

Karakteristike i interpretacija sedimentnih facijesa u odabranim zaljevima i riječnim ušćima Jadranskog mora

Jagečić, Dina

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:217:070256>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-28**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Dina Jagečić

**Karakteristike i interpretacija sedimentnih facijesa
u odabranim zaljevima i riječnim ušćima
Jadranskog mora**

Diplomski rad

Zagreb, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Dina Jagečić

**Karakteristike i interpretacija sedimentnih facijesa
u odabranim zaljevima i riječnim ušćima
Jadranskog mora**

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

Mentor:
izv. prof. dr. sc. Kristina Pikelj

Zagreb, 2024.

Zahvale

Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Kristini Pikelj na stručnom vodstvu i velikoj podršci tijekom izrade ovog diplomskog rada. Zahvalna sam na svakom savjetu, kritici i komentaru koji su uvelike poboljšali ovaj rad. Hvala na izdvojenom vremenu za svaki moj upit.

Veliko hvala prof. Šimunu Aščiću na odredbi ostataka vapnenačkih nanoplanktona te izradi fotografija mikroskopskih preparata.

Također se želim zahvaliti svim profesorima, asistentima i djelatnicima Geološkog odsjeka koji su vrijeme mojeg studija učinili jednim lijepim i nezaboravnim iskustvom.

Zahvaljujem se mojim prijateljima i kolegama na iznimnoj podršci i velikoj pomoći tijekom studiranja. Hvala na svakom lijepom i zabavnom trenutku te lijepim uspomenama.

Posebno se zahvaljujem mojoj obitelji na neizmjernoj ljubavi, strpljenju, podršci i razumijevanju tijekom cijelog studija.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Diplomski rad

Karakteristike i interpretacija sedimentnih facijesa u odabranim zaljevima i riječnim ušćima Jadranskog mora

Dina Jagečić

Rad je izrađen u: Geološko-paleontološkom zavodu, Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Zagreb, Horvatovac 102b, u sklopu diplomskog studija Geologija zaštite okoliša

Sažetak:

Zaljevi i riječna ušća istočne strane Jadranskog mora specifični su okoliši taloženja, a svako bi se područje trebalo istraživati zasebno. Cilj ovog istraživanja je bio na temelju karakteristika sedimenta iz odabranih zaljeva i riječnih ušća odrediti sedimentne facijese. Istražen se sediment s 10 različitih lokacija: ušća rijeke Mirne, Rječine i Krke, Bakarskog, Paškog, Raškog i Riječkog zaljeva, područja pulske luke, Novigradskog ždrilate područja uz otok Molat. Metode istraživanja uključivale su osnovne sedimentološke metode: analizu veličine zrna, mineralnog sastava, udio karbonata te udjela bioklasta u krupno-zrnastim i sitno-zrnastim frakcijama. Rezultati analiza pokazali su da se na području ušća i zaljeva talože pretežito muljeviti sedimenti s različitim udjelima šljunka i pijeska, te sporedno pijesci. Na karakteristike i vrste sedimenta uvelike utječu litologija obale, dinamike voda, dubine, biocenoza te blizina rijeka koje su glavni izvor terigenih materijala. Analiza mineralnog sastava pokazala je da frakcije mulja izgrađuju i karbonatna i siliciklastična komponenta. Siliciklastična komponenta u najvećoj je mjeri terigenog porijekla, dok je karbonatna biogenog. Uzorci u većini slučajeva sadrže ispod prosječne udjele karbonatne komponente (manje od 60 %). Analizom vapnenačkog nanofosila ustanovljena je prevlast paleogenskih vrsta u većini uzoraka što je pokazatelj pretaloživanja iz starijih naslaga s kopna.

Ključne riječi: sedimentni facijesi, mulj, pijesak, zaljevi, riječna ušća, Jadransko more

Rad sadrži: 76+XX stranica, 21 sliku, 13 tablica, 82 literaturni navod, 2 table i 20 priloga

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor(i): izv. prof. dr. sc. Kristina Pikelj, PMF, Zagreb

Ocjenjivači: izv. prof. dr. sc. Kristina Pikelj, prof. dr. sc. Marijan Kovačić, prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović

Datum završnog ispita: 22. veljače 2024.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Graduate Thesis

Characteristics and interpretation of sedimentary facies in selected bays and estuaries of the Adriatic Sea

Dina Jagečić

Thesis completed in: Division of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Zagreb, Horvatovac 102a where the work on the thesis was carried out in the context of the graduate study of Environmental geology

Abstract:

Bays and river mouths on the eastern side of the Adriatic Sea represent a specific depositional environments. The types and arrangements of the sediments depend on numerous factors, so each area should be explored separately. This study aimed to determine sedimentary facies based on the characteristics of sediment from the selected bays and river mouths. Sediment from 10 different locations was investigated: the mouths of the Mirna, Rječina, and Krka rivers, Bakar, Pag, Raša and Rijeka Bay, the area of the Pula port, Novigrad trough, and the area near the island of Molat. Research methods included basic sedimentological techniques: grain size analysis, mineral composition analysis, carbonate content analysis, and bioclast content analysis in coarse and fine-grained fractions. The results of the analyses showed domination of muddy sediments with varying proportions of gravel and sand, and sandy sediments to a lesser extent. The characteristics and types of sediment are greatly influenced by coastal lithology, water dynamics, water depth, biocenosis, and the influence of rivers, which are considered the main source of terrigenous materials. Mineralogical analysis revealed that mud fractions consist of both carbonate and siliciclastic components. The siliciclastic component is predominantly of terrigenous origin, while the carbonate component is biogenic. In most cases, samples contain below-average proportions of the carbonate component (less than 60%). The analysis of nannofossils identified the predominance of Paleogene species in most samples, indicating redeposition from older deposits.

Keywords: sedimentary facies, mud, sand, bays, river mouths, Adriatic Sea

Thesis contains: 76+XX pages, 21 figures, 13 tables, 82 references, 2 plates and 20 appendices

Original in: Croatian

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

Supervisor: Kristina Pikelj, Ph.D. Associate Professor, PMF, Zagreb

Reviewers: Kristina Pikelj, Ph.D. Associate Professor, Marijan Kovačić, Full Professor, Blanka Cvetko Tešović, Full Professor

Date of the final exam: February 22, 2024

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Istraživano područje.....	2
2.1.	Morfološke karakteristike Jadranskog mora.....	2
2.2.	Geološki razvoj istočne obale Jadrana.....	4
3.	Pregled dosadašnjih istraživanja.....	6
3.1.	Sjeverno-jadranski šelf.....	6
3.2.	Istočno-jadranski šelf.....	8
3.3.	Geološke značajke istraživanih područja.....	13
4.	Materijali i metode istraživanja.....	18
4.1.	Uzorkovanje.....	18
4.2.	Laboratorijske metode.....	20
4.2.1.	Granulometrijska analiza.....	20
4.2.2.	Određivanje udjela karbonatne komponente.....	24
4.2.3.	Metoda difrakcije rendgenskih zraka na prahu (XRPD).....	26
4.2.4.	Mikroskopska analiza sedimenta.....	28
4.2.5.	Mikroskopska analiza nanofosila.....	28
5.	Rezultati.....	30
5.1.	Rezultati granulometrijske analize.....	30
5.2.	Rezultati određivanja udjela karbonatne komponente.....	33
5.3.	Rezultati difrakcije rendgenskih zraka na prahu.....	34
5.4.	Rezultati mikroskopske analize sedimenta.....	35
5.4.1.	Uzorak P22 (ušće Mirne).....	35
5.4.2.	Uzorak O45 (luka Pula).....	37
5.4.3.	Uzorak P20 (Raški zaljev).....	38
5.4.4.	Uzorak BBO38 (Riječki zaljev, ispred grada Rijeke).....	39

5.4.5.	Uzorak P18 (ušće Rječine).....	40
5.4.6.	Uzorak BBO37 (Bakarski zaljev)	41
5.4.7.	Uzorak O28A (Pag).....	42
5.4.8.	Uzorak O26 (Molat).....	43
5.4.9.	Uzorak P16A (Novigradsko ždrilo)	44
5.4.10.	Uzorak BBP11 (ušće Krke, Prokljansko jezero).....	45
5.5.	Rezultati mikroskopske analize nanofosila	47
6.	Rasprava.....	59
7.	Zaključak	66
8.	Popis literature	68
9.	Table	V
10.	Prilozi.....	X

1. Uvod

Istočno-jadranska obala iznimno je razvedena, a karakteriziraju je brojni otoci, poluotoci, zaljevi i uvale koji se pružaju paralelno s kopnom. Morski površinski sediment istočne strane Jadranskog mora može se razlikovati na malom prostoru, stoga bi svaki od lokaliteta trebao biti istraživan zasebno (PIKELJ, 2010). U obzir pritom valja uzeti razne čimbenike koji utječu na vrstu i raspored sedimenta kao što su litologija okolnih stijena, blizina i utjecaj rijeka, cirkulacije voda, dubina taloženja, djelovanje valova, vrste biocenoza itd. Kombinacije različitih čimbenika na malom prostoru mogu uvjetovati znatne razlike u sedimentnom sastavu (ALFIREVIĆ, 1960; 1964; 1975; 1979).

Zaljevi Jadranskog mora relativno su mirni okoliši ograničene komunikacije s otvorenim morem koji nude bogatstvo raznolikih sedimentnih facijesa te daju uvid o povijesti taloženja, promjenama morskog dna te utjecajima ljudskih aktivnosti i prirodnih čimbenika. S druge strane riječna ušća predstavljaju prijelazne i kompleksne okoliše taloženja gdje se miješaju kopnene i morske vode stvarajući time složene sedimentne sustave koji su pod utjecajem brojnih čimbenika (FELJA, 2017).

Cilj ovog istraživanja je na temelju karakteristika sedimenta iz odabranih zaljeva i riječnih ušća Jadranskog mora odrediti sedimentne facijese. Time bi se dodatno pridonijelo razumijevanju procesa koji utječu na sedimentaciju i rasporede sedimenta unutar zaljeva i riječnih ušća koji zahtjevaju detaljnije istraživanje. U svrhu istraživanja odabrano je 10 različitih lokacija: ušća rijeka Mirne, Rječine i Krke, Bakarski, Paški, Raški i Riječki zaljev, područje pulske luke, Novigradsko ždrilo te područje uz otok Molat.

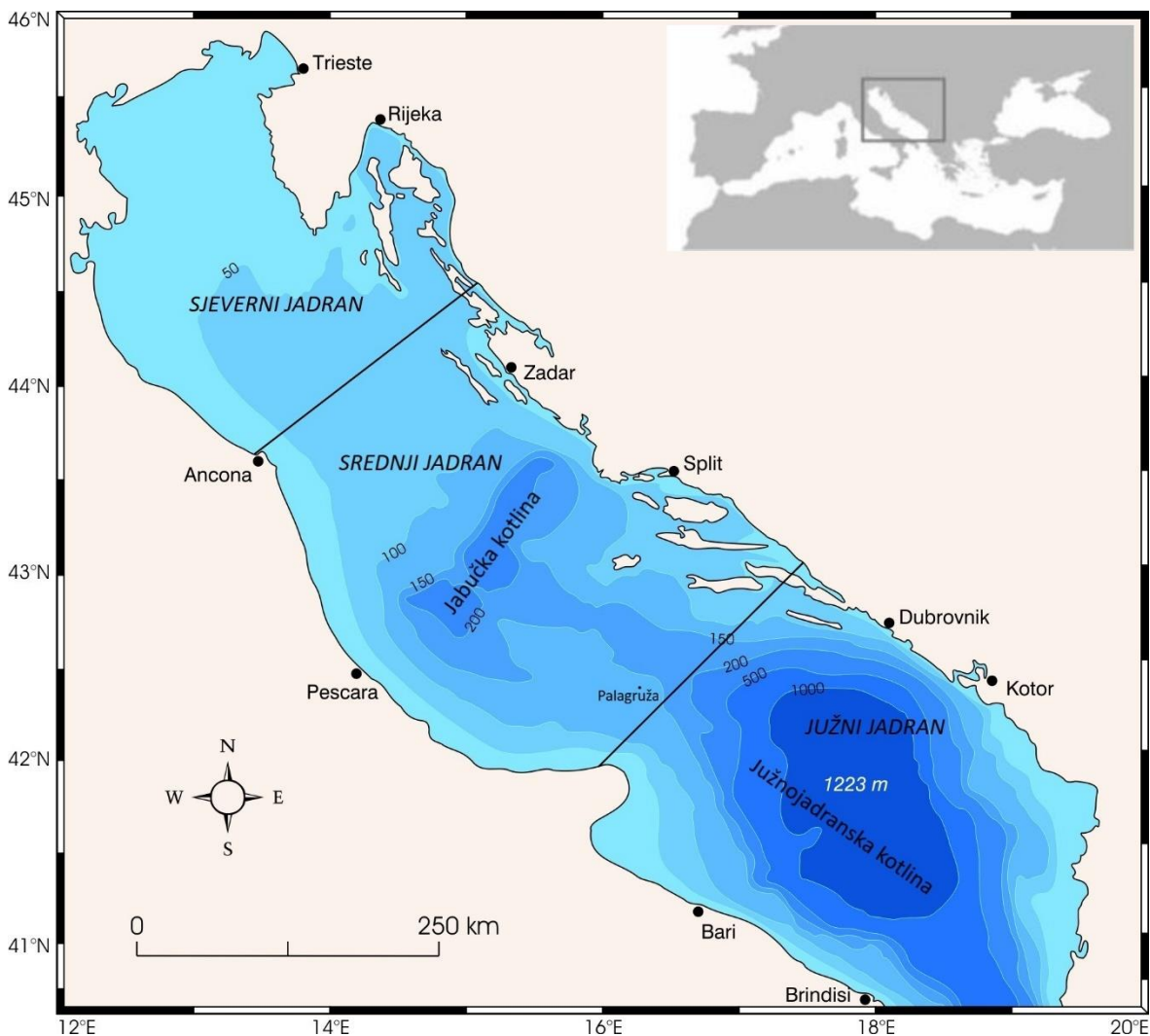
Kako bi se postigao navedeni cilj svakom od sedimenta definirane su osnovne sedimentološke karakteristike: granulometrijski sastav, mineralni sastav te udio karbonata u cjelokupnom sedimentu i sitno-zrnastoj frakciji. Mikroskopskom analizom svake frakcije vizualno se utvrđivao udio bioklasta, a mikroskopskom analizom sitno-zrnaste frakcije određivala se i prisutnost nanofosila.

