim vodenim masama i zonama *upwelling*-a u nižim geografskim širinama (Bé & Tolderlund, 1971; Lončarić i sur., 2006; Jonkers i sur., 2013). *Globigerinoides ruber*, vrsta sa simbiontima, česta je u tropskim i subtropskim morima gdje živi u miješanom sloju tijekom cijele godine (Hemleben i sur., 1989). Među vrstama koje su karakteristične za hladna mora je *Globigerinita glutinata*, čiji predstavnici iako imaju endosimbionte nastanjuju termoklinski sloj (Lončarić i sur., 2006; Friedrich i sur., 2012). Usporedba brojnosti jedinki vrsta koje obitavaju u plićem (ili su karakteristične za tropska i subtropska mora) i dubljem vodenom sloju (ili u morima umjerenih i subpolarnih područja) upućuje na važnost odabira frakcije (odabir veličine otvora sita; Bé & Hutson, 1977). U frakciji >63 µm najveći udio imaju vrste koje su karakteristični stanovnici termoklinskog sloja ili žive u još dubljim dijelovima, dok su u frakciji >125 µm najzastupljenije vrste iz zone miješanja

(slika 6.1.1). Također se može primijetiti blago smanjenje udjela *T. quinqueloba* u starijem intervalu (PRILOG V).



**Slika 6.1.1.** Relativne zastupljenosti planktonskih vrsta i skupine bentičkih vrsta u različitim frakcijama dvaju intervala iz jezgre JJ01.

Sastav zajednice mijenja s obzirom na odabranu veličinu otvora sita. Relativno manja foraminifera *T. quinqueloba* dominira u sitnijoj frakciji, dok je u krupnijoj frakciji srednje zastupljena (<10 %). S druge strane vrste poput *G. bulloides* i *G. ruber* postaju dominantne u krupnijoj frakciji. Bogatstvo vrsta, Shannonov indeks i indeks ujednačenosti slični su u površinskom i najdubljem intervalu jezgre JJ01, a povećavaju se s povećanjem otvora sita, suprotno trendu koji zabilježenom u Arapskom moru (Peeters i sur., 1999). I ovdje se primjećuje razlika kada se uspoređuju različite frakcije (tablica 5.7.1). Krupnija frakcija ima veću ravnomjernost zbog toga što u sitnijoj frakciji oba poduzorka dominira jedna vrsta, *T. quinqueloba*. Omjer planktonskih i bentičkih vrsta ne mijenja se značajno s obzirom na veličinu sita. Provedena analiza je pokazala kako dabor sita nije utjecao na indekse bioraznolikosti, ali niti na dominaciju tipova planktonskih foraminifera prema staništima. Utjecao je na abundaciju pojedinih vrsta što je i logično budući da vrste pokazuju pripadnost različitim veličinskim razredima. Za analizu ostalih uzoraka odabrana

je frakcija >63  $\mu\text{m}$  u skladu sa standardizacijskim protokolom FOBIMO (Schönfeld i sur., 2012).

S druge strane, utjecaj različitih staništa i strategija planktonskih vrsta, brzina reprodukcije (uključujući i predaciju) i nestajanje kućica također utječe na sastav zajednice. Analizirajući zajednice iz frakcije >63  $\mu\text{m}$  Kellogg (1984) je zaključio da njihov sastav ovisi o otapanju na pojedinom području ili dubokim vodama. Smanjenje brojnosti vrsta podložnih otapanju, poput *G. bulloides* i *G. ruber* u zajednici *T. quinqueloba* može biti uzrokovano *postmortem* procesima (Berger, 1968; Berger & Piper, 1972; Ruddiman & Heezen, 1967; Martinez & Bedoya, 2001; Kucera, 2007).

## 6.2 Redoks potencijal u sedimentu istočne strane Jadrana i utjecaj na zajednicu foraminifera

U svim istraženim jezgrama (osim u jezgri JJ04) uočen je klasični vertikalni redoks profil s redoks-klinom (slika 5.2.1), pri čemu u uskom intervalu od nekoliko centimetara (1-3 cm) dolazi do naglog opadanja vrijednosti redoks potencijala unutar sedimenta i stabilizacije u uskom rasponu negativnih vrijednosti. Jezgra JJ04 iz područja južnog Jadrana jedina je koja ne pokazuje takav redoks profil, međutim to može biti iz razloga što je dohvaćena jezgra prekratka te redoks-klina nije dohvaćena. Jezgre s najmanjih dubina, ŠB01 iz Šibenskog zaljeva i CJ01 iz Kaštelanskog zaljeva, negativnog su redoks potencijala duž cijele jezgre, međutim, i u njima je prisutna redoks-klina.

U jezgrama s područja južnog i srednjeg Jadrana uočava se jasan trend produbljivanja redoks-kline s povećanjem dubine uzorkovanja. U jezgrama s područja srednjeg Jadrana zabilježeno je da se u jezgrama dostiže podjednako negativan redoks potencijal (oko -135 mV). U jezgrama s područja južnog Jadrana s porastom dubine osim što je redoks klina zabilježena na sve većim dubinama unutar jezgre (s iznimkom jezgre JJ04), također jezgre dostižu manje negativne razine redoks potencijala (od oko -150 mV u jezgri JJ01 do oko -2 mV u jezgri JJ05).

Usporedba redoks potencijala s granulometrijskim značajkama jezgara pokazuje da granulometrijski sastav nije dominantno kontrolirao redoks uvijete u jezgrama jer su jezgre s većih dubina, unatoč većim udjelima frakcija veličine gline i silta imale manje negativne raspone redoks potencijala, a jezgre s povećanim udjelima pijeska (CJ03 i CJ04) dostizale

su jednako negativan redoks potencijal kao i ostale jezgre iz tog područja s relativno plitkim redoks-klinama.

Usporedbom redoks potencijala s udjelom organske tvari u sedimentu, primjećuje se da ni organska tvar nije primarni čimbenik koji kontrolira stvaranje redoks-kline jer dvije jezgre s područja srednjeg Jadrana s najmanjim udjelom organske tvari i najvećim udjelima pijeska (CJ03 i CJ04) dostižu jednako negativan redoks potencijal kao i ostale jezgre s tog područja. U jezgrama s područja južnog Jadrana, unatoč činjenici da je u jezgrama dohvaćenih na većim dubinama zabilježen veći udio organske tvari duž jezgre, one imaju manje negativne vrijednosti redoks potencijala.

Mjerenja masenih udjela mangana i molibdena, kemijskih elemenata koji se inače povezuju s redoks uvjetima u sedimentima (Huerta-Diaz i sur., 1992; Mackenzie, 1975) pokazuju povećane vrijednosti u intervalima iznad redoks-kline, u oksidnom dijelu jezgre što je posljedica prijelaza u reducirani otopljeni oblik ovih elemenata u području negativnog redoks potencijala sedimenta, te ponovnom migracijom u više nivoe gdje dolazi do prelaska u oksidirani oblik te taloženje ovih elemenata u formi oksida i hidroksida kako to pokazuje i literatura.

Sastav i abundancija foraminiferskih zajednica iz istraženih jezgara nisu pod utjecajem redoks uvjeta jer nema nikakvog povećanja udjela infaunalnih vrsta tipičnih za slabo ili slabije oksigenirana staništa (TROX model; Jorissen i sur., 1995).

### **6.3 Granulometrijske značajke sedimenata u području srednjeg i južnog Jadrana i utjecaj na foraminifersku zajednicu**

U većini istraženih jezgara (11 od 13) prevladavaju čestice veličine mulja, osim na postajama s dubine 84 m (CJ03) i 109 m (CJ04) iz središnjeg Jadrana gdje prevladavaju čestice veličine pijeska (slike 5.3.1 do 5.3.3). Dužinom pojedinih jezgara granulometrijski sastav je relativno konstantan. Međutim, jezgre s područja južnog i srednjeg Jadrana imale su veći udio čestica veličine gline s porastom dubine uzorkovanja. Iznimke su jezgre CJ03 i CJ04 gdje dominacija čestica veličine pijeska popraćena s najvišim udjelom karbonatne komponente (do 70,19%) i najnižim udjelom organske tvari (1,21% do 3,39%) može upućivati da se radi o reliktnim pijescima (Pigorini, 1968). Na ovim postajama najmanja je

dominacija jedne vrste (tablica 5.7.2), tj. zabilježeni su i najviši indeksi ujednačenosti (0,66 u intervalu 8-10 cm jezgre CJ03).

Udio organske tvari u uzorcima među jezgrama ne razlikuju se značajno prema dubini uzorkovanja (koeficijent korelacije 0,07), a ni prema tipu sedimenta (koeficijent korelacije -0,28) već je u jezgrama najveći udio organske tvari u površinskom intervalu te opada s dubinom unutar jezgri. Najveći udio organske tvari (od 8,33% do 10,54%) izmjeren je u području Šibenskog zaljeva koje je ujedno i estuarij rijeke Krke te odražava donos nutrijenata i organske tvari samom rijekom (Šurija & Branica, 1995; Louis i sur., 2009). U uzorcima postoji značajna povezanost između udjela čestica veličine silta i udjela organske tvari (koeficijent korelacije 0,61; tablica 5.8.1). Sastav zajednice mijenja se s obzirom na granulometrijski sastav. Porastom udjela čestica veličine pijeska raste udio epifaunalnih vrsta (koeficijent korelacije 0,72), a relativni udio epifaunalnih naspram infaunalnih vrsta ne pokazuju povezanost s udjelom organske tvari u sedimentu, što odudara od TROX modela (Jorissen i sur., 1995). To može biti posljedica činjenice da pojedine vrste mogu migrirati unutar sedimenta i živjeti kao epifaunalne/plitke infaunalne vrste (Barmawidjaja i sur., 1992; Linke & Lutze, 1993). S obzirom na dominantne vrste u zajednicama bentičkih foraminifera, razlikuju se tri podgrupe jezgara u području srednjeg Jadrana, a što se podudara i s razlikama u granulometrijskom sastavu sedimenata koji ih sadrže. *Eilohedra vitrea*, vrsta koja se hrani fitodetritusom i koja je dominirala zajednicama u jezgrama CJ01 i CJ02, manje je zastupljena u zajednicama jezgara CJ03 i CJ04 u kojima je i izmjeren najmanji udio organske tvari. U bentičkim zajednicama opisanim u jezgrama s većih dubina, gdje je veći udio organske tvari (CJ05-CJ07) vrsta je srednje zastupljena, i pojavljuje se uz epifaunalnu/plitku infaunalnu vrstu *Cassidulina laevigata* i infaunalnu *Globocassidulina subglobosa* (Murray, 2006; 1991).

Istočno-jadranski šelf je prostor značajne produkcije biogenog karbonatnog sedimenta izvan tropskog pojasa te tu dominiraju miješani karbonatno-siliciklastični sedimenti. Pri tome se karbonatna komponenta sastoji uglavnom od recentnih biogenih čestica, a siliciklastična komponenta je zastupljena uglavnom u sitnozrnatoj frakciji (Pikelj, 2010). I u uzorcima iz ovoga rada karbonatna komponenta većinom je zastupljena u frakciji veličine pijeska (koeficijent korelacije  $\text{CaCO}_3$ /pijesak iznosi 0,72, a  $\text{CaCO}_3$ /glina - 0,81).

Rezultati granulometrijske analize te analize karbonata i organske tvari usporedivi su s rezultatima prethodnih istraživanja s istočnog dijela Jadrana (Vdović & Juračić, 1993; Faganeli i sur., 1994; Ujević i sur., 1998; Bogner i sur., 2004; Matijević i sur., 2008; Pikelj, 2010) s nešto većim udjelima sitnozrnatih čestica. Tako, Matijević i sur. (2008) navode raspon udjela čestica veličine gline od 2% do 60% s porastom dubine, međutim, najdublja postaja u tom istraživanju bila je na dubini 201 m. U južni Jadran glinoviti sedimente prisižu s Albanske obale (Tomadin, 2000) na koju velike količine glinovitog sedimenta pritižu Albanskim rijekama (Gjiknuri, 1995). U duboke dijelove južnog Jadrana sitnozrnati sediment može pristizati i turbiditnim strujama (Tomadin, 2000). Jorrisen i sur. (1993) su naznačili da su neki od sedimenata uzorkovani iz središnjeg dijela južnog Jadrana (s dubina 868-1234 m) turbiditi. U istraživanju osobina površinskih sedimenata u srednjem i južnom Jadranu (Bogner i sur., 2004) najviše udjele organske tvari imala je postaja iz Šibenskog zaljeva, a ista postaja imala je i visok udio karbonatne komponente biogenog porijekla, što se podudara s rezultatima dobivenim u ovom istraživanju. Također, najmanji udio organske tvari te najviši udio karbonatnih čestica u istraživanju Bogner i sur. (2004) izmjeren je na postaji otvorenog mora, u blizini otoka Visa i postaje CJ04 iz ovog istraživanja.

Statističkom analizom (slika 5.8.7) postaje su prema sastavu foraminiferske zajednice raspodjeljene duž osi 1. Smjer gradijenta promjene udjela čestica veličine gline pod malim je kutom prema osi 1, a snaga tog gradijenta rezultat je značajne korelacije. To ukazuje da je distribucija foraminiferskih vrsta najviše povezana s udjelom čestica veličine gline.

#### **6.4 Odnos masenih udjela istraživanih kemijskih elemenata u sedimentu i sastava foraminiferskih zajednica**

Prema korelacijskim koeficijentima istraženih elemenata (tablica 6.4.1) primjećuju se grupiranje elemenata u tri različite skupine uz stroncij koji se ne uklapa ni u jednu od tih skupina. U prvoj skupini grupirani su elementi Mg, Al, Fe, Be, V, Cr, Sc, Co, Ni, Cu, Ti, Zn, Rb, Zr, Sb, Cs, Ba, Tl i Th. Navedeni elementi s aluminijem imaju koeficijent korelacije od 0,49 do 0,97, a većina ih je i međusobno značajno statistički povezana (tablica 6.4.1). Budući da su Al, Fe i Rb tipični litogeni elementi (Taylor 1964) koji su u istraženim uzorcima značajno povezani s frakcijom čestica veličine gline (koeficijent



korelacije s udjelom čestica veličine gline za Al, Fe i Rb su redom 0,68, 0,64 i 0,68), grupiranje ostalih elemenata uz njih upućuje na njihovo zajedničko terigeno porijeklo. Ova grupa elemenata značajno je povezana s česticama veličine gline, maseni im udio u sedimentu raste s dubinom uzorkovanja (uz iznimku postaja CJ03 i CJ04). Drugu skupinu čine elementi Mn i Mo koji su podložni dinamičnim redoks promjenama pa stoga ukazuju na redoks uvjete u sedimentu budući da redoks uvjeti čine da se njihovi maseni udjeli mijenjaju u odnosu na količinu koja pada taloženjem na dno jer kada istaloženi sediment prispije u zonu negativnog redoks potencijala elementi prelaze u otopinu, migriraju pornim vodama u više nivoe i tu se u oksidnim uvjetima talože kao oksidi i hidroksidi (Huerta-Diaz i sur., 1992; Mackenzie, 1975). Najveće vrijednosti masenih udjela ovih elemenata izmjereni su u intervalima iznad redoks-kline, a ispod nje vrijednosti masenih udjela naglo opadaju. U trećoj skupini uz Pb, Cd i Ag, elemente koji se često povezuju uz onečišćenje (Sadiq, 1992), grupirani su i elementi Se i U. Ne postoji nikakva statistička veza između masenih udjela ovih elemenata i relativnih udjela epifaunalnih vrsta (koeficijenti korelacije su od -0,11 do 0,10) iz čega proizlazi da oni nemaju izravan utjecaj na zajednicu. Stroncij se ne uklapa ni u jednu od navedenih skupina te je vezan uz karbonatnu komponentu sedimenta zbog sličnih kemijskih svojstava s Ca i zamjena  $Ca^{2+}$  sa  $Sr^{2+}$  u karbonatnim mineralima (Pingitore i sur., 1992) te je značajno statistički povezan s karbonatnom komponentom sedimenta (koeficijent korelacije 0,68) .

Budući da aluminij većinom dolazi iz prirodnih izvora gdje se nalazi kao jedan od glavnih elemenata u kristalnoj strukturi minerala glina, a relativni omjeri elemenata u tragovima i aluminija su poprilično konstantni (Taylor 1964; Taylor & McLennan, 1981) usporedba izmjerenih masenih udjela pojedinog elementa u tragovima i aluminija, na različitim mjestima može se koristiti u otkrivanju mogućih antropogenih izvora (Schropp & Windom, 1988). Dok su elementi grupirani u skupinu s aluminijem (terigeno porijeklo) imali linearni odnos s masenim udjelom Al (npr. Rb i Ba, slika 6.4.1 A i B), elementi grupirani s olovom imali su značajno povišene vrijednosti u uzorcima jezgre iz Šibenskog zaljeva (Pb, Cd, Ag, U, slika 6.4.1 C-F) što može upućivati na njihovo antropogeno porijeklo. U toj jezgri nisu utvrđene dominacije pojedinih foraminiferskih vrsta ili rodova kao ni odstupanja vrijednosti indeksa raznolikosti, iz čega zaključujem kako zabilježene količine ovih elemenata nemaju izravan štetan utjecaj na zajednicu foraminifera u ovom području. Elementi u tragovima, Ba, Cd i Zn, s većim prostornim i vremenskim

varijacijama u kraćim periodima, ponašaju se kao nutrijenti, površinske su vode siromašne njima, a njihove koncentracije s dubinom rastu (Nozaki, 2001).

Kadmij koji je mjera za količinu nutrijenata (koristi se i za rekonstrukciju modela cirkulacije u oceanima; Boyle & Keigwin, 1985; Boyle, 1988) ima značajno negativni trend prema relativnom udjelu planktonskih foraminifera (koeficijent korelacije -0,61), a značajno pozitivan s relativnim udjelima bentičkih vrsta *Bulimina aculeata*, *E. vitrea*, *Haynesina sp.*, *Porosonion sp.* i *Textularia calva* (koeficijenti korelacije su redom 0,64, 0,50, 0,45, 0,57, 0,59), odnosno s vrijednosti indeksa raznolikosti (koeficijent korelacije između Cd i indeksa ujednačenosti je 0,60). Nabrojane vrste različitog su stila života (epifauna, plitka infauna, infauna), ali sve imaju isti način hranjenja i sve preferiraju eutrofične sredine.

Maseni udjeli željeza i bakra, koji su često važni mikronutrijenti u vodenom stupcu (Coale, 1991; Takeda, 2011), značajno su povezani s relativnim udjelom planktonskih foraminifera i relativnim udjelom *T. quinqueloba* u zajednici. Koeficijenti korelacije su za Fe 0,69 s relativnim udjelom planktonskih foraminifera i 0,70 s relativnim udjelom *T. quinqueloba*, a za Cu 0,65 s relativnim udjelom planktonskih foraminifera i 0,67 s relativnim udjelom *T. quinqueloba*. Vrsta je stanovnik termoklinskog sloja vodenog stupca i ima samo jednu strategiju hranjenja, pri čemu ovisi o raspoloživosti hrane u vodenom stupcu (Asano i sur. 1968; BouDagher-Fadel, 2013). Kada se termoklina razvija u eufotičkoj zoni (u gornjih 100m stupca; Fairbanks & Wiebe, 1980), svjetlo i bogatstvo nutrijenata omogućuje veliku primarnu produkciju. Abundancija fitoplanktona podržava okoliš bogat zooplanktonom, uključujući planktonske foraminifere.

Distribucija barija, proksi za količinu nutrijenata i alkaliniteta te koji se koristi u rekonstrukcijama promjena modela cirkulacije u oceanima (Lea & Boyle, 1989; Lea, 1993) pokazuje pozitivan trend s udjelom planktonskih foraminifera u zajednici i relativnim udjelom najbrojnije vrste *T. quinqueloba*. Dymond i sur. (1992) povezuju veće količine barija s cvjetanjem fitoplanktona, a kako se planktonske foraminifere hrane fitoplanktonom (pa i *T. quinqueloba*) to utječe na abundanciju planktonskih foraminifera. Barij, koji pokazuje statistički značajnu povezanost s Al, u ponekim uzorcima jezgre CJ05 (intervali 0-2 cm, 4-6 cm, 6-8 cm, 8-10 cm) i jezgre JJ03 (intervali 0-2 cm, 2-4 cm, 6-8 cm i 16-18 cm) odstupa od linearnog odnosa (slika 6.4.1 B) te je moguće da se radi o razdobljima kada dolazi do veće produkcije planktona na dekadskim vremenskim skalama.

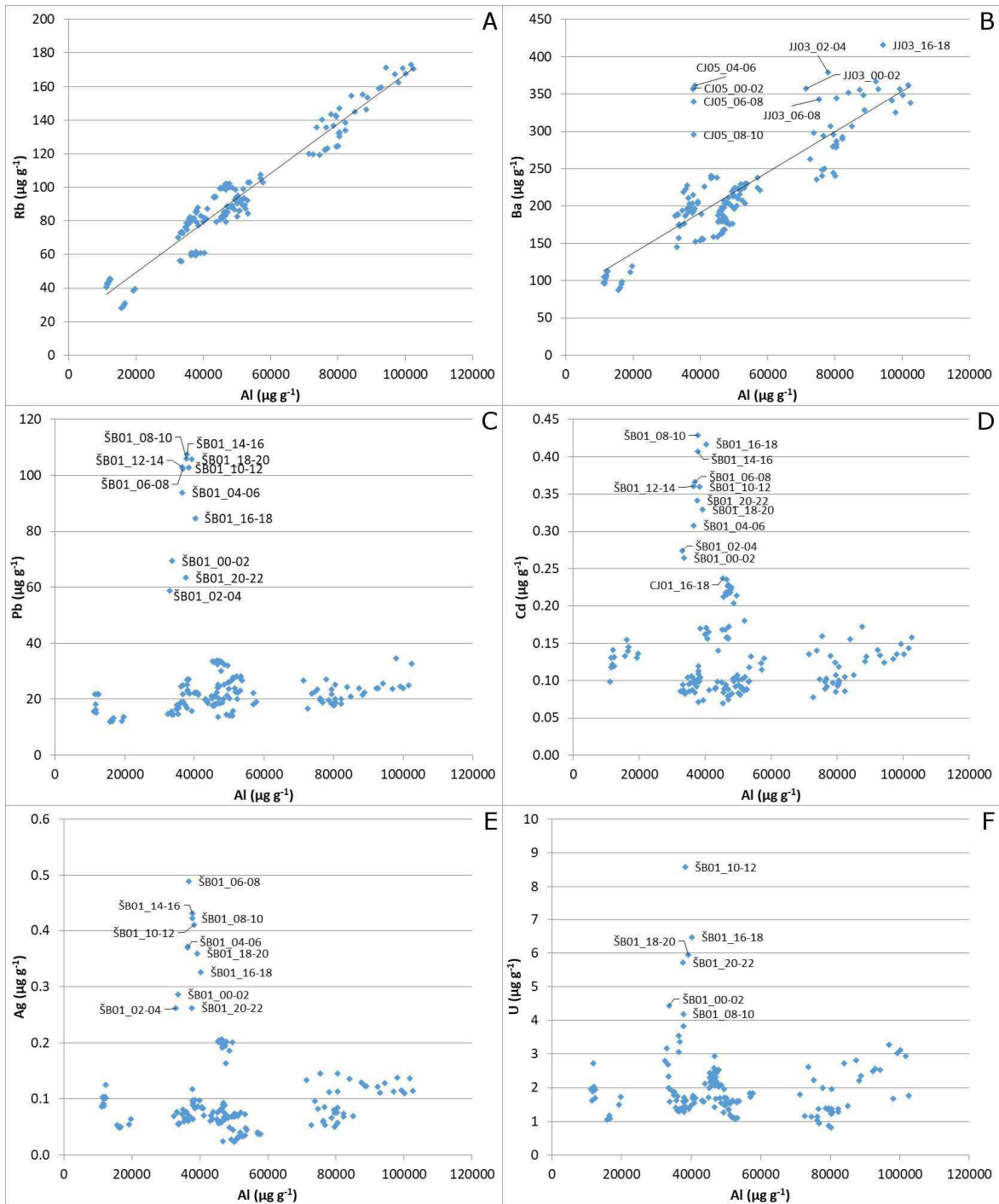
Maseni udjeli mangana i molibdena značajno su statistički povezani (koeficijent korelacije 0,64), a njihova raspodjela dubinom jezgre poklapa se s vertikalnim redoks profilima. Maseni udjeli ovih elemenata najviši su u intervalima iznad redoks-kline te naglo opadaju ispod nje. U jezgrama CJ05-CJ07 iz srednjeg Jadrana uočava se obogaćenje ovim spojevima u površinskim intervalima te su maseni udjeli i do tri puta veći od masenih udjela izmjerenih u intervalima ispod redoks kline. To upućuje na otapanje mangana u reduktivnom sedimentu i polagano premiještanje ionskom i molekularnom difuzijom pornim vodama u oksigenirani površinski sloj sedimenta (Lynn & Bonatti, 1965; Burdige, 1993).

Izmjereni maseni udjeli većine elemenata usporedivi su s vrijednostima navedenim u drugim istraživanjima (Prohić & Kniewald, 1987; Prohić & Juračić, 1989; Dolenc i sur., 1998; Ujević i sur., 1998; De Lazzari i sur., 2004; Ilijanić i sur., 2014) te se kreću u rasponima do sada objavljenih rezultata ili su nešto viši. Prohić & Juračić (1989) prepoznaju da su povećani maseni udjeli Ni, Zn u području estuarija rijeke Krke posljedica povišenih udjela u ishodišnim stijenama, dok za Pb i Cu navode da su povećani u površinskom sedimentu uslijed antropogenog djelovanja što se većinom podudara s rezultatima i ovog istraživanja. Granulometrijske karakteristike sedimenta i porast masenih udjela grupe antropogenih elemenata (Pb, Cd, Ag, Se i U) duž jezgre ŠB01 u Šibenskom zaljevu mogu upućivati da se radi o antropogeno disturbiranom sedimentu.

Prema rezultatima statističke analize (slika 5.8.7) distribucija foraminiferskih vrsta podjednako je povezana s kemijskim elementima iz skupine s aluminijem, dok je zabilježen suprotan smjer gradijenta skupine u kojoj su elementi povezani s antropogenim djelovanjem (Pb, Cd, Ag, Se, U). Niti jedan kemijski element se posebno ne izdvaja kao značajan pri utjecaju na distribuciju vrsta.

**Tablica 6.4.1.** Korelacijski koeficijenti među istraženim elementima, masenim udjelom karbonata i organske tvari u svim istraženim uzorcima (n=152; zelenom bojom označene su vrijednosti s razinom značajnosti, p<0,01; plavom bojom su označene vrijednosti s razinom značajnosti, p=0,01-0,05).

	Al	Fe	Be	V	Cr	Mn	Sc	Co	Ni	Cu	Ti	Zn	Se	Rb	Sr	Zr	Mo	Ag	Cd	Sb	Cs	Ba	Tl	Pb	Th	U	CaCO <sub>3</sub>	OrgTv		
<b>Mg</b>	0.86	0.92	0.88	0.91	0.37	0.78	0.86	0.88	0.73	0.83	0.47	0.22	0.82	0.11	0.75	0.17	-0.19	-0.27	0.59	0.66	0.77	0.12	0.12	-0.21	0.52	-0.13	-0.44	-0.22		
<b>Al</b>	0.93	0.96	0.80	0.41	0.87	0.84	0.84	0.87	0.92	0.65	0.34	0.97	-0.14	0.91	0.33	-0.07	-0.13	0.70	0.89	0.83	0.49	-0.08	0.68	-0.06	-0.64	0.08				
<b>Fe</b>	0.91	0.99	0.93	0.39	0.90	0.91	0.95	0.80	0.96	0.51	0.25	0.95	-0.14	0.86	0.17	-0.24	-0.32	0.60	0.83	0.88	0.33	-0.26	0.70	-0.20	-0.70	-0.19				
<b>Be</b>	0.94	0.77	0.43	0.87	0.85	0.82	0.87	0.91	0.67	0.38	0.94	0.03	0.93	0.33	0.00	-0.10	0.74	0.88	0.83	0.49	-0.03	0.73	0.02	-0.52	0.12					
<b>V</b>	0.90	0.38	0.90	0.89	0.92	0.86	0.96	0.61	0.36	0.96	-0.12	0.89	0.25	-0.13	-0.21	0.69	0.86	0.89	0.43	-0.14	0.71	-0.06	-0.69	-0.08						
<b>Cr</b>	0.29	0.82	0.87	0.95	0.65	0.88	0.36	0.19	0.79	-0.20	0.69	0.01	-0.34	-0.39	0.47	0.65	0.80	0.16	-0.34	0.56	-0.23	-0.67	-0.39							
<b>Mn</b>	0.36	0.60	0.35	0.54	0.34	0.30	-0.08	0.38	0.03	0.39	0.64	-0.06	-0.14	0.29	0.29	0.41	0.10	0.02	0.24	-0.15	-0.26	0.16								
<b>Sc</b>	0.90	0.93	0.73	0.95	0.45	0.22	0.89	-0.30	0.79	0.12	-0.26	-0.37	0.49	0.83	0.81	0.50	-0.25	0.80	-0.17	-0.77	-0.06									
<b>Co</b>	0.93	0.78	0.88	0.39	0.08	0.83	-0.17	0.74	0.28	-0.36	-0.46	0.45	0.70	0.83	0.28	-0.30	0.65	-0.28	-0.71	-0.17										
<b>Ni</b>	0.70	0.92	0.38	0.19	0.84	-0.23	0.72	0.05	-0.37	-0.46	0.46	0.71	0.84	0.27	-0.33	0.66	-0.23	-0.77	-0.27											
<b>Cu</b>	0.77	0.83	0.50	0.82	0.01	0.82	0.59	0.19	0.09	0.76	0.74	0.81	0.53	0.25	0.57	0.12	-0.55	0.24												
<b>Ti</b>	0.53	0.29	0.95	-0.25	0.90	0.13	-0.19	-0.19	-0.27	0.60	0.90	0.86	0.51	-0.22	0.81	-0.14	-0.73	-0.08												
<b>Zn</b>	0.78	0.59	0.18	0.69	0.54	0.66	0.58	0.87	0.60	0.62	0.66	0.68	0.47	0.53	-0.23	0.50														
<b>Se</b>	0.29	0.19	0.40	0.27	0.67	0.62	0.72	0.33	0.38	0.52	0.67	0.31	0.66	-0.09	0.40															
<b>Rb</b>	-0.16	0.94	0.24	-0.11	-0.19	0.67	0.96	0.86	0.53	-0.17	0.79	-0.11	-0.67	0.02																
<b>Sr</b>	0.01	0.19	0.47	0.36	0.27	-0.18	-0.05	-0.23	0.39	-0.10	0.43	0.68	0.16																	
<b>Zr</b>	0.32	0.10	0.01	0.76	0.95	0.83	0.61	0.01	0.82	0.06	-0.50	0.15																		
<b>Mo</b>	0.35	0.33	0.47	0.21	0.25	0.29	0.45	0.04	0.26	-0.03	0.48																			
<b>Ag</b>	0.92	0.50	0.01	-0.03	0.38	0.93	0.00	0.76	0.44	0.61																				
<b>Cd</b>	0.47	-0.07	-0.16	0.35	0.89	-0.13	0.76	0.49	0.57																					
<b>Sb</b>	0.68	0.67	0.57	0.46	0.54	0.50	-0.18	0.32																						
<b>Cs</b>	0.80	0.68	-0.10	0.87	-0.01	-0.59	0.14																							
<b>Ba</b>	0.48	-0.02	0.77	-0.01	-0.65	-0.02																								
<b>Tl</b>	0.37	0.71	0.37	-0.39	0.49																									
<b>Pb</b>	-0.09	0.75	0.33	0.65																										
<b>Th</b>	0.06	-0.53	0.09																											
<b>U</b>	0.34	0.49																												
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	0.17																													



**Slika 6.4.1.** Maseni udjeli Rb (A), Ba (B), Pb (C), Cd (D), Ag (E) i U (F) u svim istraženim uzorcima u ovisnosti o sadržaju aluminija. Navedena su imena samo uzoraka gdje maseni udjeli pojedinog elementa značajno odudaraju od linearnog odnosa s masenim udjelom Al (B) ili su značajno povišeni (C-F).

## 6.5 Foraminiferske zajednice u području srednjeg i južnog Jadrana

Najuočljivija osobina istraživanih foraminiferskih zajednica je zastupljenost planktonskih foraminifera. Postaje iz zatvorenih zaljeva, Šibenskog (ŠB01) i Kaštelanskog (CJ01), imaju 1-4% planktonskih foraminifera u zajednicama (tablice 5.7.2 i 5.7.3), a postotak raste s porastom dubine uzorkovanja te one čine 85-90% zajednice u uzorcima jezgre s najveće dubine (JJ05; 1200 m, tablica 5.7.1). Dominacija planktonskih foraminifera je u zajednicama s postaja dubljim od 175 m, dok je u uzorcima s plićih postaja više bentičkih foraminifera. Tablica 6.5.1 sadrži usporedbu stvarnih dubina s koje su uzorci uzeti i dubina dobivenih pomoću formule za izračunavanje dubina taloženja koju su napravili van der Zwaan i sur. (1990) i koja služi kao mjera u paleoekološkim interpretacijama naslaga. Iako je trend porasta dubina jasan, razlike između izračunatih i stvarnih dubina kretale su se od 1% do 49% što je razumljivo budući da je model napravljen i testiran u oceanima (*ibidem*).

