

# Foraminiferska zajednica iz lapora uvale Baška, otok Krk

---

Leder, Paula

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:217:927281>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-28**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Paula Leder

**FORAMINIFERSKA ZAJEDNICA IZ LAPORA  
UVALE BAŠKA, OTOK KRK**

Seminar III

Preddiplomski studij geologije

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Đurđica Pezelj

Zagreb, 2022.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geološki odsjek

Seminar III

## FORAMINIFERSKA ZAJEDNICA IZ LAPORA

### UVALE BAŠKA, OTOK KRK

Paula Leder

**Rad je izrađen:** Prirodoslovni- matematički fakultet, Horvatovac 102a, Zagreb

**Sažetak:** Na lokalitetu Baška plaža na otoku Krku, prikupljeno je i metodom šlemanja obrađeno pet uzoraka lapora s ciljem analize mikrofosilnog sadržaja. Uzorci su makroskopski opisani (boja, tvrdoća) te je mikrofosilni materijal pažljivo pregledan po svim frakcijama. Od mikrofosila dominiraju foraminifere, a također su nađeni i oklopi ostrakoda, bodlje ježinaca, mahovnjak i brojna zrnca minerala. Uzorak BB 11/21 s najbogatijim i najbolje očuvanim mikrofosilima je standardiziran na 280 jedinki foraminifera. U njemu dominiraju male bentičke foraminifere s 87% zastupljenosti unutar foraminiferske zajednice. Odnos plankton / bentos, s 13 % planktonskih foraminifera unutar zajednice ukazuje na plitkovodni marinski okoliš područja unutrašnjeg šelfa. Unutar foraminiferske zajednice dominiraju foraminifere sa perforatnom (staklastom) stijenkama, dok po obliku kućice dominiraju trohospiralne foraminifere.

**Ključne riječi:** bentičke foraminifere, planktonske foraminifere, lapor, šelf

**Rad sadrži:** 29+VIII stranica, 19 slika, 8 tablica, 16 literaturnih navoda i 4 table

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

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

**Ocjenjivači:** Prof. dr.sc. Nenad Tomašić, PMF, Zagreb

Prof. dr.sc. Damir Bucković, PMF, Zagreb

Mr. sc. Dražen Kurtanjek, viši predavač, PMF, Zagreb

**Datum završnog ispita:** 20. rujna 2022.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Geology

Seminar III

### **FORAMINIFERAL ASSEMBLAGE FROM THE MARLS OF BAŠKA BAY, ISLAND KRK**

Paula Leder

**Thesis completed in:** Division of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb

**Abstract:** At the Baška Beach locality, on the Krk island, five marl samples were collected and processed using the wet sieving method with the aim of analyzing the microfossil content. The samples were macroscopically described (color, hardness) and the microfossils were carefully examined in all sieve fractions. Microfossil community are dominated by foraminifera, and ostracoda carapaces, urchin spines, bryozoa and numerous mineral grains were also found. Sample BB 11/21 with the most diverse and well preserved microfossils is standardized to 280 foraminifera individuals. Small benthic foraminifera (87%) are the most numerous microfossils, and the plankton / benthos ratio, with 13% of planktonic foraminifera, indicates a shallow marine environment of the inner shelf. Within the foraminiferal community, foraminifera with a calcareous, hyaline perforate wall dominate, as well as foraminifera with trochospiral test form.

**Keywords:** Krk island, Baška Beach, foraminifera, marl, inner shelf

**Seminar contains:** 29+VIII pages, 19 figures, 8 tables, 16 references, and 4 plates

**Original in:** Croatian

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

**Supervisor:** Đurđica Pezelj, Ph.D. Associate Professor, PMF, Zagreb

**Reviewers:** Nenad Tomašić, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb

Damir Bucković, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb

Dražen Kurtanjek, M.Sc., senior lecturer

**Date of the final exam:** September 20<sup>th</sup>, 2022.

## Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Geološka građa i geografski smještaj istraživnog područja</b> .....	<b>2</b>
<b>3. Geološki stup Baška Beach</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Materijali i metode istraživanja</b> .....	<b>11</b>
4.1. Laboratorijska priprema uzorka.....	
4.2. Pregled materijala pod mikroskopom i standardizacija uzorka.....	15
4.3. Kriteriji za određivanje foraminifera.....	
4.4. Omjer planktonskih i bentičkih foraminifera – indeks dubine.....	16
<b>5. Rezultati i rasprava</b> .....	<b>18</b>
5.1. Priprema uzorka.....	
5.2. Šlemanje.....	
5.3. Mikroskopiranje.....	20
5.4. Mikropaleontološka analiza uzorka BB 11/21.....	23
<b>6. Zaključak</b> .....	<b>27</b>
<b>7. Literatura</b> .....	<b>28</b>
<b>8. Table</b> .....	<b>V-VIII</b>

## **1. Uvod**

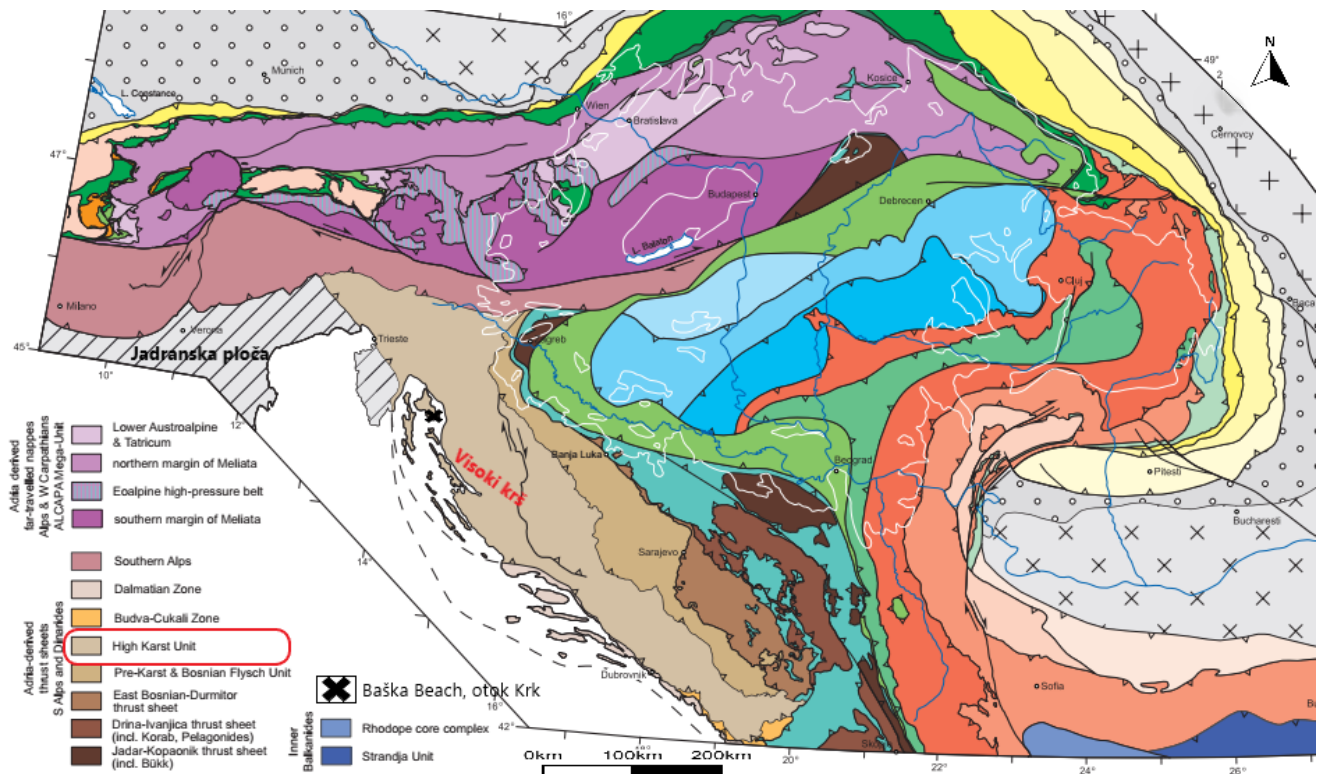
Cilj ovog Seminara III je analiza foraminiferske zajednice iz pet uzoraka lapora sakupljenih u uvali Baška na otoku Krku. U tu svrhu uzorci su mehanički usitnjeni, šlemani i mikropaleontološki analizirani. Nakon pregleda materijala pod mikroskopom odabran je uzorak s najbogatijom i najbolje sačuvanom foraminiferskom zajednicom za detaljniju mikropaleontološku analizu. Odnos udjela planktonskih i bentičkih foraminifera je određen kako bi se procjenila dubina taložnog okoliša, a foraminifere su također analizirane po tipu stijenke i načinu slaganja klijetki.

