

# Srednjomiocenska foraminiferska zajednica naslaga stupa Ciprovac (Dilj gora): sastav i očuvanost

---

Jukić, Magdalena

Undergraduate thesis / Završni 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:217:641073>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-18**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Magdalena Jukić

**Srednjemiocenska foraminiferska zajednica naslaga  
stupa Ciprovac (Dilj gora): sastav i očuvanost**

Seminar III  
Preddiplomski studij geologije

Mentor:  
Prof.dr.sc. Vlasta Čosović

Zagreb, 2022.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Seminar III

### SREDNJEMIOCENSKA FORAMINIFERSKA ZAJEDNICA NASLAGA STUPA CIPROVAC (DILJ GORA) : SASTAV I OČUVANOST

Magdalena Jukić

**Rad je izrađen:** Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološko-paleontološki zavod, Geološki odsjek, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb

**Sažetak:** Opisana je foraminiferska zajednica iz odabranog uzorka naslaga miocenske starosti na Dilj gori, geološki stup Ciprovac. Detaljno je analizirana frakcija 0,35 mm koja je dobivena mokrim prosijavanjem. Određene su ukupno 33 foraminiferske vrste, koje pripadaju podredovima Rotaliina i Textulariina. Planktonske foraminifere dominiraju, 17 određenih vrsta predstavlja 84,6 % zajednice što ukazuje na dubljevodne taložne okoliše gornjeg dijela kontinentalne padine. Najbrojnije planktonske vrste su: *Trilobatus trilobus*, *Trilobatus quadrilobatus*, *Trilobatus bisphericus*. Izračunati su indeksi bioraznolikosti: bogatstvo vrsta, Berger-Parker-ov indeks dominacije, Simpson-ov indeks dominacije, Shannon-Wiener-ov indeks, indeks ekvitabilnosti i Fisher-ov indeks. Na osnovu stratigrafskih raspona prisutnih vrsta određena je badenska starost naslaga.

**Ključne riječi:** Foraminifere, miocen, Dilj gora, indeksi bioraznolikosti

**Rad sadrži:** 20+IV stranica, 6 slika, 3 tablice, 17 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je pohranjen u:** Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek- PMF, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb

**Mentor:** prof.dr.sc. Vlasta Čosović

**Ocjenjivači:** izv. prof. dr. sc. Đurđica Pezelj, prof. dr. sc. Nenad Tomašić

**Datum završnog ispita:** 19. rujan 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

### Seminar III

#### MIDDLE MIOCENE FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES FROM CIPROVAC SECTION (DILJ Mt.) : COMPOSITION AND PRESERVATION

**Magdalena Jukić**

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

**Abstract:** The foraminiferal assemblage from the Miocene deposits (Mt. Dilj gora), Ciprovac section have been studied. The 0.35 mm fraction obtained by sieving was analyzed in detail. A total of 33 foraminiferal species were determined and classified into the suborders Rotaliina and Textulariina. Of these, 17 species belong to the planktonic foraminifera, accounting for 84.6% of the assemblages, suggesting an upper bathyal depositional environment. The most abundant planktonic species are: *Trilobatus trilobus*, *Trilobatus quadrilobatus*, *Trilobatus bisphericus*. The following biodiversity indices were calculated: Species richness, Berger-Parker dominance index, Simpson dominance index, Shannon-Wiener index, Evenness index and Fisher index. Based on the stratigraphic ranges of the species present, the Badenian age of the deposits was determined.

**Keywords:** Foraminifera, Miocene, Dilj gora Mt, biodiversity indices

**Seminar contains** 20+IV pages, 6 figures, 3 tables, 17 references

**Original in:** Croatian

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

**Supervisor:** Professor Vlasta Čosović

**Reviewers:** Associate professor Đurđica Pezelj, Professor Nenad Tomašić

**Date of the final exam:** September 19th, 2022.

## Sadržaj

1.	Uvod.....	1
1.1.	Foraminifere.....	1
2.	Geološke osobine Dilj gore.....	3
2.1.	Paleogeografija istraživanog područja.....	3
3.	Materijali i metode istraživanja .....	5
3.1	Terenski rad .....	5
3.2	Laboratorijski rad.....	5
3.3	Kabinetski rad .....	5
3.4	Analitički rad .....	6
3.5.	Indeksi bioraznolikosti.....	9
4.	Rezultati .....	12
4.1.	Sistematika foraminifera.....	12
5.	Rasprava.....	17
6.	Zaključak .....	18
7.	Literatura.....	19

## 1. Uvod

Predmet ovog Završnog rada je interpretacija mikropaleontoloških značajki naslaga miocenske starosti na lokalitetu Dilj gora (središnja Slavonija).

U radu je opisana mikropaleontološka analiza odabranog uzorka sedimenta iz geološkog stupa Ciprovac. Analiza uključuje laboratorijsku pripremu uzoraka, mokro prosijavanje ("šlemanje"), izdvajanje i određivanje rodova i vrsta foraminifera i statističku obradu na temelju koje se mogu odrediti neki ekološki parametri koji su vladali za vrijeme taloženja naslaga.

Laboratorijski i kabinetski rad napravljen je u Zavodu za geologiju, Hrvatskog geološkog instituta, dijelom u okviru stručne prakse koju je vodila mag. geol. Monika Milošević.