Foraminiferske zajednice iz sedimenata obuhvaćenih ovim istraživanjem podijeljene su na temelju sastava u dvije različite asocijacije. Asocijacija I prisutna je na postajama do 120 m (postaje od CJ01 do CJ04 u srednjem Jadranu, postaja s najpliće dubine iz južnog Jadrana i postaja iz Šibenskog zaljeva). S obzirom na zastupljenost vrsta ova asocijacija nazvana je *Eilohedra vitrea* – *Turborotalita quinqueloba* asocijacija. S brojem jedinki prema abundanciji sljedeće su vrste također značajne: *E. vitrea*, *T. quinqueloba*, *G. subglobosa*, *B. aculeata*, *Asterigerinata adriatica*, *Astrononion stelligerum*, *Haynesina sp.*, *Buccella granulata*, *Porosononion sp.*, *Gavelinopsis praegeri*, *T. calva* i *Bolivina spathulata*. Ova asocijacija razvijena je na pjeskovitoj i muljevitoj podlozi s različitim udjelima karbonatne komponente (18-70%), a obilježava ju mali postotak planktonskih foraminifera (1-31%). Simpsonov indeks iznosi 0,91-0,96, Shannonov indeks iznosi 3,02-3,59, indeks ujednačenosti 0,45-0,66, a Fisherov  $\alpha$  indeks 10,68-26,67 (tablice 5.7.1, 5.7.2 i 5.7.3).

**Tablica 6.5.1.** Usporedba stvarnih dubina uzorkovanja (Dub.) i izračunatih dubina (Izr. dub.) na temelju postotka planktonskih foraminifera (P) u pojedinim uzorcima pomoću formule koju su postavili van der Zwaan i sur. (1990).

Uzorak	P	Dub. (m)	Izr. dub. (m)	Razlika	Uzorak	P	Dub. (m)	Izr. dub. (m)	Razlika
JJ01_00-02	31%		109	-1%	CJ01_00-02	3%		40	6%
JJ01_08-10	28%	110	98	-10%	CJ01_08-10	2%	38	39	2%
JJ01_14-16	18%		69	-37%	CJ01_16-18	3%		40	4%
JJ02_00-02	43%		166	-5%	CJ01_24-26	1%		37	-3%
JJ02_08-10	37%	175	134	-23%	CJ02_00-02	4%		42	-23%
JJ02_20-22	47%		190	9%	CJ02_08-10	5%	54	43	-20%
JJ03_00-02	67%		381	12%	CJ02_22-24	2%		39	-28%
JJ03_08-10	71%	340	449	32%	CJ03_00-02	17%		67	-20%
JJ03_16-18	68%		402	18%	CJ03_08-10	13%	84	58	-31%
JJ03_28-30	62%		324	-5%	CJ03_14-16	14%		59	-30%
JJ04_00-02	89%		836	-19%	CJ04_00-02	22%	109	79	-27%
JJ04_08-10	76%	1030	533	-48%	CJ04_10-12	28%		96	-12%
JJ04_16-18	77%		558	-46%	CJ05_00-02	37%		134	6%
JJ04_26-28	76%		528	-49%	CJ05_08-10	39%	126	141	12%
JJ05_00-02	90%		883	-26%	CJ05_22-24	39%		145	15%
JJ05_00-02 >125 µm					CJ06_00-02	43%		164	11%
JJ05_00-02 >63 µm	91%		901	-25%	CJ06_08-10	48%	148	194	31%
JJ05_02-04	94%		1001	-17%	CJ06_20-22	47%		188	27%
JJ05_04-06	96%	1200	1076	-10%	CJ07_00-02	53%		231	30%
JJ05_08-10	91%		912	-24%	CJ07_08-10	55%		251	41%
JJ05_16-18	93%		966	-19%	CJ07_16-18	56%	178	262	47%
JJ05_24-26					CJ07_24-26	47%		188	6%
JJ05_24-26 >63 µm	87%		775	-35%	CJ07_34-36	51%		219	23%
JJ05_24-26 >125 µm	85%		729	-39%	ŠB01_00-02	2%		38	1%
					ŠB01_08-10	3%	38	40	5%
					ŠB01_20-22	4%		41	9%

Unutar asocijacije I razlikuju se dva različita biotopa. Biotop 1, *Turborotalita quinqueloba* – *Globocassidulina subglobosa* biotop, s više od 10% planktonskih foraminifera i dominacijom jedinki vrste *T. quinqueloba*, karakterističan za dubine 84-110 m i podlogom s najmanje organske tvari (2-6%). Ovaj biotop obilježava i najveći udjel epifaunalnih vrsta (41-63%). U biotopu II, *Eilohedra vitrea* biotopu, nešto je manji udio epifaunalnih vrsta (28-59%), a prevladava oportunistička infauna karakteristična za hipoksične okoliše s dovoljno hrane i niskom energijom vode (Jorissen i sur. 1992;

Murray, 2006). Ovaj biotop karakterističan je za najmanje dubine, od 38 m do 54 m i podloge s najvišim udjelom organske tvari (5-10%) što je u skladu sa zatvorenim okolišima gdje u područjima s najvišim donosom organske tvari prevladavaju oportunističke vrste koje su epifaunalne ili mobilne tj. potencijalno infaunalne (Jorrisen i sur., 1992).

Asocijacija II prisutna je na postajama dubljim od 120 m (postaje od CJ05 do CJ07 u srednjem Jadranu te sve postaje u južnom Jadranu izuzev postaje JJ01) i karakterizirana je visokim udjelima planktonskih vrsta (37-96%). Prema najzastupljenijoj vrsti, ova zajednica je *Turborotalita quinqueloba* zajednica. Uz najzastupljeniju vrstu značajne su još i bentičke vrste *B. spathulata*, *C. laevigata*, *Globocassidulina crassa* i *G. subglobosa* te planktonske *G. glutinata* i *G. ruber*. Simpsonov indeks iznosi 0,39-0,89, Shannonov indeks iznosi 1,03-2,97, indeks ujednačenosti 0,11-0,43, a Fisherov  $\alpha$  indeks 3,70-21,31 (tablice 5.7.1 i 5.7.2). U bentičkom dijelu zajednice prevladava infauna te se njen udio kreće od 48% do 73%. Zajednica ove asocijacije povezana je sa sitnozrnatim sedimentom, muljem. Indeksi raznolikosti značajno su niži nego kod asocijacije I.

Prema Murray (1991) u Jadranu se razlikuje sedam glavnih i 21 manjih asocijacija bentičkih foraminifera. Budući da u većini jezgara ovog istraživanja dominiraju planktonske foraminifere, asocijacije su samo djelomično usporedive. Prema Murray (1991) asocijacija koja je prisutna na najvećim dubinama je asocijacija u kojoj dominira vrsta *Uvigerina mediterranea*, koja je u ovom istraživanju prisutna u svim jezgrama s dubina većih od 120 m u južnom i srednjem Jadranu. Vrsta *Cassidulina laevigata* dominantna je prema Murray (1991) na dubinama od 25 m do 853 m, a vrsta *Bulimina marginata* na dubinama od 32 m do 396 m. Obje navedene vrste u ovom su istraživanju dominantne ili srednje zastupljene bentičke vrste u jezgrama JJ01-JJ03 iz južnog Jadrana te jezgrama CJ04-CJ07 iz srednjeg Jadrana. Prema Murray (1991) na muljevitim podlogama prisutne su *Buccella granulata* asocijacija na dubinama od 25m do 42 m i *Textularia agglutinans* asocijacija na dubinama od 20 m do 132 m. U ovom istraživanju vrsta *Buccella granulata* dominantna je ili srednje zastupljena u jezgri iz Kaštelanskog zaljeva (CJ01) s dubine od 38 m, a vrsta *Textularia agglutinans* je srednje zastupljena ili dominantna u jezgri iz Šibenskog zaljeva (ŠB01) s dubine od 38 m. Rod *Asterigerinata* srednje je zastupljen u sedimentima jezgara CJ02-CJ04 te ŠB01 što je usporedivo s *Asterigerinata mamilla* asocijacijom za koju Murray (1991) navodi da se u Jadranu nalazi na dubinama od 35m do 70 m. Zajednice planktonskih foraminifera nisu usporedive s



dosadašnjim rezultatima budući da je u ovom radu analizirana ukupna zajednica iz frakcije sedimenta >63  $\mu\text{m}$ .

U istraženim uzorcima prvi puta su pronađene/opisane u istočnom dijelu Jadrana i dvije planktonske vrste, *Globigerinoides tenellus* i *Globigerinita uvula*. Obje vrste su do sada zabilježene u južnim dijelovima Jadranskog mora (Siani i sur., 2010), a u istraženim jezgrama pronađene su gotovo u svim intervalima. Od bentičkih vrsta zastupljenih s više od 1,5% u barem jednom uzorku vrste koje nisu navedene u popisu vrsta Čosović i sur. (2011) su *Quinqueloculina stalkerii*, *Uvigerina bononiensis* i *Rectuvigerina phlegeri*.

## 7 ZAKLJUČCI

Ova doktorska disertacija sadrži rezultate geokemijskih i mikropaleontoloških analiza (analize redoks potencijala, granulometrijske analize, analize udjela karbonatne komponente, analize udjela organske tvari, analize udjela odabranih kemijskih elemenata, analize foraminiferskih zajednica) provedenih na uzorcima sedimenata iz 13 jezgara s područja južnog i srednjeg Jadrana te Šibenskog zaljeva dobivenih s dubina između 38 m i 1200 m i uzorkovanih Uwitec gravitacijskim korerom. Istraživanja foraminiferskih zajednica provedena su na ukupnoj zajednici (živićih jedinki i kućica uginulih jedinki). Rezultati napravljenih analiza i statistička obrada rezultata pokazali su sljedeće:

- Odabir veličine otvora sita utječe značajno na relativnu zastupljenost pojedinih foraminiferskih vrsta, ali ne utječe na (paleo)ekološke interpretacije okoliša. Fizikalno-kemijska svojstva vodenog stupca diktiraju sastav planktonske zajednice, pa je dominacija u zajednicama frakcija  $>63 \mu\text{m}$  i  $>125 \mu\text{m}$  iz istog uzorka uvjetovana biometrijom jedinki (njihovom veličinom), ali ne i načinom hranjenja. Različite frakcije imaju podjednake indekse raznolikosti i dominacije vrsta prema načinu života jedinki što sugerira upotrebu i krupnijih frakcija za interpretaciju (paleo)okoliša.
- Dubina redoks kline produbljuje se s porastom dubine taloženja, a razine redoks potencijala dostižu manje negativne vrijednosti. Redoks uvjeti nemaju izravan utjecaj na ukupni sastav zajednice, a niti na odnos infaunalnih i epifaunalnih bentičkih vrsta foraminifera.
- Granulometrijski sastav i ukupni udio organske tvari u sedimentima nisu izravno kontrolirali redoks uvjete u jezgrama s istraženih područja.
- Granulometrijski sastav utječe na sastav zajednice. S porastom udjela sitnijih čestica (silt/mulj) raste i udio organske tvari, a opada abundancija epifaunalnih vrsta. U takvim okolišima/zajednicama dominantne vrste su *Eilohedra vitrea* i *Cassidulina laevigata*.
- Kemijski elementi Mg, Al, Fe, Be, V, Cr, Sc, Co, Ni, Cu, Ti, Zn, Rb, Zr, Sb, Cs, Ba, Tl i Th terigenog su porijekla, a u području Šibenskog zaljeva postoji antropogeni unos Pb, Cd, Ag, Se i U. Maseni udjeli Mn i Mo u sedimentima pod utjecajem su redoks uvjeta unutar jezgara te je raspodjela ovih elemenata duž jezgre

povezana s vertikalnim redoks profilima na način da su vrijednosti masenih udjela iznad redoks kline 100-400% veće u odnosu na vrijednosti ispod redoks kline. Zabilježena distribucija istraženih elemenata u sedimentima nema značajan utjecaj na zajednicu foraminifera u srednjem i južnom Jadranu (sastav, abundanciju i raznolikost).

- Dvije foraminiferske asocijacije, *Eilohedra vitrea* – *Turborotalita quinqueloba* asocijacija s dva biotopa, *Turborotalita quinqueloba* – *Globocassidulina subglobosa* biotop i *Eilohedra vitrea* biotop, te *Turborotalita quinqueloba* asocijacija su određene na temelju zastupljenosti jedinki određenih foraminifera.
- Statističke analize potvrdile su da je dubina najvažniji faktor koji utječe na zajednice obuhvaćene ovim istraživanjem. Ona je uvjetovala rast udjela planktonskih foraminifera u ukupnoj zajednici s porastom dubine, ali i smanjenje bioraznolikosti bentičkih vrsta.

## 8 SAŽETAK

U ovom radu opisane su zajednice foraminifera i njihov odnos s fizikalno-kemijskim svojstvima sedimenta u području srednjeg i južnog Jadrana te Šibenskog zaljeva. Jezgra su uzorkovane Uwitec gravitacijskim korerom na 12 postaja duž dva profila koji se pružaju prema otvorenom moru okomito na smjer pružanja Jadranskog bazena, u srednjem i južnom Jadranu, te na jednoj postaji u Šibenskom zaljevu. Postaje su odabrane u rasponu dubina od 38 m do 1200 m s ciljem da se obuhvate lokacije različite dubine i udaljenosti od obala te područja s antropogenim utjecajem. Istraživanja su se sastojala od prikupljanja uzoraka na odabranim lokacijama, pripreme uzoraka za analizu, analize te statističke obrade dobivenih rezultata i interpretacije istih. Napravljene su geokemijske i mikropaleontološke analize koje su obuhvaćale analize redoks potencijala, granulometrijske analize, analize udjela karbonatne komponente, analize udjela organske tvari, analize udjela odabranih kemijskih elemenata, taksonomsko određivanje foraminifera, određivanja bioraznolikosti i statističke analize.

Sedimenti taloženi na većim dubinama imaju dublje prodiranje kisika unutar jezgara te se s porastom dubine taloženja redoks klina unutar sedimenta produbljava. Razine redoks potencijala dostižu manje negativne vrijednosti s porastom dubine taloženja, a granulometrijski sastav i ukupni udio organske tvari nisu izravno kontrolirali redoks uvjete. Kemijski elementi Mg, Al, Fe, Be, V, Cr, Sc, Co, Ni, Cu, Ti, Zn, Rb, Zr, Sb, Cs, Ba, Tl i Th su terigenog porijekla, a u području Šibenskog zaljeva postoji antropogeni unos Pb, Cd, Ag, Se i U. Maseni udjeli Mn i Mo u sedimentima pod utjecajem su redoks uvjeta unutar jezgara te je raspodjela ovih elemenata duž jezgre povezana s vertikalnim redoks profilima na način da su vrijednosti masenih udjela iznad redoks kline 100-400% veće u odnosu na vrijednosti ispod redoks kline.

Na frakcijama sedimenta  $>63 \mu\text{m}$  i  $>125 \mu\text{m}$  iz dvaju intervala jezgre s najdublje postaje napravljena je usporedba rezultata analize ukupne foraminiferske zajednice (žive i uginule jedinke). Budući da odabir veličine sita ne utječe na interpretaciju zajednice, analiza ukupne zajednice iz ostalih uzoraka rađena je na frakciji  $>63 \mu\text{m}$  (u skladu sa standardizacijskim protokolom FOBIMO; Schönfeld i sur., 2012). S obzirom na sastav i abundanciju foraminiferskih vrsta definirane su dvije asocijacije. Asocijacija I prisutna je na postajama do 120 m, a nazvana je *Eilohedra vitrea* – *Turborotalita quinqueloba*

asocijacija. Razvijena je na pjeskovitoj i muljevitoj podlozi, a obilježava je mali postotak planktonskih foraminifera (1-31%). Unutar ove asocijacije razlikuju se dva biotopa. Prvi, *Turborotalita quinqueloba* – *Globocassidulina subglobosa* biotop s više od 10% planktonskih foraminifera i dominacijom vrste *Turborotalita quinqueloba*, karakterističan je za dubine 84-110 m i podloge s najmanje organske tvari. Drugi, *Eilohedra vitrea* biotop, karakterističan je za najmanje dubine, od 38 m do 54 m, i podloge s najvišim udjelom organske tvari (5-10%). U tom biotopu prevladavaju oportunističke infaunalne vrste karakteristične za hipoksične okoliše bogate organskom tvari i niskom energijom (Jorissen i sur. 1992; Murray, 2006). Asocijacija II je *Turborotalita quinqueloba* asocijacija, a prisutna je na dubinama većim od 120 m. Nju obilježava visoki udio planktonskih vrsta (37-96%). Zajednica asocijacije II povezana je sa sitnozrnatim sedimentom, muljem, a indeksi raznolikosti značajno su niži nego kod asocijacije I.

Redoks uvjeti nemaju izravan utjecaj na sastav zajednice i odnos infaunalnih i epifaunalnih bentičkih vrsta foraminifera. Granulometrijski sastav utječe na sastav zajednice na način da s porastom udjela sitnijih čestica (silt/mulj) raste i udio organske tvari, a opada udio epifaunalnih vrsta. U takvim okolišima/zajednicama dominantne vrste su *Eilohedra vitrea* i *Cassidulina laevigata*. Maseni udjeli istraženih elemenata u sedimentima nemaju značajan utjecaj na sastav i raznolikost zajednice foraminifera u srednjem i južnom Jadranu. Statističke analize potvrdile su da je dubina najvažniji faktor koji utječe na foraminiferske zajednice. Ona je uvjetovala rast udjela planktonskih foraminifera u zajednicama s porastom dubine. Indeksi raznolikosti konstantni su dubinom jezgara, a mijenjaju se s obzirom na dubinu mora te s porastom dubine opadaju vrijednosti indeksa raznolikosti. U sedimentima postaja dubljih od 100 m prevladava *Turborotalita quinqueloba*, relativno mala planktonska vrsta, predstavnik zajednice iz hladnih mora ili sloja termokline, a što je u suprotnosti s uobičajenim definiranjem zajednice u Jadranu kao one iz toplih mora.

Prvi puta su pronađene/opisane u istočnom dijelu Jadrana i dvije planktonske vrste, *Globigerinoides tenellus* i *Globigerinita uvula*. Obje vrste su do sada zabilježene u južnim dijelovima Jadranskog mora (Siani i sur., 2010), a u istraženim jezgrama pronađene su gotovo u svim intervalima. Od bentičkih vrsta zastupljenih s više od 1,5% u barem jednom uzorku vrste koje nisu navedene u popisu vrsta Čosović i sur. (2011) su *Quinqueloculina stalkeri*, *Uvigerina bononiensis* i *Rectuvigerina phlegeri*.

## 9 SUMMARY

The present study investigated foraminiferal assemblages and their correlation with physico-chemical properties of sediment in the central and south Adriatic Sea and Šibenik Bay. Sediment cores were collected with a Uwitec gravity corer at 12 stations, located along a transect extending from the shore to the open sea, in the Central and South Adriatic, and at one station in the Šibenik Bay. Stations were selected in depth range from 38 m to 1200 m to cover locations with different depths and distances from the shore and areas under anthropogenic influence. The study describes sampling procedures at selected stations, sample preparation, sample analysis, statistical analysis and interpretation of obtained data. Geochemical and micropaleontological analysis included redox potential measurements, grain size analysis, carbonate content and organic matter content analysis, elemental analysis, taxonomical analysis, analysis of biodiversity, and statistical analysis.

The study showed that oxygen penetration depth increases with depth of sediment deposition. Furthermore, redox-cline shifts deeper into the sediment and redox potential increases with depth of sediment deposition. Grain size composition and organic matter concentrations presented no direct influence on redox conditions. Chemical elements Mg, Al, Fe, Be, V, Cr, Sc, Co, Ni, Cu, Ti, Zn, Rb, Zr, Sb, Cs, Ba, Tl, and Th in sediments are of terrigenous origin, whereas Pb, Cd, Ag, Se and U are anthropogenically enriched in sediments from the Šibenik bay. Redox potential affects the concentrations of Mn and Mo in sediment. Distribution of these elements in sediments is controlled by vertical redox profiles within the sediment. This is demonstrated by downcore changes in Mn and Mo concentrations, i.e. Mn and Mo concentrations above the redox-cline are 100-400% higher compared to the concentrations of these elements below the redox-cline.

Total foraminiferal assemblage was analyzed in  $>63\ \mu\text{m}$  and  $>125\ \mu\text{m}$  sediment fractions from two intervals of the core collected at the deepest sampling station. It has been established that paleoenvironmental interpretation based on foraminiferal assemblages isn't influenced by mesh size, therefore, the  $>63\ \mu\text{m}$  fraction was used for the analysis of total foraminiferal assemblages in the rest of the samples (according to FOBIMO standardized protocol; Schönfeld i sur., 2012). Based on composition and abundance of foraminiferal species two associations were defined. Association I, named *Eilohedra vitrea – Turborotalita quinqueloba*, is present at stations with depths up to

120 m. It is present on sandy and muddy sediment, and it is characterized by small percentage of planktonic foraminifera (1-31%). There are two biotopes in this association. First, *Turborotalita quinqueloba* – *Globocassidulina subglobosa*, with more than 10% of planktonic foraminifera and domination of *Turborotalita quinqueloba*, is present in a depth range from 84 m to 110 m, and on sediments with the lowest organic matter content. The second biotope, *Eilohedra vitrea*, is present at shallowest stations, with depth range from 38 m to 54 m, and on sediments with the highest organic matter content (5-10%). This biotope is dominated by opportunistic infaunal species, which are associated with hypoxic environments, characterized by low-energy levels and high organic matter content (Jorissen et al. 1992; Murray, 2006). Association II is *Turborotalita quinqueloba* and it is present at depths greater than 109 m. It is characterized by high percentage of planktonic species (37-96%). This association is present on fine sediments (mud), and has significantly lower diversity indices compared to association I.

Redox conditions do not have a direct influence on the assemblage composition and the infaunal/epifaunal benthic species ratio. Granulometric properties of sediments influence the composition of assemblages given that fine-grained sediments are associated with high organic matter content and low abundance of epifaunal species. *Eilohedra vitrea* and *Cassidulina laevigata* are dominant in such environments/assemblages. Concentrations of studied elements do not affect composition and diversity of foraminiferal assemblages in the Central and South Adriatic. Statistical analysis has confirmed that depth is the most important factor controlling assemblages. An increase in concentration of planktonic foraminifera is associated with lower depths. Diversity indices are constant throughout the cores, but vary with respect to depth. Values of diversity indices decrease with depth. In sediments from stations deeper than 100 m, *Turborotalita quinqueloba* prevails. It is a relatively small planktonic species, representative of cold waters or thermocline assemblages, contradicting the common assumption that foraminiferal associations in Adriatic Sea are of warm waters.

This study presents a first records of two planktonic species, *Globigerinoides tenellus* and *Globigerinita uvula*, in eastern part of the Adriatic Sea. These species were reported in the southern Adriatic Sea in previous studies (Siani et al., 2010). Three benthic species comprising more than 1.5% in at least one sample, *Quinqueloculina stalkerii*, *Uvigerina bononiensis* and *Rectuvigerina phlegeri*, were not listed in the species list assembled by Čosović et al. (2011).

## 10 LITERATURA

- Alfirević, S. (1998) The taxonomy, distribution and ecology of Adriatic Foraminifera: with Atlas (Plates I – XXXVI). *Acta Adriatica*, 39, 11-251.
- Arrhenius, G. (1952) Sediment cores from the East Pacific. Reports of the Swedish Deep-Sea Expedition, 1947–1948, 5, 1–228.
- Artegiani, A., Bregant, D., Paschini, E., Pinardi, N., Raicich F., Russo. A. (1997) The Adriatic Sea General Circulation. Part I: Air–Sea Interactions and Water Mass Structure. *J. Physical Oceanography*, 27, 1492-1514.
- Asano, K., Ingle, J.C., Takayanagi, Y. (1968) Origin and Development of *Globigerina quinqueloba* Natland in the North Pacific. The science reports of the Tohoku University, *Geology*, 39, 213-241.
- Barmawidjaja, G.J., Jorriksen, F.J., Puškarić, S, van der Zwaan, G.J. (1992) Microhabitat selection by benthic foraminifera in the northern Adriatic Sea. *Journal of Foraminiferal Research*, 22, 297-317.
- Bé, A.W.H., Tolderlund, D.S. (1971) Distribution and ecology of living planktonic foraminifera in surface waters of the Atlantic and Indian oceans. U: Funnell, B.M. and W.R. Riedel (Ur.), *Micropaleontology of Marine Bottom Sediments*. Cambridge University Press, Cambridge, 105–149.
- Bé, A.W.H., Hutson, W.H. (1977) Ecology of Planktonic Foraminifera and Biogeographic Patterns of Life and Fossil Assemblages in the Indian Ocean. *Micropaleontology*, 23, 369-414.
- Berger, W.H. (1968) Planktonic Foraminifera: selective solution and paleoclimatic interpretation. *Deep-Sea Research*, 15, 31-45.
- Berger, W.H., Piper, D.J.W. (1972) Planktonic foraminifera: differential settling, dissolution, and redeposition. *Limnology and Oceanography*, 17, 275-287.



- Bogner D., Ujević, I., Zvonarić, T., Barić, A. (2004) Distribution of selected trace metals in coastal surface sediments from the middle and south Adriatic Sea. *Fresenius Environmental Bulletin*, 13, 1281–1287.
- Boltovskoy, E. (1959) Foraminifera as Biological Indicators in the Study of Ocean Currents. *Micropaleontology*, 5, 473-481.
- Boltovskoy, E. (1962) Planktonic Foraminifera as Indicators of Different Water Masses in the South Atlantic. *Micropaleontology*, 8, 403-408.
- Bouchet, V.M.P., Alve, E., Rygg, B., Telford, R.J. (2012) Benthic foraminifera provide a promising tool for ecological quality assessment of marine waters. *Ecological Indicators*, 23, 66–75.
- BouDagher-Fadel, M.K. (2008) Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminifera. *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*, 21, 1-548.
- BouDagher-Fadel, M.K. (2013) Biostratigraphic and Geological Significance of Planktonic Foraminifera. UCL Press, London, 287 str.
- Boyle, E.A. (1988) Cadmium: Chemical tracer of deepwater paleoceanography. *Paleoceanography*, 3, 471–489.
- Boyle, E.A., Keigwin, L.D. (1985) Comparison of Atlantic and Pacific paleochemical records for the last 215,000 years: changes in deep ocean circulation and chemical inventories. *Earth and Planetary Science Letters*, 76, 135-150.
- Buljan, M., Zore-Armanda, M. (1971) Osnovi oceanografije i pomorske meteorologije, II. izdanje. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, 424 str.
- Burdige, D.J. (1993) The biogeochemistry of manganese and iron reduction in marine sediments. *Earth-Science Reviews*, 35, 249-284.
- Capotondi, L., Soroldoni, E., Speranza Principato, M., Corselli, C. (2004) Late Quaternary planktonic foraminiferal distributions: problems related to size fraction. In: Coccioni R., S.Galeotti and F. Lirer (Edsitors). *Proceedings of the First Italian Meeting on Environmental Micropaleontology*. Grzybowski Foundation Special Publication, 9, 1-6.

- Cimerman, F., Drobne, K., Ogorelec, B. (1988) L'association de foraminifères benthiques des vases de la baie de Veliko jezero sur l'île de Mljet et de la falaise Lenga, ouverte vers la mer (Adriatique moyenne). *Revue de Paleobiologie*, 1988, vol. spec. 2, 741-753
- Cimerman, F., Langer, M.R. (1991) Mediterranean foraminifera. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Academia Scientiarum Artium Slovenica, Ljubljana, 118 str.
- CLIMAP Project Members (1976) The surface of the ice-age Earth. *Science*, 191, 1131–1137.
- Coale, K.H. (1991) Effects of iron, manganese, copper, and zinc enrichments on productivity and biomass in the subarctic Pacific. *Limnology and Oceanography*, 36, 1851–1864.
- Colantoni, P., Mencucci, D. (2010) Some remarks on sediment dispersion in the Central-western Adriatic continental shelf. *Geology of the Adriatic Area. GeoActa, Special Publication 3*, 57–87.
- Ćosović, V., Juračić, M., Bajraktarević, Z., Vaniček, V. (2002) Benthic foraminifera of the Mljet Lakes (Croatia) - potential for (paleo)environmental interpretation. *Memorie della Societa Geologica Italiana*, 57, 533-541.
- Ćosović, V., Zavodnik, D., Borčić, A., Vidović, J., Deak, S., Moro, A. (2011) A checklist of Foraminifera of the Eastern Shelf of the Adriatic Sea. *Zootaxa*, 3035, 1-56.
- Ćosović, V., Gajski, N., Ptiček, A., Vidović, J., Kružić, P. (2016) The distribution of benthic foraminifera in *Cladocora caespitosa* coral banks of the Veliko Jezero sediments (Mljet National Park, eastern Adriatic Sea). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 279, 323-340.
- Daniels, C.H. (1970) Quantitative ökologische Analyse der zeitlichen und räumlichen Verteilung rezenter Foraminiferen im Limski-kanal bei Rovinj (nördliche Adria). *Göttinger Arb. Geol. Paläont.*, 8, 109 str.

- De Lazzari, A., Rampazzo, G., Pavoni, B. (2004) Geochemistry of sediments in the Northern and Central Adriatic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 59, 429-440.
- de Stigter, H.C., van der Zwaan, G.J., Langone, L. (1999) Differential rates of benthic foraminiferal test production in surface and subsurface sediment habitats in the southern Adriatic Sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149, 67-88.
- Dean, W.E. (1974) Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition; comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Research*, 44, 242-248.
- Dennison, J.M., Hay, W.W. (1967) Estimating the needed sampling area for subaquatic ecologic studies. *Journal of Paleontology*, 41, 706-708.
- Deželić, V (1896) Foraminifere Jadranskog mora. *Glasnik hrvatskog naravoslovnog društva*, 9, 1-97.
- Djakovac, T., Supić, N., Bernardi Aubry, F., Degobbis, D., Giani, M. (2015) Mechanisms of hypoxia frequency changes in the northern Adriatic Sea during the period 1972–2012. *Journal of Marine Systems*, 141, 179–189.
- Dolenec T., Faganeli, J., Pirc, S. (1998) Major, minor and trace elements in surficial sediments from the open Adriatic Sea: A Regional Geochemical Study. *Geologia Croatica*, 51, 59–73.
- Drobne, K., Cimerman, F. (1984) Die vertikale Verbreitung der Lituolaceen und Miliolaceen (Foraminifera) an einem Unterwasserkliﬀ in der Adria (Jugoslawien). *Facies*, 11, 157-171.
- Dymond, J., Suess E., Lyle, M. (1992) Barium in Deep-Sea Sediment: A Geochemical Proxy for Paleoproductivity. *Paleoceanography* 7, 163-181.
- Emiliani, C. (1955) Pleistocene temperature. *Journal of Geology*, 63, 538-578.
- Faganeli, J., Pezdic, J., Ogorelec, B., Mišič, M., Najdek, M. (1994) The origin of sedimentary organic matter in the Adriatic. *Continental Shelf Research*, 14, 365–384.

- Fairbanks, R.G., Wiebe, P.H. (1980) Foraminifera and Chlorophyll Maximum: Vertical Distribution, Seasonal Succession, and Paleoceanographic Significance. *Science*, 209, 1524-1526.
- 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. *Journal of Animal Ecology*, 12, 42–58.
- Folk, R.L. (1954) The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. *The Journal of Geology*, 62, 344-359.
- Folk, R.L., Ward, (1957) Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26.
- Friedrich, O., Schiebel, R., Wilson, P.A., Weldeab, S., Beer, C.J., Cooper, M.J, Fiebig, J. (2012) Influence of test size, water depth, and ecology on Mg/Ca, Sr/Ca,  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  in nine modern species of planktonic foraminifera. *Earth and Planetary Science Letters*, 319-320, 133-145.
- Gačić, M., Poulan, P-M., Zore-Armanda, M., Barale, V. (2001) Overview. U: Cushman-Roisin, B., Gačić, M., Poulan P-M., Artegiani, A. (Ur.). *Physical Oceanography of the Adriatic Sea*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, pp. 1–44.
- Gjikhuri, L. (1995) The Albanian sea-coast: problems and perspectives. *Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco*, 15, 187-201.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001) Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 9 str., 178kb.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., (2006) *Paleontological Data Analysis*. Blackwell Publishing, Oxford, 351 str.
- Hayes, A., Rohling, E.J., De Rijk, S., Kroon, D., Zachariasse, W.J. (1999) Mediterranean planktonic foraminiferal faunas during the last glacial cycle. *Marine Geology*, 153, 239–252.