Lapori su sitnozrnate sedimentne stijene sive do smečkasto-žute boje. Sastoje se od gline i kalcita u različitim omjerima. Glina se pojavljuje u udjelu od 20% do 80% dok kalcit može doći u udjelu od 35% do 65%. Ovisno o udjelu kalcita, lapor će biti određene tvrdoće. Lapor zajedno sa pješčenjakom čini fliš. Ležišta lapora duž jadranske obale su eocenske starosti te morskog podrijetla, gdje se lapor istaložio u prostranim, mirnijim uvjetima [1]

Ovaj Seminar III je izrađen u okviru HRZZ projekta Dinaridski predgorski bazen između dva eocenska termalna optimuma: mogući scenarij za sjevenojadranski bazen, BREEMECO (IP-2019-04-5775). Mikrofosilna zajednica je poslika mobilnim uređajem Samsung Galaxy A21s.

## 2. Geološka građa i geografski smještaj istraživanog područja

Otok Krk pripada Vanjskim Dinaridima te geotektonskoj jedinici “Visoki krš” (SCHMID et al. 2008). Dijelovi duž Jadranskog ruba bili su dio karbonatne platforme od trijasa sve do kenozoika. U južnijem dijelu, jedinica Budva - Cukali odvaja relativno vanjsku karbonatnu platformu Dalmatinske zone od one Visokog krša (Slika 1). Njen sedimentni zapis započinje trijaskim dubokovodnim facijesom, a završava kenozojskim flišom. Navlačenje se u ovom dijelu odvijalo od gornjeg eocena sve do donjeg oligocena kada je trajala dinaridska faza Južnih Alpi tijekom koje je došlo do akumulacije fliškog sedimenta u udubljenjima predgorskog bazena od srednjeg do gornjeg eocena. Zbog nalaza miocenske faune unutar fliša, kasnije se je pretpostavilo da je navlačenje jedinice Visoki krš na Dalmatinsku zonu trajalo i tijekom gornjeg miocena (SCHMID et al. 2008).



Slika 1. Prikaz tektonskih jedinica Vanjskih i Unutarnjih Dinarida (SCHMID et al, 2008)

Superkontinent Pangea se sastojala od južnog dijela - Gondwane i sjevernog dijela - Laurazije. Na šelfu Gondwane taložili su se siliciklastiti sa nešto malo karbonata na plitkovodnim platformama. U srednjem trijasu zbog riftovanja odvojio se od Gondwane jedan šelfni dio nazvan Jadranska mikroploča na kojemu su se taložili čisti karbonati. Jadranska mikroploča se diferencirala na nekoliko manjih platformnih prostora (BUCKOVIĆ, 2006). Jedan od njih bio je Jadranska karbonatna platforma. Njene naslage danas tvore velik dio karbonatne sukcesije krša Vanjskih i Unutarnjih Dinarida (VLAHOVIĆ, 2005).

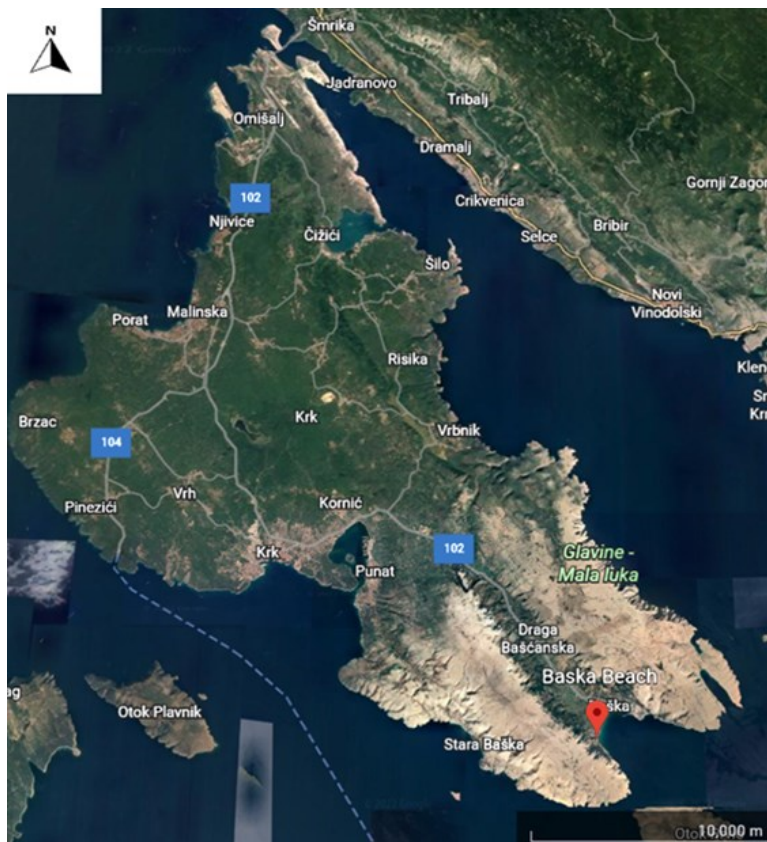
Krajem srednjeg i početkom gornjeg trijasa nastupio je kraj kontinentalne faze ovog područja. Došlo je do transgresije uslijed koje su se istaložili konglomerati i ružičasti pješčenjaci. Produbljava bazen, stabiliziraju se sedimentacijski uvjeti te su se istaložile debele naslage gornjotrijaskih dolomita. Sličan tip taloženja nastavio se i u juri kada se talože karbonati. U to vrijeme je bilo prisutno stalno strujanje unutar sedimentacijskog bazena što se može zaključiti po detritičnim vapnenačkim sedimentima i sitnozrnastijim vapnenačkim sedimentima. Ovisno o jačini strujanja, taložili su se kalkareniti odnosno kalklutiti. Krajem srednje jure došlo je do taloženja krupnozrnastijih vapnenaca. Vapnenačke breče i brečoliki vapnenački sedimenti dokazuju pojačano strujanje uslijed kojeg je došlo do transporta grubog priobalnog materijala u dublje dijelove sedimentacijskog bazena. U donjem malmu se javljaju vapnenačko-dolomitski sedimenti grebenskog tipa sa hidrozoom, koraljima, itd. (MAMUŽIĆ i MILAN, 1973).

Kada gledamo ovaj prostor od gornje jure pa sve do gornjeg dijela donje krede, malo je geološki poznato budući da su te naslage prekrivene paleogenskim. Pretpostavka je da je taloženje kontinuirano. Nakon toga, posebice na prijelazu donje u gornju kredu, sedimentacija se odvijala u relativno plitkom bazenu gdje su se istaložili vapnenci, dolomiti i dolomitične breče.

U gornjoj kredi su se uvjeti izmjenili, dolazilo je do povremenog jačeg oplićavanja. Javljaju se pseudogrebenski vapnenci s rudistima, kaprinidima itd. Nakon toga uslijedila je kontinentalna faza kada su nastale prve strukture u kontinentalnom području te je na otoku nastao boksit. Prisutna je denudacija tijekom kopnene faze na čiju su se krednu podlogu, početkom srednjeg eocena, istaložili alveolinski i numulitni vapnenci. To taloženje se odvijalo u plitkom i toplom moru. Nakon njih, istaložile su se naslage fliša što ukazuje na tonjenje morskog dna tj. produbljavanje (MAMUŽIĆ i MILAN, 1973).



Prema visokom udjelu silta i gline te fauni malih vapnenačkih foraminifera, može se pretpostaviti da se sedimentacija odvijala u dubokom i mirnom moru. Samo taloženje fliških lapora bilo je kratko nakon čega je uslijedilo izdizanje dna bazena. Došlo je do taloženja pješčenjaka, lapora te ponegdje i vapnenačkih sedimenata.

