

# Paleogenske Prijelazne naslage područja Vinodolske kotline

---

**Pavlović, Matej**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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:217:106385>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-24**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Matej Pavlović

**PALEOGENSKE PRIJELAZNE NASLAGE  
PODRUČJA VINODOLSKE KOTLINE**

Diplomski rad

Zagreb, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

Matej Pavlović

**PALEOGENSKE PRIJELAZNE NASLAGE  
PODRUČJA VINODOLSKE KOTLINE**

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

Mentor:  
prof. dr. sc. Vlasta Čosović

Zagreb, 2023.

*Zahvale:*

prof. dr. sc. Vlasti Čosović na podršci i ohrabrenju, na omogućenim prilikama i strpljenju. Bila mi je čast imati Vas kao mentora.

Mojim roditeljima, čija zasluga u postojanju ovog rada uvelike nadmašuje moju.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Diplomski rad

### PALEOGENSKE PRIJELAZNE NASLAGE PODRUČJA VINODOLSKE KOTLINE

Matej Pavlović

Rad je izrađen na Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Republika Hrvatska, u sklopu diplomskog studija Geologija.

**Sažetak:** Na području Vinodolske kotline snimljeni su geološki stupovi u blizini Triblja. Uzorkovane naslage su opisane u literaturi kao Foraminiferski vapnenci i Prijelazne naslage. U svrhu odredbe starosti, taksonomski su određene vrste velikih bentičkih, te rodovi i vrsta planktonskih foraminifera. Na temelju vrsta *Alveolina aragonensis* HOTTINGER i *Asterocyclina stella taramelli* MUNIER-CHALMAS, taloženje istraživanih Foraminiferskih vapnenaca odgovara donjem ipru (SBZ9 – SBZ11). Rodovi planktonskih foraminifera (*Hantkenina* i *Morozovella*) i vrsta *Globigerinatheka index* FINLAY u uzorcima Prijelaznih naslaga definiraju srednjoljutetsku, E9 (*Globigerapsis kugleri* / *Morozovella aragonensis*) biozonu. Kvantitativna metoda točkastog brojanja pomoću mreže (*Point counting*), opis i distribucija zrna (biogenih i abiogenih) vapnenaca poslužili su za određivanje mikrofacijesa, na temelju kojih su interpretirani okoliši taloženja. Dobiveni rezultati ukazuju na srednju rampu kao okoliš taloženja Foraminiferskih vapnenaca i gornji dio padine za Prijelazne naslage. Promjena u brojčanoj zastupljenosti predstavnika određenih rodova planktonskih foraminifera Prijelaznih naslaga ukazuje na moguće temperaturne oscilacije tijekom taloženja.

**Ključne riječi:** Prijelazne naslage, Vinodolska kotlina, planktonske foraminifere, eocen, Foraminiferski vapnenci

**Rad sadrži:** 44+XLI stranica, 11 slika, 3 tablice, 46 literaturnih navoda i 18 tabli.

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentor:** Prof. dr. sc. Vlasta Ćosović, PMF, Zagreb

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

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

Prof. dr. sc. Nenad Tomašić, PMF, Zagreb

**Datum završnog ispita:** 22. veljače 2023.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

Graduate thesis

### PALEOGENE TRANSITIONAL BEDS OF THE VINODOL VALLEY

Matej Pavlović

Thesis completed in Division of Geology and Palaeontology, Department of Geology, Faculty of Science of the University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Croatia, in the context of the graduate study of Geology.

**Abstract:** In the area of Vinodol Valley, near Tribalj, Foraminiferal limestones and Transitional beds deposits were sampled. Species and genera of benthic and planktonic foraminifera were identified to determine the age of the deposits. The stratigraphic range of the species *Alveolina aragonensis* HOTTINGER and *Asterocyclina stella taramelli* MUNIER-CHALMAS indicates the lower Ypresian (SBZ9 – SBZ11) as the age of deposition of the Foraminiferal limestones. Based on identified genera (*Hantkenina* and *Morozovella*) and *Globigerinatheka index* FINLAY species of planktonic foraminifera, Transitional beds were assigned to the middle Lutetian, *i.e.* planktonic E9 (*Globigerapsis kugleri* / *Morozovella aragonensis* ) zone. The quantitative analysis (point counting) and the composition of the grains in the studied samples provide a description of the microfacies, used to interpret the depositional conditions. Foraminiferal limestones were deposited on the middle ramp, whereas the upper part of the slope was the environment for sedimentation of the Transitional beds. The changes in the proportion of certain genera of planktonic foraminifera, indicate possible temperature variations during the deposition of the Transitional beds.

**Keywords:** Transitional beds, Vinodol valley, planktonic foraminifera, Eocene, Foraminiferal limestones

**Thesis contains** 44+LXI pages, 11 figures, 3 tables, 46 references, and 18 plates.

**Original in:** Croatian

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

**Supervisor:** Vlasta Ćosović, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb

**Reviewers:** Vlasta Ćosović, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb  
Đurđica Pezelj, Ph.D. Associate Professor, PMF, Zagreb  
Nenad Tomašić, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb

**Date of the final exam:** February 22, 2023.

## Sadržaj

<b>1. Uvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Geološke karakteristike Vinodolske kotline .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Materijali i metode istraživanja.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1. Terenske metode.....</b>	<b>5</b>
<b>3.2. Laboratorijska obrada uzoraka .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3. Kabinetska obrada uzoraka .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3.1. Određivanje kvantitativnog sastava stijena .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3.2. Mikropaleontološke metode .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4. Starost uzoraka na temelju sastava foraminiferskih zajednica.....</b>	<b>17</b>
<b>3.5. Opisi mikrofacijesa .....</b>	<b>18</b>
<b>4. Rezultati .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1. Prikaz rezultata kabinetske obrade uzoraka i interpretacija mikrofacijesa.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1.1. Klastične naslage .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1.2. Foraminiferski vapnenci.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2. Biostratigrafija .....</b>	<b>31</b>
<b>5. Rasprava .....</b>	<b>32</b>
<b>6. Zaključak .....</b>	<b>37</b>
<b>7. Literatura.....</b>	<b>38</b>
<b>8. Table .....</b>	<b>V</b>

## 1. Uvod

Prijelazne naslage (neformalna formacija) dio su paleogenskog slijeda naslaga Vanjskih Dinarida. Naslage su istaložene u okolišima koji predstavljaju produbljivanje taložnog prostora, prijelaz iz karbonatne rampe (Foraminiferski vapnenci) u bazen (Fliš) u nastajućem predgorskom bazenu. Debljina naslaga kao i njihov sastav prostorno jako varira. Te su naslage u području Pazinskog bazena debele nekih 40 metara i sastoje od lapora s rakovicama i lapora s globigerinama (ŠIKIĆ & POLŠAK, 1973; BERGANT i sur., 2003), dok u području Vinodolske kotline, su to 60 metara debeli slijed biokalklutita i madstona-vekstona s planktonskim foraminiferama (PALENIK i sur., 2019).

U ovom diplomskom radu istraživane su Prijelazne naslage s lokaliteta Tribalj (Vinodolska kotlina), njihova starost i uvjeti taloženja, ali i Foraminiferski vapnenci na kojima te naslage leže.

Ciljevi diplomskog rada su bili:

1. taksonomski odrediti rodove i vrste planktonskih i bentičkih foraminifera,
2. opisati mikrofacijese Foraminiferskih vapnenaca i Prijelaznih naslaga,
3. definirati sedimentacijske i paleoekološke uvjete koji su vladali u okolišu tijekom taloženja naslaga,
4. odrediti starost Prijelaznih naslaga i Foraminiferskih vapnenaca.

Diplomski rad je napravljen u okviru HRZZ projekta IP-2019-04-5775 BREEMECO. Terensko istraživanje (snimanje sedimentnog slijeda i uzorkovanje) napravljeno je u lipnju 2021. godine. Laboratorijska priprema za mikropaleontološku i mikrofacijesnu interpretaciju te kabinetska obrada uzoraka su izvršeni na Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu.



## 2. Geološke karakteristike Vinodolske kotline

Geološka građa Vinodolske kotline prikazana na listu Crikvenica (OGK SFRJ 1:100 000 s pripadajućim tumačem; ŠUŠNJAR i sur., 1970; GRIMANI i sur., 1973) otkriva kredne, paleogenske i kvartarne naslage. Donjokredne naslage čine vapnenjačke breče s proslojcima vapnenaca dok se gornjokredne sastoje od vapnenaca, dolomita i dolomitičnih breča. Paleogenški sedimenti su u transgresivnom odnosu prema naslagama gornje krede. To su Foraminiferski vapnenci (donji i srednji eocen). U području Triblja gornji dio Foraminiferskih vapnenaca zastupljen je laporovitim vapnencima s proslojcima lapora. Srednjoeocenske klastične stijene (fliš) rasprostranjeni su u području Vinodolske drage i Bakarskog zaljeva.

Prema litostratigrafskom konceptu prikazivanja geološke građe, Vinodolsku kotlinu tvore tri tektonski i geološki različite cjeline pružanja sjeverozapad-jugoistok (PALENIK i sur., 2019):

1. gornjokredna antiklinala (vapnenci formacija Milna, Sv. Duh i Gornji Humac),
2. paleogenska sinklinala (Foraminiferski vapnenci, Prijelazne i flišne naslage),
3. kvartarna sinklinala (sipari, urušne breče, deluvijalne i aluvijalne naslage).

Najstariji podaci o geološkoj građi područja Vinodolske kotline potječu s kraja 19. stoljeća. Nisu to bila sistematična istraživanja, već su pojedinci istraživali naslage na nekom lokalitetu, opisujući pronađene fosile ili su pisali kratke prikaze o uočenim odnosima između pojedinih naslaga. Stache (1884) je opisao kako u kotlini Vinodola neposredno na vapnencima s rudistima naliježu Kozinske naslage, koje prelaze u vapnence s velikim bentičkim foraminiferama (preuzeto iz BIGNOT, 1972). Nalazišta mikrofosila, odnosno alveolina i numulita u eocenskim flišnim naslagama u okolini Kosavina (Bribir) privukle su pažnju brojnih geologa s početka 20. stoljeća (Frausher, 1884; Oppenheim, 1902; De Stefani & Dainelli, 1902; Schubert, 1905; De Stefani, 1906, preuzeto iz BIGNOT, 1972). Potvrđeno je višekratno kako cenomanske naslage s ostacima školjkaša (*Chondrodonta joannae* i radiolitidima) prelaze u vapnence s brojnim ostacima rodova *Alveolina* i *Nummulites*, koji su prema interpretaciji De Stefani (1902) donjoeocenske, a prema Schubertu (1905) srednjoeocenske starosti.

Uoči prvog svjetskog rata, mađarski geolozi objavljuju kratke, preliminarne bilješke o geološkim strukturama u okolici Bakra i Novog Vinodolskog. Istovremeno, paleontološka istraživanja su usmjerena na otkrića novih fosilifernih naslaga u eocenskom flišu blizu Drivenika i Grižana (Vogl, 1912; Kadić i sur., 1912; Schubert, 1912; Dainelli, 1919, preuzeto iz BIGNOT, 1972). Schubert (1912) je objavio geološki vodič za sjeverni dio jadranskog priobalja u kojem je opisao donjokredne breče u blizini Novog Vinodolskog. Kadić, Kormos & Vogl (1912) i Kadić (1913) su utvrdili cenoman-turonsku starost vapneno-dolomitnih naslaga jugozapadno od Novog Vinodolskog, a spominju i paleogenske Kozinske vapnenice na sjevernoistočnom rubu kotline (preuzeto iz GRIMANI i sur., 1973). Fosilne ostatke sisavaca iz pliocenskih naslaga područja Bribira i Kosavina istraživali su Hornes (1848), Vacek (1877), Fuchs (1879) i Gorjanović (1912). Naslage u okolici Bribira, koje je Stache (1889) opisao kao neogenske, Koch (1922) određuje na osnovu vivipara kao gornji pliocen.

Frauscher (1884), De Stefani & Dainelli (1902) i Vogl (1912) su istražili eocensku faunu Vinodolske kotline i poistovjećuju ju sa srednjoeocenskom faunom Istre i Dalmacije (preuzeto iz GRIMANI i sur., 1973).

Detaljnija istraživanja naslaga Vinodolske kotline uradio je Čubrilović (1938). Prema njemu, sjeveroistočno i jugozapadno od Vinodola kredne naslage tvore antiklinalu, dok naslage fliša i paleogenskih foraminiferskih vapnenaca tvore sinklinalu (preuzeto iz GRIMANI i sur., 1973). Nešto novije spoznaje o geološkoj građi Vinodolske kotline dao je Salopek (1956, 1960). On smatra kako je to područje tektonski jarak koji je nastao uz više uzdužnih rasjeda (preuzeto iz GRIMANI i sur., 1973). Na prvi pogled jednostavnu sinklinalno-antiklinalnu strukturu Vinodolske kotline kompliciraju mnoge pojave, poput normalnih i reversnih rasjeda dinarskog pružanja koji su najočitiji uz kontakte vapnenačkih i flišnih naslaga, te sekundarna boranja i navlačne strukture. Posebnost predstavljaju osamljene pojave uzvišenja izgrađenih od gornjokrednih (okolica Drivenik) i Foraminiferskih vapnenaca (okolica Humac), u uglavnom zaravnjenom flišnom reljefu (BLAŠKOVIĆ, 1999).

BIGNOT (1972) u svojoj objavljenoj disertaciji istražuje i mikropaleontološki i biostratigrafski opisuje gornjokredno-paleogenske naslage u okolici Grižana, Selca, Bribira i Novog Vinodolskog.

Tektonska građa ovog područja u sklopu vanjskih Dinarida je istraživana osamdesetih i devedesetih godina prošlog stoljeća. Smatrano je kako područje ima vrlo složene strukturne odnose koji odgovaraju zoni plitke subdukcije kontinentske kore (HERAK, 1980; BLAŠKOVIĆ & ALJINOVIĆ, 1981; BLAŠKOVIĆ, 1991). Model podvlačenja kao osnova za postanak i interpretaciju struktura temeljen je na analizi mikrotektonskih elementa iz područja Čićarije (BLAŠKOVIĆ & ALJINOVIĆ, 1981). BLAŠKOVIĆ (1999) u tektonskom modelu nastanka kotline definira greben izgrađen od karbonatnih stijena između Vinodolske kotline i mora kao aktivni dio kontinentske kore u horizontalnom kretanju i subdukciji, sjeveroistočnu padinu kotline kao relativno pasivni dio kontinentske kore te samu flišnu dolinu kao užu zonu subdukcije. Početne strukturne deformacije odvijale su se na prijelazu iz krede u paleogen što je shvaćeno kao svojevrsna najava dezintegracije karbonatne platforme u ovom dijelu Dinarida. Taloženje donjo-srednjoeocenskih Foraminiferskih vapnenaca odgovara relativno mirnom periodu. Promjena sedimentacije u lutetu karakterizira prijelaz iz Foraminiferskih vapnenaca u Prijelazne naslage i na kraju u fliš, upućuje na ponovno aktiviranje tektonskih pokreta.

Flišne naslage središnjeg dijela Vinodolske kotline koje čine područje sliva Slanog potoka, odlikuju se pojavom minerala thenardita (MILEUSNIĆ i sur., 2004; JURAK i sur., 2005). Njegova pojava jedinstveni je fenomen za cjelokupni fliš Vanjskih Dinarida (ALJINOVIĆ i sur., 2010).

IBRAHIMPAŠIĆ (2012) je istražio alveolinsku zajednicu u donjoeocenskim (ipresijskim) vapnencima na nekoliko lokaliteta (okolica Bakar, Badanj, Mavrići, Jargovo).

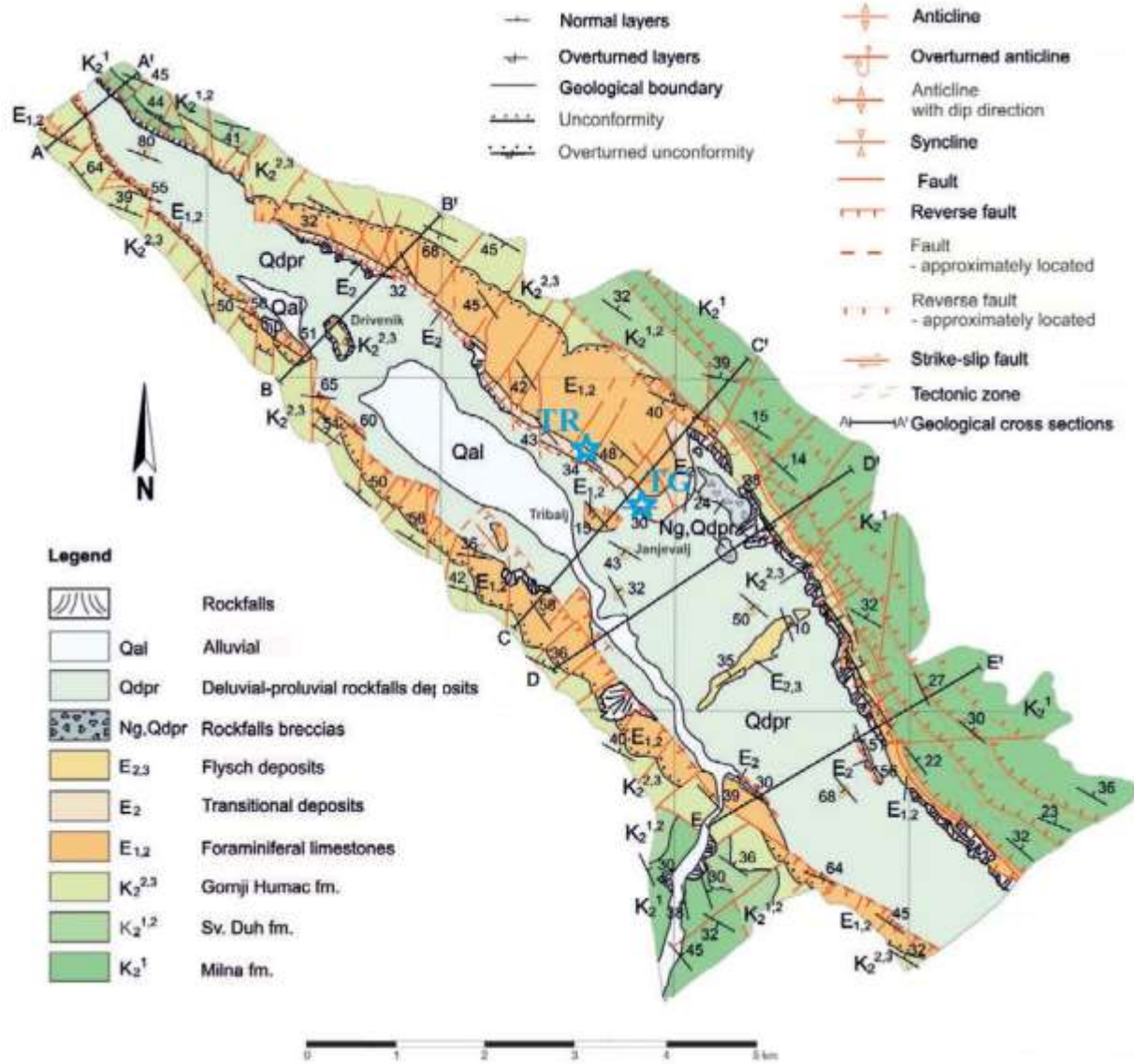
### **3. Materijali i metode istraživanja**

#### **3.1. Terenske metode**

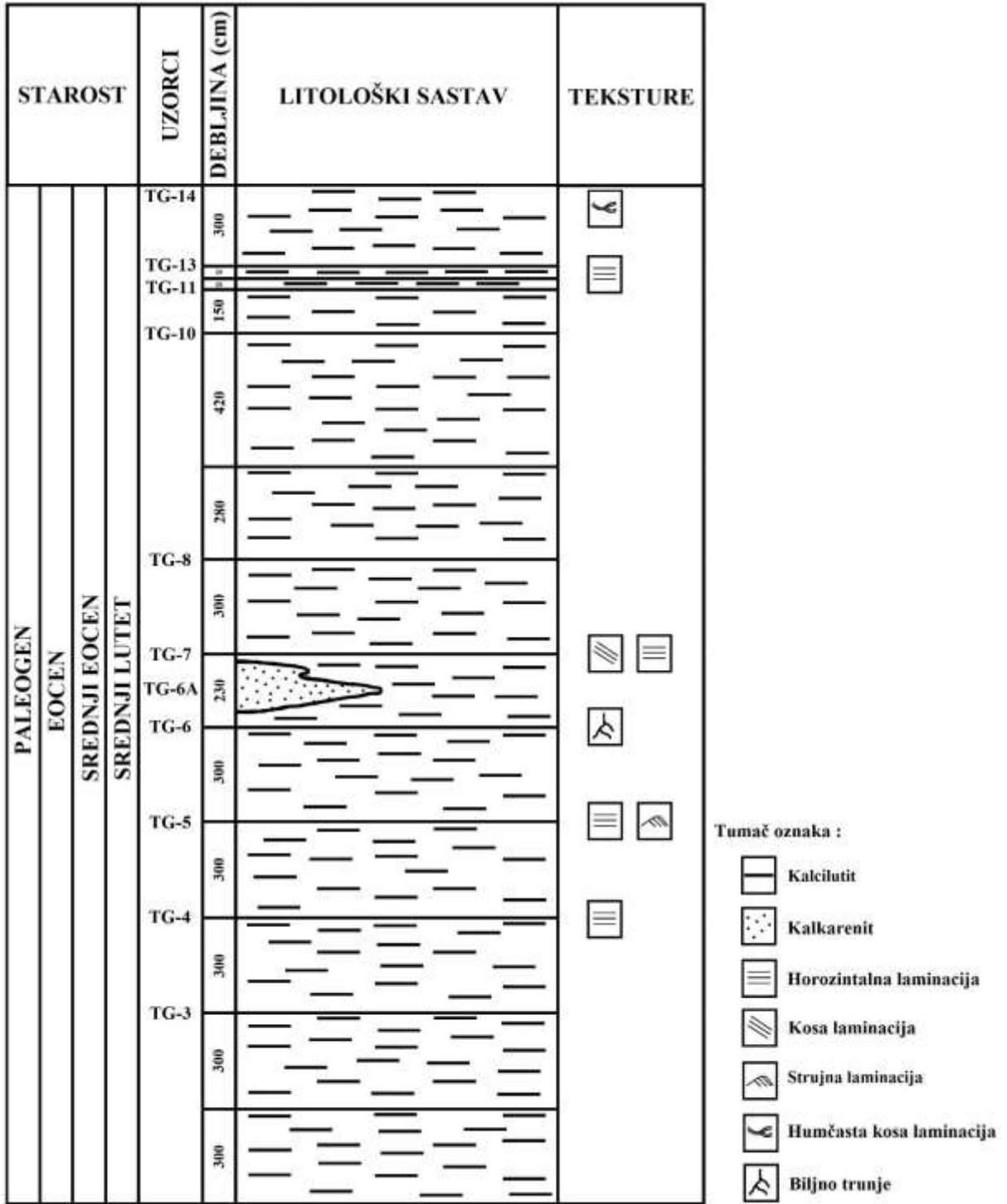
Terenske metode istraživanja su uključivale snimanje geoloških stupova, uzorkovanje stijena za petrografske i mikropaleontološke analize. Položaj točaka uzorkovanja (slika 1) je označen na geološkoj karti Vinodolske kotline (PALENIK i sur., 2019).