- Hayes, A., Kucera, M., Kallel, N., Sbaffi, L., Rohling, E.J. (2005) Glacial Mediterranean sea surface temperatures based on planktonic foraminiferal assemblages. *Quaternary Science Reviews*, 24, 999–1016.
- Hemleben, C., Spindler, M., Anderson, O.R. (1989) *Modern Planktonic Foraminifera*. Springer, New York, 363 str.
- Hill, M.O., Gauch Jr., H.G. (1980) Detrended correspondence analysis: An improved ordination technique. *Vegetatio*, 42, 47–58.
- Hottinger, L., Halicz, E., Reiss, Z. (1993) Recent Foraminifera from the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Ljubljana*, 33, 179 str.
- Huerta-Diaz, M.A., Morse, J.W. (1992) Pyritization of trace metals in anoxic marine sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 56, 2681-2702.
- Ilijanić, N., Miko, S., Petrincec, B., Franić, Z. (2014) Metal deposition in deep sediments from the Central and South Adriatic Sea, *Geologia Croatica*, 67, 185–205.
- Imbrie, J., Kipp, N.G. (1971) A new micropaleontological method for quantitative paleoclimatology: application to a late Pleistocene Caribbean core. U: Turekian, K.K. (Ur.) *Late Cenozoic Glacial Ages*. Yale, 71-181.
- Jonkers, L., van Heuven, S., Zahn, R., Peeters, F.J.C. (2013) Seasonal patterns of shell flux,  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  of small and large *N. pachyderma* (s) and *G. bulloides* in the subpolar North Atlantic. *Paleoceanography*, 28, 164-174.
- Jorissen, F.J. (1987) The distribution of benthic foraminifera in the Adriatic Sea. *Marine Micropaleontology*, 12, 21-48.
- Jorissen, F.J. (1988) Benthic foraminifera from the Adriatic Sea, Principles of phenotypic variation. *Utrecht Micropaleontological Bulletin*, 37, 1-174.
- Jorissen, F.J., Barmawidjaja, D.M., Puskaric, S., van der Zwaan, G.J. (1992) Vertical distribution of benthic foraminifera in the northern Adriatic Sea: The relation with the organic flux. *Marine Micropaleontology*, 19, 131-146.
- Jorissen, F.J., Asioli, A., Borsetti, A.M., Capotondi, L., de Visser, J.P., Hilgen, F.J., Rohling, E.J., van der Borg, K., Vergnaud Grazzini, C., Zachariasse, W.J. (1993)

- Late Quaternary central Mediterranean biochronology. *Mar. Micropaleontol.*, 21, 169-189.
- Jorissen, F.J., de Stigter, H.C., Widmark, J.G.V. (1995) A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. *Marine Micropaleontology*, 26, 3-15.
- Kellogg, T.B. (1984) Paleoclimatic significance of subpolar foraminifera in high-latitude marine sediments. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 21, 189-193.
- Krebs, C.J. (1998) *Ecological Methodology*, 2nd Edition. Longman, New Jersey, 624 str.
- Krumbein, W.C. (1934) Size frequency distributions of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 4, 65–77.
- Kucera, M. 2007. Planktonic Foraminifera as tracers of past oceanic environments. U: Hillaire-Marcel, C., de Vernal, A. (Ur.) *Developments in Marine Geology*, Vol 1. Elsevier, pp. 213–262.
- Kucera, M., Weinelt, M., Kiefer, T., Pflaumann, U., Hayes, A., Weinelt, M., Chen, M.-T., Mix, A.C., Barrows, T.T., Cortijo, E., Duprat, J., Juggins, S., Waelbroeck, C. (2005) Reconstruction of sea-surface temperatures from assemblages of planktonic foraminifera: multi-technique approach based on geographically constrained calibration data sets and its application to glacial Atlantic and Pacific Oceans. *Quaternary Science Reviews*, 24, 951–998.
- Langer, M.R., Mouanga, G.H. (2016) Invasion of amphisteginid foraminifera in the Adriatic Sea. *Biological Invasions*, 18, 1335-1349.
- Lea, D.W. (1993) Constraints on the alkalinity and circulation of glacial circumpolar deep water from benthic foraminiferal barium. *Global Biogeochemical Cycles*, 7, 695–710.
- Lea, D.W., Boyle, E.A. (1989) Barium content of benthic foraminifera controlled by bottom-water composition. *Nature*, 338, 751–753.
- Linke, P., Lutze, G.F. (1993) Microhabitat preferences of benthic foraminifera—a static concept or a dynamic adaptation to optimize food acquisition? *Marine Micropaleontology*, 20, 215-234.

- Loeblich, A.R., Tappan, H. (1987) *Foraminiferal Genera and Their Classification*. Van Nostrand Reinhold, New York, 869 str.
- Lončarić, N., Peeters, F.J.C., Kroon, D., Brummer, G.J.A. (2006) Oxygen isotope ecology of recent planktic foraminifera at the central Walvis Ridge (SE Atlantic). *Paleoceanography*, 21, PA3009.
- Loring, D.H., Rantala, R.T.T. (1992) Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. *Earth-Science Reviews*, 32, 235-283.
- Louis, Y., Garnier, C., Lenoble, V., Mounier, S., Cukrov, N., Omanović, D., Pižeta, I. (2009) Kinetic and equilibrium studies of copper-dissolved organic matter complexation in water column of the stratified Krka River estuary (Croatia). *Marine Chemistry* 114, 110–119.
- Lynn, D.C., Bonatti, E. (1965) Mobility of manganese in diagenesis of deep-sea sediments. *Marine Geology*, 3, 457-474.
- Mackenzie, F.T. (1975) *Sedimentary Cycling and the Evolution of Sea Water*. U: *Chemical Oceanography* (Rilley, J.P. & Skirrow, G., ur.), Vol. I, 2nd edition, London, 309-364.
- Markulin, K., Čosović, V. (2017) To what extent the size fraction affects an interpretation of planktonic foraminiferal assemblages; case study: Southern Adriatic. *Acta Adriatica*, 58, 47-62.
- Martinez, J.I., Bedoya, G. (2001) Recent planktonic foraminifera from deep-sea sediments from the eastern equatorial Pacific: proxies of the equatorial front in the late Quaternary. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 30, 151–176.
- Matić, F., Kovač, Ž., Vilibić, I., Mihanović, H., Morović, M., Grbec, B., Leder, N., Džoić, T. (2017) Oscillating Adriatic temperature and salinity regimes mapped using the Self-Organizing Maps method. *Continental shelf research*, 132, 11-18.
- Matijević, S., Bogner, D., Morović, M., Tičina, V., Grbec, B. (2008) Characteristics of the sediment along the eastern Adriatic coast (Croatia). *Fresenius Environmental Bulletin*, 17, 1763–1772.

- Mihanović, H., Vilibić, I., Carniel, S., Tudor, M., Russo, A., Bergamasco, A., Bubić, N., Ljubešić, Z., Viličić, D., Boldrin, A., Malačić, V., Celio, M., Comici, C., Raicich, F. (2013) Exceptional dense water formation on the Adriatic shelf in the winter of 2012. *Ocean Science*, 9, 561–572.
- Milker, Y., Schmiedl, G. (2012) A taxonomic guide to modern benthic shelf foraminifera of the western Mediterranean Sea. *Palaeontologia Electronica*, 15, 2, 16A, 134 str.
- Murray, J. (1897). On the distribution of the pelagic foraminifera at the surface and on the floor of the ocean. *Natural Science*, 11, 17–27.
- Murray, J.W. (1991) *Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera*. Logman Scientific & Technical, London, 397 str.
- Murray, J.W. (2006) *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press, New York, 440 str.
- Narciso, A., J.-A. Flores, M. Cachao, A. Piva, A. Asioli, N. Andersen & R. Schneider, 2012. Late Glacial–Holocene transition in the southern Adriatic Sea: Coccolithophore and Foraminiferal evidence. *Micropaleontology*, 58: 523-538.
- Nozaki, Y. (2001) Elemental distribution: Overview. U: *Encyclopedia of Ocean Sciences*, vol. 2. Steele, J.H., Thorpe, S.A., Turekian, K.K (Ur.), Academic Press, London, 840–845.
- Omanović, D., Kwokal, Ž., Goodwin, A., Lawrence, A., Banks, C.E., Compton, R.G., Komorsky-Lovrić, Š. (2006) Trace metal detection in Šibenik Bay, Croatia: Cadmium, lead and copper with anodic stripping voltammetry and manganese via sonoelectrochemistry. A case study. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 3, 128–139.
- Parker, F.L. (1962) Planktonic Foraminiferal Species in Pacific Sediments. *Micropaleontology*, 8, 219-254.
- Patterson, R.T., Fishbein, E. (1989) Re-examination of the statistical methods used to determine the number of point counts needed for micropaleontological quantitative research. *Journal of Paleontology*, 63, 245–248.



- Peeters, F., Ivanova, E., Conan, S., Brummer, G.-J., Ganssen, G., Troelstra S., van Hinte, J. (1999) A size analysis of planktic foraminifera from the Arabian Sea. *Marine Micropaleontology*, 36, 31–63.
- Pfleger, F.B. (1948) Foraminifera of a submarine core from the Caribbean Sea. *Göteborgs Kungliga Vetenskaps-och Vitterhets-samhället Handlingar*, 6B, 5, 3–9.
- Pigorini, B. (1968) Sources and dispersion of recent sediments of the Adriatic Sea. *Marine Geology*, 6, 187-229.
- Pikelj, K. (2010) Sastav i porijeklo površinskih sedimenata dna istočne strane Jadranskog mora. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 239 str.
- Pingitore Jr., N.E., Lytle, F.W., Davies, B.M., Eastman, M.P., Eller, P.G., Larson, E.M. (1992) Mode of incorporation of  $\text{Sr}^{2+}$  in calcite: Determination by X-ray absorption spectroscopy. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 56, 1531-1538.
- Piva, A., Asioli, A., Trincardi, F., Schneider, R.S., Vigliotti, L. (2008) Late Holocene climate variability in the Adriatic Sea (Central Mediterranean). *The Holocene*, 18, 153-167.
- Popadić, A., Vidović, J., Čosović, V., Medaković, D., Dolenc, M., Felja, I. (2013) Impact evaluation of the industrial activities in the Bay of Bakar (Adriatic Sea, Croatia): Recent benthic foraminifera and heavy metals. *Marine Pollution Bulletin*, 76, 333-348.
- Prohić, E., Juračić, M. (1989) Heavy metals in sediments—problems concerning determination of the anthropogenic influence. Study in the Krka River estuary, eastern Adriatic coast, Yugoslavia. *Environmental Geology*, 13, 145-151.
- Prohić, E., Kniewald, G. (1987) Heavy Metal Distribution in Recent Sediments of the Krka River Estuary: An Example of Sequential Extraction Analysis. *Marine Chemistry*, 22, 279–297.
- Rohling, E.J., Jorissen, F.J., Vergnaud Grazzini, C., Zachariasse, W.J. (1993) Northern Levantine and Adriatic Quaternary planktic foraminifera; Reconstruction of paleoenvironmental gradients. *Marine Micropaleontology*, 21, 191-218.

- Ruddiman, W.F., Heezen, B.C. (1967) Differential solution of Planktonic Foraminifera. *Deep-Sea Research*, 14, 801-808.
- Sadiq, M. (1992) Toxic metal chemistry in marine environments. Marcel Dekker, New York, 392 str.
- Saha, I., Paul, B. (2010) Biostatistics: MCQ and essentials. Academic Publishers, Kolkata, 110 str.
- Saito, T., Thompson, P.R., Breger, D. (1981) Systematic Index of Recent and Pleistocene Planktonic Foraminifera. University of Tokyo Press, Tokyo, 190 str.
- Schlitzer, R. (2016) Ocean Data View, računalni program, <http://odv.awi.de>.
- Schmidt, D.N., Renaud, S., Bollmann, J., Schiebel, R., Thierstein, H.R. (2004) Size distribution of Holocene planktic foraminifer assemblages: biogeography, ecology and adaptation. *Marine Micropaleontology*, 50, 319–338.
- Schott, W. (1935) Die Foraminiferen in dem äquatorialen Teil des Atlantischen Ozeans. *Deutsch Atlanta Expedition "Meteor" 1925–1927*, 3, 43–134.
- Schönfeld, J., Alve, E., Geslin, E., Jorissen, F., Korsun, S., Spezzaferri, S & members of the FOBIMO group (2012) The FOBIMO (FORaminiferal BIo-MONitoring) initiative – Towards a standardized protocol for soft-bottom benthic foraminiferal monitoring studies. *Marine Micropaleontology*, 94-95, 1-13.
- Schropp, S.J., Windom, H.L. (1988) A Guide to the Interpretation of Metal Concentrations in Estuarine Sediments. Florida Department of Environmental Protection. Tallahassee, Florida, 53 str.
- Sekulic, B., Vertacnik, A. (1996) Balance of average annual fresh water inflow into the Adriatic Sea. *Water Resources Development*, 12, 89-97.
- Sgarrella, F., Moncharmont Zei, M. (1993) Benthic Foraminifera of the Gulf of Naples (Italy): systematics and autoecology. *Bollettino della Societa Paleontologica Italiana*, 32, 145-264.

- Siani, G., Paterne, M., Colin, C. (2010) Late glacial to Holocene planktic foraminifera bioevents and climatic record in the South Adriatic Sea. *Journal of Quaternary Science*, 25, 808-821.
- Siani, G., Magny, M., Paterne, M., Debret, M., Fontugne, M. (2013) Paleohydrology reconstruction and Holocene climate variability in the South Adriatic Sea. *Climate of the Past*, 9, 499-515.
- Šurija, B., Branica, M. (1995) Distribution of Cd, Pb, Cu and Zn in carbonate sediments from the Krka river estuary obtained by sequential extraction. *The Science of the Total Environment*, 170, 101-118.
- Takeda, S. (2011) Iron and Phytoplankton Growth in the Subarctic North Pacific. *Aqua-BioScience Monographs*, 4, 41–93.
- Tan, P-N., Steinbach, M., Kumar, V. (2005) *Introduction to Data Mining*. Pearson Addison Wesley, Boston, 769 str.
- Taylor, S.R. (1964) Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 28, 1273-1285.
- Taylor, S.R., McLennan, S.M. (1981) The composition and evolution of the continental crust: rare earth element evidence from sedimentary rocks. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical & Engineering Sciences*, 301, 381–399.
- Thunell, R.C. (1978) Distribution of Recent planktonic foraminifera in surface sediments of the Mediterranean Sea. *Marine Micropaleontology*, 3, 147-173.
- Tomaldin, L. (2000) Sedimentary fluxes and different dispersion mechanisms of the clay sediments in the Adriatic Basin. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 11, 161-174.
- Ujević, I., Bogner, D., Zvonarić, T., Barić, A. (1998) Trace metals distribution in coastal sediment from the Adriatic Sea. *Fresenius environmental bulletin*, 7, 701-708.
- van der Zwaan, G.J., Jorissen, F.J., de Stigter, H.C. (1990) The depth dependency of planktonic/benthic foraminiferal ratios: Constraints and applications. *Marine Geology*, 95, 1-16.

- Vaniček, V., Juračić, M., Bajraktarević, Z., Čosović, V. (2000) Benthic Foraminiferal Assemblages in a Restricted Environment - An Example from the Mljet Lakes (Adriatic Sea, Croatia). *Geologia Croatica*, 53, 269-279.
- Vatova, A. (1928) *Compendio della Flora e Fauna del Mare Adriatico presso Rovigno*. Memoria del R. Comitato Talassografico Italiano, 143, 1-614.
- Vdović, N., Bišćan, J., Juračić, M. (1991) Relationship between specific surface area and some chemical and physical properties of particulates: study in the northern Adriatic. *Marine Chemistry*, 36, 317-328.
- Vdović, N., Juračić, M. (1993) Sedimentological and Surface Characteristics of the Northern and Central Adriatic Sediments. *Geologia Croatica*, 46, 157–163.
- Vidović, J., Čosović, V., Juračić, M., Petricioli, D. (2009) Impact of fish farming on foraminiferal community, Drvenik Veliki Island, Adriatic Sea, Croatia. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1297–1309.
- Vidović, J., Dolenc, M., Dolenc, T., Karamarko, V., Žvab Rožič, P. (2014) Benthic foraminifera assemblages as elemental pollution bioindicator in marine sediments around fish farm (Vrgada Island, Central Adriatic, Croatia). *Marine Pollution Bulletin*, 83, 198-213.
- Vidović, J., Nawrot, R., Gallmetzer, I., Haselmair, A., Tomašových, A., Stachowitsch, M., Čosović, V., Zuschin, M. (2016) Anthropogenically induced environmental changes in the northeastern Adriatic Sea in the last 500 years (Panzano Bay, Gulf of Trieste). *Biogeosciences*, 13, 5965–5981.
- Viličić, D., Vučak, Z., Škrivanić, A., Gržetić, Z. (1989) Phytoplankton Blooms in the Oligotrophic Open South Adriatic Waters. *Marine Chemistry*, 28, 89-107.
- Zavatarelli, M., Baretta, J.W., Baretta-Bekker, J.G., Pinardi, N. (2000) The dynamics of the Adriatic Sea ecosystem. An idealized model study. *Deep-Sea Research I*, 47, 937-970.
- Zore-Armanda, M., (1963) Les masses d'eau de la mer Adriatique. *Acta Adriatica*, 10, 5-88.

# ŽIVOTOPIS

Krešimir Markulin rođen je 6. listopada 1984. u Zadru. Srednju školu, Salezijansku klasičnu gimnaziju, završava u Rijeci. Godine 2003. upisuje studij Geologije, smjer diplomirani inženjer geologije, na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirao je odličnim uspjehom 2009. godine s radom „Sastav i porijeklo obalnih pijesaka Zadarskih otoka i okolice Šibenika“ pod mentorstvom prof. dr. sc. Ljubomira Babića i stječe zvanje diplomirani inženjer geologije. Od ožujka 2012. zaposlen je u Laboratoriju za kemijsku oceanografiju i sedimentologiju na Institutu za oceanografiju i ribarstvo u Splitu kao asistent/znanstveni novak na projektu Uloga planktonskih zajednica u protoku energije i kruženju tvari u Jadranu (001-0013077-0845) koji je vodila prof. dr. sc. Nada Krstulović. Iste godine upisuje poslijediplomski studij Oceanologije na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom rada na Institutu sudjelovao je u različitim znanstveno-istraživačkim djelatnostima. U sklopu FP7 projekta PERSEUS sa znanstvenicima iz instituta IFREMER, Francuska, u travnju 2014. godine sudjeluje u zajedničkom znanstvenom istraživanju Mediterana i Jadrana na krstarenju PERSMED II. Od siječnja do ožujka 2016. boravio je na Odsjeku za bioanalitičku kemiju mora (Department of Marine Bioanalytical Chemistry) Instituta za priobalje (Institute of Coastal Research) koji je dio Helmholtz centra Geesthacht (Helmholtz-Zentrum Geestacht, HZG), Njemačka. U sklopu projekta SCOOOL boravio je na Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Njemačka, u listopadu 2016. Više puta boravio je na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Sudjelovao je na više međunarodnih radionica i ljetnih škola.

## POPIS RADOVA:

### Znanstveni članci:

Peharda, M., Thebault, J., **Markulin, K.**, Schöne, B., Janeković, I., Chauvaud, L. (2018) Contrasting shell growth strategies in two Mediterranean bivalves revealed by oxygen- isotope ratio geochemistry: the case of *Pecten jacobaeus* and *Glycymeris pilosa*. *Chemical geology*, prihvaćen za objavljivanje.

**Markulin, K.,** Ćosović, V. (2017) To what extent the size fraction affects an interpretation of planktonic foraminiferal assemblages; case study: Southern Adriatic. *Acta Adriatica*, 58, 25-40.

**Sažeci u zbornicima skupova:**

**Markulin, K.,** Peharda, M., Mertz- Kraus, R., Schöne, B.R. (2017) Trace Element Records in Aragonitic Bivalve Shells as Environmental Proxies, *Goldschmidt Abstracts*. (predavanje,međunarodna recenzija,sažetak,znanstveni).

Pavin, N., Uvanović, H., **Markulin, K.,** Vilibić, I., Mihanović, H., Džoić, T., Župan, I., Peharda, M. (2017) Potential for developing multispecies chronologies in the Mediterranean Sea - case study of Pag bay, Adriatic Sea. *Abstract Book 52nd European Marine Biology Symposium / Ramšak, A. (ur.). Piran, National Institute of Biology, Marine Biology Station Piran, 173-173 (poster,sažetak,znanstveni).*

Peharda, M., **Markulin, K.,** Schöne, B.R., Mertz, R., Sironić, A. (2017) Bivalve *Glycymeris pilosa* as archive of changes in the marine environment – A sclerochemical perspective. Historical perspective on the elements and dynamics of the marine socio-ecological systems - *Abstract Book / Brito, C. (ur.). Sesimbra, Oceans Past VI, 44-44 (predavanje,sažetak,znanstveni).*

Peharda, M., Sironić, A., Borković, D., **Markulin, K.** (2017) Bivalve *Glycymeris pilosa* as Data Archive of the Global Atmospheric <sup>14</sup>C Change and the Suess Effect. *ESIR Isotope Workshop XIV, Book of Abstracts / Ionete, Roxana E. (ur.). Rm. Valcea, Rumunjska, National Research and Development Institute for Cryogenics and Isotopic Technologies - ICSI, 138-138 (poster,sažetak,znanstveni).*

Uvanović, H., Peharda, M., **Markulin, K.,** Džoić, T., Mihanović, H., Vilibić, I. (2017) Bivalve *Glycymeris pilosa* – an archive of environmental change in the Adriatic Sea – case study of the Neretva channel. *Abstract Book 52nd European Marine Biology Symposium / Ramšak, A. (ur.). Piran, National Institute of Biology, Marine Biology Station Piran, 190-190 (poster,sažetak,znanstveni).*

Župan, I., Peharda, M., **Markulin, K.**, Uvanović, H., Ezgeta-Balić, D., Purroy, A. (2017) Sclerochronology as a tool for reconstructing changes in marine environments – opportunities and challenges in the Adriatic and Mediterranean Seas. Abstract Book 52nd European Marine Biology Symposium / Ramšak, A. (ur.). Piran, National Institute of Biology, Marine Biology Station Piran, 195-195 (poster, sažetak, znanstveni).

Peharda, M., Black, B.A., Purroy, A., Puljas, S., **Markulin, K.**, Mihanović, H. (2017) The bivalve *Glycymeris pilosa* as a multidecadal environmental archive for the Adriatic and Mediterranean Seas. 4th International Sclerochronology Conference / Whitney, N. (ur.). Iowa : Iowa State University, 82-82 (predavanje, sažetak, znanstveni).

Lužar-Oberiter, B., Crnjaković, M., Kovačić, M., Lužar-Stiffler, V., Gobo, K., **Markulin, K.**, Ružić, I., Babić, Lj. (2010) Tracing compositional variability and source rocks of beach sands along the Croatian coast using cluster analysis. 1st WGSG Workshop: Quantitative models in sediment generation / Caracciolo L., Critelli S. (ur.). Cosenza, 72-72 (poster, sažetak).

#### **Diplomski rad:**

**Markulin, K.** (2009) Sastav i porijeklo obalnih pijesaka Zadarskih otoka i okolice Šibenika. Zagreb, Prirodoslovno-matematički fakultet, 55 str. Voditelj: Babić, Ljubomir.

# PRILOZI

**PRILOG I.** Maseni udjeli magnezija, aluminija, željeza, berilija, vanadija, kroma i mangana ( $\mu\text{g/g s.m.}$ )  $\pm$  1SD u istraženim uzorcima sedimenta.

Uzorak	Mg [ $\mu\text{g/g}$ ]	Al [ $\mu\text{g/g}$ ]	Fe [ $\mu\text{g/g}$ ]	Be [ $\mu\text{g/g}$ ]	V [ $\mu\text{g/g}$ ]	Cr [ $\mu\text{g/g}$ ]	Mn [ $\mu\text{g/g}$ ]	
JJ01	00-02	24335 $\pm$ 537	48625 $\pm$ 1316	35189 $\pm$ 679	1.33 $\pm$ 0.03	112 $\pm$ 3.4	211 $\pm$ 2.4	1488 $\pm$ 38
	02-04	24098 $\pm$ 2048	49709 $\pm$ 4035	37034 $\pm$ 3952	1.43 $\pm$ 0.12	118 $\pm$ 7.3	221 $\pm$ 14.9	937 $\pm$ 57
	04-06	25294 $\pm$ 335	53329 $\pm$ 554	39551 $\pm$ 526	1.54 $\pm$ 0.04	129 $\pm$ 3.6	239 $\pm$ 6.5	779 $\pm$ 19
	06-08	23875 $\pm$ 914	53772 $\pm$ 2008	39823 $\pm$ 1031	1.52 $\pm$ 0.05	127 $\pm$ 0.8	233 $\pm$ 2.3	753 $\pm$ 6
	08-10	22476 $\pm$ 442	51838 $\pm$ 1073	37980 $\pm$ 1057	1.55 $\pm$ 0.05	126 $\pm$ 2.6	221 $\pm$ 7.6	695 $\pm$ 18
	10-12	23985 $\pm$ 1055	56932 $\pm$ 2394	39296 $\pm$ 1735	1.62 $\pm$ 0.07	128 $\pm$ 4.0	228 $\pm$ 7.2	718 $\pm$ 16
	12-14	23807 $\pm$ 507	57763 $\pm$ 1345	37613 $\pm$ 411	1.49 $\pm$ 0.02	125 $\pm$ 0.7	223 $\pm$ 0.7	691 $\pm$ 6
	14-16	23684 $\pm$ 626	57033 $\pm$ 1728	37529 $\pm$ 267	1.54 $\pm$ 0.06	125 $\pm$ 1.4	227 $\pm$ 1.5	690 $\pm$ 8
JJ02	00-02	26294 $\pm$ 182	53275 $\pm$ 432	35790 $\pm$ 309	1.36 $\pm$ 0.02	116 $\pm$ 1.7	222 $\pm$ 2.1	1757 $\pm$ 17
	02-04	25209 $\pm$ 477	51632 $\pm$ 1246	36044 $\pm$ 621	1.35 $\pm$ 0.03	116 $\pm$ 0.9	218 $\pm$ 2.9	2203 $\pm$ 12
	04-06	25263 $\pm$ 885	52546 $\pm$ 1598	36458 $\pm$ 1627	1.33 $\pm$ 0.06	116 $\pm$ 2.0	218 $\pm$ 3.6	835 $\pm$ 6
	06-08	24809 $\pm$ 700	52344 $\pm$ 1421	37433 $\pm$ 1042	1.36 $\pm$ 0.04	118 $\pm$ 1.4	226 $\pm$ 1.0	668 $\pm$ 3
	08-10	24364 $\pm$ 142	51143 $\pm$ 439	36545 $\pm$ 249	1.40 $\pm$ 0.03	118 $\pm$ 0.7	223 $\pm$ 1.3	629 $\pm$ 5
	10-12	23689 $\pm$ 216	49228 $\pm$ 837	34900 $\pm$ 441	1.34 $\pm$ 0.03	115 $\pm$ 2.1	220 $\pm$ 3.0	617 $\pm$ 14
	12-14	24539 $\pm$ 311	50878 $\pm$ 717	34101 $\pm$ 427	1.32 $\pm$ 0.05	112 $\pm$ 0.5	219 $\pm$ 2.1	606 $\pm$ 4
	14-16	24815 $\pm$ 761	50683 $\pm$ 1581	34081 $\pm$ 1000	1.26 $\pm$ 0.02	112 $\pm$ 3.1	218 $\pm$ 8.2	610 $\pm$ 18
	16-18	24546 $\pm$ 470	50037 $\pm$ 1009	32400 $\pm$ 606	1.22 $\pm$ 0.02	105 $\pm$ 1.9	215 $\pm$ 5.6	592 $\pm$ 13
	18-20	23268 $\pm$ 180	46769 $\pm$ 449	31225 $\pm$ 362	1.24 $\pm$ 0.05	103 $\pm$ 0.9	208 $\pm$ 2.4	579 $\pm$ 8
	20-22	46675 $\pm$ 671	73771 $\pm$ 1547	51990 $\pm$ 464	2.51 $\pm$ 0.14	180 $\pm$ 6.2	361 $\pm$ 12.6	972 $\pm$ 30
JJ03	00-02	46505 $\pm$ 2058	71363 $\pm$ 3005	49182 $\pm$ 1726	2.58 $\pm$ 0.15	161 $\pm$ 4.9	300 $\pm$ 5.4	2057 $\pm$ 79
	02-04	48540 $\pm$ 2343	77896 $\pm$ 3202	55639 $\pm$ 2349	2.98 $\pm$ 0.19	186 $\pm$ 9.1	334 $\pm$ 11.1	1771 $\pm$ 96
	04-06	50371 $\pm$ 2883	80487 $\pm$ 4428	58310 $\pm$ 1435	3.04 $\pm$ 0.10	198 $\pm$ 9.4	345 $\pm$ 11.6	1098 $\pm$ 45
	06-08	49481 $\pm$ 843	75313 $\pm$ 1253	57781 $\pm$ 356	3.14 $\pm$ 0.06	203 $\pm$ 4.5	360 $\pm$ 14.3	999 $\pm$ 10
	08-10	54005 $\pm$ 308	83982 $\pm$ 1978	58831 $\pm$ 755	3.23 $\pm$ 0.08	204 $\pm$ 2.4	368 $\pm$ 5.9	1042 $\pm$ 21
	10-12	54689 $\pm$ 280	87439 $\pm$ 1236	58588 $\pm$ 426	3.23 $\pm$ 0.11	200 $\pm$ 1.0	364 $\pm$ 3.0	1063 $\pm$ 3
	12-14	57468 $\pm$ 1004	92901 $\pm$ 1916	59863 $\pm$ 610	3.33 $\pm$ 0.03	199 $\pm$ 2.1	348 $\pm$ 6.5	1111 $\pm$ 12
	14-16	58264 $\pm$ 845	92265 $\pm$ 1223	60039 $\pm$ 923	3.50 $\pm$ 0.09	199 $\pm$ 2.0	350 $\pm$ 3.6	1104 $\pm$ 9
	16-18	58042 $\pm$ 5983	94276 $\pm$ 10902	61848 $\pm$ 6696	4.02 $\pm$ 0.13	209 $\pm$ 15.5	357 $\pm$ 30.1	1155 $\pm$ 80
	18-20	54085 $\pm$ 360	88376 $\pm$ 1225	57915 $\pm$ 876	3.29 $\pm$ 0.06	194 $\pm$ 2.9	317 $\pm$ 2.9	1016 $\pm$ 11
	20-22	54095 $\pm$ 1767	88848 $\pm$ 2591	57148 $\pm$ 1536	3.22 $\pm$ 0.11	199 $\pm$ 8.0	328 $\pm$ 13.6	1035 $\pm$ 34
	22-24	60119 $\pm$ 336	101708 $\pm$ 998	63508 $\pm$ 488	3.59 $\pm$ 0.12	217 $\pm$ 4.9	364 $\pm$ 10.3	1142 $\pm$ 25
	24-26	58665 $\pm$ 895	99288 $\pm$ 668	62110 $\pm$ 1946	3.45 $\pm$ 0.14	209 $\pm$ 6.4	368 $\pm$ 31.2	1127 $\pm$ 31
	26-28	58273 $\pm$ 1529	100114 $\pm$ 1873	60617 $\pm$ 1775	3.39 $\pm$ 0.13	202 $\pm$ 6.6	346 $\pm$ 9.6	1100 $\pm$ 41
28-30	56399 $\pm$ 440	96911 $\pm$ 651	58751 $\pm$ 231	3.36 $\pm$ 0.05	200 $\pm$ 0.6	342 $\pm$ 3.4	1102 $\pm$ 6	
J	00-02	52778 $\pm$ 2181	98036 $\pm$ 3509	57977 $\pm$ 2104	3.32 $\pm$ 0.07	199 $\pm$ 3.7	287 $\pm$ 3.3	2461 $\pm$ 41



