Taložni okoliši i foraminiferske zajednice u sedimentima delte rijeke Mirne

Vinković, Andrija

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:490060

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

GEOLOŠKI ODSJEK

ANDRIJA VINKOVIĆ

TALOŽNI OKOLIŠI I FORAMINIFERSKE ZAJEDNICE U SEDIMENTIMA DELTE RIJEKE MIRNE

Diplomski rad

predložen Geološkom odsjeku

Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

Sveučilišta u Zagrebu

radi stjecanja akademskog stupnja

magistra prirodnih znanosti

znanstveno polje geologija, grana geologija i paleontologija

Zagreb, 2017.

Ovaj diplomski rad izrađen je na Geološkom odsjeku pod vodstvom prof. dr. sc. Mladena Juračića, u sklopu Diplomskog studija geologije i paleontologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

ZAHVALA

Zahvaljujem mentoru, prof. dr. sc. ***Mladenu Juračiću*** *na prihvaćanju mentorstva te svim komentarima i sugestijama tijekom izrade diplomskog rada.*

Zahvaljujem dr. sc. ***Igoru Felji****, neslužbenom neposrednom voditelju, na podučavanju provedbe svih koraka foraminiferske analize, konstantoj pomoći tijekom izvedbe i pisanja rada te konstruktivnim i jasnim odgovorima na sva postavljena pitanja.*

Zahvaljujem članovima povjerenstva, dr. sc. ***Blanki Cvetko Tešović****, izv. prof. i dr. sc.* ***Marijanu Kovačiću****, izv. prof. na dodatnim komentarima.*

Zahvaljujem svim djelatnicima Geološkog odsjeka na podučenom znanju i usavršavanju sposobnosti koje su mi omogućile da postanem geolog te svim kolegama i prijateljima na zabavnim i zanimljivim trenucima tijekom studija.

Veliko hvala mojoj obitelji na nesebičnoj i bezuvjetnoj podršci tijekom cjelokupnog životnog putovanja.
Hoću, mogu, moram!

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. TEORIJSKA OSNOVICA 2
2.1. Promjene morske razine 2
2.2. Riječna ušća 4
2.3. Rijeka Mirna 7
3. GEOLOŠKI PREGLED ISTRAŽIVANOG PODRUČJA 8
4. LITERATURNI PREGLED 10
5. METODE ISTRAŽIVANJA 11
5.1. Uzorkovanje 11
5.2. Priprema uzoraka i foraminiferska analiza 13
5.3. Statističke analize 14
6. REZULTATI 15
6.1. Prepoznate foraminiferska zajednice 15
6.2. Jezgra Mir 1 16
6.3. Jezgra Mir 3 20
6.4. Jezgra Mir 4 24
6.5. Jezgra Mir 5 28
6.6. Jezgra Mir 6 32
7. RASPRAVA 36
7.1. Usporedba jezgri 36
7.2. Korelacija jezgri 41
7.2.1. Aluvijalni okoliši 42
7.2.2. Brakični okoliši (močvare/lagune) i unutrašnji estuariji 43
7.2.2.1. Brakični okoliši (močvare/lagune) 43
7.2.2.2. Unutrašnji estuariji 44
7.2.3. Središnji i vanjski estuariji 46
8. ZAKLJUČAK 49
9. LITERATURA 50
10. DODATAK VI

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geološki odsjek

Diplomski rad

TALOŽNI OKOLIŠI I FORAMINIFERSKE ZAJEDNICE U SEDIMENTIMA DELTE RIJEKE MIRNE

Andrija Vinković

Rad je izrađen: Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološko-paleontološki zavod, Horvatovac 102a, Zagreb

Sažetak: Foraminiferska analiza provedena je na šest jezgri duljine od 7,5 do 13 m izvađenih iz deltne ravnice rijeke Mirne. Za mikropaleontološku analizu primijenjen je FOBIMO protokol. U svim jezgrama određeni su apsolutni broj foraminifera, relativni postotak i indeksi bioraznolikosti (Shannonov, indeks dominacije, Simpsonov, Berger-Parkerov i Fisher α). Najplići dijelovi jezgara ne sadrže foraminifere. Najdominantnije vrste u dubljim intervalima pripadaju rodovima *Ammonia*, *Haynesina* i *Porosononion*. U dubljim intervalima, smanjuje se njihova zastupljenost i pojavljuju se jedinke roda *Elphidium* te miliolida. Povećanjem dubine, marinski utjecaj u jezgrama se povećava i indeksi bioraznolikosti pokazuju sve manju dominaciju pojedinih rodova. Prema zastupljenosti navedenih rodova i varijacija u indeksima bioraznolikosti, prepoznati su slijedeći taložni okoliši: aluvijalni okoliši, brakični okoliši (močvare/lagune), unutrašnji estuariji, središnji i vanjski estuariji. Promjena vertikalnih taložnih okoliša zbog horizontalnog pomaka rijeke ukazuje na progradaciju tijekom holocena.

Ključne riječi: intraestuarijska delta, foraminifere, holocen, rijeka Mirna, Istra

Rad sadrži: 69 stranica, 16 slika, 15 tablica, 56 literaturnih navoda, 15 tabli

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnjoj geološkoj knjižnici, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb

Mentor: dr. sc. Mladen Juračić, red. prof.

Ocjenjivači: dr. sc. Mladen Juračić, red. prof.

dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, izv. prof.

dr. sc. Marijan Kovačić, izv. prof.

Rad prihvaćen: 15. rujna 2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Geology

Graduated Engineer Thesis

DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS AND FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES IN SEDIMENTS OF THE MIRNA RIVER DELTA

Andrija Vinković

Thesis completed in: Faculty of Science, Division of Geology and Paleontology, Horvatovac 102a, Zagreb

Abstract: Foraminiferal analysis was carried out on six cores down to the depth from 7.5 to 13 m. from the Mirna River deltaic plain. FOBIMO protocol was used for micropaleontological analysis. For all cores absolute abundance, relative abundance and biodiversity indices (Shannon, Dominance, Simpson, Berger-Parker and Fisher's alpha) were calculated. Foraminifera in the shallowest intervals are completely lacking. In the deeper intervals dominant species belong to *Ammonia*, *Haynesina* and *Porosononion* genus. In deeper intervals, their abundance is reduced and individuals belonging to *Elphidium* genus and miliolids start to appear. Marine influence became more pronounced with depth and biodiversity indices have shown a decreasing dominance of certain genera. According to the abundance of said genera and variation of biodiversity indices, the following depositional environments were suggested: alluvial environments, brackish environments (marshes/lagoons), inner estuaries, central and outer estuaries. Changes in vertical depositional environments caused by horizontal river movement indicate progradation during Holocene.

Keywords: intra – estuarine delta, foraminifera, Holocene, Mirna River, Istria

Thesis contains: 69 pages, 16 figures, 15 tables, 56 references, 15 plates

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Central geological library, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb

Supervisor: dr. sc. Mladen Juračić, prof.

Reviewers: dr. sc. Mladen Juračić, prof.

dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, assoc. prof.

dr. sc. Marijan Kovačić, assoc. prof.

Thesis accepted: 15th September 2017

1. UVOD

Riječna ušća su izrazito dinamičan okoliš koji je pod utjecajem i mora i kopna te su stoga to veoma promjenjivi okoliši. Relativno male promjene, poput promjene morske razine ili donosa sedimenta rijekom, mogu izrazito utjecati na ovakve okoliše. Najveća promjena, koja je utjecala na današnja ušća dogodila se nakon zadnjeg glacijala, koji je trajao od otprilike 26,5 do 19,0 tisuća godina. Tijekom tog glacijala morska razina je bila niža za otprilike 130 metara (Clark et al., 2009), što je neminovno utjecalo na položaj riječnih ušća. Nakon glacijala, zbog podizanja razine mora, počeli su se formirati današnji estuariji. Nastavili su se mijenjati, pa su se tako i tijekom trajanja ljudskih civilizacija dogodile velike promjene u ušćima nekih rijeka.

Promjene tijekom pleistocena i holocena su kod nekih rijeka dobro istražene. Istočnojadranske rijeke proučavane su, na različite načine, još od grčkog i rimskog doba (Santin, 2013), no njihovi sedimenti još uvijek nisu dovoljno istraženi. Buduća istraživanja trebala bi dati više podataka kako su se rijeke mijenjale u nedavnoj prošlosti, što bi omogućilo predviđanje budućih promjena i provedbu pravovremenih intervencija.

Morske razine se često proučavaju uz pomoć foraminifera. One, kao i ostali organizmi, ovise o više ekoloških faktora, koji obuhvaćaju abiotičke (salinitet, temperatura, količina kisika, nutrijenti...) i biotičke faktore (kompeticija, prostor, količina hrane) (Murray, 2006). Bentičke foraminifere su specifične jer im je brojnost velika, a ovisno o vrsti žive u različitim, usko definiranim zonama. Zbog toga, pomoću bentičkih foraminifera moguće je zaključiti kakav je bio taložni okoliš.

Ovaj diplomski rad je dio istraživanja promjena taložnih okoliša u području deltne ravnice rijeke Mirne tijekom holocena. Istraživanje je obavljeno pomoću plitkih jezgara iz kojih su izvađene i proučene zajednice foraminifera. Pokušalo se iz sastava tih zajednica i izračunavanja indeksa bioraznolikosti, odrediti kakav je bio taložni okoliš. Temeljem tih spoznaja mogu se rekonstruirati događanja u tom području tijekom holocena.

2. TEORIJSKA OSNOVICA

2.1. Promjene morske razine

Kroz geološku prošlost Zemlje promjene morske razine izrazito su utjecale na izgled obalnih okoliša, a neke od tih posljedica vidljive su i danas. Znanstveno je najviše istraživano kvartarno razdoblje, jer je ono sadržavalo mnogo klimatskih promjena potaknutih promjenama u orbitalnim parametarima Zemlje (Milankovićevi ciklusi) (Berger, 1988). Da bi se mogle predvidjeti nove promjene morske razine, koje će se neminovno dogoditi, potrebno je dobro proučiti i objasniti one koje su se događale tijekom povijesti.

Za shvaćanje promjena morskih razina, potrebno je razlikovati eustatske i relativne promjene. Eustatske promjene nastaju zbog promjena u volumenu ili masi svjetskih oceana i time utječu na globalnu morsku razinu. Promjene mase nastaju otapanjem ili stvaranjem ledenih kapa na kontinentima ili razmještajem vode u različitim hidrološkim rezervoarima (ne računajući ledenjake, nego površinske i podzemne vode, snijeg i vlažnost tla), dok promjene volumena nastaju zbog varijacija gustoće morske vode (zbog grijanja ili hlađenja) ili zbog promjena saliniteta. Eustatske promjene mogu nastati i zbog promjena volumena oceanskih bazena koje mogu nastati zbog tektonskog širenja oceanskog dna ili zbog sedimentacije (Rovere et al., 2016).

Za razliku od eustatskih, relativne promjene morske razine nastaju zbog izdizanja ili subsidencije, pa one ne uzrokuju promjene u volumenu ili masi vode, nego su samo lokalna događanja. Subsidencija se može dogoditi tijekom glacijala (Lambeck & Chappell, 2001), kada ledeni pokrov leži na kopnu i svojom težinom ga pritišće, čime izostazija istiskuje dio plašta koji se nalazi ispod ledenjaka te se on pomiče i uzdiže u okolici ledenjaka, što uzrokuje lokalni pad morske razine na tom području. Kad se led otopi, osim što se prethodno pokriveni dio polako uzdiže, izostazija spušta prije podignutu okolicu ledenjaka i čini lokalni porast morske razine. Osim zbog pritiska, relativne promjene morske razine mogu nastati i zbog rasjeda koji mijenjaju položaj obalne linije ili zbog kompakcije sedimenta (Horton & Shennan, 2009). Među ovim prirodnim faktorima, još jedan uzrok relativne promjene je i čovjek, koji zbog crpljenja podzemne vode ili ugljikovodika i podzemnog kopanja utječe na povećanje subsidencije (Rovere et al., 2016).

Za istraživanja prijašnjih morskih razina, koriste se:

1. Sedimentološki pokazatelji koji obuhvaćaju sedimentne zapise raznih rubnih okoliša, poput estuarija (Colman & Mixon, 1988) ili klastičnih barijera (Orford et al., 1991). Danas je aktualno istraživanje foraminifera (Waelbroeck et al., 2002), a posebno slanih močvara i njihovih foraminifera (Gehrels, 1994; Edwars & Horton, 2000; Shaw et al., 2016).
2. Geomorfološki pokazatelji koji obuhvaćaju špilje (Mylroie & Carew, 1988), koje su morale nastati u kopnenim okolišima, a danas mogu biti potopljene, i plimske potkapine (Furlani et al., 2011), koje nastaju raznim procesima u području plime i oseke.
3. Biološki pokazatelji koji obuhvaćaju ostatke sesilnih organizama za koje se zna na kojoj dubini žive. Koriste se alge, razni školjkaši i grebenotvorni organizmi (Chappell, 1974).
4. Arheološki pokazatelji kojima se smatraju svi ljudski ostaci koji su prije na tom mjestu imali neku funkciju. Luke i uzgajališta riba su neki primjeri koji su izravno vezani za razinu mora no mogu se koristiti i ceste, kamenolomi ili potopljene nastambe (Van Andel, 1989).

Najbolje su istražene promjene morske razine tijekom kvartara. To razdoblje je podijeljeno u više dijelova koristeći izotope kisika iz kućica bentičkih foraminifera. Za izgled današnjih obala ipak je najvažniji događaj zadnji glacijalni maksimum (LGM). On je trajao od otprilike 26,5 do 19,0 tisuća godina, a tijekom tog razdoblja morska razina je bila snižena za oko 130 metara (Clark et al., 2009). Nakon otapanja leda, morska se razina brzo uzdizala, sve do prije otprilike 8000 do 6000 godina kada je znatno usporila (Milliman & Emery, 1968; Juračić, 1998). Usporavanje brzine porasta morske razine je bio ključan faktor u početku stvaranja današnjih delti (Stanley & Warne, 1994).

Tijekom glacijala je i u Jadranskom moru razina mora bila oko 130 metara niža, zbog čega su rijeke imale puno dulji tok kako bi došle do mora. Tako je na primjer rijeka Cetina imala tok produljen za otprilike 154 km, a rijeka Neretva za oko 136 km (Sikora et al., 2014). Zato su izdubile kanjone kako bi lakše prelazile taj put, a kada se morska razina podigla takvi kanjoni su bili potopljeni. Kada je brzina rasta morske razine usporila, prije otprilike 8000 do 6000 godina, rijeke su počele formirati delte. Od tada do danas većina rijeka je progradirala do mjesta gdje se sada nalaze (Juračić, 1998).

2.2. Riječna ušća

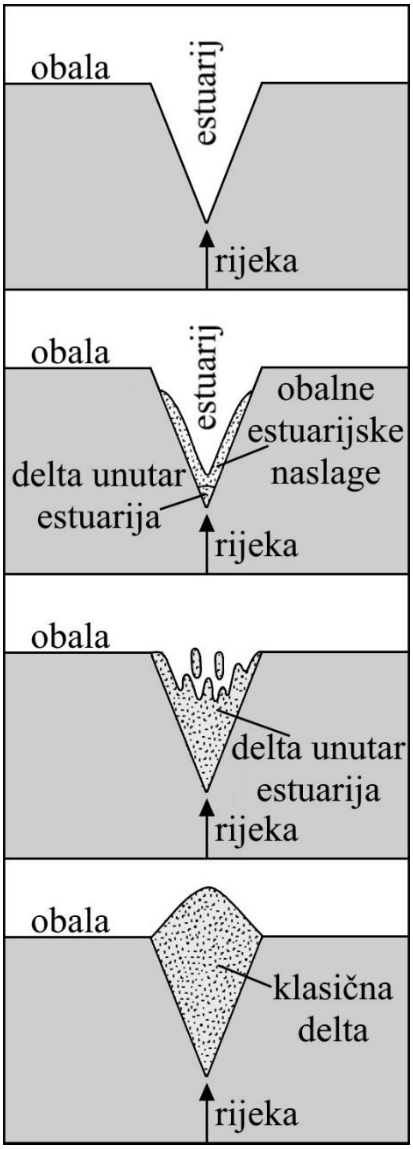
Rubni marinski okoliši nalaze se na kontaktu kopno – more. Oni mogu biti različito razvijeni pa su poznati: lagunski, deltni, estuarijski i žalni okoliši, te barijerni otoci i plimne ravnice (Boggs, Jr., 2006). Budući da se svi ovi okoliši nalaze na kontaktu kopno – more, pod velikim su utjecajem promjena morskih razina ili brzine taloženja. Stoga su to veoma dinamički okoliši koji ostavljaju razne geološke zapise i najbolje zapise razina mora u geološkoj prošlosti.

Riječna ušća su oduvijek bila važna za čovječanstvo, a u današnje vrijeme su naročito važna jer je poznato da su deltski sedimenti dobri izvori nafte, plina, ugljena i nekih minerala poput urana (Boggs, Jr., 2006). Riječna ušća nastaju kontaktom rijeke i stajaće vode (mora ili jezera). Najjednostavnija podjela ušća je na estuarije i delte. Estuariji su proširenja stajaće vode prema kopnu. Najčešće su nastali porastom morske razine i poplavljivanjem riječnih dolina nakon glacijala (Allaby, 2008). Estuariji su dosta česti kod današnjih rijeka zbog porasta morske razine nakon zadnjeg glacijala, koji je omogućio rijekama da poplave svoje prijašnje, kanjonske doline (Nichols, 2009). U estuarijima se morska slana voda miješa s riječnom (slatkom) vodom. Uslijed tog kontakta mogu se stvarati klinovi slane vode i zbog toga morski estuariji mogu imati razne salinitete. Često su pod utjecajem morskih mijena, koje stvaraju sistem kanala za vrijeme plime i oseke (Allaby, 2008). Estuariji se okvirno dijele na tri različita tipa, ovisno o prevladavajućem faktoru, one dominirane valovima, dominirane morskim mijenama ili dominirane rijekama (Reading & Collison, 1996). Ali, često su faktori koji djeluju u estuarijima puno kompleksniji, pa stoga postoje i oni dominirani i valovima i morskim mijenama (Boggs, Jr., 2006). Uz to, u nekim estuarijima u zapunjenim riječnim dolinama na rubu estuarija, u razini mora, mogu nastati slane močvare (Dalrymple at al., 1992). Svaki estuarij se dijeli na četiri sustava koji se razlikuju po izvoru, vrsti, načinu transporta i konačnom mjestu taloženja sedimenta (Semeniuk, 2016):

1. Riječni sustav je plitkovodno područje koje se nalazi u blizini riječnog toka i u njemu se sediment donosi pomoću riječnog toka i plima. Taj sediment se sastoji od terigenog mulja, pijeska i šljunka, koji se, ovisno o veličini čestica, transportira kroz estuarij s glinom koja prijeđe najveće udaljenosti.
2. Centralni estuarij je plitko do umjereno dubokovodni sustav, u kojem se taloži sediment u obliku mulja (fragmenti spikula, dijatomeje i raspadnuti fragmenti alga), pijeska (fragmenti beskralježnjaka, fragmenti alga i foraminifere), šljunka (skeleti beskralježnjaka) i biogenetskih struktura poput bioherma i biostroma. Ti sedimenti se

talože u središnjem dijelu estuarija, osim biohermi, biostroma i biljnih struktura koje se talože u plićem rubnom dijelu. Središnji estuarij je duboko područje niske energije, pa se u njemu talože i gline donešene riječnim tokom.

3. Rubni estuarijski sustav je područje plitke vode ili čak iznad razine vode. Ovo područje dobiva prerađeni sediment koji je transportiran iz vanjskih okolnih područja ili iz ostalih estuarijskih sustava. Zbog toga se sedimenti u ovom dijelu mogu sastojati od svih vrsta sedimenata uključujući i treset.
4. Marinski sustav je plitkovodni okoliš, koji donosi sediment u obliku pijeska i šljunka sastavljenog od fragmenata skeletnog materijala. Taj sediment je transportiran pomoću valova, plima i oluja kroz razne otvore estuarija ili je prebačen preko nižih barijera tijekom jačih oluja. Zato takvi sedimenti mogu prekrivati prijašnje sedimente istaložene u dubljem dijelu estuarija.

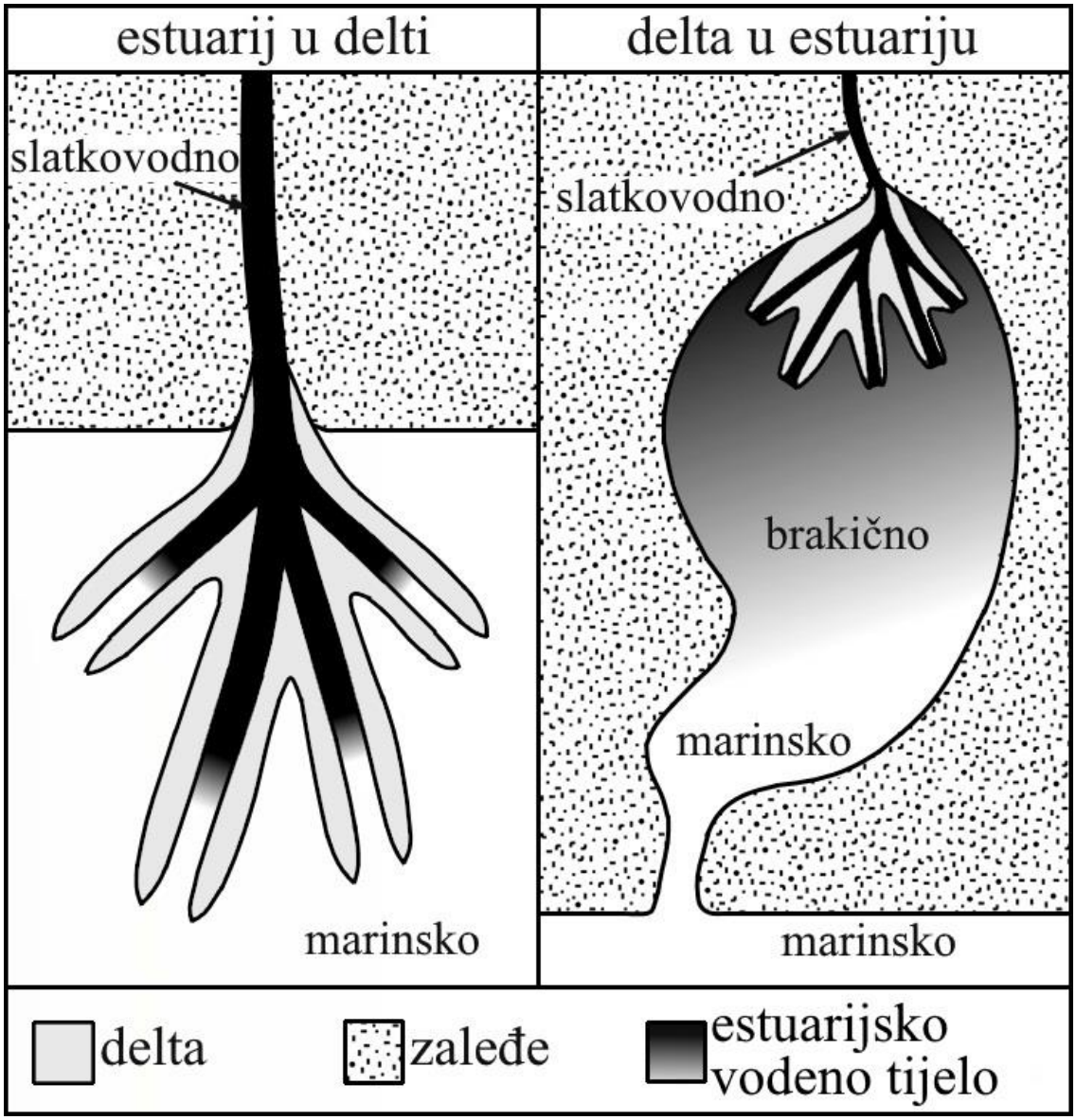


Slika 1. Razvoj delte preko estuarijske do klasične (preuzeto i uređeno prema Semeniuk & Semeniuk, 2016)

Delte su proširenja kopna prema stajaćoj vodi. To su oblici koji nastaju kada tok pun sedimenta dođe do stajaće vode i zbog velikog usporavanja dolazi do brze sedimentacije (Bhattacharya & Walker, 1992). Izvor sedimenta su rijeke, ali na oblik deltne forme utječu različiti faktori poput klime, protoka vode, količine sedimenta, brzine tonjenja bazena i procesa u riječnom ušću (morske mijene i valovi) (Allaby, 2008). Na formu delte utječe i odnos gustoće riječne i stajaće vode, jer taj odnos stvara jedan od tri tipa toka: najčešće hipopikni (riječna voda rjeđa), homopikni (obje vode jednako guste) ili hiperpikni (riječna voda gušća) (Bhattacharya & Walker, 1992). Najpoznatija podjela delti je po dominantnoj sili u delti, pa se stoga dijele na one dominirane valovima, dominirane morskim mijenama ili dominirane rijekom (Galloway, 1975).

Osim ovih standardnih ušća, postoje i posebni slučajevi koje tvore kombinacije delta i estuarija (slika 1, 2). Stoga imamo estuarije unutar delti i delte unutar estuarija. Estuariji unutar delti mogu nastati u kanjonima unutar deltne lepeze, dok delte unutar estuarija mogu nastati kada u rječnim dolinama, izdubljenim riječnim tokom tijekom glacijala, rijeka počne progradirati i

stvarati deltu. Oblik tih intraestuarijskih delti ovisi o više faktora: snazi riječnog toka, salinitetu estuarija, dosegu morskih mijena, vjetru i valovima nastalim zbog vjetra i obliku estuarija u kojeg utječe rijeka. Snaga riječnog toka, morskih mijena i vjetra utječu na to koja će sila biti dominantna i time stvoriti okvirni izgled jedne od tri tipa delti - dominirana rijekom, dominirana valovima ili dominirana morskim mijenama (Semeniuk & Semeniuk, 2016).