2. Istraživano područje

2.1. Morfološke karakteristike Jadranskog mora

Jadransko more najsjeverniji je ogranak Sredozemnog mora. Prosječna dužina Jadrana iznosi 800 km, a prosječna širina 200 km (LIPIZER i sur., 2014). Jadransko more omeđeno je planinskim lancima Apenina, Južnih Alpa i Dinarida. To je relativno plitko epikontinentalno more koje slijedi dinarski orogenetski pravac pružanja od Maranske lagune na sjeverozapadu do Otrantskih vrata na jugoistoku, a koja su ujedno i jedina veza Jadrana sa Sredozemnim morem.

Zbog izrazito složene tektonske povijesti morfologija jadranskog bazena izrazito je raznolika te dubine Jadrana znatno variraju. Generalno se može reći da se dubina Jadrana povećava od sjeverozapada prema jugoistoku te se može podijeliti na tri regije: sjeverni, središnji i južni Jadran (GAČIĆ i sur., 2001; LIPIZER i sur., 2014). Najveći dio Jadrana pripada šelfu koji zauzima 73,9 % ukupne površine, a dubine mora ne premašuju 200 m (RIĐANOVIĆ, 2002). Najveći dio šelfa nalazi se u području sjevernog Jadrana, a manji dio pruža se uz istočnu i zapadnu obalu te između Južnojadranske kotline i Jabučke kotline (Srednje jadranske depresije). Središnji Jadran obuhvaća Jabučku kotlinu i šelf do Palagruškog praga koji se nalazi na dubini od 170 m. Jabučku kotlinu čine tri manje depresije čije su dubine oko 255, 270 i 240 m (LIPIZER i sur., 2014). Regija južnog Jadrana obuhvaća područje od Palagruškog praga do Otrantskih vrata između kojih se nalazi Južnojadranska kotlina u kojoj se nalazi i najdublja točka Jadranskog mora (1233 m). Regionalna podjela Jadranskog mora s morfološkim i batimetrijskim karakteristikama prikazana je na slici 1.



Slika 1. Morfološke i batimetrijske karakteristike Jadranskog mora te podjela na sjeverni srednji i južni Jadran.

Istočna i zapadna obala Jadrana geomorfološki su vrlo različite. Istočna obala Jadrana najvećim dijelom pripada Hrvatskoj. Strma je i stjenovita s mnogo potopljenih krških formi, a mnoštvo zaljeva, otoka i poluotoka pruža se paralelno s obalom, odnosno prati dinarski pravac pružanja (sjeverozapad-jugoistok). Obalu pretežito grade okršene karbonatne stijene mezozoika. Riječne mreže slabo su razvijene stoga je donos terigenog materijala rijekama gotovo zanemariv i od lokalnog značaja (PIKELJ i sur., 2016; PIKELJ, 2010; SURIĆ, 2002). Karbonatne stijene mjestimice prekrivaju tanki slojevi boksita i *terra rosse*, a tek manji dio obale gradi eocenski fliš (PIKELJ i JURAČIĆ, 2013). Sedimenti kvartara mjestimice prekrivaju stijene mezozoika i eocena. Magmatske stijene i piroklastite na području Jadrana nalazimo na tek nekoliko lokacija: otocima Brusniku i Jabuci te u zaljevu Komiža na otoku

Visu (JURAČIĆ i sur., 2004; BABIĆ i sur., 2012; PIKELJ i sur., 2015). Za razliku od istočne obale, zapadna obala Jadrana koja u potpunosti pripada Italiji nije toliko razvedena. Sjeverozapadni dio obale je nizak, a donos sedimenta kontroliran je rijekama koje iz zaleđa donose velike količine materijala (DANOVARO i BOERO, 2019). Središnji i južni dio zapadne obale Jadrana je stjenovit.

2.2. Geološki razvoj istočne obale Jadrana

Tektonska povijest i nastanak Jadranskog mora, odnosno jadranskog bazena vrlo je složena. Kako bi se razumio i objasnio njegov nastanak vrlo je važan i razvoj Jadranske mikroploče (Adrije) na kojoj se Jadransko more uglavnom nalazi. Jadranska mikroploča do srednjeg trijasa bila je dio sjevernog šelfa Gondvane gdje se na plitkoj karbonatnoj platformi odvijalo taloženje karbonatnih i siliciklastičnih naslaga (VLAHOVIĆ i sur., 2005). Izražena vulkanska aktivnost tijekom srednjeg trijasa prouzročila je odvajanje Jadranske mikroploče od Gondvanskog šelfa te na njoj započinje taloženje plitkomorskih karbonatnih naslaga, tj. stvaranje Južne tetijske megaplatforne. U srednjem i mlađem dijelu starije jure dolazi do obnavljanja ekstenzijskih pokreta i raspada megaplatforne u nekoliko manjih karbonatnih platformi: Apeninsku, Apulijsku i Jadransku (MATIČEC, 2009; VLAHOVIĆ i sur., 2005). Manje karbonatne platforme bile su odvojene manjim morskim bazenima među kojima je i Jadranski bazen, buduće Jadransko more. Jadranska karbonatna platforma (AdCP) tako postoji od toarcija pa sve do kraja krede, a na njoj se pretežito odvijalo taloženje plitkomorskih naslaga. Do dezintegracije Jadranske karbonatne platforme, diferencijacije taložnih okoliša, smanjenja taložnog prostora te emerzije velikog dijela platforme dolazi krajem krede kada je sinsedimentacijska tektonika postala najintenzivnija. Tijekom paleogena sedimentacija je kontrolirana intenzivnom istovremenom tektonikom i deformacijom bivšeg prostora karbonatne platforme (VLAHOVIĆ i sur., 2005). Do plavljenja dijelova platforme dolazi krajem paleocena i početkom donjeg eocena. Na poplavljenim dijelovima platforme tipa nepravilne rampe talože se morski foraminiferski vapnenci i slatkovodno-braktične karbonatne naslage (Liburnijske naslage). Dubokomorske karbonatne naslage talože se u dubljim dijelovima, već formiranim taložnim bazenima nastalim boranjem te označuju početak taloženja fliša tijekom paleocena/eocena. Tijekom oligocena ovi taložni bazeni zapunjeni su karbonatnim klastičnim sedimentima odnosno Promina i Jelar naslagama. S nastavkom kompresijske tektonike po pravcu sjeveroistok-

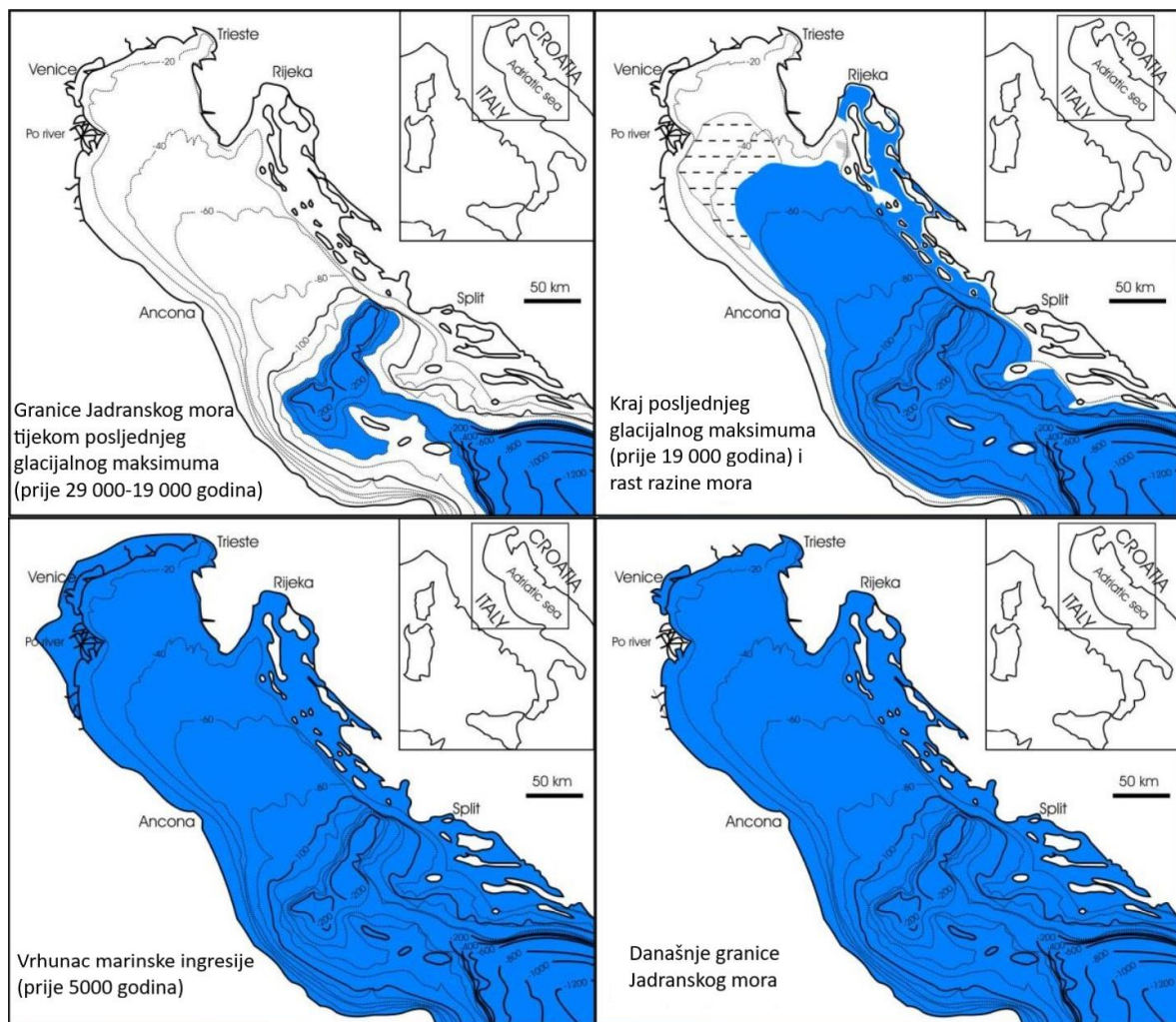
jugozapad u oligocenu/miocenu dolazi do prestanka taloženja na prostoru Jadranske karbonatne platforme te konačnog izdizanja Dinarida (MATIČEC, 2009; VLAHOVIĆ i sur., 2005). Tijekom miocena i donjeg pliocena prostor je dodatno boran, navlačen, reversno rasjedan te okršen (KORBAR, 2009). Suvremeni izgled istočna strana Jadrana poprimila je kada su prethodno deformirane i okršene strukture poplavljene za vrijeme zadnje transgresije koja je nastupila u gornjem pleistocenu/holocenu (BENAC i JURAČIĆ, 1998; SURIĆ i sur., 2005). Time nastaje strma i stjenovita obala čije su strukture paralelne obali, a takav tip obale u svijetu je poznat pod nazivom *dalmatinski tip obale* (KELLETTAT, 2005). Tako antiklinale izgrađene od gornjokrednih karbonata postaju otocima, a sinklinale uglavnom formirane u flišu tijekom paleogena zaljevima i kanalima (BENAC i sur., 2008; PIKELJ i JURAČIĆ, 2013).