Uzorak	Mg [µg/g]	Al [µg/g]	Fe [µg/g]	Be [µg/g]	V [µg/g]	Cr [µg/g]	Mn [µg/g]	
J05	02-04	53811±676	102503±2126	60005±801	3.57±0.10	209±6.4	301±10.2	2706±81
	04-06	45682±2178	79424±3345	50014±2114	2.80±0.12	172±6.3	255±9.9	2337±85
	06-08	45131±1553	79493±2305	49586±1507	2.85±0.16	171±7.6	255±9.6	2672±115
	08-10	42119±579	76621±1357	46530±532	2.79±0.11	163±4.9	244±6.4	1845±69
	10-12	43484±3644	78651±6674	48375±3470	2.88±0.07	163±10.7	250±17.3	2258±142
	12-14	46898±798	85011±1579	52094±1014	2.91±0.12	175±5.5	283±6.5	4181±154
	14-16	45325±690	82224±1194	50174±545	2.77±0.07	166±1.2	269±1.2	2495±17
	16-18	44309±986	80454±1882	47892±1014	2.77±0.06	162±1.3	257±0.7	8550±89
	18-20	45086±319	80506±1073	47916±369	2.71±0.03	158±2.4	254±5.0	2733±34
	20-22	43860±266	80418±706	47097±366	2.68±0.02	159±2.0	245±3.5	1596±23
	22-24	43028±383	80287±991	46766±598	2.75±0.11	152±2.4	245±3.5	2213±35
	24-26	43249±930	82240±1863	47814±1104	2.83±0.08	154±4.1	247±8.4	2309±71
26-28	37944±747	72644±1642	41848±834	2.55±0.12	134±5.8	219±11.3	2296±63	
J05	00-02	36240±782	74584±1380	40949±628	2.40±0.09	144±2.8	191±3.2	1992±47
	02-04	36745±928	76241±1492	41588±934	2.46±0.10	145±5.1	198±7.9	2049±76
	04-06	36665±588	76258±931	41080±523	2.52±0.11	142±2.7	190±3.3	1981±15
	06-08	36587±508	76837±1299	41374±500	2.51±0.03	143±4.5	193±7.1	2043±65
	08-10	38267±287	79546±893	42637±304	2.52±0.14	146±1.2	201±2.5	2439±23
	10-12	38051±163	80179±393	42907±409	2.53±0.03	148±2.3	205±2.8	2188±44
	12-14	18163±1374	41208±4289	32333±1235	1.66±0.06	107±4.7	169±6.9	1767±78
	14-16	19491±326	44966±505	32514±289	1.72±0.02	106±1.4	170±4.2	3532±24
	16-18	18937±266	43085±361	31491±76	1.70±0.06	101±2.2	166±3.3	4884±104
	18-20	19110±99	43701±581	31842±246	1.74±0.07	100±0.8	167±1.2	2217±14
	20-22	19419±386	43215±1126	32530±238	1.68±0.04	100±1.5	174±2.2	5367±49
	22-24	17059±128	37842±350	28459±183	1.49±0.06	96±1.7	155±2.1	807±20
24-26	17567±490	39335±1266	29159±867	1.46±0.03	93±1.2	150±2.4	752±13	
CJ01	00-02	15383±779	49557±2230	27866±1353	1.42±0.02	92±0.6	123±2.3	568±5
	02-04	14438±155	48619±541	27222±334	1.46±0.02	95±3.4	126±7.9	532±18
	04-06	13860±190	47506±446	27183±252	1.49±0.07	93±1.8	123±2.8	515±9
	06-08	13490±87	46208±245	26705±159	1.46±0.03	93±0.7	121±2.5	524±9
	08-10	13407±323	46809±1347	27154±902	1.49±0.06	94±0.4	126±0.9	502±7
	10-12	13158±159	46739±211	26814±380	1.45±0.07	96±1.7	123±0.9	495±9
	12-14	12997±460	45606±918	26629±654	1.41±0.05	95±1.0	124±1.4	490±5
	14-16	13170±436	46430±1280	27143±657	1.41±0.05	94±4.1	116±5.0	487±23
	16-18	12725±108	45333±277	26694±261	1.42±0.04	95±0.7	116±1.4	485±5
	18-20	13007±89	47025±423	27753±317	1.44±0.05	97±1.5	119±3.2	498±7
	20-22	13411±559	47864±2173	27741±1168	1.40±0.05	96±1.4	115±1.0	492±9
	22-24	12947±148	46579±328	27080±166	1.42±0.05	95±0.8	112±1.5	483±7
24-26	13132±558	47700±1539	27779±1154	1.46±0.04	96±1.3	111±0.7	480±6	
CJ02	00-02	14552±91	38563±152	22918±142	1.15±0.06	72±0.8	97±4.1	762±7
	02-04	14498±109	39947±312	23279±137	1.17±0.03	74±0.5	98±0.5	555±7
	04-06	14735±682	40927±1642	23535±1158	1.20±0.04	75±0.4	99±1.1	546±6
	06-08	14513±224	40371±464	23099±247	1.20±0.05	75±0.3	96±0.9	535±7

Uzorak	Mg [µg/g]	Al [µg/g]	Fe [µg/g]	Be [µg/g]	V [µg/g]	Cr [µg/g]	Mn [µg/g]	
	08-10	14561±142	40586±421	23112±152	1.21±0.04	76±0.4	99±4.2	544±11
	10-12	15726±154	46896±840	23072±334	1.59±0.11	81±1.3	112±2.5	570±14
	12-14	15786±132	47239±635	22988±176	1.55±0.05	81±0.5	104±1.1	570±17
	14-16	15457±191	46712±418	22440±206	1.56±0.13	79±1.2	110±2.0	561±12
	16-18	15420±132	46489±610	22257±164	1.51±0.07	78±2.3	104±4.3	565±23
	18-20	15250±92	46015±273	21985±181	1.49±0.05	78±2.4	102±4.5	567±21
	20-22	15107±74	45147±539	21613±143	1.43±0.04	77±0.8	101±0.7	549±9
	22-24	14829±295	43930±782	21058±315	1.41±0.06	74±0.9	99±1.6	543±9
CJ03	00-02	17698±884	12428±687	17810±1041	0.68±0.05	46±3.0	67±8.0	526±20
	02-04	16897±749	11465±272	17936±695	0.66±0.06	46±1.0	82±11.3	419±7
	04-06	16612±884	12109±656	17741±1009	0.67±0.05	46±2.1	72±4.4	408±24
	06-08	16351±646	12351±411	17764±544	0.71±0.04	48±1.6	69±6.4	409±14
	08-10	15058±193	11611±256	15945±161	0.65±0.02	43±1.2	68±9.7	363±18
	10-12	15333±668	11583±504	15709±978	0.64±0.05	41±2.4	58±3.9	350±12
	12-14	14805±1086	11177±615	15375±971	0.58±0.02	42±2.3	63±9.0	349±26
	14-16	15053±884	11861±981	15483±1189	0.59±0.06	43±3.5	67±5.0	357±33
CJ04	00-02	28119±529	15720±317	18670±234	0.49±0.05	53±1.5	205±38.3	676±15
	02-04	28529±309	16203±47	19079±93	0.47±0.02	53±0.7	194±35.5	726±5
	04-06	27709±450	16742±103	19373±180	0.50±0.04	55±1.4	185±12.8	573±21
	06-08	27283±250	16492±173	18144±375	0.48±0.02	53±0.7	198±22.7	543±9
	08-10	27205±599	19728±75	20288±164	0.58±0.04	61±0.3	212±31.5	593±8
	10-12	26421±213	19213±343	20000±170	0.58±0.02	59±0.2	203±12.0	561±19
CJ05	00-02	20213±548	37856±962	30740±849	1.10±0.09	102±1.8	189±2.8	1638±31
	02-04	19767±129	38008±577	30865±358	1.05±0.06	102±0.3	180±1.3	2148±17
	04-06	19734±200	38434±468	31285±286	1.14±0.03	102±0.7	180±2.0	714±9
	06-08	19609±503	37941±667	30922±358	1.10±0.03	102±0.5	182±3.9	744±10
	08-10	19681±262	37991±406	30045±348	1.09±0.05	100±0.7	173±1.4	698±7
	10-12	19289±248	36104±389	28626±310	1.04±0.06	95±1.3	169±1.7	672±12
	12-14	19322±277	35763±546	28723±230	1.04±0.04	95±0.6	168±0.3	677±14
	14-16	19066±133	35023±377	27426±301	0.99±0.05	93±0.6	163±3.3	647±7
	16-18	19264±77	34728±266	26676±341	0.99±0.04	90±1.5	160±1.3	644±5
	18-20	19194±113	33457±298	25192±84	0.93±0.04	87±0.6	156±0.8	637±6
	20-22	19324±294	33302±538	25088±309	0.96±0.08	88±0.8	154±3.1	631±9
	22-24	18951±121	32438±493	24686±265	0.92±0.06	84±0.7	153±2.7	620±14
CJ06	00-02	18007±303	36151±748	28629±569	1.25±0.04	95±2.4	165±4.5	1571±42
	02-04	17687±401	36724±723	29135±362	1.28±0.03	95±0.8	163±0.6	1873±22
	04-06	18355±1193	38046±2141	29756±1661	1.24±0.04	93±1.2	162±2.0	938±21
	06-08	17830±416	36630±795	29337±599	1.24±0.03	93±0.7	160±1.6	651±7
	08-10	17994±380	36799±633	29494±609	1.25±0.05	94±0.4	158±2.7	577±8
	10-12	18431±954	37314±1871	29984±1606	1.30±0.02	94±1.8	158±2.8	575±11
	12-14	17776±369	35489±868	28690±819	1.16±0.06	98±5.5	166±10.0	596±32
	14-16	17461±632	33929±1254	26651±751	1.13±0.04	88±2.4	153±2.5	558±20
16-18	18357±1107	35259±1888	27401±1505	1.13±0.03	89±3.3	155±6.1	569±15	

Uzorak	Mg [µg/g]	Al [µg/g]	Fe [µg/g]	Be [µg/g]	V [µg/g]	Cr [µg/g]	Mn [µg/g]	
18-20	17671±163	33694±273	26167±285	1.14±0.04	87±3.1	153±6.7	556±17	
20-22	17488±391	33585±768	25985±498	1.13±0.03	88±3.6	155±5.4	557±26	
CJ07	00-02	25590±185	51128±314	32963±73	1.82±0.10	114±5.2	179±7.5	1996±94
	02-04	25422±539	52077±838	33722±746	1.99±0.09	112±4.6	177±6.6	2582±103
	04-06	24927±413	51098±1050	33260±618	1.92±0.09	111±1.4	180±2.3	1732±20
	06-08	25966±1915	53174±3795	34682±2491	1.89±0.08	110±1.3	177±2.2	830±12
	08-10	24711±361	50288±1003	33079±334	1.94±0.11	112±2.2	180±4.1	826±25
	10-12	24866±499	49986±847	32795±540	1.95±0.12	110±1.3	178±1.3	817±12
	12-14	24773±398	49446±574	31963±352	1.89±0.08	109±1.1	177±2.9	796±15
	14-16	24884±288	48343±543	31613±379	1.84±0.10	106±1.5	173±1.2	796±16
	16-18	25681±791	50130±1273	32752±1145	1.83±0.15	107±3.3	173±5.4	788±30
	18-20	24657±530	47065±968	30169±524	1.79±0.07	105±2.2	172±2.6	774±9
	20-22	25326±320	47985±628	30510±472	1.79±0.05	106±0.8	174±1.7	785±7
	22-24	25135±339	47055±638	29776±234	1.71±0.05	105±4.7	180±8.8	793±34
	24-26	25389±233	47291±435	29656±98	1.75±0.04	101±1.3	176±2.1	793±18
	26-28	24586±327	45566±643	28677±175	1.68±0.05	96±1.2	171±3.2	772±10
	28-30	24865±329	45777±458	28802±193	1.66±0.07	98±1.2	171±1.8	795±7
	30-32	24924±850	46277±1598	29260±795	1.76±0.06	100±1.8	172±2.1	788±13
32-34	24914±288	46220±428	28877±219	1.76±0.06	100±0.3	174±0.5	783±13	
34-36	24631±354	45274±903	28328±322	1.66±0.06	100±5.0	172±8.3	777±33	
SB01	00-02	16499±167	33589±405	16753±167	1.27±0.02	67±1.4	73±1.1	1116±18
	02-04	16489±214	32960±379	16457±253	1.22±0.03	60±1.3	69±1.7	1082±23
	04-06	16121±82	36482±173	17458±102	1.40±0.04	68±1.3	76±1.7	1543±29
	06-08	15907±258	36781±470	17838±135	1.40±0.07	70±1.8	78±2.3	1552±38
	08-10	15301±94	37716±454	18309±324	1.36±0.08	71±1.6	78±2.1	1485±44
	10-12	16037±279	38372±875	18731±272	1.39±0.03	100±1.4	94±1.2	1537±26
	12-14	15256±234	36455±529	18127±305	1.35±0.01	68±0.4	73±1.8	1331±6
	14-16	15202±227	37831±738	18300±366	1.41±0.06	72±0.5	78±2.0	1248±12
	16-18	14236±118	40240±215	19384±638	1.49±0.06	97±1.4	89±1.3	883±12
	18-20	14024±102	39238±482	18440±203	1.60±0.14	84±2.2	79±1.5	747±10
	20-22	13823±150	37610±476	17058±181	1.51±0.05	83±1.2	78±0.9	705±5

**PRILOG II.** Maseni udjeli skandija, kobalta, nikla, bakra, titana, cinka i selenija ( $\mu\text{g/g}$  s.m.)  $\pm$  1SD u istraženim uzorcima sedimenta.

Uzorak	Sc [ $\mu\text{g/g}$ ]	Co [ $\mu\text{g/g}$ ]	Ni [ $\mu\text{g/g}$ ]	Cu [ $\mu\text{g/g}$ ]	Ti [ $\mu\text{g/g}$ ]	Zn [ $\mu\text{g/g}$ ]	Se [ $\mu\text{g/g}$ ]	
JJ01	00-02	11.68 $\pm$ 0.12	19.21 $\pm$ 0.07	158 $\pm$ 0.4	32.56 $\pm$ 0.49	3077 $\pm$ 39	90.8 $\pm$ 0.8	0.40 $\pm$ 0.09
	02-04	11.45 $\pm$ 0.63	19.00 $\pm$ 1.90	160 $\pm$ 16.9	34.37 $\pm$ 1.84	3131 $\pm$ 312	97.5 $\pm$ 9.0	0.32 $\pm$ 0.03
	04-06	12.21 $\pm$ 0.17	19.81 $\pm$ 0.26	171 $\pm$ 2.5	37.16 $\pm$ 1.00	3312 $\pm$ 22	103.5 $\pm$ 5.5	0.35 $\pm$ 0.04
	06-08	11.92 $\pm$ 0.15	19.55 $\pm$ 0.64	168 $\pm$ 5.2	35.18 $\pm$ 0.17	3307 $\pm$ 40	95.7 $\pm$ 1.3	0.31 $\pm$ 0.05
	08-10	11.83 $\pm$ 0.14	18.55 $\pm$ 0.60	158 $\pm$ 7.2	33.73 $\pm$ 0.90	3100 $\pm$ 83	100.0 $\pm$ 13.6	0.32 $\pm$ 0.04
	10-12	12.85 $\pm$ 0.95	19.21 $\pm$ 0.76	165 $\pm$ 7.3	33.84 $\pm$ 0.90	3302 $\pm$ 178	91.2 $\pm$ 2.4	0.31 $\pm$ 0.05
	12-14	12.90 $\pm$ 0.26	18.54 $\pm$ 0.29	159 $\pm$ 2.8	32.40 $\pm$ 0.29	3187 $\pm$ 22	84.0 $\pm$ 1.3	0.36 $\pm$ 0.06
	14-16	12.66 $\pm$ 0.51	18.19 $\pm$ 0.16	157 $\pm$ 1.5	31.41 $\pm$ 0.31	3210 $\pm$ 16	84.0 $\pm$ 2.0	0.29 $\pm$ 0.02
JJ02	00-02	12.47 $\pm$ 0.46	19.46 $\pm$ 0.23	165 $\pm$ 5.0	29.38 $\pm$ 0.29	2955 $\pm$ 76	82.6 $\pm$ 2.3	0.26 $\pm$ 0.01
	02-04	11.89 $\pm$ 0.38	20.24 $\pm$ 0.48	168 $\pm$ 2.8	29.30 $\pm$ 0.31	2881 $\pm$ 53	85.4 $\pm$ 2.5	0.35 $\pm$ 0.08
	04-06	12.03 $\pm$ 0.36	18.46 $\pm$ 0.94	165 $\pm$ 9.1	28.95 $\pm$ 0.56	2931 $\pm$ 81	81.8 $\pm$ 1.3	0.34 $\pm$ 0.09
	06-08	11.64 $\pm$ 0.19	18.29 $\pm$ 0.51	167 $\pm$ 5.6	28.20 $\pm$ 0.17	2923 $\pm$ 32	79.1 $\pm$ 2.1	0.33 $\pm$ 0.09
	08-10	11.39 $\pm$ 0.27	17.94 $\pm$ 0.14	166 $\pm$ 1.3	26.91 $\pm$ 0.20	2882 $\pm$ 57	74.8 $\pm$ 0.7	0.33 $\pm$ 0.03
	10-12	11.01 $\pm$ 0.20	17.05 $\pm$ 0.18	158 $\pm$ 3.3	25.49 $\pm$ 0.67	2827 $\pm$ 40	71.1 $\pm$ 1.3	0.29 $\pm$ 0.05
	12-14	11.54 $\pm$ 0.24	16.80 $\pm$ 0.19	157 $\pm$ 1.3	24.64 $\pm$ 0.12	2855 $\pm$ 54	69.6 $\pm$ 1.1	0.32 $\pm$ 0.06
	14-16	11.02 $\pm$ 0.17	17.11 $\pm$ 0.42	159 $\pm$ 5.4	23.92 $\pm$ 0.92	2709 $\pm$ 23	68.8 $\pm$ 0.5	0.36 $\pm$ 0.08
	16-18	11.18 $\pm$ 1.15	16.48 $\pm$ 0.29	155 $\pm$ 1.8	21.81 $\pm$ 0.48	2782 $\pm$ 239	66.8 $\pm$ 1.5	0.27 $\pm$ 0.01
	18-20	10.43 $\pm$ 0.06	15.76 $\pm$ 0.14	148 $\pm$ 1.9	21.55 $\pm$ 0.15	2612 $\pm$ 25	64.0 $\pm$ 0.9	0.26 $\pm$ 0.04
	20-22	16.51 $\pm$ 0.24	27.80 $\pm$ 0.30	267 $\pm$ 4.7	37.32 $\pm$ 1.00	4607 $\pm$ 31	117.1 $\pm$ 2.7	0.42 $\pm$ 0.05
JJ03	00-02	15.34 $\pm$ 0.89	26.99 $\pm$ 0.82	218 $\pm$ 7.1	40.63 $\pm$ 1.79	4363 $\pm$ 130	115.8 $\pm$ 5.3	0.36 $\pm$ 0.03
	02-04	16.71 $\pm$ 0.32	28.70 $\pm$ 1.17	245 $\pm$ 9.3	45.86 $\pm$ 2.22	4754 $\pm$ 54	128.8 $\pm$ 6.4	0.41 $\pm$ 0.05
	04-06	17.55 $\pm$ 1.13	28.07 $\pm$ 0.58	258 $\pm$ 3.8	47.82 $\pm$ 2.15	4950 $\pm$ 166	130.9 $\pm$ 4.7	0.58 $\pm$ 0.10
	06-08	16.35 $\pm$ 0.20	28.69 $\pm$ 0.33	265 $\pm$ 3.4	48.69 $\pm$ 0.82	5132 $\pm$ 24	132.6 $\pm$ 3.7	0.61 $\pm$ 0.04
	08-10	17.51 $\pm$ 1.08	29.72 $\pm$ 0.21	269 $\pm$ 1.6	48.68 $\pm$ 0.36	5095 $\pm$ 269	133.9 $\pm$ 2.0	0.52 $\pm$ 0.07
	10-12	18.32 $\pm$ 0.21	30.00 $\pm$ 0.36	268 $\pm$ 5.4	47.47 $\pm$ 0.30	5194 $\pm$ 113	130.6 $\pm$ 3.0	0.46 $\pm$ 0.08
	12-14	19.42 $\pm$ 0.57	30.08 $\pm$ 0.35	274 $\pm$ 3.6	44.20 $\pm$ 0.43	5045 $\pm$ 132	135.4 $\pm$ 3.8	0.40 $\pm$ 0.04
	14-16	19.78 $\pm$ 0.74	29.74 $\pm$ 0.42	271 $\pm$ 4.8	45.66 $\pm$ 0.53	5100 $\pm$ 199	134.6 $\pm$ 1.3	0.41 $\pm$ 0.08
	16-18	19.21 $\pm$ 2.02	30.50 $\pm$ 3.44	273 $\pm$ 34.0	44.58 $\pm$ 3.34	5136 $\pm$ 504	144.5 $\pm$ 0.9	0.51 $\pm$ 0.09
	18-20	18.07 $\pm$ 0.85	28.18 $\pm$ 0.41	256 $\pm$ 4.3	43.15 $\pm$ 0.62	4612 $\pm$ 194	123.5 $\pm$ 2.5	0.53 $\pm$ 0.05
	20-22	18.44 $\pm$ 0.55	27.53 $\pm$ 0.79	257 $\pm$ 9.4	44.29 $\pm$ 1.45	4427 $\pm$ 176	128.9 $\pm$ 3.4	0.67 $\pm$ 0.10
	22-24	20.90 $\pm$ 0.36	31.02 $\pm$ 0.40	295 $\pm$ 5.6	49.08 $\pm$ 1.01	5168 $\pm$ 85	144.5 $\pm$ 5.1	0.64 $\pm$ 0.09
	24-26	20.22 $\pm$ 0.07	30.61 $\pm$ 1.03	291 $\pm$ 6.1	45.57 $\pm$ 1.13	5041 $\pm$ 314	142.8 $\pm$ 3.3	0.56 $\pm$ 0.07
	26-28	20.18 $\pm$ 0.29	29.94 $\pm$ 0.84	287 $\pm$ 7.7	44.29 $\pm$ 1.20	4766 $\pm$ 57	142.3 $\pm$ 5.5	0.45 $\pm$ 0.04
28-30	19.80 $\pm$ 0.08	29.20 $\pm$ 0.15	279 $\pm$ 2.4	43.45 $\pm$ 0.17	4636 $\pm$ 121	138.7 $\pm$ 1.4	0.39 $\pm$ 0.07	
JJ04	00-02	18.70 $\pm$ 0.28	33.68 $\pm$ 1.48	232 $\pm$ 10.7	63.62 $\pm$ 0.99	4518 $\pm$ 82	150.6 $\pm$ 0.5	0.46 $\pm$ 0.04
	02-04	19.47 $\pm$ 0.13	35.32 $\pm$ 0.66	244 $\pm$ 6.1	65.57 $\pm$ 1.95	4566 $\pm$ 93	152.0 $\pm$ 1.3	0.42 $\pm$ 0.07
	04-06	15.06 $\pm$ 0.65	28.91 $\pm$ 1.40	201 $\pm$ 11.4	54.29 $\pm$ 1.09	3842 $\pm$ 192	123.4 $\pm$ 4.9	0.31 $\pm$ 0.05
	06-08	14.94 $\pm$ 0.47	28.94 $\pm$ 0.84	197 $\pm$ 8.7	52.28 $\pm$ 1.76	3756 $\pm$ 95	118.5 $\pm$ 4.9	0.23 $\pm$ 0.05
	08-10	14.61 $\pm$ 0.42	26.71 $\pm$ 0.48	183 $\pm$ 4.5	49.13 $\pm$ 1.77	3680 $\pm$ 112	110.6 $\pm$ 3.5	0.31 $\pm$ 0.05
	10-12	14.07 $\pm$ 0.80	27.86 $\pm$ 2.17	192 $\pm$ 17.1	48.23 $\pm$ 3.11	3692 $\pm$ 176	109.4 $\pm$ 3.1	0.19 $\pm$ 0.07

Uzorak	Sc [µg/g]	Co [µg/g]	Ni [µg/g]	Cu [µg/g]	Ti [µg/g]	Zn [µg/g]	Se [µg/g]	
	12-14	15.72±0.25	30.55±0.85	222±6.6	47.56±1.28	3976±49	116.4±4.5	0.22±0.04
	14-16	15.44±0.23	26.73±0.41	207±3.2	44.43±0.47	3860±89	112.0±1.7	0.26±0.03
	16-18	14.84±0.21	34.20±0.56	211±6.6	43.55±0.58	3751±41	109.0±1.9	0.20±0.05
	18-20	14.68±0.38	24.44±0.25	199±2.4	43.53±0.64	3653±91	106.0±1.1	0.28±0.06
	20-22	14.65±0.17	23.00±0.19	191±2.7	39.71±0.44	3611±40	104.3±3.0	0.49±0.11
	22-24	14.48±0.16	24.14±0.38	194±1.3	43.31±0.66	3558±77	105.2±1.1	0.30±0.06
	24-26	14.70±0.27	25.47±0.79	199±6.1	41.39±2.01	3681±86	106.5±2.2	0.23±0.04
	26-28	12.87±0.25	23.53±0.64	170±2.7	36.67±1.79	3278±70	95.3±4.3	0.15±0.04
JJ05	00-02	13.05±0.44	24.40±0.61	148±4.5	47.24±0.58	3256±96	103.1±2.2	0.34±0.09
	02-04	13.24±0.46	25.04±0.63	155±3.8	46.90±1.88	3327±123	99.9±1.4	0.22±0.05
	04-06	13.12±0.43	24.76±0.25	152±2.9	46.44±0.63	3283±138	99.0±4.6	0.22±0.08
	06-08	12.84±0.29	25.00±0.45	154±4.2	45.04±1.40	3219±99	98.2±1.7	0.18±0.03
	08-10	13.49±0.07	25.65±0.27	163±2.6	44.82±0.66	3351±29	99.1±2.5	0.20±0.06
	10-12	13.58±0.20	25.03±0.14	163±0.5	43.23±0.65	3388±39	97.9±0.5	0.17±0.04
	12-14	12.36±1.73	24.31±0.76	141±4.9	36.21±1.26	3073±41	83.0±2.4	0.14±0.03
	14-16	14.27±0.39	24.20±0.36	142±3.3	35.55±0.26	3153±93	82.4±1.8	0.15±0.03
	16-18	13.71±0.11	25.99±0.35	135±1.4	34.72±0.70	3076±29	78.1±0.2	0.11±0.03
	18-20	13.79±0.10	21.90±0.29	133±1.8	32.85±0.43	3127±22	78.8±1.5	0.15±0.02
	20-22	13.15±0.43	31.71±0.26	144±1.8	33.16±0.35	3091±12	77.7±1.0	0.17±0.04
	22-24	11.91±0.23	16.11±0.22	115±1.9	29.24±0.52	2761±30	70.4±3.6	0.50±0.07
24-26	11.78±0.26	16.89±0.56	116±3.7	27.80±0.45	2724±56	69.0±1.3	0.39±0.03	
CJ01	00-02	10.22±0.06	11.55±0.70	75±5.0	24.19±0.21	2793±34	98.5±2.3	0.35±0.07
	02-04	10.31±0.09	11.19±0.14	72±1.8	24.80±0.79	2813±24	98.3±2.0	0.34±0.03
	04-06	10.52±0.10	10.96±0.10	70±0.9	24.70±0.51	2860±18	100.7±3.2	0.34±0.04
	06-08	10.64±0.19	10.81±0.06	68±1.4	24.39±0.12	2897±62	99.0±0.9	0.37±0.09
	08-10	10.66±0.20	10.98±0.30	69±1.8	24.82±0.12	2903±55	100.7±4.0	0.33±0.04
	10-12	10.64±0.20	10.74±0.15	68±0.7	25.09±0.16	2892±29	98.8±2.7	0.34±0.04
	12-14	10.50±0.09	10.56±0.34	67±2.5	24.59±0.22	2855±18	99.1±4.8	0.34±0.02
	14-16	10.41±0.07	10.77±0.22	68±2.9	24.55±1.23	2767±20	99.8±2.7	0.35±0.06
	16-18	10.52±0.08	10.65±0.07	66±1.2	25.37±1.31	2783±12	100.1±3.1	0.31±0.05
	18-20	10.45±0.12	10.83±0.04	67±1.0	25.45±1.14	2820±42	99.8±4.2	0.36±0.04
	20-22	10.38±0.12	11.07±0.52	67±3.7	24.74±0.26	2724±13	98.1±2.9	0.39±0.07
	22-24	10.42±0.07	10.46±0.17	66±0.9	24.00±0.47	2707±42	98.1±3.9	0.34±0.06
24-26	10.40±0.08	10.70±0.37	67±3.9	24.76±0.44	2740±17	89.1±4.4	0.30±0.05	
CJ02	00-02	8.52±0.08	10.26±0.13	57±0.5	16.15±0.08	2340±69	66.6±1.8	0.23±0.03
	02-04	8.56±0.21	10.25±0.15	59±0.1	18.06±0.98	2315±60	68.3±3.0	0.26±0.06
	04-06	8.79±0.23	10.44±0.59	59±2.2	17.38±0.43	2388±56	68.2±1.6	0.27±0.03
	06-08	8.65±0.06	10.37±0.21	58±0.9	18.84±1.95	2313±50	67.6±1.0	0.24±0.05
	08-10	8.70±0.12	10.36±0.08	61±2.5	18.89±0.77	2359±17	67.5±0.9	0.25±0.01
	10-12	8.84±0.34	11.63±0.23	67±1.9	17.00±0.39	2411±61	74.9±2.6	0.25±0.02
	12-14	8.99±0.08	11.52±0.14	66±1.2	16.97±0.03	2388±13	73.6±0.7	0.25±0.05
	14-16	8.89±0.11	11.23±0.08	66±1.3	16.75±0.40	2361±32	72.8±2.9	0.25±0.07
16-18	8.91±0.20	11.28±0.18	65±1.0	16.80±0.65	2360±36	69.2±0.9	0.26±0.09	

Uzorak	Sc [µg/g]	Co [µg/g]	Ni [µg/g]	Cu [µg/g]	Ti [µg/g]	Zn [µg/g]	Se [µg/g]
18-20 20-22 22-24	8.67±0.08	11.07±0.25	64±1.5	15.84±0.43	2305±24	66.7±1.0	0.23±0.04
	8.86±0.37	10.92±0.13	63±1.7	15.39±0.19	2331±84	65.0±1.8	0.21±0.04
	8.45±0.23	10.79±0.18	63±1.2	14.44±0.18	2247±54	61.8±0.9	0.26±0.04
CJ03 00-02 02-04 04-06 06-08 08-10 10-12 12-14 14-16	4.97±0.28	8.76±0.51	33±2.1	9.91±0.40	1249±65	39.4±1.2	0.18±0.02
	4.72±0.09	8.43±0.15	31±0.7	8.90±0.26	1276±34	37.7±1.0	0.20±0.02
	5.03±0.23	8.73±0.50	34±2.0	9.67±0.44	1233±52	39.3±2.1	0.18±0.04
	5.06±0.14	8.60±0.30	34±0.7	9.57±0.26	1198±37	38.6±1.6	0.17±0.04
	4.54±0.14	7.65±0.23	31±0.6	8.18±0.12	1159±24	33.9±0.6	0.16±0.04
	4.61±0.13	7.72±0.23	32±1.1	7.88±0.37	1119±14	32.5±1.5	0.17±0.02
	4.59±0.21	7.43±0.58	30±2.3	7.93±0.44	1144±52	31.2±1.8	0.14±0.04
	4.94±0.45	7.76±0.49	34±2.8	8.23±0.75	1169±149	33.3±3.0	0.16±0.04
CJ04 00-02 02-04 04-06 06-08 08-10 10-12	5.56±0.06	12.34±0.38	72±1.8	7.34±0.18	1385±89	34.7±1.1	0.12±0.03
	5.65±0.07	12.34±0.20	71±1.2	7.42±0.25	1540±93	36.0±0.3	0.11±0.03
	5.76±0.09	12.29±0.18	71±1.2	8.12±0.11	1416±44	36.5±0.4	0.11±0.03
	5.67±0.03	11.50±0.15	68±1.2	7.91±0.21	1401±27	35.9±1.0	0.12±0.04
	6.38±0.08	12.50±0.15	78±0.6	10.50±0.13	1640±50	42.2±0.5	0.13±0.03
	6.22±0.16	12.04±0.15	76±0.7	9.38±0.30	1507±19	38.9±1.3	0.13±0.05
CJ05 00-02 02-04 04-06 06-08 08-10 10-12 12-14 14-16 16-18 18-20 20-22 22-24	10.37±0.10	19.03±0.55	139±4.9	26.31±0.58	2612±25	80.2±2.4	0.33±0.05
	10.36±0.02	19.74±0.28	139±1.6	26.24±0.09	2554±32	78.5±0.6	0.29±0.03
	10.37±0.11	17.48±0.20	134±2.6	26.03±0.22	2572±18	78.9±0.4	0.28±0.06
	10.14±0.19	17.28±0.25	132±2.4	25.14±0.43	2529±6	77.2±0.8	0.29±0.03
	10.05±0.08	16.78±0.16	129±0.9	24.49±0.18	2452±23	73.4±0.4	0.23±0.02
	9.54±0.10	15.99±0.11	124±1.6	21.92±0.28	2347±13	66.3±0.9	0.22±0.02
	9.44±0.04	15.76±0.19	122±1.5	21.47±0.15	2333±15	65.8±0.6	0.23±0.02
	9.08±0.11	15.03±0.10	118±1.5	21.14±0.10	2239±50	63.2±0.4	0.24±0.07
	8.96±0.22	14.99±0.08	117±0.7	20.00±0.48	2191±59	60.3±1.3	0.24±0.02
	8.55±0.02	14.48±0.16	113±0.9	18.45±0.17	2107±16	58.6±1.1	0.26±0.03
	8.48±0.06	14.37±0.29	113±1.5	18.26±0.21	2078±54	57.6±1.4	0.27±0.05
	8.35±0.06	13.79±0.11	109±0.7	17.77±0.21	2045±20	56.1±0.7	0.23±0.03
CJ06 00-02 02-04 04-06 06-08 08-10 10-12 12-14 14-16 16-18 18-20 20-22	12.30±0.11	18.31±0.29	137±2.8	25.80±0.69	2628±55	76.1±1.3	0.27±0.02
	12.63±0.26	19.03±0.22	139±1.9	26.58±1.10	2708±58	78.3±1.7	0.28±0.05
	12.13±0.10	18.20±0.91	140±9.0	24.69±0.36	2627±23	73.6±1.7	0.28±0.02
	12.64±0.45	16.58±0.36	135±3.5	24.15±0.33	2693±96	72.4±0.5	0.26±0.05
	12.36±0.82	16.62±0.37	136±2.7	22.84±0.21	2633±155	68.7±0.5	0.23±0.05
	12.10±0.22	16.96±0.79	141±6.2	22.54±0.35	2557±43	67.3±0.6	0.25±0.05
	12.12±0.42	16.18±0.30	137±4.5	23.05±1.40	2626±111	64.1±0.7	0.31±0.07
	11.15±0.20	15.69±0.48	131±3.3	20.05±0.57	2453±37	60.0±2.2	0.23±0.03
	11.36±0.12	16.13±1.02	138±9.2	21.61±0.79	2475±33	61.1±0.6	0.31±0.06
	11.10±0.09	15.56±0.16	131±1.9	21.59±0.83	2370±90	60.3±1.4	0.22±0.06
	10.98±0.16	15.38±0.31	131±3.0	20.43±0.73	2432±30	59.9±0.2	0.22±0.04
	CJ07 00-02 02-04 04-06	15.05±0.18	23.45±0.28	166±3.3	31.20±1.24	3197±14	87.9±3.7
15.43±0.54		24.44±0.51	168±4.4	30.97±1.03	3310±131	89.3±1.9	0.35±0.11
15.30±0.14		24.80±0.62	163±4.6	30.86±0.40	3268±32	87.3±1.4	0.25±0.04