Slika 2. Razlika između estuarija u delti i delte u estuariju

(preuzeto i uređeno prema Semeniuk & Semeniuk, 2016)

2.3. Rijeka Mirna

Rijeka Mirna nalazi se na zapadnom dijelu istarskog poluotoka. Izvire u blizini Buzeta, a ušće joj se nalazi u Tarskoj vali kod Novigrada, gdje tvori intraestuarijsku deltu. Tok joj je dug oko 53 km, što je čini najdužim površinskim vodotokom u Istri. U blizini izvora tok počinje kanjonskim izgledom, no nizvodno se spušta u dolinu, gdje se povećava veličina naplavne ravnice (Božičević, 2005). Danas je daljni tok rijeke Mirne većinom reguliran u obliku umjetnog korita (Benac et al., 2007). Regulacije su imale značajan utjecaj na intenzitet pronosa nanosa i njegovo taloženje na ušću u Tarskoj vali (Benac et al., 2017). Pomoću analize zatrpanih panjeva nekadašnje hrastove šume zaključeno je da je godišnji prirast doline Mirne, zbog sedimentacije, bio oko 0,9 – 1 cm/god (Rubinić et al., 1999). Hidrografski slijev rijeke Mirne iznosi otprilike 402,9 km^2. Uslijed raspucanosti vapnenaca, procijenjeni hidrogeološki slijev iznosi od 458 do 583 km^2 (Božičević, 2005).

Poplave rijeke Mirne dogodile su se više puta, od kojih su najveće bile 1964. i 1993. godine. Poplava 1964. godine je potakla velike promjene u regulaciji toka Mirne i njenih pritoka. Najveći radovi bili su stvaranje umjetnog akumulacijskog jezera na području pritoke Butonige koje je trebalo služiti kao zaštita od velikih voda i osiguravanje vode za vodoopskrbu i navodnjavanje (Rubinić et al., 1999). Ta akumulacija se pokazala vrlo korisnom 1993. godine kao zaštita tijekom poplava, a korisna je bila i 2012. godine, kada je vladala suša, kao izvor pitke vode (Santin, 2013).

Mirna ima puno malih pritoka, od kojih je većina bujična. S desne strane toka, pritoke su joj bujični potoci Draga i Rečica, rječica Bračana, vodotoci Belišica i Mulac i dodatni povremeni bujični potoci. Za razliku od toga, s lijeve strane pritoke su manji bujični tokovi i vodotok Butonige (koji je danas ujezeren u umjetnu akumulaciju). Osim pritoka, Mirna dobiva vodu i pomoću krških izvora: Sv. Ivan, Bulaž i Gradole (Božičević, 2005). Slijev izvora Gradole iznosi 104 km^2, dok je njegova minimalna izdašnost 500 – 600 l/s (Magdalenić, 1995). Minimalna izdašnost izvora Sv. Ivan je 0,130 l/s, ali je zamućenje obadva izvora visoko (>5 mg/l) tijekom većeg dijela godine (Rubinić et al., 1999).

Rijeka Mirna je ljudima oduvijek bila zanimljiva. Spominje se i u nekim grčkim tekstovima, a zna se da su je istraživali i Rimljani. Naziv Mirna, ili talijanski Quieto, dobiva tek u trinaestom stoljeću, ali tada joj je ušće bilo puno dalje od današnje morske obale. Bila je značajna i za Veneciju, koja je iskorištavala hrastove šume u njenoj okolici (Santin, 2013).

3. GEOLOŠKI PREGLED ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Najstarije stijene u okolici Mirne su donjokredne (albske) starosti (slika 3). Sastoje se od tanko uslojenih i pločastih vapnenaca uz dolomite. Osim karbonata, postoje i uslojene breče s fragmentima vapnenca i dolomita (Polšak & Šikić, 1963). Debljina ovih naslaga je oko 300 do 400 metara (Pleničar et al., 1965). Nešto mlađe naslage su cenomanske i turonske starosti, a radi se o tanko uslojenim vapnencima. Na nekim mjestima vapnenac poprima brečasti izgled koji je nastao zbog kopnene faze (Polšak & Šikić, 1963), a na drugim mjestima sadrži proslojke i nodule rožnjaka, a rijetko se pojavljuju i dolomiti. Debljina i cenomanskih i cenomansko – turonskih naslaga je otprilike 200 do 300 metara (Pleničar et al., 1965).

Kenozoik započinje epohom paleocena. Stijene te starosti leže transgresivno na stijenama krede. Najstarije stijene paleocena su liburnijski slojevi, to jest vapnenci bogati fosilima, u izmjeni s brečastim vapnencima. Mlađe stijene paleocena su foraminiferski vapnenci, koji započinju miliolidnim vapnencima (Polšak & Šikić, 1963), a čija debljina varira od 5 do 500 metara (Pleničar et al., 1965). Foraminiferski vapnenci su i eocenske starosti, a radi se o alveolinskim i numulitnim vapnencima, debljine do 30 metara (Polšak & Šikić, 1963).

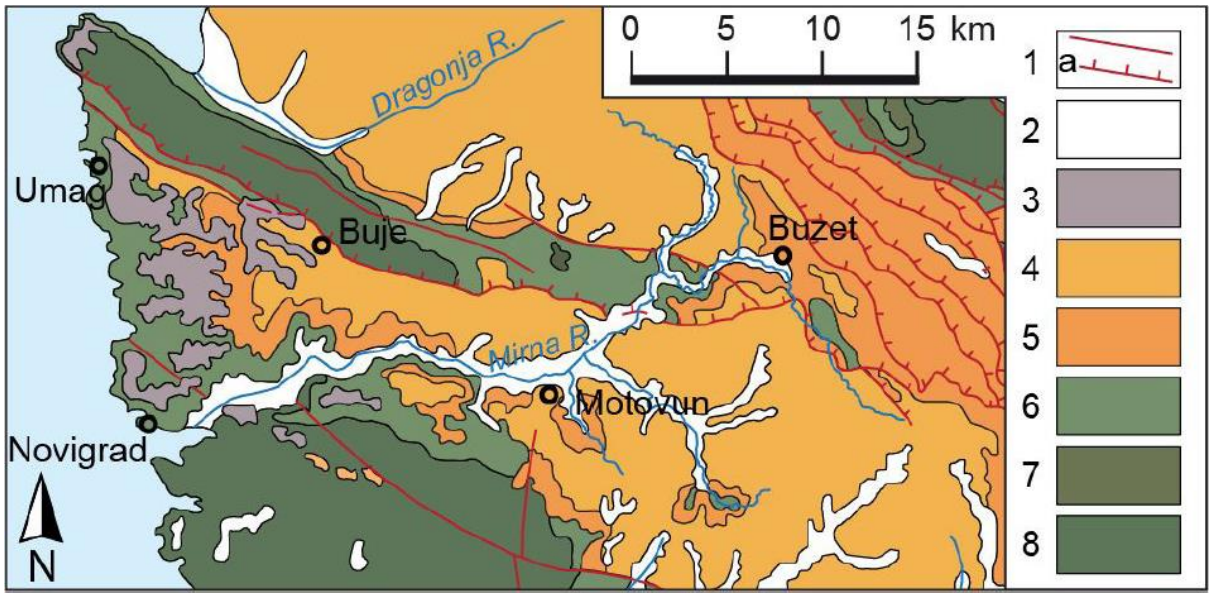
Srednji eocen se sastoji od takozvanih prijelaznih naslaga, sastavljenih od dva sloja. Prvi je sloj s rakovicama, koji je postepeni prijelaz iz numulitnih vapnenaca. Debljina im ne prelazi 5 metara. Drugi član su lapori koji sadrže globigerine. U blizini rijeke Mirne izdanjuju samo u blizini Buzeta, a debljina im je otprilike 20 metara (Pleničar et al., 1965). Najmlađe stijene eocenske starosti su flišolike naslage koje se sastoje od izmjena lapora i pješčenjaka uz dodatne breče, konglomerate i slojeve vapnenca. Debljina im iznosi oko 400 do 450 metara (Polšak & Šikić, 1963), a u tim fliševima su nastale mnoge ogoline (Gulam et al., 2014). Naslage kvartarne starosti sastoje se od zemlje crvenice (terra rossa) i aluvijalnih naslaga (Pleničar et al., 1965).

Za područje rijeke Mirne važne su tri tektonske jedinice:

1. Zapadnoistarska jursko – kredna antiklinala obuhvaća sve karbonatne naslage u južnom i središnjem dijelu zapadne Istre, tako da obuhvaća i donji tok rijeke Mirne. Definirana je kao uspravna antiklinala s položajem osi pružanja u smjeru SI – JZ. U području antiklinale rijetko su razvijeni subvertikalni do vertikalni rasjedi sa skokovima od par metara do par desetaka metara (Polšak & Šikić, 1963).
2. Pazinski paleogenski bazen nalazi se u središnjem dijelu Istre, tamo gdje antiklinala tone i time obuhvaća područje oko središnjeg toka Mirne. Na tom području su starije

naslage prekrivene flišolikim naslagama, koje se nalaze u cijelom području bazena. Te mlađe naslage u većini bazena leže horizontalno, diskordantno na starijim naslagama. Na jugozapadu bazena se nalaze vertikalni rasjedi (Polšak & Šikić, 1963).

3. Antiklinala Savudrija – Buzet je tektonska jedinica na sjeveru Istre. Dužina te jedinice je oko 40 km, a širina ne prelazi 5 km. Za rijeku Mirnu važniji je završni dio te jedinice u blizini Kamenih Vrata, to jest u njenom gornjem toku. Središnji dio tog područja sastoji se od brahiantiklinale. Južni dio brahiantiklinale omeđen je strmim reverznim rasjedom, dok je sa sjeverne ograničen vertikalnim rasjedom (Pleničar et al., 1965).



Slika 3. Pojednostavljena geološka karta sjeverozapadne Istre; 1. Rasjed, 1a. Navlaka, 2. Kvartarne naslage (većinom holocenske), 3. Terra rossa (holocen), 4. Fliške naslage (eocen), 5. Liburnijski slojevi, foraminiferski vapnenci i prijelazne naslage (paleocen?, eocen), 6. Rudistni vapnenci (kreda), 7. Dolomiti i breče (kreda), 8. Vapnenci i dolomiti (kreda) (preuzeto iz Felja et al., 2015)

4. LITERATURNI PREGLED

Sedimenti na ušćima istočnojadranskih rijeka su nedovoljno korišteni za istraživanja promjena morskih razina i taložnih okoliša tijekom pleistocena i holocena. Neka istraživanja obavljena su na rijekama Dragonji, Rječini, Raši, Neretvi i Mirni. Ogorelec et al. (1981) istraživali su, multidisciplinarnim pristupom, naslage Dragonje, točnije sečoveljsku slanu močvaru. Otkrili su bazu paraličkih naslaga oko 26 metara ispod površine koju su datirali na 9160 ± 120 godina prije sadašnjosti. Sedimentaciju na rijeci Rječini studirali su Benac & Arbanas (1990) i zaključili da se zatrpavanje njenog rijasa, koji je bio dug oko jedan kilometar, događalo vrlo brzo. Također su došli do zaključka i da je gornja riječna lepeza nastala tijekom holocena, a donja tijekom pleistocena. Sondi et al. (1995) proučavali su rijeku Rašu i njen estuarij. Objasnili su da je njen estuarij područje taloženja većinom sitnozrnatog sedimenta i da Raša prenosi 90% materijala kao suspenziju. Suspendirani materijal se sedimentira flokulacijom induciranom slanoćom.

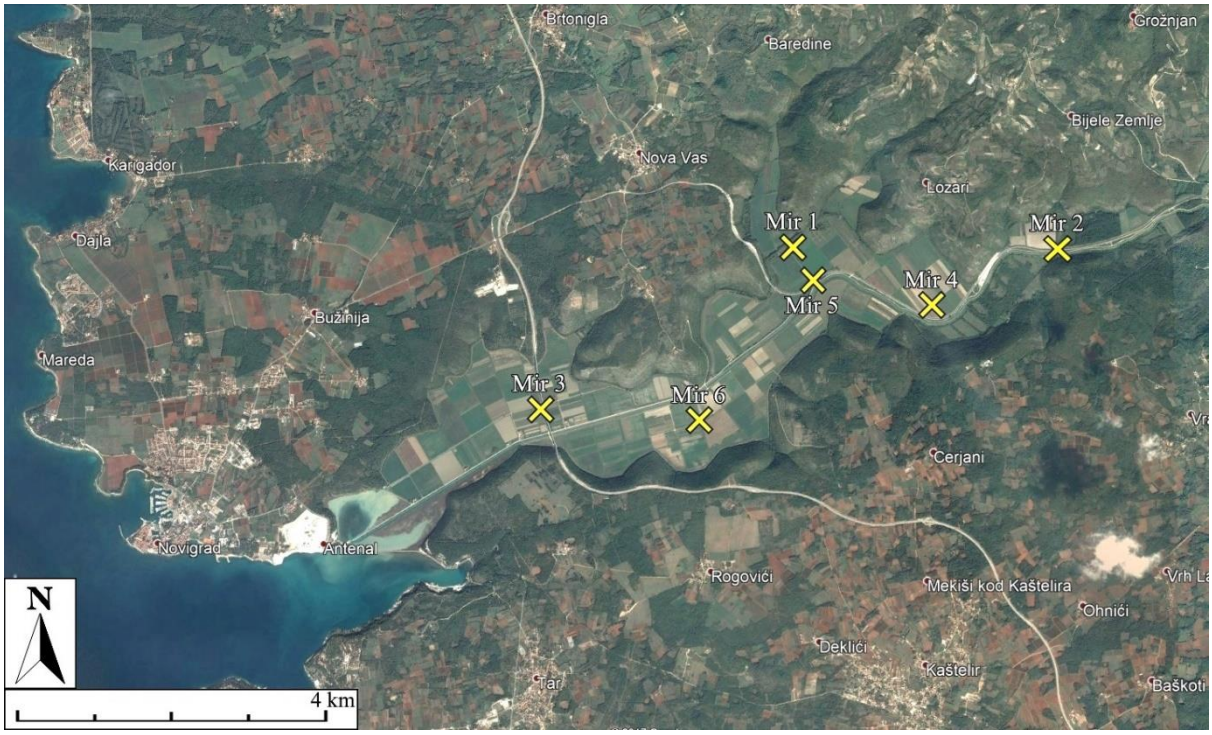
Vranješ et al. (2007) pokazali su kako se rijeka Neretva mijenjala u nedavnoj povijesti. Zbog utjecaja čovjeka (na primjer izgradnje hidroenergetskog sustava i sustava obrane od poplava) znatno se promijenio donos materijala do njenog ušća. Na nekim mjestima se počela događati nova erozija, a na nekima taloženje (reduciran je donos krupnozrnatog materijala do ušća). U radu Felja et al. (2015) istraživane su tri plitke jezgre iz deltne ravnice rijeke Mirne te su pomoću sedimentoloških i mikropaleontoloških (foraminifere) metoda, zaključili da je rijeka Mirna progradirala preko 7 km u zadnjih 6500 godina. U disertaciji Felja (2017), istraživane su promjene delti unutar estuarija tijekom kvartara, proučavanjem više jezgara iz deltnih ravnica rijeka Mirne i Neretve i jedne jezgre iz Malostonskog zaljeva. Zaključeno je da su obje rijeke vjerojatno napravile svoje kanjone prije zadnjeg glacijalnog doba te da je antropogeni utjecaj na njih bio izrazit.

U blizini rijeke Mirne proučavana je i arheologija tog područja, koja isto ukazuje na neke promjene morskih razina. Carre et al. (2007) istraživali su uvalu Busuja u blizini Červara, ribnjake Kupanja u blizini luke Červar i uvalu Valeta u blizini Novigrada i delte rijeke Mirne. Na tim područjima pronađeni su mnogi antički, to jest grčki i rimski ostaci. D'Incà (2007) objašnjava da se izgled rijeke Mirne izrazito promijenio kroz zapisanu povijest. Ukazuje da je rijeka Mirna za vrijeme antičke Grčke bila većinom plovna, a i u vrijeme vladavine Venecije rijeka se koristila za transport drvne mase nizvodno do morskih luka.

5. METODE ISTRAŽIVANJA

5.1. Uzorkovanje

Iz deltne ravnice rijeke Mirne izvađeno je šest jezgri duljine do 13 m. Dubina im je precizno provjerena na terenu, sa stupnjom pogreške od maksimalno ± 0,05 m. Uz njihove dubine, svi položaji jezgara, uključujući i njihovu nadmorsku visinu, dodatno su precizno utvrđeni pomoću GPS-a (engl. *Global Positioning System*) u WGS84 sustavu. Svi dobiveni rezultati ispravljeni su pomoću lokalnog geoida i referentne točke (Felja et al., 2015). Jezgre su dobile imena po redoslijedu bušenja (Od Mir 1 koja je prva izvađena do Mir 6 koja je bila posljednja, slika 4).



Slika 4. Lokacije jezgara u deltnoj ravnici rijeke Mirne (Google Earth).

Uzorci iz područja ušća rijeke Mirne dobiveni su pomoću ručnog jezgrovanja. Korišten je Ejikelkamp ručni korer (jezgrilo). Najplići dijelovi jezgara (prvih metar do dva dubine) izvađeni su pomoću Edelman glave, a dobiveni intervali bili su visoki oko 10 cm i promjera 7 cm. Uzorci su dobiveni izmiješani, pa nije bila očuvana njihova tekstura. Dublji dijelovi jezgara dobiveni su u većim intervalima korištenjem dulje cijevi (slika 5). Intervali jezgara su 1 metar dugi i promjera oko 3 cm. Ovi intervali su, za razliku od onih prijašnjih, dobiveni čitavi, tako da je očuvana sva njihova tekstura. Jezgre su izbušene do dubine koju je omogućila oprema ili kada više nisu mogle probiti sediment.



Slika 5. Oprema korištena za plitko jezgrovanje i opisivanje jezgara.

Čim su izvađene, jezgre su opisane na klasičan način, prvenstveno boja, struktura, tekstura, karbonatni udio i dodatni biogeni materijal (Felja et al., 2015). Boja je prepoznata usporedbom mokrog sedimenta s Munsell-ovim karticama za određivanje boje. Prisutnost kalcijevog karbonata prepoznata je kapanjem 10%-tne klorovodične kiseline direktno na uzorak i uspoređivanjem nastale reakcije s poznatima iz tablice (FAO – ISRIC, 2006). Prepoznati su i slojevi bogatiji organskom tvari u kojima postoji i treset. Opisan je i biogeni materijal, poput ljuštura i korijena. Ljušture su odmah i prepoznate ako je to bilo moguće. Nakon potpunog terenskog opisa, jezgre su bile zamotane u aluminijsku foliju i upakirane u plastične vrećice, kako bi se sačuvale njihove originalne karakteristike za daljnja laboratorijska istraživanja.

5.2. Priprema uzoraka i foraminiferska analiza

U laboratoriju su jezgre izvađene i fotografirane, a za daljnju obradu korišten je FOBIMO (FOraminiferal BIo – MOnitoring) protokol (Schönfeld et al., 2012). Iz jezgara je na razmaku od 10 cm uzet po jedan centimetar uzorka, no za foraminifersku analizu uzeti su uzorci na mjestima promjene litologije. Uzorci su prebačeni u staklene posude i prekriveni destiliranom vodom kako bi se sediment razmočio. Osim vode dodan je i vodikov peroksid zbog otapanja organske tvari. Uzorci su ostavljeni da tako stoje cijeli dan, a ako je bilo potrebno i duže.

Nakon završenog otapanja organske tvari, uzorci su prosijani na situ veličine pora od 63 μm. Prosijani su na tresilici Fritesh Analysette® na Retsch® ASTM sita od nehrđajućeg čelika, uz dodatno ispiranje destiliranom vodom. Ostatak uzorka (manji od 0,063 mm) je ispiran i skupljan u staklenoj boci. Nakon sijanja uzorci su prebačeni u staklene posude i ostavljeni da se osuše. Kada su bili potpuno suhi, dodatno su prosijani, ali ovaj put metodom suhog sijanja na 125 μm situ i ručno protresani neko vrijeme dok nije sav manji sediment propao kroz sito u drugu posudu. Time su dobivena dva poduzorka, čestice veće od 125 μm i one između 63 i 125 μm. Svi poduzorci prebačeni su u papirnate vrećice, spremni za foraminifersku analizu.

Poduzorci veći od 125 μm su dalje išli na foraminifersku analizu koja je izvedena na stereo mikroskopima. Ako je uzorak imao puno više od 300 jedinki, onda je podijeljen na još manje uzorke, sve dok u onom koji je analiziran nije bilo otprilike 300 jedinki. Jedinke su klasificirane prema Loeblich & Tappan (1988), a prepoznavanje i identifikacija je izvedena prema Cimerman & Langer (1991). Uvijek se pokušavalo jedinkama odrediti vrstu, ali zbog oštećenja ili drugih poteškoća nekim jedinkama su određeni samo rodovi. Fotografiranje je izvedeno na stereo mikroskopu pomoću EUROMEX ImageFocus 4.0 fotoaparata. Dobiveni podaci išli su na daljnju obradu.

5.3. Statističke analize

Obrada podataka izvedena je pomoću PAST softvera (Hammer at al., 2001). Na taj način izračunati su razni indeksi bioraznolikosti kako bi se olakšala paleoekološka interpretacija. Izračunati su: broj taksona, Shannonov indeks, Simpsonov indeks i iz njega izražen indeks dominacije, Berger–Parkerov indeks i Fisher α indeks.

Shannonov indeks (H), poznat i pod nazivima Shannon–Wienerov indeks, Shannon–Weaverov indeks ili Shannonova entropija, je informacijski indeks raznolikosti. Koristi se radi usporedbe raznolikosti različitih zajednica i okoliša. Uzima u obzir broj jedinki, ali i broj taksona, pa varira od 0 za zajednice sa samo jednim taksonom do većih brojeva za zajednice s mnogo taksona. Maksimalni broj postiže onda kada su svi taksoni zastupljeni jednakim brojem jedinki (Shannon, 1948).

Simpsonov indeks je indeks dominacije i pokazuje kolika je vjerojatnost da će dvije jedinke odabrane iz neke kategorije biti istog tipa. Iznos mu varira od 1 do >30, a povećava se smanjivanjem raznolikosti. Obzirom da to može biti zbunjujuće, često se zapisuje u recipročnoj vrijednosti ($1/D_s$) ili u komplementarnoj formi ($1-D_s$) kako bi indeks rastao kako raste raznolikost (Simpson, 1949). Indeks dominacije je Simpsonov indeks u komplementarnoj formi. U slučaju PAST softvera, prvo je izračunat indeks dominacije (označen slovom D), pa je iz njega, u komplementarnoj formi, izražen Simpsonov indeks (1-D).

Berger–Parkerov indeks je također indeks dominacije, ali on izražava proporcionalnu važnost najzastupljenijeg taksona. Računa se dijeljenjem broja jedinki najzastupljenijeg taksona s ukupnim brojem jedinki, pa se vrijednost indeksa smanjuje kako raznolikost raste. Zbog tog problema često se koristi recipročna forma (Berger & Parker, 1970).

Fisher α indeks koristi odnos broja taksona prema broju jedinki, pa je koristan pokazatelj raznolikosti. Može se izračunati preko formule (u slučaju PAST softvera), ali se češće određuje uz pomoć standardnog grafikona. Najniže vrijednosti indeksa su vezane uz stresne okoliše. S povećanjem prelaze preko brakičnih i hipersalilnih okoliša, sve do morskih okoliša normalnog saliniteta na padini u šelfu i maksimalne vrijednosti koja iznosi 25 (Fisher et al., 1943).

6. REZULTATI

6.1. Prepoznate foraminiferska zajednice

Ukupno je prepoznato dvadeset različitih rodova i vrsta foraminifera. Foraminifere koje su prepoznate kao vrste su: *Adelosina mediterranensis* (Le Calvez, J. & Y., 1958), *Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758), *Ammonia parkinsoniana* (d´Orbigny, 1839), *Ammonia tepida* (Cushman, 1926), *Elphidium aculeatum* (d´Orbigny, 1846), *Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758), *Elphidium macellum* (Fichtel & Moll, 1798), *Quinqueloculina seminula* (Linnaeus, 1758), *Sigmoilina costata* Schlumberger, 1893, *Triloculina marioni* Schlumberger, 1893 i *Trochammina inflata* (Montagu, 1808), a one prepoznate kao rodovi su: *Ammonia* sp., *Brizalina* sp., *Elphidium* sp., *Eponides* sp., *Haynesina* sp., *Porosononion* sp., *Rosalina* sp., *Textularia* sp. i *Triloculina* sp. Od svih spomenutih foraminifera, najučestalije u svim jezgrama su bile one roda *Ammonia*, a iza njih dolaze rodovi *Haynesina*, *Porosononion* i *Elphidium*. Jezgra Mir 2 je imala izrazito mali broj foraminifera, pa ona nije diskutirana u ovom radu.

Foraminifere roda *Ammonia* imaju staklaste, nisko trohospiralne kućice s 2,5 do 4 vidljiva zavoja. Spiralna strana je evolutna, dok je umbilikalna involutna. Oblik klijetki varira ovisno o vrsti, isto kao i oblik ušća. Na umbilikalnoj strani mogu imati umbilikalni čep iz kojeg se šire zrakaste pukotine. Mogu imati i dodatne ukrase u obliku stupića ili pustula (Loeblich & Tappan, 1988).

Rodovi *Haynesina* i *Porosononion* su dosta slični. Oba roda imaju staklastu, planispiralnu involutnu kućicu i oblik kućice im je skoro potpuno okrugao. *Porosononion* ima osam do devet klijetki u zadnjem zavoju, dok *Haynesina* ima osam do dvanaest koje se postepeno povećavaju. Suture su kod roda *Porosononion* ravne do blago svinute prema nazad, a kod roda *Haynesina* su blago do izrazito svinute prema nazad. Obadva roda imaju ukrase u obliku pustula. Ušće kod roda *Porosononion* uključuje više manjih otvora, dok je kod *Haynesina* u obliku luka (Cimerman & Langer, 1991).

Rod *Elphidium* ima staklastu, planispiralnu, involutnu kućicu lećastog oblika. Zadnji zavoj ima od 11 do 28 klijetki ovisno o vrsti. Suture su svinute prema nazad i duboko usječene, čime stvaraju interlokularni prostor. Ukrasi su u obliku kvržica i umba s obadvije strane. Ima udubljenja unutar interlokularnog prostora, zvana fosete i mostiće preko njih, zvane pontikuli. Ušće je jednostavno ili u obliku više otvora (Cimerman & Langer, 1991).

U svim jezgrama određeni su apsolutni broj foraminifera, relativni postotak i indeksi bioraznolikosti. Dio rezultata objavljen je u disertaciji Felja (2017), dok će se ovdje veći naglasak staviti na relativnu zastupljenost foraminifera i indekse bioraznolikosti.

