Paleoekologija malih bentičkih foraminifera iz badenskih naslaga lokaliteta Donje Orešje (Medvednica)

Babić, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:895854

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

Ivana Babić

PALEOEKOLOGIJA MALIH BENTIČKIH FORAMINIFERA IZ BADENSKIH NASLAGA LOKALITETA DONJE OREŠJE (MEDVEDNICA)

Diplomski rad

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

GEOLOŠKI ODSJEK

Ivana Babić

PALEOEKOLOGIJA MALIH BENTIČKIH FORAMINIFERA IZ BADENSKIH NASLAGA LOKALITETA DONJE OREŠJE (MEDVEDNICA)

Diplomski rad

predložen geološkom odsjeku

Prirodoslovno – matematičkog fakulteta

Sveučilišta u Zagrebu

radi stjecanja akademskog stupnja

magistra geologije

Mentor: Doc. dr. sc. Đurđica Pezelj

Zagreb, 2018.

Ovaj diplosmki rad izrađen je u Geološko-paleontološkom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Đurđice Pezelj, u sklopu Diplomskog studija geologije i paleontologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geološki odsjek

Diplomski rad

PALEOEKOLOGIJA MALIH BENTIČKIH FORAMINIFERA IZ BADENSKIH NASLAGA LOKALITETA DONJE OREŠJE (MEDVEDNICA)

IVANA BABIĆ

Rad je izrađen: u Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a.

Sažetak: Uzorci lapora sa lokaliteta Donje Orešje obrađeni su metodom šlemanja, te je napravljena paleoekološka rekonstrukcija okoliša na osnovu bentičkih foraminifera. Ukupno su određena 24 roda i 33 vrste bentičkih foraminifera. Određena je gornjo badenska starost naslaga, što odgovara *Bulimina-Bolivina* zoni badena Centralnog Paratethysa.

Za određivanje paleodubine okoliša korištene su 3 metode: odnos plankton/bentos, metoda dubinskih raspona bentičkih foraminifera, te modificirani odnos plankton/bentos. Izračunate dubine ukazuju na oscilacije u paleodubini duž profila. U donje i srednjem dijelu stupa dubia taloženja odgovara području od unutrašnjeg do srednjeg šelfa, dok u gornjem dijelu dolazi do produbljavanja na područje od srednjeg šelfa do gornjeg batijala. Duž profila raznolikost foraminiferske zajednice opada, uz porast dominacije, dok vrijednosti indeksa kisika bentičkih foraminifera (BFOI) ukazuju da su na morskome dnu bili prisutni srednje oksični uvjeti.

Ključne riječi: bentičke foraminifere, baden, paleoekologija, Donje Orešje

Rad sadrži: III + 43 stranica, 11 slika, 7 tablica, 4 tabli, 44 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen: u Središnjoj geološkoj kknjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Horvatocav 102a

Mentor: Doc. dr. sc. Đurđica Pezelj

Ocjenjivači: Doc. dr. sc. Đurđica Pezelj

Prof. dr. sc. Vlasta Ćosović

Izv. prof. dr. sc. Marijan Kovačić

Rad prihvaćen: 9.2.2018.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Geology

Graduated Engineer Thesis

PALEOECOLOGY OF SMALL BENTHIC FORAMINIFERA FROM BADENIAN SEDIMENTS OF DONJE OREŠJE (MEDVEDNICA MT.)

IVANA BABIĆ

Thesis completet: in Labaratory of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a.

Abstract: Sediment simples were taken at locality Donje Orešje and processed method of wet sieving. Palaeoenvironmental reconstruction has been made primarily by benthic foraminifera. A total of 24 genus and 33 species of benthic foraminifera were determined. Upper Badenian *Bulimina-Bolivina* Zone was recognized on the basis of overlapping stratigraphic ranges of benthic foraminifera.

Depositional depth was estimated by means of three metods: plankton/benthos ratio, analysis of depth of benthic foraminifera and modified plankton/benthos ratio. Calculated paleodepths point to sea level oscillations along the studied profile. In the lower and middle part of the profile inner-middle shelf environment is determined, while in the upper part of profile deepening of depositional basin is evident (middle shelf-bathyal environment). Diversity of benthic foraminiferal assemblages decreases, while domination increases upward the profile. Calculated Beenthic Foraminiferal Oxygen Index (BFOI) indicated medium oxic conditions on the sea floor.

Keywords: benthic foraminifera, badenian, paleoecology, Donje Orešje

Thesis contains: III + 43 pages, 11 figures, 7 tables, IV plates, 44 references

Orginal: in Croatian

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

Supervisor: Assistent Professor Đurđica Pezelj

Reviewers: Assistent Professor Đurđica Pezelj

Professor Vlasta Ćosović

Associate Professor Marijan Kovačić

Thesis accepted: February 9th, 2018

Sadržaj

1. UVOD 1
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA 2
3. PARATETHYS I BIOSTRATIGRAFIJA BADENA 3
3.1. PARATETHYS 3
3.2. BIOSTRATIGRAFIJA BADENA 5
4. GEOLOŠKA OBILJEŽJA MEDVEDNICE 7
5. OPIS PROFILA 10
6. METODE ISTRAŽIVANJA 13
6. 1. METODA MULJENJA 13
6.2. PREGLED MATERIJALA I STANDARDIZACIJA UZORAKA 13
6.3. ODREĐVANJE RODOVA I VRSTA BENTIČKIH FORAMINIFERA 14
6.4. ANALIZA FORAMINIFERSKE ZAJEDNICE 16
6.4.1. Metode za određivanje paleodubine 16
6.4.2. Dominantne i srednje zastupljene vrste i ekološki zahtjevi rodova 18
6.4.3. Raznolikost bentičkih foraminifera 20
6.4.4. Indeks kisika bentičkih foraminifera 23
7. REZULTATI 24
7.1. BIOSTRATIGRAFSKI POLOŽAJ 24
7.2. SISTEMATIKA ODREĐENIH RODOVA BENTIČKIH FORAMINIFERA 26
7.3. RODOVI I VRSTE BENTIČKIH FORAMINIFERA 28
7.4. PALEODUBINA 30
7.5. DOMINANTNE I SREDNJE ZASTUPLJENE VRSTE 32
7. 6. RAZNOLIKOST BENTIČKIH FORAMINIFERA 35
7.6. INDEKS KISIKA BENTIČKIH FORAMINIFERA 36
8. RASPRAVA 37
9. ZAKLJUČAK 39
10. LITERATURA 40
TABELE I-IV

1. UVOD

Foraminifere su jednostanični, heterotrofni, eukariotski organizmi vidljivi golim okom. Izučuju skelet od kalcita, ali neke mogu imati i kućicu sastavljenu od zrnaca drugih sedimenata (BOUDAGHER–FADEL, 2015). Nastanjuju sve vodene okoliše, a mogu živjeti kao plankton ili bentos. Pojavljuju se od kambrija pa sve do danas. Važnu ulogu imju u paleoekologiji i biostratigrafiji zbog svoje široke rasprostranjenosti i brze evolucije (MURRAY, 2006).

Cilj ovog diplomskog rada je određivanje starosti naslaga lokaliteta Donje Orešje i pokušaj interpretacije paleookoliša na temelju malih bentičkih foraminifera. U proučavanom materijalu prisutne su i planktonske foraminifera koje nisu detaljno proučavane, ali njihov udio unutar zajednice nije zanemaren.

Zahvajujem se mentorici doc. dr. sc. Đurđici Pezelj na stručnom vodstvu, savjetima i pomoći prilikom izrade ovoga rada.

Zahvaljujem se prof. dr. sc. Vlasti Ćosović na dozvoljenom pristupu mikroskopu Olympus SZX7 i kameri Olympus U-TV1XC i pruženoj pomoći prilikom fotografiranja uzoraka.

Također se zahvaljujem kolegici i prijateljici Ana Mariji Trogrlić na moralnoj podršci i pomoći prilikom obrade, određivanja i slikanja uzoraka.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Na području gore Medvednice do sad su obavljena brojna geološka istrživanja stranih i domaćih geologa i paleontologa, te je objavljen niz radova vezanih uz geologiju toga područja. Prvi prikaz građe Medvednice iznosi FOETTERLE (1861, 1862), nakon njega PILAR (1881) daje drugi prikaz građe i geotektonsku skicu Medvednice.

GORJANOVIĆ-KRAMBERG (1908) objavljuje radove o geološkoj građi Medvednice, a uz to izrađuje i geološku kartu na kojoj je prikazana geološka građa.

Paleontološke radove o krednoj fauni Medvednice objavljuje KOCH (1919 i 1921), dok nalazišta i pojave korisnih ruda navodi TUČAN (1919).

O pojavi brakičnih gornjooligocenskih naslaga na području jugozapadne Medvednice piše POLJAK (1937). ČUBRILOVIĆ (1937) daje detaljnu raščlambu pliocena na jugozapadnim padinama Medvednice.

Iako postoji veliki broj radova o geološkim značajkama Medvednice, brojni paleontolozi bave se fosilima badenskih i sarmatskih naslaga. Među prvima je KOCHANSKY-DEVIDE (1944, 1956), koja detaljno obrađuje miocensku faunu južnog i jugozapadnog dijela Medvednice, pri čemu daje najdetaljniju listu gornjobadenskih i sarmatskih fosila, a baden dijeli u 3 razvoja: doljanski, čučerski i zelinski.

ŠIKIĆ, L. (1967, 1968) precizira stratigafski odnos badena i sarmata na osnovu mikropaleontoloških istraživanja. Na temelju foraminifera gornjobadenske starosti odredila je tri biozone na jugozapadnim dijelovima Medvednice, a to su *Spiroplestamina carinata* biozona, *Bulimino-bolivina* biozona *i Virgulinella persuta* biozona, dok se u vršnim dijelovima sjeveroistčnog dijela Medvednice nalazi *Ammonia beccarii* biozona.

BAJRAKTAREVIĆ (1976, 1982, 1983, 1984) u svojim radovima detaljno opisuje mikrofosilnu i nanofosilnu zajednicu badena i sarmata, te dodaje da se uz opće priznate biozone badena mogu izdvojiti i lokalane biozone koje su vezane uz lokalne paleoekološke uvjete.

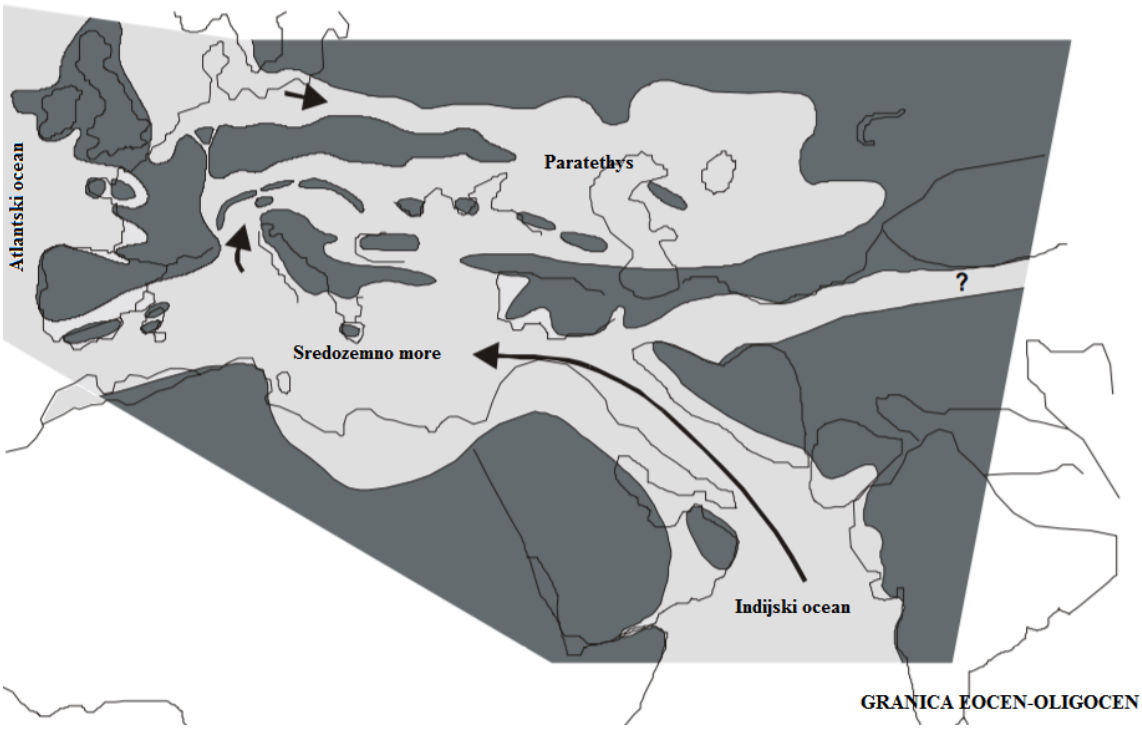
ŠIKIĆ, K. (1979) utvrđuje da su zbog velikog udjela planktonskih organizama donjobadenske naslage Medvednice transgresivne.

PEZELJ (2002, 2006) detaljno obrađuje gornjobadenske i sarmatkse naslage jugozapadnog dijela Medvednice, koje se mogu kolerirati sa širem područjem Medvednice.

3. PARATETHYS I BIOSTRATIGRAFIJA BADENA

3.1. PARATETHYS

Paratethys je more koje tijekom oligocena i miocena prekriva područje današnje Europe i zapadne Azije. Nastaje na granici eocena i oligocena kada dolazi do kolizije Indijske ploče s Azijom, te kretanja Afričke ploče prema sjeveru čime se izdižu planinski lanci Alpa, Dinarida, Helenida i Pontida što dovodi do zatvaranja oceana Tethys (RÖGL, 1999, SANT i dr., 2017). Na istoku tako nastaje Indijski ocean, na zapadu Sredozemno more i na sjeveru more Paratethys (Slika 1).



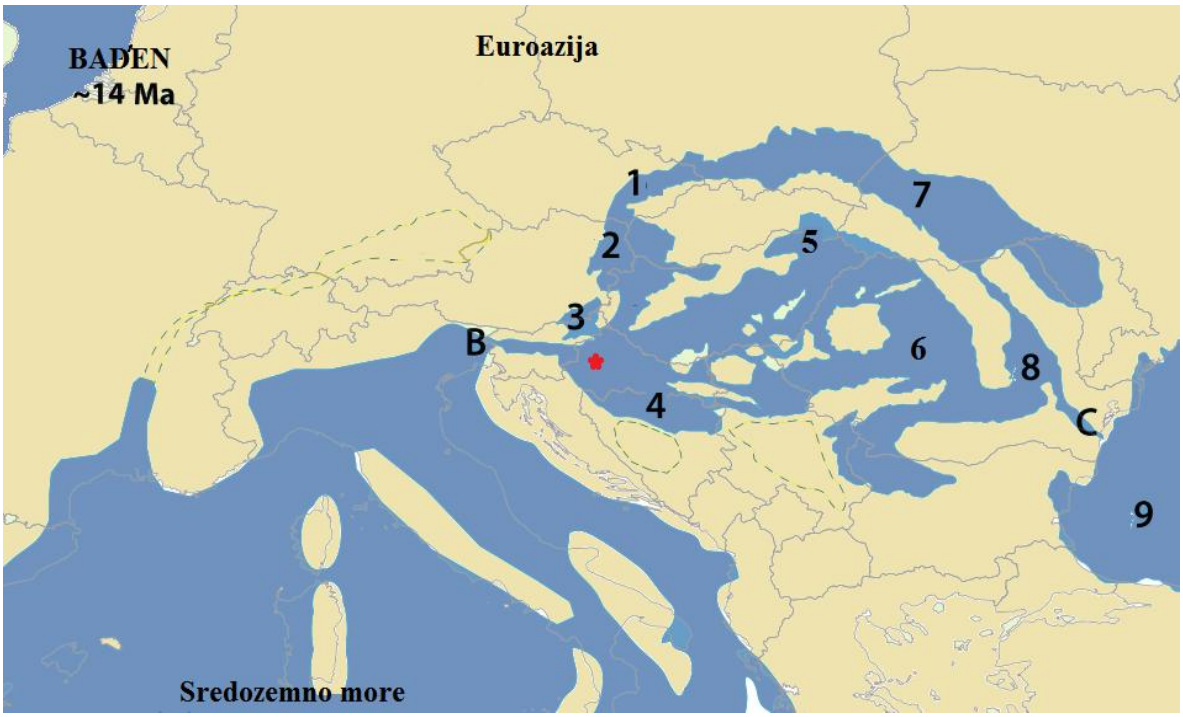
Slika 1. Nastanak mora Paratethys početkom oligocena (prilagođeno prema RÖGL, 1999).