Uzorak	Sc [µg/g]	Co [µg/g]	Ni [µg/g]	Cu [µg/g]	Ti [µg/g]	Zn [µg/g]	Se [µg/g]	
06-08	16.18±1.31	22.02±1.64	170±15.8	29.65±0.67	3459±265	86.1±2.1	0.31±0.04	
08-10	15.34±0.14	21.17±0.29	161±3.1	29.41±0.87	3237±12	85.9±4.6	0.26±0.06	
10-12	15.07±0.24	21.10±0.22	162±3.0	28.26±0.32	3186±32	82.0±2.3	0.29±0.03	
12-14	14.88±0.21	20.78±0.31	160±2.1	28.09±0.21	3166±36	77.8±3.7	0.23±0.05	
14-16	14.78±0.96	20.55±0.31	159±0.9	24.93±0.43	3109±180	74.3±1.5	0.23±0.05	
16-18	14.87±0.16	20.87±0.74	165±5.0	25.32±0.82	3086±16	75.4±2.2	0.27±0.06	
18-20	14.32±0.22	19.42±0.34	156±3.7	24.95±0.89	3007±36	75.0±3.1	0.27±0.10	
20-22	14.60±0.18	20.07±0.33	160±2.9	24.19±0.23	3079±15	74.0±3.1	0.34±0.02	
22-24	14.42±0.09	19.82±0.26	159±4.1	24.17±1.13	3058±25	71.4±1.4	0.31±0.08	
24-26	14.79±0.82	20.13±0.13	159±2.3	23.18±0.36	3118±158	73.5±2.2	0.27±0.03	
26-28	14.22±0.52	19.07±0.26	153±1.8	22.12±0.28	2999±133	69.3±0.9	0.20±0.04	
28-30	13.88±0.51	19.32±0.12	154±2.7	22.70±0.14	2924±80	70.1±0.9	0.21±0.05	
30-32	14.08±0.30	19.76±0.63	155±4.5	23.02±0.59	2938±46	70.8±1.4	0.20±0.03	
32-34	14.48±0.73	19.44±0.22	154±3.6	22.59±0.04	3010±148	70.6±0.3	0.28±0.05	
34-36	13.98±0.46	18.86±0.38	151±3.3	22.52±1.20	2886±96	67.9±1.0	0.23±0.08	
ŠBO1	00-02	6.18±0.06	8.26±0.10	42±0.7	29.27±0.49	1600±29	124.8±2.5	0.47±0.10
	02-04	6.26±0.07	7.80±0.05	42±0.7	27.40±1.17	1587±11	114.2±2.6	0.41±0.08
	04-06	6.80±0.01	9.04±0.16	45±0.7	35.24±1.14	1699±11	160.2±5.6	0.53±0.08
	06-08	6.91±0.12	9.34±0.38	46±0.6	38.38±0.78	1710±19	168.4±3.6	0.54±0.08
	08-10	6.96±0.03	9.63±0.13	46±0.2	39.85±1.16	1735±16	188.5±15.5	0.62±0.07
	10-12	7.27±0.33	9.38±0.27	47±1.3	37.43±1.36	1831±74	170.6±3.4	0.51±0.05
	12-14	6.92±0.09	9.27±0.22	45±0.9	37.27±0.50	1707±27	160.6±2.1	0.54±0.05
	14-16	7.09±0.14	8.79±0.30	46±1.5	38.53±0.29	1769±38	174.4±3.0	0.70±0.05
	16-18	7.48±0.02	9.80±0.22	47±1.0	38.80±0.96	1849±19	165.8±9.0	1.02±0.10
	18-20	7.79±0.30	10.68±0.52	48±1.6	39.33±0.16	1769±37	144.6±10.8	0.89±0.10
20-22	7.31±0.07	9.41±0.48	44±1.0	37.25±2.07	1717±18	134.3±2.3	0.65±0.08	

**PRILOG III.** Maseni udjeli rubidija, stroncija, cirkonija, molibdena, srebra, kadmija i antimona ( $\mu\text{g/g}$  s.m.)  $\pm$  1SD u istraženim uzorcima sedimenta.

Uzorak	Rb [ $\mu\text{g/g}$ ]	Sr [ $\mu\text{g/g}$ ]	Zr [ $\mu\text{g/g}$ ]	Mo [ $\mu\text{g/g}$ ]	Ag [ $\mu\text{g/g}$ ]	Cd [ $\mu\text{g/g}$ ]	Sb [ $\mu\text{g/g}$ ]	
JJ01	00-02	89.0 $\pm$ 1.1	454 $\pm$ 9.0	44.51 $\pm$ 0.31	1.25 $\pm$ 0.05	0.049 $\pm$ 0.002	0.099 $\pm$ 0.007	0.73 $\pm$ 0.03
	02-04	94.0 $\pm$ 7.4	382 $\pm$ 25.3	44.55 $\pm$ 2.79	0.85 $\pm$ 0.05	0.045 $\pm$ 0.002	0.107 $\pm$ 0.024	0.79 $\pm$ 0.05
	04-06	102.8 $\pm$ 1.4	295 $\pm$ 5.8	48.61 $\pm$ 1.94	0.71 $\pm$ 0.03	0.048 $\pm$ 0.001	0.118 $\pm$ 0.014	0.86 $\pm$ 0.04
	06-08	103.1 $\pm$ 1.0	282 $\pm$ 4.1	48.36 $\pm$ 0.98	0.73 $\pm$ 0.03	0.044 $\pm$ 0.003	0.132 $\pm$ 0.012	0.82 $\pm$ 0.03
	08-10	99.0 $\pm$ 1.2	257 $\pm$ 7.6	44.53 $\pm$ 1.77	0.78 $\pm$ 0.03	0.041 $\pm$ 0.001	0.180 $\pm$ 0.079	0.81 $\pm$ 0.03
	10-12	107.4 $\pm$ 3.3	242 $\pm$ 7.2	46.17 $\pm$ 1.58	0.60 $\pm$ 0.02	0.040 $\pm$ 0.003	0.123 $\pm$ 0.018	0.80 $\pm$ 0.03
	12-14	102.9 $\pm$ 1.4	232 $\pm$ 3.7	45.18 $\pm$ 0.39	0.60 $\pm$ 0.04	0.037 $\pm$ 0.001	0.130 $\pm$ 0.007	0.79 $\pm$ 0.02
	14-16	105.3 $\pm$ 2.8	237 $\pm$ 6.3	47.05 $\pm$ 1.09	0.55 $\pm$ 0.04	0.037 $\pm$ 0.002	0.115 $\pm$ 0.021	0.75 $\pm$ 0.04
JJ02	00-02	84.3 $\pm$ 1.9	298 $\pm$ 10.6	37.51 $\pm$ 0.70	1.50 $\pm$ 0.02	0.035 $\pm$ 0.002	0.099 $\pm$ 0.005	0.70 $\pm$ 0.03
	02-04	89.4 $\pm$ 2.4	304 $\pm$ 7.9	38.36 $\pm$ 0.85	1.58 $\pm$ 0.03	0.033 $\pm$ 0.004	0.087 $\pm$ 0.009	0.66 $\pm$ 0.02
	04-06	87.2 $\pm$ 1.5	299 $\pm$ 6.9	38.19 $\pm$ 0.76	0.64 $\pm$ 0.01	0.033 $\pm$ 0.001	0.088 $\pm$ 0.009	0.66 $\pm$ 0.02
	06-08	89.5 $\pm$ 2.3	278 $\pm$ 7.3	39.53 $\pm$ 1.24	0.57 $\pm$ 0.02	0.034 $\pm$ 0.002	0.088 $\pm$ 0.012	0.70 $\pm$ 0.03
	08-10	91.6 $\pm$ 0.9	293 $\pm$ 2.2	39.00 $\pm$ 0.98	0.54 $\pm$ 0.02	0.032 $\pm$ 0.002	0.089 $\pm$ 0.013	0.68 $\pm$ 0.02
	10-12	86.8 $\pm$ 1.8	287 $\pm$ 4.2	37.74 $\pm$ 1.51	0.50 $\pm$ 0.02	0.028 $\pm$ 0.002	0.092 $\pm$ 0.011	0.63 $\pm$ 0.03
	12-14	86.1 $\pm$ 1.1	296 $\pm$ 5.5	38.20 $\pm$ 0.73	0.45 $\pm$ 0.01	0.029 $\pm$ 0.002	0.092 $\pm$ 0.003	0.64 $\pm$ 0.01
	14-16	85.7 $\pm$ 1.5	305 $\pm$ 5.6	36.69 $\pm$ 0.33	0.44 $\pm$ 0.04	0.028 $\pm$ 0.001	0.081 $\pm$ 0.013	0.62 $\pm$ 0.04
	16-18	82.7 $\pm$ 1.7	314 $\pm$ 5.4	36.87 $\pm$ 0.64	0.40 $\pm$ 0.02	0.023 $\pm$ 0.001	0.094 $\pm$ 0.009	0.59 $\pm$ 0.04
	18-20	79.3 $\pm$ 0.9	308 $\pm$ 6.7	34.66 $\pm$ 0.56	0.39 $\pm$ 0.03	0.025 $\pm$ 0.001	0.079 $\pm$ 0.009	0.56 $\pm$ 0.02
	20-22	135.5 $\pm$ 3.8	553 $\pm$ 30.0	65.59 $\pm$ 1.20	0.64 $\pm$ 0.03	0.097 $\pm$ 0.002	0.140 $\pm$ 0.014	1.08 $\pm$ 0.03
JJ03	00-02	120.1 $\pm$ 3.9	803 $\pm$ 25.1	70.38 $\pm$ 2.00	1.53 $\pm$ 0.08	0.134 $\pm$ 0.002	0.135 $\pm$ 0.018	0.99 $\pm$ 0.03
	02-04	143.4 $\pm$ 6.2	746 $\pm$ 40.9	76.87 $\pm$ 1.10	1.54 $\pm$ 0.08	0.112 $\pm$ 0.003	0.133 $\pm$ 0.010	1.09 $\pm$ 0.05
	04-06	147.0 $\pm$ 3.7	690 $\pm$ 28.1	75.07 $\pm$ 2.17	0.89 $\pm$ 0.06	0.145 $\pm$ 0.002	0.119 $\pm$ 0.015	1.13 $\pm$ 0.03
	06-08	140.2 $\pm$ 3.1	702 $\pm$ 19.3	83.80 $\pm$ 3.08	0.83 $\pm$ 0.02	0.145 $\pm$ 0.004	0.159 $\pm$ 0.023	1.22 $\pm$ 0.06
	08-10	154.6 $\pm$ 3.5	742 $\pm$ 10.0	83.54 $\pm$ 3.31	0.82 $\pm$ 0.04	0.136 $\pm$ 0.007	0.156 $\pm$ 0.012	1.21 $\pm$ 0.06
	10-12	155.3 $\pm$ 4.5	745 $\pm$ 14.9	82.08 $\pm$ 1.91	0.79 $\pm$ 0.01	0.129 $\pm$ 0.003	0.172 $\pm$ 0.018	1.17 $\pm$ 0.05
	12-14	159.6 $\pm$ 2.7	750 $\pm$ 14.6	74.77 $\pm$ 1.53	0.78 $\pm$ 0.03	0.111 $\pm$ 0.007	0.134 $\pm$ 0.015	1.17 $\pm$ 0.05
	14-16	159.0 $\pm$ 2.8	764 $\pm$ 14.4	76.93 $\pm$ 2.00	0.78 $\pm$ 0.02	0.121 $\pm$ 0.002	0.141 $\pm$ 0.015	1.20 $\pm$ 0.06
	16-18	171.2 $\pm$ 1.6	833 $\pm$ 11.6	88.68 $\pm$ 0.93	0.85 $\pm$ 0.07	0.128 $\pm$ 0.004	0.124 $\pm$ 0.018	1.23 $\pm$ 0.09
	18-20	146.3 $\pm$ 3.3	696 $\pm$ 13.9	73.08 $\pm$ 2.28	0.72 $\pm$ 0.02	0.124 $\pm$ 0.003	0.126 $\pm$ 0.011	1.14 $\pm$ 0.05
	20-22	153.5 $\pm$ 3.9	706 $\pm$ 17.6	68.74 $\pm$ 0.95	0.72 $\pm$ 0.04	0.122 $\pm$ 0.002	0.132 $\pm$ 0.013	1.14 $\pm$ 0.05
	22-24	172.9 $\pm$ 6.3	789 $\pm$ 26.2	78.19 $\pm$ 2.99	0.76 $\pm$ 0.04	0.136 $\pm$ 0.006	0.144 $\pm$ 0.005	1.32 $\pm$ 0.05
	24-26	170.8 $\pm$ 4.1	791 $\pm$ 21.9	78.58 $\pm$ 10.79	0.75 $\pm$ 0.04	0.116 $\pm$ 0.013	0.149 $\pm$ 0.005	1.29 $\pm$ 0.05
	26-28	167.6 $\pm$ 4.1	779 $\pm$ 27.7	71.74 $\pm$ 0.98	0.69 $\pm$ 0.04	0.110 $\pm$ 0.006	0.135 $\pm$ 0.013	1.22 $\pm$ 0.11
28-30	167.2 $\pm$ 2.5	769 $\pm$ 15.3	71.94 $\pm$ 0.68	0.70 $\pm$ 0.04	0.113 $\pm$ 0.004	0.129 $\pm$ 0.012	1.20 $\pm$ 0.03	
JJ04	00-02	162.4 $\pm$ 1.9	698 $\pm$ 5.7	71.37 $\pm$ 3.14	2.42 $\pm$ 0.03	0.138 $\pm$ 0.006	0.135 $\pm$ 0.014	1.19 $\pm$ 0.02
	02-04	170.5 $\pm$ 1.5	724 $\pm$ 6.9	73.17 $\pm$ 2.15	3.48 $\pm$ 0.06	0.114 $\pm$ 0.007	0.158 $\pm$ 0.015	1.19 $\pm$ 0.05
	04-06	142.7 $\pm$ 5.5	612 $\pm$ 22.8	66.37 $\pm$ 2.44	3.18 $\pm$ 0.13	0.080 $\pm$ 0.009	0.124 $\pm$ 0.020	1.02 $\pm$ 0.07
	06-08	142.0 $\pm$ 7.2	638 $\pm$ 27.9	65.88 $\pm$ 3.46	2.61 $\pm$ 0.13	0.074 $\pm$ 0.005	0.107 $\pm$ 0.017	0.98 $\pm$ 0.08
	08-10	135.6 $\pm$ 2.9	625 $\pm$ 14.0	64.81 $\pm$ 2.15	1.25 $\pm$ 0.05	0.086 $\pm$ 0.007	0.103 $\pm$ 0.009	0.88 $\pm$ 0.06
	10-12	136.9 $\pm$ 3.5	663 $\pm$ 13.6	65.79 $\pm$ 2.92	1.38 $\pm$ 0.08	0.066 $\pm$ 0.006	0.097 $\pm$ 0.008	0.90 $\pm$ 0.10



Uzorak	Rb [µg/g]	Sr [µg/g]	Zr [µg/g]	Mo [µg/g]	Ag [µg/g]	Cd [µg/g]	Sb [µg/g]	
	12-14	144.9±6.1	666±25.9	66.26±3.25	2.20±0.11	0.070±0.005	0.108±0.015	1.10±0.02
	14-16	138.4±2.2	667±8.1	65.46±1.97	1.43±0.03	0.073±0.001	0.105±0.005	0.96±0.05
	16-18	132.9±2.1	676±4.3	65.42±0.98	3.56±0.09	0.058±0.004	0.099±0.014	1.24±0.04
	18-20	132.0±1.5	685±6.3	62.47±1.22	1.35±0.02	0.085±0.004	0.097±0.014	0.93±0.05
	20-22	130.2±3.8	676±18.3	60.08±1.38	0.92±0.03	0.114±0.005	0.100±0.021	0.86±0.02
	22-24	132.1±2.8	685±13.0	60.63±1.56	1.08±0.02	0.076±0.003	0.095±0.012	0.85±0.04
	24-26	133.8±1.7	685±11.7	64.00±1.90	1.11±0.04	0.068±0.000	0.086±0.013	0.85±0.01
	26-28	119.7±4.7	601±19.8	59.98±3.23	1.00±0.07	0.054±0.006	0.078±0.009	0.77±0.02
JJ05	00-02	119.4±2.2	599±9.0	56.96±1.20	2.04±0.05	0.082±0.007	0.101±0.015	0.92±0.01
	02-04	122.0±2.9	605±11.5	59.54±2.08	2.86±0.16	0.061±0.005	0.098±0.008	0.85±0.05
	04-06	122.6±5.7	628±29.9	58.32±3.28	3.20±0.11	0.058±0.008	0.089±0.011	0.83±0.01
	06-08	123.2±1.6	639±9.8	57.61±1.10	4.14±0.12	0.054±0.002	0.092±0.020	0.87±0.06
	08-10	124.4±4.1	664±22.7	57.91±1.72	5.27±0.07	0.051±0.004	0.085±0.005	0.86±0.03
	10-12	124.6±1.7	660±7.1	57.76±0.62	2.29±0.04	0.055±0.003	0.093±0.006	0.89±0.04
	12-14	87.3±12.7	526±18.5	53.09±1.50	1.59±0.08	0.070±0.004	0.088±0.019	0.60±0.02
	14-16	99.2±2.6	518±8.4	52.76±4.54	2.26±0.04	0.064±0.004	0.098±0.012	0.66±0.03
	16-18	94.2±0.7	490±2.8	51.79±0.35	2.67±0.04	0.061±0.003	0.089±0.009	0.71±0.02
	18-20	94.2±0.9	487±6.6	52.63±1.55	1.33±0.03	0.064±0.003	0.098±0.014	0.61±0.01
	20-22	93.9±2.0	475±8.8	54.45±1.22	2.37±0.03	0.070±0.003	0.090±0.012	0.69±0.01
	22-24	85.5±3.7	436±22.9	49.83±3.36	0.56±0.03	0.118±0.009	0.071±0.013	0.50±0.01
24-26	83.0±1.6	424±9.1	47.67±0.53	0.55±0.03	0.086±0.003	0.074±0.005	0.50±0.01	
CJ01	00-02	98.6±1.5	454±9.7	55.31±1.63	0.86±0.01	0.201±0.007	0.214±0.015	0.80±0.04
	02-04	99.5±2.6	448±9.1	55.03±1.43	0.93±0.05	0.186±0.006	0.203±0.024	0.80±0.01
	04-06	101.9±3.7	463±15.6	55.43±1.95	0.85±0.03	0.195±0.009	0.218±0.013	0.83±0.02
	06-08	99.7±1.2	459±4.1	55.01±1.16	0.90±0.04	0.198±0.002	0.218±0.011	0.80±0.01
	08-10	102.3±3.9	462±18.0	57.67±2.08	0.95±0.02	0.204±0.010	0.227±0.024	0.81±0.03
	10-12	98.8±2.5	448±8.9	56.29±0.84	1.27±0.01	0.202±0.009	0.218±0.024	0.86±0.06
	12-14	99.4±5.6	445±20.7	56.10±2.87	0.97±0.01	0.204±0.012	0.212±0.007	0.84±0.03
	14-16	100.3±3.3	450±13.2	52.40±1.08	1.00±0.07	0.206±0.005	0.235±0.010	0.84±0.05
	16-18	99.8±2.7	443±11.0	52.58±1.06	1.06±0.04	0.202±0.002	0.237±0.014	1.25±0.38
	18-20	101.4±4.1	445±17.1	53.88±3.14	1.15±0.02	0.202±0.006	0.229±0.018	0.87±0.03
	20-22	100.2±2.9	437±9.3	51.49±0.96	1.18±0.04	0.202±0.007	0.225±0.014	0.85±0.01
	22-24	101.7±4.5	438±17.2	52.03±2.64	1.15±0.01	0.192±0.006	0.216±0.018	0.84±0.03
24-26	102.3±4.2	430±23.0	51.88±2.05	1.26±0.02	0.163±0.007	0.222±0.032	0.86±0.02	
CJ02	00-02	77.3±1.6	515±13.2	42.19±1.82	0.75±0.05	0.083±0.004	0.170±0.013	0.69±0.02
	02-04	79.5±2.4	521±12.1	41.72±0.90	0.61±0.03	0.097±0.013	0.161±0.010	0.70±0.02
	04-06	81.1±1.5	529±10.7	42.78±0.72	0.60±0.02	0.083±0.003	0.165±0.026	0.70±0.02
	06-08	81.8±1.1	537±7.9	41.74±1.63	0.63±0.02	0.084±0.001	0.171±0.021	0.68±0.01
	08-10	81.6±0.6	535±5.1	42.90±0.37	0.68±0.02	0.085±0.003	0.156±0.005	0.72±0.02
	10-12	85.4±3.3	571±24.5	47.07±1.76	0.70±0.03	0.093±0.003	0.156±0.019	0.73±0.05
	12-14	85.1±0.5	565±7.1	47.76±0.19	0.75±0.01	0.089±0.004	0.172±0.025	0.75±0.02
	14-16	84.5±3.3	563±16.5	48.30±2.08	0.76±0.06	0.090±0.004	0.158±0.010	0.76±0.03
16-18	83.0±1.1	554±3.9	47.18±1.22	0.83±0.03	0.084±0.003	0.158±0.020	0.74±0.02	

Uzorak	Rb [µg/g]	Sr [µg/g]	Zr [µg/g]	Mo [µg/g]	Ag [µg/g]	Cd [µg/g]	Sb [µg/g]
18-20 20-22 22-24	82.4±0.9	556±7.4	46.80±0.60	0.70±0.03	0.081±0.001	0.169±0.017	0.73±0.02
	81.0±2.7	552±16.1	45.58±1.72	0.68±0.04	0.076±0.005	0.168±0.023	0.72±0.04
	79.3±1.1	591±12.4	44.90±1.21	0.68±0.03	0.077±0.006	0.140±0.009	0.70±0.02
CJ03 00-02 02-04 04-06 06-08 08-10 10-12 12-14 14-16	45.2±1.1	1186±66.0	29.71±1.14	0.57±0.02	0.125±0.027	0.131±0.014	0.60±0.02
	42.8±0.8	1163±24.6	27.89±0.47	0.49±0.01	0.103±0.006	0.130±0.019	0.63±0.02
	45.0±1.6	1211±55.9	29.95±1.58	0.50±0.04	0.104±0.005	0.141±0.017	0.66±0.05
	45.6±1.4	1214±56.2	30.58±1.22	0.50±0.02	0.101±0.003	0.119±0.008	0.66±0.02
	43.1±0.7	1206±33.0	28.77±0.67	0.47±0.02	0.101±0.004	0.118±0.008	0.61±0.03
	41.9±1.1	1252±59.8	25.54±2.13	0.40±0.02	0.091±0.002	0.118±0.015	0.55±0.03
	40.6±0.8	1176±37.8	24.59±1.62	0.45±0.02	0.087±0.009	0.098±0.006	0.57±0.03
	43.5±2.6	1399±47.3	28.35±2.19	0.49±0.04	0.088±0.003	0.121±0.010	0.57±0.03
CJ04 00-02 02-04 04-06 06-08 08-10 10-12	28.1±0.3	581±11.7	16.90±0.41	0.44±0.03	0.053±0.005	0.133±0.016	0.51±0.05
	29.0±0.3	568±23.8	18.00±1.33	0.48±0.02	0.049±0.003	0.155±0.004	0.50±0.02
	31.1±0.9	615±6.4	18.28±0.73	0.34±0.03	0.050±0.004	0.145±0.007	0.51±0.01
	30.1±1.0	604±8.3	18.18±0.21	0.32±0.03	0.049±0.003	0.139±0.008	0.52±0.02
	39.5±0.5	645±9.1	31.20±8.13	0.38±0.04	0.064±0.009	0.136±0.006	0.57±0.03
	38.4±1.1	703±34.1	22.48±0.18	0.35±0.01	0.054±0.002	0.130±0.022	0.54±0.02
CJ05 00-02 02-04 04-06 06-08 08-10 10-12 12-14 14-16 16-18 18-20 20-22 22-24	85.2±1.9	650±13.9	46.68±0.89	1.53±0.04	0.097±0.003	0.113±0.018	0.80±0.06
	85.5±1.1	614±15.4	43.37±1.18	1.77±0.07	0.093±0.005	0.103±0.011	0.79±0.04
	88.0±0.4	599±2.6	43.80±0.38	0.57±0.02	0.098±0.008	0.104±0.012	0.79±0.02
	86.6±1.2	621±8.1	42.37±0.91	0.56±0.02	0.090±0.002	0.109±0.008	0.78±0.03
	85.1±1.2	607±2.4	41.23±0.39	0.54±0.03	0.089±0.002	0.120±0.017	0.79±0.05
	82.3±1.3	618±17.2	39.14±0.38	0.48±0.01	0.077±0.005	0.105±0.018	0.72±0.03
	81.1±0.8	628±5.5	39.75±0.21	0.49±0.01	0.077±0.001	0.106±0.009	0.70±0.02
	78.5±0.8	616±6.1	38.31±1.57	0.45±0.01	0.081±0.005	0.095±0.012	0.68±0.04
	76.2±1.2	618±9.3	35.19±1.00	0.44±0.01	0.072±0.002	0.104±0.008	0.67±0.03
	72.9±1.0	645±8.2	35.04±0.40	0.40±0.02	0.076±0.002	0.088±0.010	0.65±0.02
	72.8±0.9	665±10.4	33.83±1.71	0.40±0.02	0.077±0.004	0.094±0.009	0.66±0.03
	70.1±1.4	620±7.4	32.68±0.93	0.41±0.01	0.070±0.003	0.085±0.009	0.64±0.03
CJ06 00-02 02-04 04-06 06-08 08-10 10-12 12-14 14-16 16-18 18-20 20-22	79.2±1.7	474±16.5	38.89±2.01	1.54±0.08	0.074±0.004	0.087±0.013	0.63±0.02
	81.5±1.3	470±11.6	40.06±1.10	1.78±0.04	0.069±0.003	0.096±0.007	0.64±0.03
	79.2±1.5	467±11.0	38.60±1.11	0.66±0.01	0.064±0.004	0.099±0.017	0.58±0.03
	80.3±0.5	463±4.8	38.46±0.72	0.52±0.01	0.061±0.003	0.100±0.013	0.61±0.03
	80.7±0.4	476±3.5	36.87±1.43	0.48±0.02	0.062±0.001	0.084±0.013	0.65±0.02
	81.5±0.5	496±4.8	36.99±0.29	0.47±0.01	0.067±0.005	0.092±0.008	0.63±0.01
	77.9±1.0	483±4.8	36.37±1.76	0.47±0.03	0.065±0.004	0.097±0.013	0.65±0.05
	72.7±2.4	485±14.5	32.35±0.60	0.39±0.03	0.056±0.002	0.083±0.011	0.60±0.02
	74.6±1.1	492±5.1	34.15±0.58	0.37±0.04	0.059±0.002	0.086±0.007	0.57±0.03
	73.5±2.4	484±20.0	32.23±1.16	0.37±0.01	0.054±0.002	0.085±0.013	0.55±0.03
	73.2±0.6	484±0.2	33.24±1.76	0.37±0.02	0.056±0.001	0.084±0.014	0.58±0.03
	CJ07 00-02 02-04 04-06	92.4±3.9	492±19.7	45.89±1.60	1.82±0.14	0.071±0.003	0.102±0.023
93.6±2.1		509±11.6	46.98±1.29	2.50±0.09	0.076±0.005	0.105±0.003	0.76±0.02
91.8±0.8		494±9.0	46.86±0.78	1.24±0.03	0.069±0.003	0.090±0.014	0.70±0.02

Uzorak	Rb [µg/g]	Sr [µg/g]	Zr [µg/g]	Mo [µg/g]	Ag [µg/g]	Cd [µg/g]	Sb [µg/g]	
06-08	92.2±1.8	476±6.3	47.71±0.64	0.63±0.01	0.073±0.003	0.098±0.011	0.73±0.03	
08-10	94.9±5.5	482±24.5	47.89±3.01	0.62±0.04	0.074±0.007	0.093±0.003	0.74±0.03	
10-12	93.9±2.5	484±11.6	46.53±0.89	0.57±0.02	0.073±0.002	0.083±0.004	0.72±0.00	
12-14	92.6±4.3	483±19.2	46.13±2.28	0.57±0.05	0.069±0.005	0.106±0.008	0.70±0.03	
14-16	88.3±2.0	495±9.7	42.32±1.47	0.51±0.01	0.066±0.003	0.102±0.017	0.68±0.04	
16-18	90.6±2.8	496±10.6	42.94±0.91	0.51±0.03	0.068±0.002	0.101±0.011	0.70±0.03	
18-20	88.8±3.5	515±21.6	41.99±1.42	0.49±0.02	0.075±0.004	0.075±0.003	0.69±0.03	
20-22	88.3±3.6	502±20.3	42.29±1.47	0.47±0.02	0.071±0.007	0.083±0.012	0.68±0.04	
22-24	85.0±1.8	487±5.2	42.68±0.56	0.43±0.03	0.067±0.004	0.088±0.010	0.75±0.03	
24-26	88.4±2.3	504±15.9	43.57±1.65	0.40±0.02	0.063±0.005	0.080±0.017	0.70±0.04	
26-28	83.0±1.3	490±6.1	41.73±2.35	0.41±0.04	0.057±0.004	0.084±0.009	0.63±0.03	
28-30	83.1±1.2	491±2.9	41.20±0.60	0.39±0.02	0.058±0.004	0.089±0.014	0.67±0.03	
30-32	85.3±1.4	490±6.1	42.40±0.38	0.40±0.03	0.060±0.001	0.091±0.011	0.69±0.03	
32-34	85.3±1.4	491±1.3	42.37±0.96	0.41±0.03	0.058±0.005	0.094±0.011	0.70±0.02	
34-36	82.3±0.7	480±3.2	40.73±0.28	0.40±0.02	0.060±0.004	0.069±0.012	0.66±0.04	
SB01	00-02	56.0±1.2	1099±18.5	36.65±0.46	1.50±0.03	0.286±0.007	0.264±0.009	0.79±0.02
	02-04	56.2±0.5	1122±12.6	35.67±0.74	1.48±0.06	0.262±0.005	0.274±0.013	0.73±0.04
	04-06	60.7±1.6	1016±19.0	39.94±0.77	1.48±0.04	0.369±0.015	0.308±0.024	0.85±0.03
	06-08	60.4±1.6	1012±19.5	39.78±1.00	1.78±0.02	0.489±0.062	0.366±0.040	1.07±0.04
	08-10	60.8±1.1	967±10.7	40.34±0.46	2.21±0.11	0.422±0.007	0.428±0.066	1.04±0.02
	10-12	60.7±1.3	998±22.6	43.75±0.95	3.73±0.08	0.410±0.012	0.360±0.022	1.04±0.08
	12-14	59.4±0.6	945±5.8	40.41±0.42	2.33±0.05	0.372±0.002	0.360±0.039	1.00±0.01
	14-16	61.6±0.7	896±10.2	40.81±0.46	2.17±0.04	0.430±0.033	0.407±0.031	1.22±0.02
	16-18	60.9±2.5	883±22.7	44.01±0.90	3.49±0.09	0.326±0.009	0.417±0.029	1.29±0.05
	18-20	61.0±2.5	889±45.3	43.83±1.43	3.43±0.12	0.359±0.055	0.329±0.030	1.34±0.04
20-22	59.3±0.5	886±4.0	41.59±0.22	2.76±0.10	0.262±0.006	0.341±0.023	1.34±0.13	

**PRILOG IV.** Maseni udjeli cezija, barija, talija, olova, torija i urana ( $\mu\text{g/g}$  s.m.)  $\pm$  1SD u istraženim uzorcima sedimenta.