6.2. Jezgra Mir 1

Tablica 1. Apsolutna zastupljenost foraminifera u jezgri Mir 1

Jezgra Mir 1 - Apsolutna zastupljenost							
Dubina (m)	**3,70-3,71**	**4,00-4,01**	**4,50-4,51**	**5,50-5,51**	**6,00-6,01**	**7,20-7,21**	**7,80-7,81**
Adelosina mediterranensis (Le Calvez, J. & Y., 1958)	0	0	0	0	0	0	0
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	17	43	54
Ammonia parkinsoniana (d´Orbigny, 1839)	0	0	0	0	0	3	2
Ammonia sp.	4	1	2	5	71	67	77
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	4	0	2	8	94	87	82
Brizalina sp.	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium aculeatum (d´Orbigny, 1846)	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	1	1
Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium sp.	0	0	0	0	0	4	3
Eponides sp.	0	0	0	0	2	3	3
Haynesina sp.	0	0	2	4	54	45	37
Porosononion sp.	0	0	0	0	38	37	31
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	2
Rosalina sp.	0	0	0	0	0	0	0
Sigmoilina costata Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0	0	0
Textularia sp.	0	0	0	0	0	0	0
Triloculina marioni Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0	0	0
Triloculina sp.	0	0	0	0	0	0	0
Trochammina inflata (Montagu, 1808)	0	0	0	0	0	0	0
Neodredivo	2	0	4	4	10	8	7
Ukupno	**10**	**1**	**10**	**21**	**286**	**298**	**299**

Tablica 2. Relativna zastupljenost foraminifera u jezgri Mir 1

Jezgra Mir 1 - Relativna zastupljenost							
Dubina (m)	**3,70-3,71**	**4,00-4,01**	**4,50-4,51**	**5,50-5,51**	**6,00-6,01**	**7,20-7,21**	**7,80-7,81**
Adelosina mediterranensis (Le Calvez, J. & Y., 1958)	0	0	0	0	0	0	0
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	6	14	18
Ammonia parkinsoniana (d´Orbigny, 1839)	0	0	0	0	0	1	1
Ammonia sp.	40	100	20	24	25	23	26
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	40	0	20	38	33	29	27
Brizalina sp.	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium aculeatum (d´Orbigny, 1846)	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	1	1
Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium sp.	0	0	0	0	0	1	1
Eponides sp.	0	0	0	0	1	1	1
Haynesina sp.	0	0	20	19	19	15	12
Porosononion sp.	0	0	0	0	13	12	10
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	1
Rosalina sp.	0	0	0	0	0	0	0
Sigmoilina costata Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0	0	0
Textularia sp.	0	0	0	0	0	0	0
Triloculina marioni Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0	0	0
Triloculina sp.	0	0	0	0	0	0	0
Trochammina inflata (Montagu, 1808)	0	0	0	0	0	0	0
Neodredivo	20	0	40	19	3	3	2
Ukupni broj jedinki	**10**	**1**	**10**	**21**	**286**	**298**	**299**

Tablica 3. Indeksi bioraznolikosti za jegru Mir 1

Jezgra Mir 1 - Indeksi bioraznolikosti							
Dubina (m)	**3,70-3,71**	**4,00-4,01**	**4,50-4,51**	**5,50-5,51**	**6,00-6,01**	**7,20-7,21**	**7,80-7,81**
Broj taksona (S)	3	1	4	4	7	10	11
Broj jedinki	10	1	10	21	286	298	299
Shannonov indeks (H)	1,055	0	1,332	1,341	1,614	1,785	1,773
Indeks dominacije (D)	0,36	1	0,28	0,2744	0,2278	0,1959	0,2011
Simpsonov indeks (1-D)	0,64	0	0,72	0,7256	0,7722	0,8041	0,7989
Berger-Parkerov indeks	0,4	1	0,4	0,381	0,3287	0,2919	0,2742
Fisher α indeks	1,453	0	2,471	1,465	1,296	1,995	2,245

Jezgra Mir 1 nalazi se na koordinatama 45°21'07,37'' S – 13°40'1,45'' I (slika 4). Analizirana je do dubine od 7,81 metar, ali do 6,0 metara dubine sadrži samo mali broj foraminifera. Nakon te dubine izrazito se povećava količina foraminifera. Ukupni broj analiziranih foraminifera varira od 1 do 299. Najveći broj foraminifera je u najdubljem intervalu (7,8 m), a minimalni je na 4,0 m dubine. Najzastupljenije foraminifere su one roda *Ammonia* (*Ammonia* sp., *A. tepida*, *A. beccarii* i *A. parkinsoniana*) i rodova *Haynesina* i *Porosononion*, no pojavljuju se i mali broj jedinki roda *Elphidium* (*Elphidium* sp. i *E. crispum*) i roda *Eponides* te vrste *Q. seminula* (tablica 1, 2, tabla 1, 2, 3). Rod *Ammonia* prisutan je kroz cijelu jezgru, dok se *Haynesina* pojavljuje tek na 4,5 m dubine, ali se brojnost oba roda izrazito povećava na 6,0 m dubine (s maksimalnom brojnosti za vrstu *A. tepida* od 94 jedinke, a za rod *Haynesina* sp. od 54). Na 6,0 m pojavljuju se i rodovi *Eponides* (s vrlo malom brojnošću) i *Porosononion* (s maksimumom od 38 jedinki). Nešto dublje, na 7,2 m dubine pojavljuje se i mali broj jedinki roda *Elphidium*, a na dubini od 7,8 m pojavljuju se i dvije jedinke vrste *Q. seminula*. Osim foraminifera, u skoro svim uzorcima pronađeni su i razni ostrakodi, ostaci biljaka, fragmenti ljuštura školjkaša i kućice puževa.

Indeksi bioraznolikosti imaju velike varijacije zbog razlika u brojnosti foraminifera (tablica 3). Shannonov indeks je u rasponu od 0 do 1,785. U najplićim dijelovima počinje s iznosom oko 1, dok na dubini od 4,0 m pada na minimum. Nakon toga iznos mu je uvijek preko 1 i postepeno se povećava s dubinom. Maksimum postiže na dubini od 7,2 m, nakon čega mu se iznos malo smanjuje na 1,773. Indeks dominacije varira od 0,1959 do 1, a

Simpsonov indeks je od 0 do 0,8041. Obzirom da su obrnuto proporcionalni, kako indeks dominacije postepeno opada, Simpsonov postepeno raste. Taj trend je prekinut na 4,0 m dubine, gdje indeks dominacije dostiže iznos od 1 (maksimum), a Simpsonov od 0 (minimum). Dublje se trend opet nastavlja sve do 7,2 m dubine (gdje indeks dominacije postiže minimum, a Simpsonov maksimum), a zatim na 7,8 m iznos indeksa dominacije naraste na 0,2011, a Simpsonovog se smanji na 0,7989. Berger–Parkerov indeks je u rasponu od 0,2742 do 1. Počinje iznosom od 0,4, nakon čega na 4,0 m dubine postiže maksimalni iznos. Dublje se vraća na iznos od 0,4, nakon čega postepeno opada. U najdubljem dijelu postiže iznos od 0,2742, to jest minimum. Zadnji indeks, Fisher α, varira od 0 do 2,471. Započinje iznosom od 1,453, pa na dubini od 4,0 m pada na minimalni iznos, to jest 0. Na slijedećoj dubini postiže maksimalni iznos, nakon čega se smanjuje do dubine od 6,0 m. Dublje opet postepeno raste.

6.3. Jezgra Mir 3

Tablica 4. Apsolutna zastupljenost foraminifera u jezgri Mir 3

Jezgra Mir 3 - Apsolutna zastupljenost						
Dubina (m)	**0,20-0,21**	**1,80-1,81**	**3,10-3,11**	**3,90-3,91**	**6,30-6,31**	**7,95-7,96**
Adelosina mediterranensis (Le Calvez, J. & Y., 1958)	1	0	0	0	4	7
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	2	11	21	0	12	25
Ammonia parkinsoniana (d´Orbigny, 1839)	0	0	0	0	0	0
Ammonia sp.	12	56	16	5	11	15
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	21	78	34	7	21	21
Brizalina sp.	2	0	0	0	0	3
Elphidium aculeatum (d´Orbigny, 1846)	0	0	0	0	0	0
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	7
Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)	0	0	0	0	0	2
Elphidium sp.	0	1	0	0	2	3
Eponides sp.	0	2	0	0	0	0
Haynesina sp.	7	21	21	3	9	7
Porosononion sp.	0	5	0	0	3	15
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	8	15
Rosalina sp.	0	0	0	0	0	0
Sigmoilina costata Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0	2
Textularia sp.	0	0	0	0	0	2
Triloculina marioni Schlumberger, 1893	0	0	0	0	2	4
Triloculina sp.	0	0	0	0	0	1
Trochammina inflata (Montagu, 1808)	2	3	1	0	0	0
Neodredivo	2	3	5	2	8	0
Ukupno	**49**	**180**	**98**	**17**	**80**	**129**

Tablica 5. Relativna zastupljenost foraminifera u jezgri Mir 3

Jezgra Mir 3 - Relativna zastupljenost						
Dubina (m)	**0,20-0,21**	**1,80-1,81**	**3,10-3,11**	**3,90-3,91**	**6,30-6,31**	**7,95-7,96**
Adelosina mediterranensis (Le Calvez, J. & Y., 1958)	2	0	0	0	5	5
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	4	6	22	0	15	19
Ammonia parkinsoniana (d´Orbigny, 1839)	0	0	0	0	0	0
Ammonia sp.	25	31	16	29	14	12
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	43	43	34	41	26	16
Brizalina sp.	4	0	0	0	0	2
Elphidium aculeatum (d´Orbigny, 1846)	0	0	0	0	0	0
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	5
Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)	0	0	0	0	0	2
Elphidium sp.	0	1	0	0	3	2
Eponides sp.	0	1	0	0	0	0
Haynesina sp.	14	11	22	18	11	5
Porosononion sp.	0	3	0	0	3	12
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	10	12
Rosalina sp.	0	0	0	0	0	0
Sigmoilina costata Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0	2
Textularia sp.	0	0	0	0	0	2
Triloculina marioni Schlumberger, 1893	0	0	0	0	3	3
Triloculina sp.	0	0	0	0	0	1
Trochammina inflata (Montagu, 1808)	4	2	1	0	0	0
Neodredivo	4	2	5	12	10	0
Ukupni broj jedinki	**49**	**180**	**98**	**17**	**80**	**129**

Tablica 6. Indeksi bioraznolikosti za jegru Mir 3

Jezgra Mir 3 - Indeksi bioraznolikosti						
Dubina (m)	**0,20-0,21**	**1,80-1,81**	**3,10-3,11**	**3,90-3,91**	**6,30-6,31**	**7,95-7,96**
Broj taksona (S)	8	9	6	4	10	15
Broj jedinki	49	180	98	17	80	129
Shannonov indeks (H)	1,587	1,462	1,522	1,283	2,072	2,353
Indeks dominacije (D)	0,2711	0,3034	0,2416	0,301	0,1481	0,1163
Simpsonov indeks (1-D)	0,7289	0,6966	0,7584	0,699	0,8519	0,8837
Berger-Parkerov indeks	0,4286	0,4333	0,3469	0,4118	0,2625	0,1938
Fisher α indeks	2,714	1,994	1,41	1,649	3,017	4,395

Jezgra Mir 3 nalazi se na koordinatama 45°19'56,6'' S – 13°37'30,1'' I (slika 4). Analizirana je do dubine od 7,96 metara. Ta jezgra ni na nijednoj dubini nema veliku količinu foraminifera, to jest u svim uzorcima je ukupni broj jedinki manji od 300, a u većini jezgre je ukupni broj manji čak i od 100. Ukupni broj varira od 17 do 180. Minimalni iznos je na dubini od 3,9 m, a maksimalni broj foraminifera je na 1,8 m dubine. Izrazito zastupljene su foraminifere roda *Ammonia* (*A. tepida*, *A. beccarii* i *Ammonia* sp.), ali se pojavljuje i veći broj jedinki *Haynesina* sp. Osim ovih foraminifera, jezgra sadrži: *Porosononion* sp., *Q. seminula*, *A. mediterranensis*, rod *Elphidium* (*E. crispum*, *Elphidium* sp. i *E. macellum*), rod *Triloculina* (*T. marioni* i *Triloculina* sp.), *T. inflata*, *Brizalina* sp., *Eponides* sp., *S. costata* i *Textularia* sp. (tablica 4, 5, tabla 4, 5, 6). Rodovi *Ammonia* i *Haynesina* prisutni su kroz cijelu jezgru. Broj jedinki im u najplićim intervalima raste i postiže maksimalni iznos na dubini od 1,8 m. Najveći broj iz roda *Ammonia* ima vrsta *A. tepida* koji iznosi 78 jedinki, a broj jedinki roda *Haynesina* iznosi samo 21. Na dubini od 3,1 m, oba roda imaju manji broj jedinki, a minimum postižu na dubini od 3,9 m. Od 6,3 m dubine i nadalje broj im postepeno raste. Od 0,2 do 3,1 m dubine pojavljuje se i vrlo mali broj jedinki vrste *T. inflata*. U najplićim dijelovima pojavljuju se i jedinke vrste *A. mediterranensis* te rodova *Brizalina*, *Elphidium*, *Eponides* i *Porosononion*. Oni se ne pojavljuju u središnjem dijelu jezgre, nego tek ponovno u najdubljem dijelu. Od 6,3 m dubine, u malom broju se počinje pojavljivati i vrsta *T. marioni*, a od 7,95 m *Triloculina* sp., *Textularia* sp. i *S. costata*. Osim foraminifera u svim uzorcima pronađenu su i ostrakodi, fragmenti i cijele ljušture školjkaša i kućice puževa, a u nekim uzorcima i ostaci biljaka.

Indeksi bioraznolikosti imaju manje varijacije (tablica 6). Shannonov indeks nalazi se u rasponu od 1,283 do 2,353. Od 0,2 do 1,8 m dubine pada, pa zatim na dubini od 3,1 m raste. Na dubini od 3,9 m pada na minimalni iznos (1,283), nakon čega do kraja jezgre ponovno raste. Maksimalni iznos (2,353), postiže u najdubljem dijelu jezgre, to jest na 7,95 m dubine. Indeks dominacije varira od 0,1163 do 0,3034, a Simpsonov indeks od 0,6966 do 0,8837. Simpsonov indeks ponaša se slično kao i Shannonov, to jest s prvotnim padom, pa rastom, pa ponovnim padom, pa rastom do kraja jezgre. Indeks dominacije je obrnuto proporcionalan, pa se on ponaša obrnuto od Simpsonovog. U najplićim intervalima raste, zatim pada, pa ponovno raste i potom pada do kraja jezgre. Za razliku od Shannonovog, Simpsonov indeks ima minimum na 1,8 m dubine koji iznosi 0,6966, a maksimum postiže na najdubljem dijelu jezgre (7,95 m dubine). Indeks dominacije ima maksimum na dubini od 1,8 m, a minimum u najdubljem dijelu jezgre (7,95 m). Berger–Parkerov indeks je u rasponu od 0,1938 do 0,4333. On isto ima prvotni rast, pa pad, pa opet rast, no za razliku od prijašnjih, na dubini od 6,3 m ima veliki pad, koji se još nastavlja u najdubljem dijelu jezgre. Berger-Parkerov indeks ima minimum u najdubljem dijelu jezgre, a maksimum na 1,8 m dubine. Fisher α varira od 1,41 do 4,395. Počinje iznosom od 2,714 i pada sve do 3,1 m dubine, gdje postiže minimalni iznos. Od 3,9 m dubine, pa do kraja jezgre, ima znatni porast i iznosom od 4,395 na dubini od 7,95 m postiže svoj maksimalni iznos.

6.4. Jezgra Mir 4

Tablica 7. Apsolutna zastupljenost foraminifera u jezgri Mir 4

Jezgra Mir 4 - Apsolutna zastupljenost													
Dubina (m)	**2,60-2,61**	**3,30-3,31**	**5,00-5,01**	**5,30-5,31**	**5,55-5,56**	**6,45-6,46**	**7,10-7,11**	**7,45-7,46**	**8,50-8,51**	**9,00-9,01**	**10,15- 10,16**	**10,80-10,81**
Adelosina mediterranensis (Le Calvez, J. & Y., 1958)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	3	0	13	35	65	59	32
Ammonia parkinsoniana (d'Orbigny, 1839)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ammonia sp.	2	4	2	2	1	7	0	58	97	77	101	73
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	1	2	3	0	3	17	0	86	115	89	77	138
Brizalina sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium aculeatum (d'Orbigny, 1846)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	3	4
Elphidium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eponides sp.	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	2
Haynesina sp.	2	3	2	4	1	11	0	61	21	17	7	15
Porosononion sp.	0	0	1	0	0	8	0	47	12	14	12	15
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
Rosalina sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sigmoilina costata Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Textularia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Triloculina marioni Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Triloculina sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trochammina inflata (Montagu, 1808)	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
Neodredivo	2	3	2	3	1	2	1	11	6	12	8	11
Ukupno	**7**	**12**	**10**	**9**	**6**	**48**	**8**	**278**	**289**	**285**	**284**	**290**

Tablica 8. Relativna zastupljenost foraminifera u jezgri Mir 4

Jezgra Mir 4 - Relativna zastupljenost												
Dubina (m)	**2,60-2,61**	**3,30-3,31**	**5,00-5,01**	**5,30-5,31**	**5,55-5,56**	**6,45-6,46**	**7,10-7,11**	**7,45-7,46**	**8,50-8,51**	**9,00-9,01**	**10,15- 10,16**	**10,80-10,81**
Adelosina mediterranensis (Le Calvez, J. & Y., 1958)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	6	0	4	12	23	21	11
Ammonia parkinsoniana (d´Orbigny, 1839)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ammonia sp.	29	33	20	22	17	14	0	21	33	27	35	25
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	13	17	30	0	50	36	0	31	40	31	27	48
Brizalina sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium aculeatum (d´Orbigny, 1846)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	1
Elphidium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eponides sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
Haynesina sp.	29	25	20	45	17	23	0	22	7	6	2	5
Porosononion sp.	0	0	10	0	0	17	0	17	4	5	4	5
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Rosalina sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sigmoilina costata Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Textularia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Triloculina marioni Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Triloculina sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trochammina inflata (Montagu, 1808)	0	0	0	0	0	0	88	0	0	0	0	0
Neodredivo	29	25	20	33	16	4	12	4	2	4	3	4
Ukupni broj jedinki	**7**	**12**	**10**	**9**	**6**	**48**	**8**	**278**	**289**	**285**	**284**	**290**

Jezgra Mir 4 - Indeksi bioraznolikosti												
Dubina (m)	**2,60-2,61**	**3,30-3,31**	**5,00-5,01**	**5,30-5,31**	**5,55-5,56**	**6,45-6,46**	**7,10-7,11**	**7,45-7,46**	**8,50-8,51**	**9,00-9,01**	**10,15- 10,16**	**10,80-10,81**
Broj taksona (S)	4	4	5	3	4	6	2	7	8	7	11	8
Broj jedinki	7	12	10	9	6	48	8	278	289	285	284	290
Shannonov indeks (H)	1,352	1,358	1,557	1,061	1,242	1,59	0,3768	1,63	1,446	1,629	1,645	1,468
Indeks dominacije (D)	0,2653	0,2639	0,22	0,358	0,3333	0,2326	0,7813	0,2198	0,2932	0,2318	0,2483	0,309
Simpsonov indeks (1-D)	0,7347	0,7361	0,78	0,642	0,6667	0,7674	0,2188	0,7802	0,7068	0,7682	0,7517	0,691
Berger-Parkerov indeks	0,2857	0,3333	0,3	0,4444	0,5	0,3542	0,875	0,3094	0,3979	0,3123	0,3556	0,4759
Fisher α indeks	3,878	2,101	3,98	1,576	5,245	1,81	0,8559	1,304	1,524	1,297	2,275	1,522

Tablica 9. Indeksi bioraznolikosti za jegru Mir 4

Jezgra Mir 4 nalazi se na koordinatama 45°20'44,18" S – 13°41'26,11" I (slika 4). Analizirana je do dubine od 10,81 metara. Do dubine od 7,45 metara broj jedinki je malen, a dublje se povećava. Ukupni broj varira od 6 (na 5,55 m dubine) do 290 u najdubljem dijelu jezgre (10,8 m). Od foraminifera izrazito dominiraju one roda *Ammonia* (*A. tepida*, *A. beccarii* i *Ammonia* sp.), a zatim u manjem, ali značajnom, broju dolaze *Haynesina* sp. i *Porosononion* sp. Od ostalih foraminifera prepoznate su: *E. macellum*, *E. crispum*, *Q. seminula*, *Eponides* sp., *T. inflata* i *A. mediterranensis* (tablica 7, 8, tabla 7, 8, 9). Rodovi *Ammonia* i *Haynesina* imaju jedinke prisutne skoro kroz cijelu jezgru, a jedini interval gdje nisu nađene se nalazi na dubini od 7,1 m. Broj jedinki im je relativno mali do 7,45 m dubine, a od 7,45 m do 8,5 m raste, a dalje do kraja jezgre opada, uz par iznimaka. Vrsta *A. tepida* ima maksimalni broj jedinki od 138 na 10,8 m dubine, a *Haynesina* sp. 61 na 7,45 m. Na 5,0 m dubine pojavljuje se jedna jedinka roda *Porosononion*, a dublje se ponovno pojavljuje na 6,45 m dubine i 7,45 m, pa je prisutan do kraja jezgre. U dubljim dijelovima jezgre, u malom broju se pojavljuju i jedinke vrsta *A. mediterranensis*, *E. crispum* i *E. macellum* i *Q. seminula* te roda *Eponides*. Na 7,1 m dubine ne pojavljuju se nikakve druge jedinke osim sedam jedinki vrste *T. inflata*. Osim foraminifera, u skoro svim uzorcima pronađeni su i ostrakodi, ostaci biljaka, fragmenti i cijele ljušture školjkaša i kućice puževa.

Prvi indeks bioraznolikosti, Shannonov, varira od 0,3768 do 1,645 (tablica 9). U najplićim intervalima polagano raste do iznosa od 1,557, a zatim, na dubini od 5,3 m, naglo pada na 1,061. Opet raste do 7,1 m dubine, gdje naglo pada na minimalni iznos od 0,3768. Do kraja jezgre varira dva intervala manjeg rasta i pada iznosa indeksa. Maksimum postiže na 10,15 m dubine. Indeks dominacije je u intervalu od 0,2198 do 0,7813, a Simpsonov od 0,2188 do 0,7802. Simpsonov indeks ponaša se kao i Shannonov, s fazama rasta, naglog pada, ponovnog rasta, naglog pada do minimuma (na 7,1 m dubine) i daljnje manje izmjene rasta i pada. Maksimalni iznos postiže na 7,45 m dubine. Indeks dominacije ponaša se obrnuto od Simpsonovog. Minimalni iznos postiže na 7,45 m dubine, a maksimalni na 7,1 m dubine. Berger–Parkerov indeks je u rasponu od 0,2857 do 0,875. U najplićem intervalu postiže minimalni iznos, zatim raste do 5,0 m dubine gdje ima manji pad. Nakon toga opet raste do 6,45 m dubine gdje ima ponovni pad. Na dubini od 7,1 m ima izraziti rast do maksimuma, nakon čega opet slijedi izraziti pad. Do kraja jezgre ima dva intervala rasta prekinutih na 9,0 m dubine s jednim intervalom pada. Fisher α varira od 0,8559 do 5,245. U početku jezgre, ima konstantnu promjenu rasta i pada. Od 6,45 do 7,1 m dubine ima pad, nakon čega dolazi rast do

dubine od 8,5 m, pa se do kraja jezgre događa izmjena dva pada i jednog rasta. Minimalni iznos postiže na dubini od 7,1 m, a maksimalni na 5,55 m.

6.5. Jezgra Mir 5

Tablica 10. Apsolutna zastupljenost foraminifera u jezgri Mir 5

Jezgra Mir 5 - Apsolutna zastupljenost						
Dubina (m)	**5,20-5,21**	**8,20-8,21**	**8,50-8,51**	**10,50-10,51**	**12,20-12,21**	**12,95-12,96**
Adelosina mediterranensis (Le Calvez, J. & Y., 1958)	0	0	0	0	3	0
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	4	71	67	69	101	89
Ammonia parkinsoniana (d´Orbigny, 1839)	0	0	0	0	0	0
Ammonia sp.	31	46	70	41	42	77
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	45	87	57	71	57	65
Brizalina sp.	0	0	0	0	1	1
Elphidium aculeatum (d´Orbigny, 1846)	0	1	3	3	5	2
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)	0	0	5	21	21	3
Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)	0	0	0	0	0	0
Elphidium sp.	0	2	3	11	7	5
Eponides sp.	2	0	0	2	2	0
Haynesina sp.	17	27	37	23	15	21
Porosononion sp.	5	51	28	15	11	17
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	0	0	0	4	7	4
Rosalina sp.	0	0	0	0	2	1
Sigmoilina costata Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0	0
Textularia sp.	0	0	0	0	2	1
Triloculina marioni Schlumberger, 1893	0	0	0	3	3	0
Triloculina sp.	0	0	0	0	0	0
Trochammina inflata (Montagu, 1808)	0	0	0	0	0	0
Neodredivo	7	4	5	7	2	3
Ukupno	**111**	**289**	**275**	**270**	**281**	**289**

Tablica 11. Relativna zastupljenost foraminifera u jezgri Mir 5

Jezgra Mir 5 - Relativna zastupljenost						
Dubina (m)	**5,20-5,21**	**8,20-8,21**	**8,50-8,51**	**10,50-10,51**	**12,20-12,21**	**12,95-12,96**
Adelosina mediterranensis (Le Calvez, J. & Y., 1958)	0	0	0	0	1	0
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	4	24	24	26	36	30
Ammonia parkinsoniana (d´Orbigny, 1839)	0	0	0	0	0	0
Ammonia sp.	28	16	26	15	15	26
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	40	30	21	26	20	22
Brizalina sp.	0	0	0	0	1	1
Elphidium aculeatum (d´Orbigny, 1846)	0	1	1	1	2	1
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)	0	0	2	8	7	1
Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)	0	0	0	0	0	0
Elphidium sp.	0	1	1	4	2	2
Eponides sp.	2	0	0	1	1	0
Haynesina sp.	15	9	14	8	5	7
Porosononion sp.	5	18	10	6	4	6
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	0	0	0	1	2	1
Rosalina sp.	0	0	0	0	1	1
Sigmoilina costata Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0	0
Textularia sp.	0	0	0	0	1	1
Triloculina marioni Schlumberger, 1893	0	0	0	1	1	0
Triloculina sp.	0	0	0	0	0	0
Trochammina inflata (Montagu, 1808)	0	0	0	0	0	0
Neodredivo	6	1	1	3	1	1
Ukupni broj jedinki	**111**	**289**	**275**	**270**	**281**	**289**

Tablica 12. Indeksi bioraznolikosti za jegru Mir 5

Jezgra Mir 5 - Indeksi bioraznolikosti						
Dubina (m)	**5,20-5,21**	**8,20-8,21**	**8,50-8,51**	**10,50-10,51**	**12,20-12,21**	**12,95-12,96**
Broj taksona (S)	7	8	9	12	16	13
Broj jedinki	111	289	275	270	281	289
Shannonov indeks (H)	1,516	1,64	1,765	1,979	1,966	1,725
Indeks dominacije (D)	0,2734	0,2164	0,1965	0,1768	0,2046	0,2259
Simpsonov indeks (1-D)	0,7266	0,7836	0,8035	0,8232	0,7954	0,7741
Berger-Parkerov indeks	0,4054	0,301	0,2545	0,263	0,3594	0,308
Fisher α indeks	1,66	1,524	1,784	2,574	3,679	2,797

Jezgra Mir 5 izvađena je na koordinatama 45°20’53,91” S – 13°40’13,87” I (slika 4). Probušena je do dubine od 12,96 metara. Jedino u najplićem intervalu ima samo 111 jedinki, a u svim drugim ima veliki broj foraminifera. Najzastupljenije su opet foraminifere roda *Ammonia*, točnije *A. beccarii*, *A. tepida* i *Ammonia* sp. Iza njih po brojnosti dolaze rodovi *Haynesina* sp. i *Porosononion* sp. Ostalih foraminifera ima puno manje, a to su: *E. crispum*, *Elphidium* sp., *E. aculeatum*, *Q. seminula*, *Eponides* sp., *T. marioni*, *A. mediterranensis*, *Rosalina* sp., *Textularia* sp. i *Brizalina* sp. (tablica 10, 11, tabla 10, 11, 12). Foraminifere roda *Ammonia*, *Haynesina* i *Porosononion* prisutne su u svim intervalima. Imaju više intervala pada brojnosti, pa zatim rasta te na kraju zadnji interval ponovnog rasta. Vrsta *A. beccarii* postiže maksimalni broj jedinki koji iznosi 101, na dubini od 12,2 m. *Haynesina* sp. ima maksimalni broj od samo 37 na dubini od 8,5 m, a *Porosononion* ima nešto veći maksimum, iznosa 51 na 8,2 m dubine. Foraminifere roda *Elphidium* počinju se pojavljivati od 8,2 m dubine, pa sve do kraja jezgre. U najplićem intervalu pojavljuje se i mali broj jedinki roda *Eponides*, koje nisu prisutne u slijedećim intervalima, ali se ponovno javljaju u intervalima na 10,5 i 12,2 m dubine. Od 10,5 m dubine počinju se pojavljivati i vrste *Q. seminula* i *T. marioni*. U najdublja dva intervala zamijećene su pojave vrste *A. mediterranensis* te *Brizalina* sp., *Rosalina* sp. i *Textularia* sp. U većini uzoraka su pronađeni i ostrakodi, fragmenti i cijele ljušture školjkaša i kućice puževa, a u najplićim uzorcima i ostaci biljaka.