Geološki stupovi (slika 2, slika 3) su snimljeni u okolici Triblja bilježenjem svih litoloških promjena, sloj po sloj, pri čemu su mjerene debljine (slika 4) i izdvajane grupe slojeva sličnih litoloških karakteristika. Kako se radi o jednoličnom slijedu naslaga, uzorkovanja su provedena u intervalima od svakih tri metara. Na lokaciji Tribalj I (oznaka TG; slika 5) prikupljeno je 11 uzoraka (oznake TG-3, TG-4, TG-5, TG-6, TG-6A, TG-7, TG-8, TG-10, TG-11, TG-13, TG-14), dok je na lokaciji Tribalj II (oznaka TR; slika 6) prikupljeno sedam uzoraka (TR-1, TR-2, TR-3, TR-4, TR-5, TR-6, TR-7).

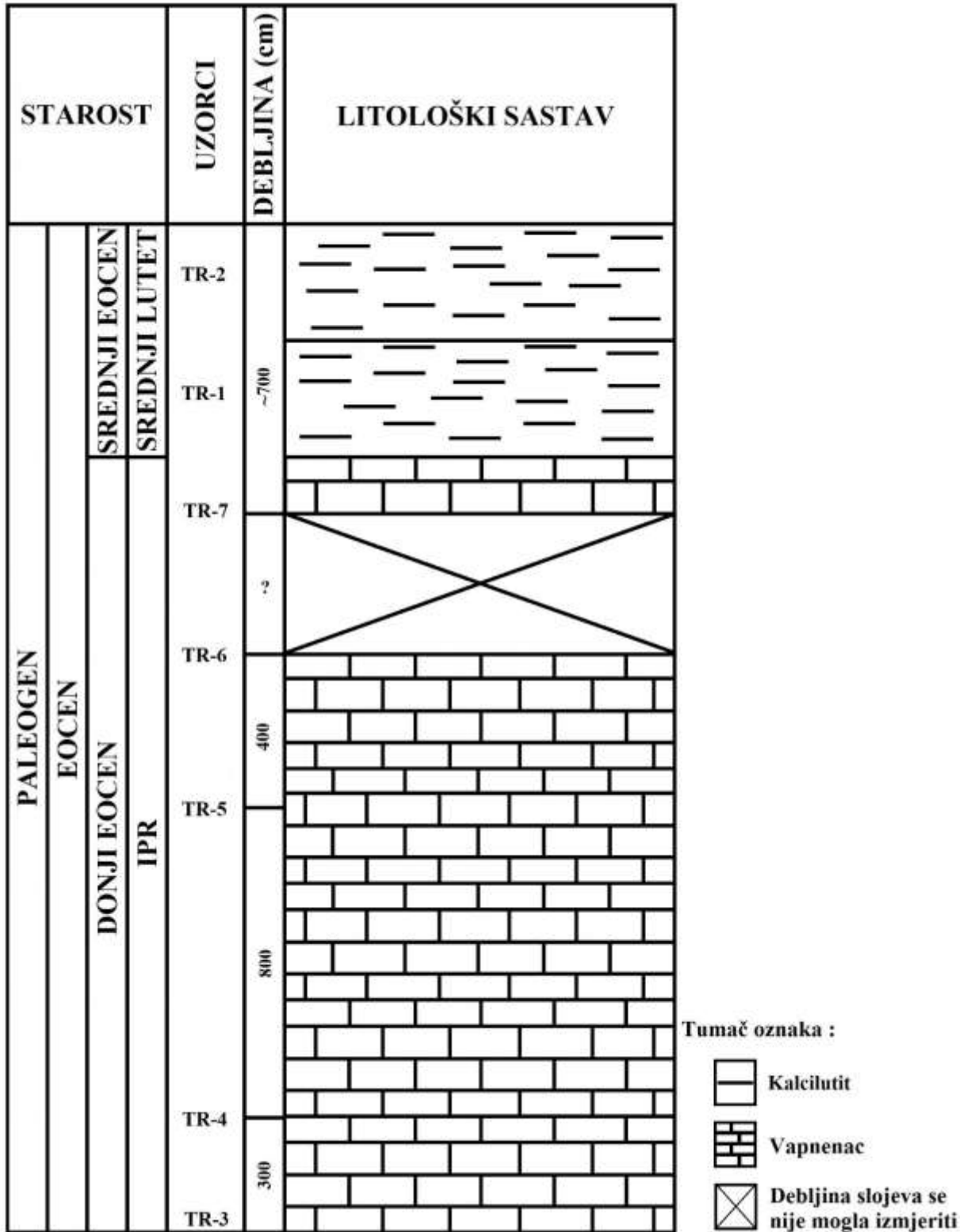
Terenska opažanja su obuhvaćala određivanje strukturno-teksturnih karakteristika stijena, debljine slojeva i opise očuvanosti izdanaka.



**Slika 1.** Geološka karta Vinodolske kotline, s mjerilom i označenim točkama (TG i TR) uzorkovanja (modificirano prema PALENIK i sur., 2019).



**Slika 2.** Geološki stup na lokaciji Tribalj I (oznaka TG) s označenim teksturnim karakteristikama naslaga. Uzorkovanje započinje na šestom metru stupa s uzorkom TG-3.



Slika 3. Geološki stup na lokaciji Tribalj II (oznaka TR).



**Slika 4.** Mjerenje debljina slojeva na istraživanom profilu oznake TG (slojevi s izraženim nepravilnim, valovitim slojnim plohamama).





**Slika 5.** Izdanci naslaga (oznake uzoraka TG) uz cestu Tribalj Gornji – Grižane.



**Slika 6.** Izdanci naslaga (oznake uzoraka TR) uz cestu Tribalj Gornji – Grižane (preuzeto iz *Google Maps*).

### **3.2. Laboratorijska obrada uzoraka**

Laboratorijska obrada uzoraka obuhvaćala je izradu mikroskopskih izbrusaka u Laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda. Proces počinje odabirom uzoraka stijena i njihovom orijentacijom za rezanje. Dijamantnom pilom izrezuju se uzorci na tanke pločice čija se jedna strana polira abrazivnim praškom (korund prah finoće 500) na staklenoj površini uz mali dodatak vode. Poliranje se izvodi otprilike dvije minute, velikim kružnim pokretima na način da čitava površina pločice bude dobro pritisnuta na staklenu površinu. Pločice se zatim suše i lijepo poliranom stranom na predmetno stakalce s kanadskim balzamom. Slijedi daljnje stanjivanje pločica na kružnoj pili. Nakon što su se pločice dovoljno stanjile, radi se dodatno ručno stanjivanje abrazivnim praškom (korund prah finoće 1000) na staklenoj površini uz mali dodatak vode. Ciljana debljina pločica je otprilike 30 mikrometara što omogućuje promatranje u prolaznom svjetlu.

Od 11 TG uzoraka izrađeno je 31 mikroskopskih izbrusaka (od TG-6A uzorka izrađen je jedan, od svih preostalih su izrađena po tri), dok je od sedam TR uzoraka izrađeno njih 21.

### **3.3. Kabinetska obrada uzoraka**

Mikroskopski izbrusci su analizirani na mikroskopu Olympus CX21 na povećanjima 40x, 100x i 400x. Izbrusci foraminiferskih vapnenaca dodatno su obrađeni i na stereoskopskoj lupi Nikon. Mikrofotografije su napravljene na mikroskopu Zeiss Axiolab, kamerom Canon EOS 500D.

#### **3.3.1. Određivanje kvantitativnog sastava stijena**

Za klasifikaciju vapnenaca primijenjene su Dunhamova (1962) s Embryjevim i Klovanovim (1972) nadopunama i Folkova (1959) klasifikacija. Za opisivanje vapnenaca koristile su se dvije monografije: FLUGEL (1982) i TIŠLJAR (2001), a terminologija primijenjena u diplomskom radu je prema TUCKER (2001) i TIŠLJAR (2001).

Određivanje mikrofacijesa uzima u obzir udio biogene i abiogene komponente. Primijenjene su dvije metode: (1) Komparativni Baccelle & Bosellini (1965) grafovi za vizualnu procjenu zastupljenosti komponenti (preuzeto iz FLUGEL, 2004) i (2) metoda točkastog brojanja pomoću mreže (*Point counting*) kao kvantitativna metoda određivanja udjela pojedinih komponenti.

*Point counting* metoda je provedena na način da je na mikroskopski izbrusak pričvršćena prozirna plastična folija za grafičku primjenu. Na foliji je isprintana mreža kvadrata čije su stranice dva milimetra. Mreža prekriva površinu čitavog mikroskopskog izbruska i mikroskopom je promatrana komponenta koja se nalazi u središtu svakog kvadrata (slika 7).



**Slika 7.** Mikroskopski izbrusak i plastična folija s mrežom kvadrata (lijevi dio slike). Provedba metode točkastog brojanja (desni dio slike).

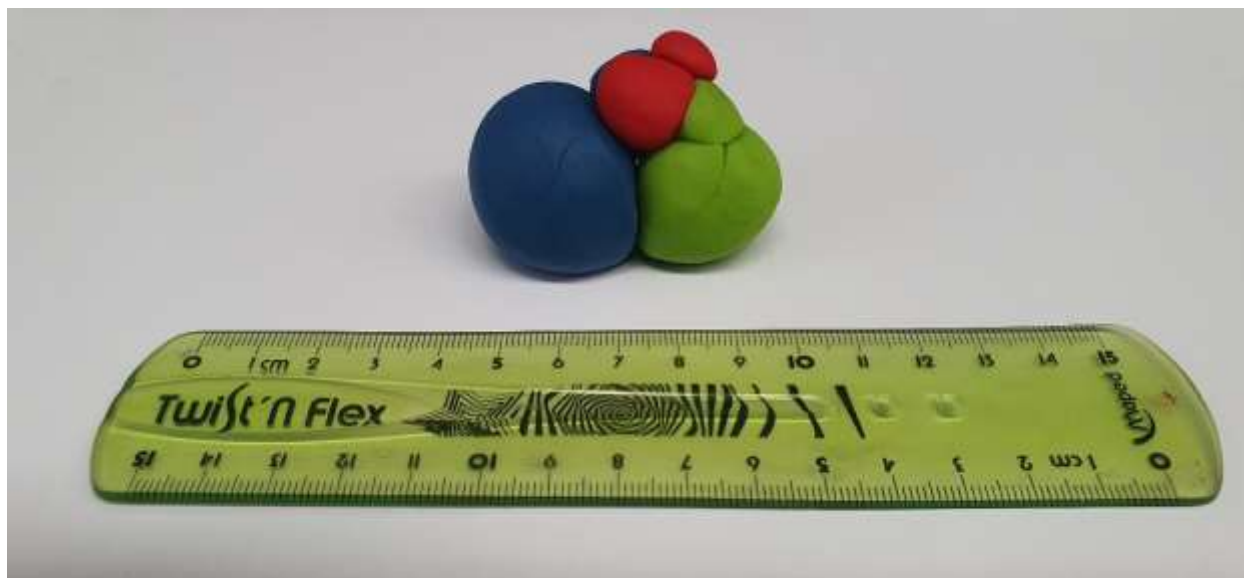
Određeni su glavni (zastupljeni više od 10%) i sporedni konstituenti (zastupljeni manje od 10%) koji su raspodijeljeni u grupe:

1. litoklasti (karbonatna zrna veličine praha i gline – kalcilutit),
2. bioklasti (planktonske i bentičke foraminifere, cijele i fragmentirane crvene alge i koralji, te biogena zrna koja su tako usitnjena da se ne mogu prepoznati na nivou skupine – skeletno trunje),
3. vezivo (mikrit i sparit).
4. sparitne ispune (mikropukotine)

### **3.3.2. Mikropaleontološke metode**

Mikropaleontološke analize rađene sa svrhom određivanja starosti naslaga i interpretacije okoliša taloženja (analiza mikrofacijesa) su napravljene na svim mikroskopskim izbruscima. Prvi korak u primjeni je identifikacija rodova i vrsta. Posebna pažnja je posvećena prepoznavanju planktonskih i velikih bentičkih foraminifera.

Planktonske foraminifere koje su imale najmanje dvije klijetke u presjeku su izbrojane i određene na razini roda u svim uzorcima. Za lakše prepoznavanje rodova i bolji uvid u presjeke napravljen je model od plastelina (slika 8). Model je presječen ravninama (slika 9) koje su različito orijentirane kako bi se uočile pojedine karakteristike presjeka (oblik, broj i raspored klijetki).



**Slika 8.** Model trohospiralne kućice planktonske foraminifere izrađen od plastelina.



**Slika 9.** Presječeni model trohospiralne kućice planktonske foraminifere („aksijalni presjek“).

Prema PREMEC FUČEK (1993) kriteriji za odredbu planktonskih foraminifera iz mikroskopskih izbrusaka su:

1. vanjski oblik (forma) presjeka kućice,
2. veličina kućice,
3. debljina i izgled stijenke,
4. veličina, oblik, broj i raspored klijetki,
5. položaj i broj rubnih zadebljanja (kobilica) u presjeku koji ide paralelno ili gotovo paralelno s osi namatanja kućice.

Za određivanje rodova planktonskih foraminifera iz mikroskopskih izbrusaka, uspoređivane su mikrofotografije iz priručnika PREMOLI SILVA i sur. (2003, 2006). Kriteriji za klasifikaciju rodova su:

1. Rod *Subbotina* se odlikuje kuglastim do ovalnim klijetkama, visokom trohospiralnom formom (prisutna kad su sačuvane tri i više klijetaka), velikom razlikom u veličini najmlađe u odnosu na stariju klijetku i tankom stijenkom čiji je vanjski rub sitno nazubljen (posljedica sačaste površine stijenke) (tabla 3, slika 1).
2. Rod *Catapsydrax* je u presjecima jako sličan rodu *Subbotina*, a razlikuje se od tog roda po tome što najmlađa klijetka djelomično obuhvaća prethodne dvije (tabla 4, slika 4).
3. Rod *Globigerinatheka* karakteriziraju kuglaste klijetke, velika najmlađa klijetka, te kružni presjek cijele kućice. Stijenka je debela, a vanjski rub grubo nazubljen (tabla 12, slika 2).
4. Rod *Globigerina* ima kućicu koja je slična rodu *Globigerinatheka*, s razlikom u karakteristikama stijenke, koja je kod ovog roda glatka i tanka (tabla 4, slika 3).
5. Rod *Turborotalia* ima polukuglaste do ovalne klijetke, nisku trohospiralnu formu (vidljiva kad su sačuvane tri i više klijetaka), dok je stijenka glatka i debela. Presjek kućice je plankonveksan s velikom razlikom u veličini najmlađe klijetke u odnosu na stariju (tabla 1, slika 4).
6. Rod *Hantkenina* ima karakteristične klijetke prstastog oblika (tabla 5, slika 2).
7. Rod *Acarinina* se odlikuje niskim trohospiralnim oblikom kućice (koji se može promatrati kad imamo najmanje tri sačuvane klijetke), uglastim rubovima klijetki,

- debelom i grubo nazubljenom stijenkom („murike“), te karakterističnim plankonveksnim presjecima kućica (tabla 1, slika 2).
8. Rod *Morozovella* ima kućice koje su oblikom slične onima roda *Acarinina*. Razlike se očituju u izrazito gusto raspoređenim „zupcima“ na vanjskom rubu stijenke (posljedica velike koncentracije murika na periferalnim rubovima klijetki – murikokil) (tabla 2, slika 3).
  9. Rod *Globanomalina* karakterizira tanka i glatka stijenka, tipičan bikonveksan presjek, te kuglaste do polukuglaste klijetke (tabla 1, slika 3).
  10. Rod *Pseudohastigerina* se zbog planispiralnog načina namatanja razlikuje od roda *Globanomalina* (tabla 7, slika 3).
  11. Rod *Praemurica* karakterizira kuglaste klijetke, plankonveksan presjek kućice i grubo nazubljena stijenka (tabla 4, slika 5).
  12. Rod *Chiloguembelina* ima biserijalan način namatanja (tabla 1, slika 6).
  13. Rod *Parasubbotina* obilježava izrazito velika najmlađa klijetka, tanka stijenka i nisko trohospiralna kućica (najmanje tri klijetke trebaju biti prisutne).
  14. Glavna karakteristika roda *Orbulinoides* je velika najmlađa klijetka koja gotovo u potpunosti obavija sve ostale i tako presjeci poprimaju gotovo savršeni kružni oblik.

Male bentičke foraminifere, s iznimkom predstavnika skupine rotalija (*Rotalia, sensu lato*), nisu određene na nivou vrste ili roda niti u jednom mikroskopskom izbrusku, iako su prisutne. Kriteriji za klasifikaciju vrsta se vrlo rijetko mogu prepoznati iz slučajnih presjeka kućica. Izuzeti su predstavnici rotalija jer njihova kućica ima složenu unutarnju građu, te neki kosi presjeci otkrivaju detalje građe koji su dovoljni za prepoznavanje. Određivanje rotalija je napravljeno uz pomoć monografije HOTTINGER (2014).