Uzorak	Cs [ $\mu\text{g/g}$ ]	Ba [ $\mu\text{g/g}$ ]	Tl [ $\mu\text{g/g}$ ]	Pb [ $\mu\text{g/g}$ ]	Th [ $\mu\text{g/g}$ ]	U [ $\mu\text{g/g}$ ]	
JJ01	00-02	5.62 $\pm$ 0.06	203 $\pm$ 5	0.52 $\pm$ 0.07	25.13 $\pm$ 0.17	6.21 $\pm$ 0.05	1.55 $\pm$ 0.01
	02-04	5.90 $\pm$ 0.46	213 $\pm$ 13	0.49 $\pm$ 0.02	26.09 $\pm$ 2.29	6.14 $\pm$ 0.31	1.48 $\pm$ 0.11
	04-06	6.49 $\pm$ 0.13	230 $\pm$ 5	0.51 $\pm$ 0.02	28.28 $\pm$ 0.77	6.43 $\pm$ 0.23	1.59 $\pm$ 0.05
	06-08	6.50 $\pm$ 0.07	230 $\pm$ 3	0.49 $\pm$ 0.02	26.74 $\pm$ 1.37	6.36 $\pm$ 0.10	1.59 $\pm$ 0.02
	08-10	6.26 $\pm$ 0.10	221 $\pm$ 3	0.48 $\pm$ 0.01	22.64 $\pm$ 0.40	6.16 $\pm$ 0.08	1.62 $\pm$ 0.02
	10-12	6.76 $\pm$ 0.21	238 $\pm$ 8	0.51 $\pm$ 0.00	22.28 $\pm$ 0.73	6.58 $\pm$ 0.25	1.83 $\pm$ 0.07
	12-14	6.45 $\pm$ 0.13	221 $\pm$ 5	0.49 $\pm$ 0.01	18.99 $\pm$ 0.35	6.58 $\pm$ 0.21	1.82 $\pm$ 0.05
	14-16	6.55 $\pm$ 0.17	224 $\pm$ 4	0.49 $\pm$ 0.01	18.19 $\pm$ 0.49	6.56 $\pm$ 0.27	1.73 $\pm$ 0.04
JJ02	00-02	5.17 $\pm$ 0.14	204 $\pm$ 6	0.37 $\pm$ 0.01	22.98 $\pm$ 0.50	5.71 $\pm$ 0.17	1.11 $\pm$ 0.02
	02-04	5.40 $\pm$ 0.14	215 $\pm$ 6	0.37 $\pm$ 0.02	23.84 $\pm$ 0.54	5.65 $\pm$ 0.16	1.13 $\pm$ 0.03
	04-06	5.30 $\pm$ 0.13	206 $\pm$ 6	0.36 $\pm$ 0.01	22.34 $\pm$ 0.49	5.46 $\pm$ 0.13	1.07 $\pm$ 0.04
	06-08	5.46 $\pm$ 0.18	207 $\pm$ 5	0.37 $\pm$ 0.01	20.08 $\pm$ 0.68	5.46 $\pm$ 0.19	1.11 $\pm$ 0.03
	08-10	5.58 $\pm$ 0.04	210 $\pm$ 1	0.37 $\pm$ 0.01	15.88 $\pm$ 0.14	5.43 $\pm$ 0.07	1.20 $\pm$ 0.02
	10-12	5.31 $\pm$ 0.10	201 $\pm$ 4	0.35 $\pm$ 0.01	14.51 $\pm$ 0.32	5.16 $\pm$ 0.11	1.27 $\pm$ 0.04
	12-14	5.30 $\pm$ 0.07	200 $\pm$ 3	0.35 $\pm$ 0.01	14.01 $\pm$ 0.20	5.32 $\pm$ 0.08	1.35 $\pm$ 0.02
	14-16	5.25 $\pm$ 0.04	199 $\pm$ 2	0.35 $\pm$ 0.00	14.51 $\pm$ 0.15	5.22 $\pm$ 0.06	1.35 $\pm$ 0.02
	16-18	5.08 $\pm$ 0.08	196 $\pm$ 5	0.33 $\pm$ 0.01	14.10 $\pm$ 0.19	5.08 $\pm$ 0.09	1.49 $\pm$ 0.03
	18-20	4.87 $\pm$ 0.07	187 $\pm$ 3	0.32 $\pm$ 0.01	13.57 $\pm$ 0.19	4.71 $\pm$ 0.09	1.41 $\pm$ 0.03
	20-22	8.67 $\pm$ 0.23	298 $\pm$ 11	0.51 $\pm$ 0.01	21.91 $\pm$ 0.57	8.65 $\pm$ 0.23	2.61 $\pm$ 0.07
JJ03	00-02	7.81 $\pm$ 0.24	357 $\pm$ 10	0.44 $\pm$ 0.01	26.61 $\pm$ 0.73	8.32 $\pm$ 0.42	1.80 $\pm$ 0.05
	02-04	9.20 $\pm$ 0.45	379 $\pm$ 24	0.52 $\pm$ 0.04	27.06 $\pm$ 1.37	9.16 $\pm$ 0.35	1.99 $\pm$ 0.05
	04-06	9.56 $\pm$ 0.43	345 $\pm$ 14	0.52 $\pm$ 0.02	25.19 $\pm$ 0.99	9.00 $\pm$ 0.47	1.95 $\pm$ 0.06
	06-08	9.63 $\pm$ 0.22	343 $\pm$ 6	0.51 $\pm$ 0.01	23.56 $\pm$ 0.70	8.69 $\pm$ 0.19	2.22 $\pm$ 0.08
	08-10	9.99 $\pm$ 0.20	352 $\pm$ 6	0.53 $\pm$ 0.02	24.36 $\pm$ 0.56	9.29 $\pm$ 0.31	2.73 $\pm$ 0.08
	10-12	9.82 $\pm$ 0.19	356 $\pm$ 8	0.52 $\pm$ 0.02	23.89 $\pm$ 0.56	9.34 $\pm$ 0.29	2.81 $\pm$ 0.07
	12-14	10.10 $\pm$ 0.18	357 $\pm$ 9	0.53 $\pm$ 0.01	23.92 $\pm$ 0.40	9.70 $\pm$ 0.26	2.56 $\pm$ 0.06
	14-16	10.19 $\pm$ 0.21	367 $\pm$ 10	0.56 $\pm$ 0.03	23.88 $\pm$ 0.54	9.77 $\pm$ 0.23	2.49 $\pm$ 0.06
	16-18	11.08 $\pm$ 0.06	416 $\pm$ 5	0.58 $\pm$ 0.00	25.59 $\pm$ 0.14	10.88 $\pm$ 0.05	2.52 $\pm$ 0.03
	18-20	9.47 $\pm$ 0.18	348 $\pm$ 10	0.48 $\pm$ 0.02	21.67 $\pm$ 0.47	9.12 $\pm$ 0.22	2.21 $\pm$ 0.08
	20-22	9.56 $\pm$ 0.20	329 $\pm$ 6	0.51 $\pm$ 0.03	22.46 $\pm$ 0.28	8.93 $\pm$ 0.17	2.35 $\pm$ 0.05
	22-24	10.71 $\pm$ 0.39	362 $\pm$ 16	0.57 $\pm$ 0.03	25.03 $\pm$ 1.06	10.03 $\pm$ 0.39	2.94 $\pm$ 0.12
	24-26	10.63 $\pm$ 0.29	357 $\pm$ 10	0.56 $\pm$ 0.01	24.45 $\pm$ 0.42	9.70 $\pm$ 0.24	3.03 $\pm$ 0.15
	26-28	10.41 $\pm$ 0.32	348 $\pm$ 7	0.53 $\pm$ 0.01	23.84 $\pm$ 0.62	9.48 $\pm$ 0.27	3.11 $\pm$ 0.11
28-30	10.41 $\pm$ 0.17	341 $\pm$ 1	0.54 $\pm$ 0.02	23.74 $\pm$ 0.50	9.40 $\pm$ 0.08	3.27 $\pm$ 0.10	
JJ04	00-02	9.71 $\pm$ 0.10	325 $\pm$ 4	0.64 $\pm$ 0.02	34.64 $\pm$ 0.33	8.90 $\pm$ 0.15	1.68 $\pm$ 0.04
	02-04	10.15 $\pm$ 0.10	338 $\pm$ 4	0.70 $\pm$ 0.01	32.71 $\pm$ 0.44	9.30 $\pm$ 0.18	1.76 $\pm$ 0.05
	04-06	8.28 $\pm$ 0.28	280 $\pm$ 11	0.48 $\pm$ 0.02	23.45 $\pm$ 0.85	7.15 $\pm$ 0.26	1.35 $\pm$ 0.05
	06-08	8.44 $\pm$ 0.32	296 $\pm$ 11	0.44 $\pm$ 0.03	21.87 $\pm$ 0.98	7.29 $\pm$ 0.40	1.38 $\pm$ 0.06
	08-10	8.17 $\pm$ 0.21	294 $\pm$ 6	0.40 $\pm$ 0.01	19.87 $\pm$ 0.24	7.16 $\pm$ 0.12	1.37 $\pm$ 0.03
	10-12	8.28 $\pm$ 0.17	307 $\pm$ 10	0.42 $\pm$ 0.01	19.54 $\pm$ 0.42	7.20 $\pm$ 0.33	1.39 $\pm$ 0.04

Uzorak	Cs [ $\mu\text{g/g}$ ]	Ba [ $\mu\text{g/g}$ ]	Tl [ $\mu\text{g/g}$ ]	Pb [ $\mu\text{g/g}$ ]	Th [ $\mu\text{g/g}$ ]	U [ $\mu\text{g/g}$ ]	
	12-14	8.70±0.36	307±12	0.43±0.02	20.86±0.89	7.57±0.29	1.46±0.06
	14-16	8.27±0.11	292±5	0.39±0.01	20.02±0.32	7.27±0.10	1.37±0.02
	16-18	8.08±0.12	286±2	0.37±0.00	20.13±0.22	7.18±0.08	1.37±0.01
	18-20	7.97±0.10	279±4	0.38±0.03	19.09±0.22	7.01±0.18	1.27±0.03
	20-22	7.98±0.19	283±7	0.36±0.02	18.67±0.47	6.94±0.21	1.23±0.03
	22-24	8.01±0.17	279±4	0.37±0.01	18.45±0.45	6.95±0.17	1.22±0.02
	24-26	8.17±0.12	290±5	0.37±0.02	18.34±0.22	7.24±0.12	1.28±0.03
	26-28	7.32±0.29	263±8	0.32±0.02	16.70±0.60	6.59±0.20	1.16±0.05
JJ05	00-02	7.17±0.11	235±5	0.40±0.01	22.63±0.36	6.13±0.08	1.13±0.02
	02-04	7.33±0.15	241±3	0.45±0.02	20.18±0.39	6.14±0.16	1.13±0.05
	04-06	7.44±0.36	248±12	0.46±0.03	19.68±0.98	5.82±0.32	1.04±0.05
	06-08	7.50±0.12	250±5	0.43±0.02	18.87±0.32	5.50±0.11	0.95±0.02
	08-10	7.57±0.24	244±7	0.38±0.03	18.46±0.59	5.17±0.16	0.87±0.02
	10-12	7.59±0.07	240±2	0.36±0.01	17.80±0.19	4.85±0.01	0.81±0.01
	12-14	6.83±0.22	226±7	0.56±0.03	21.59±0.86	7.54±0.95	1.69±0.07
	14-16	7.01±0.13	238±4	0.55±0.01	21.15±0.39	8.75±0.26	1.71±0.07
	16-18	6.72±0.05	237±3	0.51±0.01	19.84±0.20	8.57±0.06	1.62±0.01
	18-20	6.74±0.10	239±4	0.49±0.01	19.41±0.25	8.58±0.12	1.58±0.04
	20-22	6.71±0.09	240±3	0.48±0.01	20.03±0.34	8.26±0.22	1.60±0.03
	22-24	6.14±0.29	215±11	0.41±0.02	16.77±0.86	7.59±0.44	1.42±0.09
24-26	5.95±0.12	204±5	0.40±0.02	15.74±0.33	7.32±0.22	1.36±0.04	
CJ01	00-02	7.79±0.14	176±2	0.58±0.01	32.11±0.79	7.29±0.24	1.97±0.06
	02-04	7.88±0.18	175±3	0.57±0.02	32.45±0.62	7.52±0.25	2.09±0.05
	04-06	8.07±0.27	184±5	0.58±0.02	33.55±0.98	7.53±0.19	2.11±0.05
	06-08	7.89±0.09	180±2	0.57±0.01	33.25±0.53	7.43±0.20	2.14±0.04
	08-10	8.05±0.30	184±6	0.58±0.03	33.77±1.03	7.49±0.18	2.30±0.06
	10-12	7.93±0.16	179±5	0.55±0.01	33.35±0.94	7.32±0.19	2.94±0.04
	12-14	7.83±0.38	181±8	0.55±0.03	33.34±1.38	7.27±0.29	2.32±0.09
	14-16	7.90±0.22	182±5	0.57±0.01	33.68±0.39	7.22±0.09	2.35±0.02
	16-18	7.88±0.20	179±4	0.55±0.02	33.44±0.92	7.20±0.17	2.45±0.04
	18-20	7.94±0.25	181±5	0.56±0.01	33.30±0.44	7.18±0.13	2.47±0.04
	20-22	7.90±0.18	180±4	0.56±0.01	33.37±0.71	7.16±0.08	2.52±0.03
	22-24	7.98±0.33	180±6	0.56±0.02	32.56±1.26	7.23±0.22	2.58±0.07
24-26	8.05±0.46	177±9	0.56±0.04	30.08±1.59	7.26±0.36	2.53±0.14	
CJ02	00-02	6.18±0.16	153±4	0.39±0.02	22.04±0.62	6.05±0.22	1.43±0.03
	02-04	6.30±0.21	153±5	0.39±0.01	22.18±0.69	6.07±0.13	1.47±0.04
	04-06	6.43±0.12	156±3	0.40±0.01	22.29±0.18	6.19±0.12	1.55±0.02
	06-08	6.48±0.08	155±1	0.42±0.00	22.47±0.18	6.19±0.09	1.69±0.02
	08-10	6.49±0.04	156±1	0.40±0.00	22.14±0.14	6.25±0.04	1.76±0.01
	10-12	6.76±0.25	168±5	0.56±0.02	25.26±0.52	6.99±0.10	2.07±0.04
	12-14	6.68±0.06	168±1	0.56±0.01	24.46±0.19	7.18±0.38	2.19±0.02
	14-16	6.71±0.30	167±5	0.56±0.02	24.04±0.99	7.00±0.24	2.18±0.09
16-18	6.54±0.10	163±2	0.54±0.01	22.36±0.18	6.79±0.13	2.21±0.03	

Uzorak	Cs [ $\mu\text{g/g}$ ]	Ba [ $\mu\text{g/g}$ ]	Tl [ $\mu\text{g/g}$ ]	Pb [ $\mu\text{g/g}$ ]	Th [ $\mu\text{g/g}$ ]	U [ $\mu\text{g/g}$ ]
18-20 20-22 22-24	6.46 $\pm$ 0.04	163 $\pm$ 2	0.53 $\pm$ 0.01	21.27 $\pm$ 0.20	6.80 $\pm$ 0.07	2.08 $\pm$ 0.02
	6.29 $\pm$ 0.19	158 $\pm$ 4	0.52 $\pm$ 0.01	20.37 $\pm$ 0.50	6.71 $\pm$ 0.11	2.00 $\pm$ 0.04
	6.24 $\pm$ 0.12	158 $\pm$ 4	0.49 $\pm$ 0.02	18.47 $\pm$ 0.37	6.48 $\pm$ 0.19	2.11 $\pm$ 0.05
CJ03 00-02 02-04 04-06 06-08 08-10 10-12 12-14 14-16	3.24 $\pm$ 0.05	113 $\pm$ 3	0.21 $\pm$ 0.01	21.69 $\pm$ 0.48	5.47 $\pm$ 0.16	1.69 $\pm$ 0.03
	3.05 $\pm$ 0.06	105 $\pm$ 2	0.20 $\pm$ 0.01	21.78 $\pm$ 0.57	5.17 $\pm$ 0.11	1.63 $\pm$ 0.04
	3.27 $\pm$ 0.13	107 $\pm$ 10	0.22 $\pm$ 0.03	21.70 $\pm$ 0.86	5.38 $\pm$ 0.42	2.04 $\pm$ 0.12
	3.32 $\pm$ 0.11	111 $\pm$ 4	0.23 $\pm$ 0.01	21.74 $\pm$ 0.75	5.60 $\pm$ 0.51	1.94 $\pm$ 0.12
	3.11 $\pm$ 0.05	98 $\pm$ 4	0.20 $\pm$ 0.02	18.22 $\pm$ 0.21	4.65 $\pm$ 0.07	1.88 $\pm$ 0.02
	3.07 $\pm$ 0.09	96 $\pm$ 5	0.19 $\pm$ 0.00	16.27 $\pm$ 0.61	4.83 $\pm$ 0.18	1.97 $\pm$ 0.10
	2.95 $\pm$ 0.09	97 $\pm$ 4	0.19 $\pm$ 0.01	15.61 $\pm$ 0.31	4.71 $\pm$ 0.30	1.95 $\pm$ 0.06
	3.22 $\pm$ 0.21	103 $\pm$ 7	0.25 $\pm$ 0.01	15.22 $\pm$ 1.07	5.00 $\pm$ 0.40	2.73 $\pm$ 0.17
CJ04 00-02 02-04 04-06 06-08 08-10 10-12	1.72 $\pm$ 0.07	87 $\pm$ 1	0.14 $\pm$ 0.00	11.85 $\pm$ 0.10	2.91 $\pm$ 0.02	1.06 $\pm$ 0.03
	1.80 $\pm$ 0.07	90 $\pm$ 4	0.14 $\pm$ 0.00	12.81 $\pm$ 0.10	2.96 $\pm$ 0.11	1.07 $\pm$ 0.02
	1.96 $\pm$ 0.04	99 $\pm$ 5	0.15 $\pm$ 0.00	13.23 $\pm$ 0.34	3.17 $\pm$ 0.10	1.08 $\pm$ 0.01
	1.89 $\pm$ 0.03	95 $\pm$ 5	0.15 $\pm$ 0.00	12.09 $\pm$ 0.77	3.17 $\pm$ 0.26	1.18 $\pm$ 0.05
	2.57 $\pm$ 0.02	119 $\pm$ 2	0.20 $\pm$ 0.00	13.74 $\pm$ 0.17	3.81 $\pm$ 0.05	1.72 $\pm$ 0.25
	2.51 $\pm$ 0.04	111 $\pm$ 4	0.19 $\pm$ 0.01	12.12 $\pm$ 0.33	3.88 $\pm$ 0.04	1.49 $\pm$ 0.02
CJ05 00-02 02-04 04-06 06-08 08-10 10-12 12-14 14-16 16-18 18-20 20-22 22-24	6.02 $\pm$ 0.07	356 $\pm$ 7	0.47 $\pm$ 0.01	26.91 $\pm$ 0.22	7.44 $\pm$ 0.07	1.60 $\pm$ 0.02
	6.10 $\pm$ 0.09	358 $\pm$ 6	0.46 $\pm$ 0.01	27.21 $\pm$ 0.43	7.57 $\pm$ 0.17	1.62 $\pm$ 0.05
	6.32 $\pm$ 0.06	361 $\pm$ 11	0.47 $\pm$ 0.02	27.09 $\pm$ 0.30	7.67 $\pm$ 0.07	1.61 $\pm$ 0.00
	6.15 $\pm$ 0.08	340 $\pm$ 18	0.46 $\pm$ 0.01	25.16 $\pm$ 0.49	7.32 $\pm$ 0.20	1.57 $\pm$ 0.04
	6.16 $\pm$ 0.05	296 $\pm$ 7	0.46 $\pm$ 0.01	22.62 $\pm$ 0.18	7.35 $\pm$ 0.10	1.72 $\pm$ 0.01
	5.94 $\pm$ 0.13	228 $\pm$ 4	0.43 $\pm$ 0.02	18.99 $\pm$ 0.49	7.21 $\pm$ 0.24	1.75 $\pm$ 0.05
	5.89 $\pm$ 0.02	223 $\pm$ 2	0.43 $\pm$ 0.01	18.31 $\pm$ 0.15	7.04 $\pm$ 0.08	1.61 $\pm$ 0.02
	5.69 $\pm$ 0.04	219 $\pm$ 2	0.42 $\pm$ 0.00	17.90 $\pm$ 0.12	6.83 $\pm$ 0.05	1.77 $\pm$ 0.04
	5.47 $\pm$ 0.10	194 $\pm$ 5	0.40 $\pm$ 0.01	16.48 $\pm$ 0.45	6.63 $\pm$ 0.14	1.88 $\pm$ 0.05
	5.31 $\pm$ 0.09	188 $\pm$ 4	0.39 $\pm$ 0.01	15.50 $\pm$ 0.26	6.41 $\pm$ 0.14	2.33 $\pm$ 0.04
	5.29 $\pm$ 0.08	189 $\pm$ 5	0.39 $\pm$ 0.00	15.10 $\pm$ 0.25	6.43 $\pm$ 0.12	2.69 $\pm$ 0.04
	5.19 $\pm$ 0.10	187 $\pm$ 4	0.38 $\pm$ 0.01	14.69 $\pm$ 0.15	6.21 $\pm$ 0.18	2.79 $\pm$ 0.04
CJ06 00-02 02-04 04-06 06-08 08-10 10-12 12-14 14-16 16-18 18-20 20-22	5.46 $\pm$ 0.07	196 $\pm$ 5	0.41 $\pm$ 0.01	24.51 $\pm$ 0.69	6.55 $\pm$ 0.19	1.32 $\pm$ 0.06
	5.63 $\pm$ 0.08	203 $\pm$ 4	0.40 $\pm$ 0.01	24.93 $\pm$ 0.35	6.75 $\pm$ 0.10	1.37 $\pm$ 0.02
	5.43 $\pm$ 0.11	193 $\pm$ 4	0.40 $\pm$ 0.02	23.35 $\pm$ 0.28	6.41 $\pm$ 0.13	1.28 $\pm$ 0.02
	5.59 $\pm$ 0.05	197 $\pm$ 2	0.39 $\pm$ 0.00	21.68 $\pm$ 0.33	6.58 $\pm$ 0.04	1.29 $\pm$ 0.01
	5.61 $\pm$ 0.05	194 $\pm$ 1	0.38 $\pm$ 0.01	18.94 $\pm$ 0.18	6.46 $\pm$ 0.08	1.31 $\pm$ 0.03
	5.69 $\pm$ 0.05	197 $\pm$ 2	0.39 $\pm$ 0.01	18.02 $\pm$ 0.10	6.60 $\pm$ 0.06	1.38 $\pm$ 0.01
	5.45 $\pm$ 0.09	186 $\pm$ 3	0.36 $\pm$ 0.01	16.79 $\pm$ 0.20	6.27 $\pm$ 0.05	1.41 $\pm$ 0.03
	5.09 $\pm$ 0.18	173 $\pm$ 5	0.35 $\pm$ 0.02	14.56 $\pm$ 0.48	5.82 $\pm$ 0.09	1.59 $\pm$ 0.02
	5.22 $\pm$ 0.05	176 $\pm$ 2	0.35 $\pm$ 0.01	14.82 $\pm$ 0.11	5.99 $\pm$ 0.08	1.86 $\pm$ 0.02
	5.16 $\pm$ 0.16	175 $\pm$ 6	0.36 $\pm$ 0.01	14.60 $\pm$ 0.46	5.86 $\pm$ 0.17	1.98 $\pm$ 0.05
	5.15 $\pm$ 0.02	174 $\pm$ 2	0.35 $\pm$ 0.01	14.49 $\pm$ 0.13	5.85 $\pm$ 0.11	1.99 $\pm$ 0.03
CJ07 00-02 02-04 04-06	6.33 $\pm$ 0.23	224 $\pm$ 7	0.53 $\pm$ 0.02	27.20 $\pm$ 1.24	7.59 $\pm$ 0.36	1.53 $\pm$ 0.05
	6.49 $\pm$ 0.16	229 $\pm$ 5	0.53 $\pm$ 0.02	28.19 $\pm$ 0.83	7.85 $\pm$ 0.19	1.60 $\pm$ 0.04
	6.36 $\pm$ 0.09	224 $\pm$ 3	0.50 $\pm$ 0.00	27.86 $\pm$ 0.38	7.79 $\pm$ 0.13	1.56 $\pm$ 0.03

Uzorak	Cs [ $\mu\text{g/g}$ ]	Ba [ $\mu\text{g/g}$ ]	Tl [ $\mu\text{g/g}$ ]	Pb [ $\mu\text{g/g}$ ]	Th [ $\mu\text{g/g}$ ]	U [ $\mu\text{g/g}$ ]	
06-08	6.40±0.13	224±3	0.51±0.01	27.49±0.45	7.75±0.18	1.57±0.04	
08-10	6.51±0.36	224±13	0.51±0.04	26.26±1.57	7.84±0.46	1.58±0.10	
10-12	6.52±0.17	223±6	0.51±0.01	23.71±0.61	7.88±0.19	1.59±0.04	
12-14	6.44±0.26	220±8	0.52±0.02	21.25±0.91	7.69±0.24	1.72±0.07	
14-16	6.16±0.12	211±6	0.50±0.01	19.98±0.35	7.31±0.20	1.69±0.05	
16-18	6.30±0.20	214±6	0.52±0.01	20.38±0.59	7.41±0.21	1.68±0.05	
18-20	6.23±0.23	207±8	0.52±0.03	20.22±0.70	7.28±0.24	1.67±0.06	
20-22	6.15±0.26	205±8	0.49±0.02	18.87±0.72	7.25±0.32	2.03±0.09	
22-24	5.96±0.11	198±4	0.48±0.01	18.52±0.45	7.11±0.17	2.32±0.08	
24-26	6.17±0.22	203±6	0.50±0.02	18.59±0.65	7.30±0.24	2.43±0.07	
26-28	5.85±0.11	191±4	0.47±0.01	18.16±0.23	6.93±0.10	2.17±0.04	
28-30	5.87±0.05	194±2	0.47±0.00	17.78±0.28	6.91±0.06	2.27±0.03	
30-32	6.05±0.11	198±4	0.49±0.02	18.39±0.29	7.12±0.06	2.26±0.03	
32-34	5.98±0.02	193±1	0.49±0.00	18.33±0.11	6.99±0.03	2.42±0.01	
34-36	5.79±0.06	187±3	0.46±0.00	17.79±0.19	6.77±0.06	2.29±0.03	
SB01	00-02	4.28±0.07	157±2	0.47±0.01	69.36±2.09	5.12±0.09	4.44±0.15
	02-04	4.28±0.05	145±3	0.47±0.01	58.79±0.89	5.09±0.14	3.17±0.08
	04-06	4.59±0.10	192±3	0.50±0.03	93.81±1.48	5.49±0.18	3.07±0.09
	06-08	4.63±0.08	199±6	0.50±0.01	102.36±0.85	5.51±0.05	3.36±0.05
	08-10	4.66±0.07	203±3	0.51±0.01	105.94±0.30	5.40±0.05	4.19±0.59
	10-12	4.66±0.10	196±8	0.52±0.01	102.75±2.65	5.53±0.04	8.57±0.25
	12-14	4.56±0.02	211±9	0.52±0.02	102.92±2.64	5.40±0.10	3.54±0.06
	14-16	4.76±0.06	193±3	0.56±0.01	107.46±0.73	5.45±0.12	3.83±0.04
	16-18	4.77±0.11	189±3	0.58±0.01	84.69±5.33	5.76±0.08	6.47±0.12
	18-20	4.78±0.20	206±8	0.56±0.02	105.75±38.73	5.62±0.29	5.95±0.46
20-22	4.58±0.04	191±2	0.51±0.01	63.35±1.19	5.46±0.03	5.72±0.13	

**PRILOG V.** Relativna zastupljenost utvrđenih vrsta (u %) foraminifera u jezgrama s područja južnog Jadrana. Navedeni su poduzorci s intervalima (u cm). Relativne zastupljenosti <1,5% označene su oznakom +. Plavom bojom istaknute su vrste u poduzorcima gdje su srednje zastupljene (4-10 %), a zelenom u poduzorcima gdje su dominantne (>10 %).

VRSTA	JJ01			JJ02			JJ03			JJ04					0-2		JJ05						
	0-2	8-10	14-16	0-2	8-10	20-22	0-2	8-10	16-18	26-28	0-2	8-10	16-18	26-28	<63 μm	>125 μm	2-4	4-6	8-10	16-18	<63 μm	>125 μm	
<i>Hyperammina</i> sp.	+																						
<i>Ammosphaeroidina sphaeroidiniformis</i> (Brady)				+																			
<i>Spiroplectinella wrightii</i> (Silvestri)					+																		
<i>Trochammina</i> sp.			+																				
<i>Sahulia kerimbaensis</i> (Said)		+																					
<i>Siphotextularia concava</i> (Karrer)			+	+	+																		
<i>Textularia bocki</i> Höglund	+	+	+	+	+								+										+
<i>Textularia calva</i> Lalicker		+																					
<i>Textularia pala</i> Čížek		+																					
<i>Textularia pseudorugosa</i> Lacroix					+																		
<i>Textularia</i> sp.				+	+	+																	+
<i>Textularia truncata</i> Höglund				+																			
<i>Robertina translucens</i> Cushman & Parker	+				+																		+
<i>Robertinoides bradyi</i> (Cushman & Parker)			+																				+
<i>Robertinoides charlottensis</i> (Cushman)				+	+																		+
<i>Hoeglundina elegans</i> (d'Orbigny)	+				2	+	+	+															+
<i>Ammodiscus</i> sp.						+																	+
<i>Glomospira charoides</i> (Jones & Parker)																							+
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss)	+	+	3		+	+	+	+															+
<i>Adelosina dubia</i> (d'Orbigny in Fornasini)	+																						
<i>Adelosina elegans</i> (Williamson)		+																					
<i>Adelosina longirostra</i> (d'Orbigny)																							
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez)	2	+																					



VRSTA	JJ01		JJ02		JJ03		JJ04				JJ05												
	0-2	8-10	14-16	0-2	8-10	20-22	0-2	8-10	16-18	28-30	0-2	8-10	16-18	26-28	0-2	2-4	4-6	8-10	16-18	>63 µm	>125 µm		
<i>Adelosina</i> sp.	+		2																				
<i>Ophthalmidium</i> sp.																							
<i>Spirophthalmidium tenuiseptatum</i> (Brady)		+																					
<i>Spiroloculina ornata</i> d'Orbigny		+																					
<i>Spiroloculina rostrata</i> Reuss																							
<i>Spiroloculina</i> sp.			+																				+
<i>Articulina tubulosa</i> (Seguenza)																							
<i>Biloculinella globula</i>																							
<i>Cycloforina</i> sp.																							
<i>Mitilinelina elongata</i> Kruit																							
<i>Mitilinelina subrotunda</i> (Montagu)	4	4	+																				
<i>Nummoloculina</i> sp.			+																				3
<i>Pseudotriloculina laevigata</i> (Terquem)			+																				
<i>Pseudotriloculina rotunda</i> (Schlumberger)			+																				
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny			2																				
<i>Quinqueloculina parvula</i> Schlumberger			+																				
<i>Quinqueloculina pseudobuchiana</i> Luczkowska																							
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner)			+																				
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linnaeus)			+																				
<i>Quinqueloculina</i> sp.			+																				
<i>Quinqueloculina stalkerii</i> Loeblich & Tappan			+																				
<i>Sigmoilina costata</i> Schlumberger			+																				
<i>Sigmoilina distorta</i> Phleger & Parker			+																				
<i>Sigmoilina grata</i> (Terquem)			+																				
<i>Sigmoilina</i> sp.																							
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i> (Silvestri)																							
<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny)			+																				
<i>Spirosigmoilina tenuis</i> (Czjžek)			+																				
<i>Triloculina angusteoralis</i> (Wiesner)																							
<i>Triloculina oblonga</i> (Montagu)			+																				

VRSTA	JJ01		JJ02		JJ03		JJ04				JJ05													
	0-2	8-10	14-16	0-2	8-10	20-22	0-2	8-10	16-18	28-30	0-2	8-10	16-18	26-28	0-2	2-4	4-6	8-10	16-18	>63 µm	>125 µm			
<i>Triloculina oblonga</i> (Montagu)						+																		
<i>Triloculina</i> sp.																								
<i>Triloculina tricarinata</i> Deshayes																								
<i>Triloculina dilatata</i> (d'Orbigny)																								
<i>Favulina scalariformis</i> (Williamson)																								
<i>Favulina lucida</i> (Williamson)																								
<i>Fissurina marginata</i> (Montagu)																								
<i>Fissurina neptuni</i> (Buchner)																								
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza																								
<i>Fissurina</i> sp.																								
<i>Moncharmontzeiana parthenopeia</i> (Moncharmont Zei & Sgarrella)																								
<i>Lagena doveyensis</i> Haynes																								
<i>Lagena</i> sp.																								
<i>Lagena striata</i> (d'Orbigny)																								
<i>Reussolina laevis</i> (Montagu)																								
<i>Seabrookia pellucida</i> Brady																								
<i>Dentalina</i> sp.																								
<i>Amphicoryna scalaris</i> (Batsch)																								
<i>Astacolus crepidulus</i> (Fichtel & Moll)																								
<i>Lenticulina gibba</i> (d'Orbigny)																								
<i>Lenticulina orbicularis</i> (d'Orbigny)																								
<i>Globulina gibba</i> (Deshayes)																								
<i>Vasiglobulina myristiformis</i> (Williamson)																								
<i>Gavelinopsis praegeri</i> (Heron-Allen & Earland)																								
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rehak)																								
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman)																								
<i>Rosalina globularis</i> d'Orbigny																								
<i>Rosalina</i> sp.																								
<i>Tretomphalus</i> sp.																								