Indeksi bioraznolikosti nemaju velike promjene (tablica 12). Shannonov indeks je u intervalu od 1,516 do 1,979. Od 5,2 do 10,5 m dubine konstantno raste, a dalje, do kraja

jezgre, se smanjuje. Minimalni iznos mu je u najplićem intervalu (5,2 m), a maksimalni na 10,5 m dubine. Indeks dominacije varira od 0,1768 do 0,2734, a Simpsonov od 0,7266 do 0,8232. Simpsonov indeks se ponaša kao i Shannonov. Raste od 5,2 do 10,5 m dubine, nakon čega pada. Indeks dominacije se ponaša obrnuto, s konstantnim padom do 10,5 dubine, a zatim rastom. Minimum Simpsonovog indeksa je na 5,2 m, a maksimum na 10,5 m dubine. Indeks dominacije ima minimalni iznos na 10,5 m, a maksimalni na 5,2 m dubine. Berger–Parkerov indeks je u rasponu od 0,2545 do 0, 4054. Ima konstantni pad do 8,5 m dubine, pa rast do 12,2 m i, u najdubljem intervalu, ponovni pad. Mimimalni iznos mu je na dubini od 5,2 m, a maksimalni na 8,5 m. Fisher α varira od 1,524 do 3,679. Počinje padom do dubine od 8,2 m, nakon čega ima rast do 12,2 m dubine i zatim na 12,95 m ponovni pad. Minimum mu se nalazi na 8,2 m dubine, a maksimum na 12,2 m.

6.6. Jezgra Mir 6

Tablica 13. Apsolutna zastupljenost foraminifera u jezgri Mir 6

Jezgra Mir 6 - Apsolutna zastupljenost					
Dubina (m)	**3,75-3,76**	**5,30-5,31**	**6,45-6,46**	**7,05-7,06**	**7,45-7,46**
Adelosina mediterranensis (Le Calvez, J. & Y., 1958)	0	0	0	0	0
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	11	14	7	5	31
Ammonia parkinsoniana (d´Orbigny, 1839)	0	0	0	0	0
Ammonia sp.	87	82	98	75	80
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	125	101	134	136	111
Brizalina sp.	0	0	0	0	0
Elphidium aculeatum (d´Orbigny, 1846)	0	0	0	0	0
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0
Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)	0	0	0	0	0
Elphidium sp.	0	0	0	0	0
Eponides sp.	0	8	3	3	7
Haynesina sp.	41	39	34	32	45
Porosononion sp.	34	45	34	31	21
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0
Rosalina sp.	0	0	0	0	0
Sigmoilina costata Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0
Textularia sp.	0	0	0	0	0
Triloculina marioni Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0
Triloculina sp.	0	0	0	0	0
Trochammina inflata (Montagu, 1808)	2	0	0	0	0
Neodredivo	5	7	4	9	2
Ukupno	**305**	**296**	**314**	**291**	**297**

Tablica 14. Relativna zastupljenost foraminifera u jezgri Mir 6

Jezgra Mir 6 - Relativna zastupljenost					
Dubina (m)	**3,75-3,76**	**5,30-5,31**	**6,45-6,46**	**7,05-7,06**	**7,45-7,46**
Adelosina mediterranensis (Le Calvez, J. & Y., 1958)	0	0	0	0	0
Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	4	5	2	2	10
Ammonia parkinsoniana (d´Orbigny, 1839)	0	0	0	0	0
Ammonia sp.	28	28	31	26	27
Ammonia tepida (Cushman, 1926)	41	34	43	47	38
Brizalina sp.	0	0	0	0	0
Elphidium aculeatum (d´Orbigny, 1846)	0	0	0	0	0
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0
Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)	0	0	0	0	0
Elphidium sp.	0	0	0	0	0
Eponides sp.	0	3	1	1	2
Haynesina sp.	13	13	11	11	15
Porosononion sp.	11	15	11	10	7
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0
Rosalina sp.	0	0	0	0	0
Sigmoilina costata Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0
Textularia sp.	0	0	0	0	0
Triloculina marioni Schlumberger, 1893	0	0	0	0	0
Triloculina sp.	0	0	0	0	0
Trochammina inflata (Montagu, 1808)	1	0	0	0	0
Neodredivo	2	2	1	3	1
Ukupni broj jedinki	**305**	**296**	**314**	**291**	**297**

Tablica 15. Indeksi bioraznolikosti za jegru Mir 6

Jezgra Mir 6 - Indeksi bioraznolikosti					
Dubina (m)	**3,75-3,76**	**5,30-5,31**	**6,45-6,46**	**7,05-7,06**	**7,45-7,46**
Broj taksona (S)	7	7	7	7	7
Broj jedinki	305	296	314	291	297
Shannonov indeks (H)	1,458	1,606	1,393	1,411	1,552
Indeks dominacije (D)	0,2814	0,2372	0,3037	0,3096	0,2517
Simpsonov indeks (1-D)	0,7186	0,7628	0,6963	0,6904	0,7483
Berger-Parkerov indeks	0,4098	0,3412	0,4268	0,4674	0,3737
Fisher α indeks	1,277	1,286	1,269	1,291	1,285

Jezgra Mir 6 izbušena je na koordinatama 45°19'52,97" S – 13°39'6,58" I (slika 4) do dubine od 7,46 metara i u svim analiziranim intervalima ima preko 300 jedinki. Od foraminifera opet dominiraju one roda *Ammonia*, to jest *A. tepida*, *A. beccarii* te *Ammonia* sp., a nakon njih dolaze *Haynesina* sp. i *Porosononion* sp. Drugih foraminifera ima izrazito malo, odnosno samo *Eponides* sp. i *T. inflata* (tablica 13, 14, tabla 13, 14, 15). Rodovi *Ammonia*, *Haynesina* i *Porosononion* prisutni su u svim intervalima. Broj jedinki im u svim intervalima ima otprilike jednaki iznos. Od 5,3 m dubine počinje se pojavljivati manji broj jedinki roda *Eponides* koji su prisutni do kraja jezgre. U najplićem intervalu prepoznat je i mali broj jedinki vrste *T. inflata*. Osim foraminifera, u većini uzoraka pronađeni su i ostrakodi, fragmenti ljuštura školjkaša (ponegdje i cijele ljušture), kućice puževa i ostaci biljaka.

Indeksi bioraznolikosti opet imaju male varijacije (tablica 15). Shannonov indeks je u intervalu od 1,393 do 1,606. Kroz cijelu jezgru ima konstantni rast, osim u intervalu na dubini od 6,45 m gdje se dogodi jedini pad. Minimalni iznos mu se nalazi na dubini od 6,56 m, a maksimalni na 5,3 m. Indeks dominacije nalazi se u rasponu od 0,2372 do 0,3096, a Simpsonov od 0,6904 do 0,7628. Simpsonov indeks raste do 5,3 m dubine, zatim pada do 7,05 m i ponovno raste do kraja jezgre. Indeks dominacije je obrnut, to jest počinje padom do dubine od 5,3 m, pa postiže rast do 7,05 m i zatim ima ponovni pad. Minimalni iznos Simpsonovog indeksa je na 7,05 m dubine, a maksimalni na 5,3 m. Indeks dominacije ima minimum na dubini od 5,3 m, a maksimum na 7,05 m. Berger–Parkerov indeks varira od 0,3412 do 0,4674. U početku pada do 5,3 m dubine, nakon čega raste i u zadnjem intervalu ponovno pada. Mimimalni iznos

mu je na dubini od 5,3 m, a maksimalni na 7,05 m. Fisher α ima vrlo mali raspon, od 1,269 do 1,291. Ima dva intervala rasta i pada. Počinje rastom do 5,3 m dubine, gdje je prekinut kratkim padom. Zatim opet raste do 7,05 m dubine i u zadnjem intervalu, opet ima pad. Minimum mu se nalazi na 6,45 m dubine, a odmah u slijedećem intervalu, na 7,05 m dubine, maksimum.

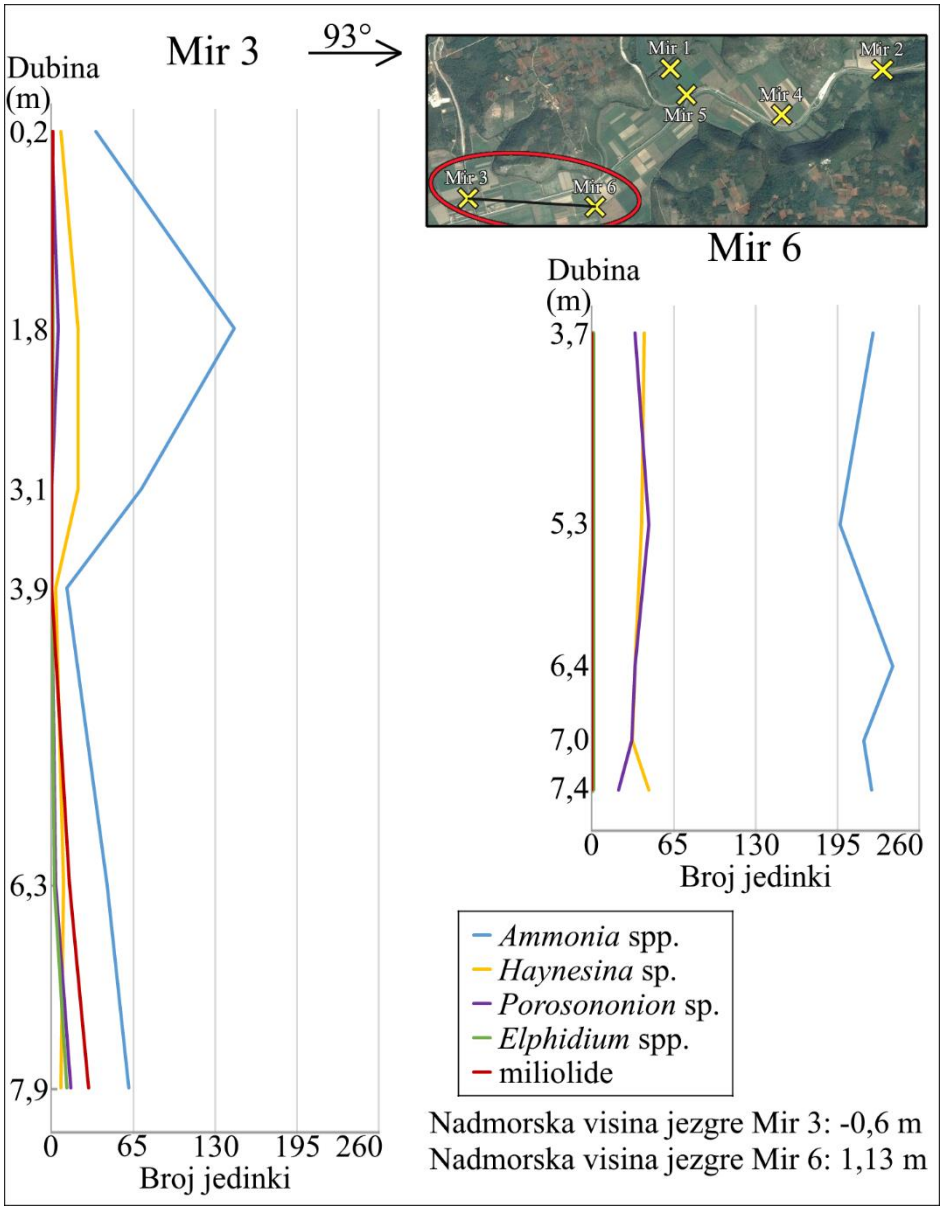
7. RASPRAVA

7.1. Usporedba jezgri

Sedimenti deltne ravnice rijeke Mirne nisu najbolje istraženi pa stoga plitke jezgre mogu pridodati puno podataka o događanjima u tom području. Nakon zadnjeg glacijala razina mora se brzo podizala, sve do prije otprilike 8000 do 6000 godina kada je usporila (Milliman & Emery, 1968; Juračić, 1998). Porast morske razine potaknuo je dodatni donos materijala, a njeno usporavanje omogućilo je početak stvaranja današnjih delti (Stanley & Warne, 1994). Svi ti događaji ostavili su zapise u obliku sedimenata, njihovih struktura i tekstura, ali i makro- i mikrofosila. Pomoću nestanka ili pojava novih vrsta i rodova foraminifera može se pretpostaviti taložni okoliš. Ta se pretpostavka može poduprijeti pomoću indeksa bioraznolikosti. Jezgre su uspoređene kroz tri longitudinalna profila i jedan poprečni te je između njih izvedena korelacija.

Longitudinalni profil započinje jezgrama Mir 3 i Mir 6 (slika 6). Vrh jezgre Mir 3 nalazi se 0,6 m ispod današnje srednje morske razine, dok se Mir 6 nalazi na visini od 1,13 m iznad srednje razine mora. Njihov profil pruža se u smjeru od 93°. U jezgri Mir 3 minimalni broj foraminifera je prisutan do dubine od 0,2 m, a u Mir 6 sve do 3,7 m dubine.

Najplići dio jezgre Mir 3 sadrži samo rodove *Ammonia* i *Haynesina*. Na dubini od 1,8 m postiže maksimalni broj *Ammonia* spp., a ta dubina otprilike odgovara 3,7 m dubine jezgre Mir 6, gdje je apsolutna zastupljenost roda *Ammonia* izrazito velika, ali nije maksimalna. Do dubine od 3,9 m, jezgri Mir 3 pada zastupljenost svih rodova (*Ammonia*, *Haynesina* i *Porosononion*). Pad zastupljenosti roda *Ammonia* može se zamijetiti i u jezgri Mir 6 na 5,3 m dubine, ali je pad zastupljenosti roda *Haynesina* mali, a one roda *Porosononion* postižu i mali rast. Do najveće dubine jezgre Mir 3 (7,9 m), broj jedinki rodova *Ammonia*, *Haynesina* i *Porosononion* ponovno raste, ali ne dostiže velike iznose. Osim ta tri roda, od 3,9 m do 7,9 m dubine pojavljuje se i manji broj jedinki roda *Elphidium* i nešto veći broj miliolida. Takav trend porasta zastupljenosti nije prisutan u jezgri Mir 6, gdje nakon dubine od 5,3 m, ima više promjena. Na 6,4 m dubine, gdje je relativno mali broj jedinki rodova *Haynesina* i *Porosononion*, zastupljenost roda *Ammonia* je maksimalna. Nakon maksimuma, jedinke roda *Ammonia* imaju smanjenu zastupljenost, dok im opet malo naraste na najvećoj dubini (7,4 m). Na toj dubini je primjećen i porast zastupljenosti roda *Haynesina* te pad roda *Porosononion*. U jezgri Mir 6 nisu prisutne jedinke roda *Elphidium*, a nisu prisutne ni miliolide.

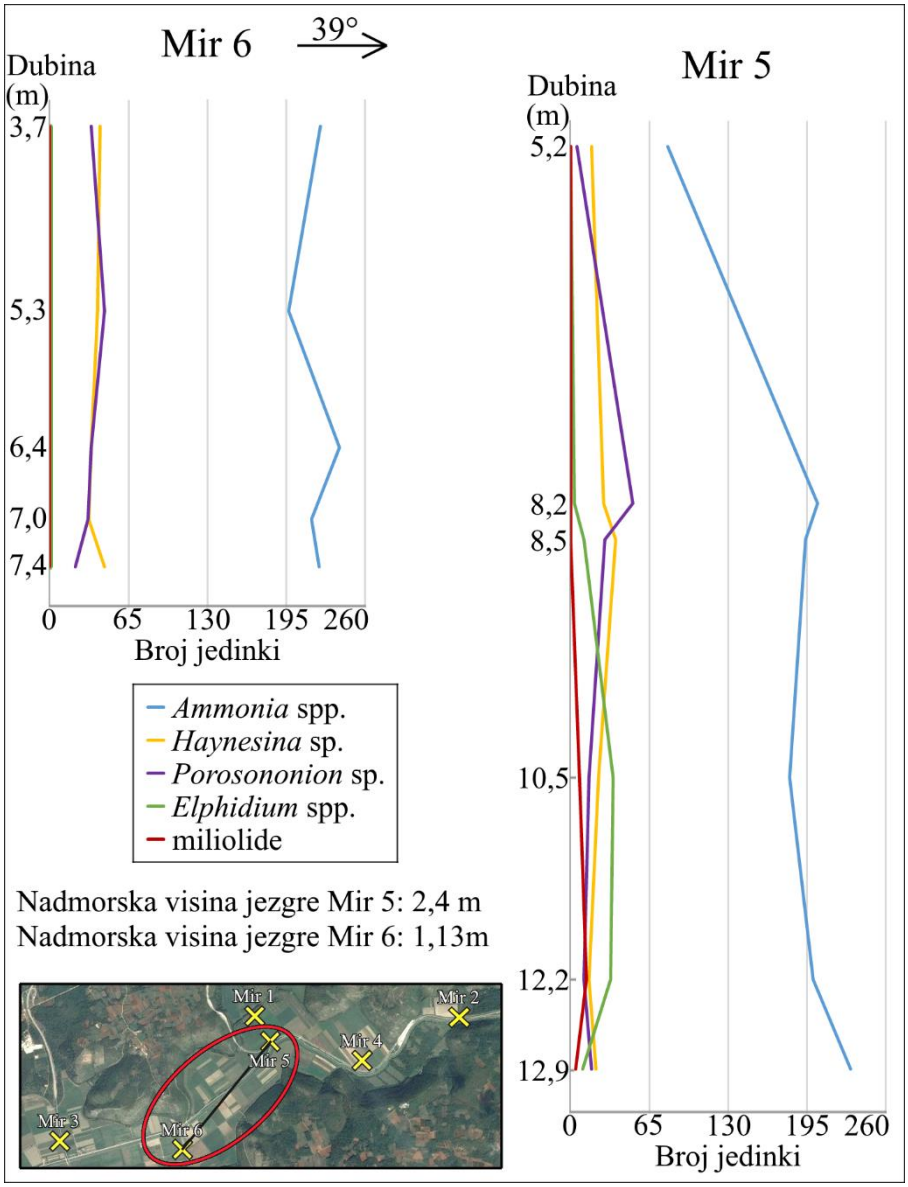


Slika 6. Usporedba apsolutne zastupljenosti učestalijih foraminifera u jezgrama Mir 3 i Mir 6.

Drugi profil je također longitudinalni, a obuhvaća jezgre Mir 6 i Mir 5 (slika 7). Vrh jezgre Mir 6 nalazi se, kako je već prije napisano, na 1,13 m visine iznad srednje morske razine, a Mir 5 na 2,4 m visine. Njihov profil pruža se više sjevernije, pa mu pružanje iznosi 39°. Foraminifere nisu pronađene u većem broju sve do dubine od 3,7 m u jezgri Mir 6 te 5,2 m u jezgri Mir 5. Kad se jezgre, radi usporedbe i korelacije, kompenziraju za njihovu nadmorsku visinu, vidljivi su neki zajednički trendovi.

Kad su kompenzirane, obadvije jezgre započinju na otprilike jednakoj dubini, ali imaju neke razlike. U najplićem dijelu (3,7 m) jezgra Mir 6 ima vrlo veliku zastupljenost jedinki roda *Ammonia* i malu zastupljenost rodova *Haynesina* i *Porosononion*. Najplići dio jezgre Mir 5 (5,2 m), nalazi se na otprilike istoj dubini zbog veće nadmorske visine. U tom

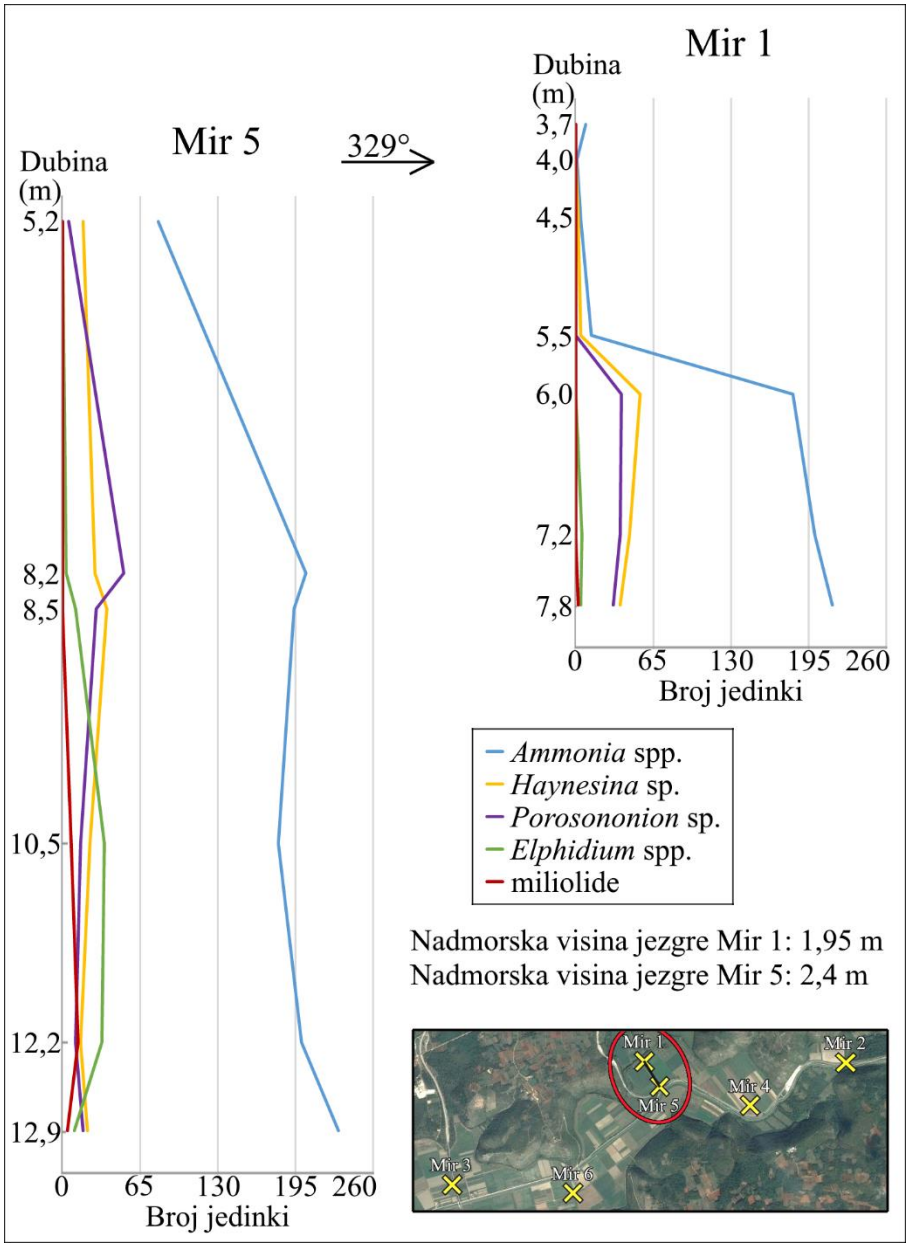
dijelu, za razliku od Mir 6, jezgra Mir 5 ima malu zastupljenost jedinki roda *Ammonia* te još manji broj jedinki rodova *Haynesina* i *Porosononion*. Dok kod jezgre Mir 6 slijedi trend smanjivanja zastupljenosti (osim malog porasta roda *Porosononion*), kod Mir 5 slijedi porast broja jedinki svih nabrojenih rodova. Jezgra Mir 6, nakon 5,3 m dubine ima porast zastupljenosti jedinki roda *Ammonia* sve do dubine od 6,4 m, gdje postižu maksimum. Ta dubina u jezgri Mir 6 je dosta slična dubini od 8,2 m u jezgri Mir 5. Tamo je zastupljenost rodova *Ammonia* i *Porosononion* velika, a nakon te dubine se u jezgri Mir 5 počinju pojavljivati i jedinke roda *Elphidium*. Zatim u obadvije jezgre slijedi smanjivanje. Za jezgru Mir 6, smanjivanje traje do dubine od 7,0 m, nakon čega opet malo raste. Izrazito smanjivanje kod jezgre Mir 5 je prisutno samo do 8,5 m dubine, a utječe na rodove *Ammonia* i *Porosononion*, dok *Haynesina* i *Elphidium* čak malo raste. Do dubine od 12,2 m, jezgra Mir 5 ima nastavljeno postepeno smanjivanje, ali rod *Elphidium* te jedinke miliolida (koje se pojavljuju na 10,5 m dubine) imaju postupni porast. Na najvećoj dubini jezgre Mir 5 (12,9 m) rodovi *Ammonia*, *Haynesina* i *Porosononion* imaju porast, a rod *Ammonia* postiže maksimum. Za razliku od tih rodova, na najvećoj dubini jedinke roda *Elphidium* i miliolide doživljavaju pad.