### 1.1. Foraminifere

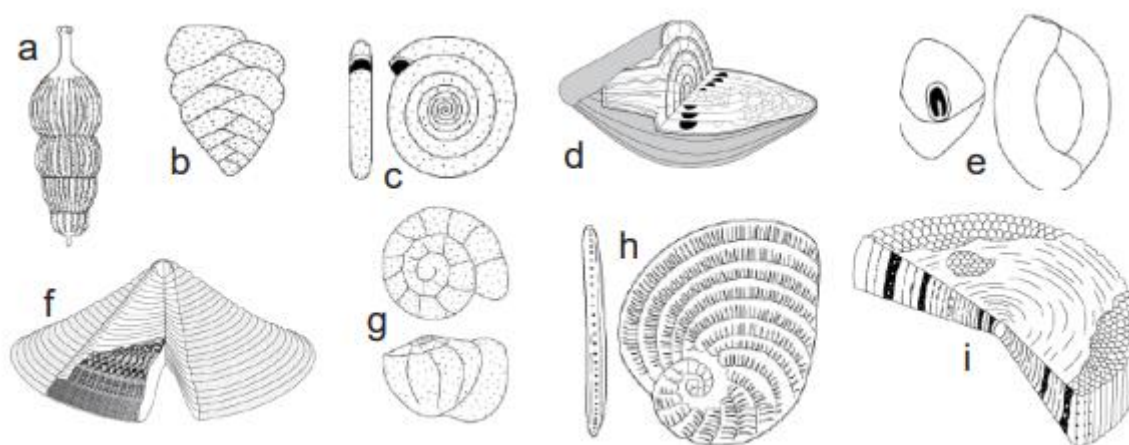
Foraminifere su jednostanični eukariotski organizmi koji imaju skelet- kućicu, s jednom (monotalamične) ili više (politalamične) povezanih klijetki koje se nadodaju s rastom jedinke. Skelet može biti građen od organske tvari, kalcita, aragonita, ili od zrna pijeska ili drugih čestica slijepljenih zajedno.

Foraminifere nalazimo u stijinama od kambrija sve do danas, vrlo su brojne i široko rasprostranjene, zbog čega su vrlo korisne za istraživanje- služe za određivanje starosti stijena, rekonstrukcije paleoklimatskih karakteristika poput paleotemperature, interpretacije paleoekoloških uvjeta.

Rasprostranjene su u svim morskim okolišima (do dubine od 4000 m), bočatim i slatkim vodama te se ubrajaju među najbrojnije organizme u mnogim morskim okolišima. Hrane se otopljenim organskim molekulama, ostrakodima, bakterijama, dijatomejama, ili drugim nano-algama. Često žive u simbiozi s algama. Iz ušća (otvora na najmlađoj klijetki) izlaze pseudopodiji (tzv. lažne nožice) koje im služe za kretanje, hranjenje, razmnožavanje i disanje.

Prema načinu života razlikujemo planktonske i bentičke foraminifere. Bentičke foraminifere žive na morskom dnu, na sedimentu, na stjenovitoj podlozi ili na drugim organizmima uključujući alge i biljke -epifauna ili zakopane u sedimentu kao- infauna. Planktonske foraminifere ne mogu se aktivno kretati, već pasivno plutaju uz pomoć morskih struja.

Tipološka klasifikacija foraminifera temelji se na karakteristikama njihove kućice: sastav stijenke, oblik i način namatanja klijetki, broj i raspored klijetaka, veličina kućice, oblik i smještaj ušća, ukrasi na površini kućice- čvorići, rebra, kvržice i dr. Prema načinu namatanja klijetki razlikujemo: pravocrtno (uniserijalno, biserijalno, triserijalno), trohospiralno (razlikujemo spiralnu-evolutnu i umbilikalnu-involutnu stranu kućice), planispiralno (involutno i evolutno), ciklično-koncentrično (klijetke su raspoređene u koncentričnim prstenovima), miliolidno (savijene klijetke dodiruju se međusobno na svojim krajevima s osi rasta, a raspoređene u ciklusu 5, 3 ili 1 klijetke). S obzirom na građu stijenke foraminifere mogu biti: aglutinirane, perforatne (staklaste i laminarne) i imperforatne (porcelanaste).



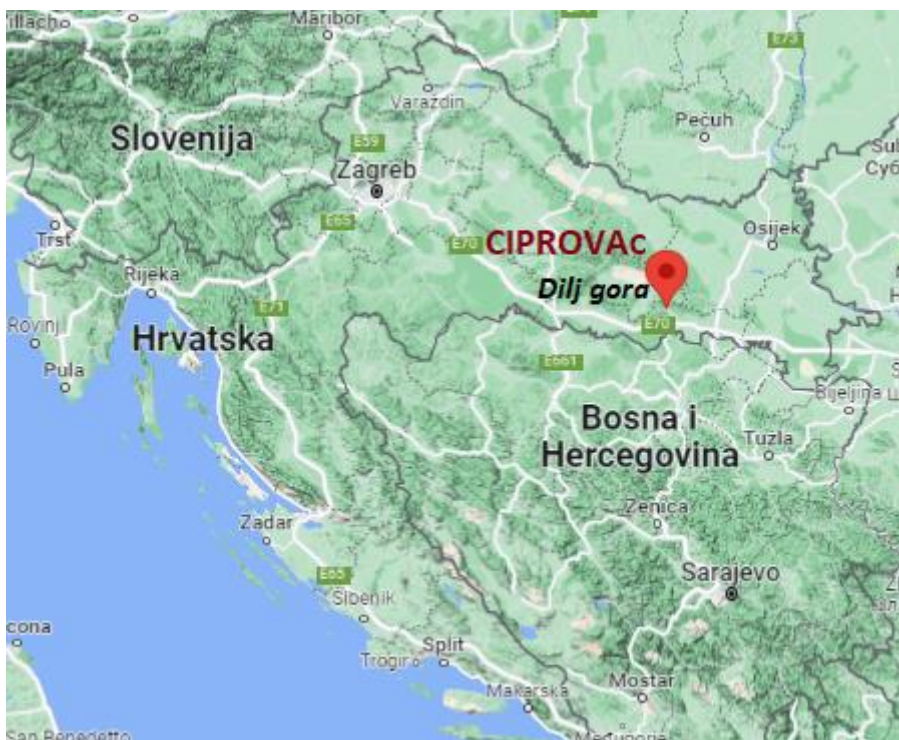
Slika 1: Oblici kućica foraminifera a: uniserijalna s ušćem uzdignutim na vratu i obrubljen »usnom«; b: biserijalna; c: planispiralna; d: planispiralna, vretenastog oblika (os savijanja leži u horizontalnoj ravnini); e: miliolidna-bilokulinska, ušće sa zubom; f: uniserijalna (klijetke »tanjurastog« oblika se dodaju od vrha prema dolje); g: nisko trohospiralna; h: nisko trohospiralna, u odrasloj fazi teži k linearnom rastu; i: koncentrični-ciklički rast. Preuzeto od Bellier i sur. (2010.). Preuzeto iz predavanja iz kolegija Mikropaleontologija I.