3. Pregled dosadašnjih istraživanja

3.1. Sjeverno-jadranski šelf

Sjeverno-jadranski šelf zauzima najveći dio šelfnog područja Jadrana. Prekrivaju ga najvećim dijelom terigeni sedimenti doneseni rijekom Po i drugim talijanskim rijekama koje dreniraju Alpe i Apenine te tako donose velike količine taložnog materijala iz zaleđa na ovaj prostor. Sediment donesen rijekama po šelfu resuspendiraju valovi i dužobalne struje, a zapadna jadranska struja ih dalje prenosi i usput taloži niz talijansku obalu u pravcu jugoistoka (VAN STRAATEN, 1970; FRIGNANI i sur., 2005; CATTANEO i sur., 2007).

Zapadni dio šelfa uz talijansku obalu prekrivaju recentni sedimenti koji su u nekoliko pojasa raspoređeni paralelno obali. Najbliže obali talože se recentni pijesci koji su doneseni rijekama te transportirani valovima i dužobalnim strujama. Prema otvorenom moru veličina zrna se smanjuje stoga nakon pojasa recentnih pijesaka slijede pojasevi sedimenta s raznim omjerima pijeska i mulja (FRIGNANI i sur., 2005). Muljeviti pojas čini najdeblji pojas recentnog sedimenta. Za očekivati je da će se na najudaljenijim područjima šelfa pronaći najsitniji sedimenti, no u Jadranu to nije slučaj. Nakon debelog pojasa recentnih muljevitih sedimenata slijede miješani pjeskovito muljeviti i muljevito pjeskoviti pojasevi, a na najudaljenijim područjima šelfa pojavljuju se krupno-zrnasti reliktni pijesci. Miješani pojasevi sedimenta prijelaz su između recentnih i reliktnih sedimenata, a njihova izmiješanost posljedica je bioturbacija (COLANTONI i sur., 1979). Reliktni pijesci istaloženi su za vrijeme posljednjeg glacijala kada je razina mora bila za 120 m niža od današnje, a prostor sjevernog Jadrana aluvijalna ravnica rijeke Po (paleo Po) koja je tekla do Jabučke kotline (CORREGGIARI i sur., 1996; PICONE i sur., 2008). Istaloženi reliktni pijesci više su puta prerađivani uslijed čestih izmjena razine mora koje su nastupile prije i nakon posljednjeg glacijalnog maksimuma (CORREGGIARI i sur., 1996). Promjene morske razine tijekom pleistocensko–holocenske transgresije prikazane su na slici 2.



Slika 2. Promjene razina Jadranskog mora tijekom kasno pleistocensko–holocenske transgresije. Plavom bojom označeno je područje mora, a šrafurom je označen sustav barijera-laguna-estuarij (modificirano prema CORREGGIARI i sur., 1996).

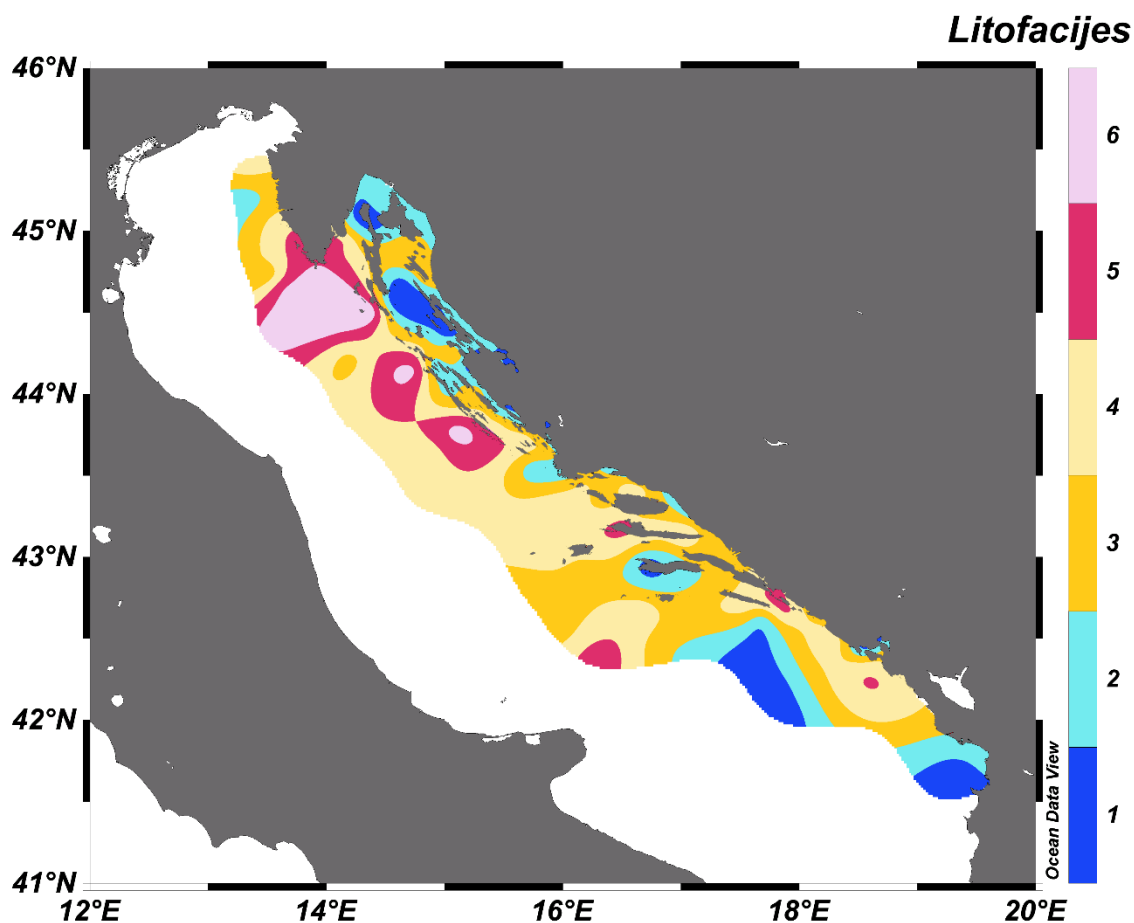
3.2. Istočno-jadranski šelf

Prostor istočno-jadranskog šelfa i njegovo zaleđe morfološki se znatno razlikuju od zapadnog i sjevernog dijela, stoga će i faktori koji utječu na taloženje i donos sedimenta te sama sedimentacija biti znatno drugačiji. Pikelj (2010) navodi kako su iznimna razvedenost istočno-jadranske obale i brojni otoci uvjetovali izrazito velik broj taložnih okoliša na istočno-jadranskom šelfu, te da bi se svaki od njih trebao istraživati zasebno. Istočnu obalu Jadrana okružuju „*pocket*“ bazeni u kojima se taloži sav materijal koji dolazi s istočne obale te tako ne ulazi u otvoreni dio bazena (CORREGGIARI i sur., 1996; FRIGNANI i sur., 2005). Karbonatno zaleđe na kojem prevladava otapanje i okršavanje karbonatnih stijena nije pogodovalo razvoju riječnih mreža stoga je donos terigenih sedimentata krškim rijekama vrlo malen i od lokalnog značaja, odnosno, sav materijal koji dolazi zadržava se u pravilu u ušćima rijeka (TOMADIN, 2000; SURIĆ, 2002; SYVITSKI i KETTNER, 2007; PIKELJ i JURAČIĆ, 2013; PIKELJ i sur., 2016). Većina rijeka istočne obale Jadrana teče po okršenom terenu, a neke u gornjim dijelovima svojih tokova dreniraju naslage fliša. Za razliku od krških rijeka koje nose vrlo male količine terigenog materijala (npr. Krka i Zrmanja), alogene krške rijeke kao što su Neretva, Mirna i Raša nose znatno veće količine sedimenta te su tijekom holocena formirale delte (FELJA, 2017). Alogene krške rijeke ne izviru u krškim područjima, već u litološki drugačijim podnebljima stoga u svojim gornjim dijelovima tokova dreniraju različite naslage i opskrbljuju se sedimentom. Na donos terigenog materijala za vrijeme niže razine mora (tijekom posljednjeg glacijala) značajan utjecaj imale su rijeke koje u Jadran dotiču sa zapadne strane, no na današnjem šelfu njihov je utjecaj malen. Holocenska transgresija uvelike je doprinijela oblikovanju današnjih riječnih ušća i sedimentaciji u njima. Potapanjem donjih dijelova kanjona krških rijeka (Zrmanje, Cetine, Neretve, Krke, Raše) nastali su krški estuariji (PIKELJ i JURAČIĆ, 2013; FELJA, 2017).

Potpunim ili djelomičnim potapanjem većih krških formi kao što su krške uvale i polja formirani su poluzatvoreni zaljevi ili takozvana mora kao što su Bakarski zaljev te Novigradsko i Karinsko more (PIKELJ i JURAČIĆ, 2013). Brojni zaljevi, uvale i kanali relativno su mirni i zaštićeni okoliši u kojima se talože znatnije količine sitno-zrnastog materijala koji je uglavnom terigenog porijekla, a taloži se direktno ili pretaloživanjem iz eocenskih naslaga okolnih područja (ŠPARICA i sur., 2000; PIKELJ i sur., 2016).

Pikelj (2010) opisuje istočno-jadranski šelf kao neravnotežni miješani karbonatno-siliciklastični šelf, a materijal koji se miješa različitog je porijekla (biogenog ili terigenog), sastava (karbonatan ili siliciklastičan) i starosti (recentan ili subrecentan). Sedimenti koji prekrivaju istočno-jadranski šelf uglavnom su krupno-zrnasti, a pjeskovita je frakcija u pravilu dominantna i u različitim omjerima pomiješana sa šljunkovitom i muljevitom frakcijom. Krupno-zrnaste frakcije (šljunak i pijesak) u najvećoj mjeri sačinjavaju biogene karbonatne čestice, a u sastavu muljeva prevladava terigeni siliciklastični materijal. U kanalskim područjima značajan dio muljeva sačinjavaju i biogeni i terigeni karbonatni materijal (PIKELJ, 2010; PIKELJ i sur., 2016). Velika izmiješanost sedimenta posljedica je relativno niske brzine sedimentacije, bioturbacije i slabog terigenog donosa rijekama.

Prema Pikelj (2010) karbonatna komponenta u sedimentima istočno-jadranskog šelfa sastoji se od kalcita (visoko- i nisko-magnezijskog), aragonita i dolomita, a dominantno je zastupljena u šljuncima i pijescima. Prosječan udio karbonatne komponente u sedimentima istočne strane Jadranskog mora veći je od 60 %. Najveći dio karbonatne komponente u sedimentima je biogenog porijekla, a u najvećoj mjeri sastoji se od nisko-magnezijskog kalcita. U nešto manjoj mjeri čine ju visoko-magnezijski kalcit i aragonit. Karbonatna komponenta biogenog porijekla uglavnom je recentnog postanka, a tek manji dio je reliktan ili terigenog porijekla (prvenstveno dolomitnog, a manje kalcitnog). U sedimentima istočno-jadranskog šelfa mogu se pronaći ljuštore školjkaša, puževa, mahovnjaka, crvenih algi i foraminifera, a u nešto manjoj mjeri pronalaze se ostatci bodljikaša, člankonožaca, spužvi i kolutićavaca. Prema tome, Pikelj (2010) navodi tri skeletne zajednice dominantne u sedimentima istočno-jadranskog šelfa: foramol, briomol te rodalgal zajednicu. Ove skeletne zajednice karakteristične su za karbonate koji nastaju izvan tropskog pojasa. Foramol zajednica dominantno se pojavljuje u sitno-zrnastim frakcijama obalnih područja, briomol zajednica prevladava u krupno-zrnastim frakcijama, a rodalgal zajednica karakteristična je za područje otvorenog mora. Okviran raspored litofacijesa s određenim skeletnim zajednicama dala je Pikelj (2010), a prikazan je na slici 3. Udio karbonatne komponente u sedimentima raste idući od otvorenog mora prema kopnu, s time da je taj udio najveći u područjima bez terigenog donosa (PIKELJ, 2010).



Slika 3. Raspored skeletnih zajednica i litofacijesa istočno-jadranskog šelfa (modificirano prema PIKELJ, 2010): 1 – foramol; 2 – foramol s terigenim pijeskom; 3 – foramol-briomol; 4 – foramol-briomol s terigenim pijeskom; 5 – briomol-rodalgal i 6 – briomol-rodalgal s terigenim pijeskom.