Slika 7. Usporedba apsolutne zastupljenosti učestalijih foraminifera u jezgrama Mir 6 i Mir 5.

Sljedeći profil je poprečni i obuhvaća jezgre Mir 1 i Mir 5 (slika 8). Nadmorska visina vrha jezgre Mir 1 iznosi 1,95 m, a jezgre Mir 5 je 2,4 m. Jezgra Mir 1 nalazi se sjeverno od Mir 5, pa pružanje profila iznosi 329°. Pojava većeg broja foraminifera u jezgri Mir 1 je na 3,7 m dubine, a u Mir 5 na 5,2 m. Ove dvije jezgre se slabo podudaraju.

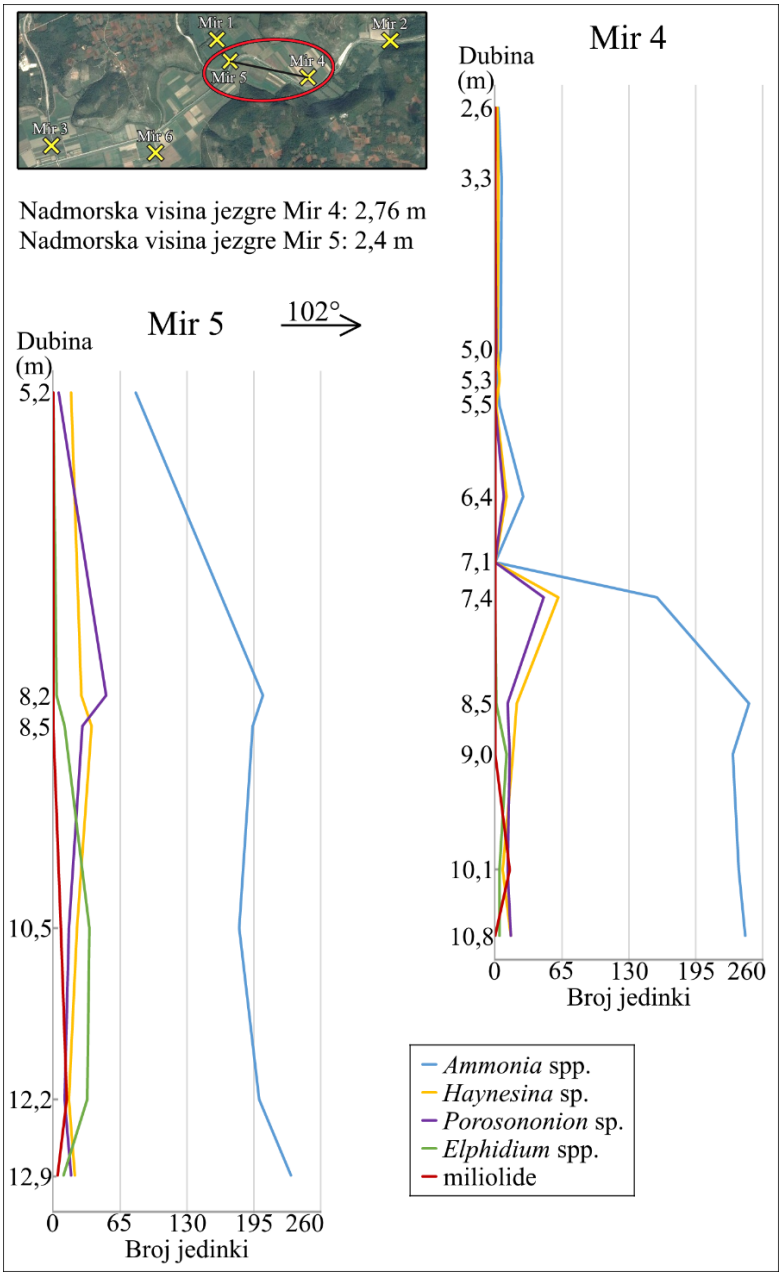
Jezgra Mir 5 ima porast zastupljenosti rodova *Ammonia*, *Haynesina* i *Porosononion* do dubine od 8,2 m nakon čega slijedi pad do dubine 10,5 m, a zatim porast do kraja jezgre. Od 8,2 m dubine pojavljuju se foraminifere roda *Elphidium*, a od 10,5 miliolide. Najdublji interval (12,9 m) obilježen je porastom zastupljenosti rodova *Ammonia*, *Haynesina* i *Porosononion* te padom roda *Elphidium* i miliolida. Za razliku od jezgre Mir 5, Mir 1 u najplićem intervalu ima samo mali broj jedinki roda *Ammonia* koji se smanjuje na dubini od 4,0 m. Do 5,5 m dubine zastupljenost rodova *Ammonia* i *Haynesina* raste. Nagli porast rodova *Ammonia*, *Haynesina* i *Porosononion* događa se na dubini od 6,0 m. Dublje, zastupljenost rodova *Haynesina* i *Porosononion* pada, dok roda *Ammonia* raste te postiže maksimum na 7,8 m dubine. Na 7,2 m dubine pojavljuje se manji broj jedinki roda *Elphidium*, a na 7,8 m manji broj miliolida.



Slika 8. Usporedba apsolutne zastupljenosti učestalijih foraminifera u jezgrama Mir 5 i Mir 1.

Zadnji profil je ponovno longitudinalni, a uključuje jezgre Mir 5 i Mir 4 (slika 9). Visina vrha jezgre Mir 4 je 2,76 m iznad srednje morske razine, a visina Mir 5 je 2,4 m. Profil se pruža većinom istočno s pružanjem iznosa 102°. Minimalni broj foraminifera je sve do dubine od 5,2 m za jezgru Mir 5 i 2,6 m za Mir 4.

Jezgra Mir 4 do dubine od 5,5 m ima vrlo mali broj jedinki rodova *Ammonia* i *Haynesina*. Nakon 5,5 m dubine povećava se zastupljenost tih rodova i pojavljuju se jedinke roda *Porosononion*. Dubina od 5,5 m u jezgri Mir 4 otprilike odgovara 5,2 m dubine jezgre Mir 5 zbog razlika u nadmorskoj visini. Na toj dubini, Mir 5 ima veći broj foraminifera roda *Ammonia* te manji broj jedinki rodova *Haynesina* i *Porosononion*. Zastupljenosti im se povećavaju do dubine od 8,2 m nakon čega padaju do 10,5 m dubine, pa do kraja jezgre ponovno rastu. Rod *Ammonia* postiže maksimum na 12,9 m dubine. Jezgra Mir 4, nakon povećane zastupljenosti na 6,4 m, gubi sve jedinke učestalijih foraminifera na 7,1 m dubine. Dublje se dogodio nagli rast zastupljenosti rodova *Ammonia*, *Haynesina* i *Porosononion*. Rod *Ammonia* postiže maksimum na 8,5 m dubine, što odgovara njihovoj povećanoj zastupljenosti u jezgri Mir 5 na dubini od 8,2 m. Jezgra Mir 4 do kraja ima otprilike jednaku zastupljenost. Rod *Elphidium* se u jezgri Mir 5 pojavljuje na 8,5 m dubine, što otprilike odgovara njihovoj pojavi na dubini od 9,0 m u jezgri Mir 4. Miliolide se pojavljuju prvo u jezgri Mir 4 na 10,1 m dubine, a zatim u Mir 5 na 10,5 m dubine.



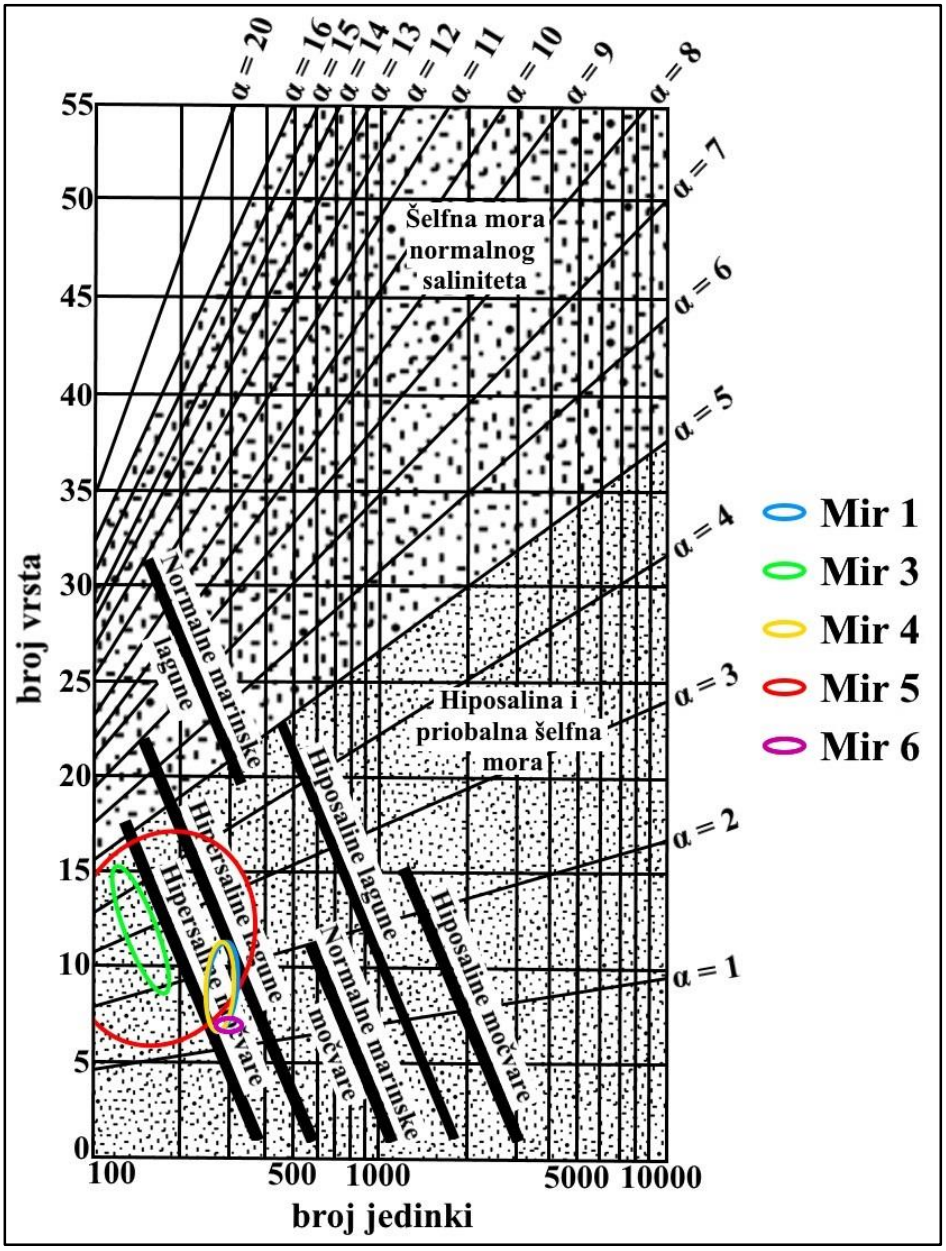
Slika 9. Usporedba apsolutne zastupljenosti učestalijih foraminifera u jezgrama Mir 5 i Mir 4.

7.2. Korelacija jezgri

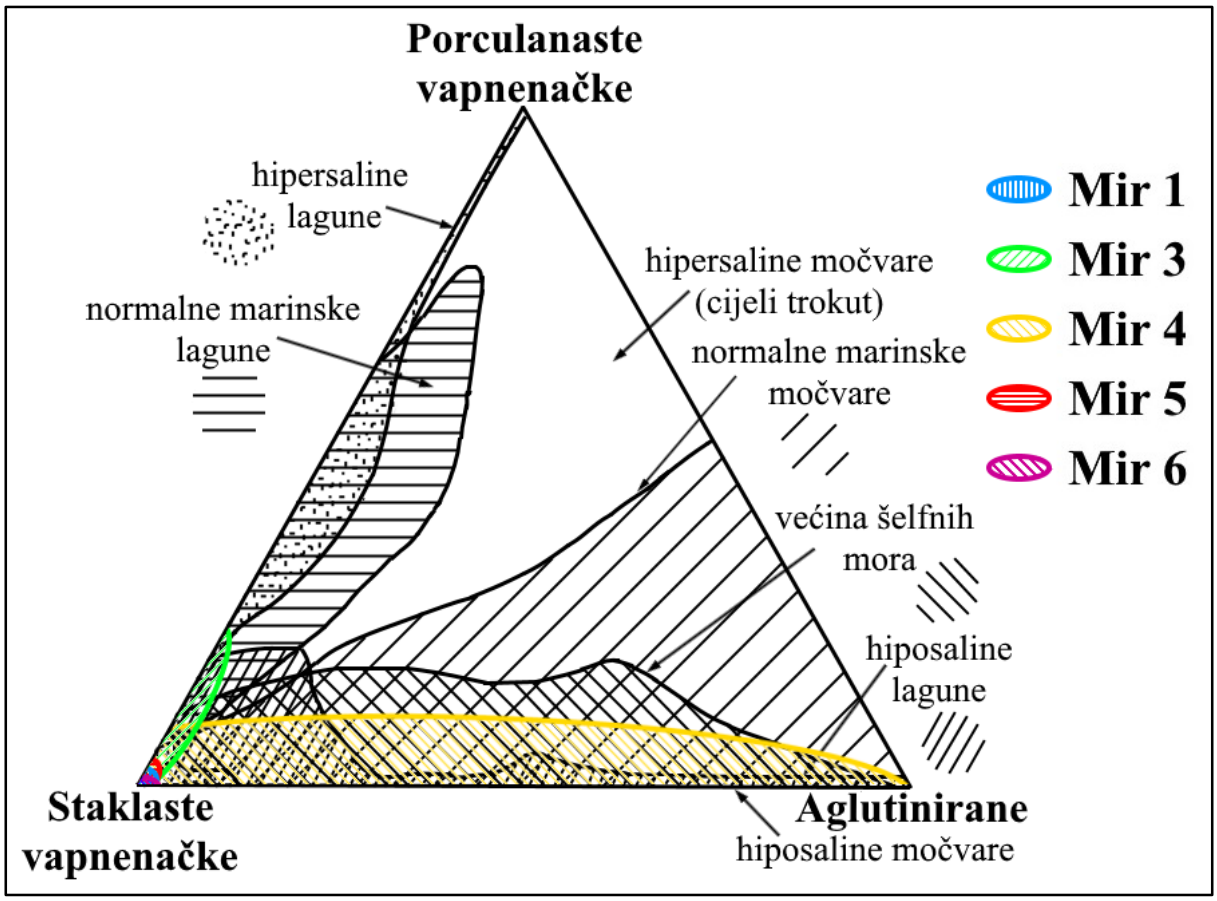
Različite zajednice foraminifera žive u različitim okolišima, ali su zajednice u svim plitkim jezgrama dosta slične. Međutim, postoje varijacije koje mogu pomoći odrediti taložni okoliš. Prema tim zajednicama foramanifera, pretpostavljeni su sljedeći okoliši:

1. Aluvijalni okoliši
2. Brakični okoliši (močvare/lagune) i unutrašnji estuariji
3. Središnji i vanjski estuariji

Ovi okoliši se mogu iščitati iz Fisher α dijagrama s dodanim okolišima (slika 10) i iz trokomponentnog dijagrama foraminifera prema tipu stijenki (slika 11).



Slika 10. Dijagram Fisher α indeksa za jezgre iz deltne ravnice rijeke Mirne (preuzeto i uređeno prema Murray, 1991)



Slika 11. Trokomponentni dijagram foraminifera prema tipu stijenki s zonama okoliša za jezgre iz deltne ravnice rijeke Mirne (preuzeto i uređeno prema Murray, 1991)

7.2.1. Aluvijalni okoliši

Aluvijalni okoliši, koji obuhvaćaju aluvijalne ravnice i slatkovodne močvare, su u donjem toku rijeke Mirne prisutni i na površini. Obilježeni su nedostatkom foraminifera, a nalaze se u najplićim dijelovima jezgara. U jezgri Mir 1 prisutni su od površine do dubine od 6,0 m, u Mir 3 do 0,2 m, u Mir 4 do 6,45 m, u Mir 5 do 5,2 m i u Mir 6 do 3,7 m dubine. Mir 2 jezgra je posebna, jer je u njoj broj jedinki uvijek veoma mali, pa je kod nje aluvijalni okoliš prisutan kroz cijelu jezgru. U jezgri Mir 4 od 2,6 do 6,4 m dubine prisutna je zajednica foraminifera koja sadrži iznimno mali broj jedinki rodova *Ammonia* (*A. tepida* i *A. beccarii*), *Haynesina*, *Porosononion* i rijetko *Trochammina* (*T. inflata*).

Osim foraminifera, u ovim najplićim intervalima, pronađeni su i ostrakodi, ostaci ljušturica školjkaša, kućice puževa te ostaci bilja. Osim prirodnih ostataka, nađeni su i antropogeni ostaci. Pretpostavlja se da su ove zajednice makro- i mikrofosila dospjele na ova područja transportom iz prijelaznih okoliša ili da su oslobođene preradom starijih naslaga. Ovi okoliši su u Felja (2017) prepoznati i dodatno opisani pomoću sedimenata i karbonatnih konkrecija.

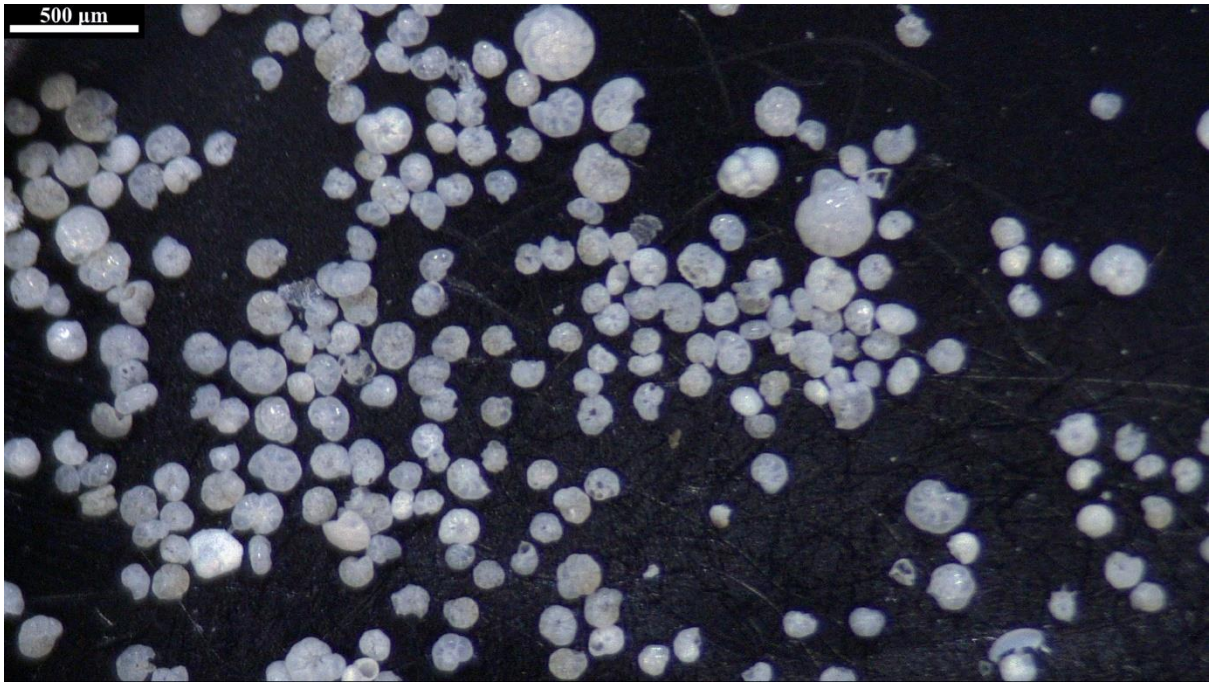
7.2.2. Brakični okoliši (močvare/lagune) i unutrašnji estuariji

7.2.2.1. Brakični okoliši (močvare/lagune)

Brakični okoliši nalazi se dublje, ispod aluvijalnih okoliša. Oni su karakterizirani zajednicom u kojoj dominiraju foraminifere roda *Ammonia* (*A. tepida*, *A. beccarii* i *Ammonia* sp.). Osim njih prisutan je i manji broj jedinki rodova *Haynesina* i *Porosononion* (Murray, 2006, slika 12). Kod jezgre Mir 1 nalaze se na dubini od 6,0 m do 7,2 m, kod Mir 3 od 0,2 do 6,3 m, u Mir 4 od 6,45 do 9,0 m, kod Mir 5 od 5,2 do 8,5 m i u Mir 6 se nalaze od 3,75 m dubine do kraja jezgre. Osim foraminiferske zajednice pronađeni su i ostrakodi, kućice puževa te fragmenti ljušturica školjkaša. U Felja (2017) objašnjeno je da se kod mekušaca radi o vrsti *Cerastoderma glaucum* u kombinaciji s *Loripes* sp. i *Bittium* sp. Jezgra Mir 3 ima izrazito smanjenje zastupljenosti navedenih rodova na 3,9 m dubine, a dublje se uvjeti vraćaju na prijašnje stanje. Mogući razlog tome je povećano aluvijalno djelovanje u tom razdoblju.

Za ove okoliše Shannonov indeks je u rasponu od 0,3768 do 1,63. Indeks dominacije je u intervalu od 0,2198 do 0,7813, a Simpsonov indeks iznosi od 0,2188 do 0,7802. Berger-Parkerov indeks je u rasponu od 0,3094 do 0,875. Shannonov i Simpsonov indeks poprimaju minimum na 7,1 m dubine u jezgri Mir 4, a maksimum na 7,45 m dubine, također u Mir 4. Indeks dominacije i Berger-Parkerov indeks postižu minimum na dubini od 7,45 m jezgre Mir 4, a maksimum na 7,1 m. Ovi indeksi, u većini intervala, imaju relativno malu razliku između minimalne i maksimalne vrijednosti, što ukazuje na mali broj prisutnih taksona, koje je karakteristično za prijelazne i stresne okoliše. Fisher α indeks je u intervalu od 0,8559 (7,1 m dubine u jezgri Mir 4) do 2,714 (0,2 m dubine u jezgri Mir 3). To ukazuje na moguće hiposalino i priobalno šelfno more (Murray, 1991).

Jedini interval gdje iznosi svih indeksa odskaču od onih okolnih je na 7,1 m dubine jezgre Mir 4. Na tom mjestu Shannonov i Simpsonov indeks poprimaju izraziti minimum, a indeks dominacije i Berger-Parkerov indeks izraziti maksimum. To ukazuje na različitu zajednicu u kojoj je izrazito mali broj taksona. Iznos Fisher α indeksa je također minimalan. U tom intervalu prisutno je samo sedam jedinki vrste *T. inflata*. Jedinke te vrste pronađene su u slanim močvarama diljem svijeta (Gehrels, 1994; Edwars & Horton, 2000; Shaw et al., 2016), a tu pojavu detaljno je opisao Murray 2006. godine. U deltnoj ravnici rijeke Mirne ove jedinke mogu ukazivati na slanu močvaru, ali zbog malog broja taj se zaključak ne može u potpunosti potvrditi.



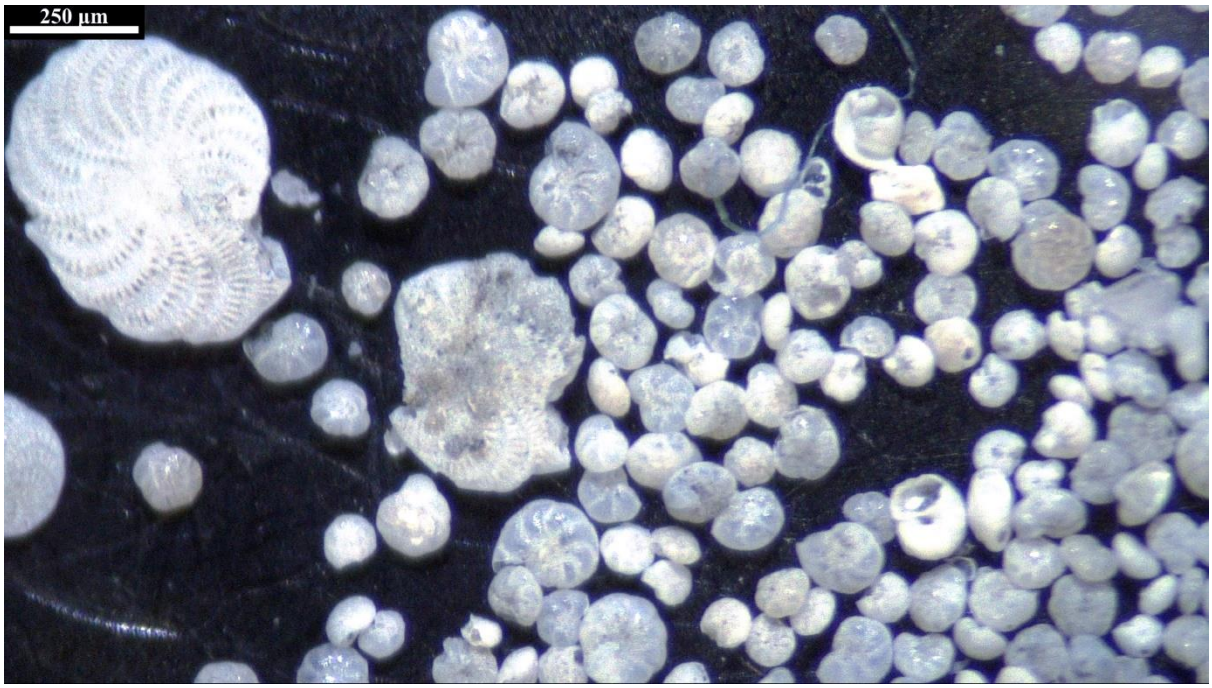
Slika 12. Primjer foraminiferske zajednice u brakičnim okolišima karakterizirane prisustvom jedinki rodova *Ammonia*, *Haynesina* i *Porosononion*. Prikazana zajednica nalazi se u jezgri Mir 1 na 6,0 m dubine.