## 2. Geološke osobine Dilj gore

### 2.1. Paleogeografija istraživanog područja

Paleogeografski, Dilj gora je dio Panonskog bazenskog sustava (PBS) na čijem se rubnom jugozapadnom dijelu nalazi Sjevernohrvatski bazen. Panonski bazenski sustav nastao je raspadom Paratethys mora prije oko 5,5 milijuna godina. Omeđen je planinskim masivima- Alpama na zapadu, Karpatima na sjeveroistoku i Dinaridima na jugozapadu. Područje Panonskog bazena proteže se na kroz nekoliko država: Slovenije, Hrvatske, BiH, Srbije, Rumunjske, Mađarske, Slovačke, Češke i Ukrajine.

Formiranje Panonskog bazenskog sustava započelo je u donjem miocenu uslijed kontinentalne kolizije i subdukcije Europske ploče pod Afričku ploču. Pojedini dijelovi Panonskog bazena izdignuti su tijekom pliocena i kvartara i danas ih se može vidjeti na površini – to su tzv. Slavonske planine: Papuk, Psunj, Krndija, Požeška gora i Dilj gora.



Slika 2: Geografski položaj lokaliteta Ciprovac- Dilj gora na karti Hrvatske.- preuzeto sa Google maps.



Geološka istraživanja na Dilj gori započela su u drugoj polovici 19. stoljeća, prvi geološki izvještaj napisao je Stur davne 1862. godine, a složenu građu opisuje i Pilar u radu iz 1875. godine (Bošnjak i sur.,(2013)).

Izradom OGK SFRJ 1:100.000, listovi Nova Kapela L33-108 i Slavonski Brod L34-97, cjelovito je prikazana geološka složenost građe Dilj gore. Novija geološka istraživanja Dilj gore započela su 2003. godine u okviru izrade OGK RH 1:50.000. Rezultati tih istraživanja prikazani su u brojnim radovima objavljenim od 2005. do 2011. godine. Dilj goru grade sedimenti neogena i kvartara, s rijetkim pojavama magmatskih stijena. Neogenske naslage izdvojene su u 10 neformalnih litostratigrafskih jedinica (Bošnjak i sur., 2013) .

### 3. Materijali i metode istraživanja

3.1 Terenski rad Istraživani uzorci za ovaj Završni rad prikupljeni su 2017. godine na području Dilj gore- stup Ciprovac. Laboratorijska obrada uzoraka napravljena je u Hrvatskom Geološkom Institutu u Zagrebu, gdje se odvijala daljnja analiza koja se sastoji od kabinetskog rada, te analitičkog rada.

#### 3.2 Laboratorijski rad

Laboratorijska obrada uzorka uključivala je metodu "muljenja / šlemanja" tj. mokrog prosijavanja. Ta metoda koristi se uglavnom za slabo litificirane stijene poput glina, lapora, pješčenjaka. Cilj primjene ove metode je odvojiti mikrofosile od veziva (matriksa).

Postupak pripreme uzoraka metodom "šlemanja" sastoji se od nekoliko koraka:

- 1) Usitnjavanje uzoraka (oko 100g) čekićem do veličine klasta od 1cm,
- 2) Usitnjeni uzorak stavlja se u posudu, dodaju se voda i vodikov peroksid u omjeru 3:1, i ostavlja se da stoji najmanje 24 sata
- 3) Nakon 24 sata, uzorak se prosijava korištenjem 4 sita različitih promjera otvora: 2 mm, 0,72 mm, 0,35 mm, 0,09 mm. Otopljeni uzorak prelijeva se kroz sva 4 sita, koja se slažu od najmanjeg promjera otvora prema najvećem odozdo prema gore. Sita ispiramo vodom, sve dok ne zaostanu samo najsitnije čestice na svakom situ.
- 4) Svaku frakciju stavljamo u posebne posude za sušenje uzorka, te ih stavljamo na grijač dok se potpuno ne osuše, nakon čega se svaka frakcija sprema u prethodno označene papirnate vrećice.

Slika 3: Primjer sita korištenih za laboratorijsku analizu (preuzeto iz predavanja Mikropaleontologija I)

#### 3.3 Kabinetski rad

Kabinetski rad obuhvaća daljnju analizu uzoraka



dobivenih metodom "šlemanja", a uključuje- izdvajanje, fotografiranje i determinaciju mikrofosila. Za analizu izabrana je frakcija od 0,35 mm. Nakon sušenja, potrebno je standardizirati uzorke. Standardizacija predstavlja nasumično izdvajanje oko 300-tinjak jediniki iz uzorka. Obavlja se tehnikom pačtvorenja (splitanja) uz pomoć mikrosplitera. Mikrospliterom uzorak se dijeli na pola, te taj postupak ponavljamo sve dok ne dobijemo željeni broj mikrofosila (300 kućica foraminifera). Nakon toga uzorak istresemo na mikropaleontološku pliticu, na kojoj brojimo jedinice pomoću kvadrata ucrtanim na plitici. Zatim slijedi mikroskopiranje s pomoću stereoskopske lupe.

Mikrofosile izdvajamo iz uzorka jedan po jedan koristeći se iglicom uronjenom u vosak, te na temelju karakteristika kućica određujemo vrstu/ rodove. Za ovaj rad primijenjeni su Loeblich i Tappan (1998) kriteriji za klasifikaciju foraminifera u rodove i vrste.

Kriteriji za određivanja vrsta i rodova foraminifera su: tip stijenke, način rasta kućice, oblik klijetke i kućice, položaj i oblik sepata i odgovarajućih sutura, ukrasi na površini kućica, položaj i tip ušća.

