

# Paleoekološka interpretacija miocenskih foraminiferskih zajednica lokaliteta Orešje, Medvednica

---

**Kvakan, Danijel**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:269052>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-02**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Danijel Kvakani

**PALEOEKOLOŠKA INTERPRETACIJA  
MIOCENSKIH FORAMINIFERSKIH  
ZAJEDNICA LOKALITETA OREŠJE,  
MEDVEDNICA**

Diplomski rad

Zagreb, 2022. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

Danijel Kvakon

**PALEOEKOLOŠKA INTERPRETACIJA  
MIOCENSKIH FORAMINIFERSKIH  
ZAJEDNICA LOKALITETA OREŠJE,  
MEDVEDNICA**

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

Mentor:  
Izv. prof. dr. sc. Đurđica Pezelj

Zagreb, 2022. godina.

## IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

Ja, Danijel Kvakan, student Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, s prebivalištem na adresi Ruđera Boškovića 79 40329 Kotoriba, OIB 17045307616, JMBAG 0119039531, ovim putem izjavljujem pod materijalnom i kaznenom odgovornošću da je moj diplomski rad pod naslovom: Paleoekološka interpretacija miocenskih foraminiferskih zajednica lokaliteta Orešje, Medvednica, isključivo moje autorsko djelo, koje je u potpunosti samostalno napisano uz naznaku izvora drugih autora i dokumenata korištenih u radu.

U Zagrebu, 23. veljače 2022.

---

Potpis

## *Zahvale*

Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Đurđici Pezelj na vodstvu, brojnim savjetima te uloženom vremenu i trudu tijekom izrade ovog rada.

Zahvaljujem se prof. dr. sc. Vlasti Čosović na fotografiranju uzoraka.

Hvala svim mojim kolegama i prijateljima, a posebno Karlu Mateši na druženju i moralnoj potpori u teškim trenucima tijekom cijelog studija.

Također se zahvaljujem kolegici i prijateljici Katji Mužek na druženju tijekom mikroskopiranja, te pomoći i savjetima tijekom pisanja rada.

Najveća zahvala mojoj obitelji i roditeljima Spomenki i Nenadu, te sestri Martini na velikoj podršci i strpljenju za vrijeme cijelog studija.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Diplomski rad

### **Paleoekološka interpretacija miocenskih foraminiferskih zajednica lokaliteta Orešje, Medvednica**

**Danijel Kvakan**

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

**Sažetak:** Uzorci lapora su prikupljeni na sjeveroistočnom dijelu Medvednice, u kamenolomu Donje Orešje. Uzorci su obrađeni metodom šlemanja, a zatim je mikrofosilni materijal analiziran pod mikroskopom. Utvrđena je raznolika zajednica foraminifera, te je određeno ukupno 27 rodova i 38 vrsta bentičkih foraminifera.

Dubina taložnog okoliša je određena na osnovu odnosa planktonskih i bentičkih foraminifera koji upućuje na oscilacije u dubini od srednjeg do unutrašnjeg šelfa. Na temelju bentičkih foraminifera određena je starost naslaga i napravljena paleoekološka rekonstrukcija okoliša. Identifikacija usko provodnih vrsta bentičkih foraminifera *Bulimina insignis* i *Pappina neudorfensis*, ukazala je da je starost naslaga srednji miocen - gornji baden. U svim analiziranim uzorcima dominiraju foraminifere s perforatnom stijenkom i infaunalni oblici bentičkih foraminifera. Izračunati indeksi bioraznolikosti upućuju da raznolikost zajednice pada duž profila, dok istovremeno raste dominacija, ali do uzorka 5/9, gdje je situacija obrnuta. Također, duž profila oscilira i količina kisika na morskom dnu i uvjeti se mijenjaju od visoko oksičnih, preko nisko oksičnih, do srednje oksičnih.

**Ključne riječi:** bentičke foraminifere, baden, paleookoliš, Medvednica

**Rad sadrži:** 46+XII stranica, 18 slika, 7 tablica, 3 table, 44 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je pohranjen u:** Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF

**Mentor(i):** Izv. prof. dr. sc. Đurđica Pezelj, PMF, Zagreb

**Ocjenjivači:** Prof. dr. sc. Vlasta Čosović, PMF, Zagreb

Prof. dr. sc. Marijan Kovačić, PMF, Zagreb

Izv. prof. dr. sc. Đurđica Pezelj, PMF, Zagreb

**Datum završnog ispita:** 23. veljače 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

### Graduate Thesis

**Paleoecological interpretation of the Miocene foraminiferal assemblages from Orešje locality, Medvednica Mt.**

**Danijel Kvakan**

**Thesis completed in:** Laboratory of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, in the context of the graduate study of Geology

**Abstract:** Marl samples were collected in the northeastern part of Medvednica Mt., in the Donje Orešje quarry. The samples were processed by the method of wet sieving and then the microfossil material was analyzed under a microscope. A diverse assemblages of foraminifera has been identified, and a total of 27 genera and 38 species of benthic foraminifera have been identified. The depth of the paleoenvironment was determined on the basis of the ratio of planktonic and benthic foraminifera, which indicates oscillations in the depth from the middle to the inner shelf. Based on benthic foraminifera, the age of the deposits was determined and paleoecological reconstruction of the environment was made. Identification of indeks species of benthic foraminifera *Bulimina insignis* and *Pappina neudorfensis*, indicated that the age of the deposits is the Middle Miocene - Upper Badenian. Foraminifera with perforated wall and infaunal forms of benthic foraminifera dominate in all analyzed samples. The calculated biodiversity indices indicate that assemblages diversity decreasing along the profile, while dominance increasing at the same time, but up to the 5/9 sample, where the situation is reversed. Also, the oxygen content on the sea floor oscillates along the profile and the conditions change from high oxic, through low oxic, to moderately oxic.

**Keywords:** Benthic foraminifera, Badenian, Paleoenvironment, Medvednica Mt.

**Thesis contains:** 46+XII pages, 18 figures, 7 tables, III plates, 44 references

**Original in:** Croatian

**Thesis deposited in:** Central Library of Geology, Department of Geology, Faculty of Science

**Supervisor:** Associate Professor Đurđica Pezelj

**Reviewers:** Full Professor Vlasta Čosović

Full Professor Marijan Kovačić

Associate Professor Đurđica Pezelj

**Date of the final exam:** February 23, 2022

## Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Pregled dosadašnjih istraživanja .....	2
3.	Paratethys i biostratigrafija badena .....	4
3.1.	Paratethys .....	4
3.2.	Biostratigrafija badena.....	7
4.	Geologija istraživanog područja (Medvednica).....	9
5.	Geografski smještaj i opis profila .....	13
6.	Metode .....	16
6.1.	Metoda muljenja.....	16
6.2.	Standardizacija uzorka i izdvajanje mikrofosila.....	16
6.3.	Odnos planktonskih i bentičkih foraminifera .....	16
6.4.	Kriteriji određivanja rodova i vrsta bentičkih foraminifera .....	17
6.5.	Analiza zajednice bentičkih foraminifera.....	18
6.5.1.	Bogatstvo (broj) i zastupljenost vrsta .....	18
6.5.2.	Indeksi bioraznolikosti.....	19
6.5.3.	Podjela foraminifera prema tipu stijenske.....	21
6.5.4.	Indeks kisika bentičkih foraminifera .....	22
6.5.5.	Paleoekološki zahtjevi rodova .....	23
6.5.6.	Odnos epifauna/infauna .....	25
7.	Rezultati .....	26
7.1.	Odnos planktonskih i bentičkih foraminifera .....	26
7.2.	Analiza zajednice bentičkih foraminifera.....	27
7.2.1.	Bogatstvo (broj) i zastupljenost vrsta .....	27
7.2.2.	Indeksi bioraznolikosti.....	32



---

7.2.3. Podjela foraminifera prema tipu stijenke.....	32
7.2.4. Indeks kisika bentičkih foraminifera .....	33
7.2.5. Omjer epifauna/inafauna .....	34
7.3. Sistematika bentičkih foraminifera.....	35
7.4. Biostratigrafski položaj .....	36
8. Rasprava.....	39
9. Zaključak .....	42
10. Literatura.....	43
Table I - III.....	VI

## 1. Uvod

Foraminifere su jednostanični organizmi prisutni u geološkoj prošlosti još od kambrija, a žive u vodenim okolišima. Geolozima i biologima su posebno zanimljivi zbog toga što grade skelet, odnosno kućicu koja se može očuvati u fosilnom zapisu (MURRAY, 2006). Jedna od mogućih podjela foraminifera je ona prema načinu života, gdje se razlikuju bentičke i planktonske foraminifere. Detaljnom analizom planktonskih i bentičkih foraminifera moguće je odrediti starost naslaga, te napraviti paleoekološku rekonstrukciju nekadašnjih okoliša (dubina taložnog okoliša, temperatura i salinitet vode, količina kisika pri morskom dnu, oscilacije morske razine, stratifikacija vodenog stupca i dr.) (KOVAČOVA i sur., 2009).

Za izradu ovog diplomskog rada, mikropaleontološki su analizirani uzorci prikupljeni na lokalitetu Donje Orešje, koji se nalazi na sjeveroistočnim padinama Medvednice. Cilj ovog rada bio je odrediti rodove i vrste bentičkih foraminifera u uzorcima, te na temelju njih odrediti starost naslaga i interpretirati paleookoliš. U analiziranim uzorcima planktonske foraminifere nisu detaljno taksonomski određivane, ali je njihov udio unutar foraminiferske zajednice upotrijebljen za procjenu dubine taložnog okoliša.

Ovaj diplomski rad je izrađen u okviru znanstvenog projekta SEDBAS (puni naziv: Taložni paleobazeni, vodeni prolazi i migracije biote; Sedimentary paleobasins, water corridors and biota migrations) (IP-2019-04-7042).

## 2. Pregled dosadašnjih istraživanja

O geološkoj građi Medvednice postoji veliki broj objavljenih znanstvenih i stručnih radova, kako domaćih geologa i paleontologa, tako i stranih. Najstariji radovi objavljuju se sredinom 19. stoljeća, a prvi prikaz građe Medvednice daje FOETTERLE (1862). VUKOTINOVIĆ (1855, 1873) opisuje miocenske naslage i njihovu faunu okolice Zagreba. Svjetski značajni su i paleontološki radovi BRUSINE (1884, 1892) koji određuje brojne rodove i vrste miocenskih i pliocenskih mekušaca. Iz 19. stoljeća vrijedi izdvojiti i PILARA (1881) koji daje prikaz građe i geotektonsku skicu Medvednice. Ipak, najznačajnije radove o geološkoj građi Medvednice napisao je GORJANOVIĆ-KRAMBERG (1908), a uz njih je publicirao geološku kartu Zagreb u mjerilu 1:75000.

KOCH (1919, 1921) objavljuje radove u kojima se bavi gornjokrednom faunom Medvednice. TUČAN (1919) piše o pojavama ruda i korisnih minerala na Medvednici i Samoborskom gorju. POLJAK (1937) govori o pojavama brakičnih gornjooligocenskih naslaga i pješčenjaka s gipsom u jugozapadnom dijelu Medvednice.

Za paleontološke analize i biostratigrafiju najznačajniji su radovi KOCHANSKY-DEVIDE. U svom radu (1944) detaljno obrađuje miocenske okoliše i miocensku faunu Medvednice, a miocenske naslage je podijelila u tri razvoja: „Doljanski razvoj“ u jugozapadnom dijelu Medvednice, „Čučerski razvoj“ u središnjem dijelu Medvednice i „Zelinski razvoj“ u sjeveroistočnom dijelu Medvednice.

KOCHANSKY-DEVIDE (1956) piše o srednjomiocenskom „šliru“ Medvednice gdje proučava gornjobadenske i sarmatske lapore južnog i jugozapadnog dijela Medvednice, te ih uspoređuje s onima iz Bečkog bazena.

ŠIKIĆ, L. (1967) obrađuje foraminifere iz badena i sarmata jugozapadnog dijela Medvednice, te ne osnovu sastava foraminiferskih zajednica određuje stratigrafsku pripadnost pripadajućih naslaga. Godinu dana kasnije, ŠIKIĆ L. (1968) piše o stratigrafiji miocena sjeveroistočnog dijela Medvednice.

ŠIKIĆ, K. i sur. (1979) utvrđuju da na širem području Medvednice donjobadenske naslage pokazuju karakteristike transgresije u odnosu na karpatske sedimente, što se zaključuje na temelju analize planktonskih foraminifera. Također, ističu da gornjobadenske naslage, kao rezultat transgresije, pokrivaju velike površine terena.

ŠIKIĆ, K. (1995) na temelju tadašnjeg poznavanja geološke građe Medvednice izrađuje prvi cjeloviti „Geološki vodič Medvednice“.

PEZELJ (2002) mikropaleontološki obrađuje gornjobadenske naslage sa tri različita lokaliteta na Medvednici te ih međusobno uspoređuje. PEZELJ (2006) detaljno proučava foraminiferske i ostrakodne zajednice badena i sarmata za rekonstrukciju paleookoliša.

VRŠALJKO i sur. (2006) su na osnovu mekušaca interpretirali slijed okoliša na području Medvednice tijekom srednjeg miocena.

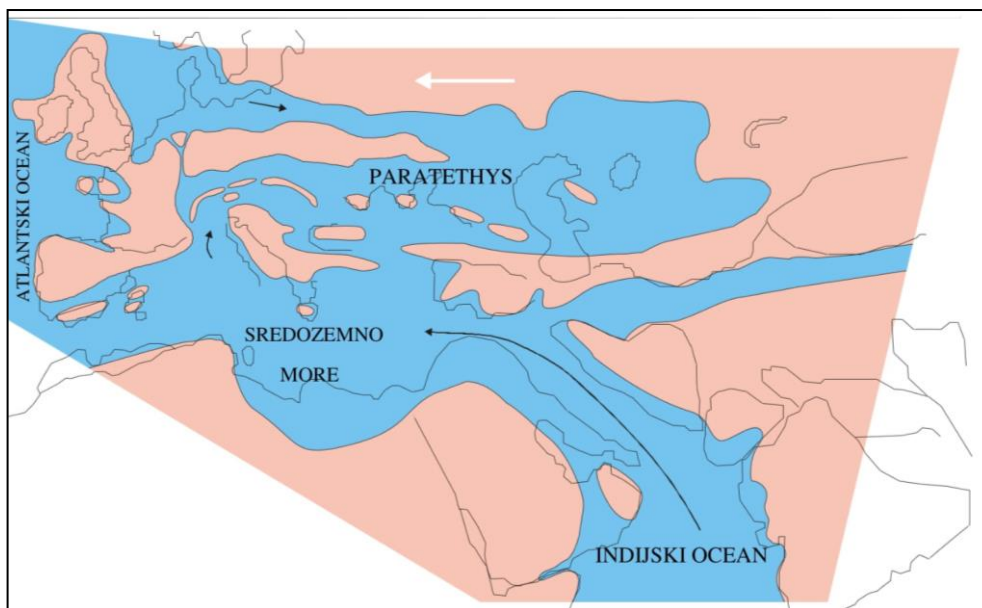
PEZELJ i sur. (2016) analizirali su plitkovodne zajednice bentičkih foraminifera sa jugozapadnih padina Medvednice, rekonstruirali paleookoliše gornjeg badena i objasnili događaje i uvjete u okolišu na granici baden/sarmat.

PEZELJ i DROBNJAK (2019) su na temelju foraminifera napravile procjenu paleodubine taložnog okoliša na jugoistočnim padinama središnjeg dijela Medvednice.

### 3. Paratethys i biostratigrafija badena

#### 3.1. Paratethys

Paratethys je more koje je postojalo tijekom oligocena i većeg dijela miocena na prostoru današnje Europe i zapadne Azije. Nastanak Paratethys mora povezan je s tektonikom ploča i nastavkom alpske orogeneze. Početkom Kenozoika između Afrike i Euroazije postojao je uski oceanski prostor Tethys. Zbog kretanja Indije prema sjeveru i njezinom kolizijom s Azijom došlo je do izdizanja Himalaja, a pomicanjem Afrike prema sjeveru i njezinom rotacijom u smjeru suprotnom od smjera kretanja kazaljki na satu došlo je do izdizanja planinskih lanaca Alpi, Dinarida, Helenida (Grčka) i Taurusa (Turska). To je sve dovelo do sužavanja nekadašnjeg Tethys oceana, a na granici eocena i oligocena on se razdvojio na Paratethys i Mediteran. Naime, sjeverno od tih planinskih lanaca “zaostaje” jedan krak Tethysa, koji se naziva Paratethys (Slika 1).



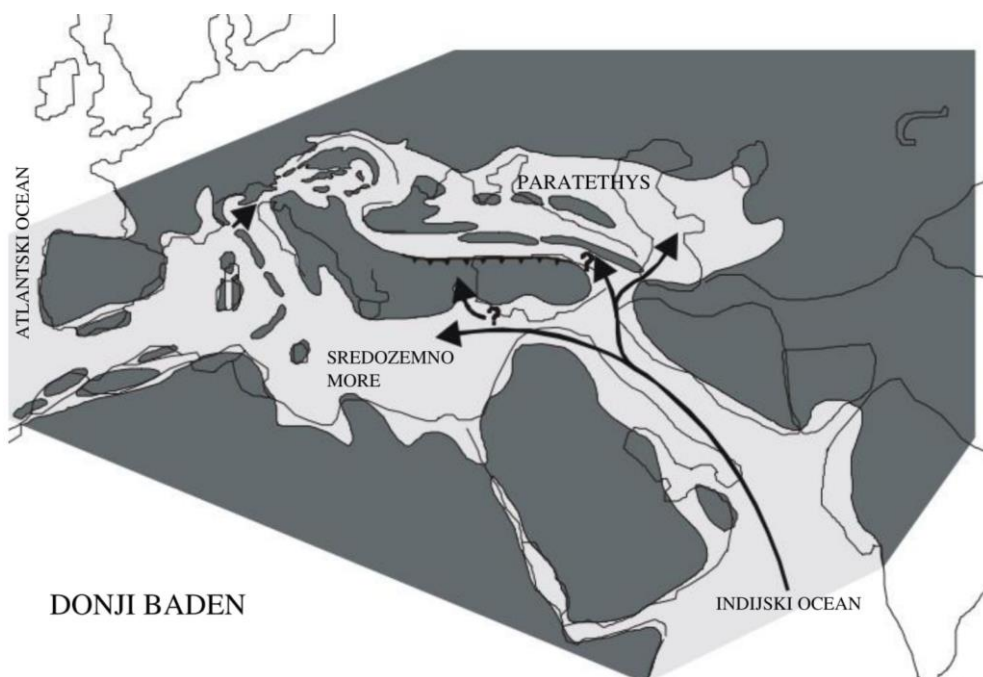
Slika 1. Nastanak mora Paratethys početkom oligocena (prilagođeno prema RÖGL, 1998).