7.2.2.2. Unutrašnji estuariji

Brakične okoliše teško je razlikovati od unutrašnjih estuarija zbog slične foraminiferske zajednice te su kao unutrašnji estuariji određeni okoliši gdje se osim jedinki rodova *Ammonia* (*A. beccarii*, *A. tepida* i *Ammonia* sp.), *Haynesina* i *Porosononion* počinju pojavljivati i jedinke roda *Elphidium* i foraminifere porculanaste stijenke u obliku miliolida (slika 13). Miliolide i foraminifere roda *Elphidium* pojavljuju se na mjestima gdje se pojačava marinski utjecaj i gdje je salinitet bliži normali (Murray, 2006). Ovi okoliši nalaze se otprilike na rasponu dubine od 7,2 m do kraja jezgre Mir 1, od 6,3 do 7,95 m kod jezgre Mir 3, od 9,0 m do kraja jezgre Mir 4 te od 8,5 do 10,5 m u jezgri Mir 5. Osim foraminifera pronađeni su i ostrakodi, kućice puževa i cijele i fragmentirane ljušture školjkaša. U ovim okolišima su prepoznati isti mekušci kao i u brakičnim okolišima (Felja, 2017).

Ovi okoliši imaju manje varijacije indeksa bioraznolikosti. Shannonov indeks je u rasponu od 1,468 do 2,072. Indeks dominacije je u intervalu od 0,1481 do 0,309. Simpsonov indeks iznosi od 0,691 do 0,8519, a Berger-Parkerov se nalazi u rasponu od 0,2625 do 0,4759. Shannonov i Simpsonov indeks poprimaju minimalni iznos na 10,8 m dubine u jezgri Mir 4, a maksimalni na dubini od 6,3 m u jezgri Mir 3. Indeks dominacije i Berger-Parkerov indeks se ponašaju obrnuto i poprimaju minimum na 6,3 m dubine u jezgri Mir 3, a maksimum na 10,8

m u jezgri Mir 4. Iznosi Shannonovog i Simpsonovog indeksa su veći, dok su iznosi indeksa dominacije i Berger-Parkerovog indeksa manji od onih za brakične okoliše. To ukazuje na povećanu raznolikost u unutrašnjim estuarijima u odnosu na brakične močvare/lagune. Iznos Fisher α indeksa je isto nešto veći, od 1,297 (9,0 m dubine u jezgri Mir 4) do 3,017 (6,3 m dubine u jezgri Mir 3), što ukazuje na malo povećanje marinskog utjecaja (Murray, 1991).

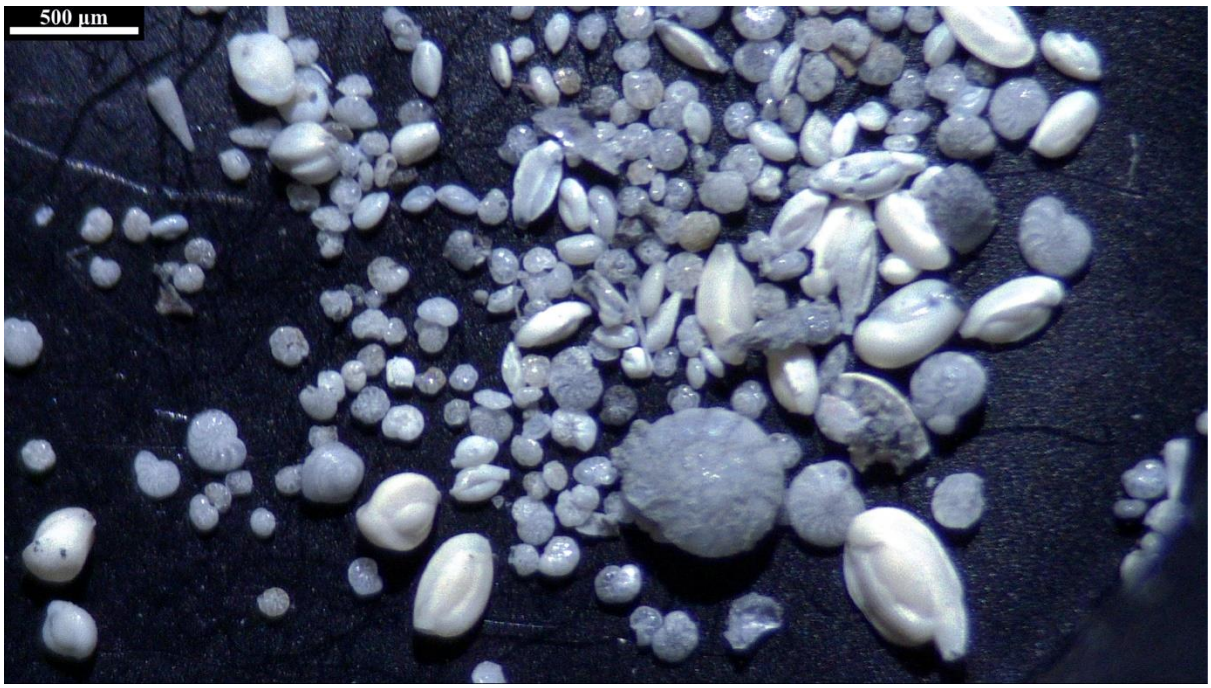


Slika 13. Primjer foraminiferske zajednice u unutrašnjim estuarijima karakterizirane prisustvom jedinki rodova *Ammonia, Haynesina, Porosononion* te manjeg broja jedinki miliolida i roda *Elphidium*. Prikazana zajednica nalazi se u jezgri Mir 1 na 7,2 m dubine.

7.2.3. Središnji i vanjski estuariji

Okoliši središnjih i vanjskih estuarija prepoznati su tamo gdje se zastupljenost rodova *Haynesina* i *Porosononion* smanjuje, zastupljenost roda *Ammonia* ostaje isti, a zastupljenost miliolida (prvenstveno *Q. seminula*, ali i *A. mediterranensis, S. costata, T. marioni* te *Triloculina* sp.) i roda *Elphidium* (*E. aculeatum, E. crispum, E. macellum* i *Elphidium* sp.) raste (slika 14). Njihova zastupljenost raste, jer su oni pokazatelji marinskog utjecaja (Murray, 2006), a u ovom okolišu taj utjecaj je izraženiji. Ovaj dio estuarija nalazi se u samo dvije jezgre, Mir 3 u najdubljem intervalu (7,95 m) te u jezgri Mir 5 u rasponu od 10,5 m dubine do kraja jezgre. Intervali u jezgri Mir 5, od 12,2 m dubine do kraja jezgre su po okolišu najvjerojatnije vanjski estuarij. U intervalu na 12,2 m dubine je, osim navedenih foraminifera, pronađen i veliki broj jedinki vrste *A. beccarii* nespolne (B) generacije (slika 15). Pojava malog broja jedinki roda *Brizalina* isto može ukazati na stabilniji marinski okoliš. Osim foraminifera pronađeni su i ostrakodi, kućice puževa te fragmentirane i cijele ljušture školjkaša. U ovim sedimentima su u disertaciji Felja (2017) prepoznati *Cerithium* sp., *Nuculana* sp. i *Mytilus* sp. koji ukazuju na nešto veći salinitet i otvoreni estuarij.

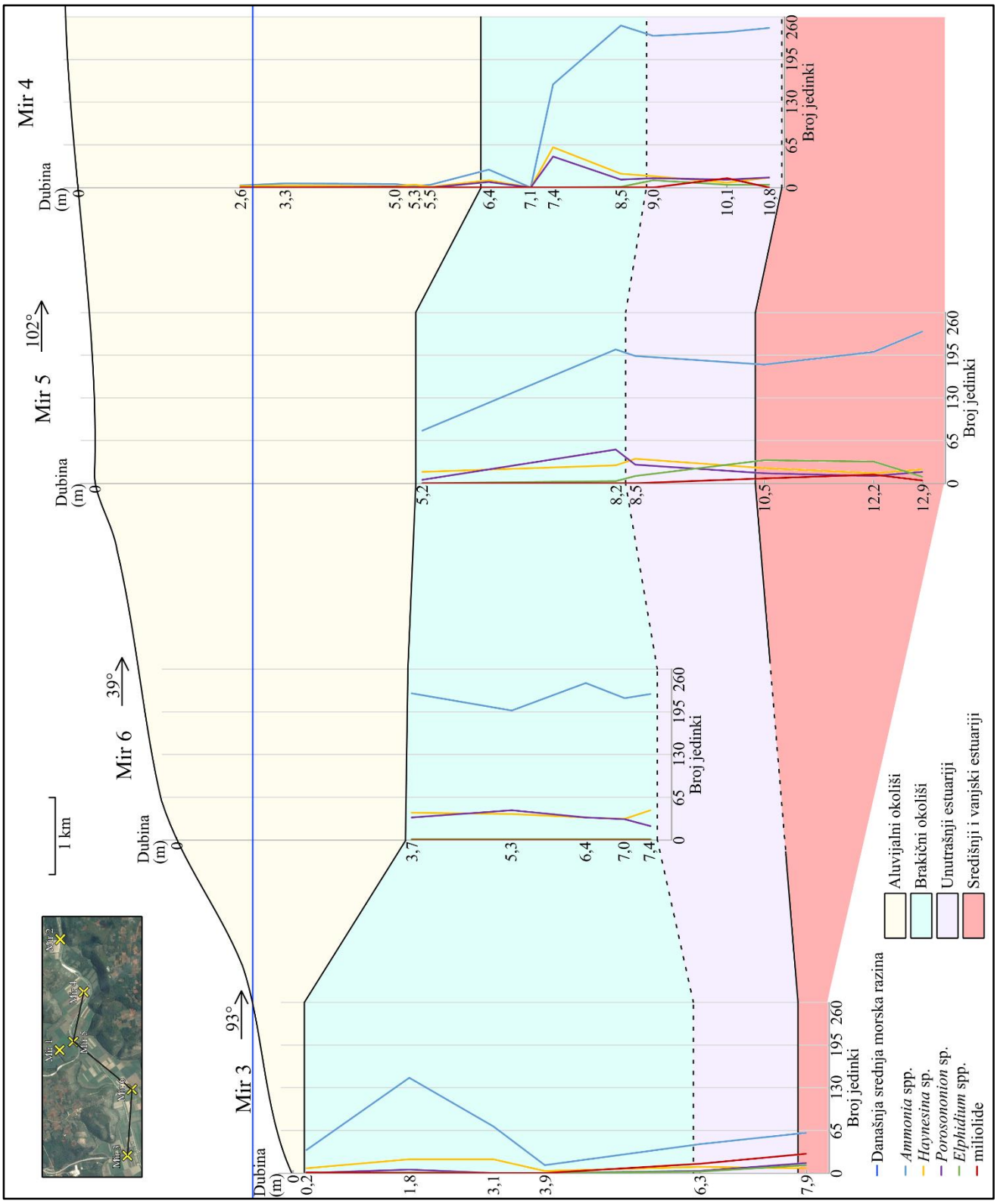
Shannonov indeks varira od 1,725 do 2,353. Indeks dominacije je u rasponu od 0,1163 do 0,2259. Simpsonov indeks iznosi od 0,7741 do 0,8837, dok je Berger-Parkerov u intervalu od 0,1938 do 0,3594. Shannonov i Simpsonov indeks se opet podudaraju pa oba postižu minimum na 12,95 m dubine u jezgri Mir 5, a maksimum u jezgri Mir 3 na dubini od 7,95 m. Indeks dominacije i Berger-Parkerov indeks imaju minimum u jezgri Mir 3 na 7,95 m dubine, no maksimume imaju na različitim dubinama jezgre Mir 5. U najdubljem intervalu (12,95 m) maksimalni iznos postiže indeks dominacije, a Berger-Parkerov indeks ga postiže nešto pliće, na 12,2 m dubine. Svi indeksi imaju veće (Shannon i Simpson), odnosno manje (indeks dominacije i Berger-Parker) iznose u odnosu na prijašnje okoliše. To ponovno ukazuje na povećanje raznolikosti, odnosno smanjenje dominacije pojedinih taksona. Fisher α indeks je u rasponu od 2,574 (Mir 5 na 10,5 m dubine) do 4,395 (7,95 m dubine u jezgri Mir 3). Ovi veći iznosi, a pogotovo maksimalni iznos, ukazuju na promjene u salinitetu ovih okoliša i približavanje normalnom salinitetu (Murray, 1991).



Slika 14. Primjer foraminiferske zajednice u središnjim i vanjskim estuarijima karakterizirane prisustvom jedinki roda *Ammonia*, smanjenog broja jedinki rodova *Haynesina* i *Porosononion* te povećane zastupljenosti miliolida i roda Elphidium. Prikazana zajednica nalazi se u jezgri Mir 3 na 7,95 m dubine.



Slika 15. Primjer foraminiferske zajednice u vanjskim estuarijima karakterizirane prisustvom jedinki roda *Ammonia* (s velikim brojem jedinki nespolne generacije), smanjenog broja jedinki rodova *Haynesina* i *Porosononion* te povećane zastupljenosti miliolida i roda Elphidium. Prikazana zajednica nalazi se u jezgri Mir 5 na 12,2 m dubine.



Slika 16. Longitudinalni profil apsolutne zastupljenosti značajnijih foraminifera u jezgrama s označenim granicama okoliša.

8. ZAKLJUČAK

Rijeka Mirna je najdulji površinski tok na istarskom poluotoku i veoma je važna za lokalno stanovništvo. Proučavanja njenih sedimenata mogla bi pružiti mnogo objašnjenja o promjenama koje su se događale na tom području te su stoga istraživane plitke jezgre iz tog područja. Iz sedimenata jezgara proučene su zajednice foraminifera i njihove promjene s obzirom na dubinu. Pomoću foraminifera prepoznati su aluvijalni okoliši, brakični okoliši, unutrašnji estuariji te središnji i vanjski estuariji (slika 16).

Aluvijalni okoliši okarakterizirani su nedostatkom foraminifera. Jedino u nekim intervalima prepoznate su jedinke koje su najvjerojatnije transportirane, a pripadaju rodovima *Ammonia* (*A. tepida* i *A. beccarii*), *Haynesina*, *Porosononion* i rijetko *Trochammina* (*T. inflata*). U sedimentima brakičnih okoliša (močvare/lagune) zastupljenost rodova *Ammonia* (*A. tepida, A. beccarii* i *Ammonia* sp.), *Haynesina* i *Porosononion* se povećava, dok se u sedimentima unutrašnjih estuarija počinju javljati i jedinke miliolida i roda *Elphidium*. Središnji i vanjski estuariji su karakterizirani većom zastupljenošću miliolida i jedinki roda *Elphidium* te, na nekim mjestima, smanjivanjem broja jedinki rodova *Haynesina* i *Porosononion*. Vanjski estuarij pretpostavljen je samo u jezgri Mir 5, zbog povećanog broja jedinki vrste *A. beccarii* (uključujući i veći broj jedinki nespolne (B) generacije) te broja miliolida.

Od najdubljih do najplićih intervala jezgri, okoliši se mijenjaju sve više u kopnene okoliše. Vanjski i središnji estuariji imaju veći marinski utjecaj, koji se smanjuje u unutrašnjim estuarijima i brakičnim okolišima i nestaje u aluvijalnim okolišima. Na temelju toga, može se zaključiti da je Mirna tijekom holocena progradirala i zatrpavala prijašnje naslage. Time je stvarala okoliše sa sve manjim marinskim utjecajem. U najplićem dijelu je, prema rezultatima dobivenim iz svih istraživanih jezgri, potpuno nestao marinski utjecaj stvorivši aluvijalnu ravnicu.

9. LITERATURA

Allaby, M. (2008): A Dictionary of Earth Sciences. Oxford University Press Inc., Oxford, 1-647.

Benac, Č. & Arbanas, Ž. (1990): Sedimentacija u području ušća Rječine (The sedimentation in the area of the mouth of Rječina River). Pomorski zbornik, 28, 593-609.

Benac, Č., Rubinić, J., Ružić, I. & Celija, I. (2007): Geomorfološka evolucija riječnih ušća na istarskom poluotoku (Geomorphological evolution of the river mouths on Istrian peninsula). U: Hrvatske vode i Europska unija – Izazovi i mogućnosti, Zbornik radova (ur.: D. Gereš). 4. Hrvatska konferencija o vodama – Opatija 2007, 273-280.

Benac, Č., Rubinić, J., Ružić, I. & Radišić, M. (2017): Geomorfološka evolucija riječnih dolina i ušća na istarskom poluotoku. Hrvatske vode, 25, 71-80.

Berger, W. H. & Parker, F. L. (1970): Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep-Sea Sediments. Science, 168/3937, 1345-1347.

Berger, A. (1988): Milankovitch theory and climate. Reviews of geophysics, 26/4, 624-657.

Bhattacharya, J. P. & Walker, R. G. (1992): Deltas. U: Facies Models. Response to Sea Level Change (ur.: R. G. Walker & N. P. James). 157-178, Geological Association of Canada, Ontario.

Boggs, Jr., S. (2006): Principles of Sedimentology and Stratigraphy, 4th edition. Pearson Education, Upper Saddle River, USA, 1-662.

Božičević, S. (2005): Mirna. U: Istarska enciklopedija (ur.: M. Bertoša & R. Matijašić). 493-494, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb.

Carre, M. B., Kovačić, V. & Tassaux, F. (2008): Quatre ans de recherche sur le littoral parentin. U: Terre di Mare. L'archeologia dei paesaggi costieri e le variazioni climatiche (ur.: R. Auriemma & S. Karinja). Atti del Convegno Internazionale di Studi – Trst 2007, 310-316.

Chappell, J. (1974): Geology of Coral Terraces, Huon Peninsula, New Guinea: A Study of Quaternary Tectonic Movements and Sea-Level Changes. Geological Society of America Bulletin, 85/4, 553-570.

Cimerman, F. & Langer, M. R. (1991): Mediterranean Foraminifera. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Ljubljana, 1991.

Clark, P. U., Dyke, A. S., Shakun, J. D., Carlson, A. E., Clark, J., Wohlfarth, B., Mitrovica, J. X., Hostetler, S. W. & McCabe, A. M. (2009): The Last Glacial Maximum. Science, 325/710, 710-714.

Colman, S. M. & Mixon, R. B. (1988): The Record of Major Quaternary Sea-Level Changes in a Large Coastal Plain Estuary, Chesapeake Bay, Eastern United States. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 68, 99-116.

Dalrymple, R. W., Zaitlin, B. A. & Boyd, R. (1992): Estuarine Facies Models: Conceptual Basis and Stratigraphic Implications. Journal of Sedimentary Petrology, 62/6, 1130-1146.

D'Incà, C. (2008): Il Porto Quieto e il fiume: un mutare di funzioni e di paesaggi tra l'Istria costiera e l'interno. U: Terre di Mare. L'archeologia dei paesaggi costieri e le variazioni climatiche (ur.: R. Auriemma & S. Karinja). Atti del Convegno Internazionale di Studi – Trst 2007, 400-407.

Edwars, R. J. & Horton, B. P. (2000): Reconstructing relative sea-level change using UK salt-marsh foraminifera. Marine Geology, 169, 41-56.

FAO – ISRIC (2006): Guidelines for soil description, 4th edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rim, 1-97.

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

Felja, I. (2017): Karstic estuaries along the eastern Adriatic coast: Late-Quaternary evolution of the Mirna and Neretva River mouths (Krški estuariji duž istočne jadranske obale: evolucija ušća rijeka Mirne i Neretve u mlađem kvartaru). Doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, 1-169, 64 slike, 22 tablice, 2 table, 10 priloga.

Fisher, R. A., Corbert, 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, 12/1, 42-58.

Furlani, S., Cucchi, F., Biolchi, S. & Odorico, R. (2011): Notches in the Northern Adriatic Sea: Genesis and development. Quaternary International, 232, 158-168.

Galloway, W. E. (1975): Process Framework for Describing the Morphologic and Stratigraphic Evolution of Deltaic Depositional Systems. U: Deltas: Models for Exploration (ur.: M. L. Broussard). 87-98, Houston Geological Society, Houston.

Gehrels, W. R. (1994): Determining Relative Sea-level Change from Salt-marsh Foraminifera and Plant Zones on the Coast of Maine, U.S.A. Journal of Coastal Research, 10/4, 990-1009.

Gulam, V., Pollak, D. & Podolszki, L. (2014): The analysis of the flysch badlands inventory in central Istria, Croatia. Geologia Croatica, 67/1, 1-15.

Hammer, Ø., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. (2001): Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, 4/1, 1-9.

Horton, B. P. & Shennan, I. (2009): Compaction of Holocene strata and the implications for relative sea-level change on the east coast of England. Geology, 37/12, 1083-1086.

Juračić, M. (1998): O nastanku i promjenama delte rijeke Neretve. Dubrovnik, časopis za književnost i znanost, Nova serija 9, 4, 228-232.

Lambeck, K & Chappell, J. (2001): Sea Level Change Through the Last Glacial Cycle. Science, 292/5517, 679-686.

Loeblich, A. R. & Tappan, H. (1988): Foraminiferal Genera and Their Classification. Van Nostrand, Reinhold, 970+847, New York.

Magdalenić, A., Vazdar, T. & Hlevnjak, B. (1995): Hydrogeology of the Gradole Spring Drainage Area in Central Istria. Geologia Croatica, 48/1, 97-106.

Milliman, J. D. & Emery, K. O. (1968): Sea Levels during the Past 35,000 Years. Science, 162/3858, 1121-1123.

Murray, J. W. (1991): Ecology and palaeoecology of benthic foraminifera. Longman Scientific and Technical, Harlow, 1-401.

Murray, J. W. (2006): Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. Cambridge University Press, Cambridge, 1-426.

Mylroie, J. E. & Carew, J. L. (1988): Solution Conduits as Indicators of Late Quaternary Sea Level Position. Quaternary Science Reviews, 7, 55-64.

Nichols, G. (2009): Sedimentology and Stratigraphy, 2nd edition. Wiley-Blackwell, UK, 1-419.

Ogerelec, B., Mišič, M., Šercelj, A., Cimerman, F., Faganeli, J. & Stegnar, P. (1981): Sediment sečoveljske soline (Sedimet of the salt marsh of Sečovlje). Geologija, 24/2, 179-216.

Orford, J. D., Carter, R. W. G. & Jennings, S. C. (1991): Coarce Clastic Barrier Environments: Evolution and Implications for Quaternary Sea Level Interpretation. Quaternary International, 9, 87-104.

Pleničar, M., Polšak, A. & Šikić, D. (1965): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, Tumač za list Trst, L 33-88, 1-68, Geološki zavod, Ljubljana, Institut za geološka istraživanja, Zagreb.

Polšak, A. & Šikić, D. (1963): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, Tumač za list Rovinj, L 33-100, 1-51, Institut za geološka istraživanja, Zagreb.

Reading, H. G. & Collinson, J. D. (1996): Clastic coasts. U: Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy (ur.: H. G. Reading). 154-231, Blackwell Science Ltd, UK.

Rovere, A., Stocchi, P. & Vacchi, M. (2016): Eustatic and Relative Sea Level Changes. Current Climate Change Reports, 2/4, 221-231.

Rubinić, J., Bušelić, G., Kukuljan, I. & Kosović, M. (1999): Hidrološka analiza suspendiranog nanosa u istarskim vodama. Hrvatske vode, 7/27, 127-137.

Santin, G. (2013): Fiumi e Torrenti della Penisola Istriana. D.i.g. Vodoprivreda d.o.o. Buzet, 1-11.

Schönfeld, J., Alve, E., Geslin, E. & Jorissen, F. (2012): The FOBIMO (FOraminiferal BIo-MOnitoring) initiative – Towards a standardised protocol for soft-bottom benthic foraminiferal monitoring studies. Marine Micropaleontology, 94-95, 1-13.

Semeniuk, V. (2016): Stratigraphy of Estuaries. U: Encyclopedia of Estuaries (ur.: M. J. Kennish). 623-648, Springer Dordrecht, New York, London.

Semeniuk, V. & Semeniuk, C. (2016): Deltas. U: Encyclopedia of Estuaries (ur.: M. J. Kennish). 177-187, Springer Dordrecht, New York, London.

Shannon, C. E. (1948): A Mathematical Theory of Communication. The Bell System Technical Journal, 27, 379-423.

Shaw, T. A., Kirby, J. R., Holgate, S., Tutman, P. & Plater, A. J. (2016): Contemporary salt-marsh foraminiferal distribution from the Adriatic coast of Croatia and its potential for sea-level studies. Journal of Foraminiferal Research, 46/3, 314-332.

Sikora, M., Mihanović, H. & Vilibić, I. (2014): Paleo-coastline of the Central Eastern Adriatic Sea, and Paleo-Channels of the Cetina and Neretva rivers during the last glacial maximum. Acta Adriatica, 55/1, 3-18.

Simpson, E. H. (1949): Measurement of Diversity. Nature, 163, 688.

Sondi, I., Juračić, M. & Pravdić, V. (1995): Sedimentation in a disequilibrium river-dominated estuary: the Raša River Estuary (Adriatic Sea, Croatia). Sedimentology, 42, 769-782.

Stanley, D. J. & Warne, A. G. (1994): Worldwide Initiation of Holocene Marine Deltas by Deceleration of Sea-Level Rise. Science, 265/5169, 228-231.

Van Andel, T. H. (1989): Late Quaternary sea-level changes and archaeology. Antiquity, 63/241, 733-745.

Vranješ, M., Vidoš, D. & Glavaš, B. (2007): Stanje sedimenata u donjoj Neretvi (Status of sediments in the lower Neretva River). U: Hrvatske vode i Europska unija – Izazovi i mogućnosti, Zbornik radova (ur.: D. Gereš). 4. Hrvatska konferencija o vodama – Opatija 2007, 337-344.

Waelbroeck, C., Labeyrie, L., Michel, E., Duplessy, J. C., McManus, J. F., Lambeck, K., Balbon, E. & Labracherie, M. (2002): Sea-level and deep water termperature changes derived from benthic foraminifera isotopic records. Quaternary Science Reviews, 21, 295-305.