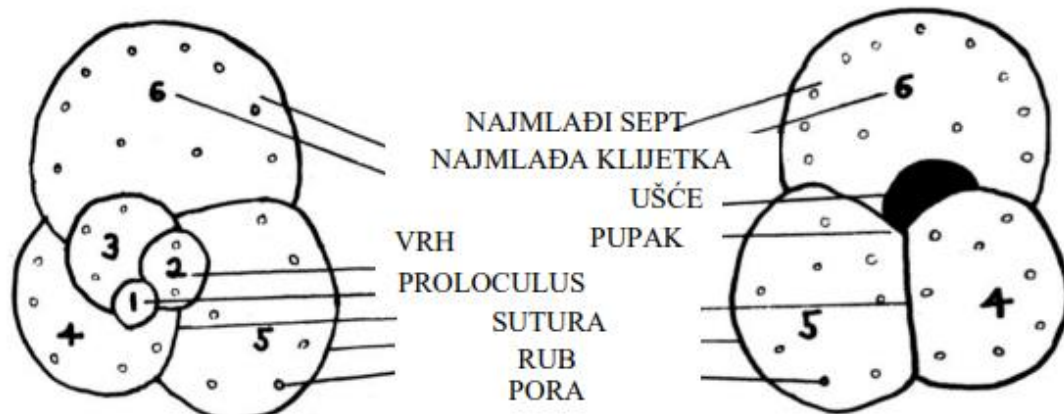


Slika 4: Oprema korištena za mikropaleontološku analizu- stereoskopska lupa, mikropaleontološka plitica, igla.

### 3.4 Analitički rad

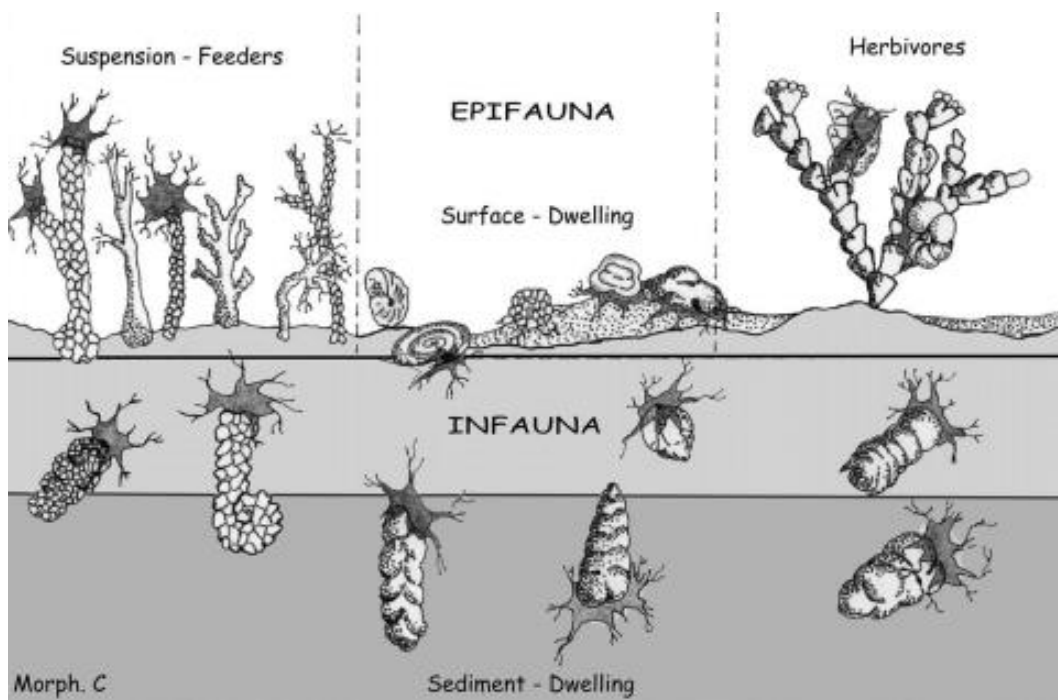
Prvo je trebalo odrediti vrste u standardnom uzorku. Kriteriji prema kojima se određuju vrste i rodovi planktonskih foraminifera su: oblik kućice (kuglasta, visoko stožasta), broj

klijetki, način namatanja klijetki (većinom trohospiralne, rjeđe planspiralne, biserijalne i triserijalne), veličina, oblik i smještaj primarnog ušća, smještaj i broj sekundarnih ušća ukoliko su ona prisutna, struktura stijenke i izraženost sutura.



Slika 5: Dijelovi kućica planktonskih foraminifera (spiralna i umbilikalna strana trohospiralne kućice) Preuzeto iz predavanja iz kolegija Mikropaleontologija I.

Kućice malih bentičkih foraminifera karakterizira jednostavna unutrašnja građa. Kriteriji za klasifikaciju bentičkih foraminifera su: tip stijenke (aglutinirana, perforatna iimperforatna), oblik kućice (monotalamične, politalamične- uniserijalne, biserijalne, triserijalne, trohospiralne, planspiralne, miliolidne), oblik i položaj ušća, izraženost sutura, te izgled površine (površina može biti glatka ili ukrašena rebrima, kvržicama, bodljama, stupićima). Bentičke foraminifere žive kao epifauna (trohospiralni do plankonveksni oblici) ili infauna (uski, izduženi oblici). Vrste malih bentičkih foraminifera određuju se na izoliranim kućicama, dok se iz mikroskopskih preparata određuju jedinke na nivou roda.



Slika 6: Načini života bentičkih foraminifera- epifauna i infauna. Preuzeto iz predavanja iz kolegija Mikropaleontologija I.

Za determinaciju foraminiferskih vrsta i rodova korištena je sljedeća literatura: Cicha i sur. (1998), Popescu i sur. (2008), Popescu i sur. (2011). Imena određenih vrsta foraminifera usklađena su s WoRMS bazom (<https://www.marinespecies.org/index.php>).

Nakon što su određene i prebrojane sve foraminifere iz standardnog uzorka na nivou vrsta i rodova, podatke unosimo u tablicu u Microsoft Excell. Za određivanje paleoekoloških uvjeta koji su omogućili razvoj prisutnih vrsta, koristimo biostatističke metode prema kojima se podaci obrađuju i interpretiraju na temelju rezultata analize.