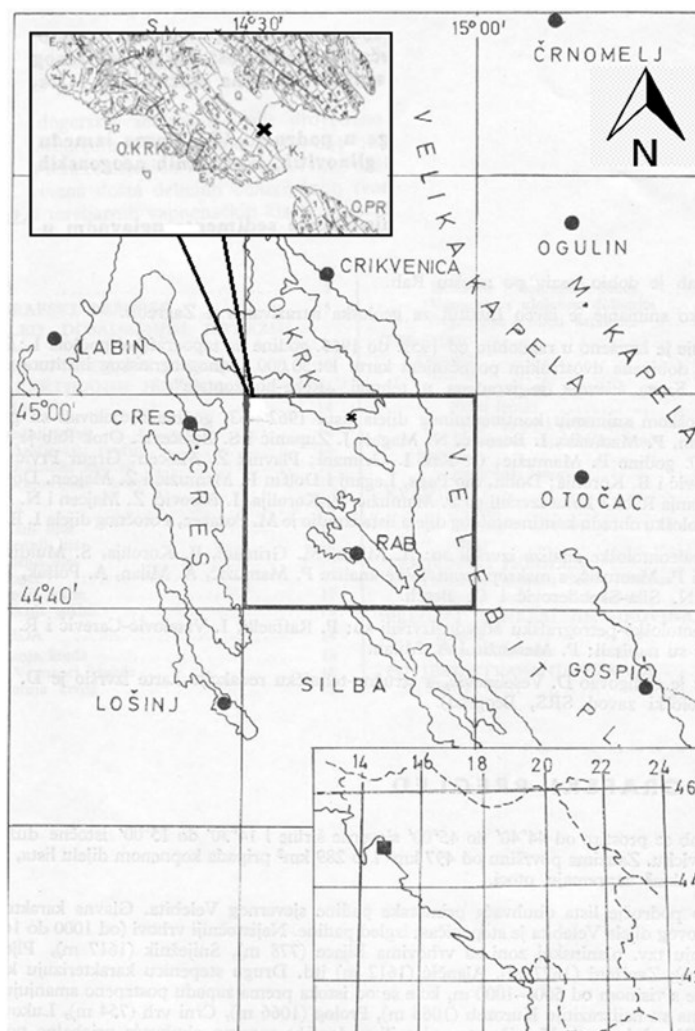


*Slika 2. Satelitska snimka otoka Krka s naznačenim položajem lokaliteta Baška plaže, internetski izvor [2]*

U pješčenjacima i vapnencima mogu se pronaći puževi i školjke, od mikrofosila krupnije foraminifere, ježinci, koji su živjeli u plitkom i toplom moru. Izmjena facijesa u sedimentu ukazuje na početak pokretanja koje se odvijalo između srednjeg eocena- oligocena i odgovaraju pirenejskoj orogenetskoj fazi uz koju se veže formiranje glavnih struktura na otocima, kao i ponovno izdizanje i rasjedanje Velebita. Na tom području je postojala prostrana depresija u razdoblju između eocena i mlađeg neogena gdje su se istaložili paleogenski i neogenski vapnenački klastiti kao rezultat postorogenetskih procesa.

Koliko su ti tektonski pokreti bili snažni i nakon taložnih procesa govori položaj neogenskih lapora na Krku i pojava vapnenačkih paleogenskih i neogenskih breča na primorskim padinama Velebita. Naslage kvartara prekrivaju starije naslage i to većinom u sinklinalnim dijelovima bora. Tvori ga slabije ili jače vezano kršje, koje je izmješano s trošenim klastitima eocena (MAMUŽIĆ i MILAN, 1973).

Područje istraživanja nalazi se u Baškoj, točnije na Baškoj plaži na jugoistoku otoka Krka (Slika 2). Otok Krk pripada Primorsko-goranskoj županiji, zajedno sa Cresom smatra se najvećim otokom Jadranske obale.



Slika 3. Karta lista Rab u odnosu na susjedne listove (MAMUŽIĆ i MILAN, 1973).



Fliš se smjestio bočno od karbonatnih rampi gdje su se taložili foraminiferski vapnenci, a ispred izdižućeg dinaridskog orogena. Upravo kod mjesta Baška nakon foraminiferskih vapnenaca, tijekom srednjeg eocena istaložili su se sivo zeleni glinoviti lapori. Oni obiluju mikrofossilnom zajednicom sa kalcitnim kućicama. Fliške naslage srednjeg do gornjeg eocena na otoku Krku sastoje se od pješčenjaka s ulošcima lapora te u njima mogu doći i fosiliferni vapnenci. U višim dijelovima sinklinale, unutar pješčenjaka zajednica numulita zamjenjuje male bentičke foraminifere (MAMUŽIĆ i MILAN, 1973). Pleistocenske naslage mogu se pronaći na različitim mjestima no nisu toliko prostrane. Najbolji primjeri se mogu uočiti na jugoistoku otoka u području doline Baščanska Draga.

Prostor same Baška plaže je siparište, zbog sinklinalne građe u njega je dospio i sediment okolnih stijena iz krila antiklinale. Okolne stijene nose starost srednjeg-gornjeg eocena koje graniče s krednim naslagama.

Prema dosadašnjim istraživanjima, na sjevernom dijelu otoka, blizu mjesta Šilo opisani su izdanci horizontalno slojevitih karbonatnih pješčenjaka crvenkaste boje. WAAGEN (1911) ih naziva "Altquartärer Sand" odnosno u prijevodu "Pješčenjaci starijeg kvartara" koji su prekriveni vapnenačkim brečama i pješčenjcima. Debljine su od 4 do 6 m te se prostiru na otprilike 2 km<sup>2</sup>. Iskartirani su i sedimenti na jugu otoka, kod Baščanske Drage koji predstavljaju deluvijalne naslage pješčenjaka, šljunka te podnožja padine (MAMUŽIĆ et al. 1969).

Gledajući jugozapad otoka, kod područja Baška - Gajevi opisane su klastične naslage pleistocenske starosti te od 70 do 200 m n.v. Unutar te zone opisane su glacijalne naslage koje tvore kama - terasu. Na jednom dijelu one prekrivaju eocenske klastite, dok na drugom prekrivaju gornjokredne vapnence. Istraživanja su rađena i kod mjesta Žarok kod Baška plaže. Otkrivene su pleistocenske naslage koje tvore obalne klifove na jugozapadnoj strani Baškog zaljeva. Te naslage se prostiru i do 500 metara, dok su na otkrivenim područjima maksimalne debljine do 50 metara. Pleistocenski klastiti prekrivaju eocenske pomalo nagnute klastite pod kutnom diskordancijom. Navedene naslage nose naziv "Kvartarni deluvijalni pješčenjaci i šljunci" (MARJANAC, 2012).



### 3. Geološki stup Baška Beach

Uzorci lapora obrađeni i analizirani u ovom seminaru su prikupljeni u mjestu Baška duž obale Baška plaže (Slika 5, Slika 6), gdje je u okviru BREEMECO projekta tijekom lipnja 2021. godine snimljen i geološki stup Baška Beach.



Slika 5. Panoramski pogled na izdanak Baška Beach (fotografija Breemeco projekt).

Sam izdanak odakle su uzorkovani lapori je neprekriven do slabo prekriven vegetacijom, masivan, gotovo bez ikakvih slojeva ili laminacija. Mogu se uočiti dvije nijanse lapora- siva i smečkasta (Slika 6).

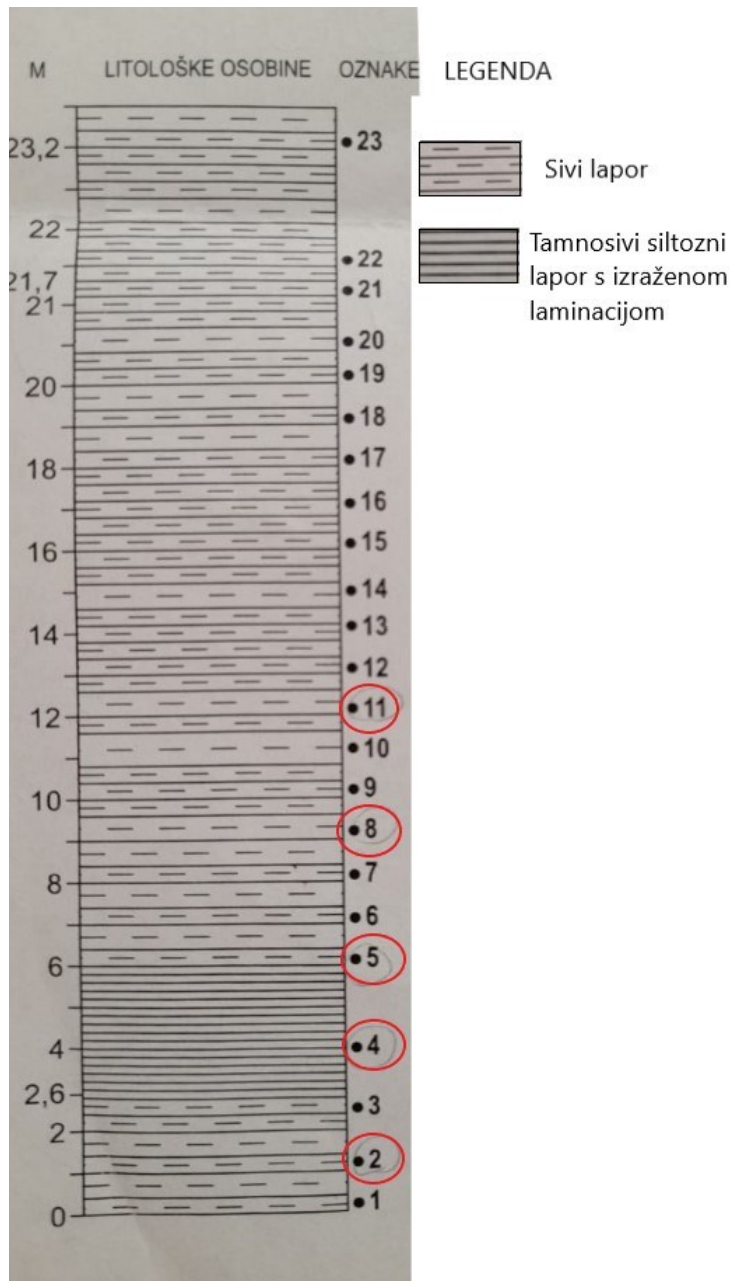


*Slika 6. Dio izdanka lapora s kojeg su prikupljeni uzorci analizirani u ovom Seminaru (fotografija Breemeco projekt).*