Velike bentičke foraminifere, predstavnici skupina alveolina, ortofragmina i numulita nađeni u izbruscima biogenih vapnenaca su uglavnom određeni na razini roda. Rijetki orijentirani presjeci kroz kućice su omogućili prepoznavanje i vrsta. Za određivanje foraminifera roda *Alveolina* korištena je literatura (DROBNE, 1977; SIREL & ACAR, 2008). Kriteriji za klasifikaciju iz osnog presjeka su: oblik kućice, oblik polova, dimenzije kućice (dijametar prema debljini kućice), brzina namatanja kućice u i-tom zavoju – osobine bazalnog sloja (moguća floskulinizacija), veličina početne klijetke (u slučaju predstavnika A-generacije) i građa klijetki

(raspored klijetkica). Kriteriji za određivanje vrsta ortofragmina iz ekvatorijalnih presjeka su: oblik embrionalnog aparata (do koje mjere deuterokoh obavija ili samo dodiruje protokonh u slučaju A-generacije), veličina (dijametri) protokonha i deuterokonha, oblik i veličina klijetkica post embrionalne klijetke (A-generacija) ili veličina klijetki prvog ekvatorijalnog zavoja (B-generacija), te veličina i broj ekvatorijalnih klijetki u 0.5 mm dijametra od embrionalnog aparata (LESS, 1987; OZCAN i sur., 2007). Morfogrupe ortofragmina se mogu odrediti iz osnih presjeka kućica prema sljedećim kriterijima: oblik (lećast, plosnat, diskoidaln) i dimenzije (ekvatorijalni i osni dijametar) kućice, debljina ekvatorijalnog sloja u području embrionalnog aparata i na rubovima kućice („polovima“), oblik i veličine ekvatorijalnih i lateralnih klijetkica, te veličine embrionalnog aparata (FERMONT, 1982).

### 3.4. Starost uzoraka na temelju sastava foraminiferskih zajednica

Planktonske i velike bentičke foraminifere, koje su određene na nivou roda ili vrsta, su poslužile za određivanje starosti naslaga. Iako su većinom planktonske foraminifere prepoznate na nivou rodova, pojava određenih morfologija omogućila je identifikaciju rodova. Kućice s klijetkama koje nalikuju na prste karakteristika je roda *Hantkenina*, jedinstveni oblik klijetki specifičan za rod *Morozovella*. Biostratigrafska interpretacija se temelji na standardnoj zonaciji eocenskih planktonskih foraminifera BERGGREN & PEARSON (2005). Kako prema toj zonaciji rodovi *Hantkenina* i *Morozovella* imaju definirane stratigrafske raspone, njihovim preklapanjem određena je starost.

Za određivanje starosti naslaga s velikim bentičkim foraminiferama primijenjena je biozonacija *Shallow Benthic Zonation* (SBZ zone, SERRA-KIEL i sur., 1998, s nadopunama PAPAZZONI i sur., 2017).



### 3.5. Opisi mikrofacijesa

Interpretacija okoliša taloženja, ali i dijagenetskih promjena temelji se na opisima mikrofacijesa. Mikrofacijesi objedinjuju strukturno-teksturne opise stijena, sastav, brojnost i očuvanost biogene komponente. Stijene su biogeni vapnenci ili biogene klastične stijene. Razlike u zastupljenosti, očuvanosti (fragmentiranost, obraštanja, mikritizacija, bioerozija) velikih bentičkih foraminifera (alveolina, ortofragmina i numulita) u pojedinim uzorcima pomogli su za opisivanje nekih abiotičkih uvjeta poput dubine i energije u pod-okolišima na karbonatnoj rampi (FLUGEL, 2004).

Kriterij za određivanje zastupljenosti su sljedeći:

1. > 50% volumena uzorka (mikroskopskog izbruska) je dominantna vrsta/organizam,
2. 21 – 50% je brojna vrsta/organizam,
3. 5 – 20% je česta vrsta/organizam,
4. <5% je rijetka vrsta/organizam.

Interpretacija mikrofacijesa s planktonskim foraminiferama temelji se na zastupljenosti rodova koji nastanjuju različite dijelove vodenog stupca. Brojnost stanovnika površinskog sloja (rodovi *Acarinina*, *Morozovella*, *Hantkenina*; PEARSON, 1998; COXALL i sur., 2000), prema brojnosti stanovnika termokline (*Subbotina*, *Globigerinatheka*; PEARSON, 1998) određuju što se zbivalo s fizikalno-kemijskim osobinama morske vode, a što je povezano s promjenom temperature i mogućim donosom s kopna.

## 4. Rezultati

### 4.1. Prikaz rezultata kabinetske obrade uzoraka i interpretacija mikrofacijesa

#### 4.1.1. Klastične naslage

Kvantitativni opis uzoraka (TG-3 – TG-14, TR-1, TR-2) sadrži (tablica 1) prikaz prepoznatih konstituenata kao i njihovu učestalost pojavljivanja koja je rezultat primjene metode brojanja pomoću mreže. Klastične su naslage biogeni kalcilutiti, koji su prema dominantnom rodu planktonskih foraminifera dobili preciznija imena.

**Uzorak TG-3** je određen kao *Acarinina* kalcilutit (tabla 1).

Planktonske foraminifere su brojne i raspršene u osnovi. Na razini roda određeno je 40% planktonske zajednice. Među određenim rodovima, rodovi *Acarinina* (39,58%) i *Globigerinatheka* (20,83%) su brojni. Česti rodovi su *Subbotina* (14,58%) i *Turborotalia* (10,42%). Rijetko zastupljeni su predstavnici rodova *Morozovella* i *Globigerina* (4,12% svaki), te *Globanomalina*, *Hantkenina* i *Chiloguembelina* (2,08% svaki). Male bentičke foraminifere (iz skupine rotalija) su rijetke.

Glavni konstituent ovog uzorka su karbonatna zrna veličine praha i gline s udjelom od 84,6% volumena stijene. Sporedni konstituenti su kristali sparita (ispune mikropukotina) s udjelom od 5,36%, planktonske foraminifere (5,13%), skeletno trunje (2,23%), male bentičke foraminifere (2,01%) i velike bentičke foraminifere s 0,67% (tablica 1).

Prema kvantitativnoj analizi udio biogene komponente iznosi 10,04%, dok prema vizualnoj procjeni, biogena komponenta je 2% volumena stijene.

**Uzorak TG-4** je određen kao *Acarinina* kalcilutit (tabla 2).

Više od polovice (51,56%) planktonske zajednice je identificirano na nivou roda. Zajednicom dominiraju predstavnici roda *Acarinina* s 51,51% jedinki. Česti rodovi su *Morozovella* (18,18%), *Subbotina*, *Globigerinatheka* i *Hantkenina* (9,09% svaki). Najmanje zastupljeni rod je *Turborotalia* (3,03%) koji je klasificiran kao rijedak. Foraminifere iz skupine rotalija su malobrojne. Jedinke su raspoređene u nizove.

Karbonatna zrna veličine praha i gline koja tvore 75,94% stijene, glavni su konstituent ovog uzorka. Sporedni konstituenti su kristali sparita (9,86%), planktonske foraminifere (7,54%), skeletno trunje (3,48%), male bentičke foraminifere (2,9%) i fragmenti velikih bentičkih foraminifera s 0,29% volumena stijene (tablica 1).

Biogena komponenta gradi 14,2% volumena stijene, a prema vizualnoj procjeni alokemi grade svega 1%.

**Uzorak TG-5** je određen kao *Acarinina* – *Subbotina* kalcilutit (tabla 3).

Planktonske foraminifere su brojne i u nizovima. Na razini roda je određeno 29,52% planktonske zajednice. Dominiraju predstavnici roda *Acarinina* (51,61%), rod *Subbotina* (38,71%) je brojčan, rod *Turborotalia* (6,45%) je česti, a rod *Morozovella* (3,23%) je rijetko zastupljen. Fragmenti velikih i malih bentičkih foraminifera su malobrojni.

Glavni konstituent ovog uzorka su pripada grupi litoklasta na kojeg otpada 85,65% stijene. Sporedni konstituenti su planktonske foraminifere (5,74%), kristali sparita (3,59%), skeletno trunje (3,11%), male bentičke foraminifere (1,2%) i velike bentičke foraminifere s 0,72% (tablica 1).

Prema kvantitativnoj analizi udio biogene komponente iznosi 10,77%, dok prema vizualnoj procjeni na biogenu komponentu otpada 2%.

**Uzorak TG-6** je određen kao *Acarinina* kalcilutit (tabla 4).

Planktonske foraminifere su izuzetno brojne i raspršene u osnovi. Čak 61,44% foraminiferske zajednice je određeno na razini roda. Predstavnici roda *Acarinina* (29,71%) su brojne. U kategoriji čestih rodova se nalaze *Subbotina* i *Turborotalia* (18,41% svaki), *Globigerinatheka* i *Morozovella* (9,21% svaki), te *Globanomalina* (7,11%). Rijetki rodovi su *Catapsydrax* (3,77%), *Praemurica* (2,51%) i *Globigerina* (1,67%). Male bentičke foraminifere iz skupine rotalija su veoma rijetke.

Glavni konstituenti ovog uzorka su karbonatna zrna veličine praha i gline s udjelom od 62,28%, planktonske foraminifere s 22,51% i skeletno trunje s 11,7% volumena stijene. Sporedni konstituenti su kristali sparita (1,75%), te fragmenti velikih i malih bentičkih foraminifera s 0,88% svaki (tablica 1).

Izračunati udio biogene komponente iznosi 35,96%, vizualno je procijenjen na 7,5% volumena stijene.

**Uzorak TG-6A** je određen kao *Acarinina* kalcilutit (tabla 5).

Planktonske foraminifere su izuzetno brojne i raspršene u osnovi. Na razini roda je identificirano 55,45% foraminiferske zajednice. S 55,74% udjela dominiraju predstavnici *Acarinina*. U kategoriji čestih rodova su *Subbotina* (14,75%), *Globanomalina* (9,84%), te *Morozovella* i *Turborotalia* (6,56% svaki). Rijetko su zastupljene jedinke rodova *Globigerinatheka* (3,28%), *Hantkenina* i *Orbulinoides* (1,64% svaki). Velike i male bentičke foraminifere su rijetke.

Glavni konstituenti ovog uzorka su kalcilutit s udjelom od 58,25% i planktonske foraminifere s 19,42%. Sporedni konstituenti su skeletno trunje koje gradi 7,77% stijene, male bentičke foraminifere (6,8%), kristali sparita (4,85%), te fragmenti velikih bentičkih foraminifera s udjelom od 2,91% (tablica 1).

Prema kvantitativnoj analizi udio biogene komponente iznosi 36,89% dok prema vizualnoj procjeni, na biogenu komponentu otpada 7,5% volumena stijene.

**Uzorak TG-7** je određen kao *Acarinina* kalcilutit (tabla 6).

Planktonske foraminifere su brojne i u nizovima. Na nivou roda je određeno 46,15% planktonske zajednice. Predstavnici roda *Acarinina* dominiraju (72,22%), a u kategoriji čestih rodova ubrajaju se *Subbotina* (16,67%) i *Morozovella* (7,41%). Rijetki rodovi su *Globigerinatheka* i *Globanomalina* (1,85% svaki). Fragmenti malih bentičkih foraminifera su malobrojni.

Glavni konstituent ovog uzorka je kalcilutit s udjelom od 89,49% stijene. Sporedni konstituenti su planktonske foraminifere (4,36%), slijedi skeletno trunje (2,56%), te male bentičke foraminifere s udjelom od 2,31% (tablica 1).

Prema kvantitativnoj analizi udio biogene komponente iznosi 9,23%, dok prema vizualnoj procjeni, na biogenu komponentu otpada 2,5% volumena stijene.

**Uzorak TG-8** je određen kao *Acarinina* kalcilutit (tabla 7).

Planktonske foraminifere su brojne i raspršene u osnovi. Na razini roda je određeno 30% planktonske zajednice. Rod *Acarinina* je dominantan (53,33%), dok su u kategoriji čestih *Subbotina* (20%) i *Globigerinatheka* (16,67%). Rodovi *Morozovella*, *Globanomalina* i *Pseudohastigerina* (3,33% svaki) su rijetki. Ostaci velikih i malih bentičkih foraminifere su malobrojni.

Karbonatna zrna veličine praha i gline koja čine 87,73% volumena stijene su glavni konstituent. Sporedni su planktonske foraminifere (5,45%), male bentičke foraminifere (3,18%), skeletno trunje (1,82%), te velike bentičke foraminifere i kristali sparita s jednakim udjelom od 0,91% (tablica 1).

Izračunati udio biogene komponente iznosi 11,36%, vizualno je procijenjen na 2% volumena stijene.

**Uzorak TG-10** je određen kao *Acarinina* kalcilutit (tabla 8).

Više od četvrtine (26,32%) raspršene planktonske zajednice je identificirano na nivou roda. Predstavnicima roda *Acarinina* (66,67%) dominiraju, a u kategoriji čestih rodova ubrajaju se rodovi *Subbotina* (20%), *Morozovella* i *Turborotalia* (6,67% svaki). Fragmenti bentičkih foraminifera su rijetki. Stijenke planktonskih foraminifera pokazuju tragove dijagenetskih promjena.

Glavni konstituenti ovog uzorka su litoklasti koji čine čak 74,32% volumena stijene, dok na kristale sparita otpada 16,05%. Planktonske foraminifere s udjelom od 4,44%, skeletno trunje s 4,2%, te male bentičke foraminifere (0,99%) predstavljaju sporedne konstituente (tablica 1).

Kvantitativnom analizom udio biogene komponente iznosi 9,63% volumena stijene. Prema vizualnoj procjeni na istu otpada svega 2,5%.

**Uzorak TG-11** je određen kao *Acarinina* – *Subbotina* kalcilutit (tabla 9).

Na razini roda određeno je svega 16,46% raspršene planktonske zajednice, a unutar koje rod *Acarinina* (61,54%) dominira. Rod *Subbotina* je brojčan (23,07%), a predstavnici roda *Turborotalia* su česti (15,38%). Bentičke foraminifere su rijetke. Stijenke planktonskih foraminifera pokazuju tragove dijagenetskih promjena.

Klasti kalcilutita (66,96%) i kristali sparita (17,70%) su glavni konstituenti. Sporedni su planktonske foraminifere (6,19%), skeletno trunje (4,42%), male bentičke foraminifere (3,24%), te velike bentičke foraminifere s udjelom od 1,47% stijene (tablica 1).

Izračunati udio biogene komponente iznosi 15,34%, vizualno je procijenjen na 2% volumena stijene.

**Uzorak TG-13** je određen kao *Acarinina* – *Subbotina* kalcilutit (tabla 10).

Planktonske foraminifere su brojne i u nizovima. Na razini roda je određeno 34,85% planktonske zajednice. Dominantan rod je *Acarinina* (56,52%), brojni rod je *Subbotina* (28,26%), a česti rod je *Turborotalia* (8,7%). Rijetki rodovi su *Globanomalina* (4,35%) i *Morozovella* (2,17%). Bentičke foraminifere su jako rijetke.

Zrna kalcilutita (77,34% volumena stijene) su glavni konstituent. Kristali sparita (9,64%), planktonske foraminifere (5,47%), skeletno trunje (3,39%), male bentičke foraminifere (3,13%) i velike bentičke foraminifere (1,04%) su sporedni konstituenti (tablica 1).

Biogena komponenta gradi 13,02% volumena stijene, a prema procjeni alokemi grade 4%.

**Uzorak TG-14** je određen kao *Acarinina* – *Subbotina* kalcilutit (tabla 11).

Čak 41,30% raspršene planktonske zajednice je identificirano na nivou roda od kojih su *Acarinina* (44,73%) i *Subbotina* (34,21%) brojni, a *Turborotalia* (13,15%) česti. Svi rijetki rodovi (*Globigerinatheka*, *Morozovella* i *Parasubbotina*) su jednako zastupljeni (2,63%). Ostaci bentičkih foraminifera su malobrojni.

Litoklasti veličine praha i gline s udjelom od 78,09% stijene predstavljaju glavni konstituent. Sporedni su sparit (9,19%), planktonske foraminifere (5,3%), skeletno trunje (4,24%), te male bentičke foraminifere (2,47%) i fragmenti velikih bentičkih foraminifere koji grade 0,71% stijene (tablica 1).

Udio biogene komponente iznosi 12,72%, a prema komparativnim grafovima svega 2% volumena stijene.

**Uzorak TR-1** je određen kao *Acarinina* – *Subbotina* kalcilutit (tabla 12).

Planktonske foraminifere su brojne, dijelom raspršene u osnovi, a dijelom u klasterima. Među 43,50% planktonskih jedinki, najbrojniji su predstavnici roda *Acarinina* (43,02%) i *Subbotina* (23,36%). Česti rodovi su *Turborotalia* (13,08%), *Globigerinatheka* (11,21%) i *Morozovella* (6,54%), dok su rijetki rodovi *Globanomalina*, *Parasubbotina* i *Hantkenina* (0,93% svaki). Rijetki su nalazi fragmenata foraminifera s lamelar-perforatnom stijenkam.

Litoklasti (kalcilutit) s udjelom od 71,62% su glavni konstituenti, a znatan udio volumena stijene imaju planktonske foraminifere (12,39%). Sporedni konstituenti su skeletno trunje (9,46%), male bentičke foraminifere (3,38%), fragmenti velikih bentičkih foraminifera (1,8%), te kristali sparita s 1,35% (tablica 1).

Prema kvantitativnoj analizi udio biogene komponente je 27,03%, a prema vizualnoj procjeni 5% volumena stijene.

**Uzorak TR-2** je određen kao *Subbotina* – *Acarinina* kalcilutit (tabla 13).

Nešto više od četvrtine ostataka planktonskih foraminifera koje se grupiraju u klaster je određeno na nivou roda (26,21%). Dominantan rod je *Subbotina* (51,85%), brojan rod je *Acarinina* (29,62%), česti rod je *Turborotalia* (11,11%), dok su rijetki rodovi *Globanomalina* i *Morozovella* (3,71 svaki%). Rijetki su nalazi fragmenata foraminifera s lamelar-perforatnom stijenkam.

Glavni konstituent ovog uzorka je kalcilutit s udjelom od 86,99%. Sporedni konstituenti su skeletno trunje (4,58%), planktonske foraminifere (3,86%), kristali sparita (2,65%), male bentičke foraminifere (1,2%), te velike bentičke foraminifere s udjelom od 0,72% stijene (tablica 1).

Nešto više od 10% volumena stijene (10,36%) gradi biogena komponenta, dok prema procjeni ona iznosi svega 1%.



**Tablica 1.** Prikaz učestalosti glavnih i sporednih konstituenata (oznake: PF – planktonske foraminifere, VBF – velike bentičke foraminifere, MBF – male bentičke foraminifere ) u bioklastičnim uzorcima (podaci izraženi u %) dobivenih kvantitativnom analizom (upotreba metode *Point counting*).

Uzorak	Litoklasti (kalcilutit)	PF	VBF	MBF	Skeletno trunje	Sparit (razne ispune)
TG-3	84,6	5,13	0,67	2,01	2,23	5,36
TG-4	75,94	7,54	0,29	2,9	3,48	9,86
TG-5	85,65	5,74	0,72	1,2	3,11	3,59
TG-6	62,28	22,51	0,88	0,88	11,7	1,75
TG-6A	58,25	19,42	2,91	6,8	7,77	4,85
TG-7	89,49	4,36	0	2,31	2,56	1,28
TG-8	87,73	5,45	0,91	3,18	1,82	0,91
TG-10	74,32	4,44	0	0,99	4,2	16,05
TG-11	66,96	6,19	1,47	3,24	4,42	17,70
TG-13	77,34	5,47	1,04	3,13	3,39	9,64
TG-14	78,09	5,3	0,71	2,47	4,24	9,19
TR-1	71,62	12,39	1,8	3,38	9,46	1,35
TR-2	86,99	3,86	0,72	1,2	4,58	2,65

#### 4.1.2. Foraminiferski vapnenci

Kvantitativni opis uzoraka (TR-3 – TR-7) sadrži (tablica 2) prikaz prepoznatih konstituenata kao i njihovu učestalost pojavljivanja koja je rezultat primjene metode brojanja pomoću mreže. Status biogene komponente, mikrofosilni sadržaj i okoliš taloženja su također prikazani (tablica 3).

**Uzorak TR-3** je određen kao Koralinacejski vekston-pekston (tabla 14).

Mikrit (56,01%), skeletno trunje (13,41%) i kristali sparita (10,82%) su glavni konstituenti. Sporedni konstituenti su fragmenti crvenih algi (7,53%), slijede velike bentičke foraminifere (4,94%), male bentičke foraminifere (3,53%), fragmenti koralja (3,29%) te planktonske foraminifere s udjelom od 0,47% (tablica 2).

Prema kvantitativnoj analizi udio biogene komponente iznosi 33,18% dok prema vizualnoj procjeni, biogena komponenta je 31,67% volumena stijene.

**Uzorak TR-4** je određen kao Koralinacejski vekston-pekston (tabla 15).

Glavni konstituenti su mikrit (51,2%) i kristali sparita (22%). Sporedni konstituenti su skeletno trunje (9,2%), fragmenti crvenih algi (7,2%), velike i male bentičke foraminifere (jednaki udjeli od 3,6%), te fragmenti koralja i planktonske foraminifere s 1,6% svaki (tablica 2).