Zbog višestrukog zatvaranja i otvaranja marinskih puteva između Paratethysa i ostalih bazena, dolazi do specifičnog razvoja različitih ekosustava unutar Paratethysa. Stoga se Paratethys može podijeliti na: Zapadni Paratethys (Alpski), Centralni Paratethys (od Karpata prema Balkanu) i Istočni Paratethys (od Krima do Kaspijskog jezera) (RÖGL, 1998, KOVAČ i dr, 2017).

Najsloženije razdoblje razvoja Paratethysa je srednji miocen, kada zbog snažne tektonske aktivnosti dolazi do brzih promjena u paleobiogeografiji (PEZELJ, 2006).

U početku badena dolazi do velike transgresije u Paratethysu, koja je definirana prvom pojavom, FAD (First Appearence Datum) planktonskog roda *Praeorbulina*. Postoje morski putevi prema Indijskom oceanu i Sredozemnom moru, pa se zbog globalnog zatopljenja tropska fauna velikih foraminifera i mekušaca širi Centralnim Paratethysom sjeverno od Poljske (RÖGL, 1999, PILLER, 2007, SANT i dr, 2017).

Razdoblje srednjeg badena je karakerizirano regresijom tijekom koje dolazi do prekida veze sa Sredozemljem i Indijskim oceanom. Istočni Paratethys se izolira i dolazi do razvoja endemizma, te u morima dominira rod školjkaša *Spaniodontella*. U Centralnom Paratetysu dolazi do izolacije Karpatske depresije i bazena Slovačke i Transilvanije, te se talože evaporiti s gipsom i halitom. Mali dio Panonskog bazena bio je povezan sa Sredozemljem kroz Transtetijski koridor preko Slovenije (Slika 2) (RÖGL, 1999).



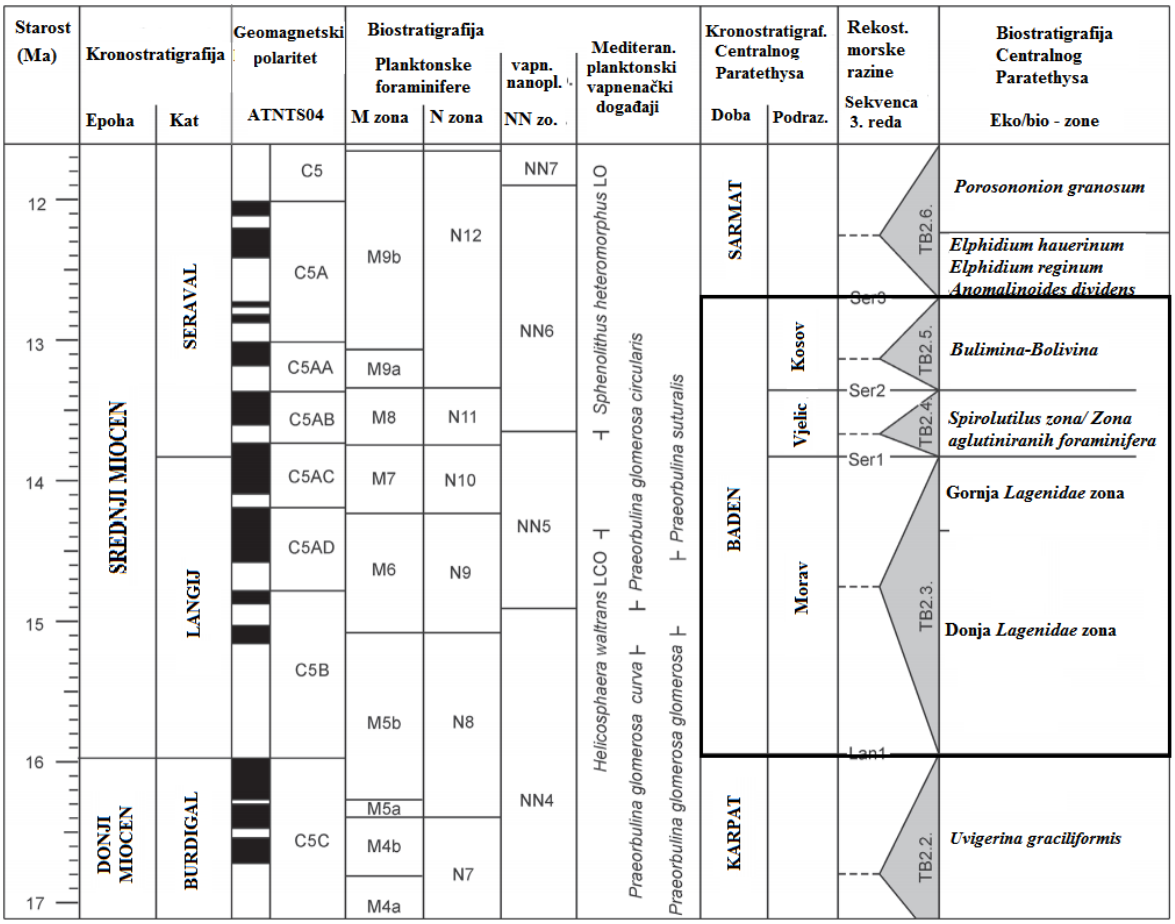
Slika 2. Paleogeografska rekonstrukcija Centralnog Paratethysa i Sredozemnog mora tijekom donjeg i početkom srednjeg badena s naznačenim položajem Medvednice (zvijezda). 1 – Alpsko-Karpatski foreland bazen, 2- Bečki bazen, 3 – Štajerski bazen 4- Panonski bazen, 5 – Slovački bazen, 6 – Transilvanijski bazen, 7 – Poljsko – Ukrajinska Karpatska depresija, 8 – Istočna Karpatska depresija, 9 – Istočni Paratetys (Crno more), B – Transtetijski koridor i C – Carasu prolaz (prilagođeno prema SANT i dr., 2017)

U gornjem badenu dolazi do zadnjeg preplavljivanja Paratethysa, ponovno se otvaraju morski putevi između Indijskog oceana i Centralnog Paratethysa. Evaporitne sedimente prekrivenju marinske naslage, pteropodni i radiolarijski lapori. Tijekom gornjeg badena zatvoren je prolaz između Sredozemnog mora i Centralnog Paratethysa preko tzv.

Transtetijskog prolaza, stoga dolazi do razvoja različitih fauna u Sredozemlju i Paratethysu. Krajem badena završava i zadnja marinska faza Paratethysa, veza s Indijskim oceanom zbog regresije postaje sve uža. (RÖGL, 1999).

3.2. BIOSTRATIGRAFIJA BADENA

Baden je regionalni kat Centralnog Paratetysa koji počinje prije otprilike 16 milijuna godina. Baza mu je definirana prvom pojavom planktonske foraminifere *Praeorbulina* i podudara se s bazom langijskog kata za Sredozemnu biozonaciju (PAPP & CHICHA, 1978). Badenske naslage vrlo su važne zbog svojeg transgresivnog kontakta i bogatog fosilnog sadržaja.



Slika 3. Kronostratigrafija i biostratigrafija srednjeg miocena (preuzeto iz PEZELJ i dr.,2013).

Na temelju malih bentičkih foraminifera postoji trodjelna zonacija banena. Najstariji dio badena predstavljen je donjom i gornjom *Lagenidnom* zonom, srednji dio badena čini zonu aglutiniranih foraminifera (*Spiroplectamina* zona) i gornji dio *Bulimina-Bolivina* zonu

(GRILL, 1943). Ove zone podudaraju se s kronostratigrafijom badena na tri podstadija: Morav za donji dio badena, vjelic za srednji baden i kosov za gornji baden (Slika 4).

S obzirom na stratigrafiju prema vapnenačkom nanoplanktonu, najniži dio badena odgovara nanoplanktonskoj zoni NN4. Idući prema mlađim zonama slijedi zona NN5 sa vrstama *Sphenolithus heteromorphus* i *Helicosphaera waltrans*. S obzirom na to transgresija početkom badena odgovara TB2.3. globalnom ciklusu morkse razine (PILLER i dr, 2007). Sedimenti srednjeg dijela badena odgovaraju nanoplanktonskoj zoni NN5 i NN6 i globalnom ciklusu morkse razine TB2.4 (PILLER i dr, 2007), koji počinje na granici langij/seraval prije oko 14.2 milijuna godina. Zadnjom pojavom vrste *Sphenolithus heteromorphus* završava nanoplanktonska zona NN5 i počinje NN6. Najgornji dio badena odgovara nanoplanktonskoj zoni NN6 i TB2.5. globalnom ciklusu morske razine (PILLER i dr, 2007).

4. GEOLOŠKA OBILJEŽJA MEDVEDNICE

Medvednica je gora koja se nalazi sjeverno od Grada Zagreba. Pruža se sa svojih 40 kilometara dužine od Podsuseda na sjeveroistoku prema Donjem i Gornjem Orešju na jugozapadu. Jezgra joj joj je izgrađena od stijena paleozoiske i mezozoiske starosti, a okružena je transgresivnim neogenskim i kvartarnim naslagama (ŠIKIĆ, K., 1995).

Najstarije stijene su paleozojski metamorfiti koji izgrađuju jezgru Medvednice. Tu spadaju ortometamorfiti i parametamorfiti. Ortometamorfiti su zeleni škriljavci, metamorfozirani gabri, dijabazi i doleriti. Parametamorfitima pripadaju škriljave grauvake, subgrauvake i siltiti, rekristalizirani vapnenci i dolomiti, slejtovi, filiti i razni niskometamofozirani škriljavci, kvarciti i mramori. Metamorfni slijed Medvednice obuhvaća slijed naslaga od devona do donjeg perma koji je tijekom hercinske orogeneze bio zahvaćem jedinstvenim procesom regionalne metamorfoze.

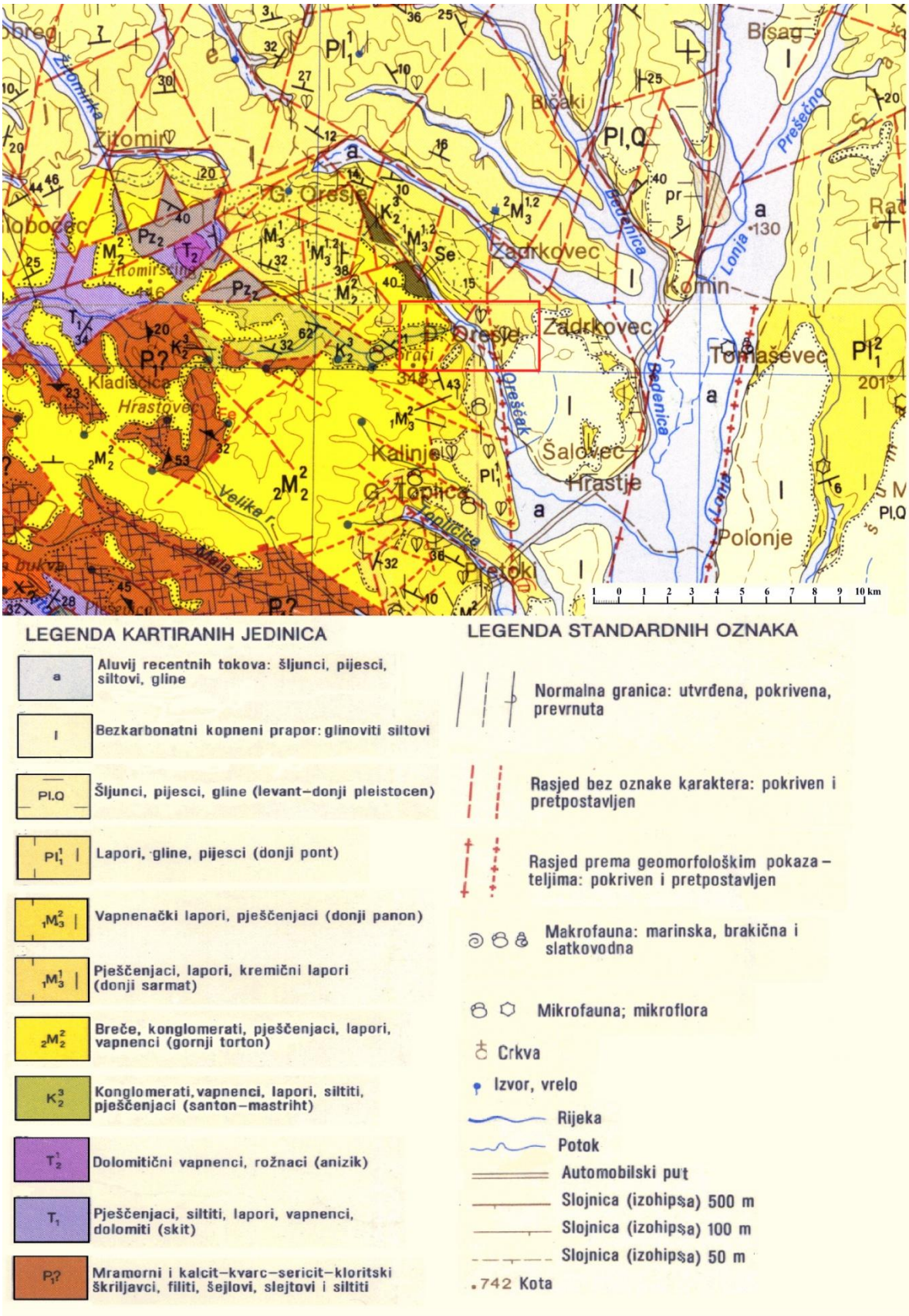
Na prijelazu iz paleozoika u donji trijas nastavlja se kontinuirana sedimentacija. Taložе se pješčenjaci, siltiti, lapori, vapneci i dolomiti u plitkim marinskim okolišima. Naslage su fosiliferne, te su nađeni fosili puževa, školjkaša i foraminifera. Kontinuirana sedimentacija nastavlja se i u srednji trijas. Dolazi do karbonatne sedimentacije, te su prisutni dolomiti, vapnenci i dolomitizirani vapnenci s neodredivim ostacima fosila. Tijekom gornjeg dijela srednjeg trijasa dolazi do vulkanske aktivnosti i taložе se tanke naslage fosilifernih vapnenaca, lapora, šejlova, radiolarijskih rožnjaka i piroklastita. Tijekom gornjeg trijasa obnovljena je plitkomorska karbonatna sedimentacija, a najznačajnije su naslage dolomita (ŠIKIĆ, K. i dr., 1972).

Krajem trijasa i početkom jure slijedi produbljavanje koje je zabilježeno povećanjem broja planktonskih organizama. Taložе se slojeviti gromadasti vapnenci isprepleteni kvarcnim žilama.

Osnovna karakteristika krede je izdvajanje vulkanogeno-sedimentnog kompleksa. Taložе se klastitični i magmatksi sedimenti. Sedimentna serija se uglavnom sastoji od izmjene pješčenjaka, šejlova, lapora, radiolarijskih rožnjaka i vapnenaca. Magmatske stijene mogu se podijeliti na: ultrabazične stijene, gabroidne stijene, dijabaze i spilite, efuzive i piroklastične stijene. Gornju kredu obilježavaju turbiditne (mutne struje), taložе se debele naslage fliških sedimenata: u podini konglomerati i breče, a na njima leže dubljevodni pelagički sedimenti: vapnenci, laporoviti vapnenci, scaglija vapnenci i lapori.