Indeksi bioraznolikosti koji se koriste za opisivanje zajednice su: Bogatstvo vrsta, Simpson-ov indeks dominacije, Berger- Parker-ov indeks dominacije, Shannon-Wiener-ov indeks bioraznolikosti, indeks ujednačenosti i Fisher-ov indeks raznolikosti.

### 3.5. Indeksi bioraznolikosti

#### 1. *Bogatstvo vrsta*

Bogatstvo vrsta (eng. *species richness*, *S*) je najjednostavnija metoda opisivanja zajednice, koja se sastoji od brojanja vrsta u uzorku. Veći broj vrsta znači veće bogatstvo. Mana ove metode je to što ne uzima u obzir obilje jedinki po pojedinoj vrsti nego nam samo daje ukupni broj vrsta u zajednici.

#### 2. *Berger-Parker-ov indeks dominacije (d)*

Izražava proporcionalnu važnost najzastupljenije vrste i računa se prema formuli:

$$d = N_{max}/N$$

pri čemu su: *d* - Berger-Parker-ov indeks; *N<sub>max</sub>* - broj jedinki najzastupljenije vrste ;  
*N* - ukupan broj jedinki u uzorku

Vrijednost Berger-Parker-ovog indeksa obrnuto je proporcionalna s raznolikosti zajednice. Zato koristimo vrijednost  $1/d$ , pa će veća vrijednost indeksa označavati veću raznolikost. Takva formula će izgledati ovako:

$$1/d = N_{max}/N$$

#### 3. *Simpson-ov indeks dominacije (D)*

Vrijednosti indeksa ne ovise o bogatstvu vrsta, te opisuje koja je vjerojatnost da će dvije nasumično odabrane jedinke biti iz iste kategorije. Računa se prema formuli:

$$D = \sum n_1 (n_1 - 1) / (N(N - 1))$$

pri čemu su: *D*-Simpson-ov indeks; *n<sub>1</sub>* - broj jedinki pojedine vrste; *N* - ukupan broj jedinki u zajednici

Prema navedenoj formuli, s porastom raznolikosti zajednice, pada vrijednost Simpson-ovog indeksa dominacije (D). Da bi vrijednost indeksa rasla kako raste raznolikost, indeks (D) se može iskazati kao:

$$\text{*Recipročna vrijednost} = 1/D ;$$

$$\text{gdje su vrijednosti D između: } 0,0 < 1/D < 10+$$

$$\text{*Komplementarna vrijednost} = 1-D;$$

$$\text{gdje su vrijednosti D između: } 0,0 < 1-D < 1,0$$

#### 4. Shannon- Wiener-ov indeks [ $H(S)$ ]

To je indeks omjera broja vrsta prema njihovom udjelu i važnosti u zajednici. Koristi se radi usporedbe raznolikosti različitih zajednica i okoliša. Vrijednosti su od 1,5 do 3,5, a vrijednost rijetko prelazi preko 4,5. Vrijednosti indeksa  $H(S)$  koje su manje od 0,6 su ukazuju na brakičnu sredinu, a vrijednosti veće od 2,1 tipične su za okoliše normalnog saliniteta. Računa se prema formuli:

$$H(S) = -\sum p_i \ln(p_i)$$

pri čemu su:  $H(S)$ - Shannon-Wiener-ov indeks;  $p^i$  - broj jedinki jedne vrste prema broju jedinki u uzorku (zajednici);  $i$  - ukupan broj jedinki jedne vrste

#### 5. Indeks ujednačenosti (indeks ekvitabilnosti , $E$ )

Indeks ujednačenosti je indeks sličnosti udjela vrsta. Vrijednosti indeksa su od-0 (kada postoji samo jedna vrsta unutar zajednice) do 1 (gdje zastupljene vrste imaju jednak broj jedinki). Računa se pomoću Shannon-Wiener-ovog indeksa prema formuli:

$$E=H/\log(S)$$

gdje je:  $E$  - indeks ekvitabilnosti;  $H(S)$  - Shannon-Wiener-ov indeks;  $S$  - ukupan broj vrsta u zajednici

## 6. Fisher-ov indeks ( $\alpha$ )

Fisher-ov indeks je koristan pokazatelj raznolikosti zajednice (broj vrsta prema broju jedinki). Indeks uzima u obzir i one vrste prisutne s manjim brojem jedinki.

Određuje se pomoću standardnog grafikona. Najniže vrijednosti opisuju stresne okoliše, vrijednosti  $<5$  ukazuju na brakični okoliš ili hipersalinu sredinu, a može biti i pokazatelj normalnih uvjeta gdje je prisutna samo jedna vrsta. Vrijednosti indeksa  $>7$  (do maksimalno 25) ukazuju na morske okoliše na padini ili šelfu.

Računa se prema formuli:

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

gdje je  $\alpha$  - Fisher-ov indeks; S - broj vrsta; n - broj jedinki



## 4. Rezultati

### 4.1. Sistematika foraminifera

U istraživanom uzorku određeno je ukupno 33 vrste foraminifera od kojih je 16 malih bentičkih i 17 planktonskih (Tablica 1). Zajednicom dominiraju predstavnici podreda Rotaliina, dok samo dvije vrste- *Valvulina pennatula* (Batsch, 1791.) i *Martinottiella communis* (d'Orbigny, 1846.) pripadaju podredu Textulariina (Tablica 1).

Tablica 1: Popis određenih vrsta i rodova foraminifera u istraživanom uzorku- njihova brojčana zastupljenost, način života i tip stijenke.