Udio biogene komponente iznosi 26,80%, a prema procijenjenoj zastupljenosti 12,5% volumena stijene.

**Uzorak TR-5** je određen kao Koraljni frejmston (tabla 16).

Mikrit (40,53%), fragmenti koralja (27,89%), kristali sparita (11,84%) i skeletno trunje (10,79%) predstavljaju glavne konstituente. Sporedni su velike bentičke foraminifere (2,89%), male bentičke foraminifere (2,37%), fragmenti crvenih algi (2,11%) i planktonske foraminifere s 1,58% (tablica 2).

Dok je udio biogene komponente temeljem kvantitativne analize određen kao 47,63%, usporedbom s komparativnim grafovima udio je znatno manji i iznosi 28,33% volumena stijene.

**Uzorak TR-6** je određen kao Koraljni frejmston (tabla 17).

Glavni konstituenti ovog uzorka su mikrit (51,37%), a znatan udio volumena imaju skeletno trunje (15,29%) i fragmenti koralja (14,04%). Sporedni konstituenti su kristali sparita (7,52%), fragmenti crvenih algi (4,51%), velike bentičke foraminifere (3,76%), planktonske foraminifere (2,01%) i male bentičke foraminifere s 1,5% (tablica 2).

Izračunati udio biogene komponente iznosi 41,1%, vizualno je procijenjen na 10,83% volumena stijene.

**Uzorak TR-7** je određen kao Ortofragminski vekston-pekston (tabla 18).

Među glavnim konstituentima su mikrit (44%), velike bentičke foraminifere (22,29%), skeletno trunje (12%) i planktonske foraminifere (11,14%). Sporedni konstituenti su kristali sparita (7,43%) i male bentičke foraminifere koje grade 3,14% volumena stijene (tablica 2).

Prema kvantitativnoj analizi udio biogene komponente iznosi 48,57%, dok prema vizualnoj procjeni ona gradi 12,5% volumena stijene.

**Tablica 2.** Prikaz učestalosti glavnih i sporednih konstituenata (oznake: PF – planktonske foraminifere, VBF – velike bentičke foraminifere, MBF – male bentičke foraminifere ) u Foraminiferskim vapnencima (podaci izraženi u %) dobivenih kvantitativnom analizom (upotreba metode *Point counting*).

Uzorak	PF	VBF	MBF	Skeletno trunje	Fragmenti crvenih algi	Fragmenti koralja	Sparit	Mikrit
TR-3	0,47	4,94	3,53	13,41	7,53	3,29	10,82	56,01
TR-4	1,6	3,6	3,6	9,2	7,2	1,6	22	51,2
TR-5	1,58	2,89	2,37	10,79	2,11	27,89	11,84	40,53
TR-6	2,01	3,76	1,5	15,29	4,51	14,04	7,52	51,38
TR-7	11,14	22,29	3,14	12	0	0	7,43	44

**Tablica 3.** Status biogene komponente, mikrofosilni sadržaj i okoliš taloženja foraminiferskih vapnenaca (oznake: PF – planktonske foraminifere, MM – male miliolide).

Uzorak	Status biogene komponente	Mikrofosilni sadržaj	Okoliš taloženja
TR-3	Kućice velikih bentičkih foraminifera fragmentirane (bez polova) Mikritizacija vanjskog zavoja numulita Usmjerena orijentiranost velikih bentičkih foraminifera	<i>Alveolina aragoensis</i> HOTTINGER, 1960 <i>Rotalia</i> sp. <i>Alveolina</i> sp. <i>Cibicides</i> sp. <i>Orbitolites</i> sp. <i>Nummulites</i> sp. MM PF	Karbonatna rampa Transport (visoka energija?) Fotička zona

TR-4	Geopetalne ispune ostrakoda  Mikritizacija vanjskog zavoja numulita	<i>Solenomeris</i> sp. <i>Alveolina</i> sp. <i>Neorotalia</i> sp. <i>Cibicides</i> sp. <i>Orbitolites</i> sp. <i>Nummulites</i> sp. <i>Slovenites</i> sp. <i>Plumkathina</i> sp. Ostrakodi MM PF	Karbonatna rampa  Transport (visoka energija?)  Fotička zona
TR-5	Kućice bentičkih foraminifera fragmentirane	<i>Lithothamnium</i> sp. <i>Alveolina</i> sp. <i>Rotalia</i> sp. <i>Orbitolites</i> sp. Ostrakodi MM PF	Karbonatna rampa  Transport (visoka energija?)  Fotička zona
TR-6	Obraštanje fragmenata koralja s algama	<i>Pseudolithothamnium album</i> PFENDER, 1936 <i>Solenomeris ogormani</i> DOUVILLE, 1924 <i>Solenomeris</i> sp. <i>Neorotalia</i> sp. <i>Rotalia</i> sp. <i>Nummulites</i> sp. <i>Karsella</i> sp. <i>Asterocyclina</i> sp. <i>Discocyclina</i> sp. MM PF	Karbonatna rampa  Transport (visoka energija?)  Fotička zona
TR-7	Kućice velikih bentičkih foraminifera fragmentirane (bez polova)  Usmjerena orijentiranost velikih bentičkih foraminifera	<i>Sphaerogypsina globulus</i> REUSS, 1848 <i>Sphaerogypsina</i> sp. <i>Alveolina</i> sp. <i>Rotalia</i> sp. <i>Nummulites</i> sp. <i>Asterocyclina ex gr. stella</i> <i>Asterocyclina stella taramelli</i> MUNIER-CHALMAS, 1891 <i>Discocyclina</i> sp. <i>Operculina</i> sp. <i>Victoriella</i> sp. <i>Haddonia</i> sp. <i>Orbitoclypeus</i> sp. <i>Morozovella</i> sp. PF	Karbonatna rampa  Transport (visoka energija?)  Fotička zona  Srednja rampa

## 4.2. Biostratigrafija

Određena vrsta alveolina omogućila je određivanje starosti biogenih naslaga istraživanog profila TR (TR-3 – TR-7). Vrsta *Alveolina aragonensis* HOTTINGER, prema DROBNE (1977) je karakteristična za donji (stariji) ipr (biozone SBZ9 – SBZ11, SERRA-KIEL i sur., 1998; PAPPAZZONI i sur., 2017). Podvrsta *Asterocyclina stella taramelli* MUNIER-CHALMAS je pronađena u naslagama koje se protežu od ipra do kraja luteta (LESS, 1987), što dodatno upućuje na donjoeocensku starost ovih naslaga.

Iako su planktonske foraminifere određene na nivou rodova, njihova prisutnost u naslagama istraživanog profila pomogla je u određivanju starosti. Pojedini rodovi (*Morozovella*, *Hantkenina* i *Globigerinatheka*) su stratigrafski ograničeni, a prepoznatljivi u presjecima (prstaste klijetke roda *Hantkenina*, kuglaste klijetke jako zadebljalih stijenki kod roda *Globigerinatheka* ili oštrobridni rubovi klijetki roda *Morozovella*).

Razvojna linija roda *Morozovella* završava s eocenskom planktonskom biozonom E9 (zona *Globigerapsis kugleri* / *Morozovella aragonensis*, BERGGREN & PEARSSON, 2005), što odgovara srednjem lutetu. To znači da su uzorci u kojima su pronađeni presjeci tog roda istaloženi najkasnije do kraja srednjeg luteta. Kućice roda *Morozovella* prisutne u uzorcima oznaka TG i TR-1 ukazuju da se cijela sukcesija istaložila do kraja srednjeg luteta (do kraja biozone E9). S druge strane vremensko rasprostiranje roda *Hantkenina* je ograničeno na srednji lutet – priabon (biozone E8 – E16, COXALL & PEARSON, 2006; PEARSON & COXALL, 2013).

U uzorcima TG-3, TG-4, TG-6A i TR-1 (baza klastičnih naslaga istraživanog profila TG i klastične naslage profila TR) pronađene su kućice roda *Hantkenina*. Predstavnicima roda *Globigerinatheka* raspona su od sredine biozone E8 do kraja E16 biozone (mlađi ipr – priabon). Preklapanjem raspona rodova *Hantkenina* i *Morozovella*, prepoznate vrste *Globigerinatheka index* FINLAY (komparativni uzorak TG6, u.p. Aljinović) ograničena je starost klastičnih naslaga profila na planktonsku biozonu E9, srednji lutet (BERGGREN & PEARSON, 2005).

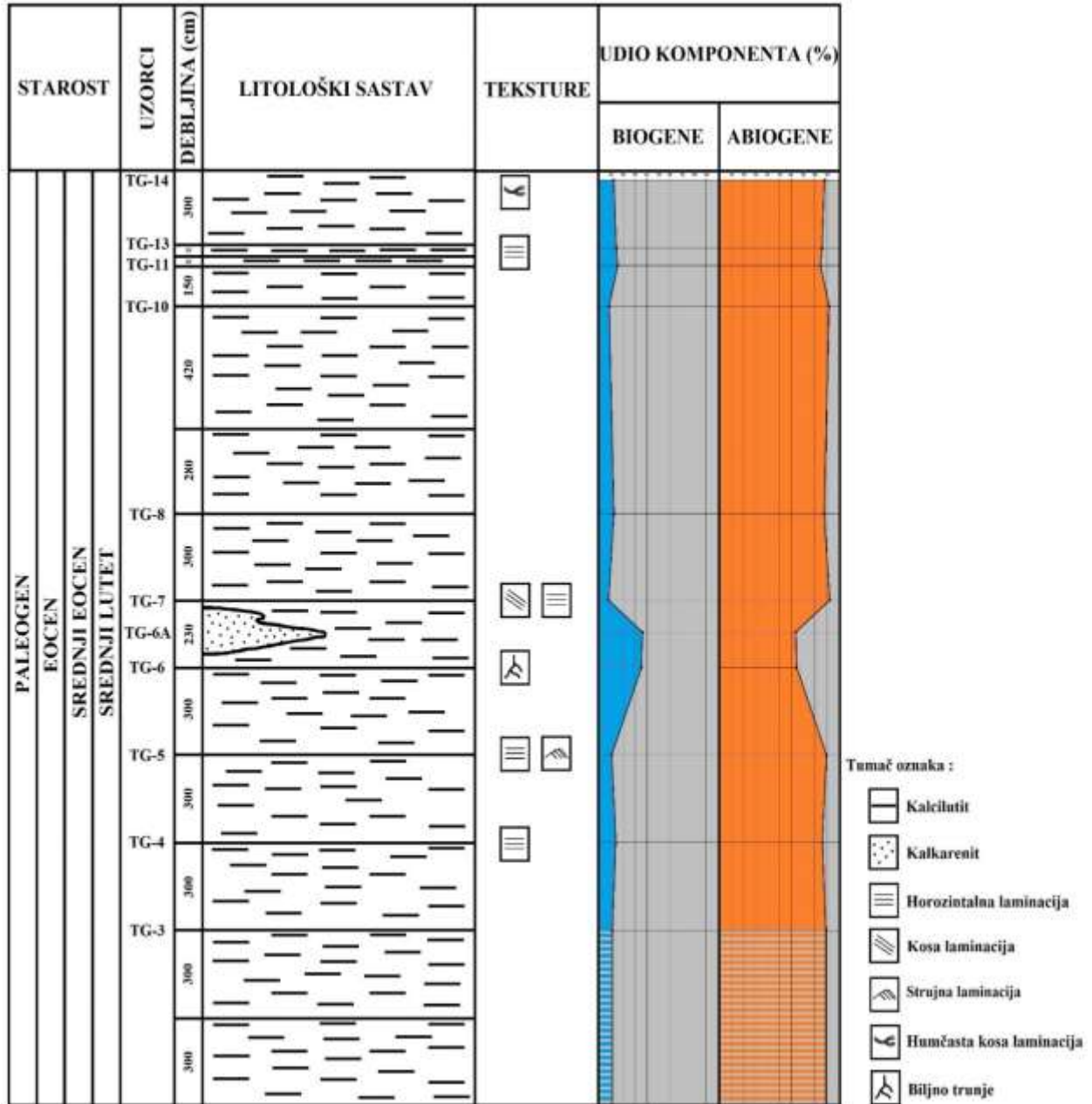
Na temelju planktonskih i bentičkih foraminifera zaključeno je da su biogeni vapnenci koji imaju velike bentičke foraminifere stariji, dok su biogene kalcilutitne naslage mlađe. Odnos između njih, u samoj okolici Triblja je tektonski.

## 5. Rasprava

Prema tumaču OGK list Crikvenica (GRIMANI i sur., 1973) i radu (PALENIK i sur., 2019) istraživani slijed naslaga odgovara Foraminiferskim vapnencima (starosti donji-srednji eocen) i Prijelaznim naslagama koje su opisane kao 40 – 60 metara debeo slijed lapora i vapnenaca srednjeg eocena (lutet). Prema navedenim autorima, Prijelazne naslage naliježu na Foraminiferske vapnence.

Prijelazne naslage, neformalna formacija u slijedu eocenskih naslaga Vanjskih Dinarida, odražavaju postupni prijelaz od plitkovodnih foraminiferskih vapnenaca do dubokovodnih – hemipelagičkih i pelagičkih sedimenata. Debljina i starost u području Vanjskih Dinarida varira idući od sjeverozapada prema jugoistoku. U Slovenskom dijelu Istre, Prijelazne naslage su donjolutetske starosti (SCHWEITZER i sur., 2005), u ostalom dijelu Istre srednjolutetske (ĆOSOVIĆ i sur., 2004), a na Hvaru bartonske (SCHWEITZER i sur., 2007). Tradicionalno su Prijelazne naslage sastavljene od dva člana: „lapora s rakovicama“ i „Globigerinskih lapora“. Lapori s rakovicama su glinoviti, fosiliferni vekstoni i pekstoni (ŠIKIĆ & PLENIČAR, 1975; MARJANAC & ĆOSOVIĆ, 2000; TARLAO i sur., 2005), koji su istaloženi tijekom postepenog prijelaza iz karbonatne rampe u dubljevodne, distalne dijelove bazena. „Globigerinski lapori“ (pravilnije bi bilo „Subotinski lapori“ jer rod *Globigerina* u vrijeme taloženja naslaga nije bio raznolik i pripadnici roda nisu važni graditelji naslaga) su hemipelagički sedimenti (JURAČIĆ, 1980).

Na istraživanom profilu opisani su Foraminiferski vapnenci (TR-3 – TR-7) i bioklastične naslage s planktonskim foraminiferama (TG-3 – TG-14, slika 10; TR-1 i TR-2).



**Slika 10.** Geološki stup na lokaciji Tribalj I (oznaka TG) s označenim teksturnim karakteristikama naslaga i prikazom promjene udjela biogene (plavo) i abiogene komponente (narančasto).



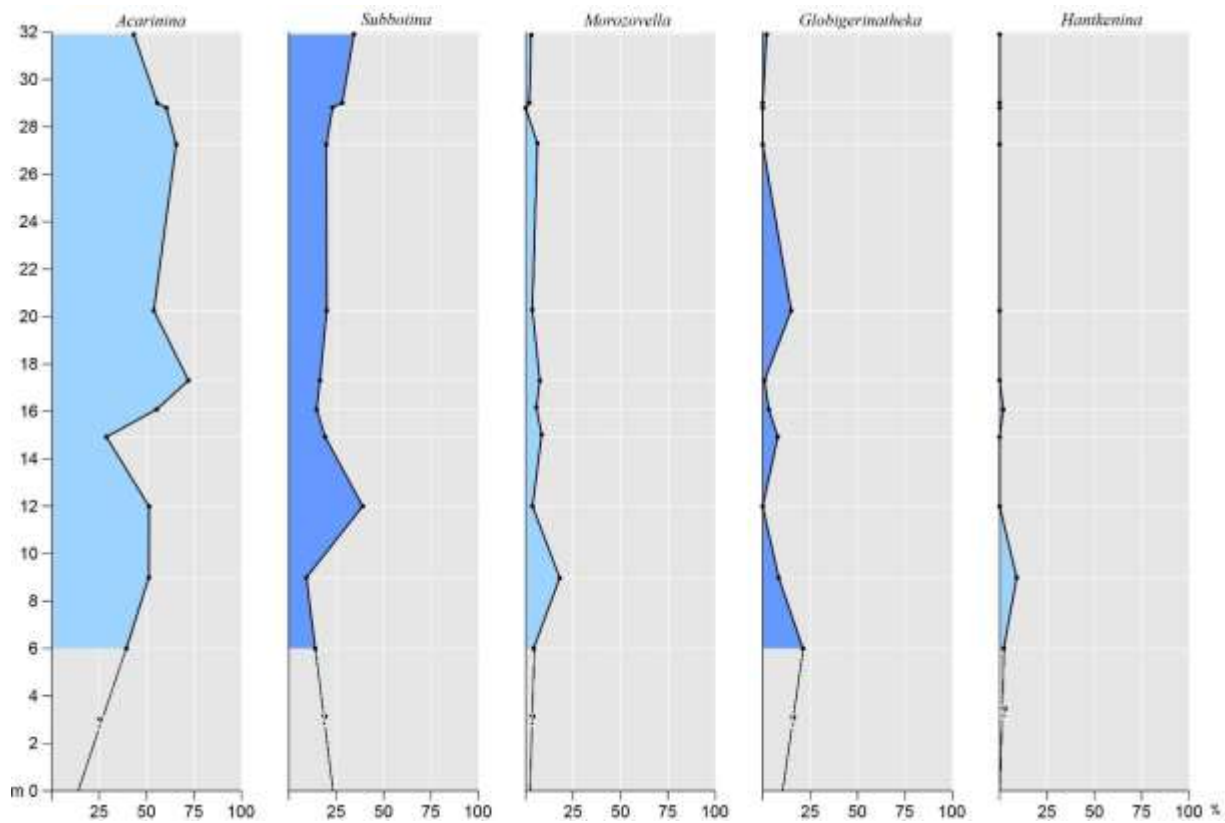
Na temelju prepoznate vrste *Alveolina aragonensis* HOTTINGER (tabla 14, slika 1) određena je starost uzoraka Foraminiferskih vapnenaca. Istraživani vapnenci su istaloženi tijekom donjeg ipra (biozone SBZ9 – SBZ11, SERRA-KIEL i sur., 1998; PAPPAZZONI i sur., 2017). U dosad objavljenim radovima, kao starost se navodi donji i srednji eocen (PALINEK i sur., 2019). Determinirani rodovi (*Hantkenina* i *Morozovella*) i vrsta *Globigerinatheka index* FINLAY u uzorcima Prijelaznih naslaga definiraju srednjoljutetsku, E9 biozonu (BERGGREN & PEARSON, 2005) umjesto srednjoeocensku (PALINEK i sur., 2019).

Foraminiferski vapnenci su vekston-pekston tipa s fragmentima kućica velikih bentičkih foraminifera (rodovi: *Alveolina*, *Discocyclina*, *Nummulites*). Nekim kućicama nedostaju polovi (najčešće kod rodova *Discocyclina* i *Nummulites*), a neke su razlomljene u sitne fragmente. Foraminiferski vapnenci su istaloženi u uvjetima karbonatnog okoliša, u fotičkoj zoni, u oligotrofičnoj sredini. Razbijene kućice kao i izražena paralelna orijentacija izduženih kućica roda *Nummulites* ukazuju na postojanje *post-mortem* transporta. S obzirom na brojnost ortofragmina i numulita (rodovi *Nummulites* i *Operculina*; ĆOSOVIĆ i sur., 2004), značajnu prisutnost okoravajućih crvenih algi, raznolike zajednice malih bentičkih foraminifera (dominantno lamelar-perforatne stijenke), te strukturne osobine naslaga, srednja rampa je najvjerojatnije bio okoliš taloženja. Tome u prilog su i malobrojne planktonske foraminifere nađene u uzorcima. Poznato je da se one ne mogu održati u vertikalnom životnom položaju ako je voda uzburkana (npr. površinski valovi koji su obilježje unutrašnje rampe; HEMLEBEN i sur., 1989).