Najveću površinu Medvednice grade paleogenske i neogenske naslage (Slika 4). Paleognske sedimenate predstavljaju sivi i smeđesivi glinoviti i pjeskoviti lapori u izmjeni s pješčenjacima. Najznačajnije stijene su sivi fosiliferni biogeni vapnenci paleocenske starosti (s ostacima koralja, crvenih algi). U miocenu, tijekom karpata i badena u Paratethysu dolazi o transgresije velikih razmjera, Talože se vapnenačke stijene: laporoviti vapnenci i vapnenački lapori, bogati foraminiferama (*Uvigerina semiornata, U. Venusta, Pulenia wullerstrofi, Praeorbulina glomerosa, Virgulinella persuta, Elphidium crispum, Bolivina dilatata* i dr.) (ŠIMUNIĆ AN. i dr, 1982). Zatim se talože plitkovodni marinski sedimenati: breče, konglomerati, litotamnijski vapnenaci, vapnenački pješčenjaci i vapnenački lapori. Tijekom sarmata talože se brakični sedimenti, koji leže kontinuirano na badenu. Izgrađeni su od lapora, glinovitih lapora, pješčenjaka i vapnenaca. U sarmatskim naslagama nađena je bogata plitkovodna mikrofosilna fauna koju čine provodne vrste *Elphidium aculeatum, E. josephinum, E. macelum* i *Cibicides badenensis* (ŠIKIĆ, L., 1967). Kontinuirno slijede naslage panona. Naslage donjeg panona nazivaju se „ croatica“ naslage, a to su litološki laporoviti vapnenci i vapnenački lapori. Te naslage sadrže makrofaunu, a karakterističan je puž *Radix croatica.* Na to slijede naslage poznate pod nazivom „banatica naslaga“, koje se sastoje od različitih lapora u kojima nalazimo fosile školjke *Congeria banatica.* U gornjem dijelu panona prisutne su brakične naslage sa laporima koji prelaze u laporovite gline i pjeskovite i glinovite lapore (ŠIKIĆ, K. i dr., 1972).

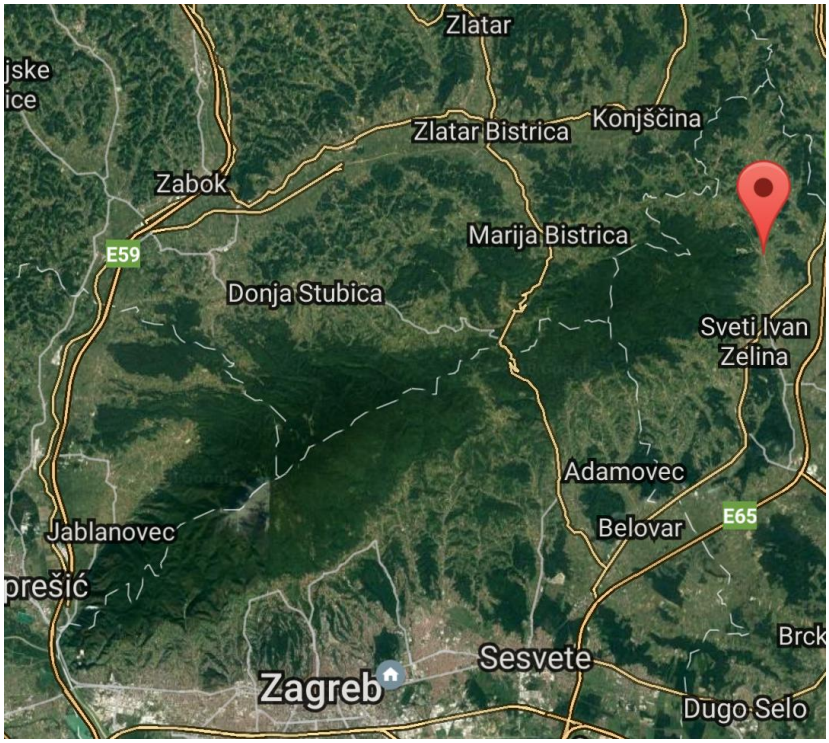
Tijekom pleistocena i kvartara talože se slatkovodne fluvijalno-jezerske naslage koje leže diskordantno na različitim članovima paleogena i neogena, te mezozoika i paleozoika. Izgrađene su od šljunaka, pijeska i glina.



Slika 4. Isječak iz geološke karte SFRJ 1:100000 (listovi Ivanić Grad i Varaždin) s označenim lokalitetom Donje Orešje (prilagođeno prema BASCH i dr, 1980 i ŠIMUNIĆ i dr, 1982).

5. OPIS PROFILA

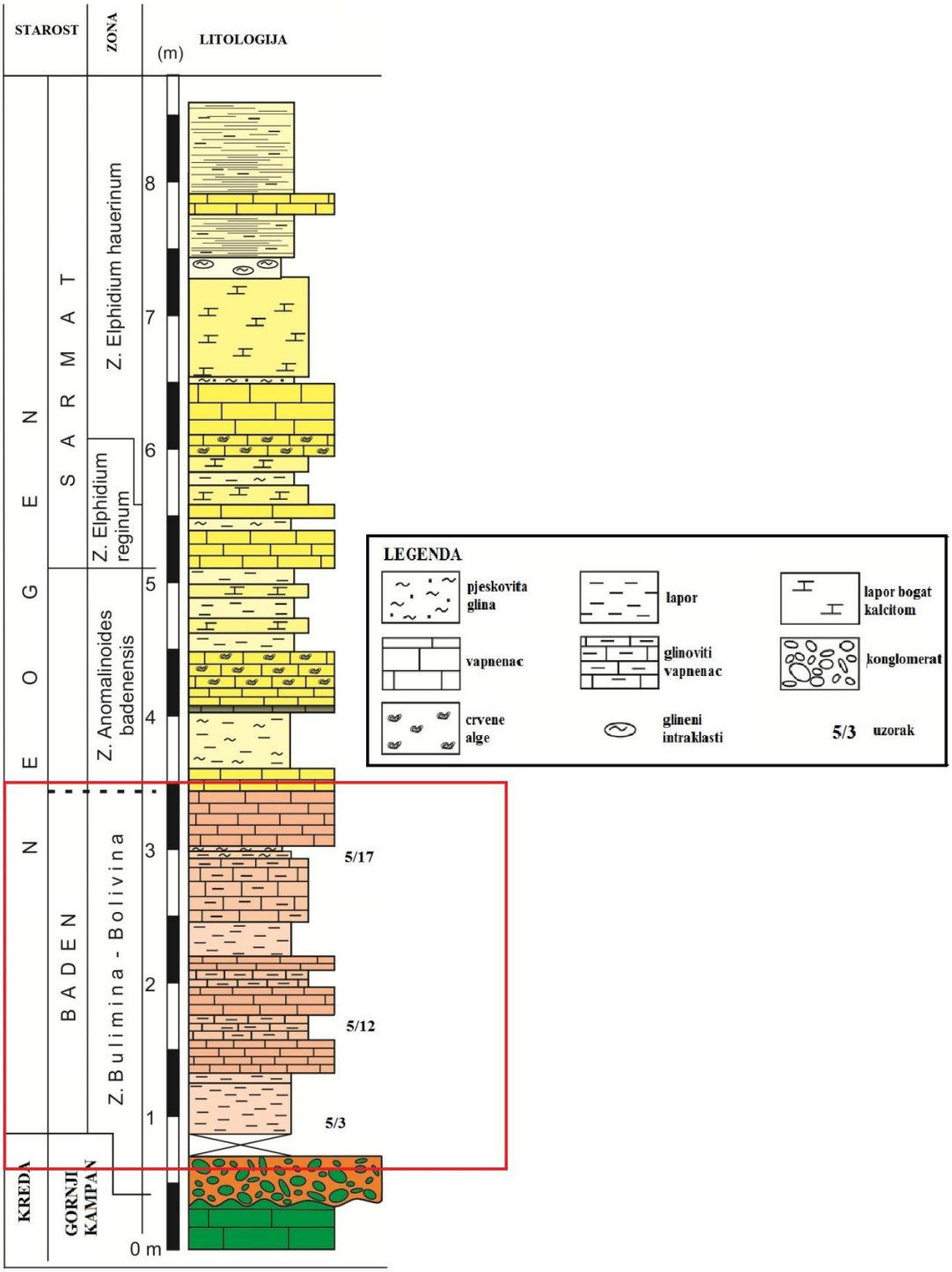
Istraživano područje Donje Orešje nalazi se na sjeveroistočnim padinama Medvednice sjeverno od Svetog Ivana Zeline (Slika 5). Ovo područje je tijekom miocena pripadalo Panonskom bazenu Centralnog Paratethysa. (PEZELJ, 2006).



Slika 5. Geografski smještaj Donjeg Orešja (satelitska slika terena).

Sedimentni slijed naslaga Donjeg Orešja sastoji se od krednih naslaga u bazi, na koje transgresivno naliježu naslage srednjeg miocena (Slika 6). Kredne naslage čine pelagički biomikriti u bazi i konglomerati na granici kreda/srednji miocen.

Slijed naslaga srednjeg miocena sastoji se od izmjene horizontalno uslojenih lapora s fosilifernim mudstonima, s sadržajem karbonantne komponente 50-90%. Debljina naslaga je oko 7 metara.



Slika 6. Geološki stup Donje Orešje s naznačenim položajem uzoraka unutar *Bulimina/Bolivina* zone. (PEZELJ i dr, 2017).

Bazu miocena čine badenske naslage koje pripadaju *Bulimina-Bolivina* zoni. Ove naslage taložene su u okolišima od unutrašnjeg ili srednjeg šelfa prema vanjskome šelfu. Iz sloja u sloj mijenja se udio planktona (2 – 85%), što nam ukazuje na oscilacije morske razine tijekom gornjeg badena. Zonom *Anomalinoides badenensis* završava baden i počinje sarmat. Sedimentacija je kontinuirana. Dolazi do oplićavanja i pada raznolikosti bentičkih foraminifera. Daljnje oplićavanje rezultira i faunalne promjene, što je zabilježeno u *Elphidium reginum* zoni u kojoj dominira plitkovodni foraminiferski rod *Elphidium*. Povećava se broj brakičnih vrsta, što ukazuje na moguće oplićavanje bazena. Najgornji dio sedimentnog slijeda čini tanka *Elphidium hauerinum* zona, u kojoj dominiraja vrsta *Elphidium hauerinum* (PEZELJ i dr., 2017).

U ovome radu analiziran je donji dio stupa koji pripada *Bulimina-Bolivina* zoni. Detaljna mikropaleontološka analiza napravljena je na 3 uzorka: 5/3, 5/12 i 5/17. Uzorci su uzeti iz naslaga lapora.

6. METODE ISTRAŽIVANJA

6. 1. METODA MULJENJA

Kod obrade uzoraka korištena je metoda muljenja ili šlemanja. To je metoda kod koje se uzorak usitni geološkim čekićem, stavlja u posudu i na njega se ulije topla voda toliko da pokrije uzorak i stavlja se malo vodikova perksida (30%). To se radi kako bi se uklonile organske tvari iz uzorka, te kako bi ostao čisti fosilni materijal. Tako namočeni uzorak stoji 3 do 4 dana. Nakon toga slijedi šlemanje kroz sita. Veličina sita kroz koja je uzorak prosijan su: 500, 250, 125 i 63 µm. Sije se uz pomoć mlaza vode. Sita se stavljaju jedan na drugo od najmanje do najveće veličine. Uzorak se prosipa na najgornje sito i na to se pusti mlaz vode. Kod sijanja je važno da se prstima nježno prolazi po sedimentu kako nebi došlo do začepljenja ili prelijevanja vode iz sita i tako gubljenja uzorka. Svako sito potrebno je dobro isprati kako nebi zostale frakcije na njima i tako došlo do miješanja uzorka. Sijenje je gotovo tek nakon što kroz najsitnije sito prolazi čista voda. Nakon sijanja uzorka, frakcije koje su ostale na sitima prenesu se svaka u svoju posudicu i tako su spremne za sušenje. Uzorak se suši par dana na suhome mijestu. Nakon susešnja materijal mora biti rasresit i sprema se u papirnate vrećice po frakcijama. Takav materijal spreman je za promatranje pod mikroskopom.

6.2. PREGLED MATERIJALA I STANDARDIZACIJA UZORAKA

Frakcije uzoraka pregledane su i analizirane na lupi Nikon. Frakcije su zasebno analizirane i određen im je mikrofosilni sadržaj. Mikroskopskom analizom utvrđeno je da su frakcije 250, 125 i 63 µm pogodne za daljnju analizu. Nakon pregleda materijala slijedi standardizacije uzorka. To se obavlja pomoću mikrosplitera, koji uzorak dijeli na dva jednaka dijela. Standardizacija uzorka potrebna nam je kako bi se izbjegla subjektivnost u određivanju. Postupak standardizacije uzorka ponavlja se više puta kako bi se smanjila količina uzorka. Kada je dobivena željena količina uzorka, on je stavljen u papirnatu vrećicu s oznakom standardni uzorak i taj uzorak spreman je za mikroskopsku analizu. Za analiziranje i donošenje zaključaka o okolišu potrebno je iz standardnog uzorka izvaditi sve foraminifere i ostali mikrofosilni sadržaj.

6.3. ODREĐVANJE RODOVA I VRSTA BENTIČKIH FORAMINIFERA

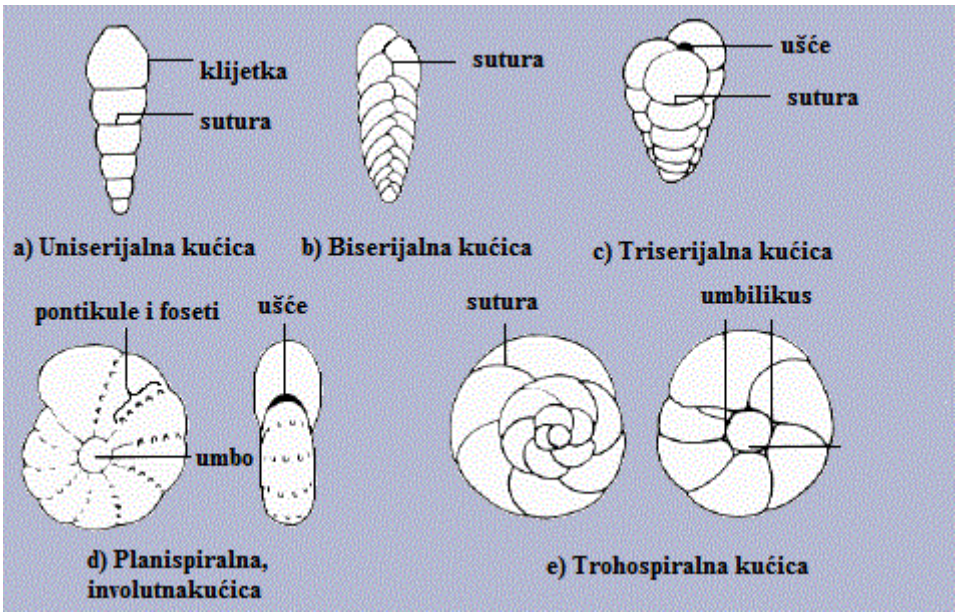
U ovome radu određeni su rodovi i vrste bentičkih foraminifera na temelju Loeblich i Tappan, 1988a,b, Papp i Schmidt 1985, te Cicha i dr. 1988, a taksonomska klasifikacija izvršena je prema Wormsu. Osnovni kriteriji za određivanje rodova i vrsta su tip stijenke, oblik kućice i klijetki, način rasta kućice, prisutnost i oblik sutura, ušća, umbilikusa, umba i ornametacija na kućici.