Geološki stup snimljen uzduž plaže Baška Beach (Slika 7) je ukupne debljine oko 23,7 metara i na njemu su prikupljena 23 uzorka za mikropaleontološku analizu. Uzorkovala se svaka litološka promjena, a u slučaju jednolične litologije uzorkovanje je obavljeno u rasponu od 1 metar.

U ovom seminarskom radu analizirano je pet uzorka iz donjeg dijela geološkog stupa: BB 2/21, BB 4/21, BB 5/21, BB 8/21 i BB 11/21 (Slika 7).

Uzorak 2/21 je sivi lapor te je udaljen 3 metra od sljedećeg uzorka BB 4/21 koji se litološki razlikuje od drugih jer je tamnosivi siltozni lapor s izraženom laminacijom. Svi ostali uzorci su sivi lapori. BB 4/21 je udaljen od uzorka BB 5/21 2 metra. Taj uzorak se nalazi na visini od 5 metara. Sljedeći uzorak BB 8/21 udaljen je od prethodnog 3 metra. Posljednji analizirani uzorak BB 11/21 nalazio se na 12 metara, sveukupno udaljen od prethodnog 3 metra.



Slika 7. Shematski prikaz geološkog stupa Baška Beach i njegova litologija s označenim obrađenim uzorcima

Četiri od pet uzoraka pripadaju sivim laporima bez ikakve laminacije. Samo uzorak BB 4/21 ima izraženu laminaciju. Uzorak BB 2/21 i BB 5/21 su kompaktniji što je uočljivo na prikazu geološkog stupa (Slika 7).



#### 4. Materijali i metode istraživanja

Pet uzoraka lapora (BB 2/21, BB 4/21, BB 5/21, BB 8/21 i BB 11/21) koji su prikupljeni na profilu Baška beach na otoku Krku su laboratorijski obrađeni i njihov fosilni sadržaj je analiziran pod mikroskopom.

##### 4.1. Laboratorijska priprema uzoraka

U posudice je izmjereno 200 g uzorka na digitalnoj vagi, uzevši u obzir masu posudice (Slika 8 a).



*Slika 8.a) Vaganje uzoraka i b) njegovo mehaničko usitnjavanje*

Zatim je slijedila priprema uzorka odnosno mehaničko usitnjavanje čekićem na komadiće manje od 1 cm (Slika 7 b)). Napravljena su opažanja o boji i tvrdoći uzoraka.



*Slika 9. Usitnjeni uzorci*



Nakon pripreme usitnjavanjem, slijedila je metoda šlemanja odnosno razmuljivanja. Uzorci su stavljeni u posude gdje je svaki prelijen s pripremljenom otopinom 30 postotnog vodikovog peroksida i vode. Otopina je napravljena tako što je u litru tople vode u vrču usipan jedan čep vodikovog peroksida (Slika 9).



Slika 9. Vodikov peroksid i razmuljivanje uzoraka

Cilj je bio potaknuti što bolju reakciju svakog uzorka, koja bi kasnije imala i poveznicu sa pojavom organske tvari u istom. Svaki uzorak je drugačije reagirao. Za neke je bilo potrebno dodati još otopine kako bi se dobila jača reakcija (Slika 10).



Slika 10. Reakcije uzoraka nakon dodavanja otopine vodikovog peroksida

Pripremljeni uzorci odstajali su par dana, nakon čega je slijedila metoda ručnog prosijavanja u laboratoriju. Za to su se koristile različite veličine promjera otvora na sitima. Upotrebljavan je sistem od četiri sita slijedećih promjera: 0,500 mm, 0,250 mm, 0,125 mm te 0,063 mm. Sita su se prije i nakon uporabe temeljito oprala u ultrasoničnoj kadici na 22 °C po tri minute kako ne bi ostali ostaci od prethodnih radova i utjecali na buduće radove i rezultate (Slika 11 a).

Sita su složena od najmanjeg promjera do najvećeg odozdo prema gore (Slika 11 b). Laganim presipavanjem muljevitog uzorka na vrh složenih sita te ispiranjem pod vodom, ostajali su dijelovi na svakoj frakciji. Ovaj dio rada je jako bitan te ga je potrebno odraditi sa velikom pažnjom i strpljivošću kako bi se očuvali i izdvojili svi mikrofosili.



Slika 11 a) Ultrasonična kadica b) Sita sa četiri različita promjera

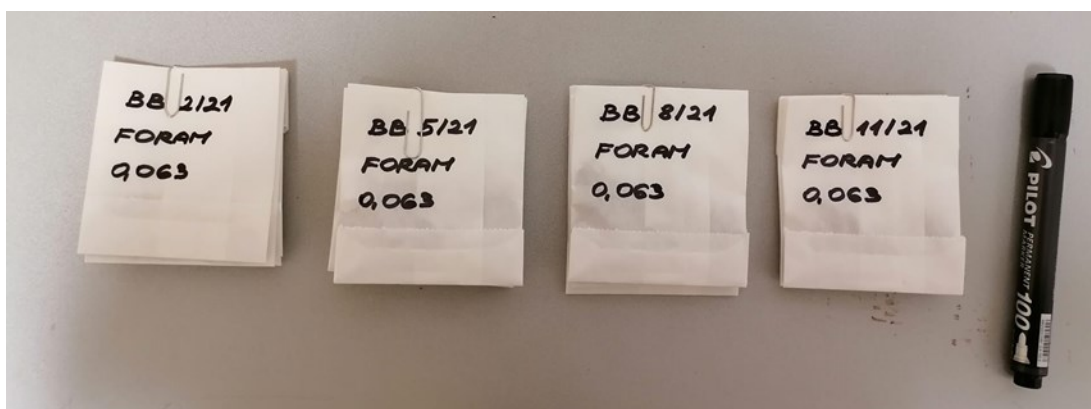
Nakon sijanja, frakcije sa pojedinih sita stavljene su u posebne posudice te je iz njih izlijana preostala voda. Te posudice ostavljene su da se osuše (Slika 12).



Slika 12. Uzorci sa svojim frakcijama ostavljeni na sušenju

Nakon par dana osušene frakcije iz posudica stavljene su u papirnate vrećice gdje su označene sa podacima o svakom pojedinom uzorku i veličini frakcije.

Svaki uzorak u konačnici je imao četiri vrećice koje su povezane zajedno. (Slika 13). Naknadno je dodan i uzorak BB 4 sa tri frakcije te prebačen u tri papirnate vrećice sa svojim nazivom i frakcijama.



Slika 13. Uzorci u papirnatim vrećicama sa podacima

#### 4.2. Pregled materijala pod mikroskopom i standardizacija uzorka

Usljedilo je mikroskopiranje i pregled mikrofosilnog materijala. Svaki uzorak odnosno svaka frakcija se lagano istresla na pliticu. Plitica je crne boje, podijeljena na kvadratiće (Slika 14). Za rad su još korišteni mikroskop (slika 15), iglice, vosak i Frankova ćelija u koju su izdvajani posebni primjerci. Proučavala se zastupljenost mikrofosila, njihova očuvanost i raznolikost unutar svake frakcije.