Prijelazne naslage su klastični, sitnozrnati vapnenci s brojnom i raznolikom zajednicom planktonskih foraminifera. Planktonske foraminifere se razmnožavaju isključivo spolnim putem. Proces razmnožavanja započinje odbacivanjem bodlji i tonjenjem u dublje dijelove vodenog stupca. Dubljevodni okoliši, gdje su turbulencije i druge hidrodinamičke promjene rijetke, su okoliši koje nastanjuju planktonske foraminifere. Stoga prvi zaključak je da su Prijelazne naslage nastale u batijalu, na gornjim dijelovima padine (planktonske foraminifere žive do nekih 700 m dubine, HEMLEBEN i sur., 1989). Teksturane osobine koje su uočene na stijenama (laminacija u slojevima s uzorcima TG-4, TG-5, TG-7 i TG-13) potvrđuju promjene i na morskom dnu. U takvom se okolišu taložio i sitni biodetritus koji ukazuje na pretaloživanje sitnog fosilnog kršja iz plićih dijelova, vjerojatno mehanizmima gravitacijskih tokova (moguće turbiditnih tokova). Zato su ovi uzorci koji ukazuju na intrabazensko pretaloživanje determinirani kao biokalklutiti, što je

prema TIŠLJAR (2001) naziv za intrabazenski pretaložene sedimente. U vodenom stupcu tijekom taloženja dogodile su se temperaturne promjene morske vode. Naime, omjer brojnosti kućica rodova koji nastanjuju površinski sloj i termoklinu nije stalan već se mijenja, što može upućivati na temperaturne oscilacije.

Zastupljenost rodova površinskog sloja (*Acarinina*, *Morozovella* i *Hantkenina*) i sloja termokline (*Subbotina* i *Globigerinatheka*) u profilu se mijenja idući od starijih prema mlađim naslagama (slika 11). U najstarijem dijelu profila (6 – 9 metara; TG-3 i TG-4) zajednicom dominira rod *Acarinina*, karakteristični stanovnik toplih površinskih voda. U intervalu 9 – 15 metara (TG-5 i TG-6) najbrojniji su predstavnici rodova koji žive u hladnijim dijelovima vodenog stupa, u zoni termokline (*Subbotina* i *Globigerinatheka*). Mlađi dio profila (15 – 28,8 metara; TG-6A – TG-11) okarakteriziran je brojnim stanovnicima površinskog sloja, da bi najmlađi dio naslaga (28,8 – 31,87 metara; TG-13 i TG-14) opet imao veću zastupljenost termoklinskih rodova.



**Slika 11.** Zastupljenost rodova površinskog sloja (svijetlo plavo) i sloja termokline (tamno plavo) u TG uzorcima (interval 6 – 31,87 metara).

Udio biogene komponente obrnuto je proporcionalan zastupljenosti rodova površinskog sloja. To se najbolje može uočiti u intervalu 15 – 17,3 metara (TG-6 – TG-7) u kojem je opažen drastičan pad udjela biogene komponente (s 36,89% na 9,23%) i istovremeni porast zastupljenosti jedinki roda *Acarinina* (s 29,71% na 72,22%). To može biti posljedica promjene „debljine“ sloja termokline ili biti posljedica povećanog donosa terigenog materijala (AN i sur., 2018).

Brojnost pripadnika različito temperaturno prilagođenih rodova sugerira postojanje vodenog stupca s razvijenim površinskim slojem i slojem termokline. Promjene ukazuju kako se tijekom biozone E9 (srednji lutet) u istraživanom bazenu mijenjala temperatura morske vode. Promjena temperature mogla je prouzročiti promjene vertikalnog pružanja površinskog sloja i sloja termokline u smislu da se zbog većeg zagrijavanja površinske vode, površinski sloj produbio i rezultirao dominacijom rodova *Acarinina* i *Morozovella*. Sukladno tome, sniženje temperature je omogućilo oplićavanje termokline i dominaciju termoklinskih stanovnika (rod *Subbotina*). Druga mogućnost je da su temperaturne promjene izazvale promjene u ponašanju pojedinih rodova u smislu da oni više nisu bili strogo ograničeni na samo jedan vodeni sloj već su mogli migrirati iz dubljevodnih slojeva ili obrnuto. Prema KEARNES i suradnicima (2021), rod *Subbotina* nije bio ograničen samo na sloj termokline već je nastanjivao i površinski sloj. Treba uzeti u obzir i mogućnost promjene veličine kućica unutra populacije vezano za promjene staništa što se u ovom istraživanju nije moglo ispratiti (rad s mikroskopskim izbruscima). Ostaje pitanje zbog čega se temperatura mijenjala. Tijekom srednjeg luteta (razdoblje nakon ranog eocenskog klimatskog optimuma, EECO) iako je temperatura bila u silaznom trendu, temperaturne oscilacije su bile brojne (ZACHOS i sur. 2008).

Zastupljenost različitih alokema u stijeni važna je za interpretaciju mikrofacijesa, odnosno za određivanja okoliša taloženja. U ovom radu korištene su dvije metode. Jedna je procjena koja koristi komparativne grafove, a druga je brojanje zrna. Uspoređeni rezultati udjela biogene komponente dobiveni vizualnom procjenom i kvantitativnom metodom su pokazali velika odstupanja. Razlog tomu je velika prisutnost jedinki planktonskih foraminifera koje se nisu mogle uočiti na 40x povećanju koje se koristilo za vizualnu procjenu. Kvantitativna metoda se izvodila pri povećanjima 100x i 400x gdje su sve biogene komponente bile lako uočljive.

## 6. Zaključak

Svrha ovog rada je bila istražiti eocenske Prijelazne naslage i Foraminiferske vapnence koji su u kontaktu na području Triblja (Vinodolska kotlina). Snimljeni su geološki stupovi kako bi se utvrdila starost naslaga i okoliši taloženja. Mikropaleontološka i sedimentološka analiza mikroskopskih izbrusaka otkrila je sljedeće:

1. Određene vrste i rodovi velikih bentičkih foraminifera nađenih u Foraminiferskim vapnencima ukazuju na taloženje tijekom ipra.
2. Prijelazne naslage, bogate planktonskim foraminiferama (14 rodova) istaložene su tijekom srednjeg luteta, E9 (zona *Globigerapsis kugleri* / *Morozovella aragonensis*) biozone.
3. Foraminiferski vekston-pekston je krakterističan za okoliš srednje rampe, dok su se biogeni kalcilutiti (Prijelazne naslage) istaložili u batijalu, na gornjem dijelu padine.
4. Promjena brojčane zastupljenosti pojedinih rodova planktonskih foraminifera ukazuje na moguće temperaturne oscilacije tijekom taloženja. One su mogle utjecati na debljinu miješanog sloja i sloja termokline ili na moguće promjene staništa pojedinih rodova.
5. Usporedba metode brojanja zrna i procjene pomoću komparativnih grafova pokazala je ograničenost primjene procjene zbog povećanja na kojem se radi kada se istražuju naslage s planktonskim foraminiferama.

## 7. Literatura

ALJINOVIĆ, D., JURAK, V., MILEUSNIĆ, M., SLOVENEK, D. & PRESEČKI, F. (2010): The origin and composition of flysch deposits as an attribute to the excessive erosion of the Slani Potok Valley („Salty Creek”), Croatia. *Geologia Croatica*, 63/3, 313–322.

AN, B., LI, T., LIU, J., SUN, H. & CHANG, F. (2018): Spatial distribution and controlling factors of planktonic foraminifera in the modern Western Pacific. *Quaternary International*, 468, 14–23.

BLAŠKOVIĆ, I. (1991): Raspored uzdužnih, reversnih i normalnih rasjeda i konstrukcija oblika i dubina ploha podvlačenja (Disposition of the longitudinal, reverse and normal faults and the construction of the forms and depths of the underthrusting surfaces). *Geološki vjesnik*, 44, 247–256.

BLAŠKOVIĆ, I. (1999): Tectonics of Part of the Vinodol Valley Within the Model of the Continental Crust Subduction. *Geologia Croatica*, 52/2, 153–189.

BLAŠKOVIĆ, I. & ALJINOVIĆ, D. (1981): Mikrotektonski elementi kao osnova za model tektonske građe šireg područja Kvarnera. Zbornik radova, Kompleksna naftnogeološka problematika podmorja i priobalnih dijelova Jadranskog mora, Split 1981, 1, 87–100.

BERGANT, S., TIŠLJAR, J. & ŠPARICA, M. (2003): Eocene carbonates and flysch deposits of the Pazin basin. U: Vlahović, I. & Tišljarić, J. (ur.): Evolution of Depositional Environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin. Fieldtrip Guidebook, 22nd IAS Meeting of Sedimentology, Opatija, 57–64.

BERGGREN, W.A. & PEARSON, P.N. (2005): A revised tropical to subtropical Paleogene planktonic foraminifera zonation. *Journal of Foraminiferal Research*, 54/9, 279–298.

BIGNOT, G. (1972): Recherches stratigraphiques sur les calcaires du Crétacé supérieur et de l'Eocène d'Istrie et des régions voisines: essai de révision du Liburnien. *Travaux du Laboratoire de Micropaleontologie*, 2, University de Paris VI, Paris, 353 str.

COXALL, H.K. & PEARSON, P.N. (2006): Taxonomy, biostratigraphy, and phylogeny of the Hantkeninidae (*Clavigerinella*, *Hantkenina* and *Cribohantkenina*). U: Pearson, P.N. i sur. (ur): *Atlas of Eocene Planktonic Foraminifera*, Cushman Foundation Special Publication, 41, 213–256.

COXALL, H.K., PEARSON, P.N., SHACKLETON, N.J. & HALL, M.A. (2000): Hantkeninid depth adaptation: An evolving life strategy in a changing ocean. *Geology*, 28/1, 87–90.

ĆOSOVIĆ, V., DROBNE, K. & MORO, A. (2004): Paleoenvironmental model for Eocene foraminiferal limestones of the Adriatic carbonate platform (Istrian peninsula). *Facies*, 50, 61–75.

DROBNE, K. (1977): Alveolines Palaeogenes de la Slovenie et de l'Istrie. *Schweizerische Palaontologische Abhandlungen*, 99, 1–132.

FERMONT, W.J.J. (1982): Discocyclinidae from Ein Avedat (Israel). *Utrecht micropaleontological bulletins*, 27, 1–152.

FLUGEL, E. (1982): *Microfacies Analysis of Limestones*. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 634 str.

FLUGEL, E. (2004): *Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application*. Springer-Verlang, Berlin/Heidelberg/New York, 984 str.

GRIMANI, I., ŠUŠNJAR, M., BUKOVAC, J., MILAN, A., NIKLER, L., CRNOLATAC, I., ŠIKIĆ, D. & BLAŠKOVIĆ, I. (1973): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Crikvenica L33-102*. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 41 str.

HERAK, M. (1980): *The nappe-system between Vrbovsko and Delnice in Gorski Kotar, Croatia*. *Acta Geologica*, 10/2, 35–51.

HEMLEBEN, C., SPINDLER, M. & ANDERSON O.R. (1989): *Modern Planktonic Foraminifera*. Springer-Verlang, Berlin/Heidelberg/ New York, 363 str.

HOTTINGER, L. (2014): *Paleogene Larger Rotaliid Foraminifera from the Western and Central Neotethys*. Springer, Switzerland, 196 str.

JURAČIĆ, M. (1980): *Dubina sedimentacije „lapora s rakovicama“ iz odnosa planktonskih i bentičkih foraminifera*. *Geološki vjesnik*, 31, 61–67.

JURAK, V., SLOVENEK, D. & MILEUSNIĆ, M. (2005): *Pretjerana erozija fliša – Slani potok*. U: Biondić, R., Vlahović, I. & Velić, I. (ur.): *Vodič ekskurzija*, 3. Hrvatski geološki kongres, Zagreb, 51–55.

KEARNES, L.E., BOHATY, M.S., EDGAR, K.M., NOGUE, S. & EZARD, T.H.G. (2021): *Searching for Function: Reconstructing Adaptive Niche Changes Using Geochemical and Morphological Data in Planktonic Foraminifera*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 679–722.

LESS, G. (1987): Paleontology and stratigraphy of the European Orthophragminae. *Geologica Hungarica, Paleontologica*, 51, 49–313.

MARJANAC, T. & ĆOSOVIĆ, V. (2000): Tertiary Depositional History of Eastern Adriatic Realm. U: Pamić, J. & Tomljenović, B. (ur.): PANCARDI 2000: Pannonian Basin, Carpathian and Dinaride System: Geological Meeting on Dynamics of Ongoing Orogeny. Fieldtrip Guidebook, Dubrovnik, 93–103.

MILEUSNIĆ, M., SLOVENEK, D. & JURAK, V. (2004): Thenardite-efflorescence indicating cause of the excessive flysch erosion, Slani potok, Croatia. U: Nemeth, T. & Terbocs, A. (ur.): ACTA Mineralogica-Petrographica Abstract Series, Department of Mineralogy, Geochemistry and Petrology, University of Szeged, 75–75.

OZCAN, E., LESS, G., BALDI-BEKE, M., KOLLANYI, K. & KERTESZ, B. (2007): Biometric analysis of middle and upper Eocene Discocyclinidae and Orbitoclypeidae (Foraminifera) from Turkey and updated orthophragminae zonation in the Western Tethys. *Micropaleontology*, 52/6, 485–520.

PALENIK, D., MATIČEC, D., FUČEK, L., MATOŠ, B., HERAK, M. & VLAHOVIĆ, I. (2019): Geological and structural setting of the Vinodol Valley (NW Adriatic, Croatia): insights into its tectonic evolution based on structural investigations. *Geologia Croatica*, 72/3, 179–193.

PAPAZZONI, C.A., ĆOSOVIĆ, V., BRIGUGLIO, A. & DROBNE, K. (2017): Towards a calibrated larger foraminifera biostratigraphic zonation: celebrating 18 years of the application of Shallow Benthic Zones. *Palaios*, 32, 1–5.



PEARSON, P.N. (1998): Stable Isotopes and the Study of Evolution in Planktonic Foraminifera. *The Paleontological Society Papers*, 4, 138–178.

PEARSON, P.N. & COXALL, H.K. (2013): Origin of the Eocene planktonic foraminifer *Hantkenina* by gradual evolution. *Paleontology*, 57/2, 243–267.

PREMEC FUČEK, V. (1993): Terminologija morfoloških značajki kućica planktonskih foraminifera. *Vijesti hrvatskog geološkog društva*, 30/1, 29–36.

PREMOLI SILVA, I & PETRIZZIO, M.R. (2006): Practical manual of Eocene Planktonic foraminifera. International School on Planktonic Foraminifera, Università degli Studi di Perugia, Università degli Studi di Milano, Perugia, 248 str.

PREMOLI SILVA, I., RETTORI, R. & VERGA, D. (2003): Practical manual of Paleocene and Eocene Planktonic foraminifera. International School on Planktonic Foraminifera, Dipartimento di Scienze della Terra. University of Perugia (Italy), Perugia, 152 str.

SCHWEITZER, C.E., ČOSOVIĆ, V. & FELDMANN, R.M. (2005): Harpactocarcinus from the Eocene of Istria, Croatia, and the paleoecology of the Zanthopsidae Via, 1959 (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Journal of paleontology*, 79/4, 663–669.

SCHWEITZER, C.E., SHIRK, A., ČOSOVIĆ, V., OKAN, Y., FELDMANN, R.M. & HOSGOR, I. (2007): New species of Harpactocarcinus from the Tethyan Eocene and their paleoecological setting. *Journal of paleontology*, 81/5, 1091–1100.

SERRA-KIEL, J., HOTTINGER, L., CAUS, E., DROBNE, K., FERRANDEZ, C., JAUHRI, A.K., LESS, G., PAVLOVEC, R., PIGNATTI, J., SAMSO, J.M., SCHAUB, H., SIREL, E., STROUGO, A., TAMBAREAU, Y., TOSQUELLA, J. & ZAKREVSKAYA, E. (1998): Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 169/2, 281–299.

SIREL, E. & ACAR, S. (2008): Description And Biostratigraphy Of The Thanetian-Bartonian Glomalveolinids And Alveolinids Of Turkey. UCTEA The Chamber of Geological Engineers Publication, Ankara, 264 str.

ŠIKIĆ, D. & PLENIČAR, M. (1975): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Ilirska Bistrica L33-89. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 50 str.

ŠIKIĆ, D. & POLŠAK, A. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Labin L33-101. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 50 str.

ŠUŠNJAR, M., BUKOVAC, J., NIKLER, L., CRNOLATAC, I., MILAN, A., ŠIKIĆ, D., GRIMANI, I., VULIĆ, Ž. & BLAŠKOVIĆ, I. (1970): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. List Crikvenica L33-102. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.

TARLAO, A., TUNIS, G. & VENTURINI, S. (2005): Dropstones, pseudoplanktonic forms and deep-water decapod crustaceans within a Lutetian condensed succession of central Istria (Croatia): Relation to palaeoenvironmental evolution and palaeogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 218/3, 325–345.

TIŠLJAR, J. (2001): Sedimentologija karbonata i evaporita. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, 375 str.

TUCKER, M.E. (2001): SEDIMENTARY PETROLOGY: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 262 str.

ZACHOS, J.C., DICKENS, G.R. & ZEEBE, R.E. (2008): An Early Cenozoic Perspective on Greenhouse Warming and Carbon-Cycle Dynamics. *Nature*, 451/7176, 279–283.

Neobjavljeni radovi i internetski izvori:

IBRAHIMPAŠIĆ, H. (2012): Taksonomija, paleoekologija i biostratigrafija paleogenskih Alveolinida sjeverozapadnog i središnjeg dijela Jadransko-dinaridske karbonatne platforme. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 204 str.

<https://www.google.com/maps/@45.2247447,14.6835365,3a,90y,71.88h,82.5t/data=!3m6!1e1!3m4!1s-Or-WuBPH9BxUQkjDJ0wig!2e0!7i16384!8i8192> (pristupljeno 06.02.2023.)

## **8. Table**

Tabla 1.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TG-3:

Slika 1. *Morozovella* sp. (kosi presjek)

Slika 2. *Acarinina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 3. *Globanomalina* sp. (kosi presjek)

Slika 4. *Turborotalia* sp. (kosi presjek)

Slika 5. *Subbotina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 6. *Chiloguembelina* sp. (kosi presjek)

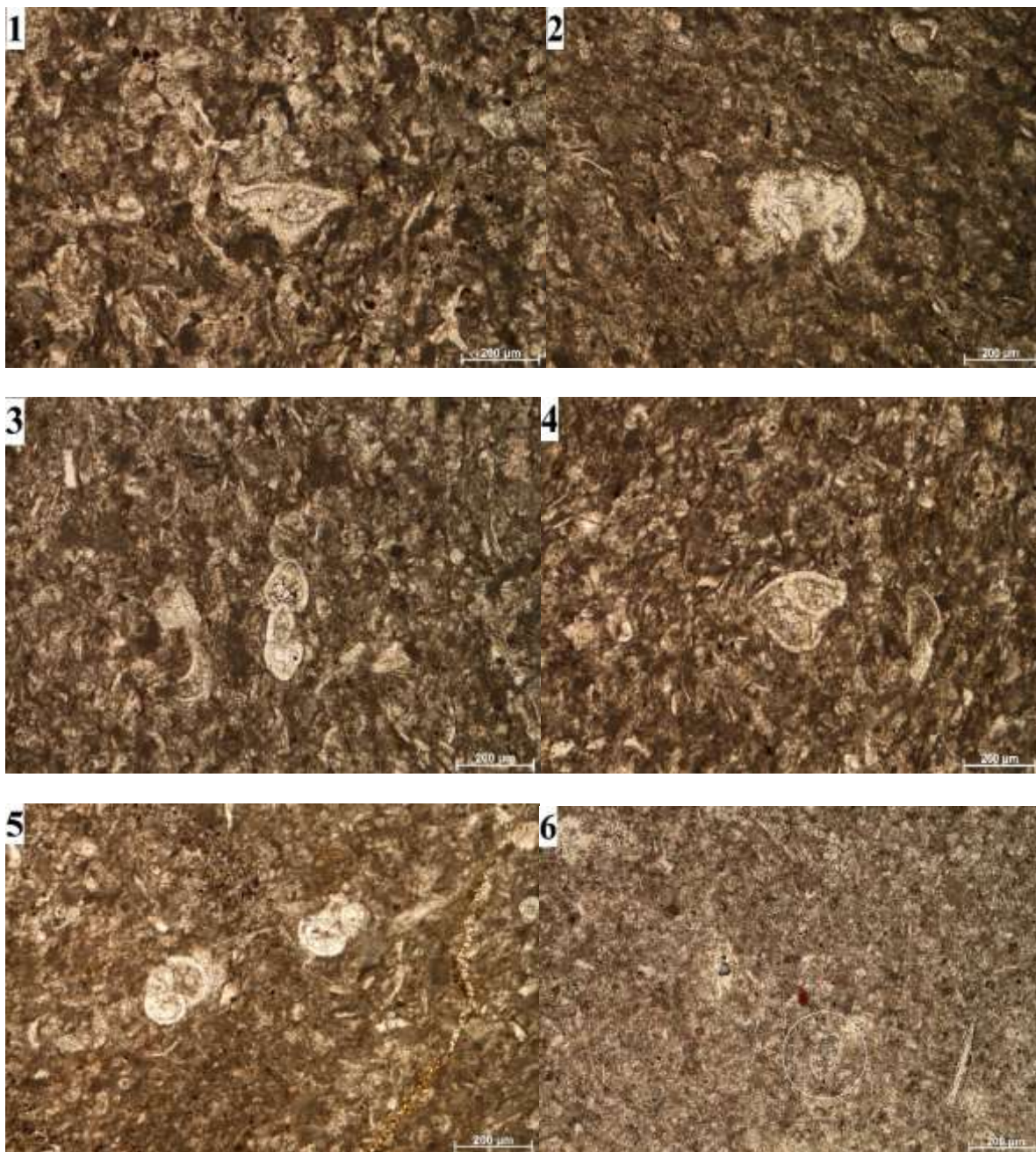


Tabla 2.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TG-4:

Slika 1. *Hantkenina* sp. (kosi presjek)

Slika 2. *Globigerinatheka* sp. (kosi presjek)

Slika 3. *Morozovella* sp. (kosi presjek)

Slika 4. *Acarinina* sp. (kosi presjek)

Slika 5. *Subbotina* sp. (kosi presjek)

Slika 6. Foraminiferska zajednica

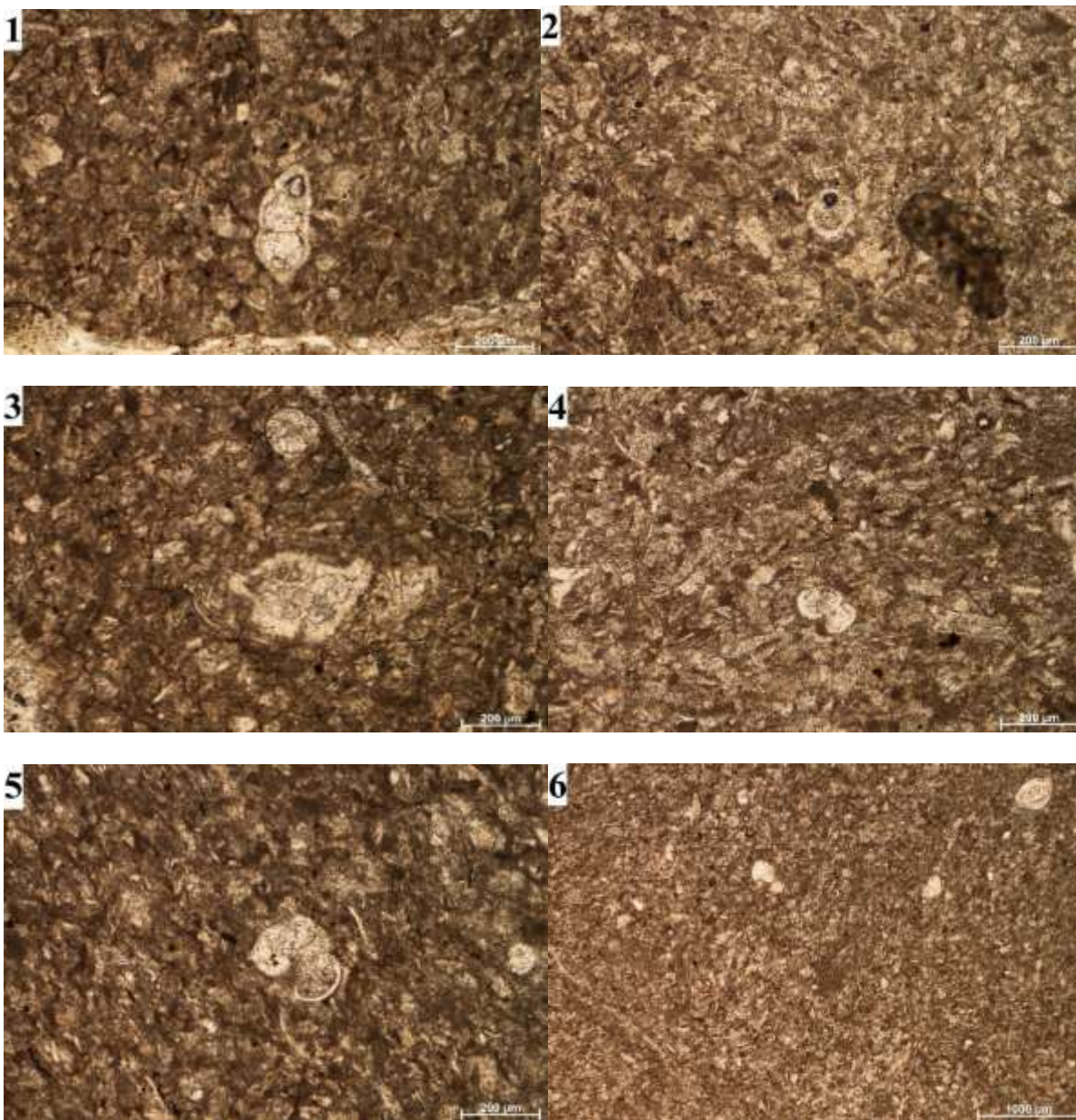




Tabla 3.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TG-5:

Slika 1. *Subbotina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 2. *Acarinina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 3. Foraminiferska zajednica

Slika 4. Foraminiferska zajednica

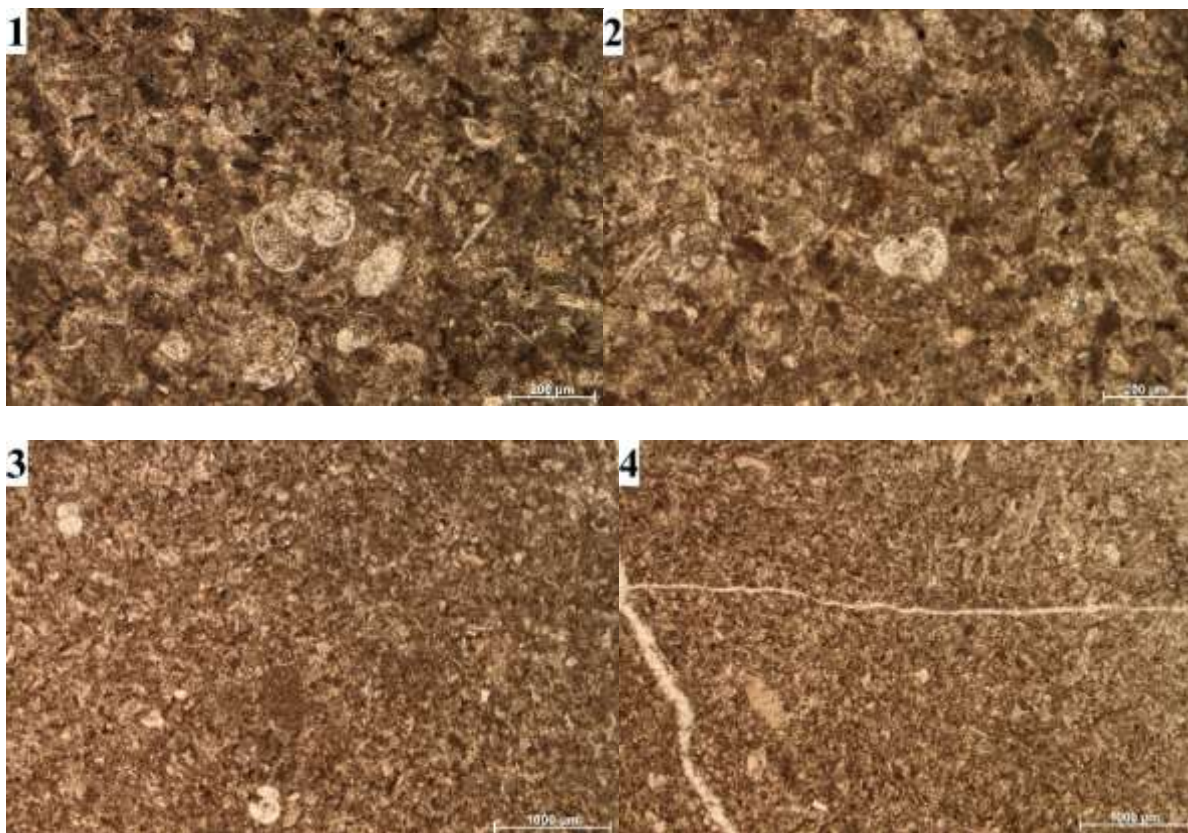


Tabla 4.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TG-6:

Slika 1. *Acarinina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 2. *Globanomalina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 3. *Globigerina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 4. *Catapsydrax* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 5. *Praemurica* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 6. Foraminiferska zajednica

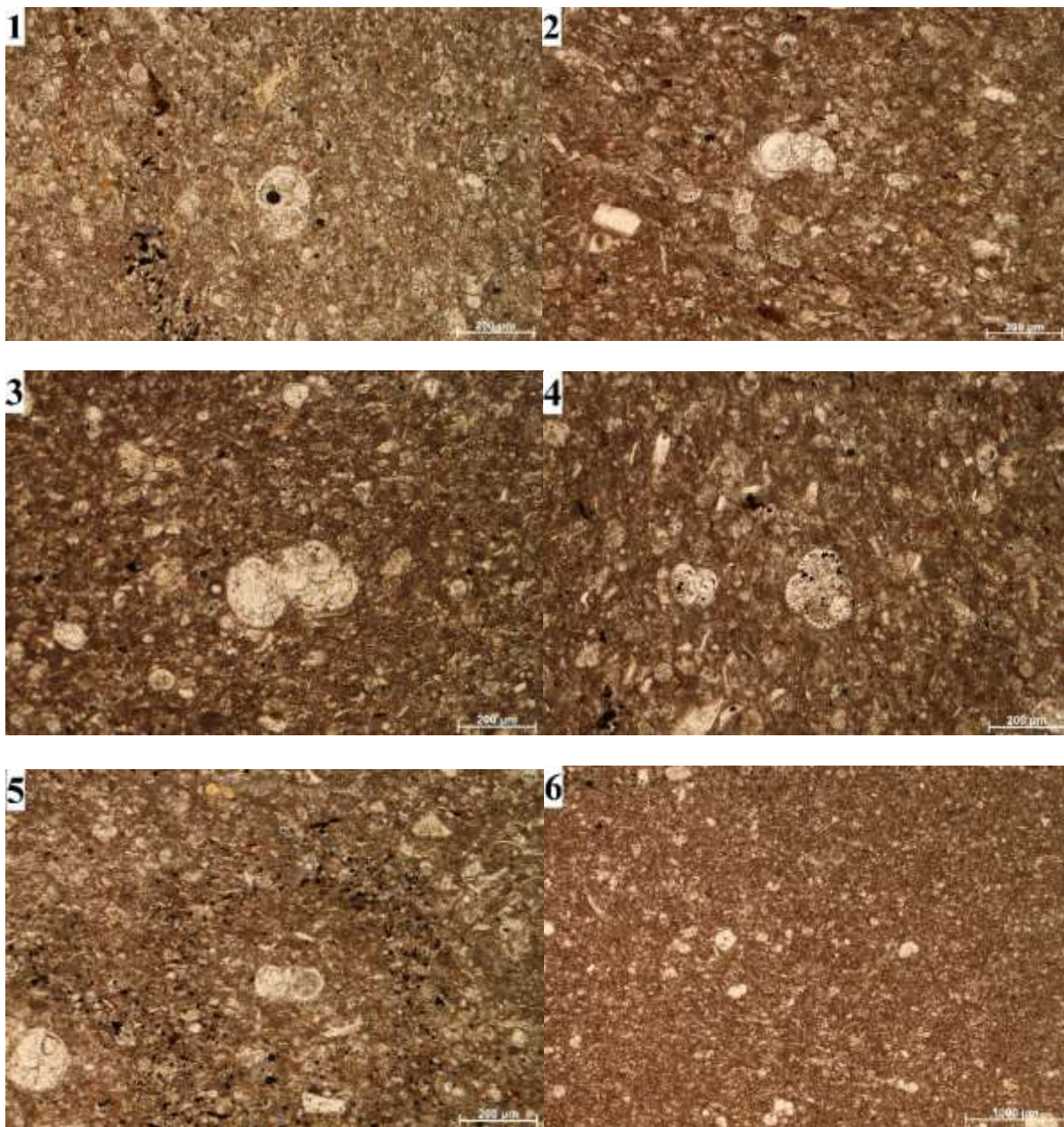


Tabla 5.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TG-6A:

Slika 1. *Acarinina* sp. (kosi presjek)

Slika 2. *Hantkenina* sp. (kosi presjek)

Slika 3. *Subbotina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 4. Foraminiferska zajednica

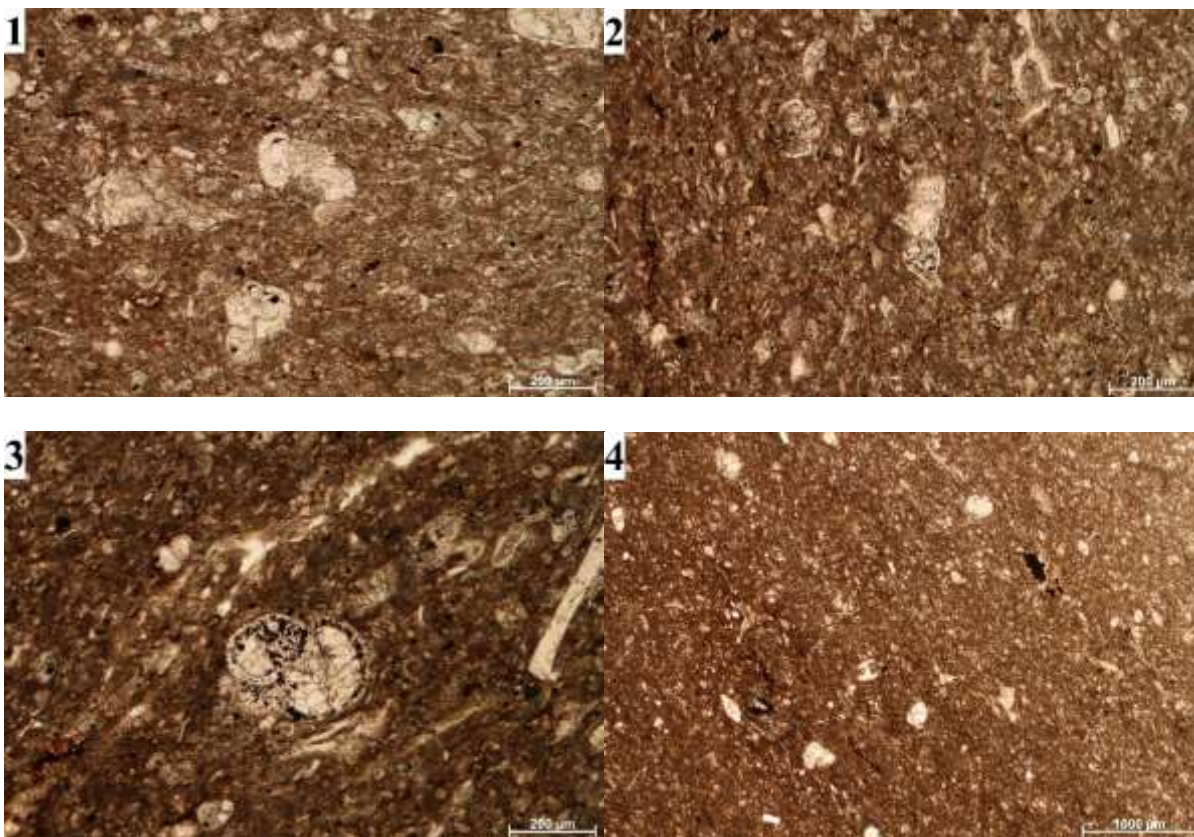


Tabla 6.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TG-7:

Slika 1. *Acarinina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 2. *Acarinina* sp. (kosi presjek)

Slika 3. *Morozovella* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 4. *Subbotina* sp. (kosi presjek)

Slika 5. Foraminiferska zajednica

Slika 6. Foraminiferska zajednica

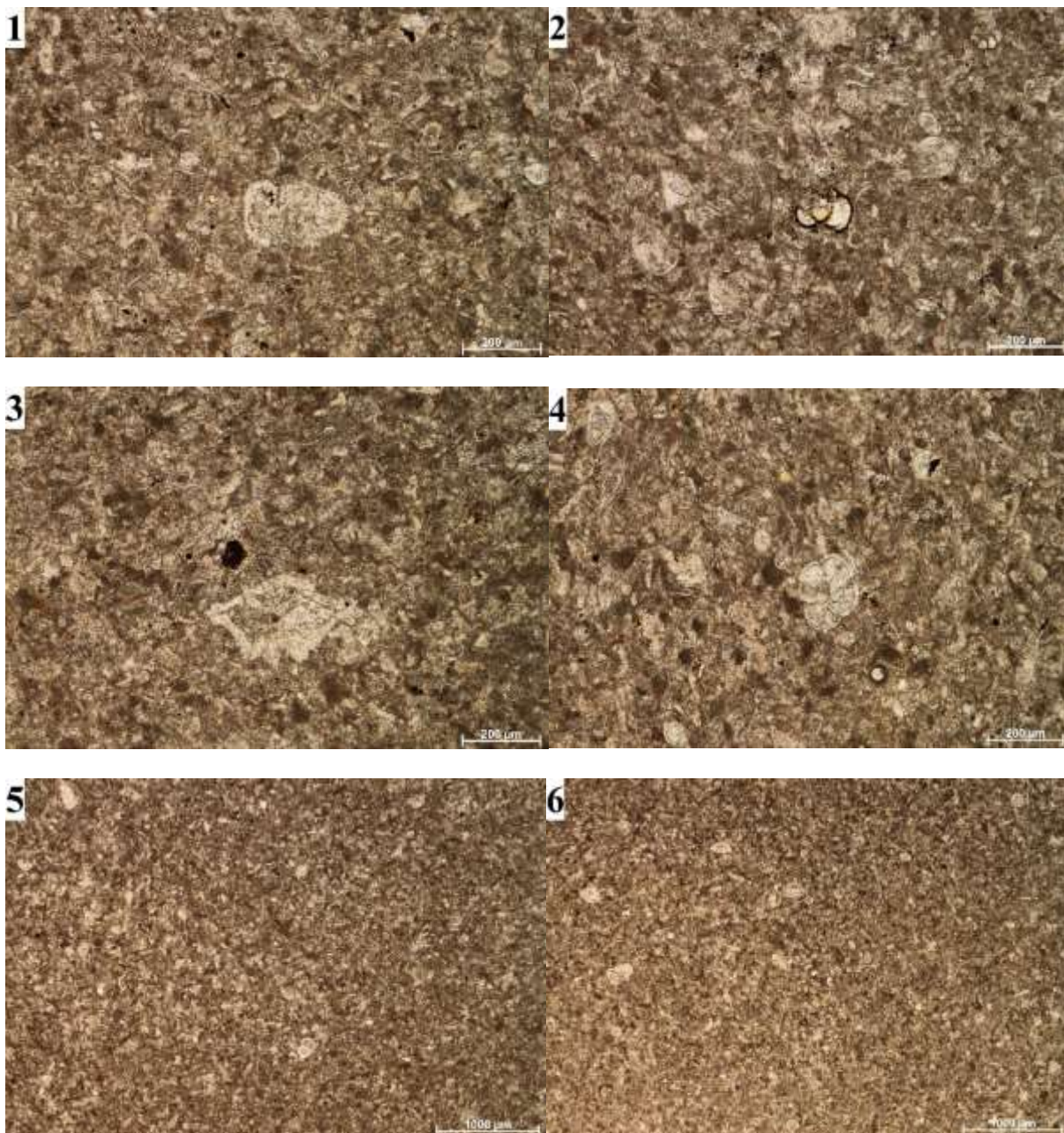




Tabla 7.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TG-8:

Slika 1. *Acarinina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 2. *Globigerinatheka* sp. (kosi presjek)

Slika 3. *Pseudohastigerina* sp. (kosi presjek)

Slika 4. *Subbotina* sp. (kosi presjek)