VRSTA	JJ01		JJ02		JJ03				JJ04				JJ05			
	0-2	8-10	14-16	0-2	8-10	20-22	0-2	8-10	16-18	28-30	0-2	8-10	16-18	26-28	0-2	24-26
	>63 µm	>125 µm														
<i>Pileolina patelliformis</i> (Brady)	+	+	+													
<i>Bolivina alata</i> (Seguenza)																
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss	+															
<i>Bolivina pseudoplicata</i> Heron-Allen & Earland																
<i>Bolivina spathulata</i> (Williamson)	2	5	2	5	4	4	3	2	3	6	+	4	+	+	+	+
<i>Brizalina subspinescens</i> (Cushman)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bolivina variabilis</i> (Williamson)	2	+	4													
<i>Fursenkoina complanata</i> (Egger)																
<i>Fursenkoina subacuta</i> (d'Orbigny)																
<i>Fursenkoina laevigata</i> d'Orbigny	+		9	5	6	4	+	3	2	3						
<i>Globocassidulina crassa</i> (d'Orbigny)	4	5	2	8	7	9	4	6	5	4	+	4	4	4	+	2
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady)	5	11	3	5	10	5	3	3	5	3	3	4	2	2	+	2
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny			+			+										
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny	+	+	+	+												
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny	+	3	+	2	3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bulimina striata</i> Guérin-Mèneville				+												
<i>Globobulimina affinis</i> (d'Orbigny)																
<i>Trifarina angulosa</i> (Williamson)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
<i>Uvigerina mediterranea</i> Hofker				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2	2
<i>Reussella spinulosa</i> (Reuss)			+	+	+	+										
<i>Siphonina reticulata</i> (Czjžek)																
<i>Rotamorphina involuta</i> Parker						+										
<i>Valvulineria bradyana</i> (Fornasini)	+		+												+	+
<i>Valvulineria minuta</i> (Schubert)	+	2	2	+	2	+	+	+	+	2	+	+	+	+	+	+
<i>Eilohedra vitrea</i> (Parker)	2	3	7		2		+	+	+	2	+	+	+	2	+	2
<i>Epistominella exigua</i> (Brady)																
<i>Discorbinella bertheloti</i> (d'Orbigny)		+														
<i>Hyalinae balthica</i> (Schröder in Gmelin)		+	+	+	+											
<i>Planulina ariminensis</i> d'Orbigny																
<i>Cibicides pachyderma</i> (Rehak)						+					+	+			+	2

VRSTA	JJ01			JJ02			JJ03			JJ04				JJ05						
	0-2	8-10	14-16	0-2	8-10	20-22	0-2	8-10	16-18	28-30	0-2	8-10	16-18	26-28	0-2		24-26			
															>63 µm	>125 µm	>63 µm	16-18	8-10	4-6
<i>Cibicides refulgens de Montfort</i>	4	+	2	2	+	3	+	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cibicides sp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cibicides lobatulus (Walker &amp; Jacob)</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cibicides pseudoungeriana (Cushman)</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Planorbulina mediterranea d'Orbigny</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Asterigerinata adriatica Haake</i>	+	+	+	+	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Asterigerinata mamilla (Williamson)</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Astronion stelligerum (d'Orbigny)</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Nonionoides turgida (Williamson)</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Pullenia quadriloba Reuss</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Melonis pompilioides (Fichtel &amp; Moll)</i>	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Syratkina tuberculata (Balkwill &amp; Wright)</i>	+	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gyroidina neosoldanii Brotzen</i>	+	+	+	+	+	+	+	2	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gyroidina umbonata (Silvestri)</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Anomalinoidea sp.</i>																				
<i>Aubignyna perlucida (Heron-Allen &amp; Earland)</i>			+																	
<i>Haynesina depressula (Walker &amp; Jacob)</i>	2	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Haynesina paucilocula (Cushman)</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Haynesina sp.</i>	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cribroelphidium incertum Williamson</i>			+																	
<i>Elphidium macellum (Fichtel &amp; Moll)</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Elphidium sp.</i>																				
<i>Porosonion sp.</i>			2																	
<i>Eponides repandus (Fichtel &amp; Moll)</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ammonia parkinsoniana (d'Orbigny)</i>	5	2	+	2	2	2	2	+	+	2	+	2	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ammonia sp.</i>	+		4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Globigerinita glutinata (Egger)</i>	+	+		+	+	+	2	5	3	2	2	4	4	6	8	2	+	2	6	
<i>Globigerinita uvula (Ehrenberg)</i>							+	+	+	+	+	+	+	+	2	+	3	+	+	
<i>Globigerina bulloides d'Orbigny</i>	2	2	+	2	2	+	2	4	+	2	4	+	2	4	+	+	28	3	4	
<i>Globigerinella calida (Parker)</i>									2				3	4	4	+	5		5	

VRSTA	JJ01		JJ02		JJ03			JJ04				JJ05											
	0-2	8-10	14-16	0-2	8-10	20-22	0-2	8-10	16-18	28-30	0-2	8-10	16-18	26-28	0-2	2-4	4-6	8-10	16-18	>63 µm	>125 µm		
<i>Globigerinella siphonifera (d'Orbigny)</i>						+																	
<i>Globigerinoides conglobatus (Brady)</i>						+																	
<i>Globigerinoides elongatus (d'Orbigny)</i>																							
<i>Globigerinoides ruber (d'Orbigny)</i>	2	2	+	2	3	5	+	2	3	2	+	4	+	+	2	23	7	5	3	2		24	
<i>Globigerinoides tenellus Parker</i>			+	+	+	2	+	2	2	+	+	+	3	2	2	4	3	3	3	3		5	
<i>Orbulina universa d'Orbigny</i>	+	+				+																	
<i>Trilobatus sacculifer (Brady)</i>																							+
<i>Turborotalita quinqueloba (Natland)</i>	25	20	13	36	28	37	57	52	49	50	76	59	59	54	62	8	69	77	61	72	54	7	
<i>Globoconella inflata (d'Orbigny)</i>	+																						
<i>Globorotalia scitula (Brady)</i>																							
<i>Globorotalia truncatulinoides (d'Orbigny)</i>																							
<i>Neoglobobadrina dutertrei (d'Orbigny)</i>	+			+	+	+	+	+	+	2	2	2	+	+			3	+	5	2		+	
<i>Neoglobobadrina pachyderma (Ehrenberg)</i>				+	+		+	+	+								7	4	+	3	+		
<i>Neodredena planktonska</i>			+		+		5	3	2	2	2	2	2	2	4							3	12
<i>Neodredeljive jedinke</i>	3	4	3	4	5	4	2	3	4	2	3	3	3	3	2	5	3	1	3	2	5	4	

**PRIOLOG VI.** Relativna zastupljenost utvrđenih vrsta (u %) foraminifera u jezgrama s područja srednjeg Jadrana. Navedeni su poduzorci s intervalima (u cm). Relativne zastupljenosti <1,5% označene su oznakom +. Plavom bojom istaknute su vrste u poduzorcima gdje su srednje zastupljene (4-10 %), a zelenom u poduzorcima gdje su dominantne (>10 %).

VRSTA	CJ01			CJ02			CJ03			CJ04			CJ05			CJ06			CJ07					
	0-2	8-10	16-18	24-26	0-2	8-10	22-24	0-2	8-10	14-16	0-2	10-12	0-2	8-10	22-24	0-2	8-10	20-22	0-2	8-10	16-18	24-26	34-36	
<i>Pseudoclavulina crustata</i> Cushman																								
<i>Glomospira charoides</i> (Jones & Parker)																								
<i>Spiroplectinella wrightii</i> (Sivestri)																								
<i>Ammoglobigerina globigeriniformis</i> (Parker & Jones)				+																				
<i>Sahulia conica</i> (d'Orbigny)		2																						
<i>Sahulia kerimbaensis</i> (Said)			+																					
<i>Siphotextularia concava</i> (Karrer)																								
<i>Textularia agglutinans</i> d'Orbigny			+	+																				
<i>Textularia calva</i> Lalicker		5	3		3	5	2																	
<i>Textularia gramen</i> d'Orbigny	+																							
<i>Textularia pala</i> Cžjžek																								
<i>Textularia porrecta</i> Brady																								
<i>Textularia</i> sp.				2																				
<i>Robertina translucens</i> Cushman & Parker																								
<i>Robertinoides charlottensis</i> (Cushman)																								
<i>Hoeglundina elegans</i> (d'Orbigny)		+																						
<i>Cornuspira involvens</i> (Reuss)																								
<i>Spirothalthmidium tenuiseptatum</i> (Brady)																								
<i>Nummulopyrgo paraglobula</i> (Zheng)																								
<i>Spiroloculina depressa</i> d'Orbigny																								
<i>Spiroloculina excavata</i> d'Orbigny	+	+																						

VRSTA	CJ01		CJ02		CJ03		CJ04		CJ05		CJ06			CJ07										
	0-2	8-10	16-18	24-26	0-2	8-10	22-24	0-2	8-10	14-16	0-2	2	2	2	2	2	2	2	0-2	8-10	16-18	24-26	34-36	
<i>Spiroloculina rostrata</i> Reuss							+																	
<i>Spiroloculina</i> sp.										+														+
<i>Adelosina dubia</i> (d'Orbigny in Fornasini)																								
<i>Adelosina mediterraneensis</i> (Le Calvez & Le Calvez)																								
<i>Adelosina milleti</i> Wiesner																								
<i>Adelosina pulchella</i> (d'Orbigny)																								
<i>Adelosina</i> sp.																								
<i>Biloculinella cylindrica</i> Todd																								
<i>Biloculinella globula</i>																								+
<i>Cycloforina</i> sp.																								
<i>Miliolinella elongata</i> Kruit																								
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu)																								
<i>Nummoloculina</i> sp.																								
<i>Pyrgo oblonga</i> (d'Orbigny)																								
<i>Quinqueloculina agglutinans</i> d'Orbigny																								
<i>Quinqueloculina bosciana</i> d'Orbigny																								
<i>Quinqueloculina duthiersi</i> (Schlumberger)																								
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny																								
<i>Quinqueloculina lata</i> Terquem																								
<i>Quinqueloculina padana</i> Perconig																								
<i>Quinqueloculina parvula</i> Schlumberger																								
<i>Quinqueloculina schlumbergeri</i> (Wiesner)																								
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linnaeus)																								
<i>Quinqueloculina</i> sp.																								
<i>Quinqueloculina stalkerii</i> Loeblich & Tappan																								

VRSTA	CJ01		CJ02		CJ03		CJ04		CJ05		CJ06		CJ07							
	0-2	8-10	16-18	24-26	0-2	8-10	22-24	0-2	8-10	14-16	0-2	10-12	0-2	8-10	22-24	0-2	8-10	16-18	24-26	34-36
<i>Quinqueloculina viennensis</i> Le Calvez & Le Calvez																				
<i>Sigmoilina costata</i> Schlumberger		+																		
<i>Sigmoilina distorta</i> Phleger & Parker																				
<i>Sigmoilina sigmoidea</i> (Brady)																				
<i>Sigmoilina</i> sp.																				
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i> (Silvestri)																				
<i>Siphonaperta aspera</i> (d'Orbigny)																				
<i>Siphonaperta dilatata</i> (Le Calvez & Le Calvez)																				
<i>Spirosigmoilina tenuis</i> (Czjžek)																				
<i>Triloculina oblonga</i> (Montagu)																				
<i>Triloculina tricarinata</i> Deshayes																				
<i>Favulina hexagona</i> (Williamson)																				
<i>Fissurina clathrata</i> (Brady)																				
<i>Fissurina crebra</i> (Matthes)																				
<i>Fissurina lucida</i> (Williamson)																				
<i>Fissurina marginata</i> (Montagu)																				
<i>Fissurina neptuni</i> (Buchner)																				
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza																				
<i>Fissurina</i> sp.																				
<i>Fissurina staphyllearia</i> Schwager																				
<i>Lagenosolenia</i> sp.																				
<i>Palliolatella fasciata</i> (Egger)																				
<i>Lagena doveyensis</i> Haynes																				
<i>Lagena</i> sp.																				
<i>Lagena striata</i> (d'Orbigny)																				



VRSTA	CJ01			CJ02			CJ03			CJ04			CJ05			CJ06			CJ07					
	0-2	8-10	16-18	24-26	0-2	8-10	22-24	0-2	8-10	14-16	0-2	10-12	0-2	8-10	22-24	0-2	8-10	20-22	0-2	8-10	16-18	24-26	34-36	
<i>Lagena strumosa</i> Reuss											+													
<i>Laryngosigma williamsoni</i> (Terquem)																			+					
<i>Dentalina</i> sp.			+																					
<i>Amphicoryna scalaris</i> (Batsch)		+			+				+	+									+	+			+	+
<i>Astacolus crepidulus</i> (Fichtel & Moll)	+																							
<i>Lenticulina gibba</i> (d'Orbigny)											+													
<i>Lenticulina orbicularis</i> (d'Orbigny)									+															
<i>Polymorphina</i> sp.			+																					+
<i>Sphaeroidina bulloides</i> Deshayes																								
<i>Bolivina alata</i> (Seguenza)	+								+															
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss	2																							
<i>Bolivina pseudoplicata</i> Heron-Allen & Earland	+	+	2	+	2				+	4	4													+
<i>Bolivina spathulata</i> (Williamson)	4	4	6	4	4	3	2	3	3	3	4	4	5	4	4	5	5	2	6	5	2	7	4	7
<i>Bolivina striatula</i> Cushman							+																	
<i>Brizalina subspinescens</i> (Cushman)	+	+	2																					+
<i>Bolivina variabilis</i> (Williamson)								2																
<i>Fursenkoina complanata</i> (Egger)	+	+	+	+																				
<i>Fursenkoina subacuta</i> (d'Orbigny)	+	+																						
<i>Cassidulina laevigata</i> d'Orbigny																								
<i>Globocassidulina crassa</i> (d'Orbigny)	3	3	3	+																				
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady)	3	2	+																					
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny	2	10	7																					
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny	+	+	+	2																				+
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny	2	+	+	6	2																			+
<i>Globobulimina affinis</i> (d'Orbigny)		+																						

VRSTA	CJ01			CJ02			CJ03			CJ04			CJ05			CJ06			CJ07					
	0-2	8-10	16-18	24-26	0-2	8-10	22-24	0-2	8-10	14-16	0-2	10-12	0-2	8-10	22-24	0-2	8-10	20-22	0-2	8-10	16-18	24-26	34-36	
<i>Trifarina angulosa</i> (Williamson)	2	3	2	+	+	+	+	+	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Uvigerina bononiensis</i> Fornasini	+																							
<i>Uvigerina mediterranea</i> Hofker			+									+												
<i>Rectuvigerina phlegeri</i> Le Calvez	+	+			2	+	+																	
<i>Siphonina reticulata</i> (Czjžek)									+	+														
<i>Pileolina patelliformis</i> (Brady)	+	+				+	+			+														
<i>Gavelinopsis praegeri</i> (Heron-Allen & Earland)	6	+	3	2	5	5	5	6	5	5	5	6	5	4	3	4	2	2	+	+	+	+	+	2
<i>Neonorbina terquemi</i> (Rzehak)	+	+			+			+	+															
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman)		2	3	+	+	+		4	4	+	2													
<i>Rosalina globularis</i> d'Orbigny		+			+	+		+	+	+	+													
<i>Rosalina obtusa</i> d'Orbigny		+						+									+							
<i>Rosalina</i> sp.		+																						
<i>Tretomphalus</i> sp.		+																						
<i>Valvulineria bradyana</i> (Fornasini)				+																				
<i>Valvulineria minuta</i> (Schubert)	2	4	4	+	2			+	+	+				2	2	2	3	+	+	+	+	4	5	2
<i>Etilohedra vitrea</i> (Parker)	14	15	19	13	15	13	21	3	3	2		+		3	3	4	+	3	3	2	3	+	3	2
<i>Epistominella exigua</i> (Brady)																								
<i>Planulinoides? sp1</i> Cimerman & Langer					+																			
<i>Cibicides pachyderma</i> (Rzehak)								+																
<i>Cibicides refulgens</i> de Monfort	+				3	+	+	2	+	+	3	3		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cibicides</i> sp.					2	2	2																	
<i>Cibicoides lobanulus</i> (Walker & Jacob)	2	+	+	+		+		+	3	+	+	+												+
<i>Cibicoides pseudoungeriana</i> (Cushman)	+							+																
<i>Planorbula mediterranea</i> d'Orbigny					+			+	+	+														
<i>Asterigerinata adriatica</i> Haake	2	2	4	4	8	8	5	5	5	8	6	4	6	3	3	3	+	+	+	+	+	+	+	+

VRSTA	CJ01			CJ02			CJ03			CJ04		CJ05			CJ06			CJ07							
	0-2	8-10	16-18	24-26	0-2	8-10	22-24	0-2	8-10	14-16	0-2	10-12	0-2	8-10	22-24	0-2	8-10	20-22	0-2	8-10	16-18	24-26	34-36		
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson)	+		2																						
<i>Astrononion stelligerum</i> (d'Orbigny)					7	12	10	3	4	4	2	3	+	+	+	+	+	+	+	+			+		
<i>Nonionoides turgida</i> (Williamson)	3	5	4	5	3	2	4		+									+	+						
<i>Pullenia quinqueloba</i> (Reuss)																								+	
<i>Svatkina tuberculata</i> (Balkwill & Wright)						+						+													
<i>Gyroidina neosoldanii</i> Brotzen												2	+											+	
<i>Gyroidina umbonata</i> (Silvestri)		+	+	+	+																			+	
<i>Aubignyina perlucida</i> (Heron-Allen & Earland)	2		3	3																					
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob)					5	7	6	2	2	2	2	+	+												
<i>Haynesina</i> sp.	7	5	7	10	2	2		7	10	+														+	
<i>Melonis pompiliooides</i> (Fichtel & Moll)		+	3																					+	
<i>Buccella granulata</i> (di Napoli Alliata)		6	2	14	3	4	3			2														+	
<i>Cribrorhaphidium gerthi</i> (van Voorthuysen)					5	2	2				3	2													
<i>Cribrorhaphidium incertum</i> Williamson		+																							
<i>Elphidium aculeatum</i> (d'Orbigny)		+																							
<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus)		2										+	2												
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll)						+																			
<i>Elphidium</i> sp.																								+	
<i>Porosonion</i> sp.	11	4	8	7	2	2	4	2	+	2	+	2	+	+	+	+									
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus)	4	4	2	+	+	+	2	2	3	6	2	+													
<i>Ammonia parkinsoniana</i> (d'Orbigny)		+	+													4	4	4	3	2	2	4	2	+	
<i>Ammonia</i> sp.																									
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman)			+																						
<i>Eponides repandus</i> (Fichtel & Moll)	2	+	+	+								+	2											+	
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)																2	2	2	2	2	3	2	7	3	2

VRSTA	CJ01		CJ02		CJ03		CJ04		CJ05		CJ06		CJ07								
	0-2	8-10	16-18	24-26	0-2	8-10	22-24	0-2	10-12	0-2	8-10	22-24	0-2	8-10	20-22	0-2	8-10	16-18	24-26	34-36	
<i>Globigerinita uvula</i> (Ehrenberg)																					
<i>Discorbinella bertheloti</i> (d'Orbigny)																					
<i>Parrellina verriculata</i> (Brady)																					
<i>Hyalinea balthica</i> (Schroter in Gmelin)																					
<i>Planulina ariminensis</i> d'Orbigny																					
<i>Reussella spinulosa</i> (Reuss)																					
<i>Fosilina - bentička</i>																					
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny																					
<i>Globigerinella calida</i> (Parker)																					
<i>Globigerinella siphonifera</i> (d'Orbigny)																					
<i>Globigerinoides elongatus</i> (d'Orbigny)																					
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)																					
<i>Globigerinoides tenellus</i> Parker																					
<i>Orbulina universa</i> d'Orbigny																					
<i>Trilobatus sacculifer</i> (Brady)																					
<i>Turborotalia quinqueloba</i> (Natland)																					
<i>Globorotalia scitula</i> (Brady)																					
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (d'Orbigny)																					
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> (d'Orbigny)																					
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberg)																					
<i>Neodredena planktonska</i>																					
<i>Fosilina - planktonska</i>																					
<i>Neodredljive jedinke</i>																					

**PRILOG VII.** Relativna zastupljenost utvrđenih vrsta (u %) foraminifera u jezgri s područja Šibenskog zaljeva. Navedeni su poduzorcji s intervalima (u cm). Relativne zastupljenosti <1,5% označene su oznakom +. Plavom bojom istaknute su vrste u poduzorcima gdje su srednje zastupljene (4-10 %), a zelenom u poduzorcima gdje su dominantne (>10 %).

VRSTA	ŠB01		
	0-2	8-10	20-22
<i>Textularia agglutinans d'Orbigny</i>	2	+	+
<i>Textularia calva Lalicker</i>	6	6	10
<i>Hoeglundina elegans (d'Orbigny)</i>		+	
<i>Cornuspira involvens (Reuss)</i>			+
<i>Spiroloculina sp.</i>			+
<i>Adelosina pulchella (d'Orbigny)</i>			+
<i>Articulina carinata Wiesner</i>	+		
<i>Miliolinella subrotunda (Montagu)</i>	4	3	+
<i>Quinqueloculina boschiana d'Orbigny</i>	3		
<i>Quinqueloculina duthiersi (Schlumberger)</i>			+
<i>Quinqueloculina parvula Schlumberger</i>		+	
<i>Quinqueloculina schlumbergeri (Wiesner)</i>	+	+	+
<i>Quinqueloculina sp.</i>			3
<i>Quinqueloculina stalkerii Loeblich &amp; Tappan</i>	+	2	+
<i>Sigmoilina costata Schlumberger</i>	+	+	+
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri (Silvestri)</i>	+	+	+
<i>Siphonaperta aspera (d'Orbigny)</i>		+	+
<i>Triloculina marioni Schlumberger</i>		+	
<i>Fissurina lucida (Williamson)</i>	+	+	
<i>Fissurina marginata (Montagu)</i>	+		
<i>Fissurina neptuni (Buchner)</i>			+
<i>Fissurina sp.</i>	+		
<i>Lagena striata (d'Orbigny)</i>		+	+
<i>Amphicoryna scalaris (Batsch)</i>	+	+	+
<i>Astacolus crepidulus (Fichtel &amp; Moll)</i>	+		
<i>Lenticulina gibba (d'Orbigny)</i>		+	+
<i>Vasoglobulina myristiformis (Williamson)</i>		+	
<i>Bolivina pseudoplicata Heron-Allen &amp; Earland</i>	3	5	
<i>Bolivina spathulata (Williamson)</i>	4	4	4
<i>Bolivina striatula Cushman</i>	+	+	+
<i>Bolivina variabilis (Williamson)</i>	2	3	2
<i>Fursenkoina complanata (Egger)</i>		+	+
<i>Fursenkoina subacuta (d'Orbigny)</i>	+		
<i>Hopkinsinella glabra (Millett)</i>	+	+	
<i>Globocassidulina crassa (d'Orbigny)</i>	2	+	

VRSTA	ŠB01		
	0-2	8-10	20-22
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady)	+	+	+
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny	6	7	4
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny	+	+	+
<i>Trifarina angulosa</i> (Williamson)	+	2	+
<i>Rectuvigerina phlegeri</i> Le Calvez	+		+
<i>Pileolina patelliformis</i> (Brady)	+	+	
<i>Planoglabratella opercularis</i> (d'Orbigny)		+	3
<i>Gavelinopsis praegeri</i> (Heron-Allen & Earland)	3	4	2
<i>Rosalina</i> sp.	+	4	5
<i>Valvulineria bradyana</i> (Fornasini)			+
<i>Valvulineria minuta</i> (Schubert)	+	+	+
<i>Eilohedra vitrea</i> (Parker)	12	11	7
<i>Cibicides refulgens</i> de Montfort	6	3	3
<i>Cibicides</i> sp.		2	+
<i>Cibicidoides lobatulus</i> (Walker & Jacob)		+	+
<i>Planorbulina mediterraneensis</i> d'Orbigny	+		+
<i>Asterigerinata adriatica</i> Haake	4	3	4
<i>Astrononion stelligerum</i> (d'Orbigny)	4	2	2
<i>Nonionoides turgida</i> (Williamson)	+	+	+
<i>Svratkina tuberculata</i> (Balkwill & Wright)	+	+	
<i>Gyroidina neosoldanii</i> Brotzen			+
<i>Gyroidina umbonata</i> (Silvestri)	+	+	+
<i>Haynesina depressula</i> (Walker & Jacob)			3
<i>Haynesina</i> sp.	5	3	
<i>Melonis pompilioides</i> (Fichtel & Moll)		+	
<i>Buccella granulata</i> (di Napoli Alliata)		2	+
<i>Criboelphidium gerthi</i> (van Voorthuysen)		5	4
<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus)	+		+
<i>Elphidium cuvillieri</i> Levy	+		
<i>Porosononion</i> sp.	5	2	7
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus)	4	+	2
<i>Ammonia</i> sp.	+		+
<i>Eponides repandus</i> (Fichtel & Moll)		+	
<i>Reussella spinulosa</i> (Reuss)	3	+	4
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)		+	+
<i>Trilobatus sacculifer</i> (Brady)			+
<i>Turborotalita quinqueloba</i> (Natland)	2	2	2
<i>Neodredljive jedinke</i>	4	3	2

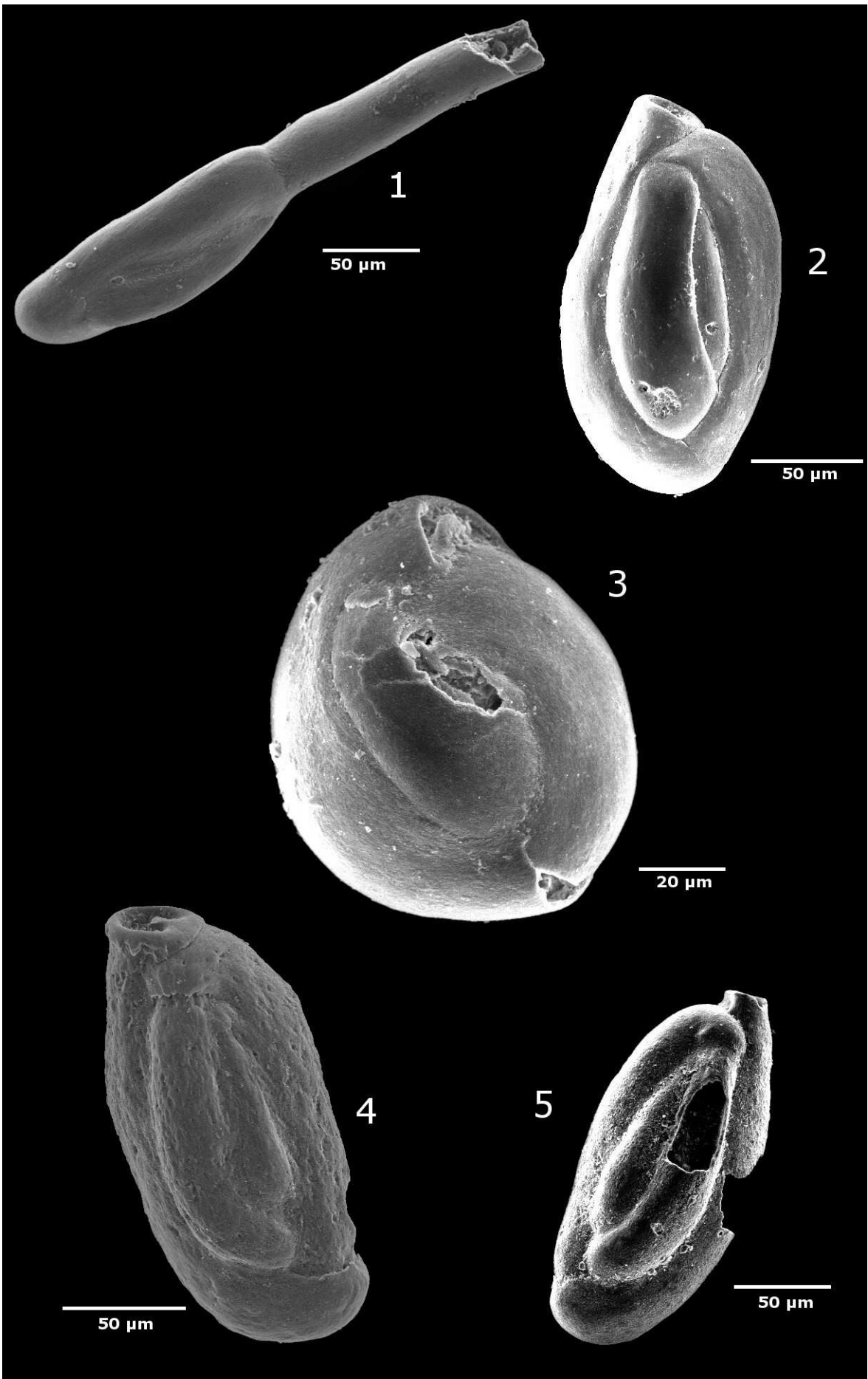
# **TABLE**

**I – X**

## **TABLA I**

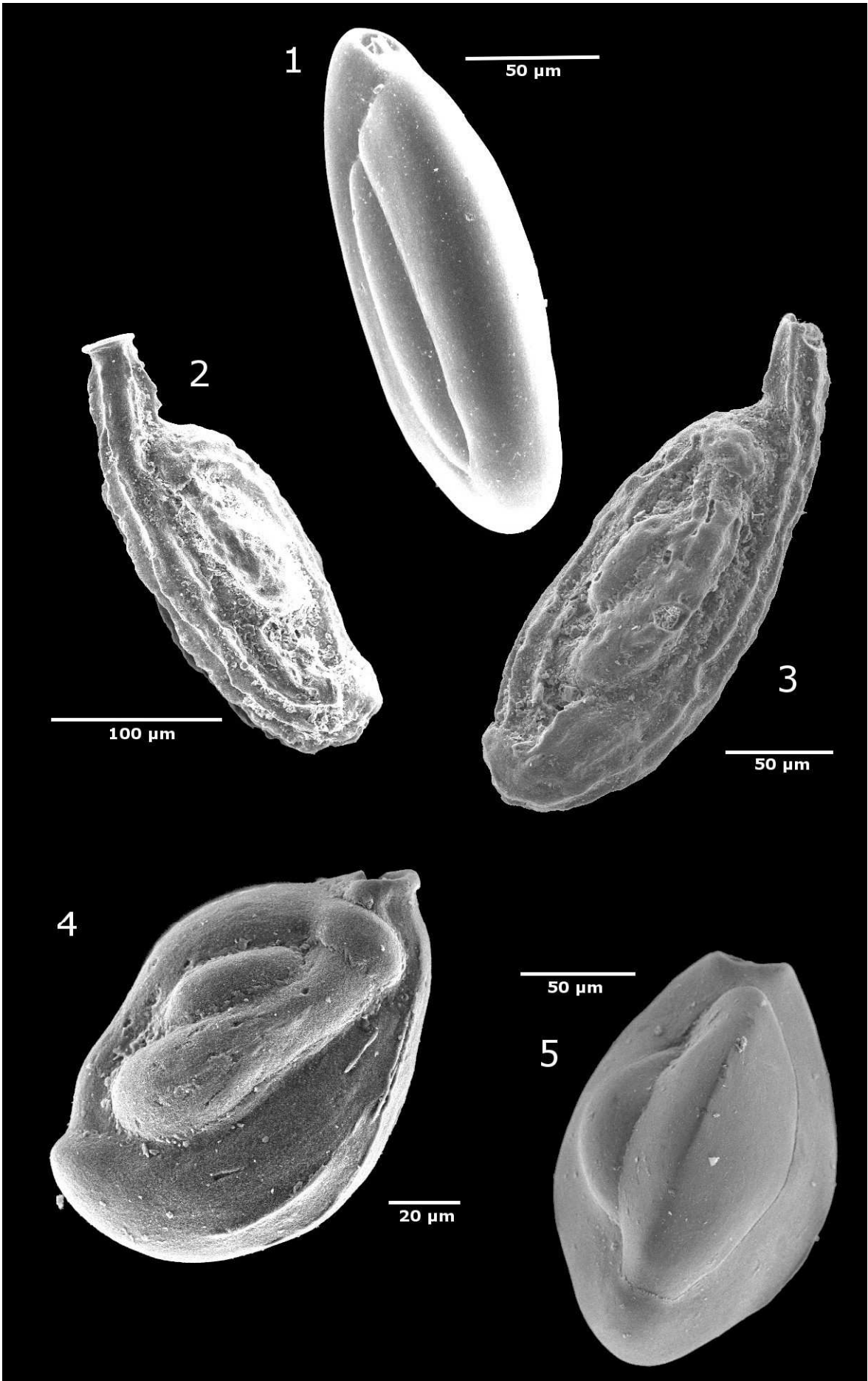
1. *Articulina tubulosa* (Seguenza), pogled sa strane, JJ05 8-10 cm.
2. *Quinqueloculina padana* Perconig, pogled sa strane, CJ07 34-36 cm.
3. *Miliolinella subrotunda* (Montagu), pogled sa strane, JJ01 8-10 cm.
4. *Quinqueloculina parvula* Schlumberger, pogled sa strane, CJ04 10-12 cm.
5. *Quinqueloculina stalkerii* Loeblich & Tappan, pogled sa strane, JJ01 8-10 cm.