*Slika 14. Plitica*

*Slika 15. Mikroskop*

*Slika 16. Mikrospliter*

Uzorak sa najbogatijom i najočuvanijom fosilnom zajednicom na frakcijama 0,125 mm i 0,250 je odabran za detaljniju mikropaleontološku analizu. Dobra očuvanost podrazumijeva što više cjelovitih mikrofosila i što manje tragova trošenja bilo kemijskog ili mehaničkog. Zatim je bilo potrebno metodom splitanja pomoću mikro-splitera nasumično podijeliti uzorak (slika 16), tj. pripremiti standardizirani uzorak. Budući da je uzorka bilo puno, splitalo se četiri puta. Nakon toga provjereno je pogledom kroz mikroskop da splitani uzorak sadrži oko 300-tinjak foraminifera.

#### 4.3. Kriteriji za određivanje foraminifera

Foraminifere su jednostanični organizmi koji žive u moru. Kućica im se može fosilizirati, te ih zato pronalazimo u stijenama od kambrija do danas. Kućica može biti organska i anorganska. Kod anorganske razlikujemo aglutiniranu (zrna su međusobno povezana), kalcitnu (sitnozrnata, imperforatna, perforatna, lamelarna). Foraminifere imaju bitnu ulogu u interpretaciji paleokoliša. One vrste i rodovi koji imaju mineralni skelet bitne su za paleontološka istraživanja.



Razlikujemo dvije glavne skupine foraminifera prema načinu života: planktonske i bentičke foraminifere. Foraminifere se mogu podijeliti i prema obliku kućice odnosno rastu. Ukoliko klijetke rastu u jednoj liniji, tada govorimo o uniserijalnim foraminiferama, ako u dvije - biserijalne i u tri - triserijalne. Klijetke mogu graditi trohospirane, (razlikujemo spiralnu-evolutnu i umbilikalnu-involutnu stranu kućice), planispiralne (involutne i evolutne), ciklično-koncentrične (klijetke su raspoređene u koncentričnim prstenovima) te miliolidne kućice (savijene klijetke se na krajevima dodiruju).

Foraminifere imaju udubljenje u središtu koje se naziva pupak ili umbilikus gdje se oko osi namatanja dodiruju klijetke. Često znaju biti ukrašene čvorićima, kvržicama, pregradama između klijetki -sutura. Isto tako imaju i ušće (otvor na najmlađoj klijetki) (ČOSOVIĆ, 2021)

Kriteriji za određivanje foraminifera na analiziranom uzorku su podjela na planktonske i bentičke. Planktonske foraminifere su prepoznatljive po kuglastom, grudastom obliku, broju klijetki, načinu kako su namotane, veličini, obliku i smještaju primarnog ušća. Svaka planktonska foraminifera ima primarno ušće koje može biti različito smješteno. Ako se nalazi blizu pupka – umbilikalno ili ako je na pola udaljenosti između pupka i periferije kućice – ekstraumbilikalno te može imati i nekoliko dodatnih ušća (ČOSOVIĆ, 2021).

#### 4.4. Omjer planktonskih i bentičkih foraminifera –indeks dubine

Postotak planktonskih foraminifera u uzorku računa se prema formuli (MURRAY, 1991):

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

P- planktonske foraminifere; B- bentičke foraminifere

Broj jedinki planktonskih foraminifera raste s udaljavanjem od obale, stoga se preko ovog omjera može dobiti procjenjena dubina okoliša (Tablica 1).

Uglavnom plitkomorski sedimenti obiluju bentičkim foraminiferama koje obitavaju na šelfu i batijalu, dok u dubljemorskima dominiraju planktonske foraminifere. Navedena metoda interpretacije dubine je relativno jednostavna i brza bez potrebe određivanja taksonomije foraminifera.

*Tablica 1. Taložni okoliši s obzirom na odnos plankton – bentos*

P/B <20: >80	Unutrašnji šelf	P/B 40-70: 60-30	Vanjski šelf
P/B 10-60: 90-40	Srednji šelf	P/B >70: <30	Gornja kontinentalna padina

## 5. Rezultati i rasprava

Na lokalitetu Baška plaža snimljen je u lipnju 2021. godine geološki stup Baška Beach ukupne debljine oko 23,7 metara. U okviru ovog seminara analizirano je 5 uzoraka iz donjeg dijela stupa. U geološkom stupu se razlikuju tamnosivi siltozni lapori sa izraženom laminacijom pri samom dnu, sve do sivih lapora u ostatku stupa.

### 5.1. Priprema uzorka

Prema opažanjima prilikom metode usitnjavanja mogla su se izdvojiti donja tri uzorka radi razlika u tvrdoći i sivoj boji. U tablici 2 vidljivo je da su to uzorci BB 2/21, BB 4/21 te BB 5/21 uzorkovanih unutar prvih 6.5 metara stupa. Uzorci BB 2/21 i BB 5/21 su nešto kompaktniji što i potvrđuje njihova veća tvrdoća. Uzorci BB 8/21 te BB 11/21 bili su smečkaste boje, bili su mekši te više usitnjeni već pri samom početku obrade.

*Tablica 2. Zapažanja o boji i tvrdoći uzoraka, pri pripremi za šlemanje.*

Uzorak BB 2/21	Sive boje, krupan, kompaktn
Uzorak BB 4/21	Sivkast, mekan, drugačiji
Uzorak BB 5/21	Sive boje, tvrdi
Uzorak BB 8/21	Sivo- smeđe boje, jako usitnjen, mekan
Uzorak BB 11/21	Sivo- smeđe boje, usitnjen, srednje mekan

### 5.2. Šlemanje

Kod šlemanja, svaki od uzoraka je bio prelijen otopinom 30- postotnog vodikovog peroksida i vode te je imao različiti intenzitet reakcije. U samom početku najburniju reakciju je imao uzorak BB 5/21, dok je najslabija bila kod BB 2/21. Uzorak BB 11/21 uopće nije reagirao te je bilo potrebno dodati još otopine, nakon čega je krenula iznenadna reakcija koja je kasnije umanjena. Najviše mjehurića, a time i jače reakcije odvijale su se na druga dva uzorka, BB 5/21 i BB 8/21. Po završetku metode, najburniju reakciju imao je uzorak BB 8/21, a najslabiju BB 11/21. Sukladno opažanjima kod usitnjavanja uzoraka, uzorci BB 2/21 te BB 5/21 bili su sive boje, veće tvrdoće te su kod metode šlemanja imali slične, srednje jake reakcije.

Druga dva uzorka bila su slična, no pokazalo se da je jedan od njih (BB 8/21) mekši, vjerojatno zbog višeg postotka gline, te da ima puno organske tvari zbog koje je najburnije reagirao.

Kod metode šlemanja, uzorci koji su najslabije reagirali imaju najmanju količinu organske tvari. Odabran uzorak BB 11/21 isprva nije imao posebno vidljivu reakciju te je bilo potrebno nadodati još otopine nakon čega je uslijedila jako burna reakcija koja se je kasnije smirila te je na posljetku taj uzorak imao najslabiju reakciju nakon nekoliko minuta stajanja. Vjerojatno je zbog nešto veće tvrdoće od uzorka BB 8/21 koji je imao najburniju reakciju, uzorku BB 11/21 trebala veća količina otopine 30-postotnog vodikovog peroksida kako bi došlo do reakcije. Ostali uzorci su imali srednju reakciju što odgovara i prisutstvu organske tvari unutar njih.

Na sitima različitih promjera ostajale su frakcije od svakog uzorka. Prema opažanjima iz tablice 3. samo uzorak BB 4/21 nije imao četiri frakcije radi najmanje količine na najvećoj frakciji. Uzorci BB 5/21, BB 8/21 i BB 11/21 bili su dosta muljeviti.

Tablica 3. Opis uzoraka prilikom sijanja kroz sita

Uzorci	Opazanja
BB 2/21	Malo muljeviti, svjetliji
BB 4/21	Tri frakcije, od toga najveća sa puno numulita, najbogatija je najmanja frakcija, ostale dosta siromašne materijalom
BB 5/21	Muljeviti, puno materijala na najvećoj i najmanjoj frakciji, srednje dvije malo
BB 8/21	Muljeviti, jako mekana i najbogatija najmanja frakcija
BB 11/21	Izrazito gladak pod dodirrom, sitniji, najviše materijala u najmanjoj



Na najmanjim sitima ostalo je najviše frakcije kod većine uzoraka osim kod uzorka BB 2/21 (Tablica 4).

Tablica 4. Prikaz frakcije svakog uzorka s najvećim udjelom materijala

Uzorci	Rezultati- najviše uzorka na frakciji
BB 2/21	0,500 mm
BB 4/21	0,063 mm
BB 5/21	0,500 mm i 0,063 mm
BB 8/21	0,063 mm
BB 11/21	0,063 mm

Sveukupno najviše materijala nakon šlemanja ostalo je od uzorka BB 2/21 i BB 8/21 dok su drugi bili nešto siromašniji. Uzorak BB 4/21 nije trebao najveću frakciju 0,500 mm stoga je imao samo tri (0,250 mm, 0,125 mm i 0,063 mm).