Paratethys se dijeli na tri paleogeografske i geotektonske jedinice (RÖGL, 1998): (1) Zapadni Paratethys (sadrži alpske predgorske bazene Francuske, Švicarske, Južne Njemačke i Gornje Austrije), (2) Centralni Paratethys (uključuje istočnoalpsko-karpatске predgorske bazene od Donje Austrije do dijela istočnog predobalja Karpata i unutaralpske bazene: Bečki, Štajerski, Panonski bazenski sustav i dr.) i (3) Istočni Paratethys (obuhvaća Euksinski (Crno more) i Kaspijski bazen, te Aralsko more). Zbog zatvaranja i otvaranja morskih prolaza Paratethysa s Mediteranom i Indijskim oceanom kao i između pojedinih bazena unutar samog Paratethysa, dolazi do regionalnog razvoja različitih ekosustava

unutar samog Paratethysa. Tako postoji različita vremenska podjela za Centralni i Istočni Paratethys zbog njihove izolacije u različito vrijeme (RÖGL, 1998).

Najsloženiji period postojanja Paratethysa je srednji miocen i to posebice baden, zbog brze promjene paleogeografskih uvjeta i snažne tektonske aktivnosti (RÖGL, 1999).

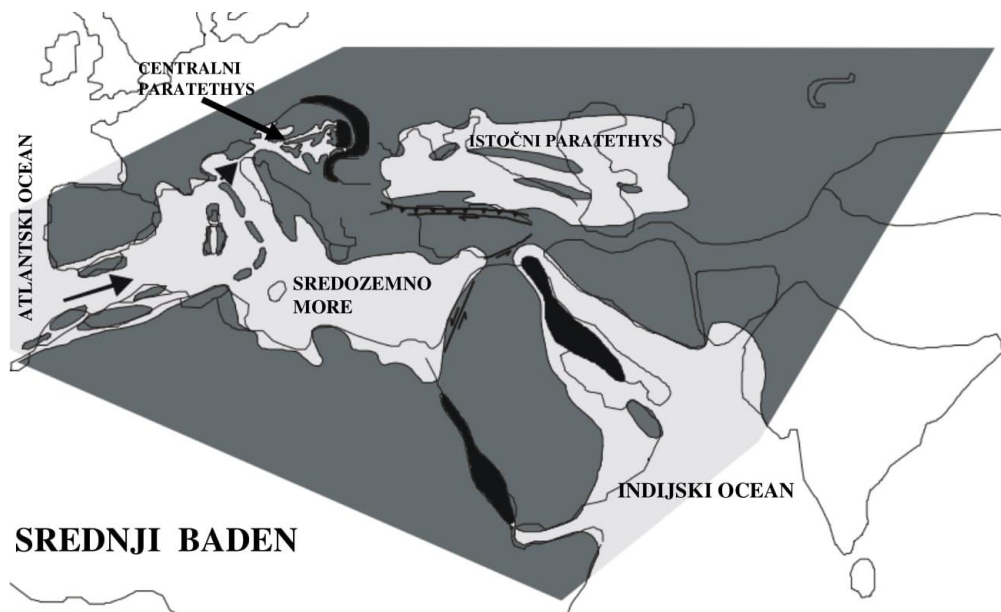
U donjem badenu (Slika 2) dolazi do velike transgresije u cijelom Cirkum-Mediterranskom području što je povezano s TB 2.3. globalnim ciklusom morske razine (Slika 5). Taj događaj poklapa se sa globalnim zatopljenjem što je dovelo do masovne pojave velikih foraminifera (*Amphistegina*, *Planostegina*) indopacifičkog porijekla u Centralnom Paratethysu. Postojala je veza između Centralnog Paratethysa i Sredozemnog mora kroz Transtetijski koridor u Sloveniji. Mikrofauna Istočnog Paratethysa je bila siromašna u odnosu na onu iz Centralnog Paratethysa (RÖGL, 1998).



Slika 2. Paleogeografska rekonstrukcija Paratethysa, Sredozemnog mora i Indijskog oceana tijekom donjeg badena (prilagođeno prema RÖGL, 1999).

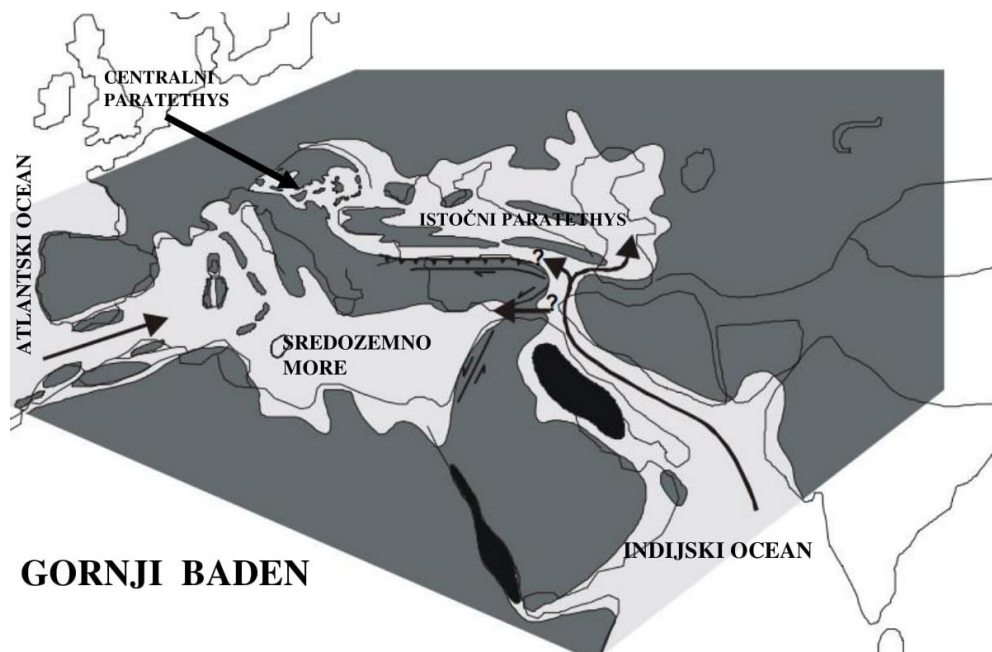
U srednjem badenu (Slika 3) dolazi do regresije što se poklapa s globalnim padom morske razine. Zatvaraju se morski prolazi između Paratethysa, Sredozemnog mora i Indijskog oceana. Također, Istočni Paratethys postaje izolirani bazen sa reduciranim salinitetom, te dolazi do pojave endemizma (RÖGL, 1999). U Centralnom Paratethysu se talože debele naslage evaporita od Poljske do Rumunjske. U Poljskoj se nalazi poznati rudnik soli Wieliczka po kojem je podkat vjelic dobio ime (RÖGL, 1998). Ipak, mali dio

Panonskog bazena je ostao povezan sa Sredozemljem kroz Transtetijski koridor u Sloveniji (RÖGL, 1999).



Slika 3. Paleogeografska rekonstrukcija Istočnog i Centralnog Paratethysa, Sredozemnog mora i Indijskog oceana tijekom srednjeg badena (prilagođeno prema RÖGL, 1999).

Razdoblje gornjeg badena (Slika 4) je obilježeno zadnjom marinskom transgresijom (što je povezano s TB 2.5. globalnim ciklusom morske razine) čime se ponovno otvara veza između Centralnog Paratethysa i Indijskog oceana.

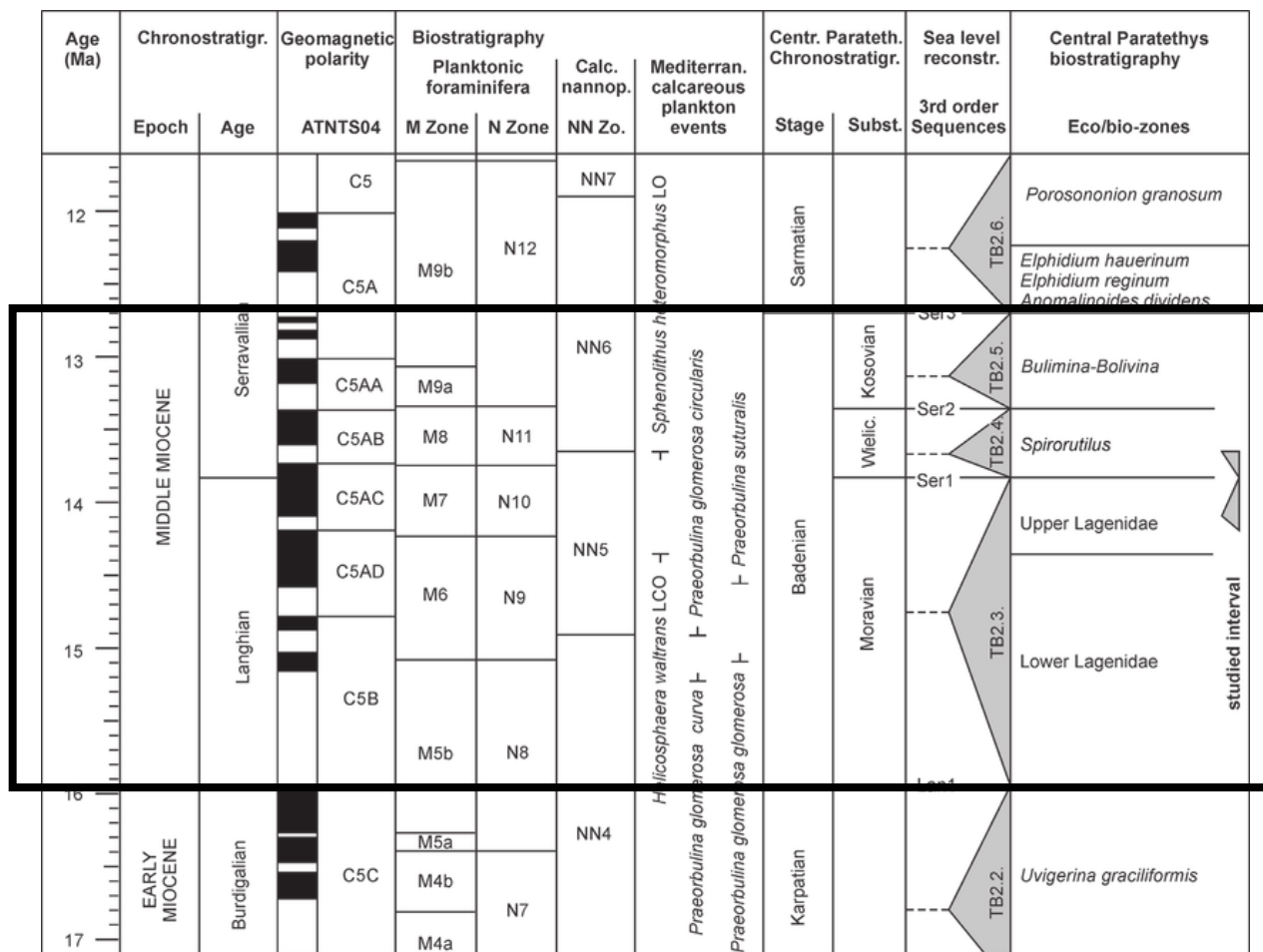


Slika 4. Paleogeografska rekonstrukcija Istočnog i Centralnog Paratethysa, Sredozemnog mora i Indijskog oceana tijekom gornjeg badena (prilagođeno prema RÖGL, 1999).

Također, zatvorena je veza između Centralnog Paratethysa i Sredozemnog mora kroz Transtetijski koridor u Sloveniji. Na evaporitne naslage talože se marinske naslage, radiolarijski šejlovi i pteropodni lapori. Te naslage su tanko uslojene i laminirane, te sadržavaju zajednicu bentičkih foraminifera u kojoj dominiraju uvigerinide i buliminide koje ukazuju na stratifikaciju vodenog stupca s smanjenom količinom kisika na morskom dnu (RÖGL, 1998). Krajem gornjeg badena, zbog regresije, veza između Paratethysa i Indijskog oceana postaje sve uža (RÖGL, 1999).

### 3.2. Biostratigrafija badena

Termin baden kao kronostratigrafsku jedinicu su uveli PAPP i CHICA (1968), a sam baden se na temelju planktonskih foraminifera može podijeliti na 3 dijela: morav (donji baden), vjelic (srednji baden) i kosov (gornji baden) (Slika 5). Početak badena definiran je prvom pojavom (FAD) planktonskog roda *Praeorbulina* prije 16,303 milijuna godina. Baden kao regionalni kat Centralnog Paratethysa podudara se s langijom i donjim seravalom prema mediteranskoj podjeli.



Slika 5. Stratigrafija srednjeg miocena (preuzeto iz PEZELJ i sur.,2013).

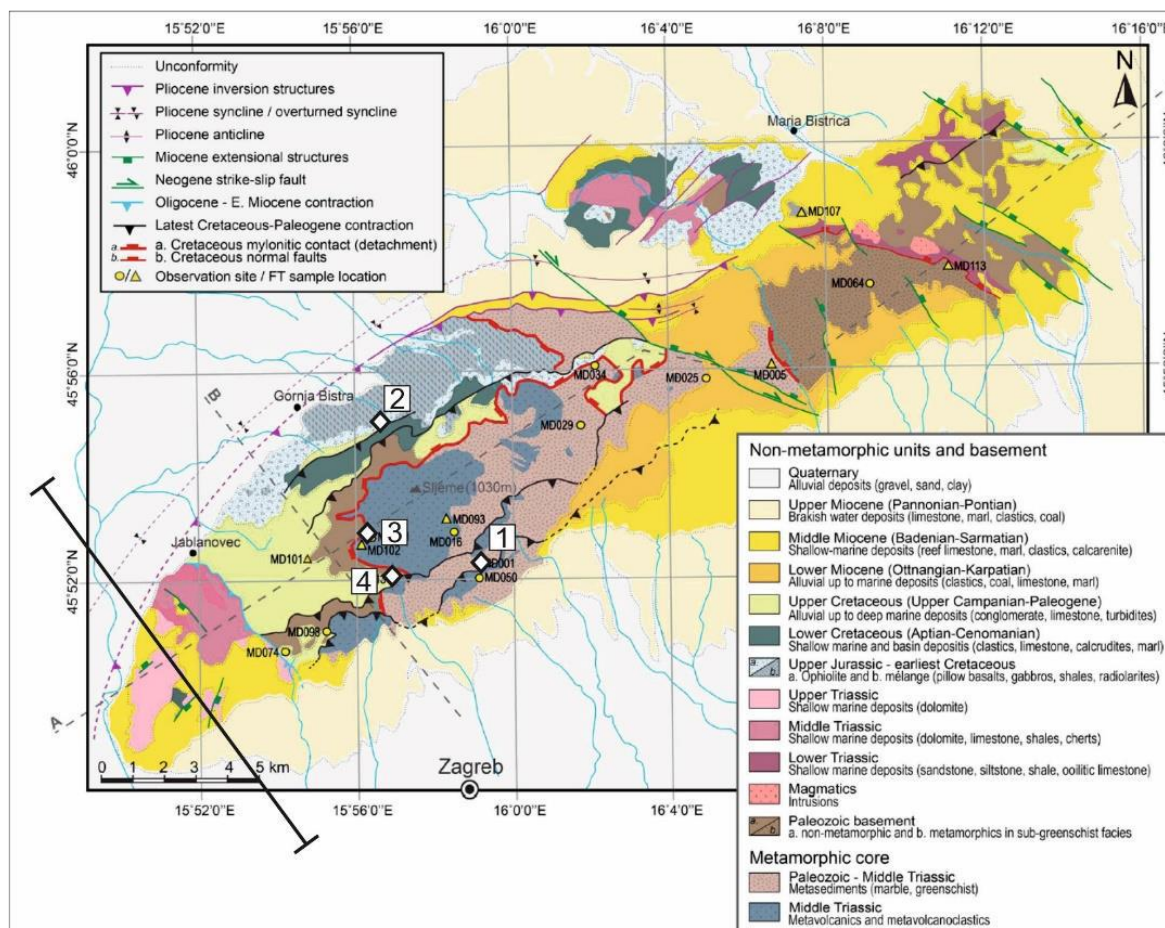


S obzirom na stratigrafiju prema vapnenačkom nanoplanktonu, donji dio badena odgovara nanoplanktonskoj zoni NN4. Dalje slijedi NN5 zona definirana sa vrstama *Sphenolithus heteromorphus* i *Helicosphaera waltrans*. Sedimenti srednjeg dijela badena odgovaraju nanoplanktonskoj zoni NN5 i NN6. Procijenjeni vremenski raspon trajanja gornjeg badena je od 13,6 Ma do 12,7 Ma. Donja granica gornjeg badena je obilježena prvom pojavom (FAD) planktonske foraminifere *Velapertina indigena*. Gornji baden pripada donjem dijelu NN6 zone vapnenačkog nanoplanktona. Gornja granica badena podudara se sa prvom pojavom bentičke foraminifere *Anommalinoides dividens* koja pripada tipičnoj sarmatskoj fauni (KOVAĈ i sur., 2007).

Na temelju bentičkih foraminifera, donji baden se stratigrafski dijeli na donju i gornju lagenidnu zonu, srednji baden obuhvaća *Spiroplectamina carinata* zona, a gornji baden *Bulimina-Bolivina* zonu (Slika 5) (KOVAĈ i sur., 2007).