Slika 5. Foraminiferska zajednica

Slika 6. Foraminiferska zajednica

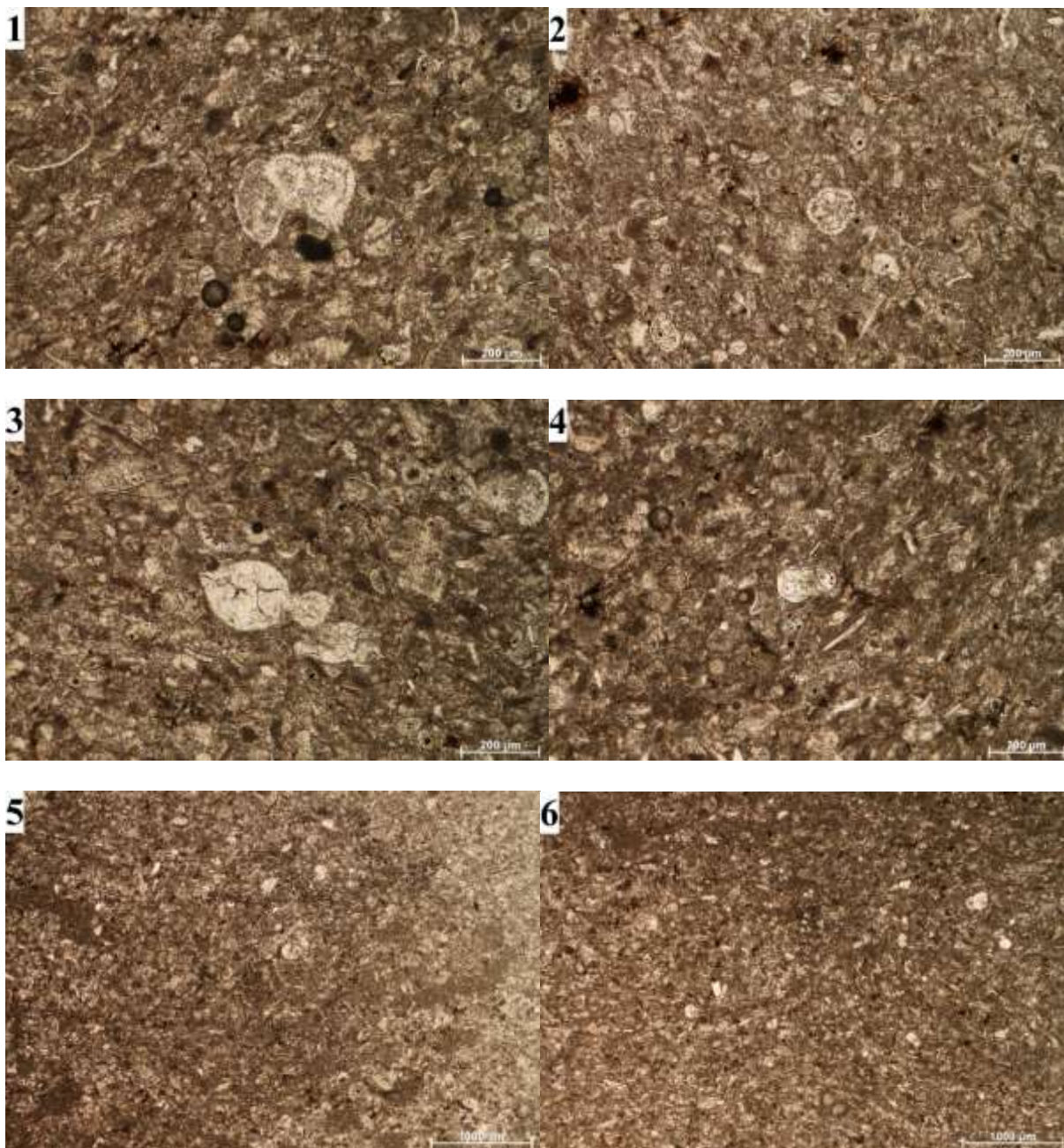


Tabla 8.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TG-10:

Slika 1. *Acarinina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 2. *Subbotina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 3. *Morozovella* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 4. Foraminiferska zajednica

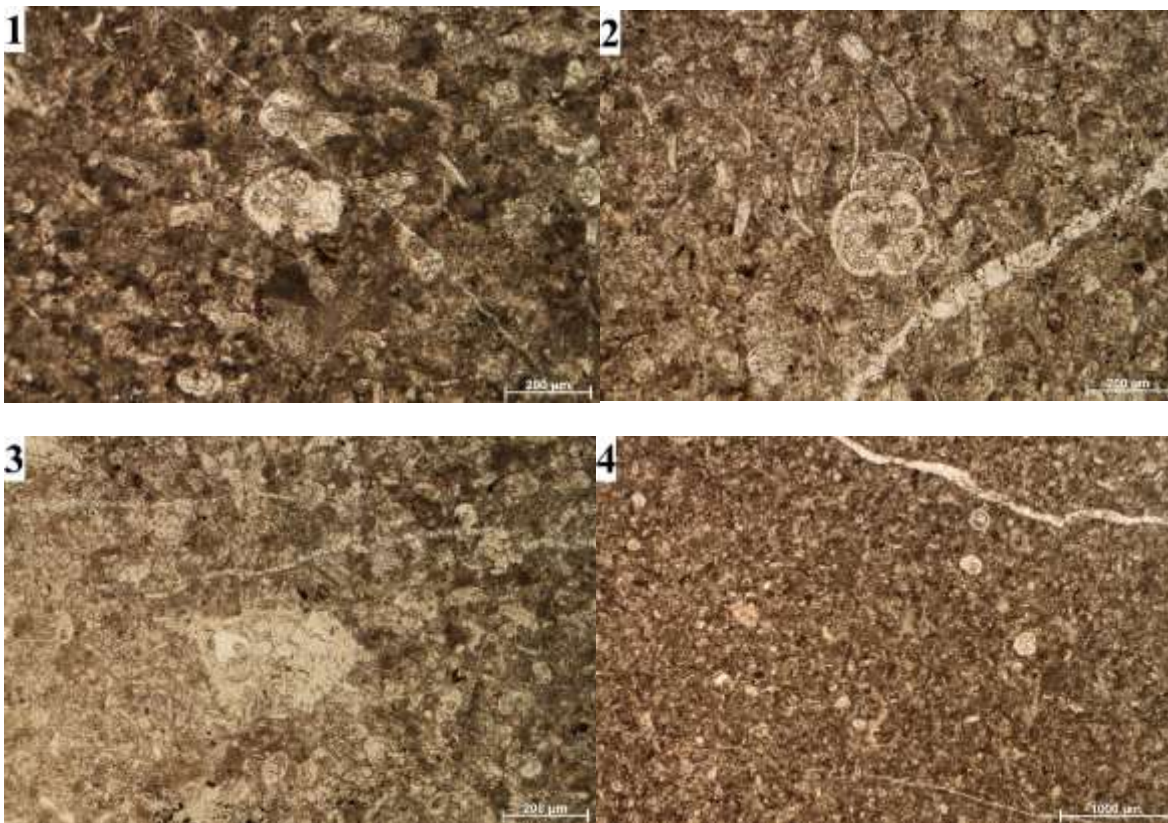


Tabla 9.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TG-11:

Slika 1. *Acarinina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 2. *Subbotina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 3. *Turborotalia* sp. (kosi presjek)

Slika 4. Foraminiferska zajednica

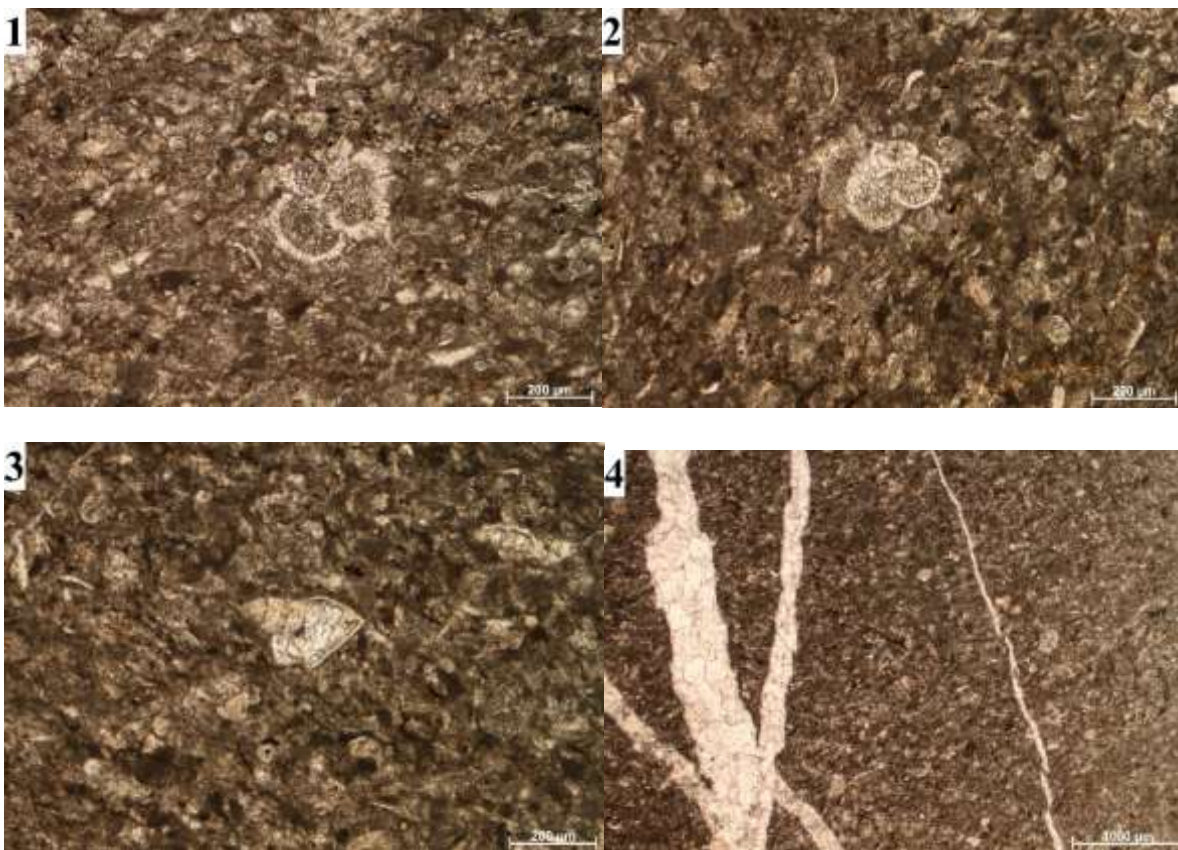


Tabla 10.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TG-13:

Slika 1. *Acarinina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 2. *Acarinina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 3. *Subbotina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 4. *Morozovella* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 5. Foraminiferska zajednica

Slika 6. Foraminiferska zajednica

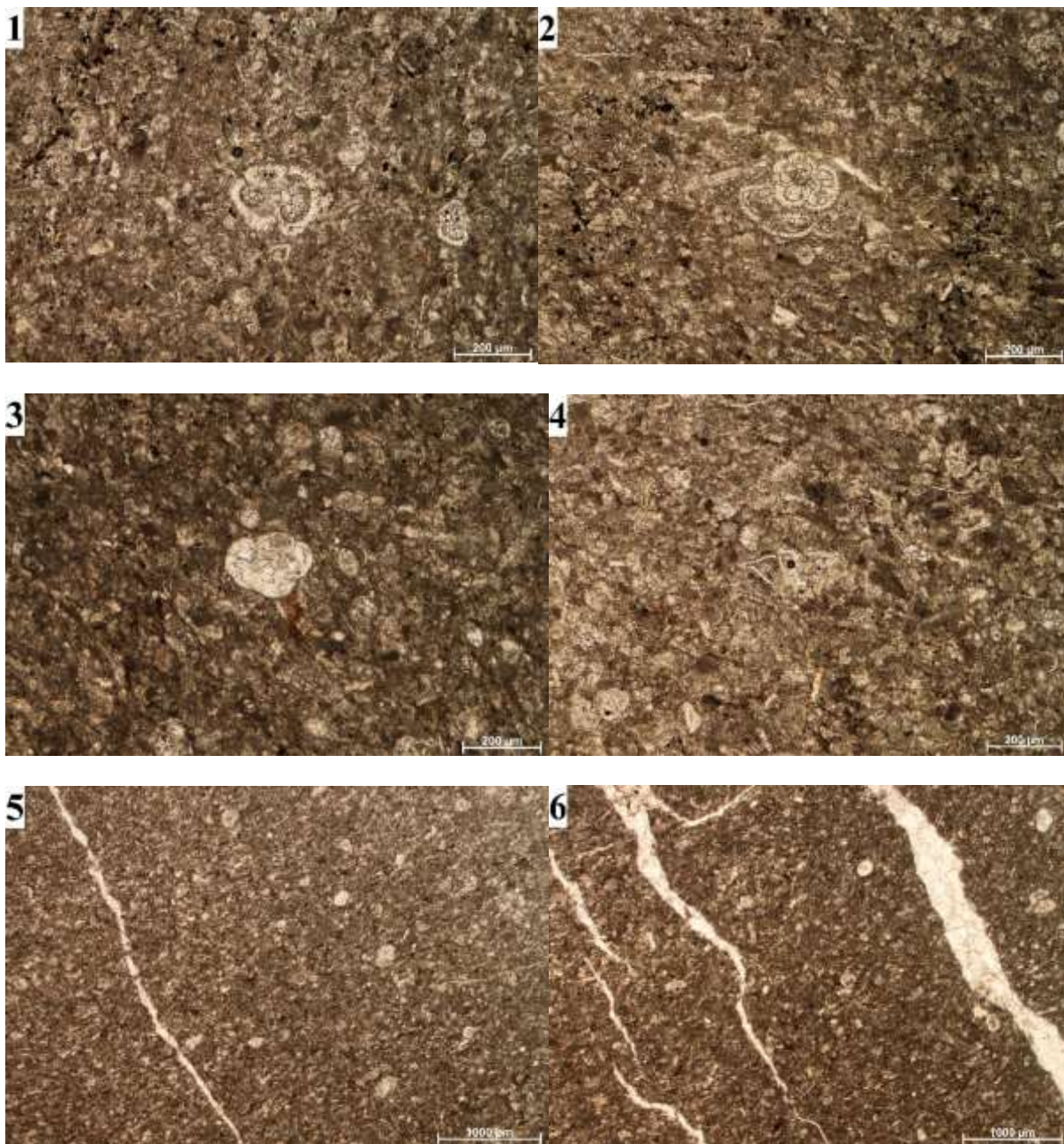




Tabla 11.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TG-14:

Slika 1. *Acarinina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 2. *Subbotina* sp. (kosi presjek)

Slika 3. Foraminiferska zajednica

Slika 4. Foraminiferska zajednica

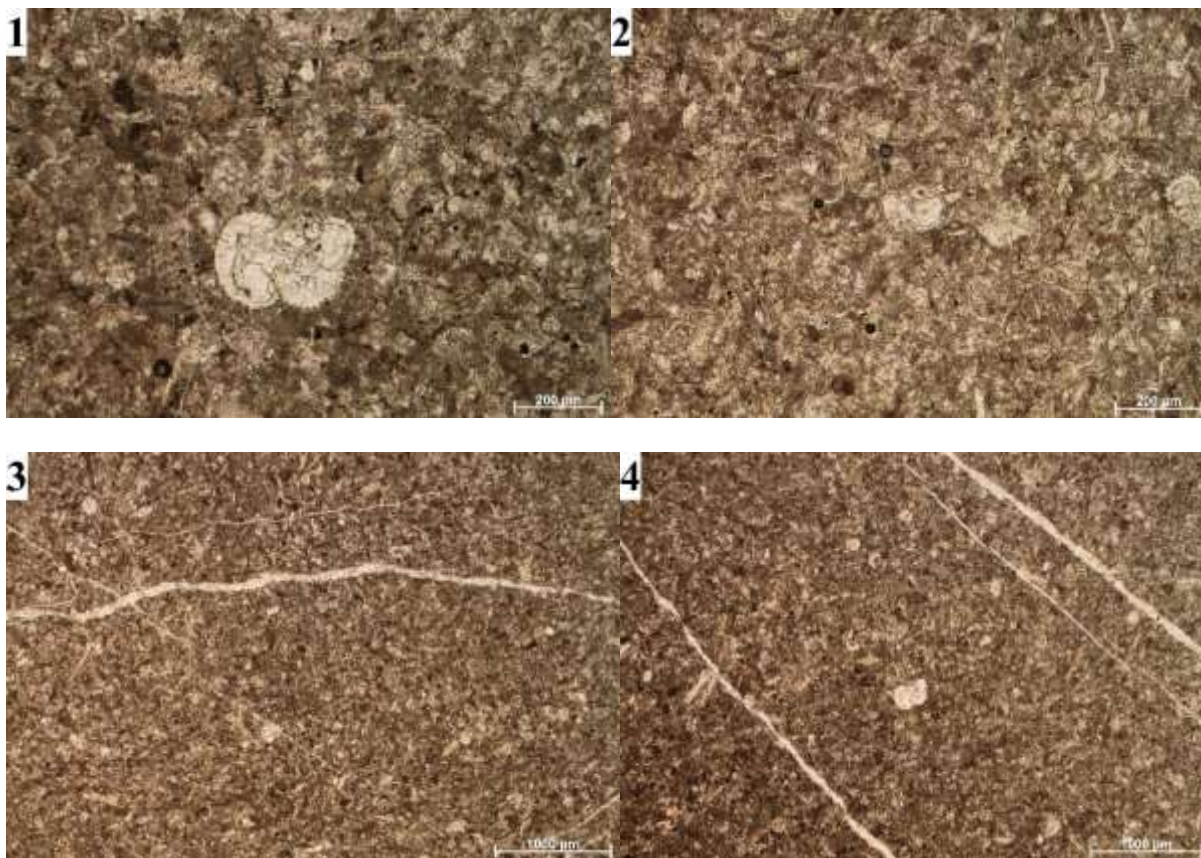


Tabla 12.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TR-1:

Slika 1. *Acarinina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 2. *Globigerinatheka* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 3. *Hantkenina* sp. (kosi presjek)

Slika 4. *Turborotalia* sp. (kosi presjek)

Slika 5. *Subbotina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 6. Foraminiferska zajednica

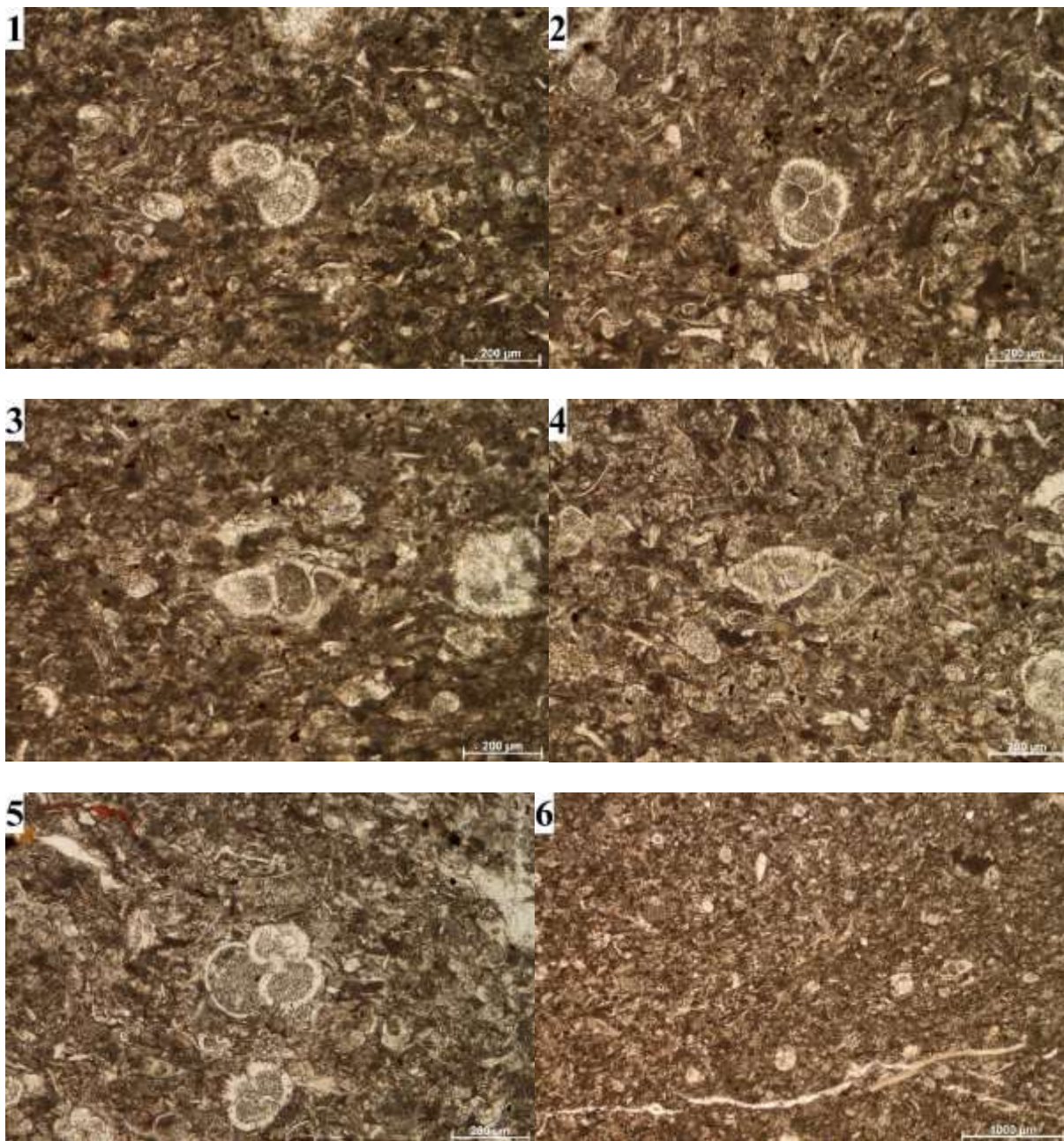


Tabla 13.