Nakon metode sijanja, uzorcima s nešto većom tvrdoćom (BB 2/21 i BB 5/21) preostalo je malo materijala na najmanjoj frakciji 0,063 mm. Kao i u prethodnoj metodi, uzorak BB 8/21 imao je najbogatiju najmanju frakciju što potvrđuje da sadrži puno organske tvari. Ostala dva uzorka su također imala bogatu frakciju 0,063 mm no ne u tolikoj mjeri.

### 5.3. Mikroskopiranje

Prvotno je bilo zamišljeno obraditi četiri uzorka no zbog na prvi pogled siromašnog sadržaja, uzeti je i peti uzorak. Općenito, uzorci iz uvale Baške bili su siromašniji fosilnom zajednicom od onih iz lapora Crikvenice (zaključeno nakon razgovara s kolegicom M. Grbešić) iako su same frakcije bile bogatije materijalom.

U tablici 5 opisana su opažanja na svakoj frakciji obrađenih uzoraka. Svaki od njih se je razlikovao bogatstvom mikrofosilne zajednice, količinom sedimentnih zrnaca, prisutstvom piritiziranih zrnaca i kućica foraminifera, te kristalićima minerala.

Tablica 5. Opis svake frakcije za pojedinačne uzorke

Uzorak	Frakcija [mm]			
	0,500	0,250	0,125	0,063
BB 2/21	Valutice, zrnca smeđe boje, kristalići kalcita, brojne velike bentičke foraminifere, dobro očuvan	Piritizirana zrnca, mahovnjak, puž, bogata zajednica malih bentičkih foraminifera	Male bentičke foraminifere, konodonti, bodlje ježinaca, par planktonskih foraminifera, većinom dobro očuvano no ima i fragmenata	Sitno i slabije vidljivo, bodlje ježinaca, planktonske foraminifere, dobro očuvane
BB 4/21		Veliki štapići, puno numulita, bentičke foraminifere, obiluje mikrofosilima, lijepo očuvan	Jako piritiziran, piritiziran mahovnjak; bentičke foraminifere	Jako kristalizirano, puno štapića-bodlji, siromašno mikrofosilnom zajednicom
BB 5/21	Puno zrnaca, siromašan fosilnom zajednicom	Par numulita, ostalo valutice sa kristalićima, siromašan	Jako siromašan fosilnom zajednicom, sterilan	Puno kristaliziranih zrnaca, zrna su samostalna ili spojena kristalićima, par fragmenata foraminifera
BB 8/21	Puno sivih zrnaca sa pojavom biotita, drugih obojanih zrnaca te kalcitnih, fragment školjke, puno foraminifera	Puno fragmenata stijena, čisti i prozirni kristalići kalcita, negdje i razvijeni, narančasta zrna, siromašan mikrofosilnom zajednicom	Puno fragmenata stijena, puž, tinjci, malo foraminifera	Tinjci, kristalići kalcita, crne granulice, spikule spužvi, siromašan

BB 11/21	Zrnca sedimenta, lijepi primjerci bentičkih foraminifera, narančasti kristalići	Razvijeni kristalići, manje stijena puno trohospiranih foraminifera, nema bodlji ježinaca, lijepo očuvane, lako vidljive	Crvenkasti fragmenti sedimenta, bodlje ježinaca, ostrakod, mahovnjak, dobro očuvan; planktonske foraminifere	Manje kristalića, narančasto-crveni sediment, pirit, bodlje ježinaca, obilna mikrofossilna zajednica, jako lijepi primjerci
----------	---	--	--	---

Uzorak BB 2/21 imao je na gotovo svakoj frakciji pojavu piritiziranih zrnca što govori da je bila riječ o okolišu sa smanjenom količinom kisika. Pronađen je i piritizirani mahovnjak. Prisutno je i puno drugih sedimentnih zrnaca i kristalića te su foraminiferske jedinke dosta dobro očuvane upravo zbog takvih uvjeta. Bilo je prisutno i dosta numulita.

Uzorak BB 4/21 naknadno je obrađen zbog potrebe za uzorkom s brojnijom zajednicom. Kod njega je bilo jako puno numulita. Bila su vidljiva i piritizirana zrna, također je vjerojatno riječ o odsutnosti kisika tijekom taloženja. No jedino je u frakciji 0,250 mm imao lijepo očuvanu bogatu fosilnu zajednicu. Ostale dvije manje frakcije bile su siromašnije.

Kod uzorka BB 5/21 bile su vidljive brojne valutice, kristalizirana zrna, par narančastih zrna, jako siromašna fosilna zajednica, gotovo sterilan, uz dosta fragmenata malobrojnih foraminifera. Prema tome on je odraz malo drugačijih uvjeta tijekom taloženja.

Uzorak BB 8/21 imao je dosta sivih zrna i ponekih zrna s crnim ispunama unutar pukotina te par razvijenih kristala. Uočeni su fragmenti foraminifera, no dosta siromašan uzorak, posebno na dvije srednje frakcije. Bili su vidljivi tinjci, crne granulice.

Iako je uzorak BB 8/21 imao najburniju reakciju i dobre frakcije tijekom sisanja kroz sita, nije odabran radi siromašne i loše očuvane fosilne zajednice.

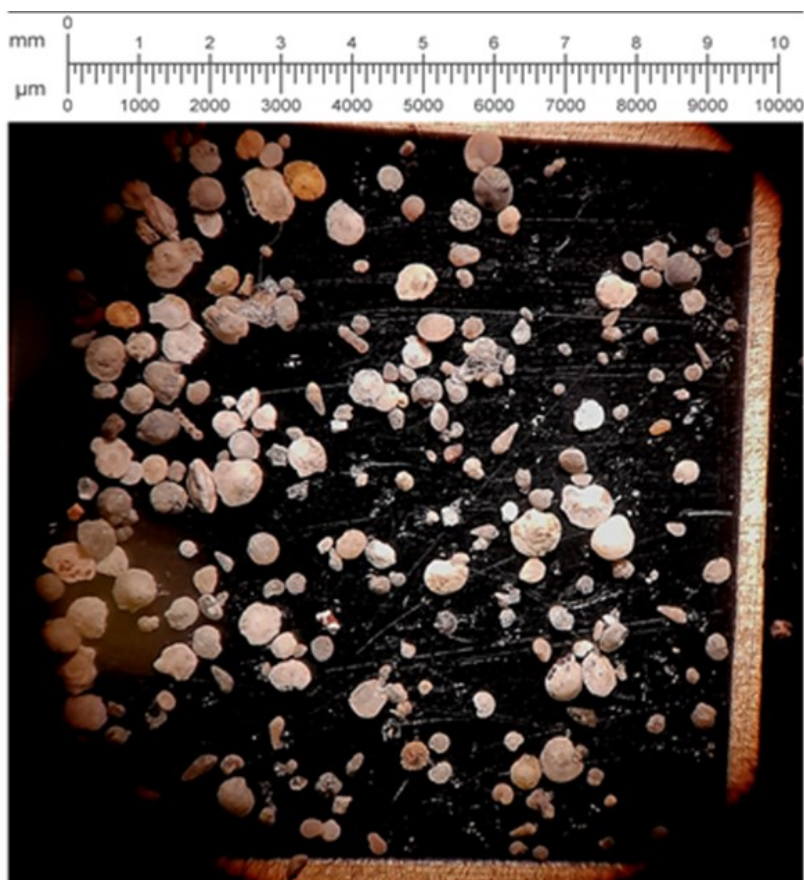
Konačno odabrani uzorak BB 11/21 unatoč najslabijoj reakciji pri kraju pripreme, imao je najbolje sačuvanu i najbogatiju fosilnu zajednicu. Sadrži srednju količinu zrnca sedimenta, crvenkastih zrnca, narančastih kristala, ali i razvijenih kristala, kao i mahovnjak, ostrakod spojenih ljuštura.

Prisutna je i mala količina priritiziranih zrna. Generalno najljepši primjerci jedinki foraminifera, najmanje dodatnog sedimenta, kristalića, fragmenata. Sva obilježja bitna za određivanje foraminifera su jasno vidljiva, s minimalnim tragovima otapanja.

Uzorci BB 11/21 i BB 4/21 sadržavali su lijepo očuvane mikrofosile. Za splitanje tj. za detaljniju mikropaleontološku analizu odabran je uzorak BB 11/21 kao onaj s najbrojnijom i najbolje sačuvanom mikrofosilnom zajednicom. Razlog tomu je što je kod uzorka BB 4/21 frakcija 0,125 mm koja bi se morala uzeti za splitanje jako priritizirana i siromašna foraminiferama.