NAZIV VRSTE / RODA	BROJ JEDINKI U ZAJEDNICI	UDIO U ZAJEDNICI	NAČIN ŽIVOTA	TIP STIJENKE
<i>Trilobatus (Globigerinoides) trilobus</i> (Reuss, 1850)	109	41,92%	plankton	perforatna
<i>Trilobatus (Globigerinoides) quadrilobatus</i> (d'Orbigny, 1846)	45	17,30%	plankton	perforatna
<i>Trilobatus (Globigerinoides) bisphericus</i> (Todd, 1954)	35	13,46%	plankton	perforatna
<i>Heterolepa dutemplei</i> (d'Orbigny, 1846)	12	4,62%	bentos	perforatna
<i>Cibicidoides ungerianus</i> (d'Orbigny, 1846)	6	2,30%	bentos	perforatna
<i>Trilobatus trilobus sacculifer</i> (Brady, 1877)	5	1,92%	plankton	perforatna
<i>Globigerinoides apertasuturalis</i> (Jenkins, 1960)	4	1,54%	plankton	perforatna
<i>Globigerinoides</i> sp.	4	1,54%	plankton	perforatna
<i>Globigerina bulloides</i> (d'Orbigny, 1826)	3	1,15%	plankton	perforatna
<i>Heterolepa praecineta</i> (Karrer, 1868)	3	1,15%	bentos	perforatna
<i>Lenticulina austriaca</i> (d'Orbigny, 1826)	3	1,15%	bentos	perforatna
<i>Orbulina suturalis</i> (Brönnimann, 1951)	3	1,15%	plankton	perforatna
<i>Praeorbulina glomerata circularis</i> (Blow, 1956)	3	1,15%	plankton	perforatna

<i>Uvigerina semiornata</i> (d'Orbigny, 1846)	3	1,15%	bentos	perforatna
<i>Glandulina ovula</i> (d'Orbigny, 1846)	2	0,77%	bentos	perforatna
<i>Globigerina</i> sp.	2	0,77%	plankton	perforatna
<i>Valvulina pennatula</i> (Batsch, 1791)	2	0,77%	bentos	aglutinirana
<i>Cibicidoides austriacus</i> (d'Orbigny, 1846)	1	0,38%	bentos	perforatna
<i>Globigerina diplostoma</i> (Reuss 1850)	1	0,38%	plankton	perforatna
<i>Globigerinoides altiapertura</i> (Bolli, 1957)	1	0,38%	plankton	perforatna
<i>Trilobatus (Globigerinoides) sacculifer</i> (Brady, 1877)	1	0,38%	plankton	perforatna
<i>Globoquadrina altispira</i> (Cushman i Jarvis, 1936)	1	0,38%	plankton	perforatna
<i>Globoturborotalita woodi</i> (Jenkins, 1960)	1	0,38%	plankton	perforatna
<i>Grigelis pyrula</i> (d'Orbigny, 1826)	1	0,38%	plankton	perforatna
<i>Guttulina austriaca</i> (d'Orbigny, 1846)	1	0,38%	bentos	perforatna
<i>Lenticulina ariminensis</i> (d'Orbigny, 1846)	1	0,38%	bentos	perforatna
<i>Lenticulina orbicularis</i> (d'Orbigny, 1826)	1	0,38%	bentos	perforatna
<i>Martinottiella communis</i> (d'Orbigny, 1846)	1	0,38%	bentos	aglutinirana
<i>Melonis pompilioides</i> (Fichtel i Moll, 1798)	1	0,38%	bentos	perforatna
<i>Orbulina</i> sp.	1	0,38%	plankton	perforatna
<i>Siphonodosaria scripta</i> (d'Orbigny, 1846)	1	0,38%	bentos	perforatna
<i>Uvigerina pygmoides</i> (Papp i Turnovsky, 1953)	1	0,38%	bentos	perforatna
<i>Valvulineria complanata</i> (d'Orbigny, 1846)	1	0,38%	bentos	perforatna
Ukupno:	260	100%		

## 4.2. Određivanje dominantnih vrsta

Za određivanje dominantnosti vrsta, primijenjen je kriterij koji je definirao Murray (1991):

- Dominantne vrste su one čiji je udio u zajednici veći od 10%,
- srednje zastupljene vrste (4-7%),
- rijetko zastupljene vrste (1-4%) i
- vrlo rijetko zastupljene vrste (udio manji od 1%).

U istraživanom uzorku dominantne su planktonske vrste: *Trilobatus trilobus*, *T. quadrilobatus*, *T. bisphericus*. U srednje zastupljene vrste pripada *Heterolepa dutemplei*, a rijetko zastupljene vrste su: *Cibicidoides ungerianus*, *T. trilobus sacculifer*, *Globigerinoides apertasuturalis*, *Globigerinoides* sp., *Globigerina bulloides*, *Praeorbulina glomerata circularis*, *Uvigerina semiornata*. Preostale određene vrste su rijetko zastupljene vrste.

## 4.3. Vrijednosti indeksa dominacije i bioraznolikosti

Vrijednosti izračunatih indeksa prikazana su Tablicom 2.

Tablica 2: Izračunate vrijednosti indeksa raznolikosti za istraživanu foraminifersku zajednicu..

NAZIV INDEKSA		IZRAČUNATA VRIJEDNOST
Broj jedinki		260
Broj vrsta u uzorku (S)		33
Shannon-Wiener-ov indeks (H(S))		2,14
Indeks ekvitabilnosti (E)		0,41
Simpson-ov indeks:	D	0,23
	1-D	0,77
Berger-Parker-ov indeks	d	0,42
Fisher-ov indeks ( $\alpha$ )		10,02

## 4.4. Omjer planktonskih i bentičkih foraminifera

Udio jedinki planktonskih foraminifera proporcionalno se povećava s porastom dubine mora. zbog toga se planktonske foraminifere koriste kao pokazatelji dubine okoliša. Udio planktonskih foraminifera u zajednici računa se prema sljedećoj formuli:

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

$$P/B = 84,62\%$$

P- označava broj planktonskih jedinki u uzorku; a B- broj bentičkih jedinki u zajednici.

Za interpretaciju koristimo Murray (1991) podjelu okoliša:

P/B <20: >80, unutrašnji šelf (inner shelf)

P/B 10-60: 90-40, srednji šelf (middle shelf)

P/B 70-70: 60-30, vanjski šelf (outer shelf)

P/B >70: <30, gornji dio kontinentske padine

Prema zastupljenosti planktonskih i bentičkih foraminifera taloženje se odvijalo na dubinama koje odgovaraju gornjem dijelu kontinentske padine, gornji batijal.