#### 4. Geologija istraživanog područja (Medvednica)

Medvednica (Slika 6) je gora smještena sjeverno od Grada Zagreba, s najvišim vrhom Sljemenom (1033m). Pruža se pravcem jugozapad-sjeveroistok u dužini od 40 kilometara od Podsuseda na jugozapadu do Donjeg i Gornjeg Orešja na sjeveroistoku. Neogenski sedimenti dijele Medvednicu u 3 gorske jezgre. Jugozapadni dio tvori glavni trup Medvednice (koji se u užem smislu još naziva i Zagrebačka gora), a izgrađen je od paleozojskih, mezozojskih, paleogenskih i neogenskih stijena. Preostali sjeveroistočni dio sastoji se od paleozojskih, mezozojskih i neogenskih stijena. Trećoj i najmanjoj gorskoj jezgri pripada područje između Gornje Stubice i Marija Bistrice pretežito izgrađeno od mezozojskih stijena (ŠIKIĆ, K., 1995).



Slika 6. Geološka građa Medvednice (VAN GELDER i sur, 2015).

Najstarije stijene su paleozojski ortometamorfiti i parametamorfiti koji izgrađuju vršne i jugoistočne padinske predjele Medvednice. Ortometamorfiti su tipični zeleni škriljavci, a manje su zastupljeni amfibolitski škriljavci, metagabri i metadijabazi. Parametamorfitima pripadaju škriljavi grauvakni konglomerati i brečokonglomerati, škriljave grauvake,

subgrauvake i silti, rekristalizirani vapnenci i dolomiti, slejtovi, filiti i različiti niskometamorfni škriljavci, te kvarciti, mramori. Starost ovih naslaga nije utvrđena sa sigurnošću već se može pretpostaviti starost metamorfnog kompleksa Medvednice u rasponu od devona do donjeg perma (ŠIKIĆ, K. i sur., 1979 i ŠIKIĆ, K., 1995).

Na prijelazu iz perma u donji trijas nastavlja se kontinuirana sedimentacija. U sastavu donjotrijaskih sedimenata nalaze se živo obojeni pješčenjaci, siltiti, šejlovi, kalcitni lapori, vapnenci, dolomitizirani vapnenci i dolomiti. U starijem dijelu (sajske naslage) prevladavaju terigeni sedimenti, dok su vapnenački sedimenti češći u mlađem dijelu naslaga (kampilske naslage). U pješčenjacima su česti nalazi fosila školjaka i puževa. Karbonatna sedimentacija nastavlja se u srednji trijas te se talože dolomiti i dolomitizirani vapnenci. Pronađene su i piroklastične stijene „pietra verde“, određene kao izmjena različitih tufova. Fosilni ostaci su rijetki, osim nešto pužića, fragmenata bodlji ježinaca i stapki krinoida. Gornji trijas je obilježen dolomitima. Dolomiti su svjetlije ili tamnije sivi, što ovisi o sadržaju glinovitih primjesa, te su redovito dobro uslojeni, a taložili su se u plitkom moru.

Početak jure dolazi do tektonskih promjena u okolišu. Raspada se cjelovita karbonatna platforma te pojedini dijelovi naglo tonu, a sedimentaciju prati sve veći utjecaj pelagijala. U donjoj juri talože se biomikritni vapnenci. Od srednje jure taloži se i drugi tip vapnenaca. To su sitnozrnati vapnenci u kojima se makroskopski vide presjeci školjakaša (ŠIKIĆ, K., 1995).

Kreda je obilježena izdvajanjem vulkanogeno-sedimentnog kompleksa. Od sedimentnih stijena talože se pješčenjaci, šejlovi, lapori, radiolarijski rožnjaci i vapnenci, a od magmatskih stijena prisutni su ultrabazični peridotiti, gabro, dijabaz, spilit i albitski porfir. U turonu dolazi do emerzije, no transgresijom u kampanu talože se sedimentne naslage: konglomerati, breče, pješčenjaci, pelagički vapnenci, šejlovi, lapori i siltiti bogati makrofosilima i planktonskim foraminiferama, globotruncanama (ŠIKIĆ, K. i sur., 1979).

Paleocenski sedimenti sastoje se od sivih i tamnosivih šejlova, siltno-glinovitih lapora i pješčenjaka. Najznačajnije stijene su biolititni i bioklastični vapnenci u kojima su određeni brojni fosili, najčešće crvenih alga, a zatim i brioza, hidrozoa, mekušaca, bodljikaša i bentičkih foraminifera.

U građi Medvednice najviše pažnje geologa su oduvijek privlačile miocenske naslage zbog brojnosti i raznovrsnosti fosila u njima, te velikog broja dostupnih izdanaka. Prostor

današnje sjeverne Hrvatske je tijekom miocena bio dio Centralnog Paratethysa i to njegov jugozapadni rub. Tijekom donjega miocena na našim je prostorima, koji su dio Panonskog bazenskog sustava, moguće razlikovati dva taložna bazena različitih taložnih karakteristika: bazen Hrvatskog Zagorja i Sjevernohrvatski bazen (područje Medvednice se nalazilo u ovom bazenu). Tek od karpata (po tradicionalnoj koncepciji) ili od srednjeg badena (po novoj koncepciji, PAVELIĆ i KOVAČIĆ, 2018) se uslijed transgresije formira jedinstveni taložni prostor, pa se od tada sve do kraja miocena u oba bazena odvijaju slični taložni procesi.

Prema tradicionalnoj koncepciji u miocenu, tijekom karpata, dolazi do transgresije i talože se različito obojeni, pjeskoviti, siltni i glinoviti lapori koji se ponegdje proslojavaju sa piroklastitima. Naslage obiluju vrstama bentičkih foraminifera, a posebnu pozornost privlači i rod nautilida *Aturia*. U donjem badenu obnovljena je transgresija započeta u karpatu pa je cijeli prostor Medvednice pokriven morem. Naslage se sastoje od sedimenata u kojima prevladava karbonatna komponenta. To su vapnenci, laporoviti vapnenci, lapori i kalcitni lapori. Starost naslaga je utvrđena na temelju planktonskih foraminifera. Po novijoj koncepciji (PAVELIĆ i KOVAČIĆ, 2018) na području Sjevernohrvatskog bazena tijekom otnanga i karpata taloženje se odvijalo u kontinentalnim okolišima gdje je moguće izdvojiti dva tipa okoliša: riječni taložni okoliš i salina jezerski taložni okoliš.

Tijekom transgresija u srednjem i ponovno u gornjem badenu dolazi do poplavlivanja cijelog područja. Gornjobadenski sedimenti su poznati po raznolikosti litofacijesa i brojnim fosilima (ŠIKIĆ, K., 1995). Najbogatiji pregled fosila gornjeg badena dala je u svojim radovima KOCHANSKY-DEVIDE (1944, 1956).

Tijekom sarmata dolazi do izolacije Paratethysa i postupnog oslađivanja marinskog bazena, čime se talože brakični do marinski sedimenti koji transgresivno naliježu na naslage badena. Pri određivanju starosti, za donji dio sarmatskih naslaga važne su foraminifere iz roda *Elphidium*. Tijekom panona formiralo se brakično jezero Panon s taloženjem Croatica i Banatica naslaga. Croatica naslage se sastoje od lapora i laporovitih vapnenaca, a naziv su dobile po provodnoj vrsti puža *Radix croatica*. Banatica naslage se sastoje od lapora i glinovitih lapora, a ime su dobile po provodnoj vrsti školjke *Congeria banatica* (ŠIKIĆ, K., 1995). U najdubljem dijelu jezera taložili su se brakični lapori i pijesci koji se nazivaju Abichi naslage prema školjci *Paradacna abichi*. Zatvaranjem jezera u gornjem panonu talože se pijesci, lapori, šljunci i ugljeni slojevi koji se nazivaju Rhomboidea naslage prema školjci *Congeria rhomboidea* (PAVELIĆ i KOVAČIĆ, 2018).

Zatvaranjem brakičnog Panonskog jezera u pliocenu nastaje slatkovodno jezero Slavonija. Talože se siliciklastične Paludinske naslage koje su ime dobile prema pužu *Viviparus (Paludina)*. U starijem dijelu naslaga prevladavaju siltovi i gline, dok su u mlađem dijelu sastavljene uglavnom od pijeska i šljunka (PAVELIĆ i KOVAČIĆ, 2018).

Tijekom pleistocena taloži se prapor, kao glinovito-siltni sediment eolskog podrijetla. Tijekom holocena dolazi do konačnog oblikovanja Medvednice kakvu poznajemo danas. Talože se deluvijalno-proluvijalni sedimenti, te potočni i aluvijalni talozi (ŠIKIĆ, K., 1995).

## 5. Geografski smještaj i opis profila

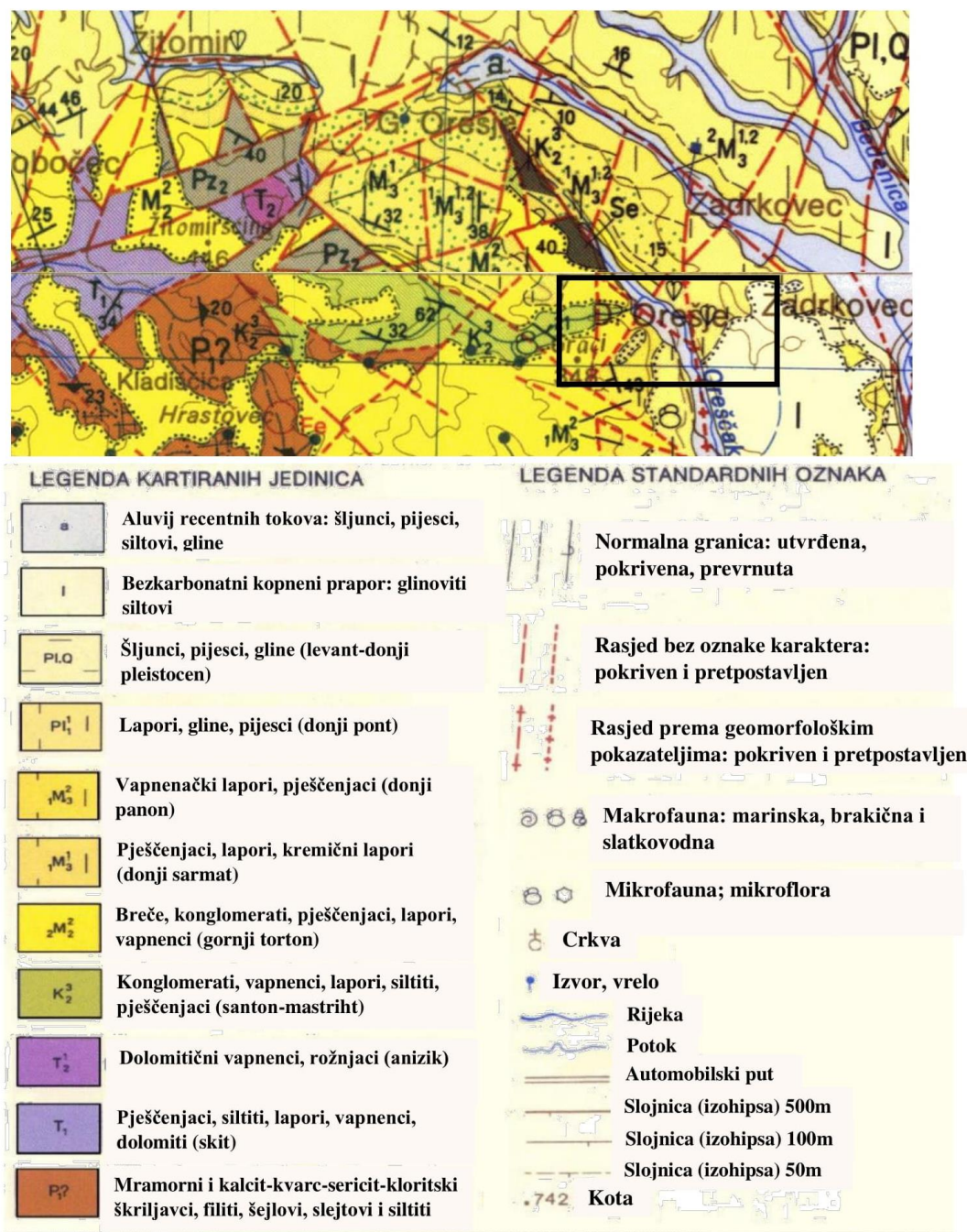
Lokalitet Donje Orešje smješten je na krajnjem sjeveroistoku Medvednice, 5 kilometara sjeverno od mjesta Sveti Ivan Zelina (Slika 7).



Slika 7. Geografski smještaj lokaliteta Donje Orešje.

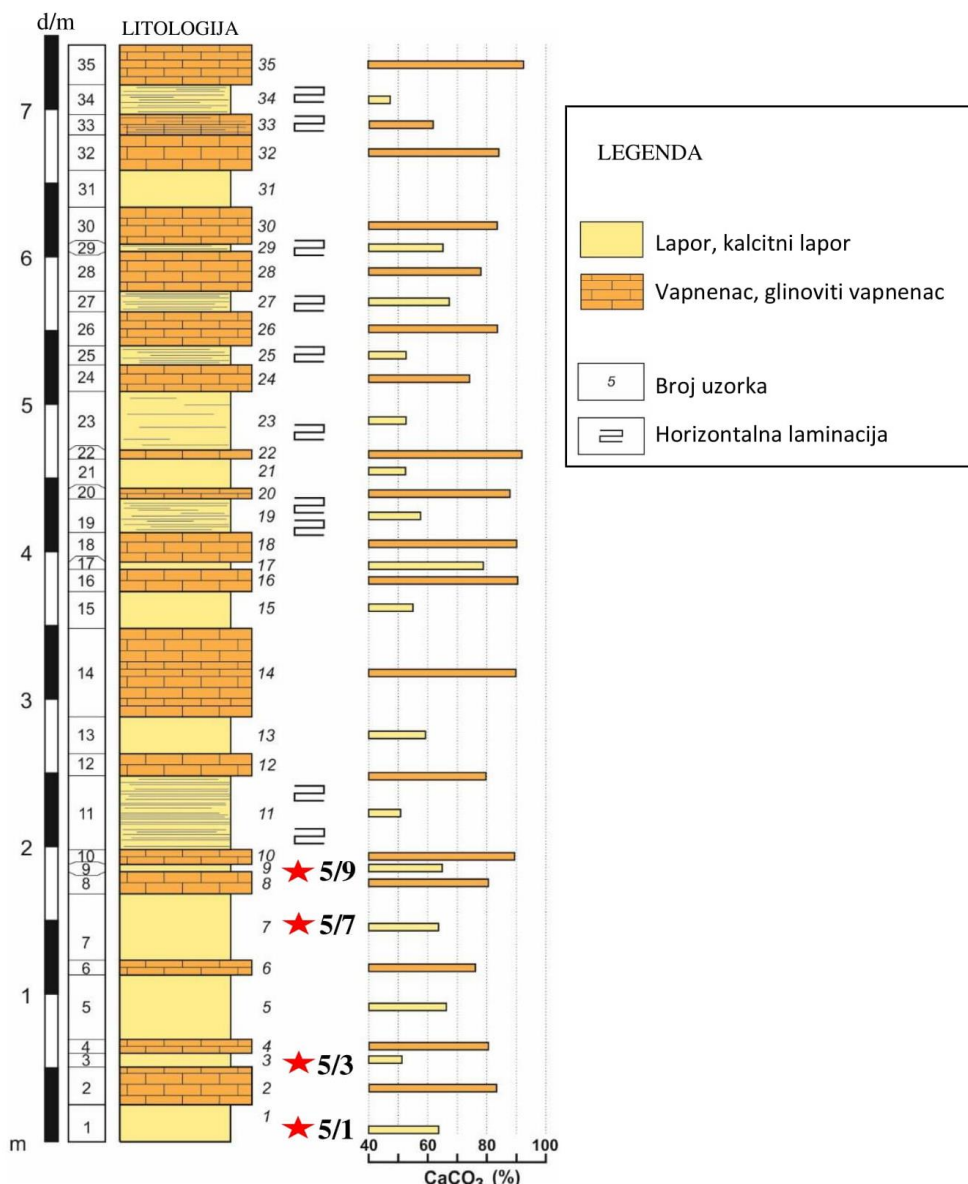
Na širem području Donjeg Orešja dominiraju neogenske naslage, a u manjoj mjeri prisutne su i kredne naslage (Slika 8). Kredne naslage se sastoje od izmjene klastita (konglomerata, silita, lapora, pješčenjaka) i rudistnih vapnenaca. Kredne naslage su starosti santon-mastriht. Neogenske naslage zastupljene su brečama, konglomeratima, pješčenjacima, laporima, vapnencima i kalcitnim laporima. U njima su česti nalazi foraminifera, školjkaša i puževa (BASCH i sur., 1983 i ŠIMUNIĆ i sur., 1983).





Slika 8. Isječak iz geološke karte SFRJ 1:100000 (listovi Ivanić Grad i Varaždin) s označenim lokalitetom Donje Orešje (prilagođeno prema BASCH i sur., 1983 i ŠIMUNIĆ i sur., 1983).

U okviru SEDBAS projekta je na ovom lokalitetu snimljen geološki stup (Slika 9). Sedimentni slijed naslaga sastoji se od glinovitih vapnenaca i vapnenaca koji se izmjenjuju s horizontalno laminiranim kalcitnim laporima i laporima. Udio  $\text{CaCO}_3$  varira između 50% i 80% u laporima, dok je u vapnencima mjestimice veći i od 90%. Debljina naslaga je oko 7,5 m, a odnos sa starijim naslagama nije vidljiv. Na stupu je uzorkovana svaka litološka promjena.



Slika 9. Geološki stup snimljen u okviru Sedbas projekta na lokalitetu Donje Orešje. Crvenim zvjezdicama su označeni slojevi iz koji su uzeti pojedini uzorci.

U ovom diplomskom radu detaljno su obrađeni uzorci iz donjeg dijela stupa. Mikropaleontološka analiza je napravljena na 4 uzorka: 5/1, 5/3, 5/7 i 5/9. Uzorci su uzeti iz kalcitnih lapora i lapora. Najmanji udio karbonatne komponente je u uzorku 5/3 (50%), a najveći u uzorku 5/9 (oko 65%).