#### 5.4. Mikropaleontološka analiza uzorka BB 11/21

Nakon splitanja, uzorak je standardiziran na 280 jedinki foraminifera (Slika 17).



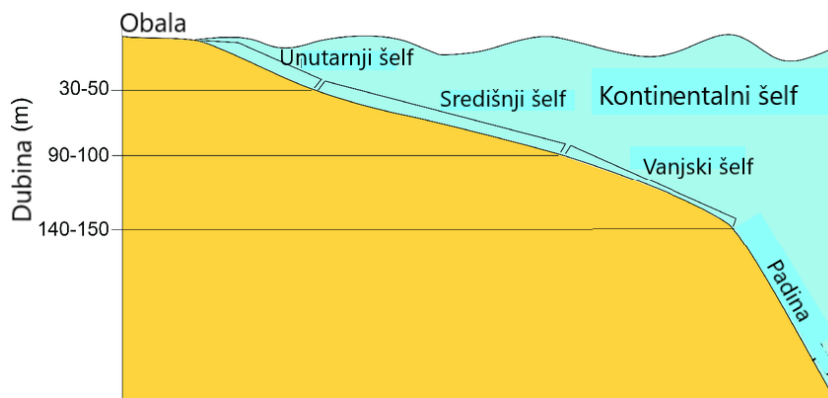
Slika 17. Standardizirani uzorak BB 11/21

Jedinke su razdvojene u dvije skupine: bentičke i planktonske foraminifere. (Tablica 6). Ukupno su određene 243 jedinke bentičkih foraminifera i 37 jedinki planktonskih foraminifera.

Tablica 6. Broj i postotak planktonskih i bentičkih foraminifera u uzorku

Bentičke foraminifere	Planktonske foraminifere
243	37
Postotak (bentičke/ukupan broj jedinki)	Postotak (planktonske/ukupan broj jedinki)
87%	13%

Prema tome evidentno je da u uzorku dominiraju bentičke foraminifere i to sa 87% zastupljenosti unutar foraminiferske zajednice. Udio planktonskih foraminifera je 13%. Prema odnosu plankton/bentos (MURRAY, 1991) dobiven je mogući taložni okoliš u kojem su obitavale analizirane foraminifere. Naime udio planktonskih foraminifera manji od 20% unutar zajednice ukazuje na plitkovodni marinski okoliš unutrašnjeg šelfa.



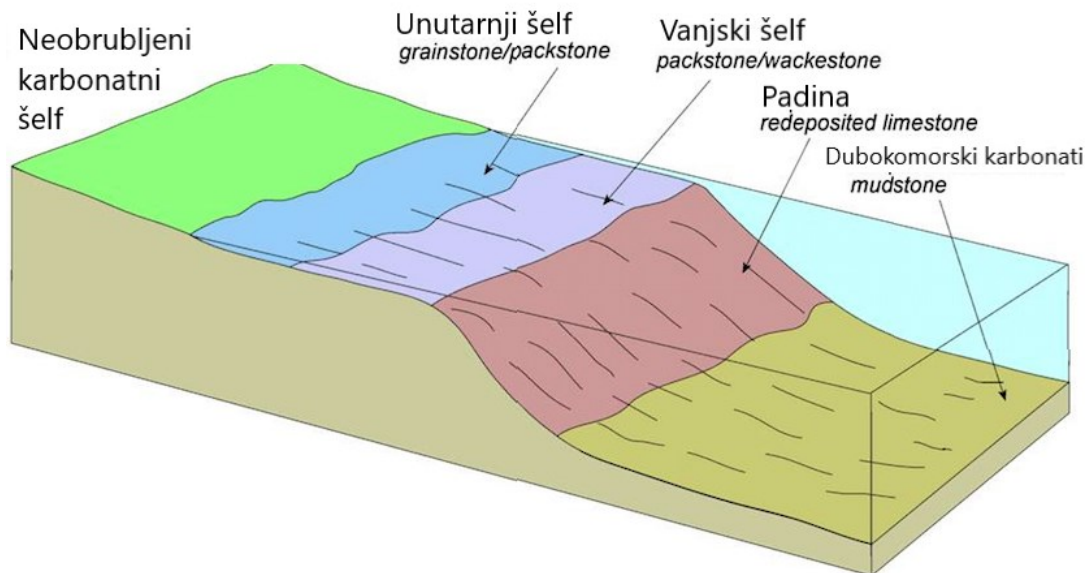
Slika 18. Kontinentalni šelf; [3]

Šelf (Slika 18, 19) je prostrano plitkovodno područje vrlo blagog nagiba, do dubine od 200 metara, prekriveno epikontinentalnim morem. Budući da foraminiferske kućice grade karbonati, potrebno je spomenuti karbonatnu proizvodnju. Prisutna je u plitkomorskim područjima, najvećim dijelom do dubine od 50 metara, no postaje intenzivnija prilikom porasta morske razine.

Naš dobiveni rezultat – unutrašnji šelf odgovara dubini od 30- 50 metara gdje je ta proizvodnja najobilnija (Slika 20). Na tom dijelu dobiva dovoljno svjetlosti za produkciju karbonata.

Uz svjetlost, ostali bitni čimbenici su salinitet, temperatura i hranjive tvari. Karbonati najčešće nastaju u toplim tropskim morima normalnog saliniteta, međutim mogu se javljati i kod mora viših saliniteta, te hladnih mora sa ograničenim donosom terigenog materijala (GOBO, 2021)

Područje unutrašnjeg šelfa (Slika 19) je pod utjecajem valova, ali u mirnijim uvjetima nego sama obala/ plaža.



Slika 19. Prostor neobrubljenog karbonatnog šelfa; [4]

Što se tiče tipa stijenke foraminifera u analiziranoj zajednici dominiraju foraminifere s perforatnom (staklastom) stijenkom s 264 jedinice odnosno njihov udio unutar zajednice je 94 % (Tablica 7). Imperforatni (porculanasti tip stijenke ima 16 jedinki foraminifera, što čini 6 % unutar zajednice. Na njihovim kućicama su često vidljivi tragovi otapanja. Foraminifere sa aglutiniranom stijenkom nisu uočene.

Tablica 7. Podjela foraminifera prema tipu stijenke

Tip stijenke (bentičke+planktonske)		
Imperforatna (porculanasta)	Perforatna (staklasta)	Aglutinirana
16	264	0

Prema obliku kućice odnosno načinu namatanja klijetki sve analizirane foraminifere, uključujući i planktonske, mogle su se podijeliti na uniserijalne, biserijalne, triserijalne, planispiralne, trohospiralne i miliolidne (Tablica 8).

Tablica 8. Način slaganja klijetki foraminifera unutar uzorka

Način namatanja kućice (rast foraminifera)					
Planispiralne	Trohospiralne	Miliolidne	Uniserijalne	Biserijalne	Triserijalne
53	103	16	8	27	0

Sve planktonske foraminifere imaju trohospiralni način namatanja, a u cijelom uzorku takav tip namatanja je bio dominantan, s 103 jedinke odnosno 37 %. unutar cijele zajednice planispiralni tip imalo je 53 jedinki tj. 19 % foraminifera, biserijalni njih 27 što je 10 %, miliolidni 16 jedinki odnosno 6 %, te uniserijalni 8 jedinki s 3 % (Table 2, 4). Trohospiralne foraminifere unutar zajednice bentičkih foraminifera čine 27 %, planispiralne 22 %, biserijalne 11%, miliolidne 6 %, uniserijalne 3 %.

Prilikom mikroskopiranja ustanovljeno je da su kućice nekih foraminifera bile ispunjene piritom. Zbog uočene piritizacije moguće je da su uzorci (BB 2/21 i BB 4/21) bili istaloženi u uvjetima smanjene količine kisika. Inače manji dotok kisika znači i povećan udio organske tvari no u mikrofossilnim zajednicama analiziranim u ovom seminarskom radu, to nije pozitivno utjecalo na zastupljenost jedinki, već samo na nešto bolju očuvanost njihovih kućica.

## **6. Zaključak**

Na lokalitetu Baška plaža na otoku Krku snimljen je geološki stup od 23,7 metra. U ovom seminaru obrađeno je pet uzoraka lapora (BB 2/21, BB 4/21, BB 5/21, BB 8/21 i BB 11/21) s ciljem analize mikrofosilnog sadržaja. Uzorci su obrađeni metodom šlemanja tj. razmuljivanja i pregledani pod stereoskopskom lupom.