#### 4.5. Određivanje relativne dubine taloženja

Relativna dubina taloženja prema van der Zwaan i sur. (1990) metodi. Računa se prema formuli:

$$D = e^{(a+b\%P)}$$

B= broj jedinki bentičkih vrsta, ali bez infaune, P= broj jedinki planktonskih vrsta,

a=3,58718; b= 0,03534

%P=P/(P+B-S) 100

D= 50 m

#### 4.6. Starost istraživanog uzorka

Stratigrafski rasponi određenih vrsta prikazani su Tablicom 3. Podaci o pojavljivanju pojedinih vrsta preuzeti su iz sljedeće literature: Cicha i sur. (1998), Popescu i sur. (2008), Popescu i Crihan (2011).

Tablica 3. Stratigrafski rasponi određenih vrsta planktonskih i bentičkih foraminifera. Prema Popescu i Crihan, (2011), Popescu i sur. (2008), Cicha i sur. (1998)

NAZIV VRSTE / RODA	STAROST
--------------------	---------

<i>Trilobatus (Globigerinoides) trilobus</i> (Reuss, 1850)	miocen- danas
<i>Trilobatus (Globigerinoides) quadrilobatus</i> (d'Orbigny, 1846)	miocen- danas
<i>Trilobatus (Globigerinoides) bisphericus</i> (Todd, 1954)	karpatski-baden
<i>Heterolepa dutemplei</i> (d'Orbigny, 1846)	eger-baden
<i>Cibicidoides ungerianus</i> (d'Orbigny, 1846)	miocen
<i>Trilobatus trilobus sacculifer</i> (Brady, 1877)	donji miocen
<i>Globigerinoides apertasuturalis</i> (Jenkins, 1960)	oligocen-miocen
<i>Globigerinoides</i> sp.	miocen-danas
<i>Globigerina bulloides</i> (d'Orbigny, 1826)	miocen-danas
<i>Heterolepa praecincta</i> (Karrer, 1868)	miocen-danas
<i>Lenticulina austriaca</i> (d'Orbigny, 1826)	baden
<i>Orbulina suturalis</i> (Brönnimann, 1951)	miocen-danas
<i>Praeorbulina glomerata circularis</i> (Blow, 1956)	baden
<i>Uvigerina semiornata</i> (d'Orbigny, 1846)	miocen-danas
<i>Glandulina ovula</i> (d'Orbigny, 1846)	miocen-danas
<i>Globigerina</i> sp.	miocen-danas
<i>Vulvulina pennatula</i> (Batsch, 1791)	miocen-danas
<i>Cibicidoides austriacus</i> (d'Orbigny, 1846)	baden
<i>Globigerina diplostoma</i> (Reuss 1850)	baden
<i>Globigerinoides altiapertura</i> (Bolli, 1957)	donji baden
<i>Trilobatus (Globigerinoides) sacculifer</i> (Brady, 1877)	donji miocen-danas
<i>Globoquadrina altispira</i> (Cushman & Jarvis, 1936)	baden
<i>Globoturborotalita woodi</i> (Jenkins, 1960)	eger-d.baden
<i>Grigelis pyrula</i> (d'Orbigny, 1826)	Eocen-danas
<i>Guttulina austriaca</i> (d'Orbigny, 1846)	miocen
<i>Lenticulina ariminensis</i> (d'Orbigny, 1846)	donji – srednji baden
<i>Lenticulina orbicularis</i> (d'Orbigny, 1826)	Miocen-danas
<i>Martinottiella communis</i> (d'Orbigny, 1846)	miocen-danas
<i>Melonis pompilioides</i> (Fichtel & Moll, 1798)	miocen-danas
<i>Orbulina</i> sp.	miocen-danas
<i>Siphonodosaria scripta</i> (d'Orbigny, 1846)	baden
<i>Uvigerina pygmaea</i> (Papp & Turnovsky, 1953)	baden
<i>Valvulineria complanata</i> (d'Orbigny, 1846)	miocen

Preklapanjem stratigrafskog raspona vrsta s poznatim rasponima pojavljivanja određena je badenska starost naslaga.

## 5. Rasprava

Određena zajednica planktonskih i bentičkih foraminifera ukazuje na badensku starost (srednji miocen, lang). Vrste poput *T. quadrilobatus* i *T. trilobatus* su širokog stratigrafskog raspona (miocen- danas; WADE i sur., 2011), dok je vrsta *T. bisphericus* ograničena na baden (VLČEK i sur., 2020).

Izračunate vrijednosti Shannon-Wienerov-ova ( $H > 2,1$ ) i Fisherova indeksa ( $\alpha = 10,02$ ) ukazuju na šelfni okoliš normalnog saliniteta (Tablica 2). Indeks bioraznolikosti je srednje visok i ukazuje na stabilnu i raznoliku zajednicu (MURRAY, 2006). Indeksi dominacije su srednje visoki, od 33 određene vrste samo jedna odskakače brojnošću (*T. trilobus*), a slijede je *T. quadrilobatus*, *T. bisphericus* ) dok su sve druge malobrojne i podjednako zastupljene (Tablica 1).

Relativna dubina taloženja istraživane zajednice prema van der Zwaan i sur., 1990 iznosi oko 50 m što odgovara šelfnom okolišu. U foraminiferskoj zajednici planktonskih jedinki ima 220, a bentičkih jedinki 40, te je dobiven omjer P/B od 84,6 %, što ukazuje na okoliš gornjeg dijela kontinentalne padine. Gornji batijal. Dubine gornjeg dijela kontinentalne padine su od 200 do 700 m. Ako usporedimo s dubinom prema van der Zwaan i sur. (1990), tada imamo velike razlike. Još jednom se potvrdilo kako van der Zwaan-ova metoda nije pouzdana kada se radi o šelfnim morima. Iz tog razloga, Hohenegger (2005) je osmislio za zatvorene morske bazene, kakav je bio Paratetis, primjenu metode transfer funkcije i preklapanja dubinskih raspona. Potrebno je za sve određene bentičke vrste znati dubinske raspone, od najmanje do najveće dubine, te njihovim preklapanjem odrediti dubinu. U ovom slučaju, dominacija planktonskih foraminifera potvrđuje veće dubine okoliša taloženja, te interpretacija da se radi o gornjem dijelu kontinentalne padine. Poznato je da su planktonske foraminifere brojne tamo gdje postoji određena dubina okoliša. Tijekom razmnožavanja, jedinke planktonskih foraminifera odbacuju bodlje, koje im olakšavaju putanje, i tonu u dublje zone vodenog stupca. S izračunatom dubinom od 50 m, to bi bilo nemoguće. Naime, recentni predstavnici najbrojnije vrste, *T. trilobus*, žive u miješanom sloju, u gornjih 50 m vodenog stupca (TAPIA i sur., 2022). Prilikom razmnožavanja jedinke te vrste tonu na dubine veće od 50 m.