Kućica foraminifere sastoji se od klijetki koje su pregrađene septima. Početna klijetka naziva se proloculus. Oblik kućice određen je oblikom i rasporedom klijetki. Mjesto gdje se septi spajaju s površinom kućice je sutura. Suture mogu biti udubljene, izbočene ili zaravljene. Ušće (apertura) je otvor na najmlađoj klijetki preko kojega foraminifera komunicara s okolišem. Ušće može biti različitih veličina i oblika, te može biti jednostavno ili s više otvora. Pupak ili umbilikus je središnje udubljenje na kućici gdje se klijetke dodiruju oko osi namatanja. Može biti otvoren ili prekriven umbilikalnim čepom. Umbilikalni čep je nakupina čvrstih lamela koje oblikuju čep u središtu pupka. Umbo je zadebljanje lamela na aksijalnom prostoru involutnih kućica (PROTHERO, 2013).

Planispiralne kućice predstavljaju namatanje klijetki u istoj ravnini oko jedne osi namatanja (Slika 7. d).Takve kućice mogu biti involutne, evolutne i dijelomično evolutne. Kod involutnih kućica zadnji zavoj prekriva sve ostale, dok kod evolutnih kućica vidimo sve zavoje. Neke planispiralne foraminifere mogu imati složeni kanalni sistem za komunikaciju s okolišem, pa se tako kod njih razvijaju pontikule i foseti. Pontikule i foseti pojavljuju se u interloukularnom prostoru koji je nastao između stijenki klijetki zbog izrazito udubljenih sutura. Pontikule su mostići koji se protežu preko interseptalnog interlokularnog prostora. Duboka i kratka udubljenja između pontikula koja vode od površine kućice do interlokularnog prostora nazivaju se fosete.

Kod određivanja trohospiralnih foraminifera opisuju se karakteristine na dorzalnoj strani (umbilikalnoj) i ventralnoj strani (spiralnoj) (Slika 7. e).

Za određivanje uniserijalnih, biserijalnih i triserijalnih foraminifera proučava se oblik kućice, položaj ušća, sutura, te prisutstvo rebra i strije (Slika 7. a, b i c). Pravocrtno nizanje klijetki predstavlja uniserijalni tip kućice. Biserijalni tip kućice je naizmjenično nizanje klijetki u dva smjera, dok je kod triserijalnih kućica to nizanje u tri smjera. Rebra i strije su ukrasi na površini kućice.



Slika 7. Oblici kućica foraminifera i njihovi dijelovi; a) uniserijalna kućica; b) biserijalena kućica; c) triserijalna kućica; d) planispiralne involutna kućica i e) trohosppiralna kućica (prilagođeno prema BOARDMAN i dr, 1987).

6.4. ANALIZA FORAMINIFERSKE ZAJEDNICE

6.4.1. Metode za određivanje paleodubine

Postoje tri metode koje se koriste kod određivanja paleodubine. Paleodubina se može odrediti prema odnosu planktonskih i bentičkih foraminifera (GRIMSDALE & VAN MORKHOVEN, preuzeto iz MURRAY, 1991), prema dubinksim rasponima bentičkih foraminifera (MURRAY, 2006) i kao modificirani odnos planktonskih i bentičkih foraminifera (VAN DER ZWAN, 1990).

a) Odnos plankton/bentos

Kod odnosa planktonskih i bentičkih foraminifera što je dubina veća broj planktonskih foraminifera raste, dok broj bentičkih opada (GRIMSDALE & VAN MORKHOVEN, 1955, preuzeto iz MURRAY, 1991). To se može računati kao postotak planktonskih foraminifera, prema formuli:

P/B = P/ (P+B) x 100

Gdje je;

- P broj planktonskih foraminifera
- B broj bentičkih foraminifera

Prema ovoj formuli određuju se mogući okoliši:

P/B (<20:>80) - unutrašnji šelf

P/B (10-60:90-40) – srednji šelf

P/B (40-70: 60-30) – vanjski šelf

P/B (>70:<30) – gornja kontinentalna padina

Iz navedenoga vidimo da može doći do preklapanja, stoga se za bolje definiranje okoliša koristi sljedeća podjela: unutrašnji šelf (<20% planktona), srednji šelf (20-50% planktona), vanjski šelf (50-70% planktona) i gorni batijal (>70% planktona) (MURRAY, 1991).

b) Dubinski rasponi bentičkih foraminifera

Bentičke foraminifere ovise o svojim okolišima, stoga je kod ove metode potrebno razumjevati ekologiju foraminifera. Tu nam koristi princip aktualizma, tj sadašnjost se uspoređuje s prošlošću, pa dubinske raspone recentnih foraminifera uspoređujemo s fosilnim srodnicima. Tako se preklapanjem dubinskih raspona prisutnih rodova bentičkih foraminifera određuje paleodubina. Okoliš je podjeljen na: šelf 0-180 m (unutarnji 0-50 m, srednji 50-100 m i vanjski 100-180 m), batijal 180-4000 m (gornji 180-2000 m i donji 2000-4000 m) i abisal koji je dublji od 4000 m (MURRAY, 2006).

c) Modificirani odnos planktonskih i bentičkih foraminifera

Ovom metodom paleodubina se dobije prema formuli kojom se računa broj planktonskih foraminifera u foraminiferskoj zajednici tako da se iz nje isključe tzv. stress-markeri:

$$Dubina\ (m) = e^{3,58718+(0,03534\times Pc)}$$

Gdje je P_c postotak planktonskih foraminifera u foraminiferskoj zajednici.

Postotak planktonskih foraminifera ne ovisi samo o dubini, već i o količini kisika pri morskome dnu. Kada je količina kisika niska, brojnost rodova i vrsta bentičkih foraminifera sa visokom tolerancijom na stresne uvjete će se povećati, pa će podaci o dubini taložog okoliša biti pogrešni. Pod oksičnim uvjetima (normalnim) ovi će rodovi živjeti kao duboka infauna. Stoga su oni isključeni iz određivanja P_c i nazivaju se stres markerima. To su rodovi *Bulimina*, *Bolivina*, *Globobulimina*, *Uvigerina*, *Chillostomela* i *Fursenkoina*.

Prema tome udio planktonskih foraminifera se računa kao

$$P_c = 100*(P/P+B-S)$$

gdje S predstavlja broj stres markera (duboka infauna), P – broj planktonskih jedinki i B – broj bentičkih jedinki (VAN DER ZWAN, 1990).

6.4.2. Dominantne i srednje zastupljene vrste i ekološki zahtjevi rodova

Prisutnost dominantnih i srednje zastupljenih rodova važna je kod paleoekološke rekonnstrukcije. Kod određivanja dominacije, zastupljenost se gleda unutar cijelokupne zajednice (MURRAY, 1991).

Tako postoje:

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

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

Rod *Asterigerinata* je trohospiralna morska foraminifera koja živi kao slobodna epifauna na sedimentu u području unutrašnjeg šelfa (od 0 do 100 metara). Po načinu ishrane je biljojed, a živi u toplijim morima.

Rod *Bulimina* živi kao slobodna infauna na muljevitoj podlozi od unutrašnjeg šelfa do batijala. Kućica joj je triserijalna, a misli se da se hrani kao muljojed i da podnosi niske temperature.

Na područjima muljevitih podloga od vanjskoga šelfa do batijala pojavljuje se rod *Globobulimina*. Ova triserijalna foraminifera živi kao slobodna infauna i muljojed.

Rod *Uvigerina* ima triserijalnu kućicu i većina živi kao slobodna infauna na muljevitoj podlozi. Biljojed je u hladnijim morima, a može živjeti na dubinama od 100 metara do 4500 metara, tj. od šelfa do abisala.

Rod *Anommalinoides je* niskotrohospiralna bentička foraminifera.

Rod *Chilostomella* živi kao duboka infauna i vezana je uz muljevite podloge. Javlja se od vanjskoga šelfa do batijala i po načinu ishrane je biljojed.

Na muljevitim podlogama kao slobodna epifauna živi rod *Hansenisca*. Ova foraminifera se javlja od šelfa do batijala, a može podnijeti i hladne vode. Slično živi i rod *Valvulineria.*

Unutar područja unutrašnjeg šelfa živi rod *Virgulinella.*

Planispiralni rodovi *Melonis* i *Pullenia* žive dubokovodno od šelfa do batijala. Hrane se kao muljojedi, a po načinu života su slobodna infauna.

Rod *Cibicidoides* je trohospiralna foraminifera koja se pojavljuje u hladnim morima od šelfa do batijala. Živi kao pasivni suspenzojed priljepljeni na tvrdim podlogama.

Rod *Heterolepa* se javlja od šelfa do batijala, a podnosi umjerene i hladne temperature mora. Živi kao epifauna na tvrdim podlogama i pretpostavlja se da se hrani kao pasivni suspenzojed.

Rod *Planulina* ima trohospiralnu kućicu, pomoću koje živi kao priljepljena epifauna na tvrdim podlogama. Pojavljuje se i u toplim i u hladnim morima od šelfa do batijala. Smatra se da je prema načinu ishrane pasivni suspenzojed.

Rod *Elphidium* može živjeti kao slobodna infauna ili kao slobodna epifauna ovisno o tome da li jedinka ima kobilicu ili ne. Vrste koje imaju kobilicu žive kao slobodna epifauna na biljkama na pješčanim podlogama. Žive u toplim morima u unutrašnjem šelfu (0-50m), a podnosi i umjerene temperature vode. Hrane se kao biljojedi. Vrste bez kobilice žive kao slobodna infauna na piješčanim do muljevitim podlogama, a također su biljojedi. Tipične su za hipersaline i brakične lagune i močvare.

Rod *Bolivina* je biserijalna foraminifera koja može živjeti kao slobodna infauna i epifauna na muljevitim podlogama. Javlja se u toplim i hladnim morima od unutrašnjeg šelfa do batijala. Neke vrste su tolerantne na disoksiju.

Rod *Fursenkoina* živi kao slobodna infauna, a tolerira disoksiju.

Još jedan rod koji može živjeti kao slobodna infauna ili epifauna na muljevitim i pijeskovitim podlogama, a tolerira disoksiju je rod *Cassidulina.* To je trohospiralna foraminifera koja živi u umjerenim do toplim morima od šelfa do batijala. Jedinke ovoga roda hrane se kao muljojedi.

Od šelfa do batijala pjavljuje se i vrlo slični rod *Globocassidulina.* To su trohospiralne bentičke foraminifere koje žive kao slobodna infauna u muljevitim podlogama, a podnose i hladne temperature vode.

Dubljevodno se pojavljuje rod *Ammodiscus.* To je foraminifera koja živi kao infauna i muljojed.

Kao infauna i muljojed na muljevitoj podlozi živi rod *Nodosaria.* Ova marinska foraminifera podnosi hladne okoliše, a živi od srednjeg šelfa do batijala.

Još jedan marinski rod je rod *Lenticulina.* Jedinke ovoga roda žive kao slobodna epifauna na muljevitoj podlozi od srednjeg šelfa do batijala.

Rodovi *Fissurina* i *Glandulina* su muljojedi koji žive kao slobodna infauna od šelfa do batijala. Toleriraju suboksične uvjete.

Iz ovoga vidimo da se rodovi *Asterigerinata, Elphidium i Virgulinella* pojavljuju samo u plitkovodnim okolišima, što znači da je njihova prisutnost u dubljevodnim sedimentima posljedica transporta. Stoga će u daljnem istraživanju njihov broj i udio biti zanemareni.

6.4.3. Raznolikost bentičkih foraminifera

Određivanjem broja rodova i vrsta i dominantnih rodova i vrsta možemo dalje izračunati indekse raznolikosti. To su Shannon-Wienerov indeks, Fisher α indeks, indeks ekvitabilnosti i indeks dominacije Sva četiri indeksa izrčunata su pomoću programa Past (HAMMER, 2001).

a) Shannon-Wiener indeks

Naziva se još i indeks raznolikosti, a koristi za određivanje raznolikosti foraminiferske zajednice (BUZAS, 1979). Izračunava se prema formuli:

$$H(S) = \sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

Gdje je:

H(S) – Shannon-Wienerov indeks, s- ukupan broj vrsta u uzorku, i- ukupan broj jedinki jedne vrste i p_i- broj jedinki jedne vrste prema broju jedinki u zajednici

Što je više vrsta u zajednici, vrijednost indeksa raste. Maksimalna vrijednost ovoga indeksa je kada su sve vrste jednako zastupljene u zajednici (MURRAY, 1991).

b) Fisher α indeks

Pokazuje raznolikost foraminiferske zajenice, a uzima u obzir i vrlo rijetko zastupljene vrste u zajednici. Izračunava se prema formuli (MURRAY, 1991):

$$\alpha = \frac{N(1-x)}{x}$$

Gdje je α- Fisher α indeks, N broj jedinki u uzorku i x konstanta s vrijednosti manjom od 1.

Vrijednosti Fisher α indeksa karakteristične su za pojedine okoliše (MURRAY, 1991). To je prikazano u Tablici 1.

Tabela 1. Vrijesnosi Fisher α indeksa i pripadajući okoliši (MURRAY, 1991).

Fisher α indeks	Okoliš
<1-2	Marinske močvare
<1-3	Brakična močvara
<1-5	Brakične močvare i lagune
<1-6, rijetko 7	Hipersaline laguna
<1-7	Hipersaline močvare
1-22	Gornji i donji batijal
3-12	Marinske lagune
3-19	Unutrašnji šelf
5-19	Vanksi šelf

c) Indeks ekvitabilnosti

Daje podatke o sličnosti vrsta u uzorku. Vrijednost mu se kreće od 0 do 1 (PEETERS, 1999). Izračunava se prema formuli:

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

Gdje je:

E(S)- indeks ekvitabilnosti

H(S)- Shannon-Wienerov indeks

S- ukupan broj vrsta u uzorku.

d) Indeks dominacije

Naziva se još i Berger-Parkerov indeks, a dobiva se dijeljenjem ukupnog broja jedinki svih vrsta u zajednici i brojem jedinki najbrojnije vrste:

$$d = \frac{N}{N_{max}}$$

Vrijednosti indeksa dominacije kreću se između 0 i 1. Kada je vrijednost indeksa 0 tada je raznolikost zajednice velika i sve jedinke su jednako zastupljene, a kada je vrijednost indeksa 1 tada je raznolikost zajednice mala i dominira jedna vrsta (preuzeto iz PEZELJ, 2002)

6.4.4. Indeks kisika bentičkih foraminifera

Količina kisika na morskome dnu određena je prema Kaiho (1994, 1999). Na temelju te metode rodovi bentičkih foraminifera dijele se na oksične, suboksične i disoksične pokazatelje. Za oksične je količina kisika veća od 1,5 ml/l, za suboksične je od 0,3 do 1,5 ml/l i za disoksične je od 0,1 do 0,3 mil/l.

Na temelju udjela oksičnih, disoksičnih i suboksičnih foraminifera može se vrlo precizno odrediti Indeks kisika bentičkih foraminifera (BFOI). Postoje dvije formule koje se temelje na prisutnosti oksičnih pokazatelja.