Siliciklastična komponenta u sedimentima istočno-jadranskog šelfa u najvećoj je mjeri terigenog porijekla, a sačinjavaju je najčešće kvarc, muskovit, klorit, amfiboli, plagioklasi i pirokseni (PIKELJ, 2010). Siliciklastična komponenta najčešća je u sitnozrnastoj frakciji. Manji dio nekarbonatne komponente biogenog je porijekla, a čine ju najviše spikule spužvi, dijatomeje i sl. (PIKELJ, 2010; PIKELJ i sur, 2016). U krupnozrnastoj frakciji nalazi se manji dio siliciklastičnog materijala, a radi se uglavnom o reliktnom kvarcnom pijesku. Glavni izvor siliciklastične komponente su izdanci fliša u priobalju i na otocima. Jedan dio recentne komponente sitnozrnastog siliciklastičnog materijala na područje istočno-jadranskog šelfa donose rijeke, a jedan dio nastaje erozijom, abrazijom, denudacijom fliških i kvartarnih naslaga te njihovim direktnim taloženjem u moru (PIKELJ,

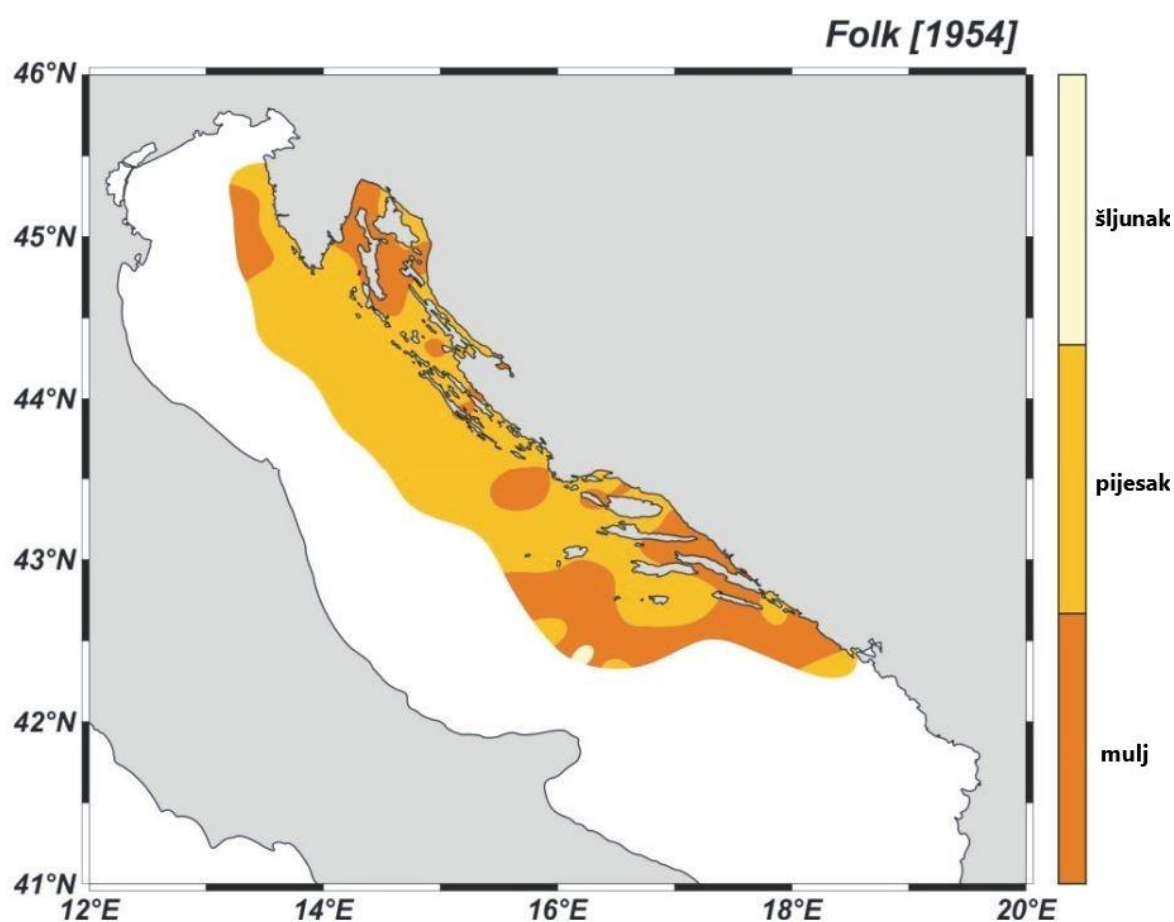
2010; BANAK i sur., 2021; PIKELJ i FURČIĆ, 2020). Subrecentna komponenta sitno-zrnastog siliciklastičnog materijala, pretpostavlja se, nastala je trošenjem danas potopljenih flišnih naslaga za vrijeme niže razine mora.

Na raspored sedimenta istočno-jadranskog šelfa dominantno utječu valovi, a utjecaji morskih struja i struja morskih mijena od manjeg su značaja (PIKELJ, 2010). Taloženje krupno-zrnastih frakcija odvija se na svim dubinama ispod i iznad valne baze, a sitno-zrnaste frakcije bivaju resuspendirane i taložene u dubljem moru ispod valne baze i u zaštićenim zaljevima (PIKELJ, 2010; PIKELJ i sur., 2016).

Prema Pikelj (2010) pijesci su na dnu istočno-jadranskog šelfa zastupljeni sa 60%. Njihovo taloženje odvija se u otvorenom moru oko otoka Jabuke (PIKELJ i sur., 2015), jugozapadno od Kvarnera i otoka sjeverne i srednje Dalmacije te u međuotočnom području sjeverne, srednje i dijelom južne Dalmacije (slika 4). Vdović i Juračić (1993) također navode kako terigeni i biogeni pijesci dominiraju na morskom dnu s vanjske strane otoka, prema otvorenom moru. Na području Kvarnera pijesci se javljaju na područjima značajnijeg donosa terigenog materijala, npr. oko otoka Krka, Raba i Suska te u ušćima Rječine i Dubračine. Zapadno od vanjskih kvarnerskih otoka (Cresa i Lošinja) pijesci koji prekrivaju morsko dno su reliktni, a doneseni su rijekama za vrijeme niže razine mora te prerađeni tijekom transgresije (JURAČIĆ i sur., 1999). Pijesak dominantno sačinjavaju bioklasti. Krupnije frakcije pijeska sadrže ljušture i fragmente mekušaca i mahovnjaka, a u sitnijim frakcijama povećava se udio foraminifera te fragmentiranost ljuštura i skeleta raznih organizama (PIKELJ, 2010). U frakcijama pijeska pronalaze se manje i karbonatni litoklasti te nekarbonatna zrna (npr. kvarc).

Muljevi su zastupljeni s 38,9 %, a njihovo taloženje odvija se ispred obale Istre u dubljevodnim područjima udaljenijim od obale, u Kvarneru te dijelovima kanalskih područja južne Dalmacije (slika 4). Juračić i suradnici (1999) navode da se recentni muljeviti sedimenti u području Kvarnera javljaju u područjima gdje je energija vode slaba (Riječki zaljev, Kvarnerić, sjeverni dio Kvarnera, Vinodolski i Velebitski kanal). Muljevi su dominantno terigenog porijekla, a njihov izvor su rijeke ili kopnene naslage fliša i drugih klastita (JURAČIĆ i sur., 1999; PIKELJ, 2010; PIKELJ i sur., 2016; BANAK i sur., 2021; PIKELJ i FURČIĆ, 2020). Muljeviti sedimenti s različitim udjelima šljunka i pijeska prekrivaju najveći dio Grgurovog kanala, a njihovo porijeklo veže se uz trošenje naslaga fliša (PIKELJ i sur., 2009). U muljevitim sedimentima istočno-jadranskog šelfa najzastupljeniji je prah, a taloženje muljeva odvija se iz suspenzije.

Šljunkoviti sedimenti na manjim dubinama na istočno-jadranskom šelfu prema Pikelj (2010) zastupljeni su tek s 1,1 %, a talože se u blizini otoka Palagruže (slika 4). Nešto veće udjele šljunka u sedimentu možemo pronaći na plićim područjima uz obalu kopna i otoka, gdje se troše lokalne obalne stijene. U tom slučaju nastaju zaobljene valutice litoklasta. Šljunkovitu frakciju (zaobljene krupne litoklaste) pronalazimo i u Grgurovom kanalu na dubini od 83 m, a smatra se da je šljunak terigenog porijekla (PIKELJ i sur., 2009). Ostali šljunci na većim dubinama su uglavnom biogenog porijekla, a prisutni su manje i reliktni litoklasti. Šljunak se najčešće nalazi pomiješano s pijeskom i muljem, a njegov udio ovisan je o rasprostranjenosti organizama koji ga izgrađuju (PIKELJ, 2010; PIKELJ i JURAČIĆ, 2014).



Slika 4. Generalni raspored šljunka, pijeska i mulja na području istočno-jadranskog šelfa (modificirano prema PIKELJ i JURAČIĆ, 2014).

3.3. Geološke značajke istraživanih područja

Zbog izrazite razvedenosti obale rasporedi i tipovi sedimenata u riječnim ušćima i zaljevima istočne strane Jadranskog mora mogu znatno varirati, stoga bi se svaki od lokaliteta trebao istraživati zasebno. U obzir valja uzeti razne čimbenike kao što su litologija okolnih stijena, blizina i utjecaj rijeka, cirkulacije voda, dubina, djelovanje valova, biocenoza itd. Kombinacije različitih čimbenika na malom prostoru mogu uvjetovati znatne razlike u sedimentnom sastavu (ALFIREVIĆ, 1960; 1964; 1975; 1979). U sklopu ovog rada analiziran je sediment s područja ušća rijeke Mirne, zaljeva pulske luke, Raškog zaljeva, grada Rijeke i ušća Rječine, Bakarskog i Paškog zaljeva, otoka Molata, Novigradskog ždrila te ušća rijeke Krke u Prokljanskom jezeru.

Rijeka Mirna najduža je rijeka istarskog poluotoka, a nalazi se na njegovom sjeverozapadnom dijelu. Ukupna duljina Mirne iznosi 53 km, a izvire u blizini Buzeta te se u Jadran ulijeva kod Novigrada (BOŽIĆEVIĆ, 2005). Estuarij rijeke Mirne formiran je za vrijeme holocenske transgresije. Plenićar i suradnici (1973) navode kako drenažno područje rijeke Mirne grade karbonatne stijene (uglavnom vapnenci kredne i eocenske starosti) te eocenski fliš (lapori i pješčenjaci). Eocenske naslage rijeka Mirna drenira u gornjem dijelu svojega toka, dok u donjem dijelu toka, nizvodno od Buzeta, prolazi kroz kanjon usječen u karbonatne stijene. Na izlazu iz kanjona Mirna dalje protječe naplavnom ravnicom (BENAC i sur., 2017). Deltna ravnica rijeke Mirne građena je od holocenskih sedimenata, a sediment sadrži uglavnom čestice praha i gline (FELJA, 2017). Vrlo važan pritok rijeke Mirne je Butoniga s više bujičnih pritoka. Gulam (2012) navodi kako čak 16 % površine sliva Butonige čine ogoljele površine fliša i lapora, stoga su erozija i produkcija nanosa u ovom području najizraženiji. Rijeka Mirna unutar krškog estuarija uz ušće je formirala deltu. Većina sedimenata taloži se neposredno uz samo ušće zbog male energije struja morskih mijena, valova uzrokovanih vjetrom, morskih struja te regulacija nizvodnih dijelova dolinskog toka (JANEKOVIĆ i sur., 1995; BENAC i sur., 2017). Od sedimenta se taloži uglavnom sitno-zrnasti materijal (čestice veličine gline i praha), a frakcije pijeska i šljunka prisutne su u malim količinama te ih sačinjavaju uglavnom biogene čestice (FELJA, 2017).

Područje pulske zaljeva u potpunosti okružuju karbonatne naslage donje krede. Prevladavaju vapnenci, a u vapnencima se povremeno javljaju ulošci dolomita te ulošci glinoviti lapora (POLŠAK, 1970). Zaljev pulske luke nastao je u pleistocenu kada je došlo do spuštanja kopna i potapanja doline za vrijeme porasta morske razine. Podataka o sastavu

i rasporedu sedimenata morskoga dna pulskog zaljeva nema mnogo. Zbog izraženog antropogenog utjecaja, sediment pulskog zaljeva najviše se istražuje kako bi se ustanovila kontaminacija toksičnim metalima i ostalim zagađivalima te bakterijskim zajednicama (npr. KORLEVIĆ i sur., 2015; DI CESARE i sur., 2020).

Rijeka Raša nalazi se na jugoistočnom dijelu istarskog poluotoka, a duljina joj iznosi 50 km (BENAC i sur., 2017). Tok rijeke Raše započinje na naplavnoj ravnici kod naselja Potpićan spajanjem njenog najsjevernijeg pritoka Posert i Karbunskog potoka. Estuarij rijeke Raše uvučen je duboko u kopno, a formiran je za vrijeme holocenske transgresije kada je more preplavilo riječnu dolinu urezanu u karbonatne stijene (JURAČIĆ, 1992). Drenažni bazen i područje estuarija rijeke Raše grade naslage gornje krede, paleogena i kvartara (ŠIKIĆ i POLŠAK, 1973; MAGAŠ, 1973). Najgornji dio drenažnog područja gradi eocenski fliš (lapori i pješčenjaci). Te su naslage podložne intenzivnom trošenju stoga je produkcija nanosa u tim područjima najveća (SONDI i sur., 2008; GULAM, 2012). Donji i bočni dijelovi riječne doline te estuarij rijeke Raše izgrađen je od krednih vapnenaca, a kvartarne aluvijalne naslage istaložene su kroz riječnu dolinu (SONDI i sur., 2008). Unutar estuarija rijeka Raša formirala je deltu, a taloženje se odvija pretežito u području zapadno od ušća te u koritastom udubljenju uz istočnu obalu (JURAČIĆ i sur., 1995). Više od 90 % taložnog materijala do ušća dolazi u vidu suspenzije, a dominantno se talože sitno-zrnaste čestice glinovite frakcije nastale trošenjem naslaga eocenskog fliša (SONDI i sur., 2008). Udaljavajući se od ušća prema izlazu iz estuarija i otvorenom moru, u sedimentima se povećava udio pijeska i karbonatne komponente.