## 6. Zaključak

Istraživanje foraminiferske zajednice odabranog uzroka s geološkog stupa Ciprovac- Dilj gora, provedeno je u svrhu interpretacije okoliša taloženja, opisivanja bioraznolikosti zajednice (bogatstvo vrsta, Simpson-ov indeks dominacije, Berger-Parkerov indeks, Shannon-Wiener-ov indeks, indeks ujednačenosti i Fisher-ov indeks)- i određivanja starosti naslaga.

Za potrebe rada analizirana je zajednica foraminifera frakcije 0,35 mm koja je dobivena mokrim prosijavanjem. Određene su 33 foraminiferske vrste, klasificirane u podredove Rotaliina i Textulariina, a imena vrsta su usklađena s WoRMS katalogom priznatih vrsta.

Sedamnaest vrsta planktonskih foraminifera imaju udio od 84,6 % u cjelokupnoj zajednici što je pokazatelj dubljevodnog okoliša taloženja (gornji batijal, gornji dio kontinentske padine). Četiri najzastupljenije vrste koje čine 77% ukupnog broja jedinki unutar zajednice su: *Trilobatus trilobus*, *Trilobatus quadrilobatus*, *Trilobatus bisphericus* i *Heterolepa dutemplei*. Srednje vrijednosti indeksa bioraznolikosti i dominacije potvrđuju brojčanu zastupljenost četiri vrste u zajednici.

Primjenom opisnih metoda dubina taloženja je interpretirana kao gornji dio batijala, dok računanje dubine prema van der Zwaan i sur. metodi ovaj put nije dalo vjerodostojne podatke. Iako je većina određenih vrsta karakteristična za miocensko razdoblje, starost naslaga je određena kao badenska (srednji miocen) zahvaljujući prevladavajućem broju vrste *Trilobatus bisphericus* koja je ograničena na baden.

## 7. Literatura

BOŠNJAK M., VRSALJKO D., SREMAC J. (2013.) : Slatkovodni miocenski mekušci Dilj gore; Miocene freshwater mollusca of the Dilj highlands

CICHA, I., RÖGL, F., RUPP, C., & CTYROKA, J (1998.): “Oligocene - Miocene Foraminifera of the Central Paratethys.” *Abhandlungen Der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* 549: 1–153.

HOHENEGGER, J. (2005): Estimation of environmental palaeogradient values based on presence/absence data: a case study using benthic foraminifera for palaeodepth estimation.– *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 217, 115–130.

KOVAČIĆ M., PAVELIĆ D.(2018.) :Sedimentology and stratigraphy of the Neogene rift-type North Croatian Basin (Pannonian Basin System, Croatia):A review

LOEBLICH, A. R. TAPPAN, H. (1988). Foraminiferal Evolution, Diversification, and Extinction. *Journal of Paleontology*, 62(5), 695–714. <http://www.jstor.org/stable/1305391>

MURRAY, J.W. (1991): Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera. Logman Scientific & Technical, London, 1-397.

MURRAY, J.W. (2006): Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. Cambridge – University Press, Cambridge, 438 p. doi: 10.1017/CBO9780511535529

POPESCU, G. & CRIHAN, I. M. (2008).: “Contributions to the Knowledge of the Rotaliiform Foraminifera from the Marine Middle Miocene Deposits from Romania.” *Acta Palaeontologica Romaniaae* 6 (4): 287–324.



POPESCU, G. CRIHAN, I. M. (2011): Middle Miocene Globigerinas of Romania. *Acta Paleontologica Romaniaae* 7:291–314 <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2004.07.023>.

TAPIA, R., LING HO, S., WANG, H-Y., GROENEVELD, J., MOHTADI, M. (2022): Contrasting vertical distributions of recent planktic foraminifera off Indonesia during the southeast monsoon: implications for paleoceanographic reconstructions. *Biogeosciences*, 19 (13).

VAN DER ZWAAN, G.J., JORISSEN F.J., DE STIGTER H.C. (1990): The depth dependency of planktonic/benthic foraminiferal ratios: Constraints and applications; *Marine Geology*, Volume 95, Issue 1, 1990, Pages 1-16, ISSN 0025-3227, [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(90\)90016-D](https://doi.org/10.1016/0025-3227(90)90016-D).

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002532279090016D>)

VLČEK, T., HUDAČKOVA, N., JAMRICH, M., HALASOVA, E., FRANCU, J., NOVAKOVA, P., KOVACOVA, M., KOVAČ, M. (2020), Hydrocarbon potential of the Oligocene and Miocene sediments from the Modrany-1 and Modrany-2 wells (Danube Basin, Slovakia). *Acta Geologica Slovaca*, 12(1), 43-55.

WADE, B., PEARSON, P.N., BERGGREN, W.A., PALIKE, H. (2011), Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. *Earth-Science Reviews*, 104 (1-3), 111-142.

**Mrežni izvori:**

WORMS: <https://www.marinespecies.org/index.php>

Foraminifera Database: <https://foraminifera.eu/querydb.php>

**Slika 2:**

<https://www.google.com/maps/place/Ciprovac/@45.3263529,17.6777447,84171m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x475da364328abd19:0x6dd017ccce599968!8m2!3d45.2636111!4d17.97!5m1!1e4>

**Slika 4:**

[https://media.springernature.com/lw685/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-319-14574-7\\_1/MediaObjects/333559\\_1\\_En\\_1\\_Fig4\\_H](https://media.springernature.com/lw685/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-319-14574-7_1/MediaObjects/333559_1_En_1_Fig4_H)