## 6. Metode

### 6.1. Metoda muljenja

Za obradu uzoraka korištena je metoda muljenja ili šlemanja. Najprije se izvaže otprilike 200 grama uzorka koji se zatim usitni geološkim čekićem te se prekrije toplom vodom i vodikovim peroksidom (30%). Takav uzorak ostavljen je da stoji tri dana nakon čega slijedi šlemanje kroz sita. Za prosijavanje su korištena sita promjera 500, 250, 125 i 63  $\mu\text{m}$ . Sita se postavljaju jedno na drugo s time da je na vrhu sito najvećeg promjera (500  $\mu\text{m}$ ), a na dnu ono najmanjeg promjera (63  $\mu\text{m}$ ). Uzorak se prosipa na najgornje sito, te se pusti mlaz vode. Kako ne bi došlo do začepjenja sita ili prelijevanja vode iz njega potrebno je sediment lagano miješati prstima. Postupak sijanja je završen nakon što kroz najsitnije sito prolazi čista voda. Nakon prosijavanja, sadržaj koji je ostao na svakom situ se stavlja u posebnu posudicu te se ostavi za sušenje. Nakon par dana sušenja dobije se rastresiti materijal koji se sprema u papirnate vrećice po frakcijama. Tako dobiveni materijal spreman je za daljnje promatranje pod mikroskopom.

### 6.2. Standardizacija uzorka i izdvajanje mikrofosila

Svaka frakcija pojedinog uzorka je pregledana i analizirana pod lupom i određen je njen mikrofosilni sadržaj. Nakon pregleda materijala slijedi standardizacija uzorka koja je potrebna kako bi se izbjegla subjektivnost pri analizi mikrofosila. Standardizacija se obavlja pomoću mikrosplitera, koji dijeli uzorak na dva jednaka dijela. Postupak se ponavlja sve dok se ne dobije željena količina uzorka. Taj se uzorak zatim sprema u posebnu papirnatu vrećicu s oznakom standardni uzorak i on se koristi za mikroskopsku analizu. Za svaku frakciju posebno su izdvojene foraminifere i prateći mikrofosili poput spikula spužvi, bodlja ježinaca i oklopa ostrakoda. Kod foraminifera zasebno su odvojene planktonske od bentičkih, a bentičke su zatim odvojene po rodovima radi lakše odredbe i brojanja.

### 6.3. Odnos planktonskih i bentičkih foraminifera

Omjer plankton/bentos izračunava se kako bi dobili podatak o dubini taložnog bazena. MURRAY (1991) je odredio formulu po kojoj se izračunava broj planktonskih foraminifera u uzorku:

$$P/B = P / (P+B) \times 100 [\%]$$

Pri čemu je: P broj planktonskih foraminifera, a B broj bentičkih foraminifera.

Na temelju dobivenih podataka moguća je podjela okoliša:

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

Radi boljeg definiranja mogućih okoliša, može se koristiti modificirana podjela na: unutrašnji šelf (<20% planktona), srednji šelf (20-50% planktona), vanjski šelf (50-70% planktona) i gornji batijal (>70% planktona) (PEZELJ, 2006).

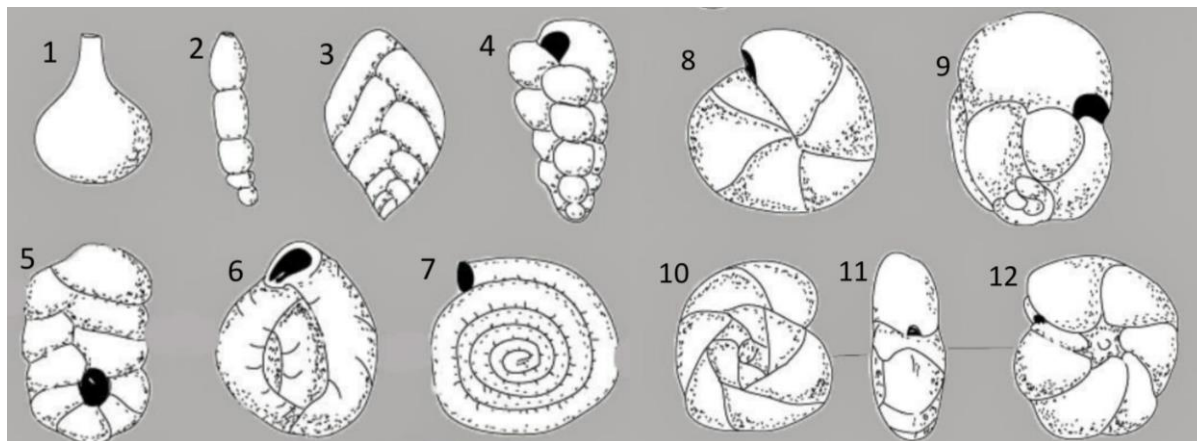
Što se tiče podjele okoliša izražene u metrima, razlikuju se: šelf 0-180 m ( unutrašnji 0-50 m, srednji 50-100 m i vanjski 100-180 m), batijal 180-4000 m (gornji 180-2000 m i donji 2000-4000 m) i abisal koji je dublji od 4000 m (MURRAY, 2006).

#### 6.4. Kriteriji određivanja rodova i vrsta bentičkih foraminifera

U ovom radu rodovi i vrste bentičkih foraminifera određeni su na temelju LOEBLICH i TAPPAN (1988a,b), te CICHA i sur. (1998). Glavni kriteriji za određivanje rodova i vrsta bentičkih foraminifera su tip stijenske, oblik kućice, način slaganja i oblik klijetki, oblik i položaj ušća, oblik sutura, kobilica i ornamentacije. Taksonomska klasifikacija napravljena je prema Wormsu (Word Register of Marine Species).

Skelet foraminifera je vanjski, jednodijelni i naziva se kućica. Kućice mogu biti različitog sastava stijenske (organske, aglutinirane, kalcitne i kvarcne stijenske). Kućica se sastoji od klijetki koje su međusobno odijeljene septima. Početna klijetka se naziva proloculus. Sept ima otvor, foramen, kojim su klijetke međusobno povezane. Mjesto na kojem se sept spaja s površinom kućice je sutura. Suture mogu biti različitog oblika: udubljene, zaravnjene ili izbočene. Oblik i raspored klijetki definira oblik kućice (Slika 10). Prema obliku klijetki razlikuju se monotalamične i politalamične kućice. Zbog različitog rasporeda klijetki, kućice mogu biti uniserijalne, biserijalne, triserijalne, planspiralne, trohospiralne ili miliolidne. Na najmlađoj klijetki se nalazi otvor ili niz otvora koji se naziva ušće ili apertura, a služi za komunikaciju foraminifere s okolišem. Pupak ili umbilikus je središnje udubljenje gdje se klijetke dodiruju oko osi namatanja, a može biti

prekriven čepom. Rub kućice može biti zadebljan i ta se struktura naziva kobilica. Na površini kućice može biti vidljiva različita ornamentacija u vidu bodlji, strija, rebra, brazdi i slično. Način života foraminifere definiran je morfologijom kućice. Uski, izduženi oblici (uniserijalni, biserijalni i triserijalni) žive kao infauna, dok trohospiralni i planspiralni oblici žive kao sesilna ili slobodna epifauna.



Slika 10. Oblici kućica foraminifera. Crnom bojom je označen položaj ušća. 1, monotalamična kućica; 2, uniserijalna kućica; 3, biserijalna kućica; 4, triserijalna kućica; 5, planspiralna do biserijalna kućica; 6, miliolidna kućica; 7, planspiralna evolutna kućica; 8, planspiralna involutna kućica; 9, streptospiralna kućica; 10, 11, 12 trohospiralna kućica (dorzalna strana, pogled sa ruba, ventralna strana).

Mikrofosilna zajednica analizirana u ovom diplomskom radu je poslikana na stereoskopskom mikroskopu Olympus SZX7, kamera Olympus U-TV1XC, Geološki odsjek PMF-a

## 6.5. Analiza zajednice bentičkih foraminifera

### 6.5.1. Bogatstvo (broj) i zastupljenost vrsta

Bogatstvo vrsta je broj vrsta određen u standardnom uzorku. S obzirom na broj jedinki neke vrste unutar cjelokupne zajednice razlikuju se:

Dominantne vrste: >10%

Srednje zastupljene vrste: 4-10%

Rijetko zastupljene vrste: 1-4%

Vrlo rijetko zastupljene vrste: <1%

### 6.5.2. Indeksi bioraznolikosti

Kako bi odredili koliko je pojedina vrsta česta ili rijetka u standardnom uzorku računaju se indeksi raznolikosti: Fisher  $\alpha$  indeks, Shannon-Wienerov indeks, indeks ekvitabilnosti i Berger-Parkerov indeks. Navedeni indeksi izračunati su pomoću programa Past (Paleontology Statistic).

#### a) Fisher $\alpha$ indeks

Fisher  $\alpha$  indeks pokazuje raznolikost foraminiferske zajednice, te eliminira utjecaj veličine uzorka. Pokazuje odnos broja vrsta prema broju jedinki, a računa se prema formuli:

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

Gdje je:

S – broj vrsta

n – broj jedinki

$\alpha$  – Fisher indeks

Određeni rasponi  $\alpha$  indeksa karakteristični su za pojedine okoliše, a prikazani su u Tablici 1 (MURRAY, 2006).

Tablica 1. Vrijednosti Fisher  $\alpha$  indeksa i karakteristični okoliši (MURRAY, 2006).

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

## b) Shannon-Wiener indeks

Indeks koji predstavlja omjer broja vrsta prema njihovoj važnosti. Računa se prema formuli:

$$H(S) = - \sum_i^S p_i \ln p_i$$

Gdje je:

S – ukupni broj vrsta u uzorku

i – ukupan broj jedinki jedne vrste

p – broj jedinki jedne vrste prema broju jedinki u uzorku

Indeks ima maksimalnu vrijednost kada su sve vrste jednako zastupljene. Vrijednost  $H(s) < 0,6$  ukazuje na brakičnu sredinu, vrijednost između 0,6 i 2,1 ukazuje na priobalni okoliš s varijacijama u salinitetu, vrijednosti  $>2,1$  su karakteristične za normalne marinske okoliše (MURRAY, 2006).

## c) Indeks ekvitabilnosti

Naziva se još i indeks ujednačenosti, a daje podatke o sličnosti pojedinih vrsta u uzorku. Vrijednosti ovog indeksa kreću se između 0 i 1, a računa se prema formuli:

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

Gdje je:

H(S) – Shannon-Wienerov indeks

S – ukupan broj vrsta u uzorku

## d) Berger-Parkerov indeks

Indeks dominacije, koji se izračunava kao omjer broja jedinki najzastupljenije vrste i ukupnog broja jedinki u uzorku. Obrnuto je proporcionalan od indeksa ekvitabilnosti, što znači da se porastom raznolikosti njegova vrijednost smanjuje. Izračunava se prema formuli:

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

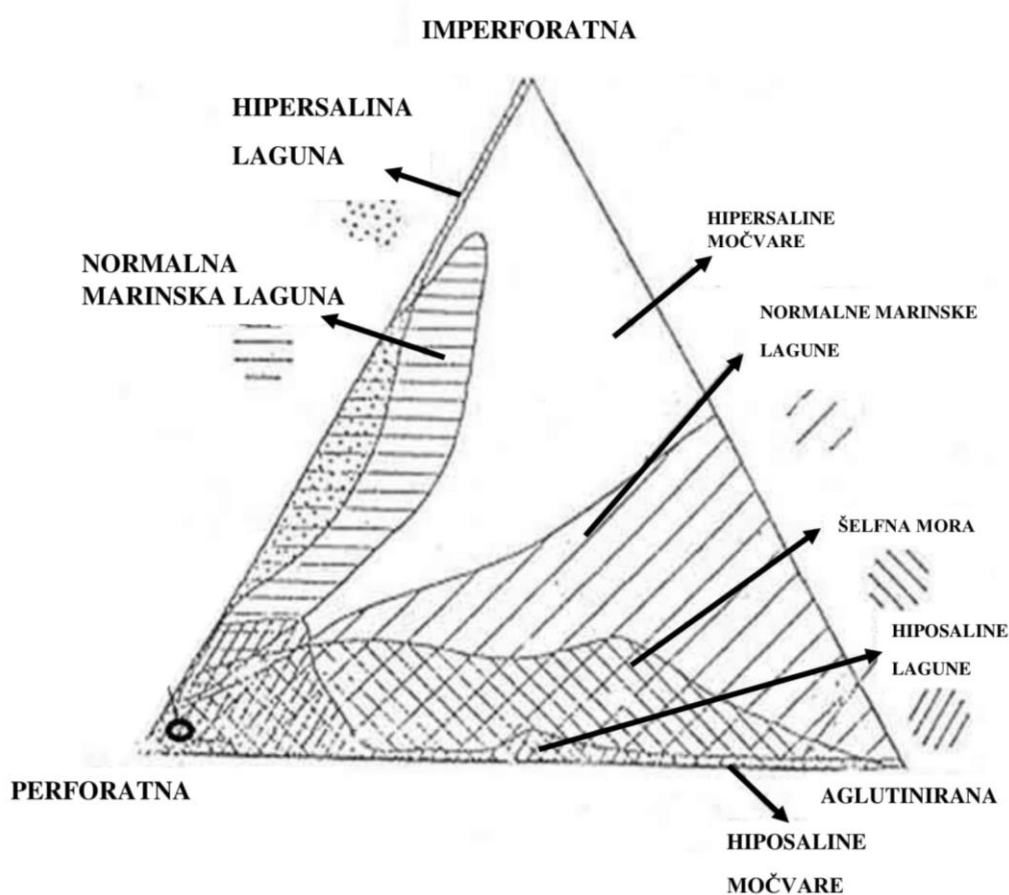
Gdje je:

$N_{max}$  – broj jedinki najzastupljenije vrste

$N$  – ukupan broj jedinki u uzorku

### 6.5.3. Podjela foraminifera prema tipu stijenke

Prema tipu stijenke bentičke foraminifere se mogu podijeliti u tri skupine: aglutinirane (red Textulariina), kalcitne imperforatne (red Milioliina) i kalcitne perforatne (red Rotaliina). MURRAY (1974) je sastavio trokomponentni dijagram koji služi za interpretaciju plitkovodnih okoliša (Slika 11). Svaki vrh dijagrama predstavlja stopostotni udio pojedinog tipa stijenke.



Slika 11. Trokomponentni dijagram tipova stijenki s označenim područjima karakterističnim za pojedine okoliše. Prilagođeno prema MURRAY (1974).

Imperforatne foraminifere su karakteristične za najpliće okoliše, perforatne za nešto dublje okoliše, dok su aglutinirane foraminifere dominantne u najdubljim okolišima.

#### 6.5.4. Indeks kisika bentičkih foraminifera

Indeks koji određuje količinu otopljenog kisika u sedimentu. Prema KAIHO (1994, 1999) rodovi bentičkih foraminifera dijele se na oksične (>1,5 ml/L), suboksične (0,3-1,5 ml/L) i disoksične (0,1-0,3 ml/L) pokazatelje.

Postoje dvije formule kojima se može odrediti Indeks kisika bentičkih foraminifera (BFOI). Ako je broj oksičnih pokazatelja veći od 0 tada je formula:

$$\text{BFOI} = [\text{O}/(\text{O}+\text{D})] \times 100$$

Gdje je:

O – broj oksičnih pokazatelja

D – broj disoksičnih pokazatelja

Ako nema oksičnih (O) pokazatelja, a zbroj suboksičnih (S) i disoksičnih (D) pokazatelja je veći od 0, tada je formula:

$$\text{BFOI} = \{[\text{S}/(\text{S}+\text{D})]-1\} \times 100$$

Na temelju izračunatih vrijednosti BFOI postoji šest različitih uvjeta oksičnosti u pridненоj vodi morskog dna:

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

### 6.5.5. Paleoekološki zahtjevi rodova

Ekološki zahtjevi pojedinih rodova preuzeti su iz MURRAY (1991, 2006) i PEZELJ (2002).

Rod *Anommalinoides* ima kućicu nisko trohospiralnog oblika, a živi u području šelfa i batijala.

Rod *Asterigerinata* je trohospiralnog oblika kućice, a živi kao slobodna epifauna, te se hrani biljkama. Javlja se na području unutrašnjeg šelfa (od 0 do 100 metara) u tropskim i subtropskim morima.

Rod *Bolivina* ima kućicu biserijalnog oblika, a može živjeti kao slobodna infauna ili epifauna na muljevitim podlogama. Pojavljuje se u toplijim i hladnijim morima od unutrašnjeg šelfa do batijala. Također, neke vrste su tolerantne na disoksiju.

Rod *Bulimina* ima kućicu triserijalnog oblika i živi kao slobodna infauna na muljevitoj podlozi. Pojavljuje se u morima s hladnijom do umjerenom temperaturom vode od unutrašnjeg šelfa do batijala. Smatra se da je po načinu ishrane muljojed, a neke vrste su tolerantne na disoksiju. Rod *Reusella* je sličan rodu *Bulimina*.

Rod *Cassidulina* je planspiralnog oblika, a može živjeti kao slobodna infauna ili epifauna na muljevitim i pjeskovitim podlogama. Pojavljuje se u hladnijim do umjerenim vodama od šelfa do batijala, a po načinu ishrane je muljojed.

Rod *Chilostomella* živi kao slobodna, duboka infauna na muljevitim podlogama. Pojavljuje se u morima od vanjskog šelfa do batijala. Po načinu ishrane je muljojed, a neke vrste toleriraju disoksiju.

Rod *Cibicidoides* je trohospiralnog oblika, a može živjeti kao infauna ili epifauna na tvrdim podlogama. Pojavljuje se u hladnijim morima od šelfa do batijala, dok je po načinu ishrane pasivni suspenzojed.

Predstavnici roda *Elphidium* mogu živjeti na dva načina. Vrste koje imaju razvijenu kobilicu žive kao slobodna epifauna na biljkama na pješćanim podlogama. Pojavljuju se u toplim morima u području unutrašnjeg šelfa (0-50 metara), a po načinu ishrane su biljojedi. Vrste koje nemaju razvijenu kobilicu žive kao slobodna infauna na pješćanim ili muljevitim podlogama. Pojavljuju se u brakičnim i hipersalinim lagunama i močvarama, a po načinu ishrane su također biljojedi. Na području unutrašnjeg šelfa živi i rod *Virgulinea*.



Rodovi *Fissurina* i *Glandulina* žive kao slobodna infauna od šelfa do batijala. Prema načinu ishrane su muljojedi.