Ako je broj oksičnih pokazatelja > 0 formula je:

BFOI=[O/(O+D)]x100

Pri čemu je:

- O- broj oksičnih pokazatelja
- D- broj disoksičnih pokaztelja

Ako oksični pokazatelji nisu prisutni, a zbroj suboksičnih (S) i disoksičnih pokazatelja je veći od nule, formula je:

BFOI={[S/(S+D)]-1}x100

Na temelju izračunatih vrijednost BFOI postoji šest različitih uvijeta oksičnosti pri morskome dnu. To su:

- Vrlo oksični uvijeti, ako je BFOI = 50 – 100
- Srednje oksični uvijeti, ako je BFOI= 15 – 50
- Nisko oksični uvijeti, ako je BFOI= 0 – 15
- Suboksični uvijeti, ako je BFOI= -40 – 0
- Disoksični uvijeti, ako je BFOI= -55 - -40
- Anoksični uvijeti, ako je BFOI= < -55

7. REZULTATI

Na lokalitetu Donje Orešje prisutna je bogata i dobro očuvana fosilna zajednica planktonskih i bentičkih foraminifera. U uzorcima su također prisutni i ljušture ostrakoda i spikule spužvi, te fragmetni bodlja ježinca i kolonije briozoa. Određena su 24 roda s 33 vrste bentičkih foraminifera, od toga je 5 vrsta transportirano iz plitkovodnih okoliša u dubljevodne, *Asterigerinata planorbis, Virgulinella persuta, Elphidium aculeatum, E. crispum i E. fictellianum,* te one neće biti uključene u daljnja razmatranja.

7.1. BIOSTRATIGRAFSKI POLOŽAJ

Starost istraživanih naslaga je određena na osnovu preklapanja stratigrafskih raspona određenih rodova i vrsta (Tablica 2). Provodne vrste su: *Bulimina insignis, Globobuliina pyrula, Uvigerina acuminata, Uvigerina venusta, Anomalinoides badenesis* i *Bolivina pokornyi.* Na temelju pojavljivanja vrste *Bulimina insignis* starost analiziranih naslaga je određena kao gornji baden, odnosno *Bulimina-Bolivina* zona.

Tabela 2. Stratigrafski rasponi rodova i vrsta određenih bentičkih foraminifera.

VRSTA	G. EOCEN	D. KISELIN	G. KISELIN	EGER	EGENBURG	OTNANG	KARPAT	BADEN			SARMAT
								DONJI	SREDNJI	GORNJI	
Asterigerinata planorbis											
Bulimina elongata											
Bulimina insignis											
Globobulimina pyrula											
Uvigerina acuminata											
Uvigerina semiornara											
Uvigerina venusta											
Anommalinoides badensis											
Chilostomella sp.											
Hansenisca soldanIi											
Valvulineria complanata		?									
Virgulinella persuta											
Melonis pompiloides											
Pullenia bulloides											
Pullenia catalinaensis											
Cibicidoides lobatulus											
Cibicidoides pachyderma											
Heterolepa dutamplei											
Planulina wuellerstrofi											
Elphidium aculeatum											
Elphidium crispum											
Elphidium fictellianum											
Bolivina dilatata											
Bolivina pokornyi											
Bolivina pseudoplicata											
Fursenkoina sp.											
Cassidulina levignata											
Globocassidulina crassa											
Ammodiscus sp.											
Nodosaria sp.											
Lenticulina inornata											
Fissurina sp.											
Glandulina ovula											

7.2. SISTEMATIKA ODREĐENIH RODOVA BENTIČKIH FORAMINIFERA

Na području lokaliteta Donje Orešje određena su 24 roda bentičkih foraminifera. Najviše rodova pripada redu Rotaliida, a to je 19 rodova. Četiri roda pripadaju redu Lagenida i jedan rod koji pripada redu Spirillinida (Tablica 3). Foraminifere iz reda Rotaliida pripadaju razredu Globothalamea, iz reda Spirilinida razredu Tubothalamea, a iz reda Lagenida razredu Foraminifera incertae sedis.

Tablica 3. Klasifikacija određenih rodova bentičkih foraminifera.

CARSTVO: CHROMISTA
STABLO: FORAMINIFERA
RAZRED: GLOBOTHALAMEA
RED: Rotaliida
Superfamiija: Asterigerinoidea d'Orbigny, 1839
Familija: Asterigerinatidae Reiss, 1963
Rod: *Asterigerinata* Bermudez, 1949
Superfamilija: Buliminioidea Jones, 1875
Familija: Buliminidae Jones, 1875
Rod: *Bulimina* d'Orbigny, 1826
Rod: *Globobulimina* Cushman, 1927
Familija: Uvigerinidae Haeckel, 1894
Rod:*Uvigerina* d'Orbigny, 1826
Superfamilija: Chilostomelloidea Brady, 1881
Familija: Anomalinidae Cushman, 1927
Rod: *Anomalinoides* Brotzen, 1942
Familija: Chilostomellidae Brady, 1881
Rod: *Chilostomella* Reuss, 1849
Familija: Gavelinellidae Hofker, 1956
Rod: *Hansenisca* Loeblich & Tappan, 1988
Superfamilija: Discorboidea Ehrenberg, 1838
Familija: Cancrisidae Chapman, Parr & Collins, 1934
Rod: *Valvulineria* Cushman, 1926
Superfamilija: Fursenkoinidea Loeblich & Tappan, 1961
Familija: Virgulinellidae Loeblic & Tappan, 1984
Rod: *Virgullinela* Cushman, 1932
Superfamilija: Nonionoidea Schultze, 1854
Familija: Melonidae Holzmann & Pawlowski, 2017
Rod: *Melonis* Monfort, 1808
Familija: Nononionidae Schultze, 1854
Subfamilija: Pulleniinae Schwager, 1877
Rod: *Pullenia* Parker & Jones, 1862
Superfmilija: Planorbulinoidea Schwager, 1877
Familija: Cibicididae Cushman, 1927
Rod*: Cibicidoids* Thalmann, 1939

Rod: *Heterolepa* Franzenau, 1884
Familija: Planulinidae Bermudez, 1952
Rod: *Planulina* d'Orbigny, 1826
Superfamilija: Rotalioidea Ehrenberg, 1839
Familija: Elphidiidae
Rod: *Elphidium* Monfort, 1808
Superfamilija: Serioidea Holzmann & Pawlowski, 2017
Familija: Bolivinitidae Cushman, 1927
Subfamilija: Bolivinitinae
Rod*: Bolivina* d'Orbigny, 1839
Subfamilija: Fursenkoininae
Rod: *Fursenkoina* Loeblich & Tappan, 1961
Familija: Cassidulinidae
Subfamilija: Cassidulininae d'Orbigny, 1839
Rod: *Cassidulina* d'Orbygny, 1826
Rod: *Globocassidulina* Voloshinova, 1960
RAZRED: TUBOTHALAMEA
RED: Spirillinida
PODRED: Ammodiscina
Superfamilija: Ammodiscoidea Reuss, 1826
Familija: Ammodiscidae Reuss, 1862
Rod: *Ammodiscus,* Reuss 1862
RAZRED: FORAMINIFERA INCERTAE SEDIS
RED: Lagenida
Superfalilija: Nodosarioidea Ehrenberg, 1839
Familija: Nodosariidae Ehrenberg, 1838
Subfamilija: Nodosariinae Ehrenberg, 1838
Rod: *Nodosaria* Lamarck, 1816
Familija: Vaginulinidae Reuss, 1860
Subfamilija: Lenticulininae Chapman et al., 1934
Rod: Lenticulina Lamarck, 1804
Superfamilija: Polymorphinoidea
Familija: Ellipsolagenidae Silvestri, 1923
Subfamilija: Ellipsolageninae Silvestri, 1923
Rod: *Fissurina* Reuss, 1850
Familija: Glandulinidae Reuss, 1860
Subfamilija: Glandulininae Reuss, 1860
Rod: *Glandulina* d'Orbigny, 1839

7.3. RODOVI I VRSTE BENTIČKIH FORAMINIFERA

Ukupno je određeno 33 vrsta bentičkih foraminifera (Tablica 4).

Tablica 4. Apsolutna (A) i relativna (%) zastupljenost bentičkih forainifera po uzorcima, pokazatelji oksičnosti (Oks.) i načina života foraminifera (I/E- infauna/epifauna).

VRSTA	Uzorak 5/3		Uzorak 5/12		Uzorak 5/17		Oks.	I/E
	A	%	A	%	A	%		
Asterigerinata planorbis d'Orbigny, 1846	2	0,7	7	2,1	3	1,3	O	E
Bulimina elongata d'Orbigny, 1846	32	11,3	6	1,7	0	0,0	D	I
Bulimina insignis Luczkowska, 1960	0	0,0	21	6,3	2	1,0	D	I
Globobulimina pyrula d'Orbigny, 1846	1	0,3	0	0,0	1	0,4	D	I
Uvigerina acuminata Hosius, 1895	17	6,0	2	0,6	3	1,3	D	I
Uvigerina semiornara d'Orbigny, 1846	17	6,0	0	0,0	0	0,0	D	I
Uvigerina venusta Franzenau, 1894	11	3,9	0	0,0	0	0,0	D	I
Anommalinoides badenensis d'Orbigny	14	5,0	19	5,7	25	11,1	O	E
Chilostomella sp. Reuss, 1849	9	3,2	4	1,2	11	4,9	D	I
Hansenisca soldani d'Orbigny, 1826	10	3,5	0	0,0	0	0,0	S	E
Valvulineria complanata d'Orbigny, 1846	5	1,8	15	4,4	10	4,4	D	E
Virgulinella persuta Reuss, 1861	4	1,4	0	0,0	2	0,9	D	E
Melonis pompiloides Fichtel & Moll, 1798	1	0,3	0	0,0	4	1,8	S	I
Pullenia bulloides d'Orbigny, 1846	2	0,7	5	1,5	0	0,0	S	I
Pullenia catalinaensis McCulloch, 1977	4	1,4	0	0,0	0	0,0	S	I
Cibicidoides lobatulus Walter & Jacob, 1878	7	2,5	10	3,0	10	4,4	O	E
Cibicidoides pachyderma Rzehak 1886	2	0,7	25	7,4	24	10,7	O	E
Heterolepa dutamplei d'Orbigny, 1846	6	2,1	4	1,2	0	0,0	O	E
Planulina wuellerstrofi Schwager, 1866	11	3,9	39	11,6	0	0,0	O	E
Elphidium aculeatum d'Orbigny, 1846	0	0,0	16	4,8	2	1,0	O	E
Elphidium crispum Linnaeus, 1758	1	0,3	5	1,5	0	0,0	O	E
Elphidium fictellianum d'Orbigny, 1846	10	3,5	25	7,4	11	4,9	O	E
Bolivina dilatata Reuss, 1850	4	1,4	69	20,5	49	21,8	D	I
Bolivina pokornyi Cicha & Zapletalova, 1963	37	13,0	18	5,4	6	2,7	D	I
Bolivina pseudoplicata Heron-Allen & Aerland, 1930	2	0,7	0	0,0	7	3,1	D	I
Fursenkoina sp. Loeblich & Tappan, 1961	8	2,8	0	0,0	0	0,0	S	I
Cassidulina levignata d'Orbigny, 1826	30	10,6	16	4,8	34	15,1	S	I/E
Globocassidulina crassa d'Orbigny, 1839	31	11,0	21	6,3	7	3,1	O	I
Ammodiscus sp. Reuss, 1862	0	0,0	1	0,3	12	5,3	S	I
Nodosaria sp. Lamarck, 1816	0	0,0	1	0,3	0	0,0	S	I
Lenticulina inornata d'Orbigny, 1846	1	0,3	7	2,0	0	0,0	S	E
Fissurina sp. Reuss, 1850	4	1,4	0	0,0	1	0,4	S	I
Glandulina ovula d'Orbigny, 1846	1	0,3	0	0,0	1	0,4	S	I
1UKUPNO:	284	100	336	100	225	100		

U uzorku 5/3 određeno je 29 vrsta bentičkih foraminifera, dok su u uzoraku 5/12 određeno 22 vrste. Najmanji broj vrsta određen je u uzorku 5/17, a to je 20 vrsta bentičkih foraminifera.

U uzorku 5/3 prisutne su vrste *Uvigerina semiornata, Uvigerina venusta, Hansenisca soldani, Pullenia catalinaensis* i *Fursenkoina* sp. koji se ne pojavljuju u uzorcima 5/12 i 5/17. Provodna vrsta *Bulimina insignis* nije nađena u uzorku 5/3, dok je u drugim uzorcima prisutna. To se također odnosi i na vrste *Elphidium aculeatum* i *Ammodiscus* sp.

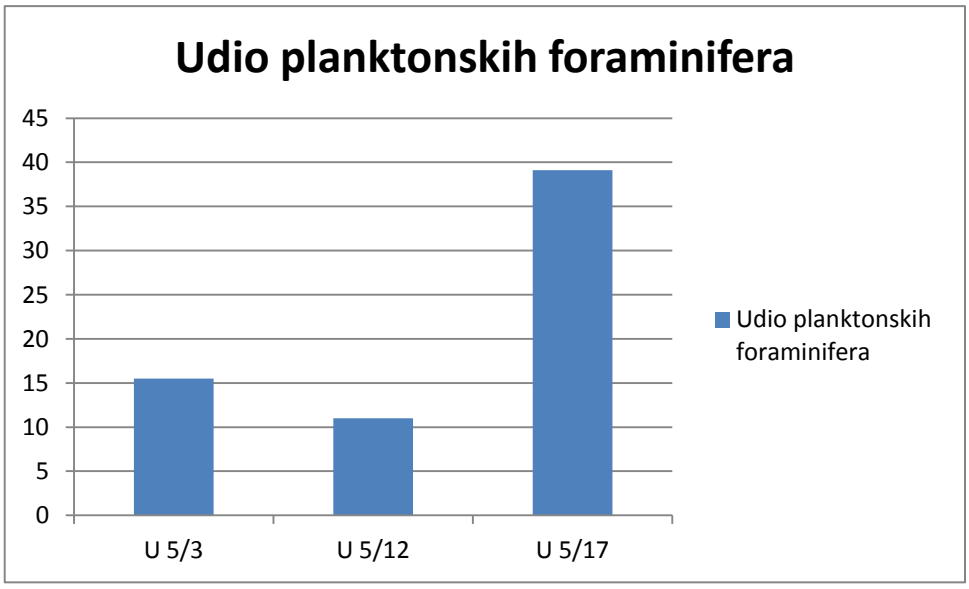
U uzorku 5/12 ne pojavljuju se vrste *Globobulimina pyrula, Virgullinela persuta, Melonis pompiloides, Bolivina pseudoplicara, Glandulina ovula* i *Fissurina* sp., dok se u druga dva uzorka pojavljuju u malom broju. Samo je u uzorku 5/12 zabilježena pojava vrste roda *Nodosaria* sp.

U uzorku 5/17 ne pojavljuju se vrste *Bulimina elongata, Pullenia bulloides, Elphidium crispum* i *Lenticulina inornata* koje su u drugim uzorcima prisutne.

7.4. PALEODUBINA

a) Odnos plankton bentos

U standardiziranom uzorku 5/3 nađeno je 49 jedinki planktonskih foraminifera, u uzorku 5/12 broj planktonskih foraminifera se smanjuje i nađeno je 35 jedinki, dok se u uzorku 5/17 ponovno povećava na 133 jedinke. Prema tome udio planktosnskih foraminifera za uzorak 5/3 iznosi 15,51%, 11,01% za uzorak 5/12 i najviše za uzorak 5/17, a to je 39,12% (Slika 8).



Slika 8. Histogramski prikaz udjela planktonskih foraminifera po uzorcima.

Prema ovim podacima (MURRAY, 1991) uzorci 5/3 i 5/12 ukazuju na taložnnje u području unutrašnjeg šelfa, dok uzorak 5/17 ukazuje na nešto dublji okoliš taloženja na srednji šelf.

b) Dubinski rasponi bentičkih foraminifera

Dubinski rasponi rodova bentičkih foraminifera prikazani su u Tablici 5.

Tablica 5. Dubinski rasponi rodova bentičkih foraminifera.