Grad Rijeka i Riječki zaljev smješteni su u području Kvarnera, u sjevernom dijelu istočno-jadranske obale. Glavni vodotok u području grada Rijeke je Rječina čija duljina iznosi 18,3 km (FRANČIŠKOVIĆ-BILINSKI i sur., 2011). Obalno područje grada Rijeke izgrađeno je pretežito od krednih naslaga od kojih su najzastupljeniji vapnenci. Širu okolicu Rijeke i drenažno područje Rječine uz kredne naslage izgrađuju i paleogenski foraminiferski vapnenci te fliš (lapori, pješčenjaci i breče u izmjeni) koji sadrži vrlo visoke udjele glina (ŠIKIĆ i POLŠAK, 1973; ŠIKIĆ i PLENIČAR, 1975; FRANČIŠKOVIĆ-BILINSKI i sur., 2011). Rječina izvire na kontaktu krednih vapnenaca i eocenskog fliša na nadmorskoj visini od 325 m (FRANČIŠKOVIĆ-BILINSKI i sur., 2011). Najvećim dijelom protječe flišnom dolinom, a posljednjih nekoliko kilometara vodotok je usječen u kanjon kojeg grade karbonatne stijene. Rječina se u more ulijeva kod grada Rijeke. Kvartarni sedimenti javljaju se u nekoliko područja u dolini Rječine te u njenom ušću (BENAC i sur., 2003;

FRANČIŠKOVIĆ-BILINSKI i sur., 2011). U blizini ušća Rječine debljina holocenskih sedimenata iznosi nekoliko desetaka metara (BENAC i sur., 1992). Dno Riječkog zaljeva u najvećoj mjeri prekrivaju muljeviti sedimenti za koje se smatra da su recentni, a izvori tog materijala su stalni ili povremeni površinski tokovi, direktan unos trošenog materijala te podmorski izvori (vrulje) duž obale (JURAČIĆ i sur., 1999). Pijesci i šljunkoviti pijesci javljaju se u ograničenim zonama donosa krupno-zrnastog terigenog materijala u ušću Rječine, a izvor materijala su naslage fliša koje Rječina drenira u gornjem dijelu svojega toka (JURAČIĆ i sur., 1999). Područje Riječkog zaljeva (pogotovo u blizini grada Rijeke) pod snažnim je antropogenim utjecajem (urbanizam i industrijski razvoj).

Bakarski zaljev smješten je na sjevernom dijelu istočno-jadranske obale, južno od grada Rijeke. Dio je Bakar-Vinodol sinklinale koja je potopljena za vrijeme holocenske transgresije. Grimani i suradnici (1973) navode kako krila sinklinale izgrađuju naslage gornje krede, od čega prevladavaju vapnenci, dolomiti i dolomitne breče, dok središnji dio sinklinale izgrađuju eocenski foraminiferski vapnenci i fliš (izmjene lapora, vapnenaca, vapnenačkih breča i konglomerata). Bakarski zaljev je poluzatvoren zbog čega se u relativno mirnim uvjetima talože sitno-zrnasti (muljeviti) sedimenti s vrlo malim udjelima šljunka i pijeska, a nastali su direktnim trošenjem obale (JURAČIĆ i sur., 1999; CUKROV i sur., 2014). Na dnu zaljeva prisutno je i mnogo podvodnih izvora tj. vrulja. Zaljev je pod snažnim antropogenim utjecajem (industrijsko je područje) te se često navodi kao jedan od najzagađenijih zaljeva istočne strane Jadranskog mora.

Otok Pag pripada sjevernim dalmatinskim otocima i ima karakterističan dinarski pravac pružanja (SZ-JI). Najrazvedeniji je hrvatski otok te jedan od najvećih (LEDER i sur., 2017). Paški zaljev okružuju naslage gornje krede, paleogena i kvartara (MAMUŽIĆ i SOKAČ, 1973; NIKLER i sur., 1976). Naslage gornje krede (vapnenci i dolomiti) najstarije su naslage otoka Paga, a nalaze se u jezgrama antiklinala. Jezgre sinklinala čine plitke depresije (doline i polja) koje ispunjavaju paleogenske klastične naslage (eocenski lapori, pješčenjaci i foraminiferski vapnenci). Paleogenske naslage u sinklinalama mjestimice prekrivaju kvartarne naslage, gline i pijesci (MAMUŽIĆ i SOKAČ, 1973; NIKLER i sur., 1976; ILIJANIĆ i sur., 2022).

Otok Molat pripada zadarskom arhipelagu, a nalazi se jugoistočno od otoka Ista. Molat u najvećoj mjeri izgrađuju gornjokredni okršeni dolomitni vapnenci te rudistni vapnenci (MAMUŽIĆ i SOKAČ, 1973). Transgresivno na gornjokredne vapnence slijede eocenske prijelazne naslage, foraminiferski vapnenci, a oni se na Molatu nalaze u jezgri

sinklinale uz Brguljski zaljev te sjeverno od naselja Molat (MAMUŽIĆ i SOKAČ, 1973). Tanak sloj *terra rosse* prisutan je sjeverno od Brguljskog zaljeva, a ispunjava morfološka udubljenja nastala na karbonatnoj podlozi.

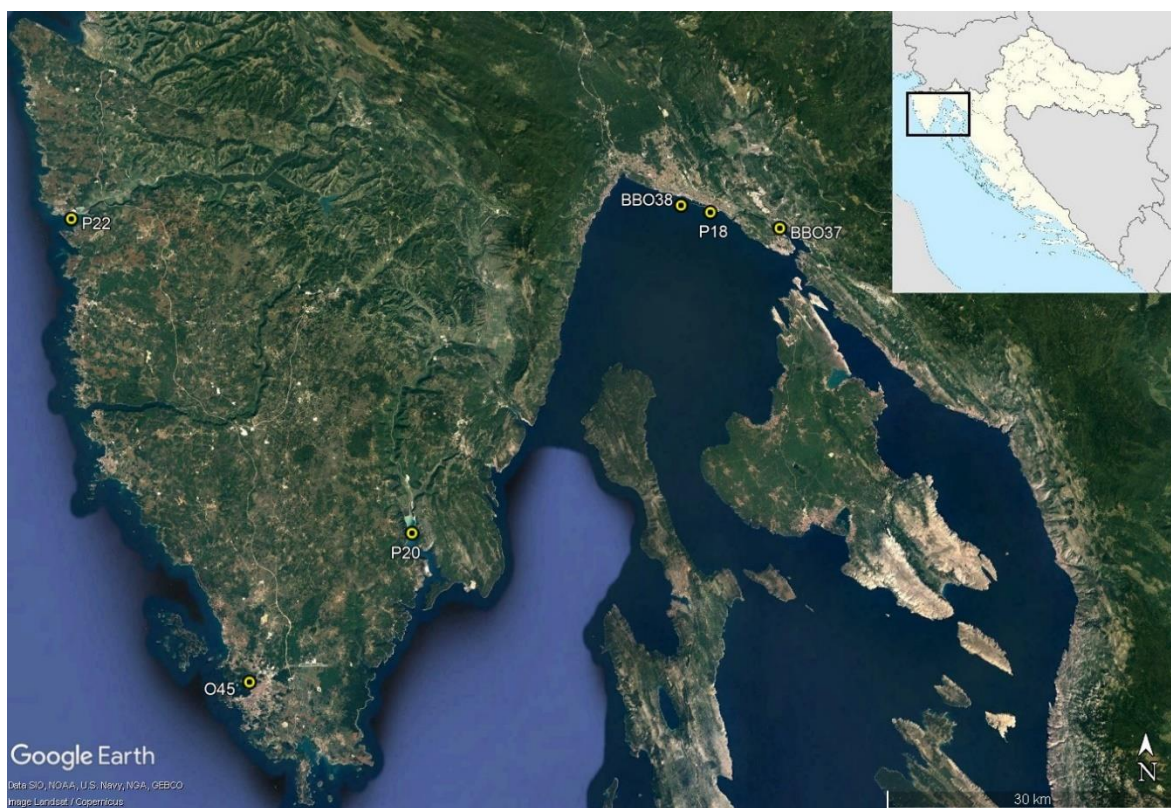
Novigradsko more je poluzatvoreni zaljev smješten u sjevernoj Dalmaciji. S otvorenim morem (Velebitskim kanalom) spaja ga Novigradsko ždrilo koje se nalazi na njegovom sjevernom dijelu, a s Karinskim morem spojeno je na jugoistočnom dijelu. Dužina Novigradskog ždrila iznosi 3750 m, a širina na razini mora mu iznosi od 150 do 250 m. Strme padine Novigradskog ždrila izdižu se na 150 m nadmorske visine (HASAN i sur., 2020). U Novigradsko se more ulijeva rijeka Zrmanja čija je ukupna duljina 69 km. Zrmanja je tipična krška rijeka s mnogo sedrenih formacija te u Novigradsko more nosi relativno male količine materijala (FIKET i sur., 2017). Sedrene formacije pronađene su i u Novigradskom ždrilu (PAVLOVIĆ i sur., 2005; BAKRAN-PETRICIOLI i PETRICIOLI, 2008). Područje Novigradskog mora i drenažno područje rijeke Zrmanje izgrađuju mezozojske karbonatne naslage (jurski i kredni vapnenci, dolomiti i karbonatne breče) na koje transgresivno slijede paleogenske karbonatne i klastične naslage: eocenski vapnenci, dolomiti i breče, oligocenski konglomerati i vapnenci te lapori (IVANOVIĆ i sur., 1976). Naslage boksita formirane su u paleogenskim naslagama. Novigradsko ždrilo okružju vapnenci gornje krede te naslage eocena i oligocena. Rijeka Zrmanja nosi glavninu krupno-zrnastog materijala koji se u najvećoj mjeri taloži u samom ušću. Sitno-zrnasti sedimenti doneseni rijekama u području Novigradskog mora talože se iz suspenzije u najdubljim dijelovima udaljenijim od riječnog ušća Zrmanje i ostalih izvora terigenog materijala (FIKET i sur., 2017). Izvor sitno-zrnastog materijala su naslage eocenskog fliša. Za područje Novigradskog ždrila Hasan i suradnici (2020) ustanovili su da se najveće količine sedimenta nalaze na krajevima kanala i u njegovom središnjem dijelu, a krupnije-zrnasti sedimenti nalaze se u Novigradskom moru ispred ulaza u kanal. Na suprotnom kraju Novigradskog ždrila, u dijelu Velebitskog kanala sediment je sitno-zrnasti (FIKET i sur., 2017). Najveći dio Novigradskog ždrila prekriven je tankim slojem sedimenata, a na mjestima zbog brojnih sedrenih barijera u potpunosti izostaje (HASAN i sur., 2020). Vrlo tanki pokrovi sedimenta unutar samog ždrila posljedica su pojava jakih pridnenih strujanja koja su prouzročena velikim dotokom riječne vode u Novigradskom moru. Rijekom Zrmanjom godišnje dotječe 2-3 puta više slatke vode od ukupnog volumena Novigradskog mora (FIKET i sur., 2017).

Estuarij rijeke Krke i Prokljansko jezero smješteni su sjeverno od grada Šibenika. Rijeka Krka izvire podno Dinare u blizini grada Knina, a u Jadran se ulijeva u blizini Šibenika. Rijeka Krka tipična je krška rijeka koju prihranjuju podzemne vode. Duljina vodenog toka iznosi 49 km, a dodatna 24 km pripadaju njenom estuariju (BONACCI i sur., 2006). Estuarij rijeke Krke okružuju vapnenci gornje krede i eocena (MAMUŽIĆ, 1975; PROHIĆ i JURAČIĆ, 1989). Rijeka Krka ne donosi mnogo terigenog materijala u Prokljansko jezero zbog toga što u dijelu toka uzvodno od estuarija sadrži mnogo sedrenih barijera i jezera koji predstavljaju zamku za prenošeni materijal (PROHIĆ i JURAČIĆ, 1989; HASAN i sur., 2023). Većinu terigenog materijala sa sjeveroistoka u Prokljansko jezero donosi rijeka Guduča u kojoj nisu razvijene sedrene barijere koje zadržavaju materijal. Rijeka Guduča bujični je tok, a njeno drenažno područje u najvećoj mjeri izgrađuju eocenske flišne naslage te u manjoj mjeri karbonatne stijene (PROHIĆ i JURAČIĆ, 1989). Na području Prokljanskog jezera, estuarija i kanjona rijeke Krke talože se pretežito sitno-zrnasti sedimenti (prevladava prah). Pjeskoviti sedimenti talože se u sedrenim barijerama uzvodno od ušća (HASAN, 2023).