Rod *Fursenkoina* je biserijalnog oblika. Živi kao slobodna infauna na muljevitim podlogama od šelfa do gornjeg batijala. Po načinu ishrane je muljojed, a neke vrste mogu tolerirati disoksiju.

Rod *Globobulimina* je triserijalnog oblika kućice, a živi kao duboka infauna na muljevitim podlogama od šelfa do batijala. Po načinu ishrane je muljojed, a vrste su tolerantne na disoksiju.

Rod *Globocassidulina* je biserijalna foraminifera koja živi kao slobodna infauna na muljevitim podlogama. Pojavljuje se u hladnijim morima od šelfa do batijala. Smatra se da je po načinu ishrane muljojed.

Kućica roda *Heterolepa* je trohospiralnog oblika, a živi kao prilijepljena epifauna na tvrdim podlogama. Pojavljuje se u području šelfa i batijala, a podnosi hladne i umjerene temperature mora. Prema načinu ishrane je pasivni suspenzojed.

Rod *Lenticulina* ima kućicu planspiralnog oblika. Živi kao slobodna epifauna na muljevitim podlogama. Pojavljuje se u hladnijim morima od vanjskog šelfa do batijala. Po načinu ishrane je muljojed. Na području vanjskog šelfa i batijala u hladnijim morima pojavljuje se i rod *Pullenia*. Živi kao slobodna infauna, a prema načinu ishrane je također muljojed.

Rod *Melonis* živi kao slobodna infauna na muljevitim i podlogama. Pojavljuje se u hladnijim morima od šelfa do batijala, a prema načinu ishrane je muljojed.

Rod *Neoeponides* je trohospiralna foraminifera koja živi kao slobodna epifauna na sedimentu ili tvrdim podlogama. Pojavljuje se u hladnijim morima od šelfa do abisala. Po načinu ishrane je muljojed.

Kućica roda *Planulina* je trohospiralnog oblika. Živi u toplim i hladnim morima od šelfa do batijala kao epifauna na tvrdim podlogama. Po načinu ishrane je pasivni suspenzojed.

Rod *Sipholagena* ima monotalamičnu kućicu, živi kao infauna, a pojavljuje se u hladnim morima od šelfa do batijala. Po načinu ishrane je muljojed.

Rodovi *Uvigerina* i *Pappina* imaju kućice triserijalnog oblika. Većina vrsta živi kao slobodna infauna na muljevitim sedimentima, no neke vrste mogu živjeti kao slobodna

epifauna. Pojavljuju se u hladnim morima od šelfa do abisala, odnosno na dubinama od 100 do 4500 metara. Smatra se da su prema načinu ishrane muljojedi.

Rod *Valvulineria* ima kućicu trohospiralnog oblika i živi kao slobodna epifauna na muljevitim podlogama. Pojavljuje se u hladnijim morima od šelfa do batijala. Slično živi i rod *Hansenisca*, čija je kućica također trohospiralnog oblika.

Rod *Textularia* ima aglutiniranu kućicu biserijalnog oblika. Živi kao slobodna ili prilijepljena infauna na tvrdim podlogama ili sedimentu. Pojavljuje se u lagunama, toplim i hladnim morima, od šelfa do batijala (0-500 metara).

Na temelju opisanih ekoloških zahtjeva rodova vidljivo je da se većina rodova pojavljuje od šelfa do batijala, a tri roda se pojavljuju samo u plitkovodnim okolišima (rodovi *Asterigerinata*, *Elphidium* i *Virgulinea*). U skladu s tim u ovom diplomskom radu prisutnost rodova *Elphidium*, *Asterigerinata* i *Virgulinea* je rezultat postmortem transporta u dublje okoliše (PEZELJ, 2002), te su oni izostavljeni pri interpretaciji mikrofosilne zajednice.

#### **6.5.6. Odnos epifauna/infauna**

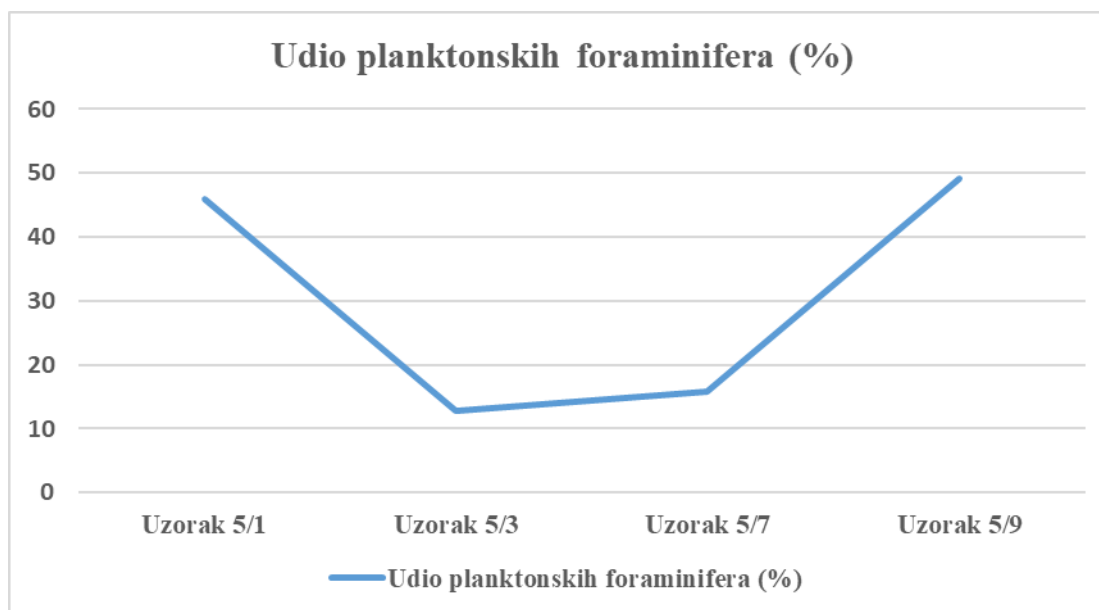
Računanjem odnosa epifaunalnih i infaunalnih bentičkih vrsta dobije se podatak o trofičnosti nekadašnjeg ekosustava. Za infaunalne vrste karakteristično je sporo razmnožavanje, život unutar sedimenta morskog dna i tolerancija na smanjenje kisika. S druge strane, epifaunalne vrste se brzo razmnožavaju i žive u normalno oksičnim površinskim staništima morskog dna. S obzirom na dominaciju epifaune ili infaune, razlikuju se oligotrofični okoliši (puno kisika, malo hrane) kojima dominira epifauna, eutrofični okoliši (malo kisika, puno hrane) u kojem je dominantna infauna, te mezotrofični okoliši s podjednakim udjelom epifaune i infaune (PEZELJ, 2006). JORISSEN i sur. (1995) su predstavili TROX model u kojem broj infaunalnih i epifaunalnih vrsta ovisi o međusobnom odnosu količine kisika i dostupnosti hrane. Različite vrste bentičkih foraminifera imaju i različite potrebe za kisikom i hranom. Stoga, u oligotrofičnim okolišima je broj infaunalnih i epifaunalnih vrsta određen kritičnom razinom hrane, dok je u eutrofičnim okolišima određen kritičnom razinom kisika.

## 7. Rezultati

Uzorci (5/1, 5/3, 5/7, 5/9) prikupljeni na lokalitetu Donje Orešje su obrađeni metodom muljenja. Svaka frakcija pojedinog uzorka je pregledana i analizirana pod lupom i određen je njezin mikrofosilni sadržaj. Frakcije 250, 125 i 63  $\mu\text{m}$  su bogate fosilima, te su one korištene za daljnju analizu, dok je u najkrupnijoj frakciji prisutno vrlo malo ili nimalo fosila, te je ona u ovom istraživanju zanemarena. U analiziranim uzorcima utvrđena je vrlo bogata, raznolika i dobro očuvana foraminiferska zajednica. Uz foraminifere su pronađeni oklopi ostrakoda, spikule spužvi i fragmenti bodlja ježinaca.

### 7.1. Odnos planktonskih i bentičkih foraminifera

Udio planktonskih foraminifera u uzorku 5/1 iznosi 45,9%. U uzorku 5/3 taj udio pada na 12,9%, a u uzorku 5/7 iznosi 15,8%. Najviši udio planktonskih foraminifera je u uzorku 5/9 i iznosi 49,1% (Slika 12).



Slika 12. Udio planktonskih foraminifera po uzorcima izražen u postocima (%).

Na temelju dobivenih podataka, uzorci 5/3 i 5/7 upućuju na područje unutrašnjeg šelfa (0-50 m). Uzorak 5/1 ukazuje na taloženje u dubljem okolišu srednjeg šelfa (50-100 m). Uzorak 5/9 ima najveći udio planktonskih foraminifera, te on upućuje na područje srednjeg šelfa i moguću granicu prema vanjskom šelfu (100-180 m).

## 7.2. Analiza zajednice bentičkih foraminifera

### 7.2.1. Bogatstvo (broj) i zastupljenost vrsta

Ukupno je određeno 27 rodova i 38 vrsta bentičkih foraminifera, koje su prikazane u Tablici 2. Izračunata je njihova relativna i apsolutna zastupljenost po uzorcima, prikazani su pokazatelji oksičnosti, te način života svake vrste.

Tablica 2. Apsolutna (A) i relativna zastupljenost (%) foraminifera po uzorcima, oksični pokazatelji (Oks) i način života pojedinih vrsta (I/E).

VRSTA	Uzorak 5/1		Uzorak 5/3		Uzorak 5/7		Uzorak 5/9		Oks.	I/E
	A	%	A	%	A	%	A	%		
<i>Anommalinoides sp.</i> Brotzen, 1942	0	0,0	2	0,7	5	1,6	1	0,4	O	E
<i>Asterigerinata planorbis</i> d'Orbigny, 1846	5	1,6	0	0,0	1	0,3	26	9,6	O	E
<i>Bolivina dilatata</i> Reuss, 1850	52	17,0	4	1,4	167	53,9	38	14,1	D	I
<i>Bolivina pokorny</i> Cicha & Zapletalova, 1963	0	0,0	0	0,0	3	1,0	29	10,7	D	I
<i>Bolivina pseudoplicata</i> Heron-Allen & Aerland, 1930	9	3,0	1	0,4	0	0,0	6	2,2	D	I
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny, 1846	19	6,2	13	4,7	14	4,5	2	0,7	D	I
<i>Bulimina gutschulica</i> Livaltal, 1953	0	0,0	0	0,0	24	7,7	2	0,7	D	I
<i>Bulimina insignis</i> Luczkowska, 1960	1	0,3	1	0,4	3	1,0	0	0,0	D	I
<i>Cassidulina levignata</i> d'Orbigny, 1826	20	6,6	16	5,8	5	1,6	10	3,7	S	I/E
<i>Chilostomela ovoidea</i> Reuss, 1850	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	D	I
<i>Cibicoides lobatulus</i> Walker & Jacob, 1798	0	0,0	3	1,1	2	0,3	3	1,1	O	E
<i>Cibicoides pseudoungerianus</i> Cushman, 1922	17	5,6	3	1,1	5	1,6	15	5,6	O	E
<i>Cibicoides sp.</i> Thalman, 1939	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	O	E
<i>Elphidium aculeatum</i> d'Orbigny, 1846	1	0,3	0	0,0	1	0,3	4	1,5	O	E
<i>Elphidium crispum</i> Linnaeus, 1758	3	1,0	1	0,4	0	0,0	1	0,4	O	E
<i>Elphidium fichtellianum</i> d'Orbigny, 1846	6	2,0	1	0,4	3	1,0	12	4,4	O	E
<i>Fissurina sp.</i> Reuss, 1850	0	0,0	0	0,0	1	0,3	2	0,7	S	I
<i>Fursenkoina sp.</i> Loeblich & Tappan, 1961	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	S	I
<i>Glandulina ovula</i> d'Orbigny, 1846	0	0,0	1	0,4	1	0,3	0	0,0	S	I
<i>Globobulimina pyrula</i> d'Orbigny, 1846	0	0,0	0	0,0	2	0,6	3	1,1	D	I
<i>Globocassidulina crassa</i> d'Orbigny, 1839	80	26,2	0	0,0	21	6,8	38	14,1	O	I
<i>Hansenisca soldani</i> d'Orbigny, 1826	3	1,0	9	3,2	5	1,6	6	2,2	S	E

VRSTA	Uzorak 5/1		Uzorak 5/3		Uzorak 5/7		Uzorak 5/9		Oks	I/E
	A	%	A	%	A	%	A	%		
<i>Heterolepa dutamplei</i> d'Orbigny, 1846	3	1,0	4	1,4	1	0,3	0	0,0	O	E
<i>Lenticulina inornata</i> d'Orbigny, 1846	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	O	E
<i>Melonis sp.</i> Montfort, 1808	1	0,3	1	0,4	1	0,3	6	2,2	S	I
<i>Neoeponides schreibersii</i> d'Orbigny, 1846	9	3,0	2	0,7	5	1,6	4	1,5	O	E
<i>Pappina neudorfensis</i> Toula, 1900	12	3,9	11	4,0	0	0,0	1	0,4	S	I
<i>Planulina wuellerstrofi</i> Schwager, 1866	3	1,0	3	1,1	8	2,6	9	3,3	O	E
<i>Pullenia bulloides</i> d'Orbigny, 1846	0	0,0	4	1,4	4	1,3	6	2,2	S	I
<i>Reussella spinulosa</i> Reuss, 1850	8	2,6	1	0,4	1	0,3	2	0,7	O	E
<i>Sipholagena sp.</i> Moncharmont Zei & Sgarerella, 1977	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	S	I
<i>Uvigerina aculeata</i> d'Orbigny, 1846	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	D	I
<i>Uvigerina acuminata</i> Hosijs, 1895	0	0,0	10	3,6	2	0,6	1	0,4	D	I
<i>Uvigerina semiornata</i> d'Orbigny, 1846	24	7,9	73	26,3	0	0,0	1	0,4	D	OI
<i>Uvigerina venusta</i> Franzenau, 1894	4	1,3	80	28,8	0	0,0	0	0,0	D	I
<i>Valvulineria complanata</i> d'Orbigny, 1846	7	2,3	0	0,0	13	4,2	15	5,6	D	E
<i>Virgulinea pertusa</i> Reuss, 1861	11	3,6	0	0,0	10	3,2	10	3,7	D	E
<i>Textularia sp.</i> DeFrance, 1824	3	0,3	34	12,2	0	0,0	13	4,8	S	I
UKUPNO	305	100	278	100	310	100	270	100		

U uzorku 5/1 određeno je 26 vrsta bentičkih foraminifera. Dominantne vrste bentičkih foraminifera su *Globocassidulina crassa* (26,2%) i *Bolivina dilatata* (17,0%), dok su srednje zastupljene vrste *Uvigerina semiornata* (7,9%), *Cassidulina levignata* (6,6%) *Bulimina elongata* (6,2%) i *Cibicidoides pseudoungerianus* (5,6%) (Slika 13).

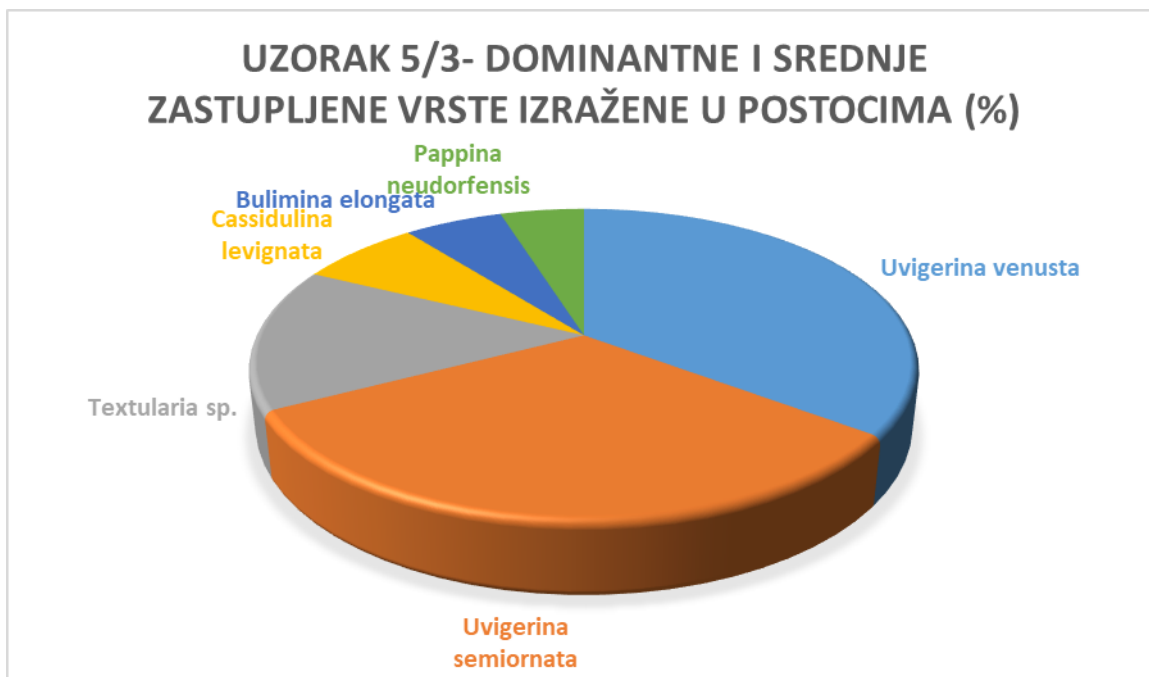


Slika 13. Prikaz dominantnih i srednje zastupljenih vrsta bentičkih foraminifera u uzorku 5/1.

Određene su vrste *Cibicidoides sp.* i *Uvigerina aculeata* koje se ne pojavljuju u ostalim uzorcima. Nisu pronađene vrste *Anommalinoides sp.*, *Cibicidoides lobatulus*, *Pullenia bulloides* i *Uvigerina acuminata* koje se pojavljuju u ostalim uzorcima.

Najmanje vrsta bentičkih foraminifera pronađeno je u uzorku 5/3, njih 23. Dominiraju vrste *Uvigerina venusta* (28,8%), *U. semiornata* (26,3%) i *Textularia sp.* (12,2%). Srednje zastupljene vrste su *C. levignata* (5,8%), *B. elongata* (4,7%) i *Pappina neudorfensis* (4,0%) (Slika 14).