Dubina (m)/ rodovi	0	50	100	180	400	2000	4000
Asterigerinata	—	—					
Bulimina	—	—	—	—	—	—	
Globobulimina		- -	—	—	—	—	
Uvigerina			—	—	—	—	—
Anommalinoides	—	—	—	—	—	—	
Chilostomella		- -	—	—	—	—	
Hansenisca	—	—	—	—	—	—	
Valvulineria	—	—	—	—	—	—	
Virgulinella	—						
Melonis	—	—	—	—	—	—	
Pullenia		- -	—	—	—	—	
Cibicidoides	—	—	—	—	—	—	
Heterolepa	—	—	—	—	—	—	
Planulina	—	—	—	—	—	—	
Elphidium	—						
Bolivina	—	—	—	—	—	—	
Fursenkoina	—	—	—	—	—		
Cassidulina	—	—	—	—	—	—	
Globocassidulina	—	—	—	—	—	—	
Ammodiscus	—	—	—	—	—	—	
Nodosaria		—	—	—	—	—	
Lenticulina		—	—	—	—	—	
Fissurina	—	—	—	—	—	—	
Glandulina	—	—	—	—	—	—	

Iz tablice je vidljivo da se dubinski raponi rodova *Asterigerinata, Virgulinella* i *Elphidium* ne preklapaju s dubinskim raponima ostalih rodova što potvrđuje činjenicu da su oni transportirani iz plitkovodnih okoliša u dubljevodne. Također se može reći da foraminiferski rodovi žive u raponu od 50 do 4000 m, to odgovara okolišima od srednjeg šelfa do batijala.

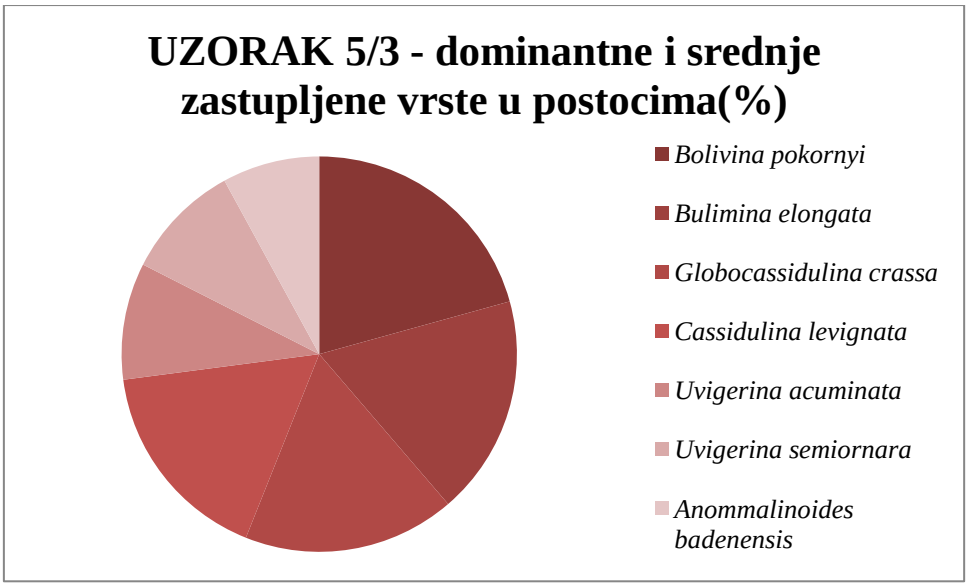
c) Modificirani odnos planktonskih i bentičkih foraminifera

Kod ove metode prilikom računanja udjela planktonskih foraminifera izbačeni su stress-markeri i transportirane foraminifere. Stres markeri su rodovi *Bulimina, Globobulimina, Uvigerina, Chilostomella, Bolivina* i *Fursenkoina,* dok su transportirani rodovi *Asterigerinata, Virgulinella* i *Elphidium.*

Modificirani odnos planktona i bentosa ($P_{c)}$ za uzorak 5/3 iznosi $P_{c=}$27,53, za uzorak 5/12 P_c= 17,68 i za uzorak 5/17 P_c=50,9. Tako dubina za uzorak 5/3 iznosi 96 metara i odgovara okolišu srednjeg šelfa, za uzorak 5/12 iznosi 68 metara što također odgvara području srednjeg šelfa i za uzorak 5/17 iznosi 219 metara što odgovara području gornjeg batijala.

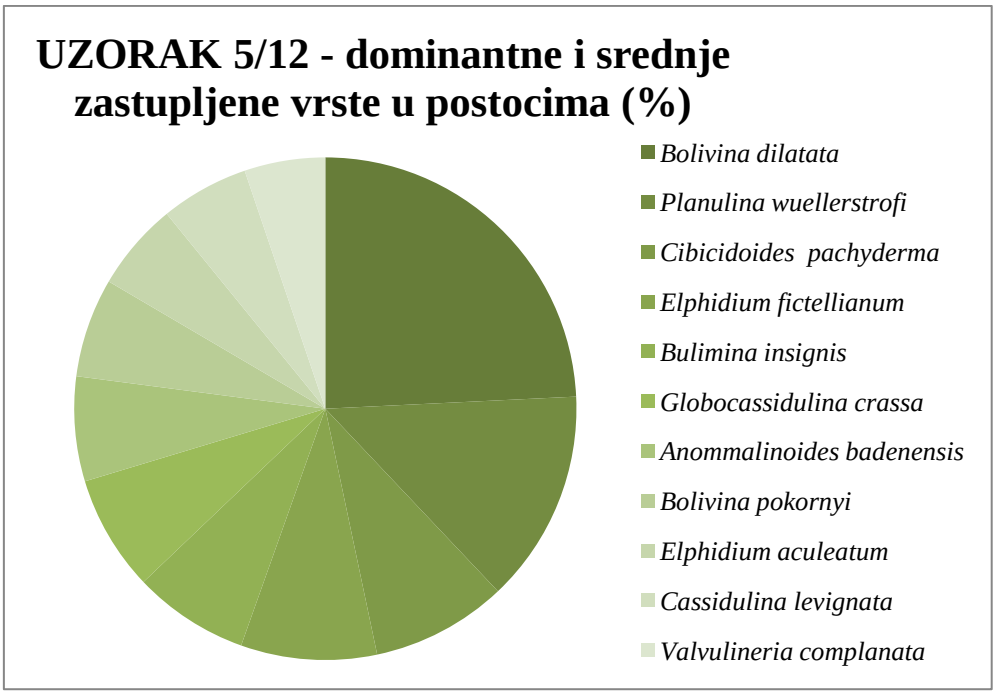
7.5. DOMINANTNE I SREDNJE ZASTUPLJENE VRSTE

U uzorku 5/3 dominantne vrste bentičkih foraminifera su *Bolivina pokornyi* (13,0%), *Bulimina elongata* (11,3%), *Globocassidulina crossa* (11,0%) i *Cassidulina leavignata* (10,6%). Srednje zastupljene vrste su *Uvigerina acuminata* (6,0%) *Uvigerina semiornata* (6,0%) i *Anommalinoides badenensis* (5,0%) (Tablica 4, Slika 9).



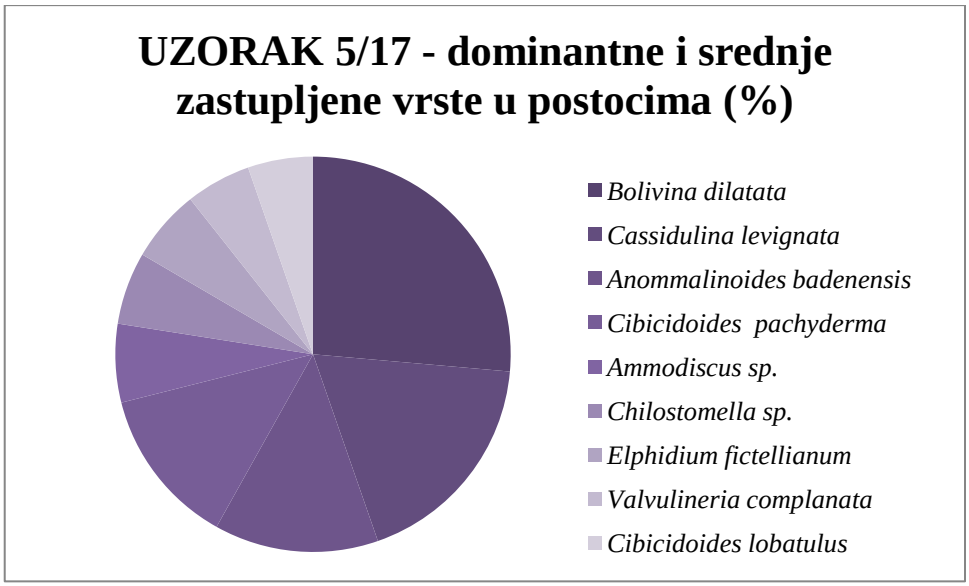
Slika 9. Ciklogramski prikaz dominantnih i srednje zastupljenih vrsta bentičkih foraminifera za uzorak 5/3.

U uzorku 5/12 dominiraju vrste *Bolivina dilatata* (20,5%) i *Planulina wuellenstrofi* (11.6%), a srednje zastupljene su vrste *Cibicidoides pachyderma* (7,4%), *Elphidium fictellianum* (7,4%), *Globocassidulina crassa* (6,3%), *Bulimina insignis* (6,3%), *Anommalinoides badenensis* (5,7%), *Bolivina pokornyi* (5,4%), *Elphidium aculeatum* (4,8%), *Cassidulina leavignata* (4,8%) i *Valvulineria complanata* (4,4%) (Tablica 4, Slika 10).



Slika 10. Ciklogramski prikaz dominantnih i srednje zastupljnih vrsta za uzorak 5/12.

U uzorku 5/17 dominiraju 4 vrste: to su *Bolivina dilatata* (21,8%), *Cassidulina laevignata* (15,1%), *Anommalinoides badenensis* (11,1%) i *Cibicidoides pachyderma* (10,7%), dok su srednje zastupljene vrste *Ammodiscus* sp. (5,3%), *Chilostomella* sp. (4,9%), *Elphidium fictellianum* (4,9%), *Valvulineria complanata* (4,4%) i *Cibicidoides lobatulus* (4,4%) (Tablica 4, Slika 11).



Slika 11. Ciklogramski prikaz dominantnih i srednje zastupljenih vrsta za uzorak 5/17.

7. 6. RAZNOLIKOST BENTIČKIH FORAMINIFERA

Tabela 6. Indeksi raznolikosti bentičkih foraminifera

	UZORAK 5/3	UZORAK 5/12	UZORAK 5/17
Broj vrsta	25	18	16
Shannon- Wiener indeks	2,772	2,450	2,348
Fisher α indeks	6,753	4,279	4,387
Indeks ekvitabilnosti	0,861	0,848	0,829
Indeks dominacije	0,080	0,115	0,126

Vrijednosti Shannon-Wienerovog indeksa kreću se između 2,772 i 2,348 i kroz profil padaju, što znači da raznolikost foraminiferske zajednice duž profila pada. Najveća raznolikost foraminiferske zajednice je za uzorak 5/3, najmanja za uzorak 5/17 (Tablica 6).

Vrijednosti Fisher α indeksa su između 6,753 i 4,279. Za uzorak 5/3 Fisher α indeks je najveći i iznosi 6,753 zatim kod uzorka 5/12 pada na 4,279, te kod uzorka 5/17 ponovno raste na 4,387. S obzirom na dobivene vrijednosti Fisher α indeksa mogući su različiti okoliši taloženja. Za uzorak 5/3 mogući okoliši su: hiperaline močvare, gornji i donji batijal, marinske lagune, unutrašnji šelf ili vanjski šelf. S obzirom na slične vrijedsnosti Fisher α indeksa za uzorak 5/12 i 5/17 mogući okoliši taloženja su: brakične močvare i lagune, hipersaline lagune, hipersaline močvare, gornji i donji batijal, marinske lagune i unutrašnji šelf.

Indeks ekvitabilnost duž profil pada, a vrijednosti mu se kreću između 0,861 i 0,829. Nasuprot tome vrijednosti indeksa dominacije duž profila rastu od 0,080 do 0,126. Ukazuju na to da raznolikost zajednice bentičkih foraminifera duž profila pada, te da raste dominacija.

7.6. INDEKS KISIKA BENTIČKIH FORAMINIFERA

Postoje foraminifere pokazatelji okičnih, disoksičnih i suboksičnih uvjeta. Za oksične uvjete su vrste: *Asterigernata planorbis, Anommalinoides badensis, Cibicidoides lobatulus, Cibicidoides pachyderma, Heterolepa dutamplei, Planulina wuellerstrofi, Elphidium aculeatum, Elphidium crispum, Elphidium fictellianum* i *Globacassidulina crassa.* Suboksične okoliše karakteriziraju vrste: *Hansenisca soldani, Melonis pompiloides, Pullenia bulloides, Pullenia catalinaensis, Cassidulina levignata, Lenticulina inornata,Glandulina ovula, Fursenkoina* sp., *Ammodiscus* sp., *Nodosaria* sp. i *Fissurina* sp. Vrste koje teloriraju disoksiju su: *Bulimina elongata, Bulimina insignis, Globobulimina pyrula, Uvigerina acuminata, Uvigerina semiornata, Uvigerina venusta, Valvulineria complanata, Virgulinella persuta, Bolivina dilatata, Bolivina pokornyi, Bolivina pseudoplicata* i *Chilostomella* sp. (Tablica 3).

Najbrojniji oksični pokazatelji su u uzorku 5/12 s 41,7% ukupnog udijela, suboksični u uzorku 5/17 s 25,1%, dok su disoksične foraminifere najzastuljenije u uzorku 5/3 s 50,6% ukupnog udijela. Generalno, u svim uzorcima disoksične foraminifere su najčešće, slijede oksične, pa suboksične (Tablica 7).

Tablica 7. Broj oksičnih pokazatelja kroz uzorke i iznos BFOI indeksa.

OKSIČNOST	UZORAK 5/3		UZORAK 5/12		UZORAK 5/17	
	Broj jedinki	%	Broj jedinki	%	Broj jedinki	%
Oksične	71	26,6	118	41,7	66	31,9
Suboksične	61	22,8	30	10,6	52	25,1
Disoksične	135	50,6	135	47,7	89	43,0
UKUPNO	267	100	283	100	207	100
BFOI	34,5		46,6		42,6	
Uvjeti oksičnosti	Srednje oksični uvjeti		Srednje oksični uvjeti		Srednje oksični uvjeti	

Zbog prisutnosti oksičnih pokazatelja u uzorku, za izračun BFOI korištena je formula: BFOI=[O/(O+D)]x100. Indeks kisika za uzorak 5/3 iznosi 34,5, za uzorak 5/12 raste na 46,6, dok za uzorak 5/17 ponovno pada i iznosi 42,6. Na temelju BFOI indeksa uvjeti na morskome dnu su srednje oksični, s tim da su najniže koncentracije kisika zabilježene u uzorku 5/3.

8. RASPRAVA

Mikrofosilna zajednica lokaliteta Donje Orešje bogata je planktonskim i bentičkim foraminiferama koje su izuzetno dobro očuvane. Također su prisutni i ostrakodi i spikule spužvi, te fragmenti bodlja ježinaca i kolonije briozoa. Detaljno su proučene bentičke foraminifere, na temelju kojih je napravljena paleoekološka rekonstrukcija. Ukupno je određeno 24 roda i 33 vrsta bentičkih foraminifera, koje pripadaju redovima Rotaliida, Spirillida i Lagenida.

Starost proučavanih naslaga određena je na osnovu preklapanja stratigrafskih raspona određenih vrsta bentičkih foraminifera. Na temelju pojavljivanja provodne vrste *Bulimina insignis* utvrđena je starost gornji baden, što bi odgovaralo *Bulimina-Bolivina* zoni Centralnog Paratethysa.