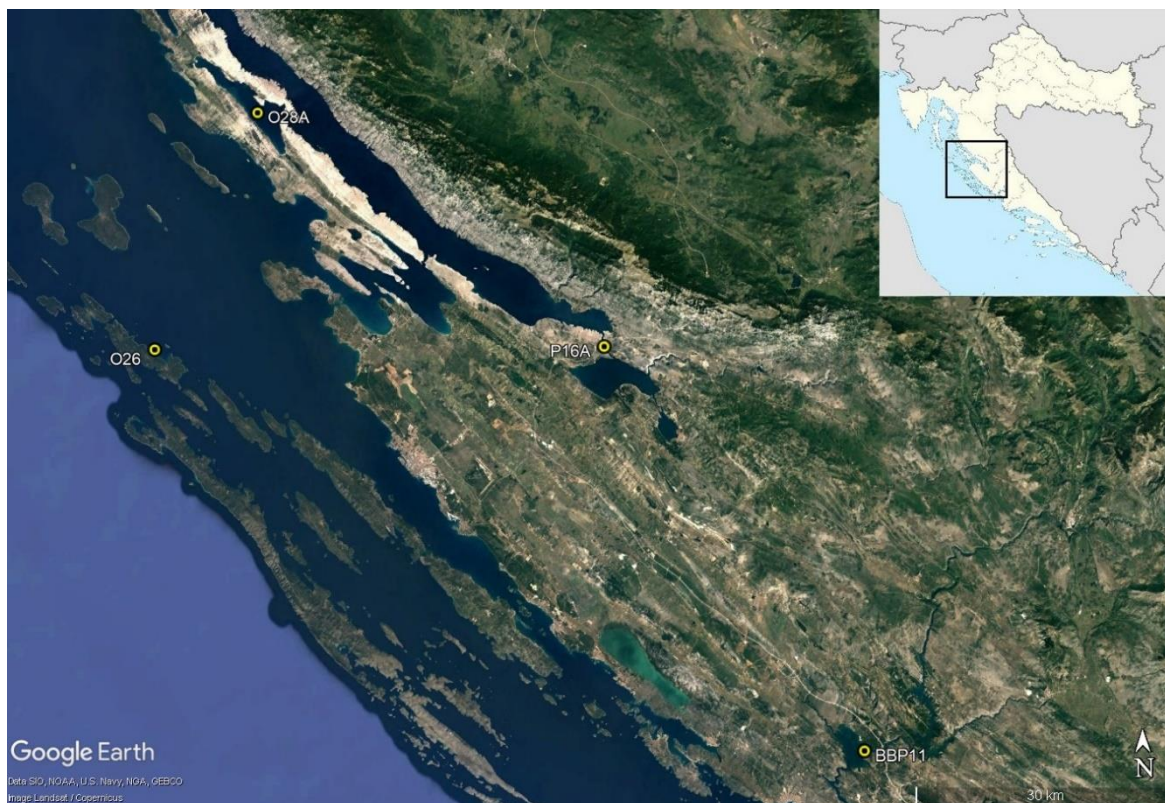
4. Materijali i metode istraživanja

4.1. Uzorkovanje

U sklopu ovog diplomskog rada analizirano je ukupno 10 uzoraka. Uzorkovan je površinski sediment (do 5 cm dubine) odabranih riječnih ušća i zaljeva Jadranskog mora. Uzorci su uzorkovani Van Veen-ovim grabilom na dubinama manjim od 70 m. Lokacije uzorkovanja prikazane su na slikama 5 i 6, a točne koordinate i dubine uzoraka navedene su u tablici 1.



Slika 5. Satelitska snimka s označenim lokacijama uzorkovanja za uzorke P22, O45, P20, BBO38, P18 i BBO37.



Slika 6. Satelitska snimka s označenim lokacijama uzorkovanja za uzorke O28A, O26, P16A i BBP11.

Tablica 1. Popis uzoraka s navedenim dubinama, koordinatama i lokacijama uzorkovanja.

<i>Uzorak</i>	<i>Dubina (m)</i>	<i>Geografska širina (N)</i>	<i>Geografska duljina (E)</i>	<i>Lokacija</i>
P22	4,7	45° 18' 40"	13° 35' 09"	ušće Mirne
O45	12,3	44° 52' 43,2"	13° 50' 25,2"	luka Pula
P20	13,5	45° 0' 59,85"	14° 03' 9,3"	Raški zaljev
BBO38	57,9	45° 19' 32,13"	14° 24' 30,28"	Riječki zaljev, ispred grada Rijeke
P18	30,3	45° 19' 8,24"	14° 26' 52,19"	ušće Rječine
BBO37	27,3	45° 18' 13,01"	14° 32' 28,15"	Bakarski zaljev
O28A	47,9	44,48735°	15,01205°	Pag
O26	46,5	44,2344°	14,863°	Molat
P16A	26,1	44,232144°	15,525375°	Novigradsko ždrilo
BBP11	14	43,8076°	15,889717°	Prokljan, estuarij Krke

4.2. Laboratorijske metode

4.2.1. Granulometrijska analiza

Za određivanje granulometrijskog sastava svih 10 uzoraka korištena je kombinacija mokrog sisanja i laserskog granulometra. Granulometrijska metoda mokrog sisanja korištena je za čestice $> 0,063$ mm, a provedena je u laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, a analiza zrna na česticama $> 0,063$ mm provedena je metodom laserskog granulometra.

Za metodu mokrog sisanja odvagana je početna količina uzoraka za analizu. Za više pjeskovite uzorke odvagano je 70 g suhog uzorka dok je za one više muljevite odvagano 50 g. Odvagani uzorak razmućen je u destiliranoj vodi dok nije dobivena jednolična suspenzija. Suspenzija je zatim prosijana kroz set od 7 sita čiji su promjeri otvora 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm te 0,063 mm (zapravo granice od sitnog šljunka do vrlo sitnog pijeska). Za sisanje su korištena Retsch® ASTM laboratorijska sita, a za pomoć pri sisanju korištena je tresilica Fritsch Analysette® (slika 7). Tijekom sisanja čestice sedimenta na situ temeljito se ispiru destiliranom vodom kako bi se frakcije međusobno što bolje izdvojile i kako one sitnije ne bi zaostajale u otvorima sita. Frakcije zaostale na sitima isprane su destiliranom vodom i premještene u staklene posudice, višak vode od ispiranja sita je dekantiran, a odvojene frakcije u posudicama stavljene su na sušenje te nakon sušenja izvagane. Najsitnija frakcija ($< 0,063$ mm) prošla je kroz sva sita, a sakupljena je u vidu suspenzije u staklenim posudama nakon čega je ostavljena da se istaloži. Nakon taloženja frakcija $< 0,063$ mm analizirana je laserskim granulometrom u vodenoj suspenziji.



Slika 7. Tresilica Fritsch Analysette® i set sita za mokro sisanje.

Podatci dobiveni analizom veličine zrna mokrim sisanjem i laserskim granulometrom za svaki uzorak spojeni su u setove i zatim obrađeni pomoću statističkog paketa Gradistat® Ver. 9.1 (BLOTT i PYE, 2001). Na temelju dobivenih podataka iz udjela frakcija određen je tip sedimenta prema Folkovoj klasifikaciji (1954), a prema Folku i Wardu (1957) su izračunati sljedeći granulometrijski parametri:

Srednja veličina zrna (median) od koje je 50% čestica veće, a 50% manje:

$$Md = \phi 50$$

Prosječna veličina zrna (mean size):

$$Mz = \frac{(\phi 16 + \phi 50 + \phi 84)}{3}$$

Sortiranje (sorting) koje pokazuje jednoličnost distribucije:

$$S_o = \frac{(\phi_{84} - \phi_{16})}{4} + \frac{(\phi_{95} - \phi_5)}{6,6}$$

Kategorije sortiranosti sedimenta

< 0,35	vrlo dobro sortirano
0,35-0,50	dobro sortirano
0,50-0,70	umjereno dobro sortirano
0,70-1,00	umjereno sortirano
1,00-2,00	loše sortirano
2,00-4,00	vrlo loše sortirano
> 4,00	izrazito loše sortirano

Asimetričnost raspodjele (skewness) pokazatelj je devijacije u raspodjeli čestica. Pozitivne vrijednosti pokazuju da prevladava krupnija frakcija, odnosno da je krivulja iskošena prema sitnijim sedimentima. Negativne vrijednosti pokazuju da prevladava sitnija frakcija, odnosno da je krivulja iskošena prema krupnijim sedimentima.

$$S_k = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

Kategorije asimetričnosti krivulje:

-1,00 do -0,30	vrlo negativno zakošena krivulja
-0,30 do -0,10	negativno zakošena krivulja
-0,10 do 0,10	gotovo simetrična krivulja
0,10 do 0,29	pozitivno zakošena krivulja
0,30 do 1,00	vrlo pozitivno zakošena krivulja

Zaoštrenost krivulje (kurtosis) odnosi se na raspršenost raspodjele. Ukoliko je krivulja zaoštrena, materijal je raspoređen oko jedne veličine zrna, a ukoliko je krivulja zaravnjena prisutno je više granulometrijskih frakcija.

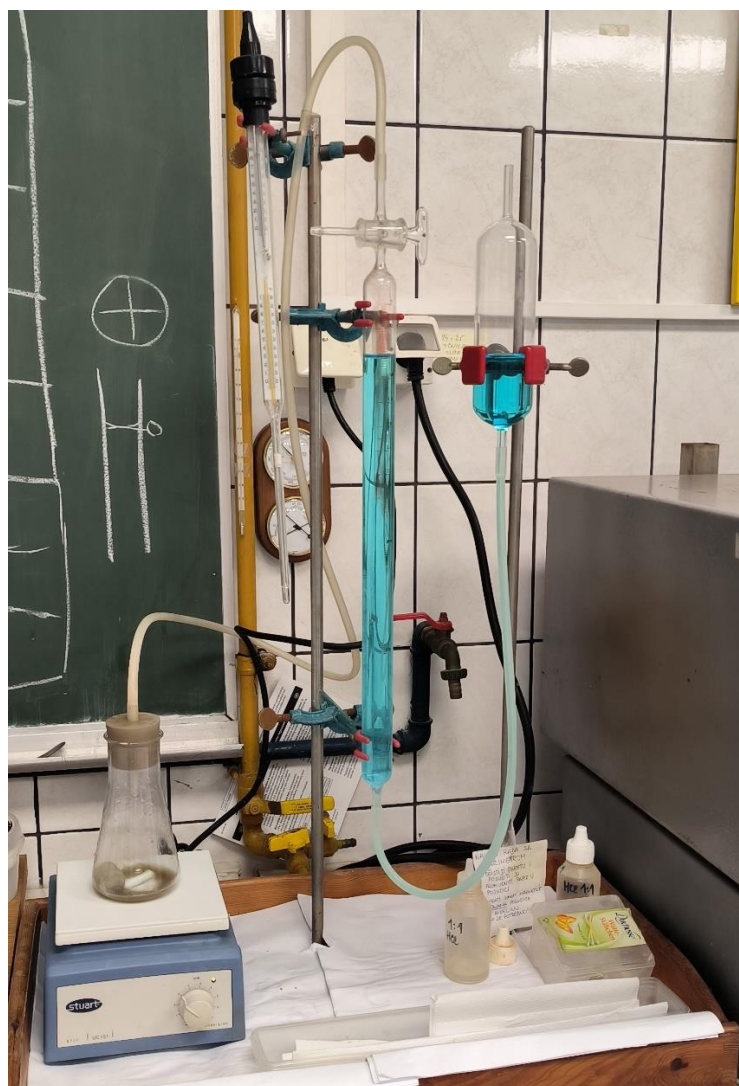
$$Kg = \frac{(\phi_{95} - \phi_5)}{2,44 (\phi_{75} - \phi_{25})}$$

Kategorije zaoštrenosti krivulje:

< 0,67	vrlo zaravnjena krivulja
0,67-0 90	zaravnjena krivulja
0,90-1,11	srednje zaoštrena krivulja
1,11-1,50	zaoštrena krivulja
1,50-3,00	vrlo zaoštrena krivulja
> 3,00	izuzetno zaoštrena krivulja

4.2.2. Određivanje udjela karbonatne komponente

Za određivanje udjela karbonatne komponente u uzorcima korištena je Scheiblerova aparatura (slika 8). Analiza je provedena u laboratoriju Mineraloško-petrografskog zavoda Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Udio karbonatne komponente određivan je na cjelokupnim uzorcima te na sitno-zrnastoj frakciji dobivenoj mokrim sijanjem. Ovom se metodom mjeri volumni udio ugljikovog dioksida (CO_2) koji nastaje otapanjem karbonata u klorovodičnoj kiselini (HCl).