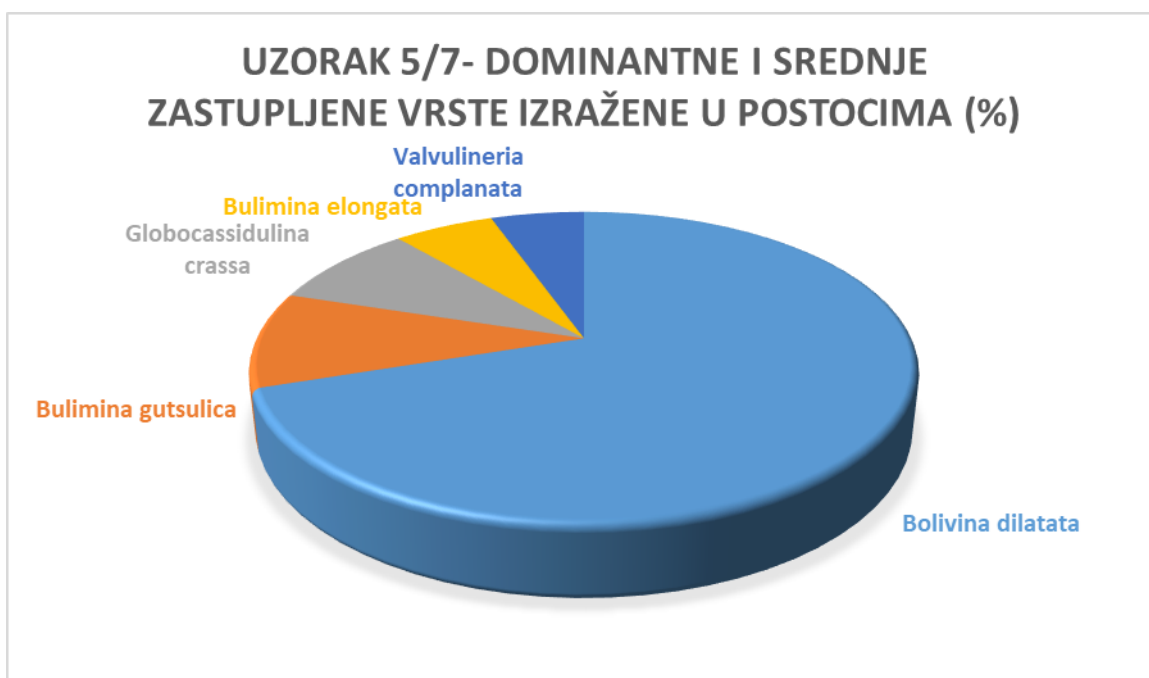
Nisu prisutne vrste *Asterigerinata planorbis*, *Elphidium aculeatum*, *G. crassa*, *Valvulineria complanata* i *Virgulinea pertusa*, a koje se pojavljuju u svim ostalim uzorcima.



Slika 14. Prikaz dominantnih i srednje zastupljenih vrsta bentičkih foraminifera u uzorku 5/3.

U uzorku 5/7 određeno je 27 vrsta bentičkih foraminifera. Dominantna vrsta je *B. dilatata* (53,9%), a srednje zastupljene vrste su *Bulimina gutsulica* (7,7%), *G. crassa* (6,8%), *B. elongata* (4,5%) i *V. complanata* (4,2%) (Slika 15).

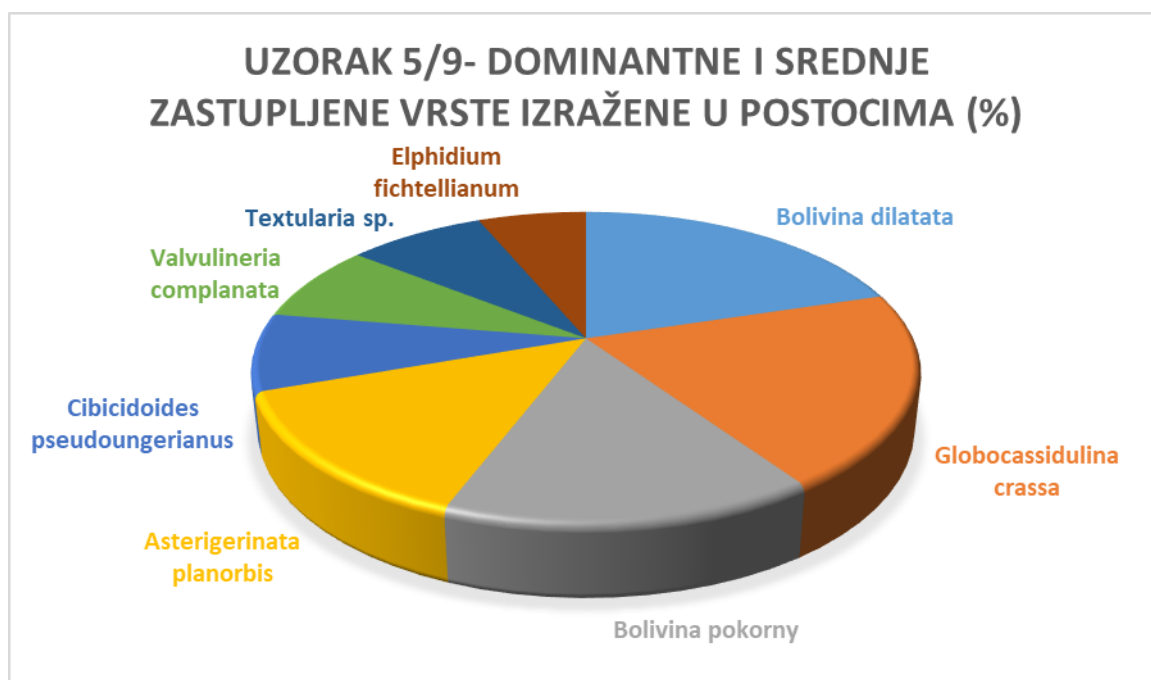
Nisu pronađene vrste *Bolivina pseudoplicata*, *Elphidium crispum*, *P. neudorfensis*, *U. semiornata* i *Textularia sp.* koje su prisutne u ostalim uzorcima.



Slika 15. Prikaz dominantnih i srednje zastupljenih vrsta bentičkih foraminifera u uzorku 5/7.

Najviše vrsta bentičkih foraminifera pronađeno je u uzorku 5/9, njih 31. U uzorku 5/9 dominantne su 3 vrste bentičkih foraminifera: *B. dilatata* (14,1%), *G. crassa* (14,1%) i *Bolivina pokorny* (10,7%). Srednje zastupljenim vrstama pripadaju *A. planorbis* (9,6%), *C. pseudoungerianus* (5,6%), *V. complanata* (5,6%), *Textularia sp.* (4,8%) i *Elphidium fichtellianum* (4,4%) (Slika 16).

Prisutne su vrste *Chilostomella ovoidea*, *Fursenkoina sp.* i *Lenticulina inornata* koje nisu pronađene u ostalim uzorcima. Nisu pronađene vrste *Bulimina insignis* i *Heterolepa dutamplei*, a koje su prisutne u svim ostalim uzorcima.



Slika 16. Prikaz dominantnih i srednje zastupljenih vrsta bentičkih foraminifera u uzorku 5/9.

Usko provodna vrsta *B. insignis* pojavljuje se u svim uzorcima, osim u uzorku 5/9. Također, vrsta *P. neudorfensis* ne pojavljuje se jedino u uzorku 5/7, dok je u ostalim uzorcima prisutna.



### 7.2.2. Indeksi bioraznolikosti

Tablica 3. Indeksi bioraznolikosti bentičkih foraminifera.

	Uzorak 5/1	Uzorak 5/3	Uzorak 5/7	Uzorak 5/9
Broj vrsta	21	21	23	26
Fisher $\alpha$ indeks	5,265	5,283	5,840	7,710
Shannon-Wiener indeks	2,348	2,143	1,812	2,645
Indeks ekvitabilnosti	0,771	0,704	0,578	0,812
Berger-Parker indeks	0,287	0,289	0,568	0,175

Vrijednosti Fisher  $\alpha$  indeksa varira između 5,265 i 7,710 (Tablica 3). Najmanja vrijednost indeksa utvrđena je za uzorak 5/1 (5,265), te se zatim povećava do uzorka 5/9, za koji iznosi 7,710. Prema dobivenim rezultatima moguće je više različitih okoliša taloženja. Za uzorke 5/1, 5/3 i 5/7 mogući okoliši su hipersaline lagune, hipersaline močvare, gornji i donji batijal, marinske lagune, unutrašnji i vanjski šelf. Uzorak 5/9 ima nešto veću vrijednost indeksa, te su za njega mogući okoliši taloženja gornji i donji batijal, marinske lagune, unutrašnji i vanjski šelf.

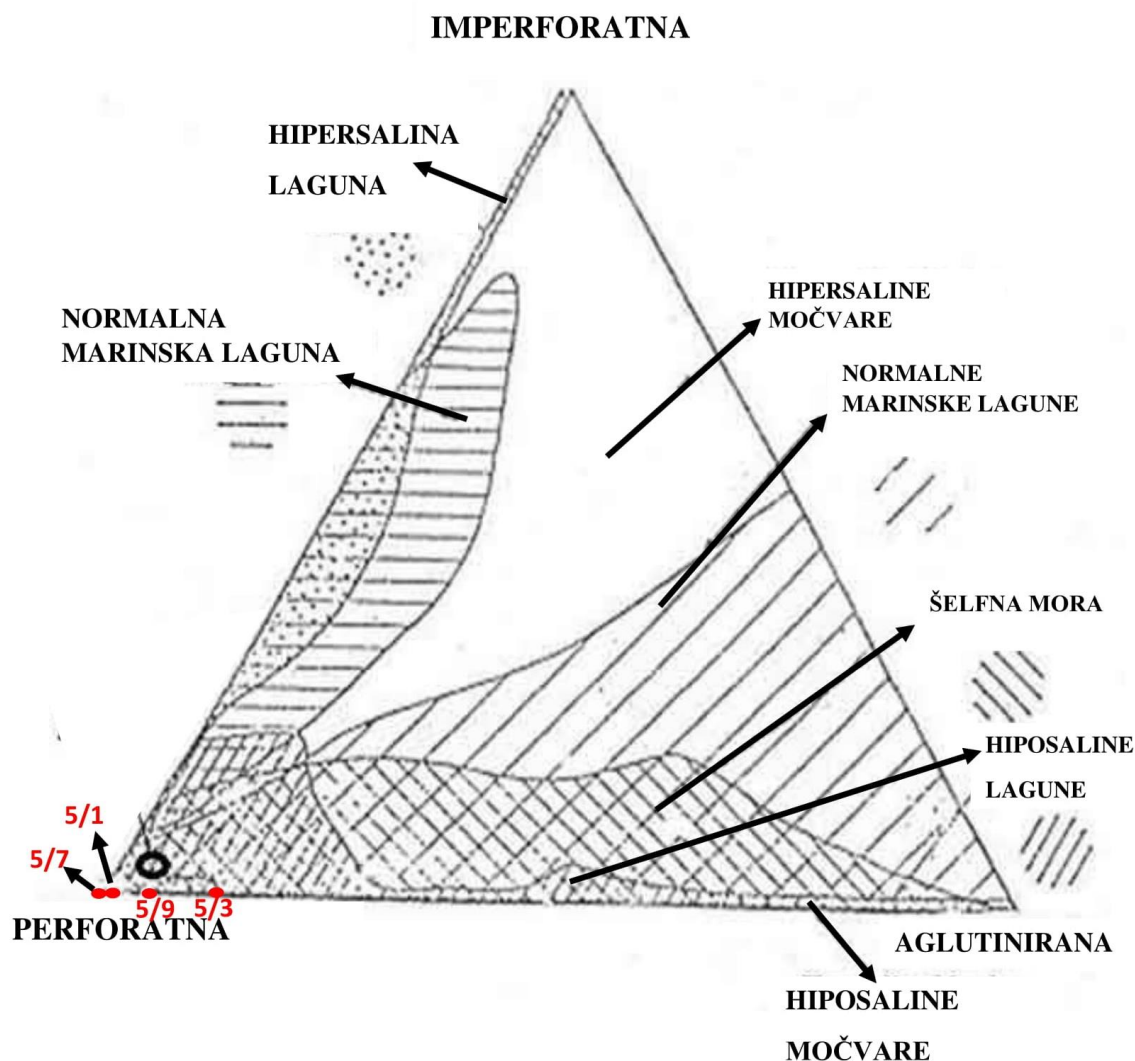
Vrijednost Shannon-Wiener indeksa (Tablica 3) za uzorke 5/1 (2,348), 5/3 (2,143) i 5/9 (2,645) je veća od 2,1 što upućuje na normalne marinske okoliše. Vrijednost indeksa za uzorak 5/7 iznosi 1,812, što upućuje na priobalni okoliš s varijacijama u salinitetu.

Indeks ekvitabilnosti postupno pada od uzorka 5/1 (0,771) do uzorka 5/7 (0,578). S druge strane, Berger-Parkerov indeks dominacije raste od 0,287 za uzorak 5/1 do 0,568 za uzorak 5/7 (Tablica 3). Takve tendencije ukazuju da raznolikost zajednice bentičkih foraminifera pada duž profila do uzorka 5/7, dok istovremeno raste dominacija. Uzorak 5/9 ima najveću vrijednost indeksa ekvitabilnosti (0,812) i najmanju vrijednost indeksa dominacije (0,175), što govori da je u tom uzorku raznolikost zajednice bentičkih foraminifera najveća, te da je dominacija najmanje izražena.

### 7.2.3. Podjela foraminifera prema tipu stijenske

U sva četiri uzorka dominiraju bentičke foraminifere s kalcitnom perforatnom stijenkou. U uzorku 5/1 udio foraminifera s perforatnom stijenkou iznosi 99,0%, a aglutiniranih 1,0%. U uzorku 5/3 udio foraminifera s perforatnom stijenkou iznosi 87,8%, dok aglutinirane

foraminifere čine 12,2%. U uzorku 5/7 prisutne su samo perforatne foraminifere. U uzorku 5/9 foraminifere s perforatnom stijenkom čine 95,2% uzorka, a preostalih 4,8% otpada na aglutinirane foraminifere. Crvenim točkama (Slika 17) označena su područja u koja pripadaju pojedini uzorci.



Slika 17. Trokomponentni dijagram s dobivenim rezultatima za pojedine uzorke. Prilagođeno prema MURRAY (1974).

Mogući okoliši za sva četiri uzorka su hipersaline lagune, marinske močvare, hipersaline močvare, šelfna mora i hiposaline lagune.

#### 7.2.4. Indeks kisika bentičkih foraminifera

Postoje vrste foraminifera koje su oksični, suboksični i disoksični pokazatelji. Oksičnost svake pojedine vrste bentičkih foraminifera pronađene u uzorcima navedena je u Tablici 2.

Najbrojniji oksični pokazatelji prisutni su u uzorku 5/1. Najbrojniji disoksični pokazatelji prisutni su u uzorku 5/7, dok su najbrojniji suboksični pokazatelji prisutni u uzorku 5/3 (Tablica 4).

Tablica 4. Broj oksičnih pokazatelja po uzorcima i vrijednosti BFOI.

	Uzorak 5/1	Uzorak 5/3	Uzorak 5/7	Uzorak 5/9
	Broj jedinki	Broj jedinki	Broj jedinki	Broj jedinki
Oksične	122	18	48	73
Suboksične	40	76	18	45
Disoksične	117	182	228	99
Ukupno	279	276	294	217
BFOI	51,05	9,00	17,39	42,44
Uvjeti oksičnosti	Visoko oksični, granica prema srednje oksični	Nisko oksični	Srednje oksični	Srednje oksični

Kako u svakom uzorku ima oksičnih pokazatelja, za izračun BFOI korištena je formula:  $BFOI = [O / (O + D)] \times 100$ . BFOI za uzorak 5/1 iznosi 51,05, za uzorak 5/3 pada na 9,00, za uzorak 5/7 ponovno raste na 17,39, dok za uzorak 5/9 iznosi 42,44. Prema tome, uvjeti na morskom dnu za uzorak 5/1 u visoko oksični, za uzorak 5/3 su nisko oksični, dok su za uzorke 5/7 i 5/9 srednje oksični.

### 7.2.5. Omjer epifauna/infauna

Tablica 5. Broj epifaunalnih i infaunalnih jedinki po uzorcima, izražen kao apsolutna vrijednost i relativna zastupljenost (%).

	Uzorak 5/1		Uzorak 5/3		Uzorak 5/7		Uzorak 5/9	
	Broj jedinki	%	Broj jedinki	%	Broj jedinki	%	Broj jedinki	%
Epifauna	72	24,08	43	14,73	50	16,72	66	29,07
Infauna	227	75,92	249	85,27	249	83,28	161	70,93
Ukupno	299	100	292	100	299	100	227	100

Kako vrsta *C. levignata* može živjeti kao epifauna i infauna, broj jedinki te vrste u uzorcima pribrojen je i epifauni i infauni. Prema dobivenim rezultatima (Tablica 5) vidi se da u svim uzorcima dominira infauna s više od 70%, što ukazuje na eutrofične okoliše. Dominacija infaune je najizraženija u uzorku 5/3 (85,27%), a najmanje je izražena u uzorku 5/9 (70,93%).

### 7.3. Sistematika bentičkih foraminifera

Na lokalitetu Donje Orešje određeno je 27 rodova bentičkih foraminifera. Od toga 23 roda pripadaju redu Rotaliida, a jedan od tih 23 roda pripada podredu Textulariina. Tri roda pripadaju redu Lagenida, dok jedan preostali rod pripada redu Vaginulinida (Tablica 6). Foraminifere iz podredova Rotaliina i Textulariina pripadaju razredu Globothalamea, a foraminifere iz reda Lagenida i Vaginulinida pripadaju razredu Nodosariata.

Tablica 6. Klasifikacija pronađenih rodova bentičkih foraminifera.