Mikrofotografije presjeka kućica planktonskih foraminifera iz uzorka TR-2:

Slika 1. *Acarinina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 2. *Subbotina* sp. („aksijalni“ presjek)

Slika 3. Foraminiferska zajednica

Slika 4. Foraminiferska zajednica

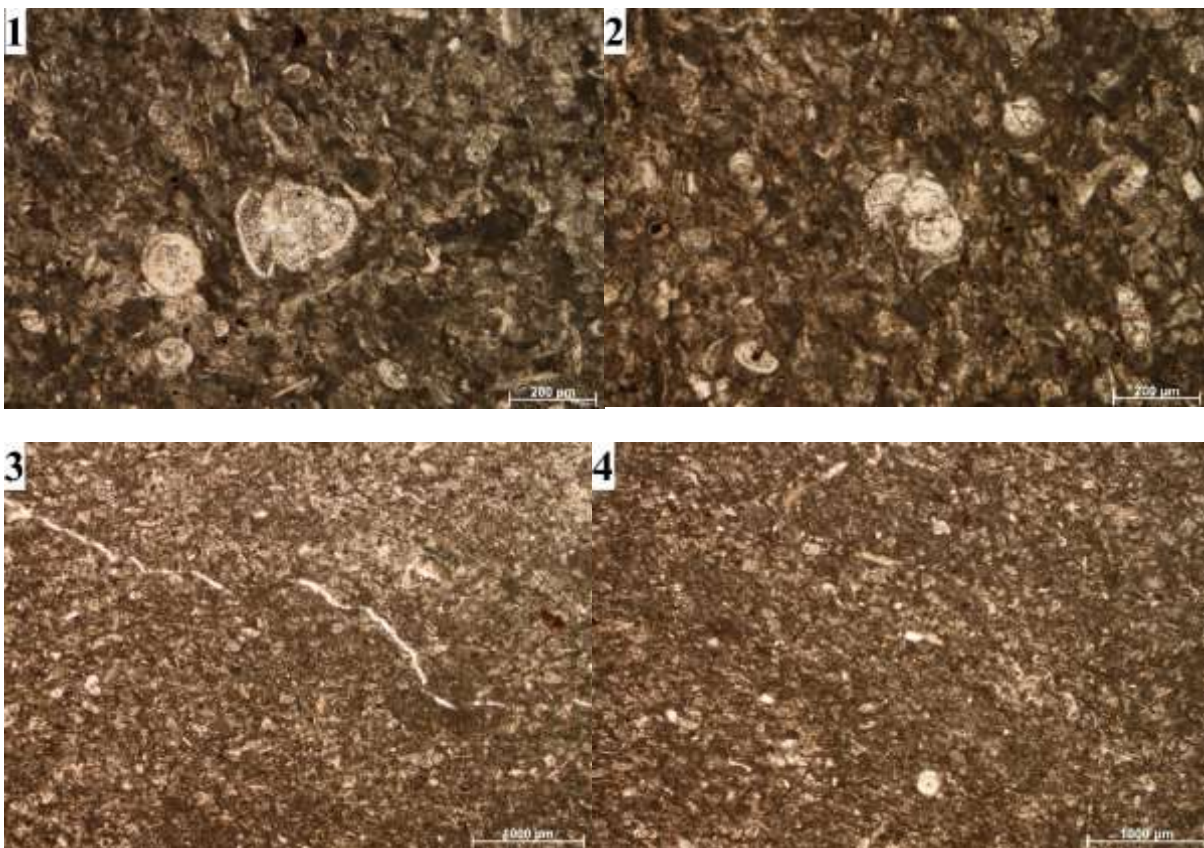


Tabla 14.

Mikrofotografije mikrofosilne zajednice iz uzorka TR-3 (Koralinacejski vekston-pekston):

Slika 1. *Alveolina aragoensis* HOTTINGER, osni presjek kućice B-generacije

Slika 2. Pekston, filamenti koralinaceja, fragmenti velikih bentičkih foraminifera, mahovnjaka i rijetke male bentičke foraminifere

Slika 3. Pekston, *Plumkathina* sp. i neodrediva mala bentička foraminifera iz skupine rotalija

Slika 4. Pekston, *Slovenites* sp. obavijen koralinacejskim omotačem

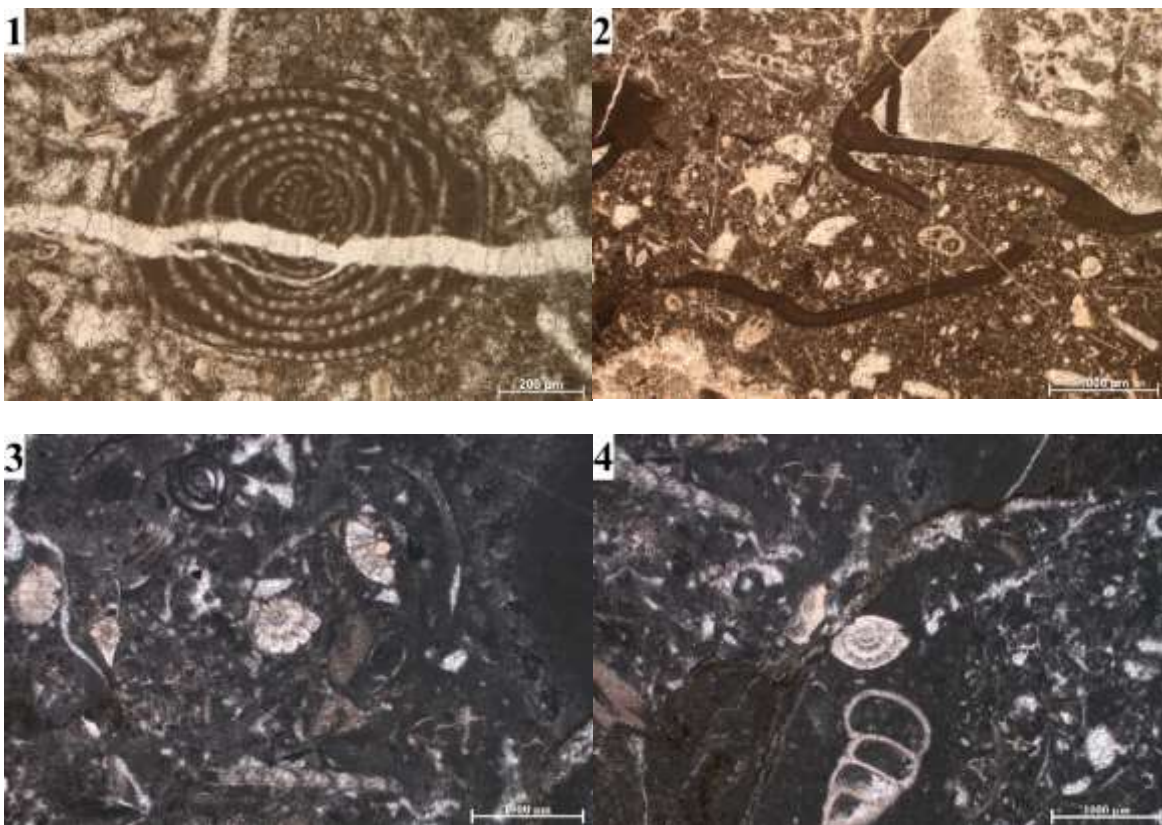




Tabla 15.

Mikrofotografije mikrofosilne zajednice iz uzorka TR-4 (Koralinacejski vekston-pekston):

Slika 1. Pekston, *Nummulites* sp. (kosi i osni presjek kućice)

Slika 2. Filamenti koralinaceja u bioklastičnom pekstonu

Slika 3. Pekston, fragmenti kućica *Nummulites* sp. i *Discocyclina* sp.

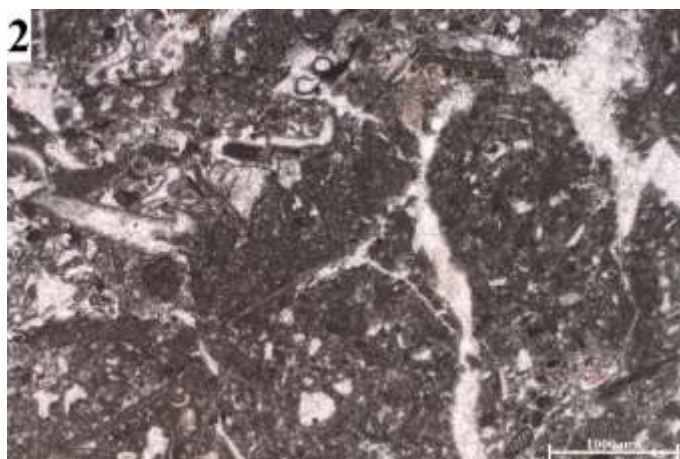
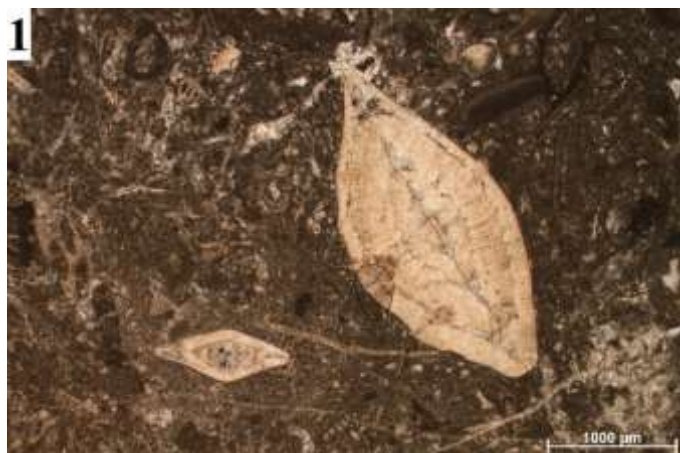


Tabla 16.

Mikrofotografije mikrofosilne zajednice iz uzorka TR-5 (Koraljni frejmston):

Slika 1. Koralji, male miliolidne foraminifere

Slika 2. Fragmenti velikih (*Discocyclina* sp.) i malih bentičkih foraminifera, *Lithothamnium* sp.

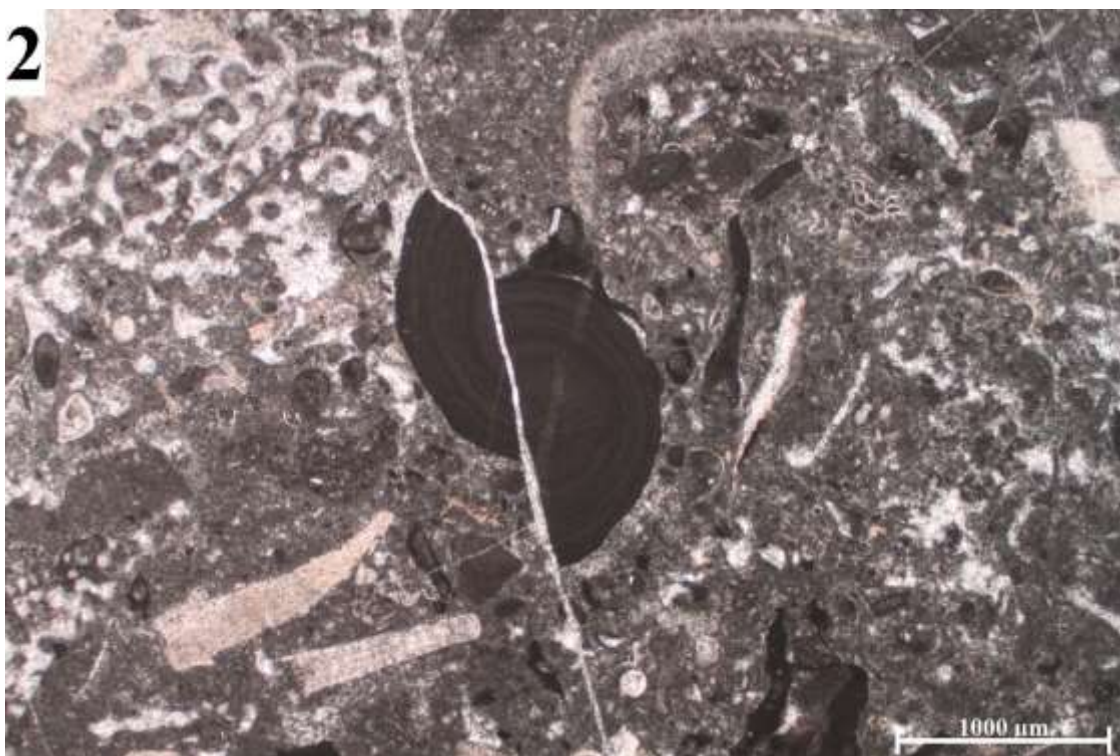
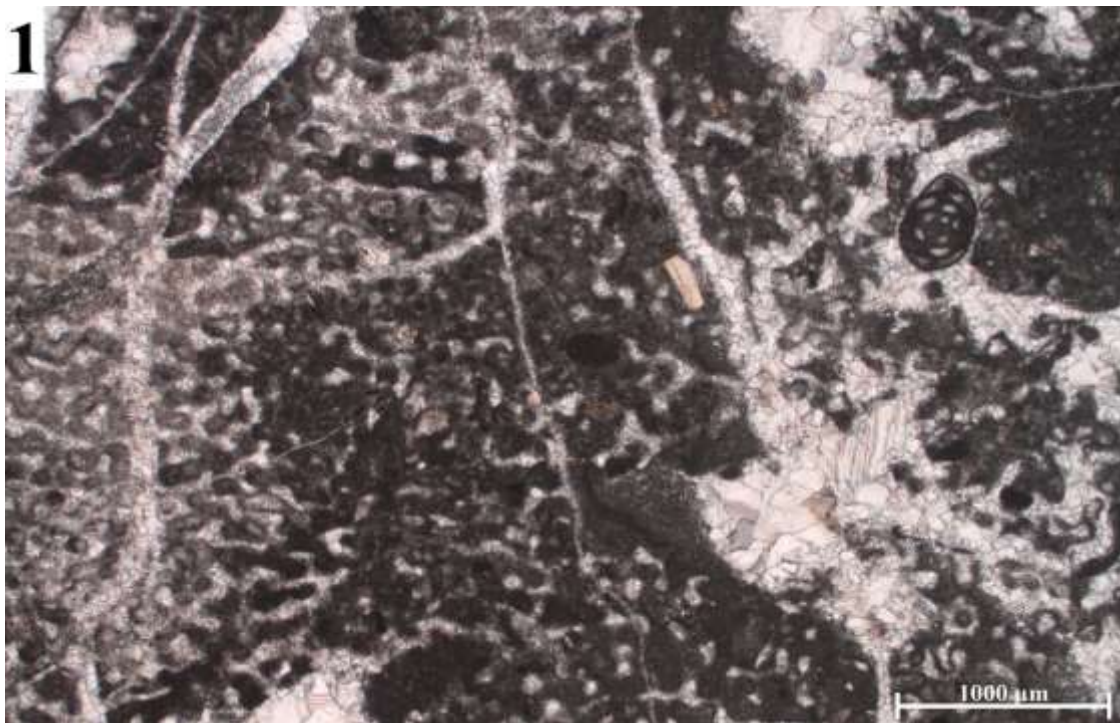


Tabla 17.

Mikrofotografije mikrofosilne zajednice iz uzorka TR-6 (Koraljni frejmston):

Slika 1. *Solenomeris* sp.

Slika 2. Dvostruko obraštanje koralja s algama, *Solenomeris ogormani* DOUVILLE

Slika 3. *Asterocyclina* sp. (gotovo osni presjek)

Slika 4. *Karsella* sp.

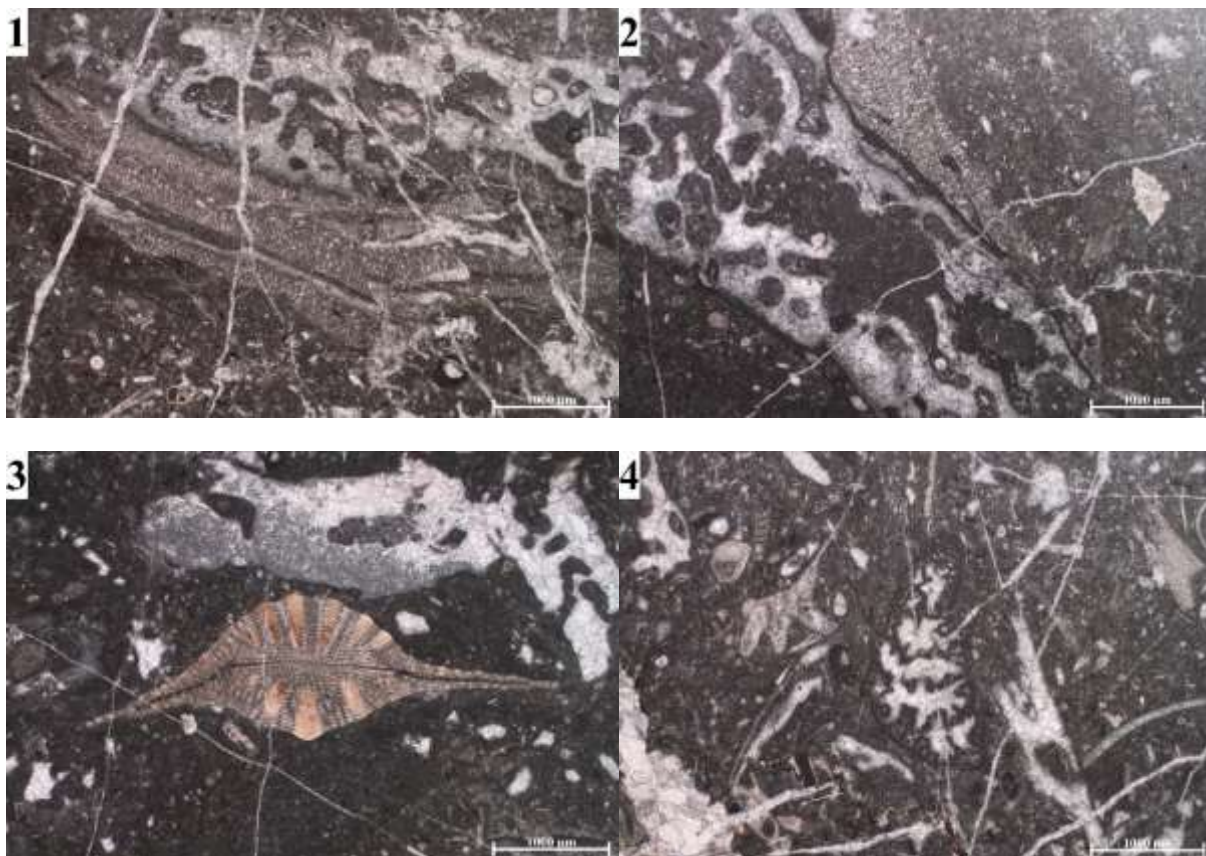


Tabla 18.

Mikrofotografije mikrofosilne zajednice iz uzorka TR-7 (Ortofragminski vekston-pekston):

Slika 1. *Asterocyclina stella taramelli* MUNIER-CHALMAS (fragment ekvatorijalnog presjeka kućice), *Sphaerogypsina* sp., *Discocyclina* sp.

Slika 2. *Asterocyclina* ex gr. *stella* (osni presjek kućice), male bentičke foraminifere iz skupine rotalija, fragmenti mahovnjaka

Slika 3. *Sphaerogypsina globulus* REUSS i *Nummulites* sp.