Slika 8. Scheiblerova aparatura za određivanje udjela karbonatne komponente.

Svaki uzorak usitnjen je u fini prah tučkom u ahatnom tarioniku. Prije analize samih uzoraka mjeri se standard (čisti CaCO₃, Pro analysis, Kemika). Na analitičkoj vagi odvagano je 300 mg standarda koji je prebačen u Erlenmeyerovu tikvicu. U tikvicu je dodano 5 ml 37%-tne HCl razrijeđene destiliranom vodom u omjeru 1:1 u zasebnoj plastičnoj čašici kako ne bi došlo do prijevremene reakcije kiseline sa standardom. U tikvicu je stavljen magnetič, a tikvica je zatvorena gumenim čepom i stavljena na magnetnu miješalicu. Tijekom 5 minuta uz miješanje u zatvorenom sustavu 300 mg standarda reagiralo je s HCl-om, a tijekom reakcije razvio se plin CO₂ čiji se volumen (u ml) očitao sa Scheiblerove aparature. Isti postupak proveden je i za svaki od 10 uzoraka, a svako mjerenje (standarda i uzoraka) provodilo se dva puta zbog mogućnosti odstupanja rezultata. Maseni udio karbonata izračunat je prema formuli:

$$\%CaCO_3 = \frac{ml CO_2 \cdot F_{T,P} \cdot 2,274 \cdot 100}{mg standarda}$$

gdje je $F_{T,P}$ vrijednost koja se očitava iz tablice (ÖNORM L 1084, 1989), a ovisi o tlaku i temperaturi prostora u kojem je provođeno mjerenje. Za konačnu vrijednost udjela karbonatne komponente u uzorcima uzeta je aritmetička sredina dvaju dobivenih rezultata. Analiza je provedena na ukupnim uzorcima te na frakciji mulja svakog uzorka.

4.2.3. Metoda difrakcije rendgenskih zraka na prahu (XRPD)

Metodom difrakcije rendgenskih zraka na prahu određen je mineralni sastav uzoraka. Analiza je provedena na Mineraloško-petrografskom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Difrakcijski podaci prikupljeni su difraktometrom za prah Philips PW 3040/60 X'Pert Pro prikazanom na slici 9.



Slika 9. Difraktometar za prah Philips PW 3040/60 X'Pert Pro.

Temelj ove metode je činjenica da se rendgenske zrake raspršuju u interakciji s pravilnom strukturom odnosno kristalnom rešetkom minerala. Ravnine kristalne rešetke minerala ponavljaju se na udaljenostima koje odgovaraju valnoj duljini rendgenskih zraka, a valne duljine primarnog zračenja pritom se ne mijenjaju. Rendgenska difrakcija je interferencijsko pojačanje raspršenog zračenja. Do difrakcije dolazi ukoliko je razlika u hodu

između raspršenih zraka susjednih mrežnih ravnina jednaka cijelom broju valnih duljina.

Uvjet za rendgensku difrakciju izražava se Braggovim zakonom:

$$n\lambda = 2d_{hkl}\sin\theta$$

pri čemu vrijedi:

n – cijeli broj, red zračenja

λ – valna duljina zračenja

d_{hkl} – međumrežni razmak hkl tipa mrežnih ravnina

θ – kut pod kojim zrake padaju na mrežnu ravninu

Svaki od 10 uzoraka prije analize u ahatnom tarioniku smrvljen je u fini prah. Određenom količinom usitnjenog uzorka napunjen je aluminijski nosač, a uzorak u nosaču s gornje strane poravnat je stakalcem te stavljen u difraktometar i sniman 20 minuta. Velik broj sitnih čestica polikristaliničnog uzorka koje su orijentirane u različitim smjerovima pridonosi većoj vjerojatnosti zadovoljavanja Braggovog zakona. Za analizu uzoraka korištena je bakrena cijev odnosno $\text{CuK}\alpha$ zračenje valne duljine 1,54178 Å. Napon i struja na cijevi tijekom snimanja iznosili su 40 kV odnosno 40 mA. Brzina zakretanja detektora tijekom snimanja postavljena je na $0,02^\circ 2\theta$. Analiza snimljenih difraktograma napravljena je u programu X'Pert HighScore Plus (PHILIPS ANALYTICAL B. V. 2001), a dobiveni rezultati uspoređeni su s JCPDS (Joint Committee for Powder Diffraction Standard) bazom podataka (JCPDS, 1996). Na difraktogramima su korištene oznake za minerale prema Kretz (1983), a dodane su oznake za amfibol (Amph), magnezijski kalcit (Cal-Mg) i aluminijski nosač uzorka (Al):

Arg – aragonit

Cal – kalcit

Chl – klorit

Dol – dolomit

Hl – halit

Ill – ilit

Ms – muskovit

Pl – plagioklas

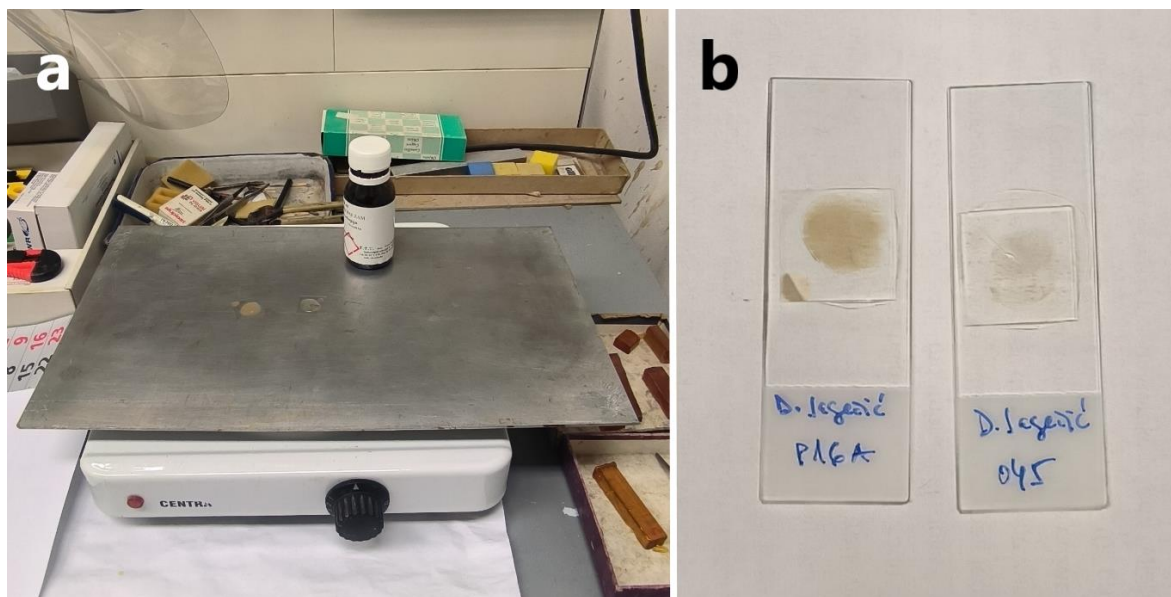
Qtz – kvarc

4.2.4. Mikroskopska analiza sedimenta

Mikroskopska analiza provedena je na Mineraloško-petrografskom zavodu Geološkog odsjeka na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu. Analizirane su frakcije svih uzoraka izdvojene mokrim sijanjem. Frakcije izdvojene mokrim sijanjem raspona su veličina čestica od vrlo sitnog pijeska (0,063 mm) do sitnog šljunka (> 4 mm). Mikroskopskom analizom utvrđen je okvirni udio skeletnih i neskeletnih zrna (bioklasta i litoklasta) u pojedinoj frakciji te njihov oblik i očuvanost kako bi se pobliže odredile karakteristike sedimenta i karakteristike taložnih okoliša u pojedinim zaljevima i ušćima. Za analizu je korišten Zeiss AxioLab svjetlosni mikroskop s povećanjem od 2,5x. Uzorci su fotografirani Canon EOS 500D digitalnom kamerom pomoću njenog računalnog programa EOS Utility.

4.2.5. Mikroskopska analiza nanofosila

Priprema uzoraka za mikroskopsku analizu nanofosila odrađena je laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Prosijana frakcija manja od 0,063 mm razmućena je u destiliranoj vodi. Kapaljkom je uzeto nekoliko kapi suspenzije i stavljeno na pokrovno stakalce. Uzorak je zagrijavan na električnom rešou, a nakon potpunog isparavanja vode preostali suhi supstrat pokriven je kanada balzamom (slika 10a). Uzorak prekriven kanada balzamom ponovno je zagrijan do točke optimalne za lijepljenje na predmetno stakalce. Nakon hlađenja preparat je označen pripadajućom oznakom lokacije (slika 10b). Analiza nanofosila provedena je na svjetlosnom mikroskopu Zetopan Reichert pri povećanju od 1000 puta, a fotografiranje je obavljeno pomoću digitalnog fotoaparata Canon EOS 80D. Starosti određenih vrsta nanofosila određene su prema Perch-Nielsen (1985), Martini (1971) te Nannotax bazi podataka [URL1].



Slika 10. Priprema uzoraka za mikroskopsku analizu nanofosila: **a** – zagrijavanje pokrovnog stakalca sa suspenzijom; **b** – označeni preparati za analizu.

5. Rezultati

5.1. Rezultati granulometrijske analize

Granulometrijske karakteristike te vrsta sedimenta svakog analiziranog uzorka navedene su u tablici 2. Obradom rezultata u statističkom paketu Gradistat® Ver. 9.1 (BLOTT i PYE, 2001) dobiveni su podatci o udjelima šljunka, pijeska i mulja u uzorcima, srednja veličina zrna, prosječna veličina zrna, sortiranost te koeficijenti asimetričnosti raspodjele i zaoštrenosti krivulje.

Tablica 2. Granulometrijske karakteristike analiziranih sedimenata (Š – šljunak, P – pijesak, M – mulj, Md – srednja veličina zrna, Mz – prosječna veličina zrna, So – sortiranost, Sk – asimetričnost raspodjele, Kg – zaoštrenost krivulje).

<i>Uzorak</i>	Š (%)	P (%)	M (%)	Md (μm)	Mz (μm)	So (ϕ)	Sk (ϕ)	Kg (ϕ)	<i>Vrsta sedimenta</i>
P22	0,2	2,3	97,5	5,36	5,75	1,70	-0,08	0,84	slabo šljunkoviti mulj
O45	5,9	16,8	77,3	24,05	28,30	2,30	-0,33	1,71	šljunkoviti mulj
P20	0,1	0,3	99,6	4,71	4,64	1,29	0,10	1,12	slabo šljunkoviti mulj
BBO38	0,3	5,0	94,7	4,57	4,95	2,02	-0,13	0,97	slabo šljunkoviti mulj
P18	0,5	43,5	56,0	53,45	47,07	1,39	0,17	1,05	slabo šljunkovito pjeskoviti mulj
BBO37	0,5	12,9	86,6	13,32	13,16	2,07	-0,01	1,15	slabo šljunkovito pjeskoviti mulj
O28A	0,1	1,6	98,3	5,54	5,64	1,50	-0,06	1,06	slabo šljunkoviti mulj
O26	0,9	88,1	11,0	182,5	191,2	1,44	-0,04	0,93	slabo šljunkovito muljeviti pijesak
P16A	23,5	51,6	24,8	627,2	345,8	3,37	0,37	0,85	šljunkovito muljeviti pijesak
BBP11	1,4	3,5	95,1	6,08	6,27	1,74	-0,09	1,04	slabo šljunkoviti mulj

Udjeli šljunka u uzorcima sedimenata kreću se u rasponu od 0,1 do 23,5 %, s prosjekom od 3,34 %. Udjeli šljunka u svakom su uzorku relativno niski, a najveći udio šljunka prisutan je u uzorku P16A iz Novigradskog ždrila.

Udjeli pijeska u analiziranim sedimentima kreću se u rasponu od 0,3 do 88,1 % gdje je prosjek 22,56 %. Iznadprosječni udjeli pijeska s obzirom na dobiveni prosjek prisutne su u uzorcima s područja Molata (O26), Novigradskog ždrila (P16A) i ušća Rječine (P18).

Udjeli muljeva u analiziranim sedimentima kreću se u rasponu od 11,0 do 99,6 %, uz prosječnu zastupljenost od 74,09 %. Gotovo svaki analizirani uzorak sadrži iznadprosječne udjele mulja u donosu na dobiveni prosjek, a iznimka su uzorci P18 iz ušća Rječine, P16A iz Novigradskog ždrila te O26 s Molata.

Srednja veličina zrna (Md) u analiziranim sedimentima kreće se u rasponu od 4,57 do 627,2 μm . Srednja veličina zrna u prosjeku iznosi 92,68 μm što prema Udden-Wentworthovoj ljestvici odgovara frakciji vrlo sitnog pijeska. Na ovako veliki raspon srednjih veličina zrna utjecaj imaju uzorci O26 (Molat) i P16A (Novigradsko ždrilo) čije srednje veličine zrna odgovaraju frakciji pijeska. Srednje veličine zrna svih ostalih uzoraka odgovaraju frakciji praha.