<b>CARSTVO: Chromista</b>
<b>STABLO: Foraminifera</b>
<b>RAZRED: Globothalamea</b>
<b>RED: Rotaliida</b>
<b>PODRED: Rotaliina</b>
Rod: <i>Asterigerinata</i> Bermudez, 1949
Rod: <i>Anomalinoidea</i> Brotzen, 1942
Rod: <i>Bolivina</i> d'Orbigny, 1839
Rod: <i>Bulimina</i> d'Orbigny, 1826
Rod: <i>Cassidulina</i> d'Orbigny, 1826
Rod: <i>Chilostomella</i> Reuss, 1849
Rod: <i>Cibicidoides</i> Thalmann, 1939
Rod: <i>Elphidium</i> Monfort, 1808
Rod: <i>Fursenkoina</i> Loeblich & Tappan, 1961
Rod: <i>Globobulimina</i> Cushman, 1927
Rod: <i>Globocassidulina</i> Voloshinova, 1960
Rod: <i>Hansenisca</i> Loeblich & Tappan, 1988

Rod: <i>Heterolepa</i> Franzenau, 1884
Rod: <i>Melonis</i> Monfort, 1808
Rod: <i>Neoeponides</i> Reiss, 1960
Rod: <i>Pappina</i> Haunold, 1990
Rod: <i>Planulina</i> d'Orbigny, 1826
Rod: <i>Pullenia</i> Parker & Jones, 1862
Rod: <i>Reussela</i> Galloway, 1933
Rod: <i>Uvigerina</i> d'Orbigny, 1826
Rod: <i>Valvulineria</i> Cushman, 1932
Rod: <i>Virgulinella</i> Cushman, 1932
<b>PODRED: Textulariina</b>
Rod: <i>Textularia</i> DeFrance, 1824
<b>RAZRED: Nodosariata</b>
<b>RED: Lagenida</b>
<b>PODRED: Polymorphinina</b>
Rod: <i>Sipholagena</i> Moncharmont Zei & Sgarerella, 1980
Rod: <i>Fissurina</i> Reuss, 1850
Rod: <i>Glandulina</i> d'Orbigny, 1839
<b>RED: Vaginulinida</b>
Rod: <i>Lenticulina</i> Lamarck, 1804

#### 7.4. Biostratigrafski položaj

Starost naslaga određena je na temelju preklapanja stratigrafskih raspona svih određenih vrsta bentičkih foraminifera (Slika 18). Starost je srednji miocen, baden, *Buliminsko-bolivinska* zona gornjeg badena. Usko provodne vrste za gornji baden su *B. insignis* i *P. neudorfensis* a značajan je i nalaz vrste *B. gutsulica*, koja je provodna za srednji i gornji baden, te badenskih uvigerina, *U. aculeata* i *U. venusta*.

VRSTA	G. EOCEN	D. KISELIN	G. KISELIN	EGER	EGENBURG	OTNANG	KARPAT	BADEN			SARMAT
								DONJI	SREDNJI	GORNJI	
<i>Anomalinooides sp.</i>											
<i>Asterigerinata planorbis</i>											
<i>Bolivina dilatata</i>											
<i>Bolivina pokorny</i>											
<i>Bolivina pseudoplicata</i>											
<i>Bulimina elongata</i>											
<i>Bulimina gutschulica</i>											
<i>Bulimina insignis</i>											
<i>Cassidulina levignata</i>											
<i>Chilostomela ovoidea</i>											
<i>Cibicoides lobatulus</i>											
<i>Cibicoides pseudoungerianus</i>											
<i>Cibicoides sp.</i>											
<i>Elphidium aculeatum</i>											
<i>Elphidium crispum</i>											
<i>Elphidium fichtellianum</i>											
<i>Fissurina sp.</i>											
<i>Fursenkoina sp.</i>											
<i>Glandulina ovula</i>											
<i>Globobulimina pyrula</i>											
<i>Globocassidulina crassa</i>											
<i>Hansenisca soldani</i>											
<i>Heterolepa dutamplei</i>											
<i>Lenticulina inornata</i>											
<i>Melonis sp.</i>											
<i>Neoeponides schreiberii</i>											
<i>Pappina neudorfensis</i>											
<i>Planulina wuellerstrofi</i>											
<i>Pullenia buloides</i>											
<i>Reussela spinulosa</i>											
<i>Sipholagena sp.</i>											
<i>Uvigerina aculeata</i>											
<i>Uvigerina acuminata</i>											
<i>Uvigerina semiornata</i>											
<i>Uvigerina venusta</i>											
<i>Valvulineria complanata</i>											
<i>Virgulinea pertusa</i>											
<i>Textularia sp.</i>											

Slika 18. Stratigrafski rasponi vrsta bentičkih foraminifera.

Prikazan je sažet prikaz parametara izračunatih u ovom diplomskom radu. (Tablica 7).

Tablica 7. Broj vrsta, odnos plankton/bentos, indeksi bioraznolikosti, indeks kisika bentičkih foraminifera i udio infaunalnih i epifaunalnih vrsta.

	Uzorak 5/1	Uzorak 5/3	Uzorak 5/7	Uzorak 5/9
Broj vrsta	21	21	23	26
P/B odnos (%)	45,9	12,9	15,8	49,1
Fisher $\alpha$ indeks	5,265	5,283	5,840	7,710
Shannon-Wiener indeks	2,348	2,143	1,812	2,645
Indeks ekvitabilnosti	0,771	0,704	0,578	0,812
Berger-Parker indeks	0,287	0,289	0,568	0,175
BFOI	51,05	9,00	17,39	42,44
Epifauna (%)	24,08	14,73	16,72	29,07
Infauna (%)	75,92	85,27	83,28	70,93

## 8. Rasprava

Uzorci lapora i kalcitnih lapora su prikupljeni na sjeveroistočnom dijelu Medvednice u kamenolomu Donje Orešje. U ovom diplomskom radu analiziran je donji dio snimljenog geološkog stupa (uzorci 5/1, 5/3, 5/7 i 5/9) u svrhu odredbe starosti naslaga i interpretacije paleookoliša. U uzorcima je pronađena raznolika i vrlo dobro očuvana mikrofosilna zajednica. Detaljno su analizirane bentičke foraminifere, a uz njih su pronađene i planktonske foraminifere, oklopi ostrakoda, spikule spužvi i fragmenti bodlja ježinaca.

Ukupno je određeno 27 rodova i 38 vrsta bentičkih foraminifera (Tablica 2). Starost naslaga je srednji miocen, *Buliminsko-bolivinska* zona gornjeg badena. Usko provodne vrste za gornji baden su *B. insignis* i *P. neudorfensis*, a značajan je i nalaz vrste *B. gutsulica*, koja je provodna za srednji i gornji baden, te badenskih vrsta uvigerina, *U. aculeata* i *U. venusta* (Slika 18).

Procjena paleodubine okoliša napravljena je na temelju odnosa plankton/bentos (Tablica 7). Udio planktonskih foraminifera unutar foraminiferske zajednice za uzorak 5/1 iznosi 45,9%, što ukazuje na područje srednjeg šelfa. Za uzorke 5/3 i 5/7 udio planktonskih foraminifera iznosi 12,9% odnosno 15,8%, što upućuje na plići okoliš unutrašnjeg šelfa. Udio planktonskih foraminifera je najveći u uzorku 5/9 (49,1%), te ukazuje na područje srednjeg šelfa ili granicu prema vanjskom šelfu. Iz navedenoga je vidljivo da duž analiziranog dijela stupa postoji oscilacija u paleodubini. Najdonji dio stupa odgovara području srednjeg šelfa, zatim se dubina smanjuje, da bi u gornjem dijelu analiziranog dijela stupa opet porasla, te odgovara okolišu srednjeg šelfa ili prijelazu prema vanjskom šelfu.

U uzorku 5/1 pronađena je 21 vrsta bentičkih foraminifera (Tablica 7). Dominiraju vrste *G. crassa* (26,2%) i *B. dilatata* (17,0%), a srednje zastupljene vrste su *U. semiornata* (7,9%), *C. levignata* (6,6%), *B. elongata* (6,2%) i *C. pseudoungerianus* (6,2%) (Slika 13). Fisher  $\alpha$  indeks iznosi 5,265 (Tablica 7) i takva vrijednost ukazuje na različite okoliše, no uzimajući u obzir znatan udio planktonskih foraminifera unutar zajednice u obzir dolaze marinski okoliš i okoliš vanjskog šelfa. Također i vrijednost Shannon-Wienerovog indeksa, koja iznosi 2,348 (Tablica 7), upućuje na normalni marinski okoliš. Indeks ekvitabilnosti iznosi 0,771, a Berger-Parkerov indeks 0,287 (Tablica 7). Indeks kisika bentičkih foraminifera (BFOI) (Tablica 7) je 51,05, te su prema tome tijekom taloženja naslaga na



morskom dnu vladali visoko oksični uvjeti, no na granici sa srednje oksičnim. Omjer epifauna/infauna ukazuje da dominiraju infaunalni oblici (75,92%) (Tablica 7).

U uzorku 5/3 određena je 21 vrsta bentičkih foraminifera (Tablica 7). Dominantne vrste su *U. venusta* (28,8%), *U. semiornata* (26,3%) i *Textularia sp.* (12,2%). Srednje zastupljene vrste su *C. levignata* (5,8%), *B. elongata* (4,7%) i *P. neudorfensis* (4,0%) (Slika 14). Fisher  $\alpha$  indeks iznosi 5,283 (Tablica 7) i upućuje na okoliše identične kao i za uzorak 5/1, no manji udio planktonskih foraminifera u zajednici ukazuje na trend oplićavanja taložnog okoliša. Vrijednost Shannon-Wienerovog indeks iznosi 2,143 (Tablica 7) i upućuje na normalni marinski okoliš. Indeks ekvitabilnosti iznosi 0,704, a Berger-Parkerov indeks 0,289 (Tablica 7). Indeks kisika bentičkih foraminifera (BFOI) je 9,00, te su prema tome vladali nisko oksični uvjeti na morskom dnu (Tablica 7). U ovom uzorku je dominacija infaune najviše izražena (85,27%) (Tablica 7).

U uzorku 5/7 pronađene su 23 vrste bentičkih foraminifera (Tablica 7). Izrazito je dominantna vrsta *B. dilatata* (53,9%), a srednje zastupljene vrste su *B. gutsulica* (7,7%), *G. crassa* (6,8%), *B. elongata* (4,5%) i *V. complanata* (4,2%) (Slika 15). Fisher  $\alpha$  indeks iznosi 5,840 (Tablica 7), te upućuje na okoliše identične kao za uzorke 5/1 i 5/3, a s obzirom na P/B odnos također ukazuje na oplićavanje taložnog okoliša kao i prethodni uzorak (5/3). Vrijednost Shannon-Wienerovog indeks iznosi 1,812 (Tablica 7), što upućuje na priobalni okoliš s varijacijama u salinitetu. Indeks ekvitabilnosti iznosi 0,578, a Berger-Parkerov indeks 0,568 (Tablica 7). Indeks kisika bentičkih foraminifera (BFOI) je 17,39, te su prema tome vladali srednje oksični uvjeti na morskom dnu (Tablica 7). Omjer epifauna/infauna ukazuje da dominiraju infaunalni oblici (83,28%) (Tablica 7).

Za uzorak 5/9 određeno je najviše vrsta bentičkih foraminifera, njih 26 (Tablica 7). Dominiraju vrste *B. dilatata* (14,1%), *G. crassa* (14,1%) i *B. pokorny* (10,7%). Srednje zastupljenim vrstama pripadaju *C. pseudoungerianus* (5,6%), *V. complanata* (5,6%), *Textularia sp.* (4,8%) (Slika 16). Fisher  $\alpha$  indeks iznosi 7,710 (Tablica 7) i također kao i u prethodnim uzorcima upućuje na marinski šelfni okoliš, no s obzirom na odnos plankton/bentos evidentno je produbljavaње taložnog okoliša - područje srednjeg šelfa na granici prema vanjskom šelfu. Vrijednost Shannon-Wienerovog indeks iznosi 2,645 (Tablica 7), što upućuje na normalne marinske okoliše. Indeks ekvitabilnosti je 0,812, a Berger-Parkerov indeks 0,178 (Tablica 7). Indeks kisika bentičkih foraminifera (BFOI) je 42,44, te su prema tome vladali srednje oksični uvjeti na morskom dnu (Tablica 7). U ovom uzorku je dominacija infaunalnih oblika najmanje izražena (70,93%) (Tablica 7).

Indeks ekvitabilnost i Berger-Parkerov indeks (Tablica 7) pokazuju da raznolikost zajednice bentičkih foraminifera pada duž profila do uzorka 5/7, dok istovremeno raste dominacija. Uzorak 5/9 ima najveći indeks ekvitabilnosti i najmanji indeks dominacije, što pokazuje da je u tom uzorku raznolikost zajednice bentičkih foraminifera najveća, a dominacija je najmanje izražena. Također, duž profila oscilira i količina kisika na morskom dnu (Tablica 7). Uvjeti se mijenjaju od visoko oksidnih – granica prema srednjooksidnim (uzorak 5/1), preko nisko oksidnih (uzorak 5/3), do srednje oksidnih (uzorci 5/7 i 5/9).

U svim uzorcima dominantne su foraminifere s perforatnom stijenkom. Prema trokomponentnom dijagramu (MURRAY, 1974) (Slika 17) moguće je pet različitih okoliša. To su hipersaline lagune, marinske močvare, hipersaline močvare, šelfna mora i hiposaline lagune. No uzimajući u obzir gore navedene podatke dobivene drugim analizama šelfna mora dolaze u prvi plan.

Prema odnosu epifauna/infauna okoliš je bio eutrofičan o čemu svjedoči dominacija infaune u svim uzorcima (Tablica 7), posebice u središnjem dijelu analiziranog dijela stupa.

Neki od ostalih lokaliteta na Medvednici na kojima je određena gornjobadenska starost naslaga - *Buliminsko-bolivinska* zona su Gornje Vrapče i Sveta Barbara. Na lokalitetu Gornje Vrapče, koji se nalazi u jugozapadnom dijelu Medvednice, određena je bogata i raznolika plitkovodna zajednica bentičkih foraminifera (PEZELJ i sur., 2016). Ova foraminiferska zajednica se razlikuje od zajednice analizirane u ovom diplomskom radu po tome što je pronađen veliki broj predstavnika rodova *Elphidium* i *Cibicides*. Lokalitet Sveta Barbara nalazi se u istočnom dijelu Medvednice, kod Čučerja. Mikrofosilna zajednica je slična ovoj sa lokaliteta Donje Orešje po tome što je većina bentičkih foraminifera tipična za okoliše dublje od srednjeg šelfa, a prisutnost rodova *Elphidium*, *Asterigerinata* i *Cibicides* je rezultat postmortem transporta u dublje okoliše (PEZELJ, 2002,2006, PEZELJ i sur., 2007).

Duž analiziranog dijela geološkog stupa s lokaliteta Donje Orešje evidentne su oscilacije u dubini taložnog okoliša i količini kisika pri morskom dnu. U središnjem dijelu evidentno je oplićavanje taložnog okoliša, smanjenje količine kisika pri morskom dnu, porast udjela infaunalnih oblika unutar zajednice što može ukazivati na povećani donos organskih tvari s kopna u taložni okoliš.

## 9. Zaključak

Uzorci za analizu prikupljeni su u kamenolomu Donje Orešje, koji se nalazi na sjeveroistočnim padinama Medvednice. U njima je pronađena vrlo dobro očuvana mikrofossilna zajednica. Detaljno je analizirana zajednica bentičkih foraminifera, te je određeno 27 rodova i 38 različitih vrsta bentičkih foraminifera. Na temelju usko provodnih vrsta *Bulimina insignis* i *Pappina neudorfensis* određena je gornjobadenska starost naslaga.

Za procjenu dubine korištena je metoda odnosa planktonskih i bentičkih foraminifera. Najdonji dio stupa odgovara području srednjeg šelfa, zatim se dubina smanjuje na područje unutrašnjeg šelfa, da bi u gornjem dijelu analiziranog dijela stupa opet porasla, te odgovara okolišu srednjeg šelfa ili prijelazu prema vanjskom šelfu. Iz navedenoga se zaključuje da postoji oscilacija u paleodubini.

U svim analiziranim uzorcima dominiraju foraminifere s perforatnom stijenkom i infaunalni oblici bentičkih foraminifera. Vrijednosti indeksa bioranzolikosti pokazuju da raznolikost zajednice bentičkih foraminifera pada duž profila do gornjeg dijela analiziranog dijela stupa, dok istovremeno raste dominacija. U gornjem dijelu analiziranog dijela stupa je raznolikost zajednice bentičkih foraminifera najveća, a dominacija je najmanje izražena. Uvjeti na morskom dnu se mijenjaju od visoko oksičnih, preko nisko oksičnih, do srednje oksičnih, što ukazuje da duž profila osim promjena u dubini taložnog okoliša također oscilira i količina kisika pri morskom dnu.

## 10. Literatura

- BASCH, O. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, List Ivanić-Grad L33–81. – Geološki zavod, Zagreb; OOUR za geologiju i paleontologiju (1969–1976); Savezni geološki institut, Beograd (1981).
- BASCH, O. (1983.): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, Tumač za list Ivanić-Grad L33–81. – Geološki zavod, Zagreb (1980): Savezni geološki institut Beograd, 66 str.
- BRUSINA, S. (1884): Die Fauna der Congerienschichten von Agram in Kroatien. Beitr. Pal. Oesterr-Ung. Or., 3, Wien.
- BRUSINA, S. (1892): Fauna fossile terziaria di Markuševac in Croazia, con elenco delle Dreissensidae della Dalmazia, Croazia e Slavonia. Glasn. Hrv. naravosl. društva, 7, Zagreb.
- CICHA, I., RÖGL, F., RUPP, C., CTYROKA, J. (1998): Oligocene – Miocene foraminifera of the Central Paratethys. Abhandlungen der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft, 549, 1–325.
- FOETTERLE, F. (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.
- JORISSEN, F.J., DE STIGTER, H.C., WIDMARK, J.G.V. (1995): A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. Marine paleontology, 22, 3–15.
- 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 oxygen on the benthic foraminiferal oxygen indeks (BFOI). Mar. Micropaleontol., 37, 67–76.
- 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.