Za određivanje paleodubine korištene su tri metode: odnos plankton/bentos, dubinski raponi bentičkih foraminifera i modificirani odnos planktonskih i bentičkih forminifera. Za uzork 5/3 kod metode plankton/bentos udio planktonh foraminifera iznosi 15,51%, te ukazuje na okoliš unutrašnjeg šelfa. U uzorku 5/12 kod iste metode postotak planktonskih foraminifera pada na 11,01%, ali to i dalje ukazuje na okoliš unutrašnjeg šelfa, dok za uzorak 5/17 udio planktonskih foraminifera raste na 39,12% i to odgovara okolišu srednjeg šelfa. Primjena metode preklapanja dubinskih raspona rodova pokazala je da je dubina taloženja u rasponu od 50 do 4000 metara, što odgovara okolišima od srednjeg šelfa do batijala. Prema metodi modificiranog odnosa planktona i bentosa uzorak 5/3 je istaložen na dubuni od 96 m, što odgovara okolišu srednjeg šelfa. Zatim dubina taloženja za uzorak 5/12 pada na 68 m, ali i dalje odgovara okolišu srednjeg šelfa, te dubina ponovno raste na 219 m za uzorak 5/17, što odgovara okolišu donjeg batijala. Evidentirano je da duž profila dolazi do oscilacije paleodubine taložnog okoliša. U donjem i srednje dijelu profila okoliš odgovara unutrašnjem do srednjem šelfu, dok u gornjem dijelu profila dolazi do porasta dubine.

U uzorku 5/3 određena su 22 roda bentičkih foraminifera, te je određeno 29 vrsta. Dominantne vrste su *Bulimina elongata, Bolivina pokornyi, Cassidulina leavignata* i *Globocassidulina crassa,* dok su srednje zastupljene vrste *Uvigerina acumina, Uvigerina semiornata* i *Anommalinoides badenensis.* Shannon-Wienerov indeks iznosi 2,772, Fisher α indeks je 6,753, indeks ekvitabilnosti je 0,861 i indeks dominacije je 0,080. Indeks kisika bentičkih foraminifera je 34,5 i ukazuje na srednje oksične uvjete pri morskome dnu.

U uzorku 5/12 određeno je 17 rodova bentičkih foraminifera i 22 vrste. Dominiraju vrste *Planulina wuellerstrofi* i *Bolivina dilatata.* Srednje zastupljene vrste su *Bulimina insignis, Anommalinoides badenensis, Valvulineria complanata, Cibicidoides pachyderma, Elphidium aculeatum, Elphidium fictilleanum, Bolivina pokornyi, Cassidulina leavignata* i *Globocassidulina crassa.* Shannon-Wienerov indeks iznosi 2,450, Fisher α 4,279, indeks ekvitabilnosti 0,848 i indeks dominacije 0,115. BFOI je 46,6 što odgovara srednje oksičnim uvjetima na morskome dnu.

Kod uzorka 5/17 određeno je 17 rodova bentičkih foraminifera i 20 vrsta. Dominantne vrste su *Anommalinoides badenensis, Cibicidoides pachyderma, Bolivina dilatata* i *Cassidulina leavignata,* dok su srednje zastupljene vrste *Valvulineria complanata, Cibicidoides lobatulus, Elphidium fictelleanum* i rodovi *Chilostomella* i *Ammodiscus.* Shannon-Wienerov indeks iznosi 2,348, Fisher α je 4,387, indeks ekvitabilnosti je 0,829, te je indeks dominacije 0,126. Na morskome dnu, s obzirom da BFOI iznosi 42,6, bili su srednje oksični uvjeti.

Pokazatelji raznolikosti ukazuju na to da raznolikost bentičkih foraminifera duž profila opada, dok dominacija duž profila raste. Duž profila uvjeti na morskome dnu bili su srednje oksični, s tim da su nešto veće vrijednosti otopljenog kisika zabilježene u gornjem dijelu stupa.

9. ZAKLJUČAK

Detaljno su analizirane bentičke foraminifere lokaliteta Donje Orešje. Ukupno je određeno 24 roda i 33 vrste bentičkih foraminifera. Starost proučavanih naslaga je gornji baden, tj *Bulimina-Bolivina* zona, što je određeno na temelju pojavljivanja provodne vrste *Bulimina insignis.*

Kod određivanja paleodubine korištene su tri metode. Metoda odnosa plankton/bentos ukazuje da se u donjem i srednjem dijelu profila taloženje odvijalo na području unutrašnjeg šelfa, dok u gornjem dijelu dolazi do produbljavanja na okoliš srednjeg šelfa. Na temelju metode preklapanja dubinskih raspona rodova dobiveni rezultati za sva tri uzorka ukazuju na okoliš taloženja od 50 m do 4000 m, odnosno od srednjg šelfa do batijala. Kod metode modificiranog odnosa planktonskih i bentičkih foraminifera dubina taložnog okoliša u donjem dijelu profila iznosi 96 m, odnosno dubina odgovara okolišu srednjeg šelfa, u srednjem dijelu profila dubina se smanjuje na 68 m i odgovara također okolišu srednjeg šelfa, te dubina u gornjem dijelu profila raste na 219 m i odgovara području donjeg batijala. Na temelju ovih podataka može se zaključiti da dolazi do oscilacija u paleodubini.

Utvrđeno je da je na lokalitetu Donje Orešje raznolikost zajednice bentičkih foraminifera najveća u donjem dijelu profila te da opada prema gornjem dijelu, uz porast dominacije, te da su obitavali srednje oksični uvjeti na morskome dnu.

10. LITERATURA

BARJAKTAREVIĆ, Z. (1976): O pretaloženoj tortonskoj i sarmatskoj foraminiferskoj fauni Markuševca kod Zagreba. Geol. vjesnik, 29, 379-387.

BARJAKTAREVIĆ, Z. (1982): Mikrofosili i nanofosili srednjeg miocena u biostratigrafiji i paleogeografiji sjeverne Hrvatske. Disertacija. Prir.-mat. fak. Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 194 str., 30 tab.

BARJAKTAREVIĆ, Z. (1983): Middle Miocene (Badenian and lower Sarmatian) nannnnofossils of Northern Croatia. Paleontolog. Jugosl., 30, 5-23, 21 tab.

BARJAKTAREVIĆ, Z. (1984): Primjena mikroforaminiferskih zajednica i nanofosila u biostratigrafskoj klasifikaciji srednjeg miocena sjeverne Hrvatske. Acta Geol., 14/1, 1-34.

BASCH, O. & MATIČEC, D. (1980): Osnovna geološka karta SFRJ 1:10000. Tumač za list Ivanić Grad, L 33-81. 5-62. Inst. za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geol. zavod, Beograd.

BOARDMAN, R.S., CHEETHAM, A.H. & ROWELL, A.J. (1987): Fossil invertebrates. Wiley, 1991, 728 str.

BOUDAGHER- FADEL, K.M. (2015): Biostratigraphic and Geological Significiennce of Planktonic foraminifera. UCL Press, 2015, 1-288.

BUZAS, M.A. (1979): The measurement of species diversity. U: Foraminiferal Ecology and Paleoecology, J.H. Lipps, W.H. Berger, M.A. Buzas, R.G. Douglas & A. Rossc, (ur.), Soc. Paleont. Mineral., Washington, Short Course, 6, 3-10.

CICHA, I., RÖGL, F., RUPP, C. & CTYROKA, J. (1998): Oligocene-Miocene foraminifera of the Central Paratethys. Verlag Waldemar, Frankfurt am Mein, Kramer, 1-325.

ČUBRILOVIĆ, V. (1933): Tercijar jugozapadnog dijela Zagrebačke gore. Vesn. geol. instit. kr. Jugoslavije, 2, Beograd.

FOETTERLE, F. (1861-1862): Geologische karte von Kroatien. Jahrb. Geol. R. A., Beč.

GORJANOVIĆ-KRAMBERG, D. (1908): Geologijska prijegledna karta Kraljevine Hrvatske- Slovenije. Tumač geologijskoj karti Zagreb (Zona 22), 75 str., 6 tab., geol. Tek. Karta, Zagreb.

GRILL, R.(1943): Über mikropaläontologische Gliederungsmöglich-
keiten im Miozän des Wiener Beckens. Mitt. Reichsanst. Bodenforschung 6, 33-44.

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

KAIHO, K. (1994): Benthic foraminiferal dissolved-oxygen indeks and dissolved-oxygen levels in the modern ocean. Geology, 22, 719-722.

KAIHO, K. (1999): Effect of organic carbon flux and dissolved oxgen on the benthic foraminiferal oxygen indeks (BFOI). Mar. Micropaleontol., 37, 67-76.

KOCHANSKY, V. (1944): fauna marinskog miocena južnog pobočja Medvednice Zagrebačke gore. Geol. vijesnik Hrv. drž. geol. zav., Hrv. drž. geol. muz., Vol 2/3, 171-280, 3 tab., Zagreb.

KOCHANSKY, V. (1956): O fauni marinskog miocena i o tortonskom „šliru“ Medvednice. Geol. vijesnik, 10, Zagreb.

KOCH, F. (1919): Fauna gornje krede Zagrebačke gore. Glasn. Hrv. prir. društva 31/2, Zagreb.

KOCH, F. (1921): Die Fauna der Oberen Kreide der Zagrebačka gora in Kroatien. Glasn. Hrv. prir. društva 33/2, Zagreb.

KOVAČ, M., HADOČKOVA, N., HALASOVA, E., KOVAČOVA, M., HOLCVA, K., OSZCZYPKO-CLOWES, M., BALDI, K., LESS, G., NAGYMAROSY, A., KLUČIAR, T. & JAMRICH, M. (2017): The Central Paratethys palaeoceanography: a water circulation model based on microfossil proxies, climate, and changes of depositional enviroment. Acta Geologica Slovaca, 75-114.

KOVAČ, M., ANDREYEVA-GRIGOROVICH, A., BAJRAKTAREVIĆ, Z., BRZOBOHATÝ, R., FILIPESCU, S., FODOR, L., HARZHAUSER, M., NAGYMAROSY, A., OSZCZYPKO, N., PAVELIĆ, D., RÖGL, F., SAFTIĆ, B., SLIVA,

U. & STUDENCKA, B. (2007): Badenian evolution of the Central Paratethys Sea: paleogeography, climate and eustatic sea-level changes. Geologica Carpathica, 576-606.

LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H. (1988a): Foraminiferal genera and their classification. Van Nostrand Reinhold, New York, 1-847.

LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H. (1988b): Foraminiferal genera and their classification-plates. Van Nostrand Reinhold, New York, 1-970

MURRAY, J.W. (1991): Ecology and paleoecology of benthic foraminifera. John Wiley & Sons, New York, 379 str.

MURRAY, J. W. (2006): Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. Cambridge, 337-343.

PAPP, A., CICHA, I., & ČTYROKÁ, J. (1978): Foraminifera. U: Chronostratigraphie und neostratotypen miozän der Zentralen Parathetys. Badenian, A. Papp, I. Cicha, J. Seneš & F. Steininger, (ur.), Verlag der Slowak. Akad. der Wissen., Bratislava, 263-325.

PAPP, A. & SCHMID, M.E. (1985): Die Fossilen Foraminiferen des Tertiären Beckens von Wien. Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien, 1-311.

PEETERS, F., IVANOVA, E., CONAN, S., BRUMMER, G.J., GANSSEN, G., TROELSTRA, S. & VAN HINTE, J. (1999): A size analysis of planktic foraminifera from the Arabian Sea. Mar.Micropaleontol., 36, 31-63.

PEZELJ, Đ. (2002): Paleoekološka analiza badenskih tafofacijesa Medvednice. Magistarski rad, Prir. mat. fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1-77.

PEZELJ, Đ. (2006): Paleoekološki odnosi badena i sarmata područja Medvednice. Disertacija, Prir. mat. fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1-157.

PEZELJ, Đ., MANDIĆ, O. & ĆORIĆ, S. (2013): Paleoenvironmental dynamics in the southern Pannonian basin during initial middle Miocene marine flooding. Geologica Carpathica, 64 , 81-100.

PEZELJ, Đ., SREMAC, J., KOVAČIĆ, M., ALAGIĆ, S. & KAMPIĆ, Š (2017): Middle Miocene Badenian – Sarmatian Sedimentary Sequence in the Area of Donje Orešje (Medvednica Mt., Croatia). U: Abstracts Book: Neogene of Central and South- Eastern Europe - Horvat, M. & Wacha, L. (ur.). Zagreb: Hrvatsko geološko društvo, 46-47.

PILAR, Đ. (1881): Grundzuge der Abyssodynamik. Zagreb.

PILLER, W.E. i dr. (2007): Miocene Central Paratetys stratygraphy – current status and future directions.

POLJAK, J. (1937): Novi prilog poznavanju stratigrafije Medvednice. Vesnik geol. inst. kralj. Jugoslavije, 5, Beograd.

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

ROGL, F. (1999): Mediterian and Paratethys. Facts and hypotheses of an Oligocene to Miocene Paleogeography (short overview). Geol. Carpathica, 50, 339-349.

SANT, K., PALCU, D.V., MANDIC, O. & KRIJGSMAN, W. (2017): Changing seas in the Early – Middle Miocene of Central Europe: a Mediterranean approach to Paratethyan stratigaphy. Terra Nova., 1-9.

ŠIKIĆ, K. (1995): Prikaz geološke građe Medvednice. U: Geološki vodič Medvednice, K. Šikić, (ur.), Inst. geol. istraž., Zagreb, 7-30.

ŠIKIĆ, K., BASCH, O., ŠIMUNIĆ, A., ŠIKIĆ, L. & PIKIJA, M. (1972): Osnovna geološka karta SFRJ 1:10000. Tumač za list Zagreb, L 33-80. 5-76. Inst. za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geol. zavod, Beograd.

ŠIKIĆ, L. (1967): Torton i sarmat jugozapadnog dijela Mdvednice na osnovu faune foramninifera. Geološki vjesnik, 20, 127-135, 2 tab., 1 karta, Zagreb.

ŠIKIĆ, L. (1968): Stratigrafija miocena sjeveroistočnog dijela Medvednice na osnovu faune foraminifera. Geološki vjesnik, 21, 213-227, 3 tab., 1 tabela, Zagreb.

ŠIMUNIĆ, AN., PIKIJA, M., HEČIMOVIĆ, I. & ŠIMUNIĆ, AL. (1982): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000. Tumač za list Varaždin. L 33-69, Zag. sav. geol. zavod, 5-70, Beograd.

TUĆAN, F. (1919): Naše rudno blago. Matica Hrvatska, Zagreb.