Uzorci su makroskopski opisani (boja, tvrdoća) te je mikrofosilni materijal pažljivo pregledan po svim frakcijama. Utvrđeno je da od mikrofosila dominiraju foraminifere, od kojih su prisutne male bentičke foraminifere, planktonske foraminifere i velike bentičke foraminifere. Također su nađeni i oklopi ostrakoda, bodlje ježinaca, mahovnjak i brojna zrnca minerala.

Uzorak BB 11/21 s najbogatijim i najbolje očuvanim mikrofosilima je odabran za detaljniju mikropaleontološku analizu, te je pomoću mikrosplitera standardiziran na 280 jedinki foraminifera. U njemu dominiraju male bentičke foraminifere sa 87% zastupljenosti unutar foraminiferske zajednice. Odnos plankton / bentos, s 13 % planktonskih foraminifera unutar zajednice ukazuje na plitkovodni marinski okoliš područja unutrašnjeg šelfa.

Unutar foraminiferske zajednice dominiraju foraminifere sa perforatnom (staklastom) stijenkom s 94 % dok po obliku kućice - načinu namatanja kljetki dominiraju trohospiralane foraminifere s udjelom od 27 % unutar bentičke zajednice, te sa 37 % unutar cijelokupne foraminiferske zajednice. Kućice nekih primjeraka foraminifera su ispunjene piritom što može ukazivati da su tijekom taloženja analiziranih naslaga vladali uvjeti sa smanjenom količinom kisika.



## 7. Literatura

BUCKOVIĆ (2006): E-book; Historijska geologija 2 – Mezozoik i kenozoik, Sveučilište u Zagrebu, 13-16, 85 str.

ĆOSOVIĆ, V. (2021):. Prezentacija- Foraminifere; prilog predavanju broj 2 iz kolegija Mikropaleontologija 1

GOBO, K. (2021.-2022.): Prezentacija- Plitkomorski karbonatni i evaporitni okoliši; kolegij Interpretacija i analiza facijesa, Sveučilište u Zagrebu

MAMUŽIĆ, P. i MILAN, A. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000: Tumač za List Rab L 33-144. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb, (1966); Savezni geološki institut, Beograd, 5-32.

MAMUŽIĆ, P., MILAN A., KOROLIJA B., BOROVIĆ I., MAJCEN Ž. (1969): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000, list Rab; Institut za geološka istraživanja (1959. – 1965)

MARJANAC, LJ. (2012): Pleistocenske glacijalne i periglacialne naslage Kvarnera, sjeverne Dalmacije i južnog Velebita - dokaz dinaridske glacijacije. Disertacija, Prirodoslovno - matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 14-25.

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

PENSA, T. (2018): Paleoekološka interpretacija eocenske foraminiferske zajednice odabranih lokaliteta fliša u području Kaštela; Diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 8-20 str.

SCHMID S. M., BERNOULLI D., FÜGENSCHUH B., MATENCO L.,SCHEFER S., SCHUSTER R., TISCHLER M., USTASZEWSKI K. (2008): The Alpine-Carpathian-Dinaridic orogenic system: correlation and evolution of tectonic units, Swiss J. Geosci. 101 (2008); 161-163.

SCHMID S. M., BERNOULLI D., FÜGENSCHUH B., MATENCO L.,SCHEFER S., SCHUSTER R., TISCHLER M., USTASZEWSKI K. (2008): Karta – Major tectonic units of the Alps, Carpathians and Dinarides; 1 : 5'000'000.

VLAHOVIĆ I., TIŠLJAR J., VELIĆ I., MATIČEC D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics, University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, 334 str.

WAAGEN, G. F. (1911): Encyclopedia Britannica. Vol. 28 (11th ed.)

Internetski izvori:

[1] lapor <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=35437> (pristupljeno rujan 2022.)

[2] Google Earth, Baška Beach, <https://earth.google.com/web/> (pristupljeno kolovoz 2022.)

[3] Slika 21. [https://www.researchgate.net/figure/Schematic-morphology-of-the-continental-shelf-off-the-Guadiana-estuary-with-the\\_fig31\\_320101712](https://www.researchgate.net/figure/Schematic-morphology-of-the-continental-shelf-off-the-Guadiana-estuary-with-the_fig31_320101712) (preuzeto kolovoz 2022.)

[4] Slika 22. <http://geologylearn.blogspot.com/2015/06/carbonate-platforms.html> (preuzeto kolovoz 2022.)

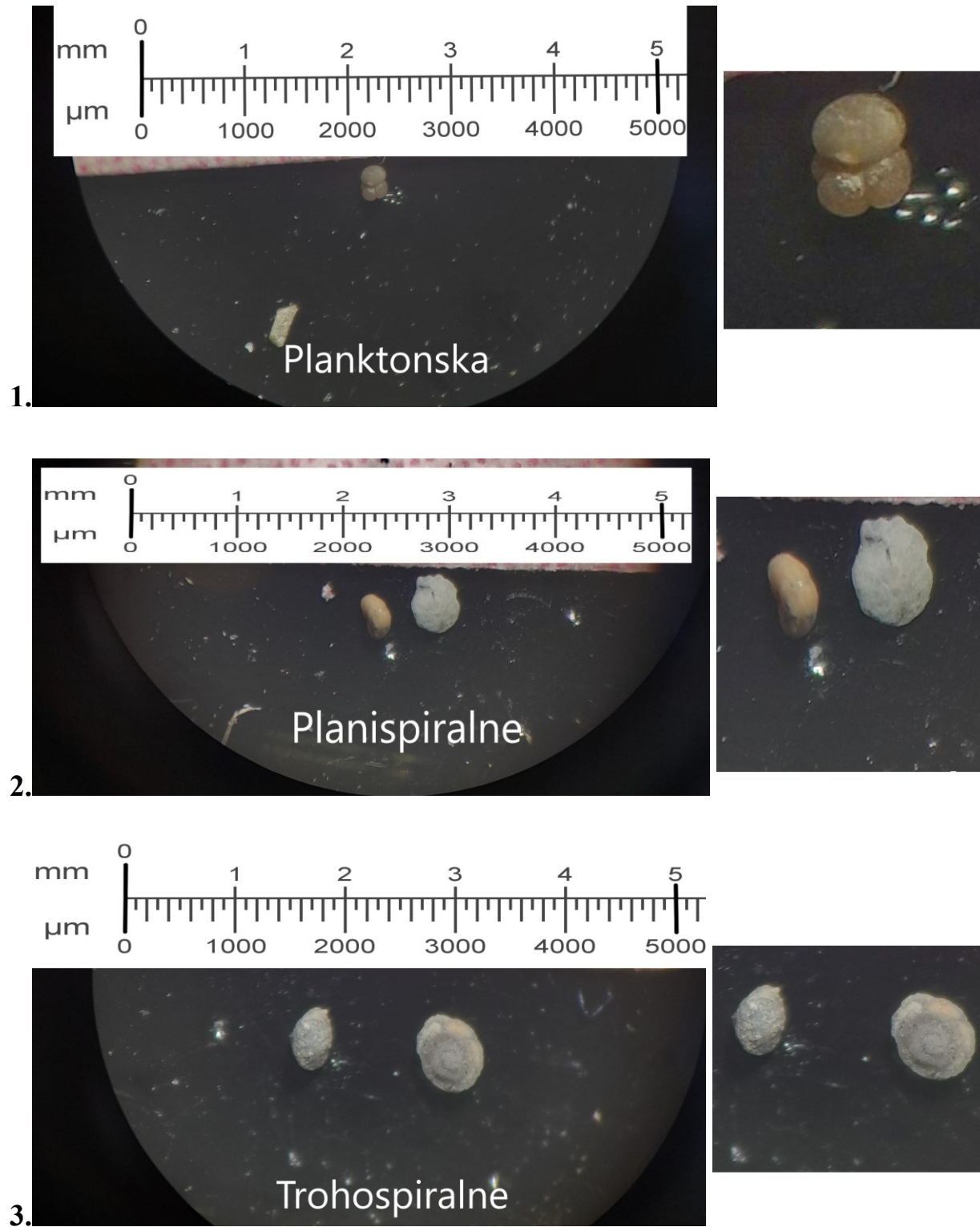
## **TABLA 1**

Slika 1. Planktonska foraminifera, uzorak BB 11/21

Slika 2. Planispiralne foraminifere, uzorak BB 11/21

Slika 3. Trohospiralne foraminifere, uzorak BB 11/21

**TABLA 2**



### **TABLA 3**

Slika 4. Porculanasta stijenska, miliolidni tip, uzorak BB 11/21

Slika 5. Uniserijalna foraminifera, uzorak BB 11/21

Slika 6. Biserijalna foraminifera, uzorak BB 11/21

**TABLA 4**