- KOCHANSKY-DEVIDE, V. (1944): Fauna marinskog miocena južnog pobočja Medvednice (Zagrebačke gore). Geol. vijesnik 2/3, 171–280, Zagreb.
- KOCHANSKY-DEVIDE, V. (1956): O fauni marinskog miocena i o tortonskom „šliru“ Medvednice (Zagrebačka gora). Geol. vijesnik, 10 (1956), Zagreb.
- KOVAČ, M., ANDREYEVA-GRIGOROVICH, A., BAJRAKTAREVIĆ, Z., BRZOBOHATY, R., FILIPESCU, S., FODOR, L., HARZHAUSER, M., NAGYMAROSY, A., OSZCYPKO, N., PAVELIĆ, D., RÖGL, F., SAFTIĆ, B., SLIVA, L., STUDENCKA, B. (2007): Badenian evolution of the Central Paratethys Sea: paleogeography, climate and eustatic sea-level changes. *Geologica Carpathica*, 58/6, 579–606.
- KOVAČOVA, P., EMMANUEL, L., HUDAČKOVA, N., RENARD, M. (2009): Central Paratethys paleoenvironment during the Badenian (Middle Miocene): evidence from foraminifera and stable isotopes ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ ) study in the Vienna Basin (Slovakia). *International Journal of Earth Sciences*, 98, 1109–1127.
- 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. (1974): Distribution and ecology of living benthic foraminiferids. Heinemann educational books, London, 1–274.
- 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.
- ŠIKIĆ, K., BASCH, O., ŠIMUNIĆ, A. (1979): Osnovna geološka karta SFRJ 1:10000, Tumač za list Zagreb, L 33–80. – Institut. za geološka istraživanja, Zagreb (1972); Savezni geološki zavod, Beograd, 81 str.
- PAPP, A., CICHA, I. (1968): Badenein. In: PAPP, A., GRILL, R., JANOSCHEK, R., KAPOUNEK, J., KOLLMANN, K., TURNOVSKI, K.: Nomenclature of the Neogene of Austria. *Verh. Geol. Bundesanst. Wien*, 1/2, 19–27.

- PAVELIĆ, D., KOVAČIĆ, M. (2018). Sedimentology and stratigraphy of the Neogene rift-type North Croatian Basin (Pannonian Basin System, Croatia): A review. *Marine and Petroleum Geology*, 91, 455–469.
- PEZELJ, Đ. (2002): *Paleoekološka analiza badenskih tafofacijesa Medvednice*. Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–77.
- PEZELJ, Đ. (2006): *Paleoekološki odnosi badena i sarmata područja Medvednice*, Disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–157.
- PEZELJ, Đ., DROBNJAK, L. (2019): Foraminifera-based estimation of water depth in epicontinental seas: Badenian deposits from Glavnica Gornja (Medvednica Mt., Croatia), Central Paratethys. *Geologica Croatica*, 72/2, 93–100.
- PEZELJ, Đ., SREMAC, J., SOKAČ, A. (2007): Paleoeology of the Late Badenian foraminifera and ostracoda from the SW Central Paratethys (Medvednica Mt., Croatia). *Geologica Croatica*, 60/2, 139–150.
- PEZELJ, Đ., MANDIĆ, O., ČORIĆ, S. (2013): Paleoenvironmental dynamics in the southern Pannonian basin during initial middle Miocene marine flooding. *Geologica Carpathica*, 64, 81–100.
- PEZELJ, Đ., SREMAC, J., BERMANEC, V. (2016): Shallow-water benthic foraminiferal assemblages and their response to the paleoenvironmental changes – example from the Middle Miocene of Medvednica Mt. (Croatia, Central Paratethys). *Geologica Carpathica*, 67/4, 329–345.
- PILAR, Đ. (1881): *Grundzuge der Abyssodynamik*. Zagreb.
- POLJAK, J. (1937): *Novi prilog poznavanju stratigrafije Medvednice*. *Vesnik geol. inst. kralj. Jugoslavije*, 5, Beograd.
- RÖGL, F. (1998): Paleogeographic Considerations for Mediterranean and Paratethys Seaways (Oligocene to Miocene). *Ann. Naturhist. Museum. Wien*, 99A, 279–310.
- RÖGL, F. (1999): Mediterranean and Paratethys. Facts and hypotheses of an Oligocene to Miocene Paleogeography (short overview). *Geologica Carpathica*, 50, 339–349.

- ŠIKIĆ, K. (1995): Geološki vodič Medvednice. Institut za geološka istraživanja, INA industrija nafte d.d – Naftaplin, 7–30, Zagreb.
- ŠIKIĆ, L. (1967): Torton i sarmat jugozapadnog dijela Medvednice na osnovu faune foraminifera. Geološki vjesnik, 20, 127–135, Zagreb.
- ŠIKIĆ, L. (1968): Stratigrafija miocena sjeveroistočnog dijela Medvednice na osnovu faune foraminifera. Geološki vjesnik, 21, 213–227, Zagreb.
- ŠIMUNIĆ, A., PIKIJA, M., HEĆIMOVIĆ, I. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, List Varaždin L33–69. – Geološki zavod, Zagreb, (1971–1978); Savezni institut, Beograd (1982).
- TUĆAN, F. (1919): Naše rudno blago. Matica Hrvatska, Zagreb.
- VAN GELDER, I.E., MATENCO, L., WILLINKSHOFER, E., TOMLJENIĆ, B., ANDRIESEN, P.A.M., DUCEA, M.N., BENIEST, A., GRUIĆ, A. (2015): The tectonic evolution of a critical segment of the Dinarides-Alps connection: Kinematic and geochronological inferences from the Medvednica Mountains, NE Croatia. *Tectonics*, 34, 1952–1978.
- VRSALJKO, D., PAVELIĆ, D., MIKNIĆ, M., BRKIĆ, M., KOVAČIĆ, M., HEĆIMOVIĆ, I., HAJEK-TADESSE, V., AVANIĆ, R., KURTANJEK, N. (2006): Middle Miocene (Upper Badenian/Sarmatian) Paleoecology and Evolution of the Environments in the Area of Medvednica Mt. (North Croatia). *Geologica Croatica*, 59/1, 51–63, Zagreb.
- VUKOTINOVIĆ, LJ. (1855): Sitzungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt. Sitzung am 9. Jänner 1855. Izvještaj o terciarnim naslagama između Zagreba i Podsuseda u Hrvatskoj. *Jahrb. Geol. Reichsanst.*, 6/1, Wien.
- VUKOTINOVIĆ, LJ. (1873): Trećegorje u okolini zagrebačkoj. *Rad JAZU*, 23, Zagreb.

## Internetski izvori

<http://research.bpcrc.osu.edu/forum/whatarefor.htm> (pristupljeno 25.1.2022.)

<https://foraminifera.eu/index.html> (pristupljeno 4.1.2022.)

<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1410>

(pristupljeno 3.1.2022.)

**Table I - III**



**Tabla 1**

Foraminifere u uzorku 5/1

1 Zajednica bentičkih foraminifera

2 *Globocassidulina crassa* d'Orbigny, 1839

3 *Uvigerina semiornata* d'Orbigny, 1846

4 *Virgulinema pertusa* Reuss, 1861

5 *Bulimina elongata* d'Orbigny, 1846



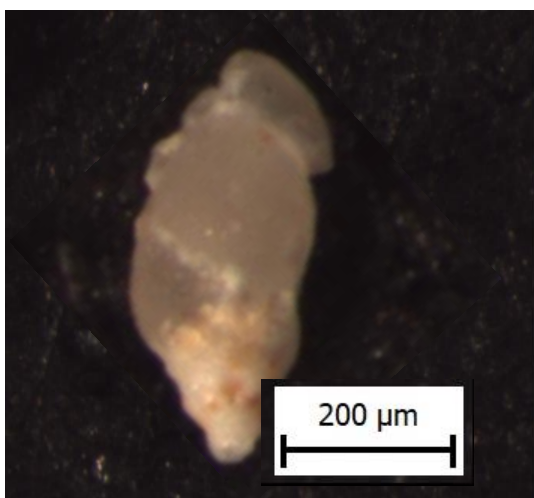
1.



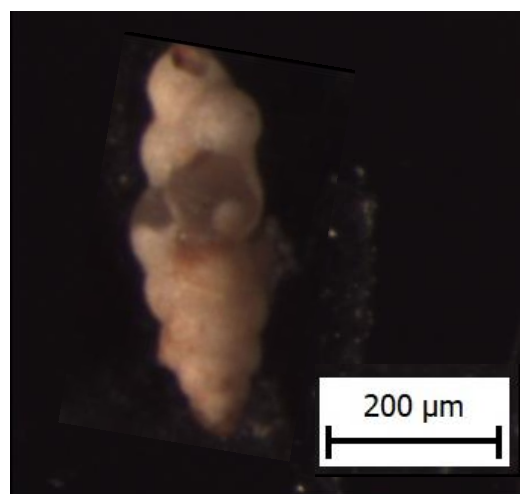
2



3



4



5

## Tabla 2

### Bentičke foraminifere u uzorku 5/3

1 *Textularia sp.* Defrance, 1824

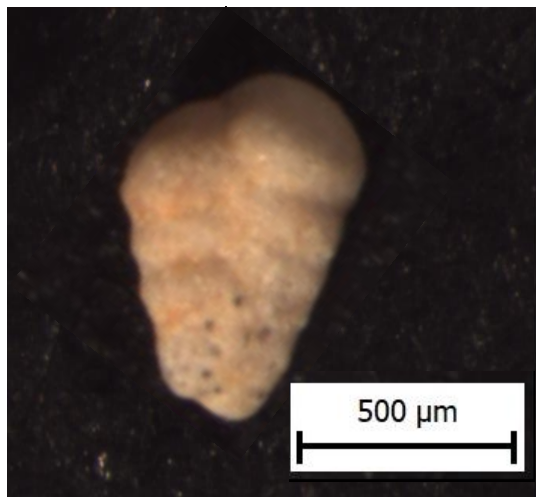
2 *Planulina wuellerstrofi* Schwager, 1866, dorzalna strana

3 *Glandulina ovula* d'Orbigny, 1846

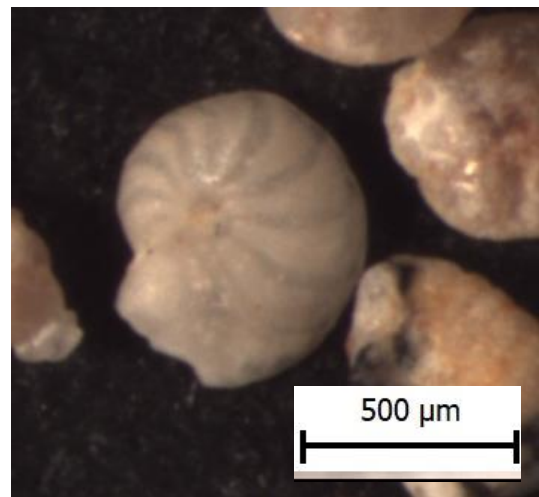
4 *Uvigerina acuminata* Hosijs, 1895

5 *Elphidium crispum* Linnaeus, 1758

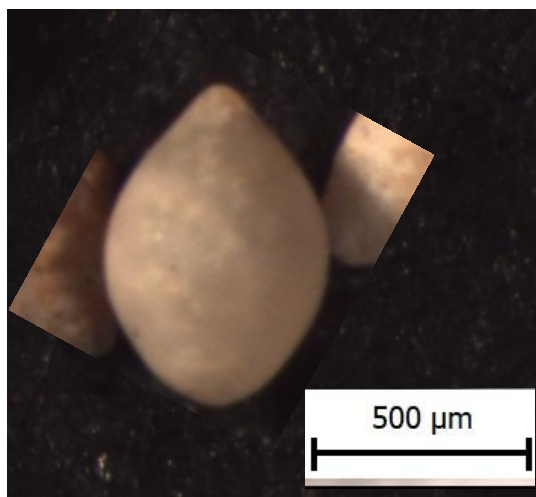
6 *Heterolepa dutamplei* d'Orbigny, 1846



1



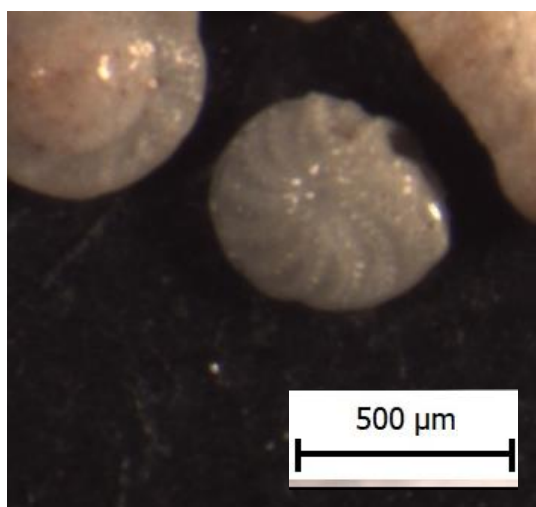
2



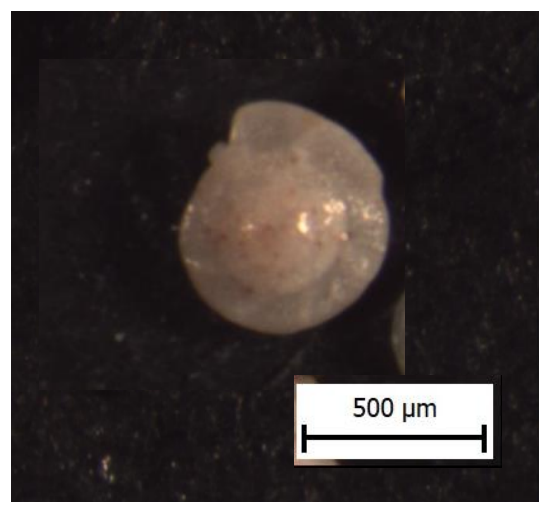
3



4



5

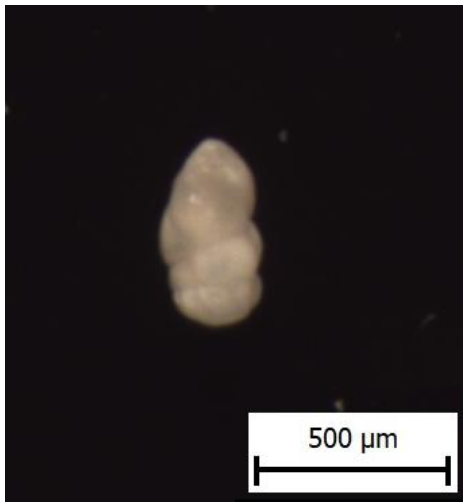


6

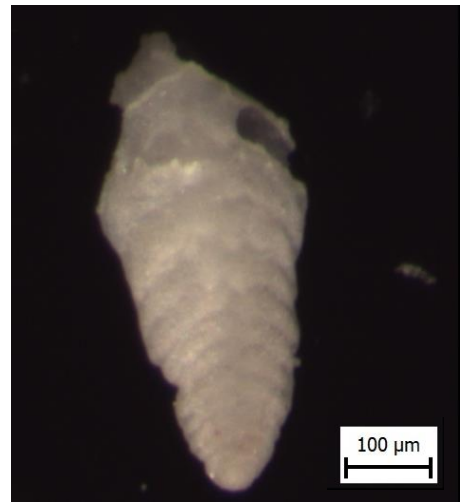
**Tabla 3**

Foraminifere u uzorku 5/7 i 5/9

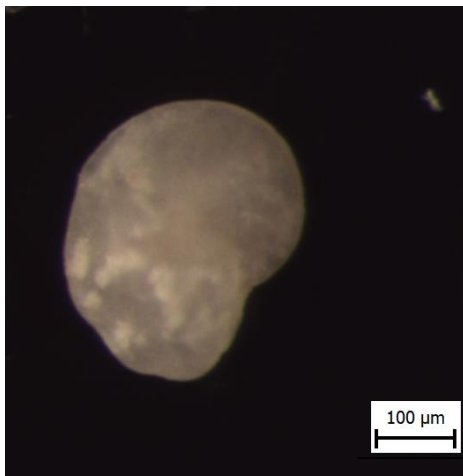
- 1 *Bulimina gutschulica* Livental, 1953 (uzorak 5/7)
- 2 *Bolivina dilatata* Reuss, 1850 (uzorak 5/7)
- 3 *Cibicidoides sp.* d'Orbigny, 1846 (uzorak 5/9)
- 4 *Pappina neudorfensis* Toula, 1900 (uzorak 5/9)
- 5 Zajednica planktonskih foraminifera (uzorak 5/9)



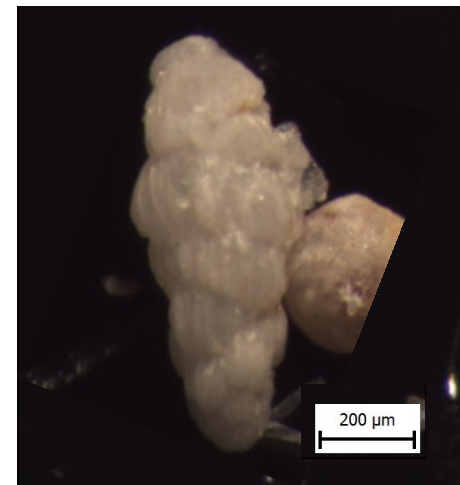
1



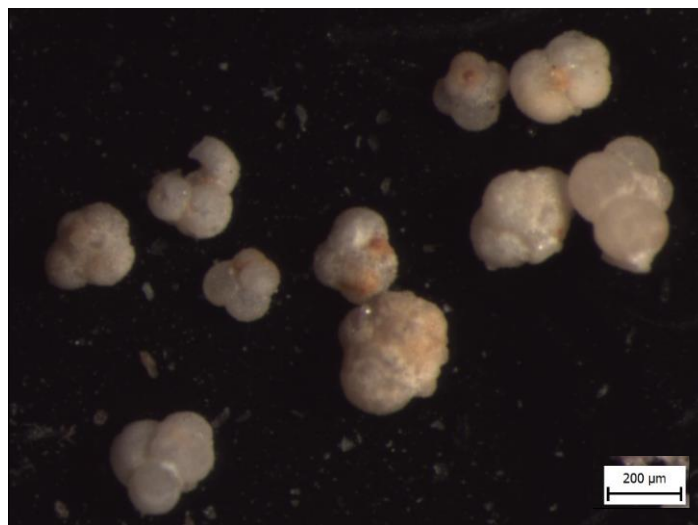
2



3



4



5