10. DODATAK

Tabla 1. Grafički prikazi apsolutnih zastupljenosti pojedinih foraminifera u jezgri Mir 1

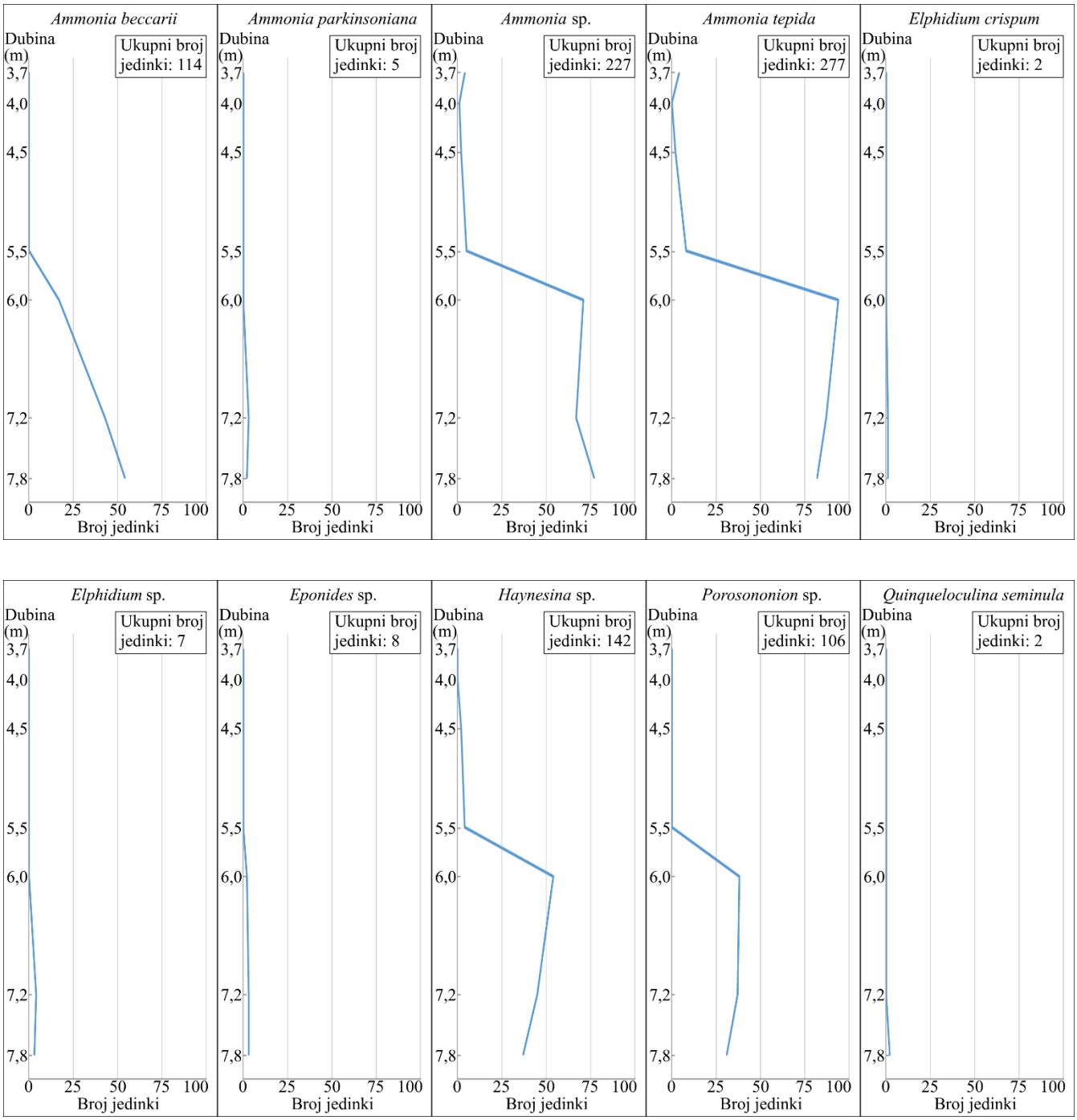


Tabla 2. Grafički prikazi relativnih zastupljenosti pojedinih foraminifera u jezgri Mir 1

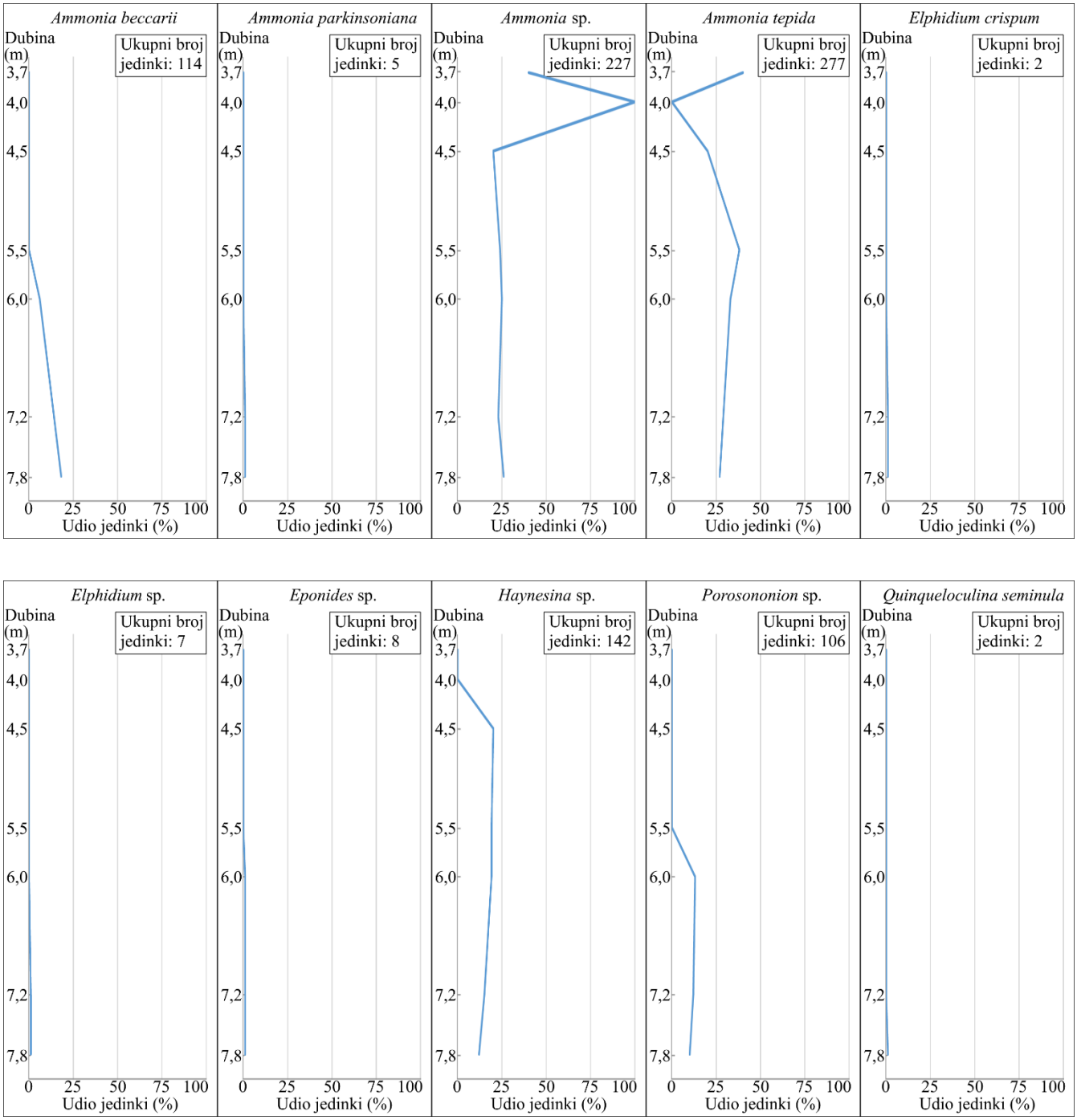


Tabla 3. Grafički prikaz apsolutne i relativne zastupljenosti učestalijih foraminifera u jezgri Mir 1

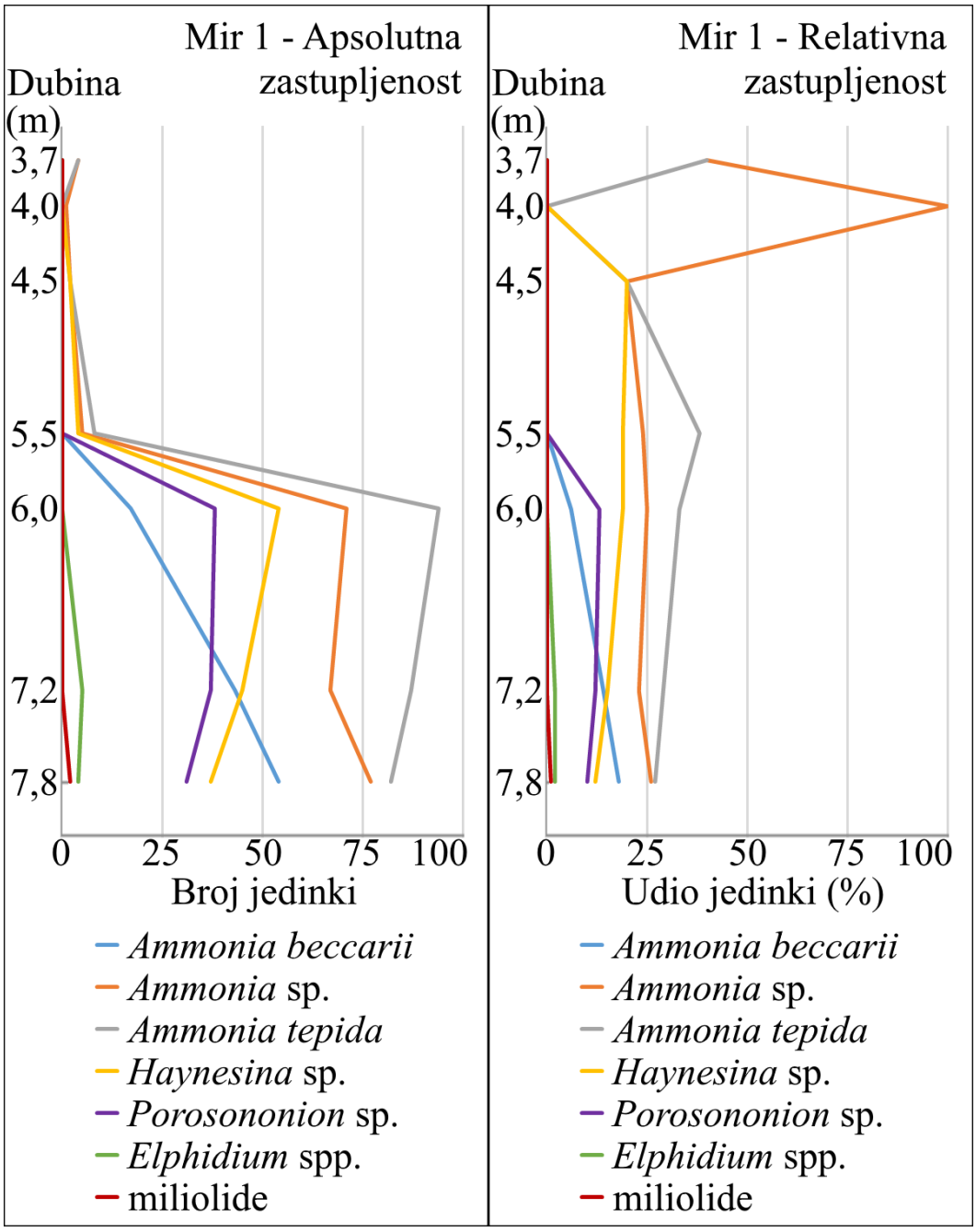


Tabla 4. Grafički prikazi apsolutne zastupljenosti pojedinih foraminifera u jezgri Mir 3

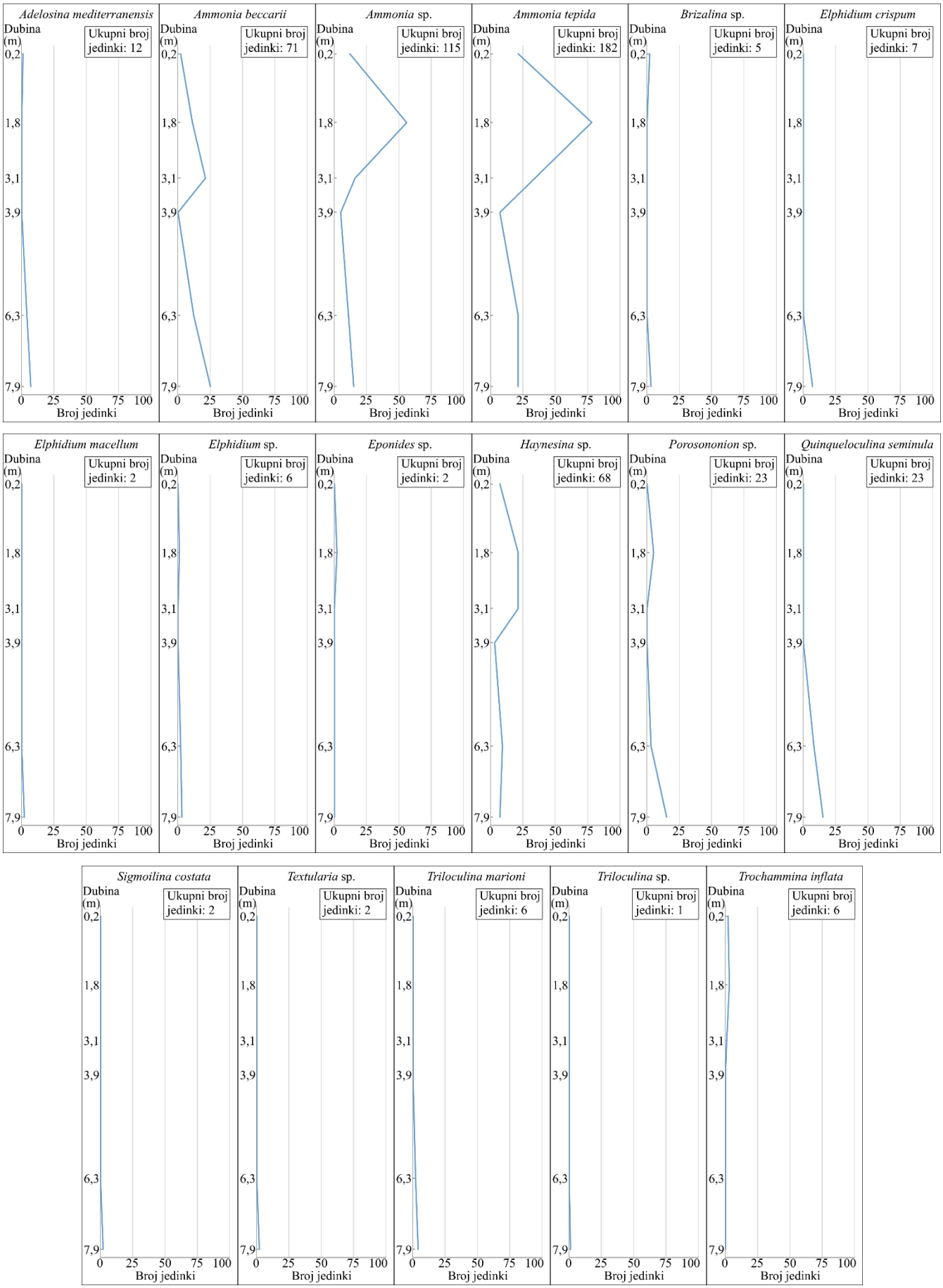


Tabla 5. Grafički prikazi relativnih zastupljenosti pojedinih foraminifera u jezgri Mir 3

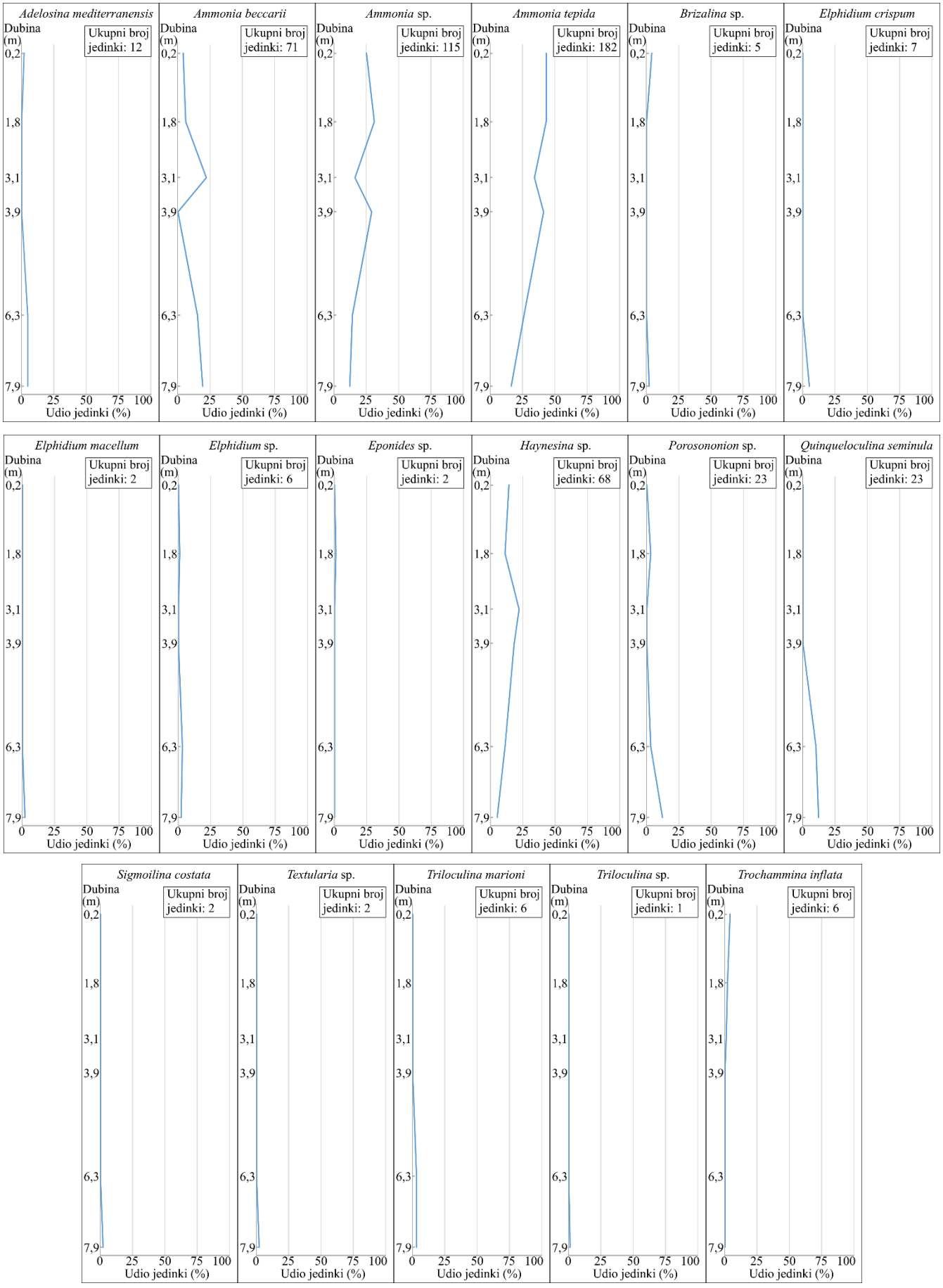


Tabla 6. Grafički prikaz apsolutne i relativne zastupljenosti učestalijih foraminifera u jezgri Mir 3

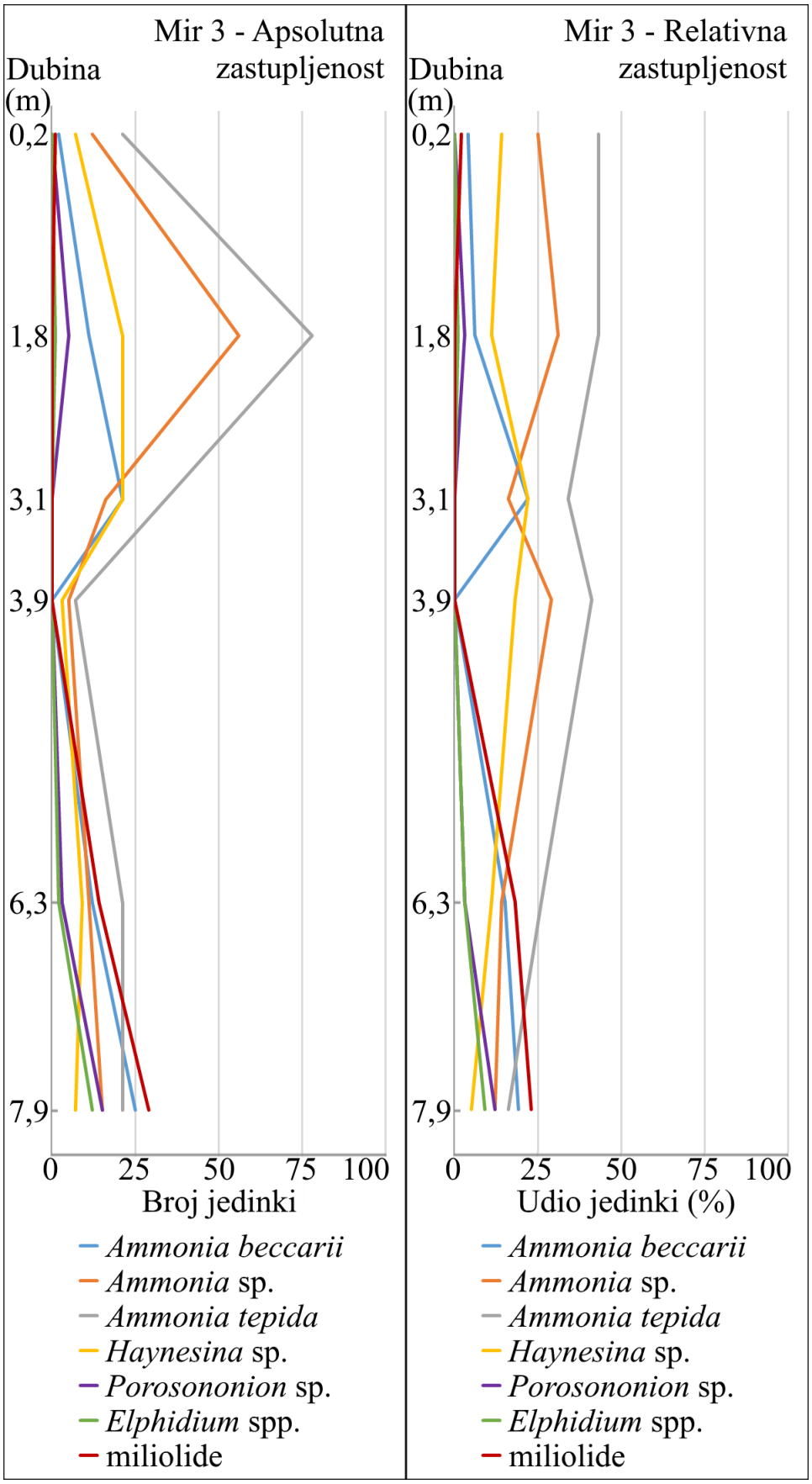


Tabla 7. Grafički prikazi apsolutnih zastupljenosti pojedinih foraminifera u jezgri Mir 4

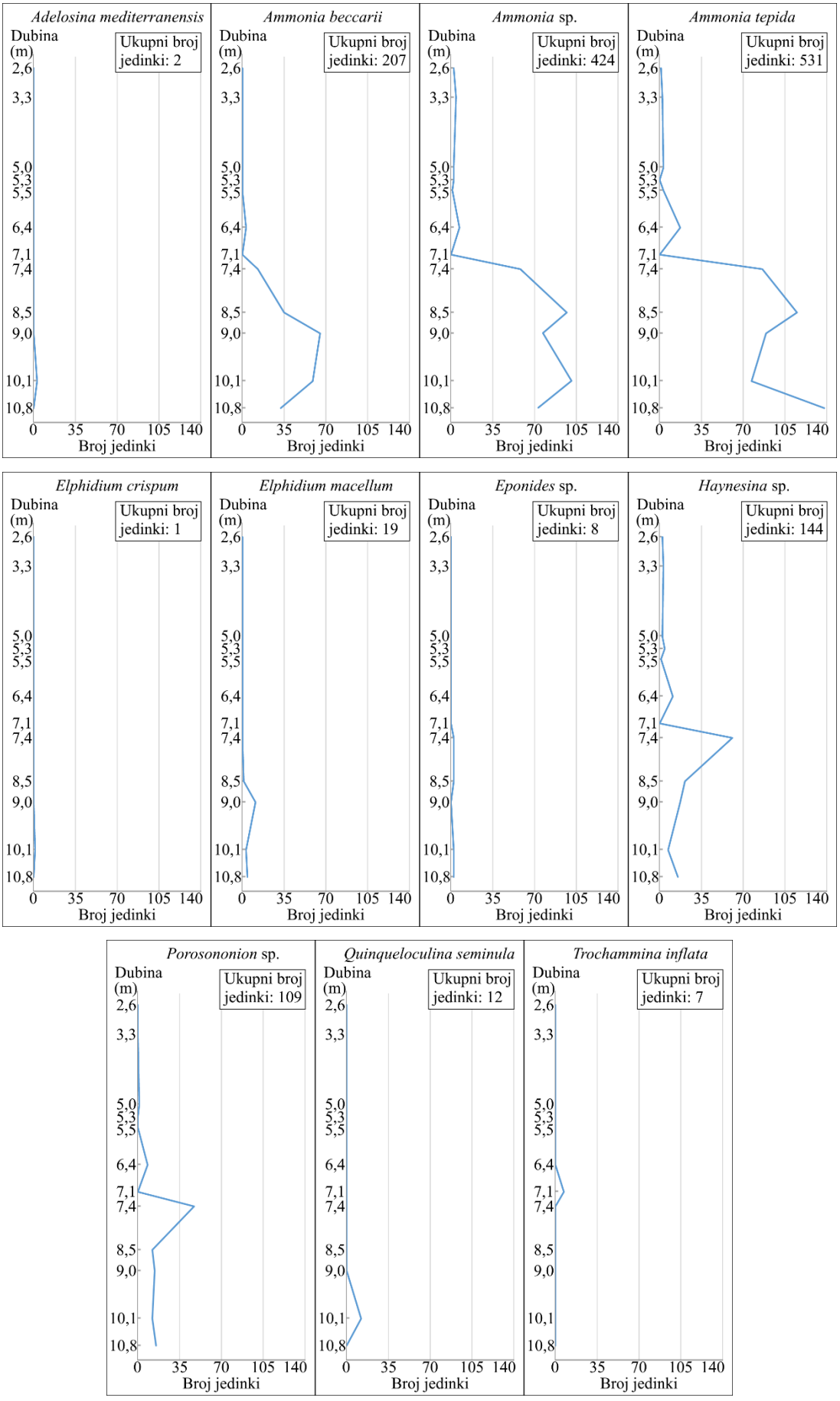


Tabla 8. Grafički prikazi relativnih zastupljenosti pojedinih foraminifera u jezgri Mir 4