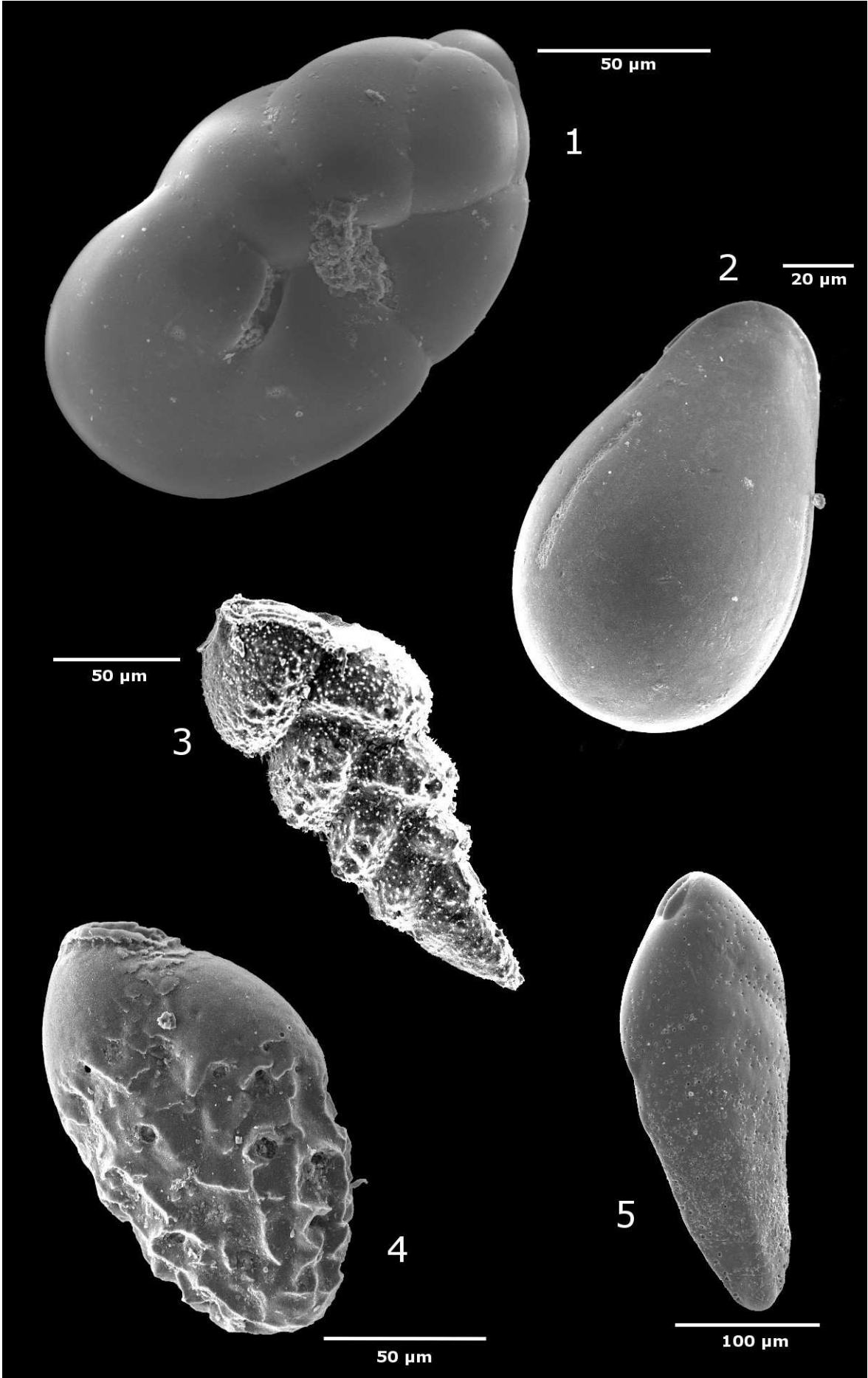
## TABLA II

1. *Pseudotriloculina laevigata* (Terquem), pogled sa strane, JJ01 0-2 cm.
2. *Sigmoilina grata* (Terquem), pogled sa strane, JJ01 0-2 cm.
3. *Sigmoilina costata* Schlumberger, pogled sa strane, JJ01 8-10 cm.
4. *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny), pogled sa strane, JJ01 8-10 cm.
5. *Triloculina tricarinata* Deshayes, pogled sprijeda, JJ01 8-10 cm.



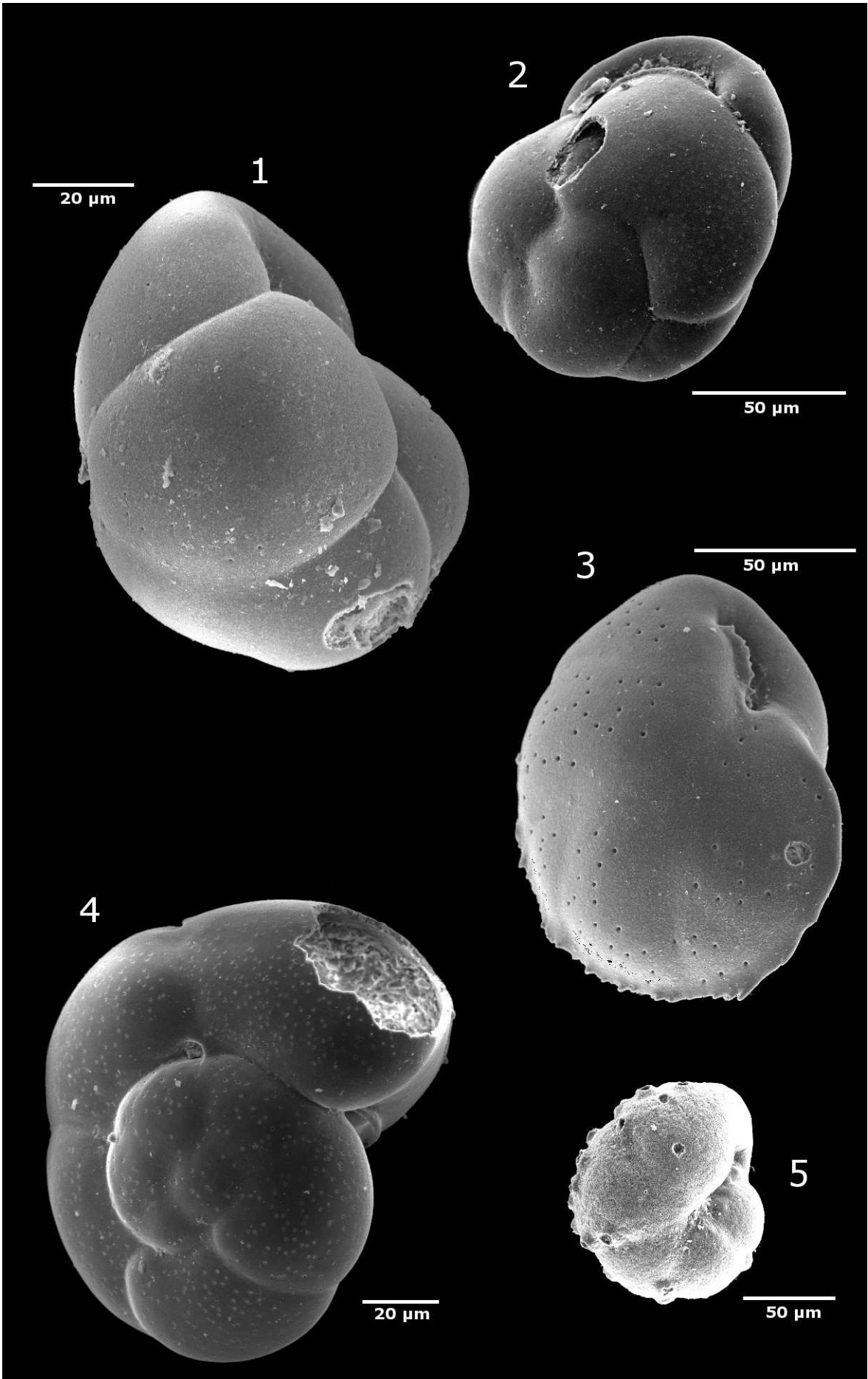
### **TABLA III**

1. *Robertina translucens* Cushman & Parker, pogled sa strane, JJ05 0-2 cm.
2. *Fissurina lucida* (Williamson), pogled sa strane, JJ01 8-10 cm.
3. *Brizalina subspinescens* (Cushman), pogled sa strane, CJ07 34-36 cm.
4. *Bolivina pseudoplicata* Heron-Allen & Earland, pogled sa strane, ŠB01 8-10.
5. *Bolivina spathulata* (Williamson), pogled sa strane, JJ01 8-10 cm.



#### **TABLA IV**

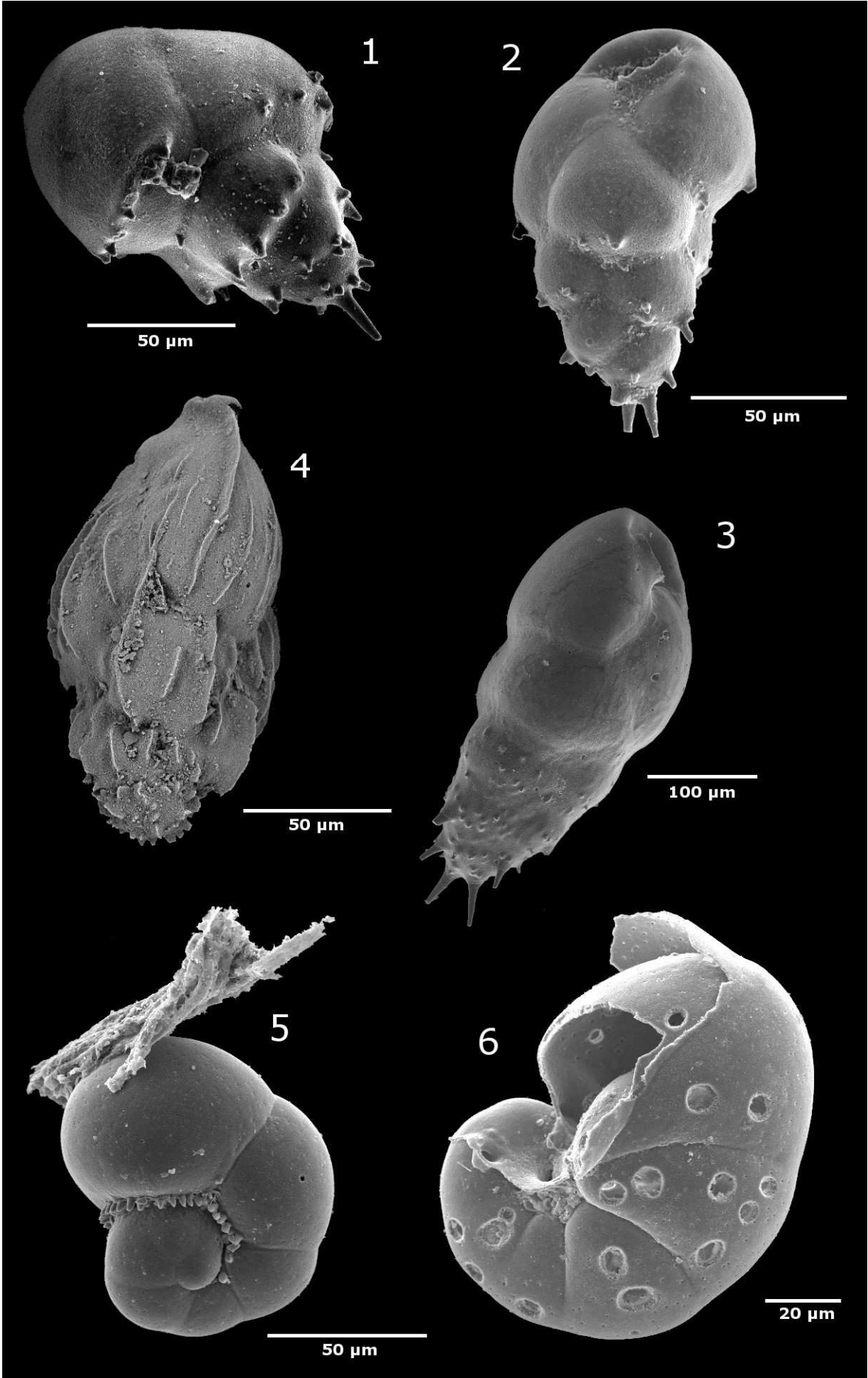
- 1.** *Globocassidulina subglobosa* (Brady), pogled sa strane, JJ01 8-10 cm.
- 2.** *Globocassidulina crassa* (d'Orbigny), aperturalna strana, JJ01 8-10 cm.
- 3.** *Cassidulina laevigata* d'Orbigny, aperturalna strana, JJ01 0-2 cm.
- 4.** *Gyroidina umbonata* (Silvestri), spiralna strana, JJ01 8-10 cm.
- 5.** *Svratkina tuberculata* (Balkwill & Wright), pogled sa strane, JJ01 8-10 cm.



## TABLA V

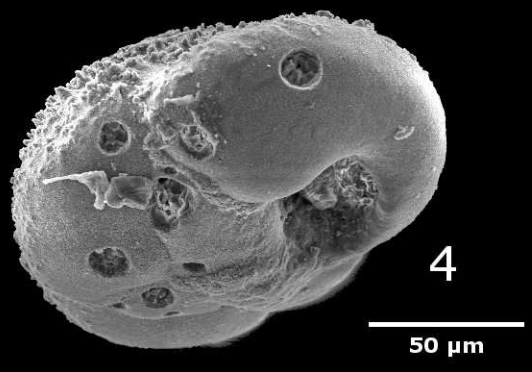
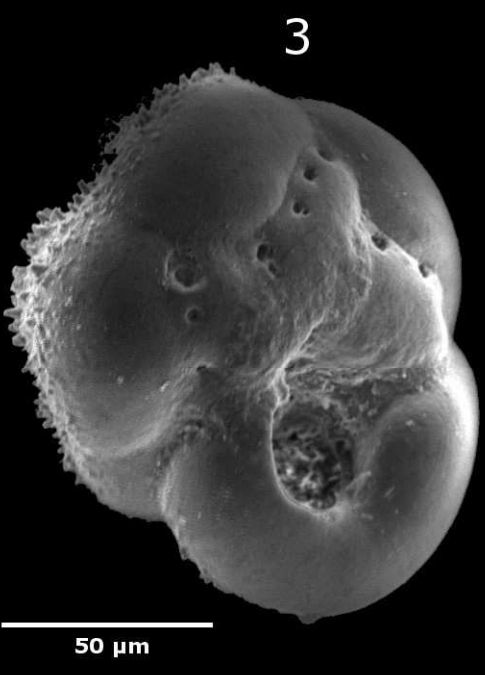
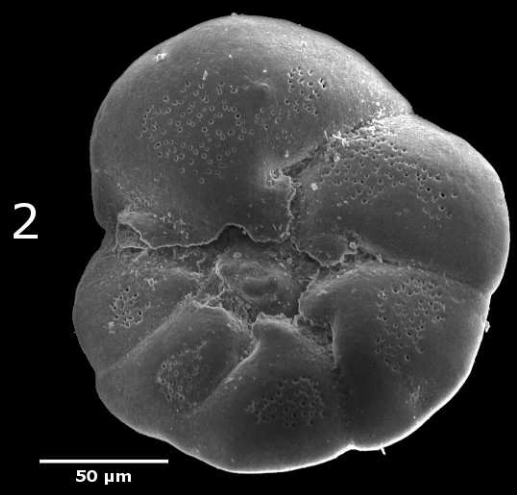
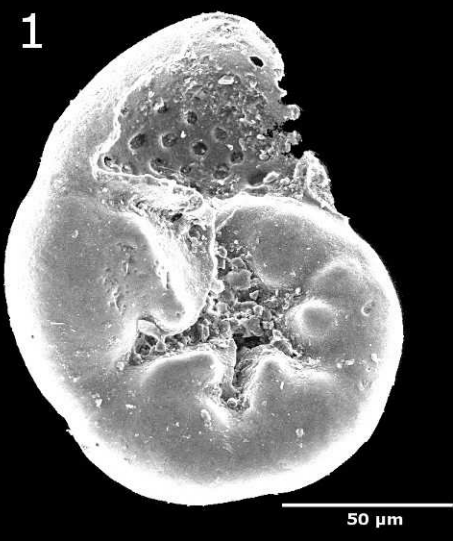
1. *Bulimina marginata* d'Orbigny, pogled sa strane, JJ01 8-10 cm.
2. *Bulimina aculeata* d'Orbigny, pogled sa strane, CJ01 0-2 cm.
3. *Bulimina elongata* d'Orbigny, pogled sa strane, JJ01 8-10 cm.
4. *Trifarina angulosa* (Williamson), pogled sa strane, JJ01 8-10 cm.
- 5.-6. *Valvulineria minuta* (Schubert); 5. spiralna strana, JJ01 8-10 cm; 6. pupčana strana, JJ01 8-10 cm.





## TABLA VI

1. *Rosalina bradyi* (Cushman), pupčana strana, JJ01 8-10 cm.
2. *Gavelinopsis praegeri* (Heron-Allen & Earland), pupčana strana, JJ01 8-10 cm.
- 3.-4. *Asterigerinata adriatica* Haake; 3. pupčana strana, CJ02 0-2 cm; 4. pogled sa strane, CJ02 0-2 cm.
5. *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen & Earland), pupčana strana, JJ01 14-16 cm.

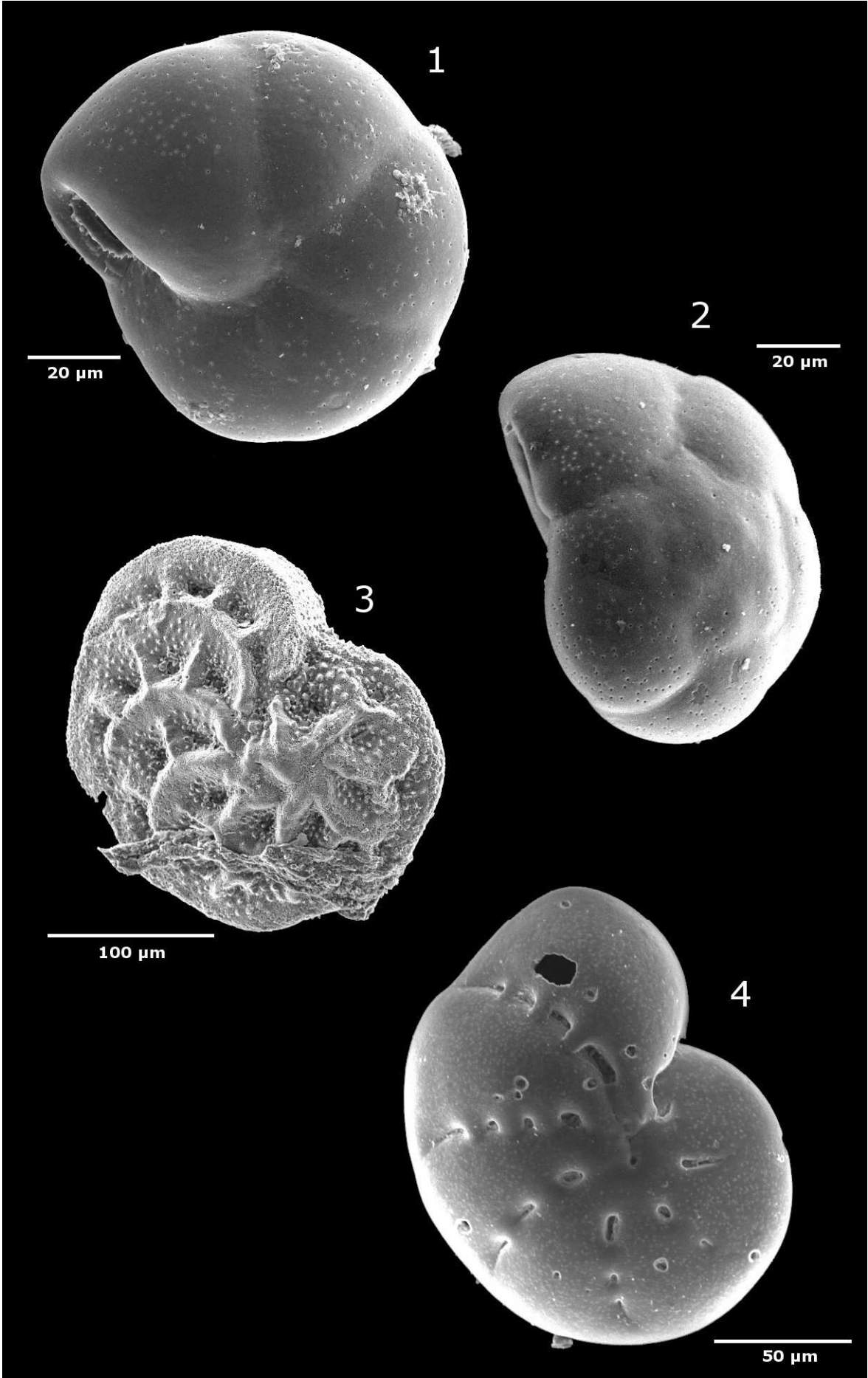


## TABLA VII

1.-2. *Eilohedra vitrea* (Parker); 1. pupčana strana, JJ01 8-10 cm; 2. spiralna strana, JJ01 8-10 cm.

3. *Elphidium macellum* (Fichtel & Moll), pogled sa strane, JJ01 8-10 cm.

4. *Elphidium sp.*, pogled sa strane, CJ03 0-2 cm.



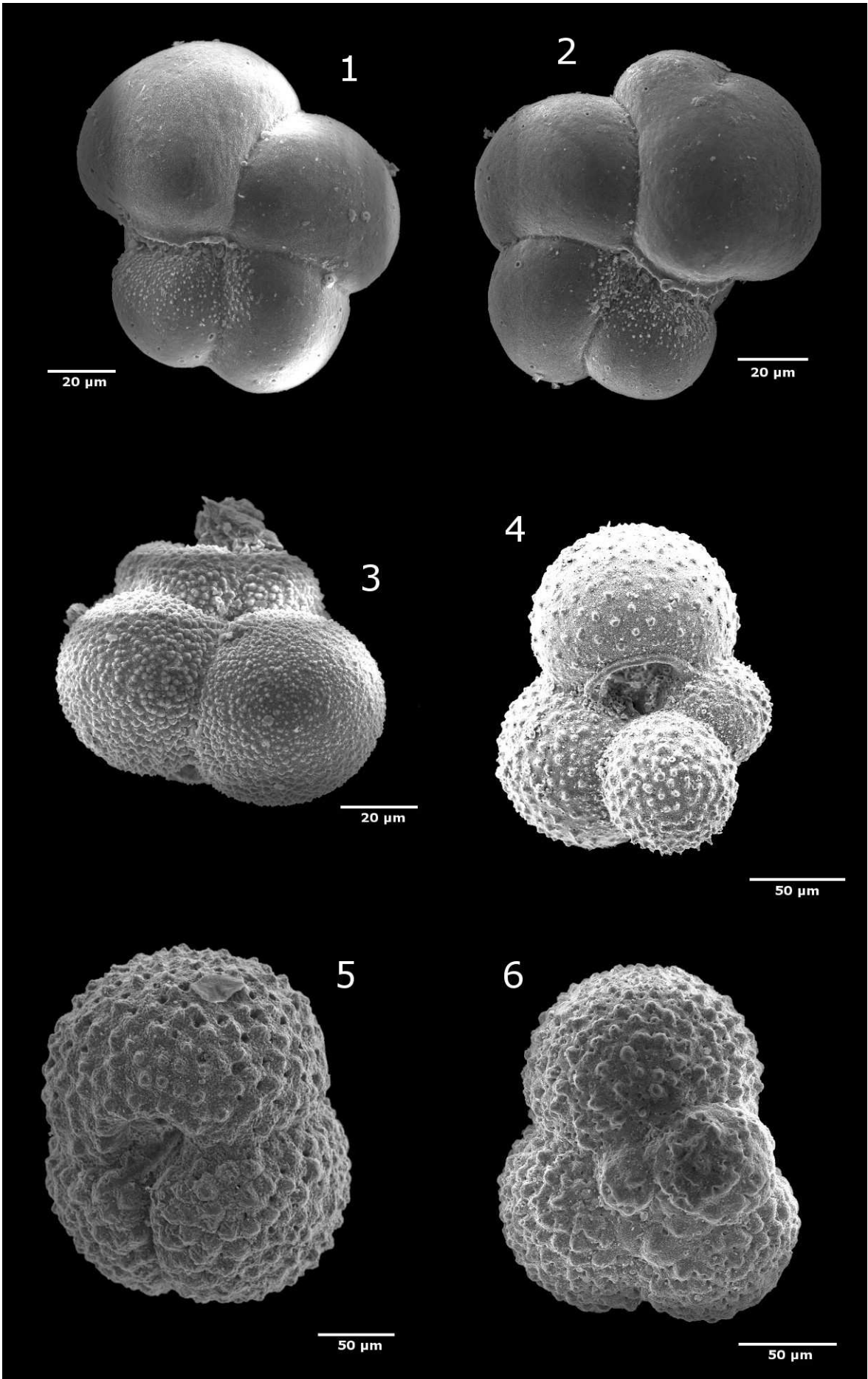
## **TABLA VIII**

**1.-2.** *Globorotalia scitula* (Brady); 1. pupčana strana, JJ05 0-2 cm; 2. pupčana strana, JJ05 0-2 cm.

**3.** *Globigerinita uvula* (Ehrenberg), pupčana strana, JJ05 0-2 cm.

**4.** *Globigerinoides tenellus* Parker, pupčana strana, JJ05 0-2 cm.

**5. -6.** *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny); 5. pupčana strana, JJ05 0-2 cm; 6. spiralna strana, JJ05 0-2 cm.

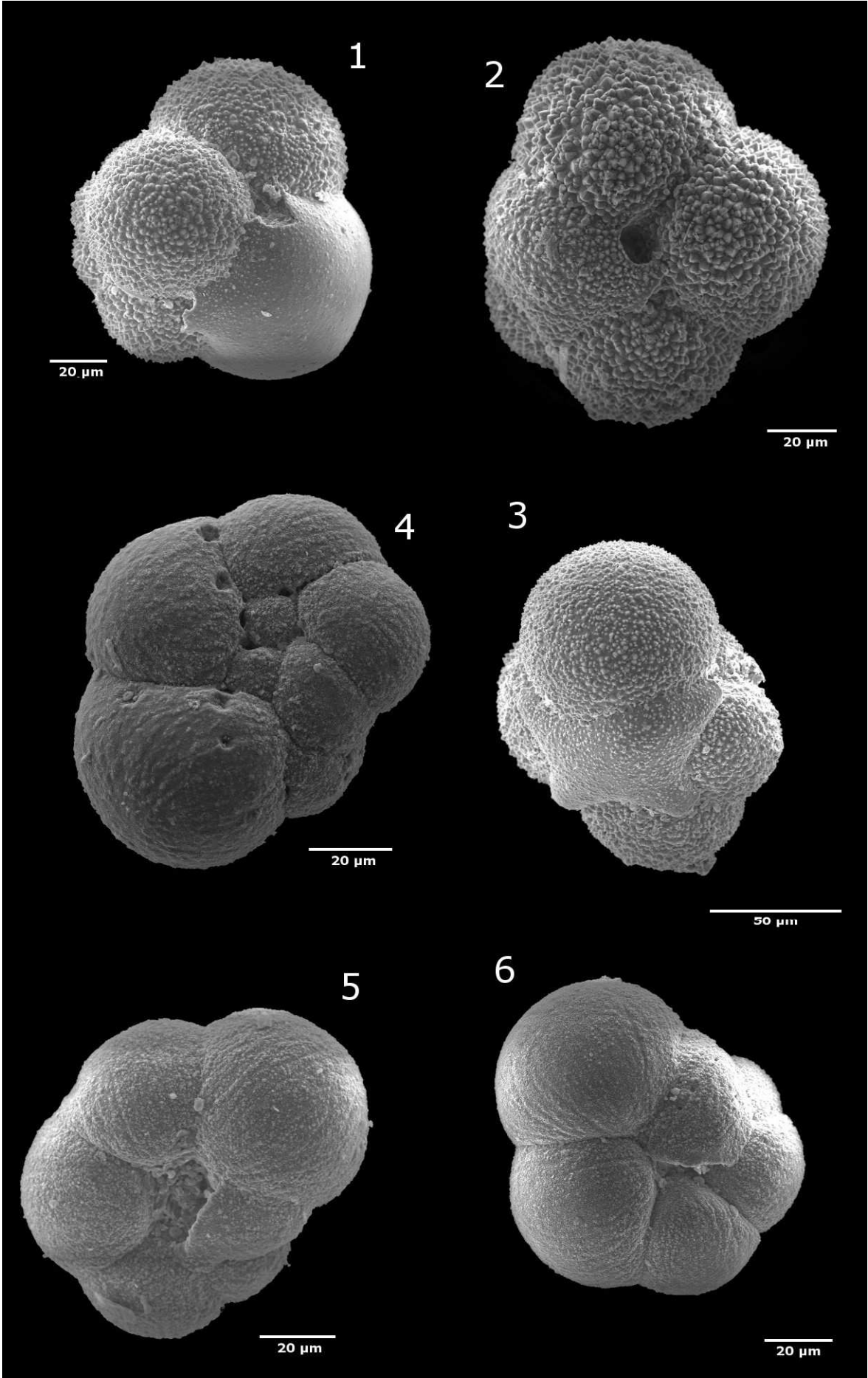


## **TABLA IX**

**1.-3.** *Globigerinita glutinata* (Egger); 1. pogled sa strane, JJ05 0-2 cm; 2. pupčana strana, JJ05 0-2 cm; 3. pupčana strana, JJ05 0-2 cm.

**4.-6.** Neodređena planktonska vrsta; 4. spiralna strana, JJ05 0-2 cm; 5. pupčana strana, JJ05 0-2 cm; 6. pupčana strana, JJ05 0-2 cm.





## **TABLA X**

**1.-5.** *Turborotalita quinqueloba* (Natland); 1. pupčana strana, JJ05 0-2 cm; 2. pupčana strana, JJ05 0-2 cm; 3. spiralna strana, JJ05 0-2 cm; 4. spiralna strana, JJ01 8-10 cm; 5. detaljan pogled stjenke sa dijelovima spina, JJ01 8-10 cm.