TABELE

I - IV

TABELA I

Bentičke foraminifere iz uzorka 5/3

1. *Uvigerina acuminata* Hosius, 1895

2. *Uvigerina semiornata* d'Orbigny, 1846

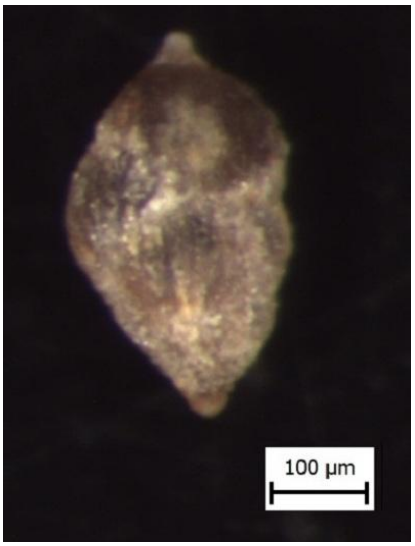
3. *Bulimina elongata* d'Orbigny, 1846

4. *Bolivna pseudoplicata* Heron- Allen & Aerland, 1930

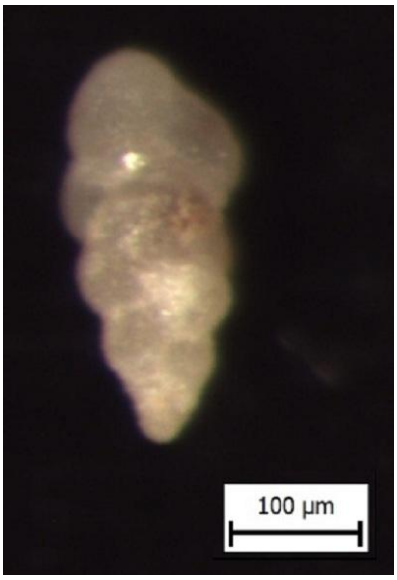
5. *Cassidulina leavignata* d'Orbigny, 1826

6. *Globocassidulina crassa* d'Orbigny, 1839

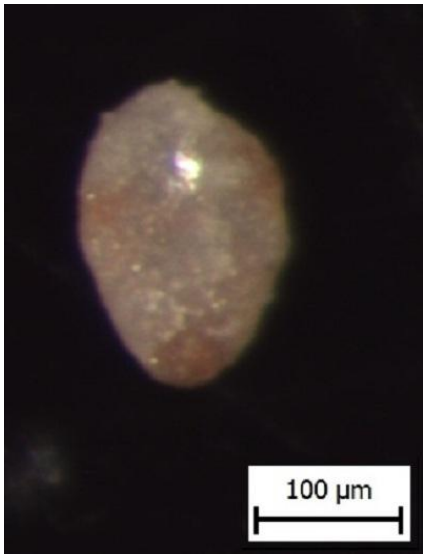
1



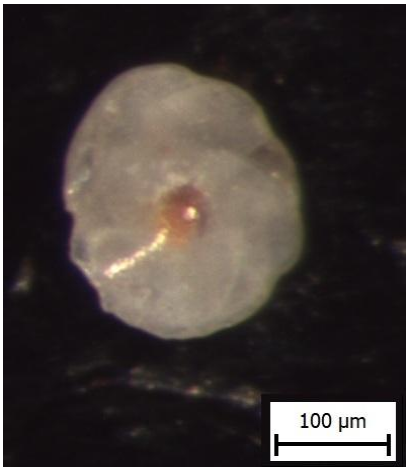
2



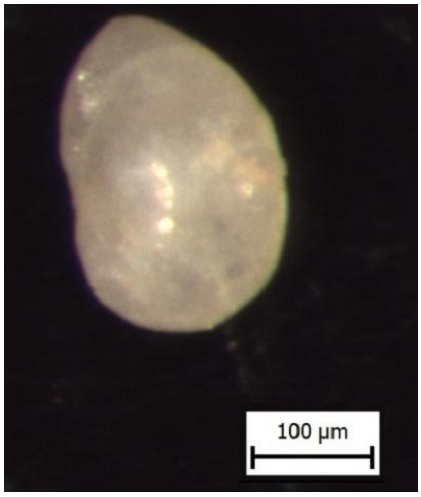
3



4



5



6

TABELA II

Bentičke foraminifere iz uzorka 5/12

1. *Planulina wuellerstrofi* Schwager, 1899 dorzalna strana

2. *Bulimina insignis* Luczkowska, 1960

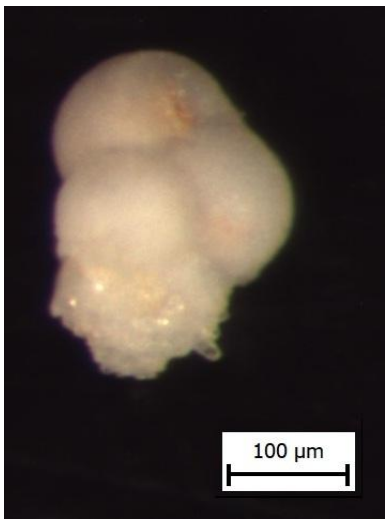
3. *Elphidium fictellianum* d'Orbigny, 1846

4. *Elphidium aculeatum* d'Orbigny, 1846

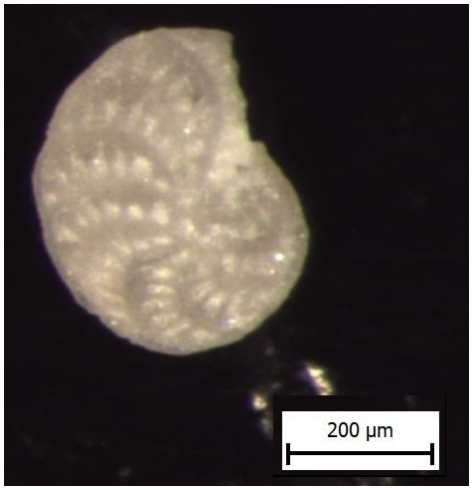
5. *Valvulineria complanata* d'Orbigny, 1846, dorzalna strana

6. *Pullenia buloides* d'Orbigny, 1846

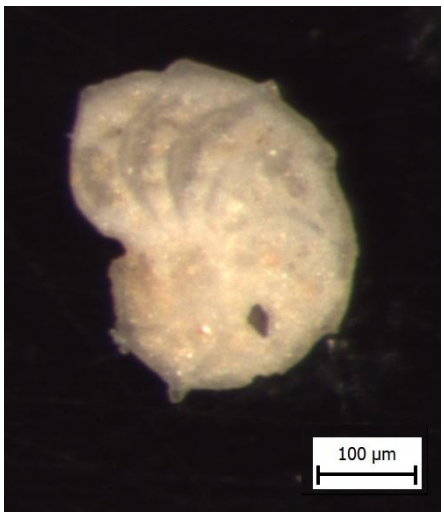
1



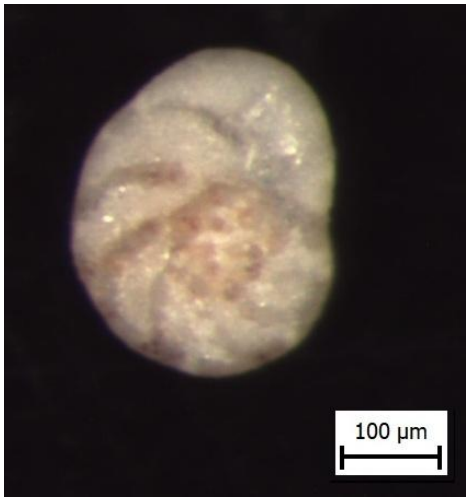
2



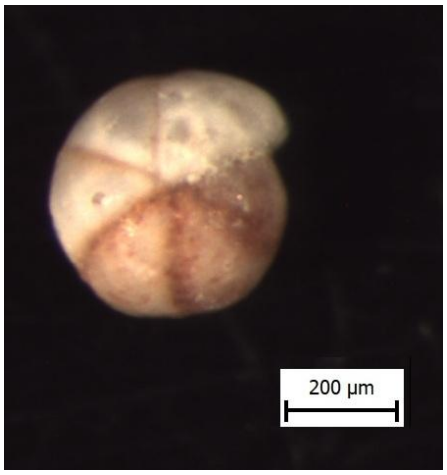
3



4



5



6

TABELA III

Bentičke foraminifere iz uzorka 5/17

1.*Ammodiscus ap.* Reuss, 1862

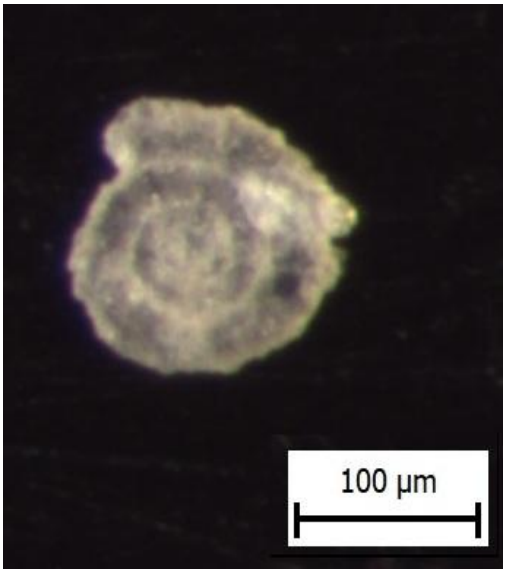
2. *Virgulinella persuta* Reuss, 1861

3. *Bolivina dilatata* Reuss, 1850

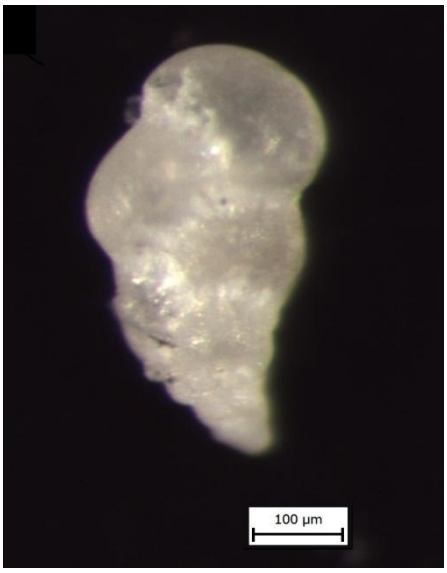
4. *Melonis pompiloides* Fichtel & Moll, 1798

5. *Anomalinoides badenensis* d'Orbigny, dorzalna strana

6. *Cibicidoides lobatulus* Walter & Jacob, 1878, dorzalna strana

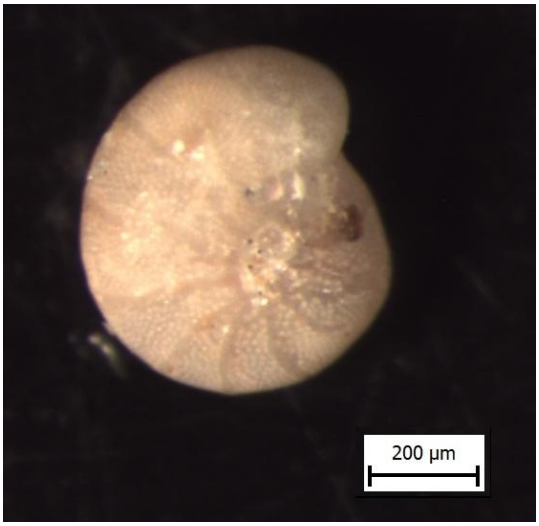


1

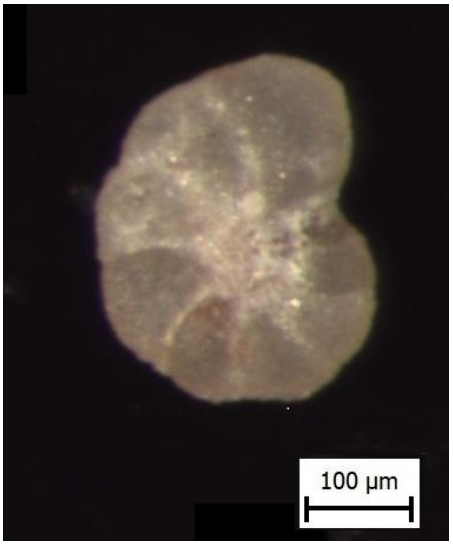


2

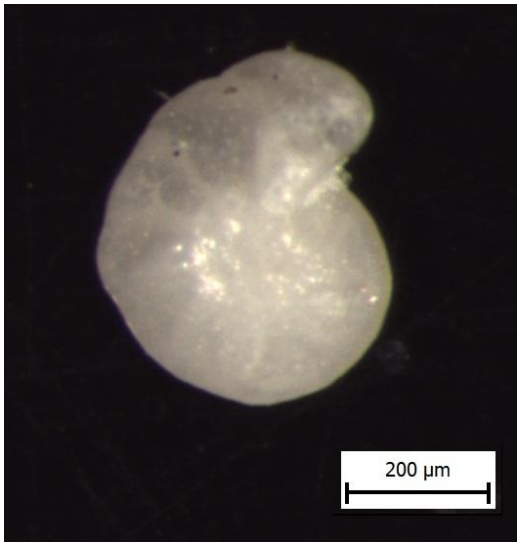
3



4



5



6

TABLA IV

Popratni mikrofosili

1. Planktonska foraminifera (uzorak 5/3)

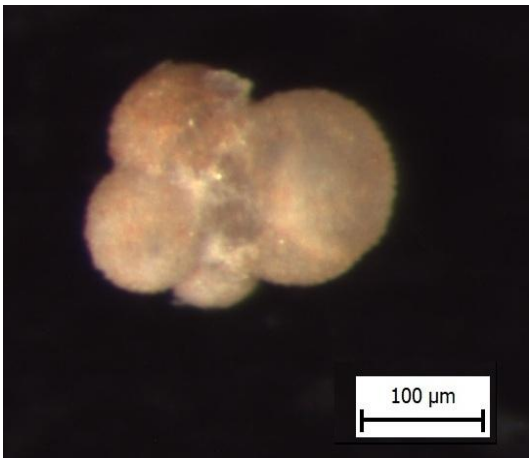
2. Fragment bodlje ježinca (uzorak 5/17)

3. Fragment briozoa (uzorak 5/12)

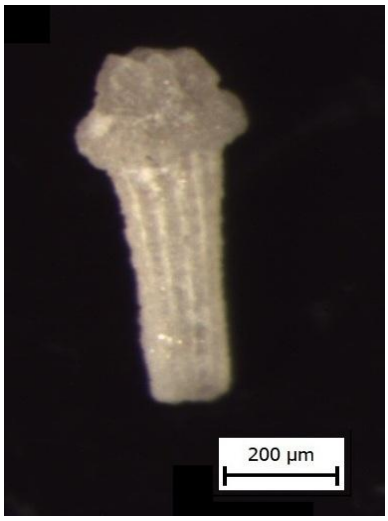
4. Spikula spužve (uzorak 5/12)

5. Ostrakod – vanjska strana ljušture (uzorak 5/17)

6. Ostrakod – karapaks sa strane (uzorak 5/17)

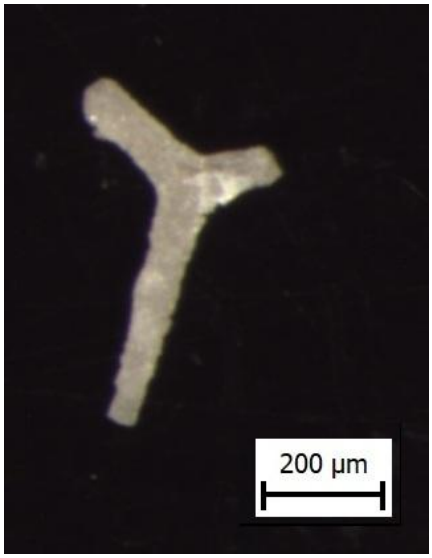


1

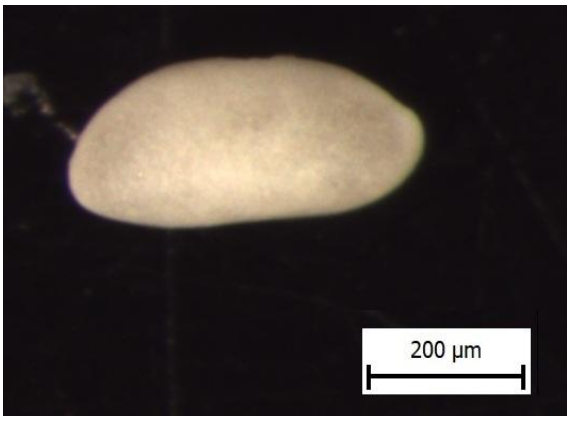


2

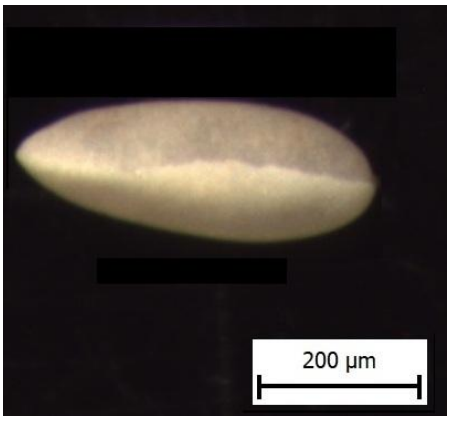
3



4



5



6