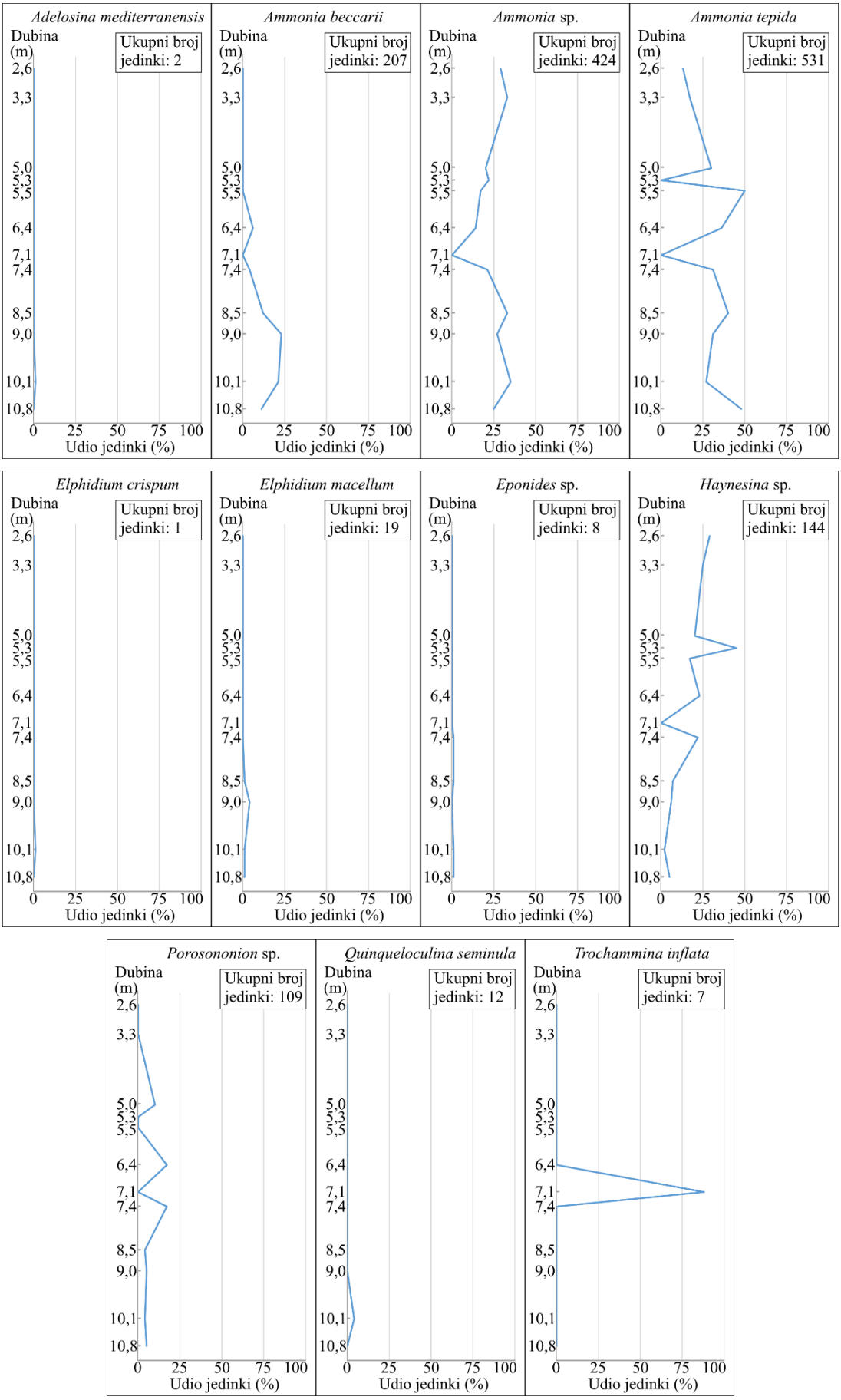


Tabla 9. Grafički prikaz apsolutne i relativne zastupljenosti učestalijih foraminifera u jezgri Mir 4

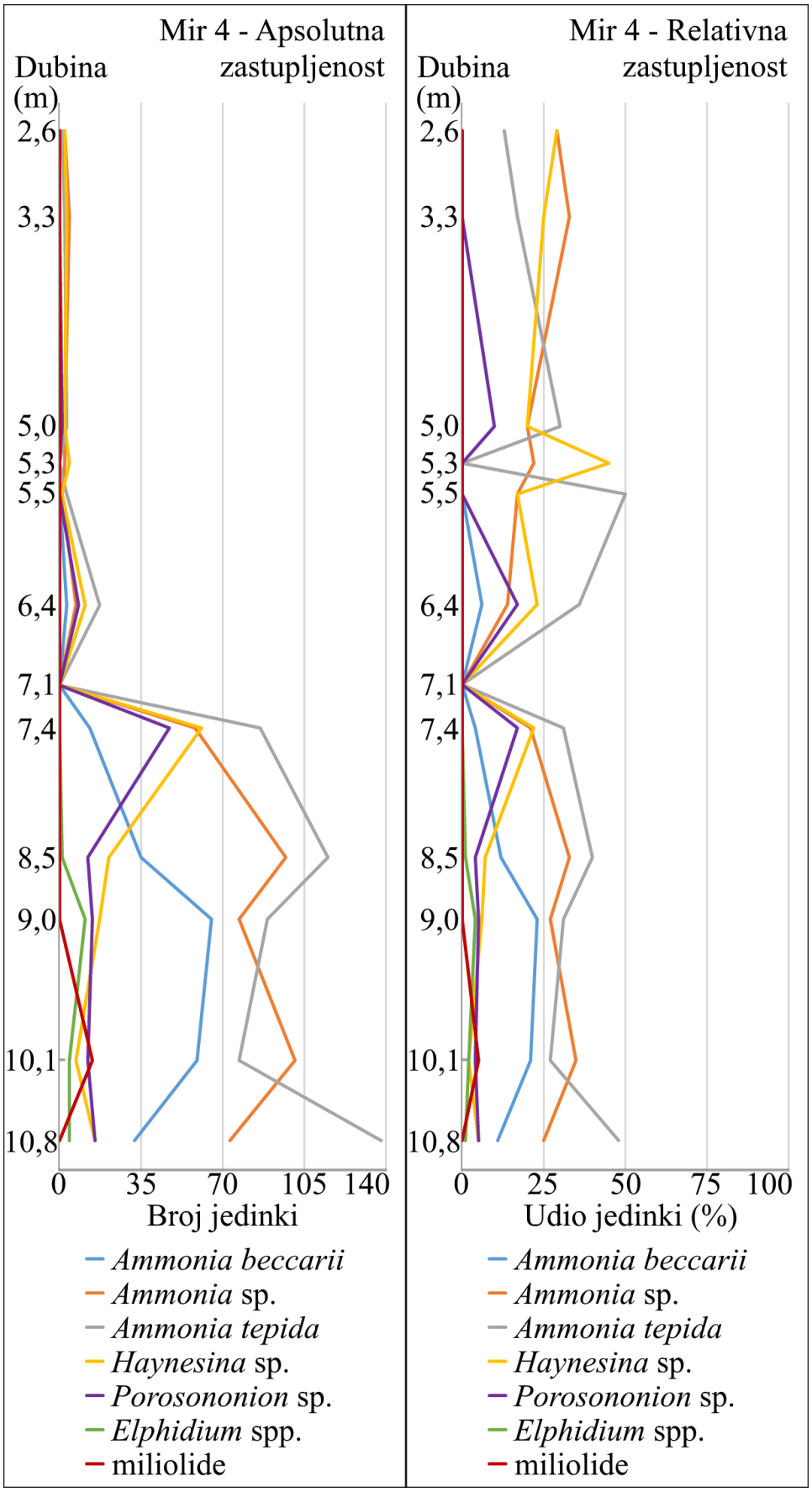


Tabla 10. Grafički prikazi apsolutnih zastupljenosti pojedinih foraminifera u jezgri Mir 5

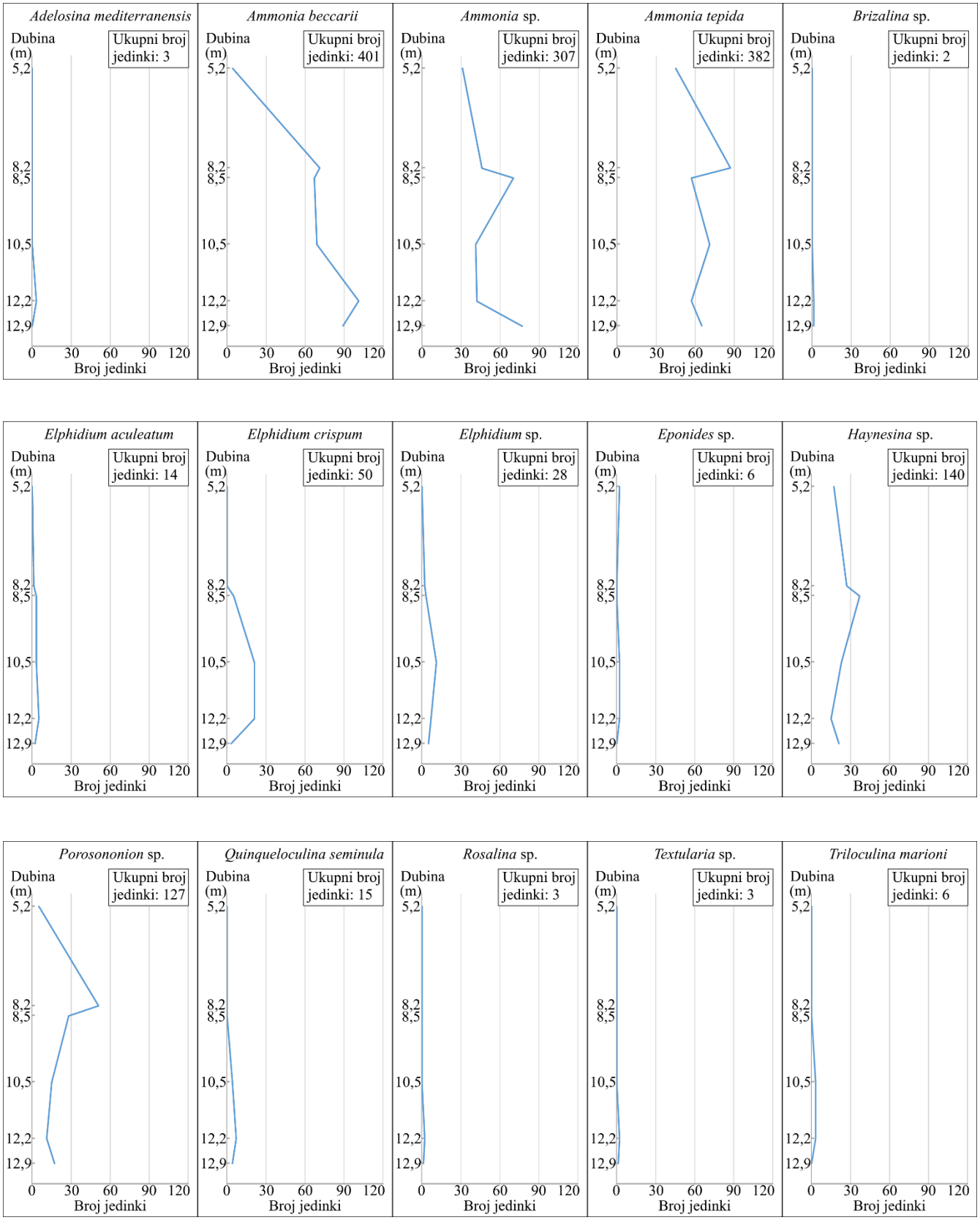


Tabla 11. Grafički prikazi relativnih zastupljenosti pojedinih foraminifera u jezgri Mir 5

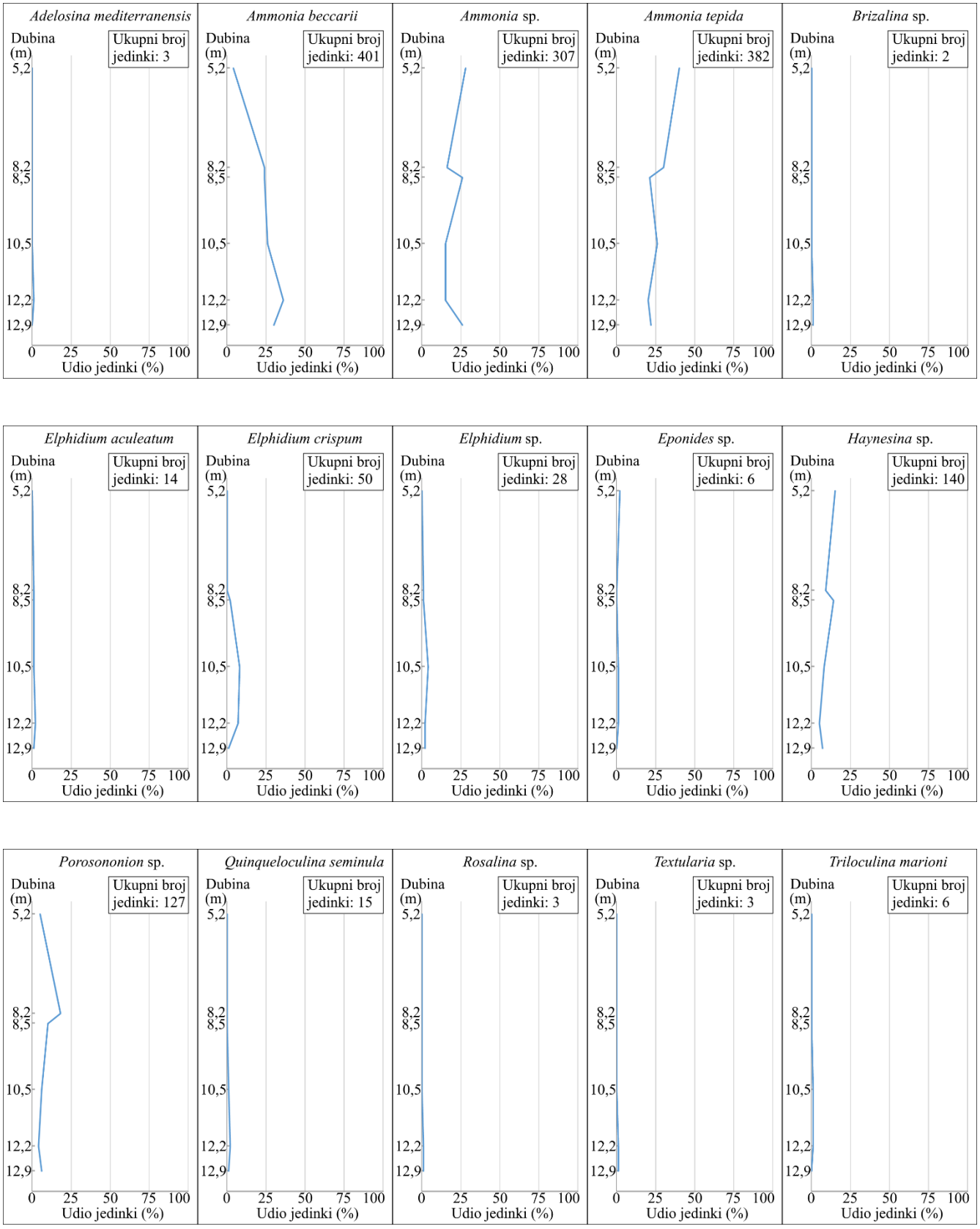


Tabla 12. Grafički prikaz apsolutne i relativne zastupljenosti učestalijih foraminifera u jezgri Mir 5

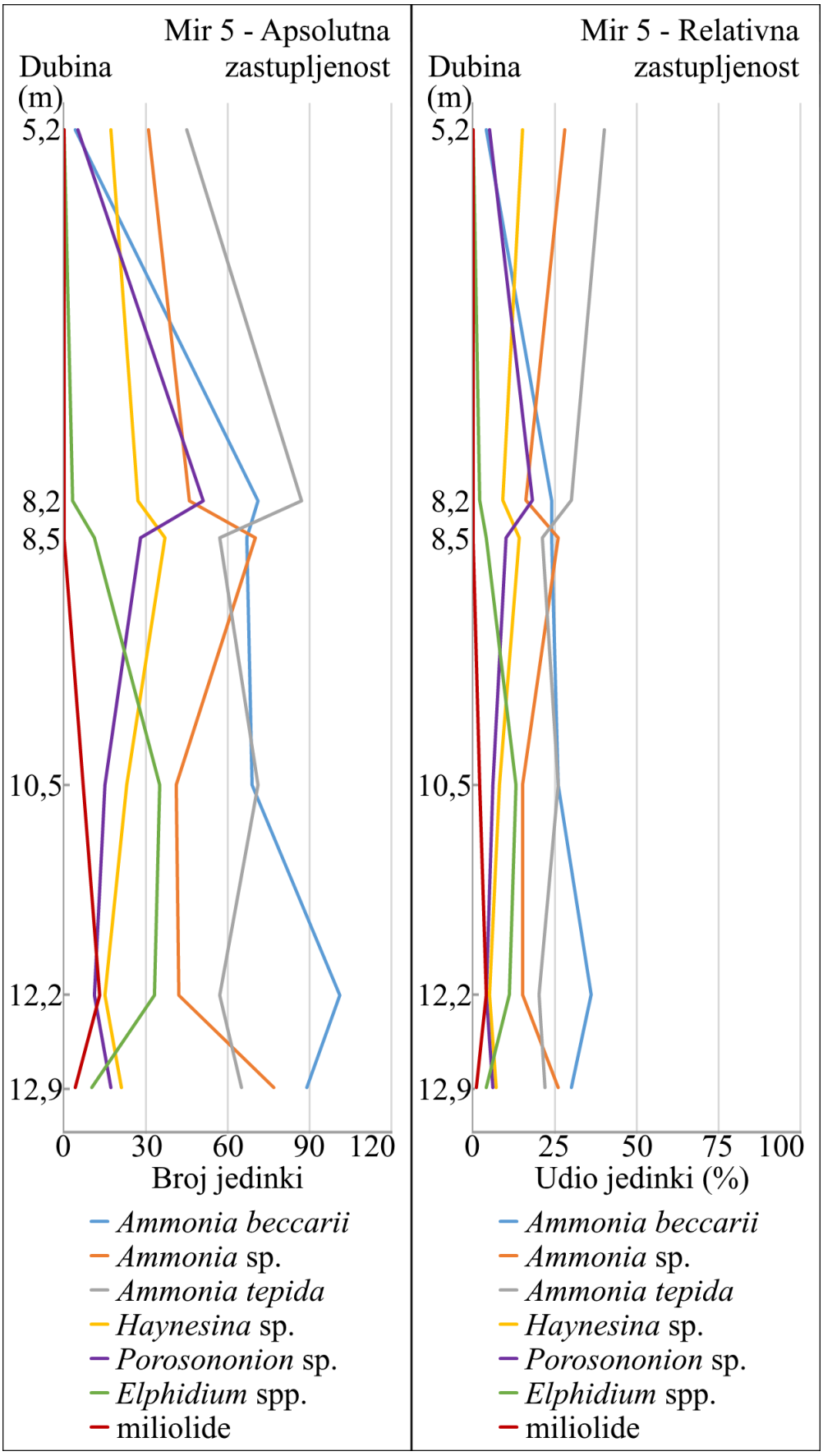
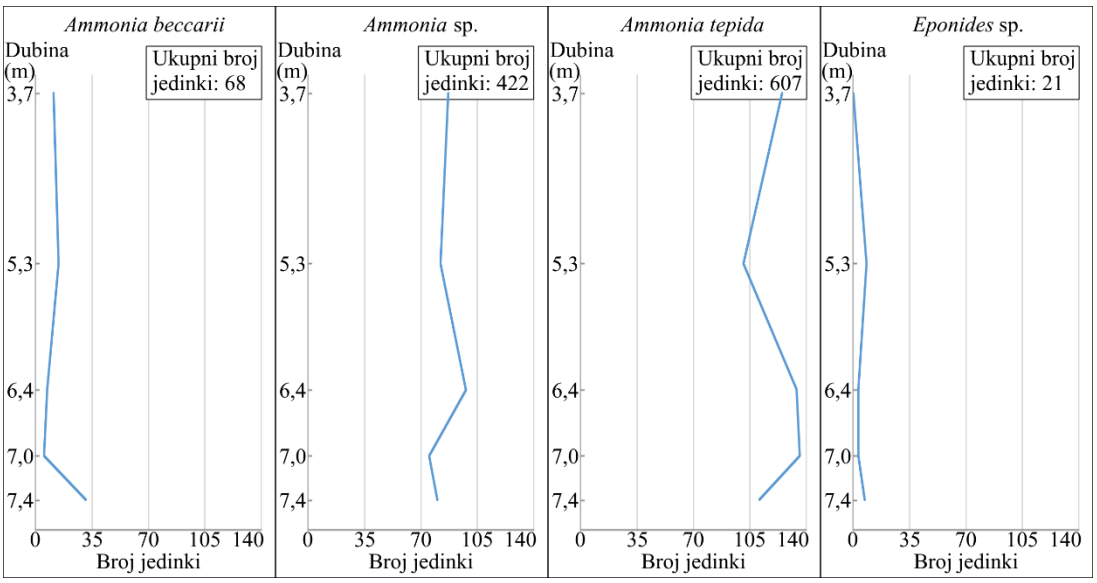


Tabla 13. Grafički prikazi apsolutnih zastupljenosti pojedinih foraminifera u jezgri Mir 6



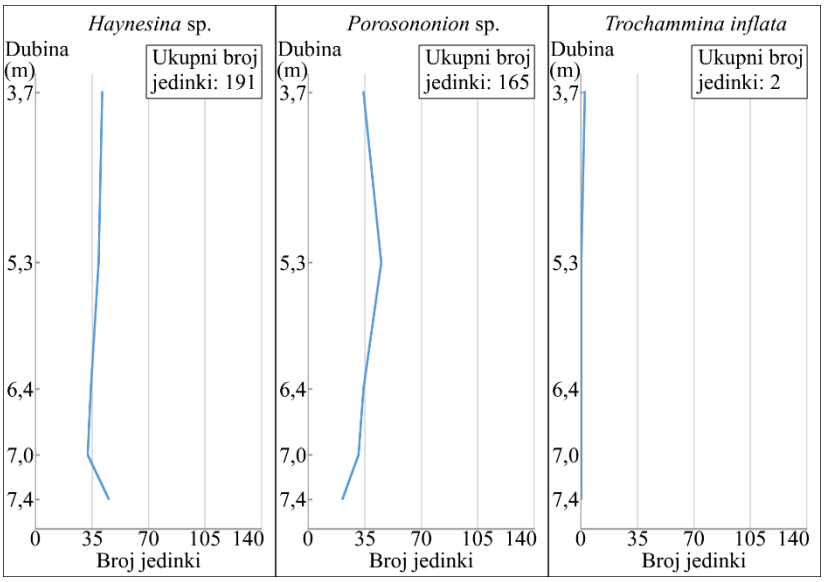
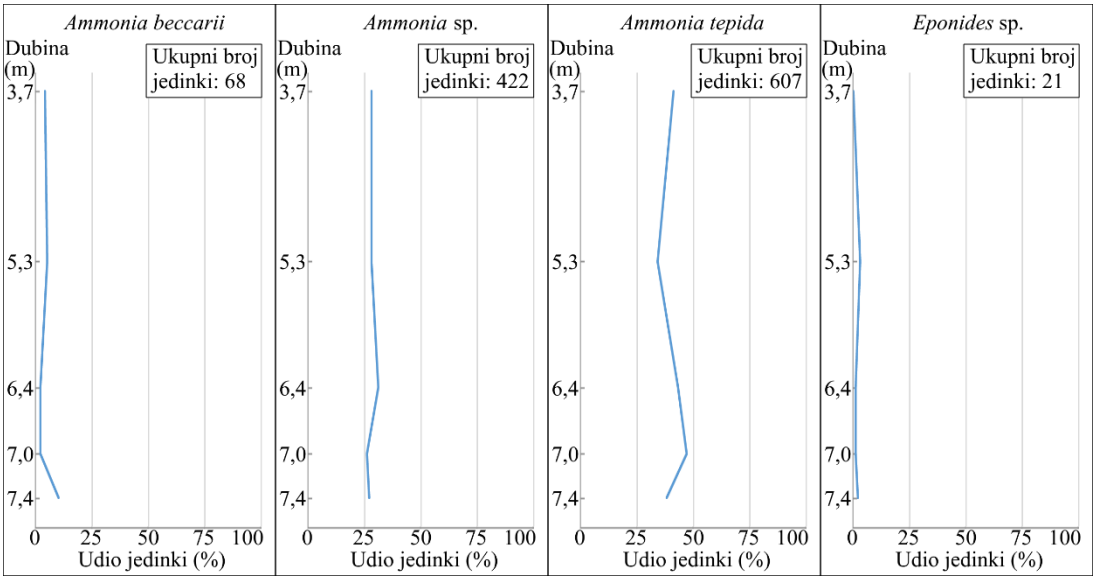


Tabla 14. Grafički prikazi relativnih zastupljenosti pojedinih foraminifera u jezgri Mir 6



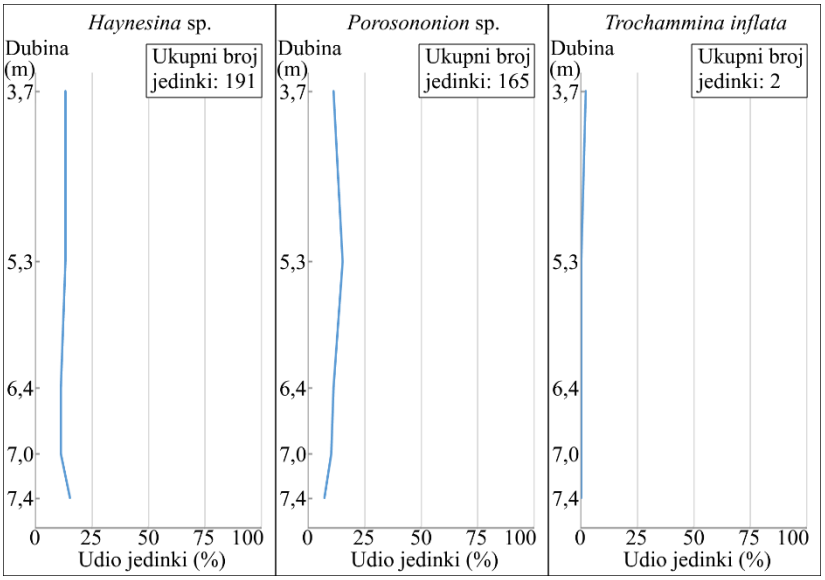


Tabla 15. Grafički prikaz apsolutne i relativne zastupljenosti učestalijih foraminifera u jezgri Mir 6