Prosječne veličina zrna (Mz) analiziranih uzoraka pokazuju slične brojke i trendove kao i srednje veličine zrna. Ovdje se veličine zrna kreću u rasponu od 4,64 do 345,8 μm , a njihov prosjek iznosi 65,28 μm što prema Udden-Wentworthovoj ljestvici odgovara frakciji vrlo sitnog pijeska. Prosječne veličine zrna svih uzoraka odgovaraju frakciji praha, dok one od uzorka O26 i P16A odgovaraju frakciji pijeska.

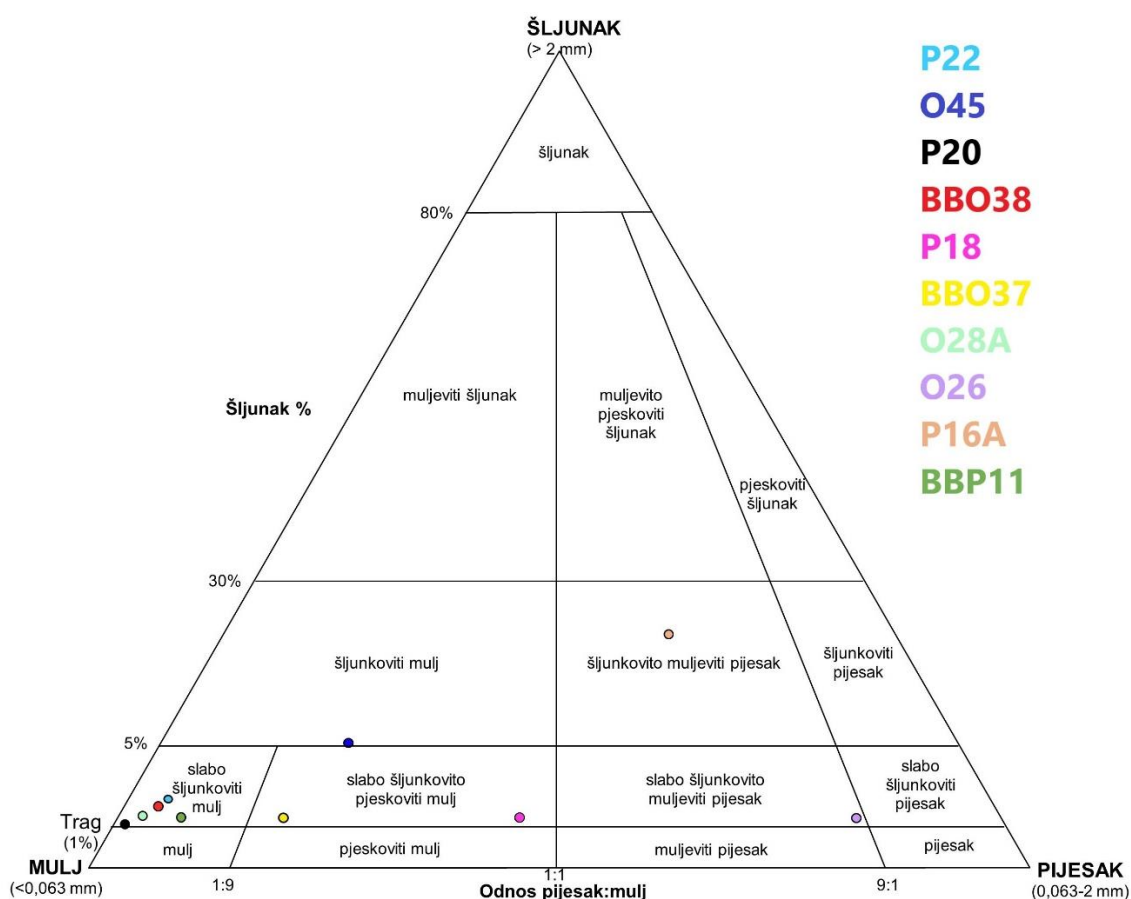
Svaki od analiziranih sedimenata je loše ili vrlo loše sortirani. Sortiranosti se kreću od 1,29 do 3,37, a prosječno su analizirani sedimenti loše sortirani (1,88).

Raspon koeficijenta asimetričnosti raspodjele u sedimentima kreće se od -0,33 do 0,37, gdje je prosjek -0,01. Koeficijenti asimetričnosti većine analiziranih sedimenta su blizu prosječne vrijednosti što bi značilo da imaju gotovo simetričnu krivulju, tj. da sadrže i krupno-zrnaste i sitno-zrnaste frakcije. Pozitivni koeficijenti karakteristični su za sedimente koji su krupno-zrnastiji odnosno koji sadrže nešto više frakcija šljunka i pijeska, a negativni za sitno-zrnastije sedimente u kojima prevladavaju muljevi.

Raspon koeficijenta zaoštrenosti krivulje kreće se u rasponu od 0,84 (zaravnjena krivulja) do 1,71 (vrlo zaoštrena krivulja), s prosjekom od 1,07. To bi značilo da analizirani

sedimenti u prosjeku imaju srednje zaoštrene krivulje. Zaoštrenost je jedna od mjera sortiranosti sedimenta stoga će sedimenti koji su bolje sortirani imati zaoštrene krivulje, dok će oni u čijim je sastavima prisutno više granulometrijskih frakcija imati više zaravnjene krivulje.

Granulometrijski sastav analiziranih sedimenata prikazan je Folkovim (1954) trokomponentnim dijagramom šljunak-pijesak-mulj (slika 11), a udjeli pojedinih frakcija prikazani su histogramima (prilozi 1-10) Većina analiziranih sedimenata pripada muljevima, dok uzorci P16A i O26 pripadaju pijescima. Uzorak P16A određen je kao šljunkovito muljeviti pijesak, a O26 kao slabo šljunkovito muljeviti pijesak. Među muljevima uzorak O45 određen je kao šljunkoviti mulj, uzorci BBO37 i P18 kao slabo šljunkovito pješkoviti muljevi, a preostali uzorci pripadaju slabo šljunkovitim muljevima.



Slika 11. Granulometrijski sastav analiziranih uzoraka. Svaki od uzoraka označen je zasebnom bojom (prema FOLK, 1954).

5.2. Rezultati određivanja udjela karbonatne komponente

Rezultati određivanja udjela karbonatne komponente u cjelokupnim uzorcima i sitno-zrnastoj frakciji prikazani su u tablici 3. Udio karbonatne komponente u cjelovitim uzorcima kreće se od 23,59 % do 80,62 % s prosjekom od 46,15 %. U sitno-zrnastoj frakciji udio karbonata kreće se od 25,07 % do 70,46 % gdje je prosjek 41,36 %.

Tablica 3. Određeni udjeli karbonatne komponente izraženi u postocima u cjelokupnom uzorku i u sitno-zrnastoj frakciji.

<i>Uzorak</i>	<i>CaCO₃ (%) cjelokupni uzorak</i>	<i>CaCO₃ (%) sitno-zrnasta frakcija</i>
P22	32,48	38,61
O45	29,34	25,19
P20	37,34	41,38
BBO38	26,81	25,98
P18	57,43	52,96
BBO37	23,59	28,99
O28A	37,37	41,97
O26	80,62	70,46
P16A	76,53	25,07
BBP11	60,03	62,94

5.3. Rezultati difrakcije rendgenskih zraka na prahu

Difrakcijom rendgenskih zraka na praškastom uzorku ustanovljen je mineralni sastav 10 uzoraka. Na temelju visina difrakcijskih maksimuma procijenjeni su udjeli pojedinih minerala u uzorcima. Minerali prisutni u pojedinom uzorku po zastupljenosti navedeni su u tablici 4. Rendgenogrami svakog uzorka prikazani su u priložima 11-20.

U gotovo svim uzorcima kao glavni minerali pojavljuju se kvarc i kalcit. Iznimka su uzorci O26, P16A i BBP11. U uzorcima O26 i P16A najzastupljeniji su aragonit i kalcit, dok je kvarc među najmanje zastupljenim mineralima. U uzorku BBP11 vidno prevladava kalcit. Aragonit se u većini uzoraka (osim već spomenutih O26 i P16A gdje prevladava) pojavljuje u tragovima. Dolomit se pojavljuje kao sporedan ili u tragovima. Magnezijski kalcit se kao sporedan mineral pojavljuje u uzorcima O26 i P16A, a u uzorku O45 prisutan je u tragovima. Muskovit je prisutan u svim uzorcima osim u uzorku P16A, a dolazi kao sporedan ili u tragovima. Klorit, illit i plagioklasi, ukoliko su prisutni, javljaju se u tragovima. Amfiboli su prisutni u tragovima samo u uzorku O45. Prisutnost halita u uzorcima posljedica je osušenih i neispranih sedimenata, a prisutnost aluminija odraz je nosača uzorka, stoga halit i aluminij nisu navedeni u tablici 4.

Tablica 4. Mineralni sastav analiziranih uzoraka. Minerali su navedeni prema zastupljenosti, a označeni su prema Kretz (1983).

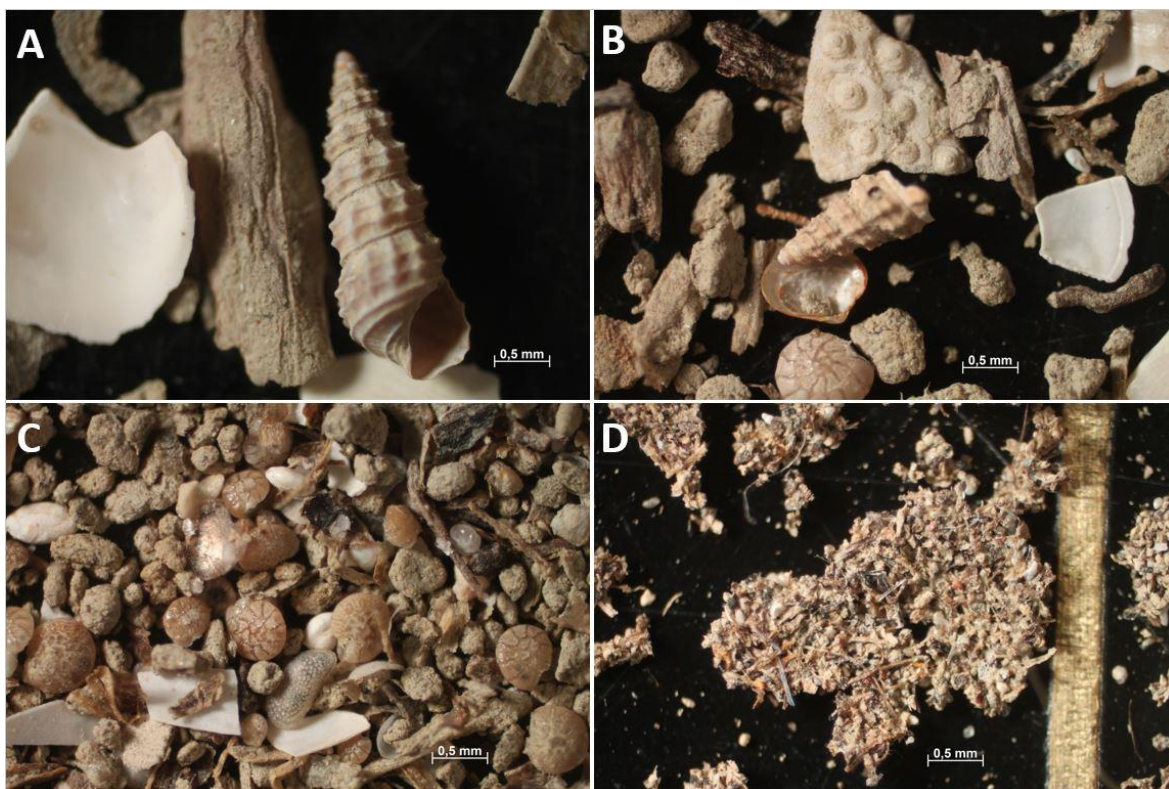
<i>Uzorak</i>	<i>Identificirani minerali prema redoslijedu zastupljenosti</i>
P22	Cal, Qtz, Ms, Chl, Pl
O45	Qtz, Cal, Dol, Pl, Ms, Arg, Amph, Chl, Cal-Mg
P20	Cal, Qtz, Ms, Chl, Dol
BBO38	Qtz, Cal, Ms, Chl, Pl, Dol, Arg
P18	Cal, Qtz, Dol, Ms, Chl, Pl
BBO37	Qtz, Cal, Ms, Pl, Chl, Dol, Arg
O28A	Cal, Qtz, Chl, Ms, Arg
O26	Arg, Cal, Cal-Mg, Dol, Ill, Qtz, Ms
P16A	Arg, Cal, Cal-Mg, Qtz, Ill
BBP11	Cal, Ms, Arg, Qtz

5.4. Rezultati mikroskopske analize sedimenta

Mikroskopskom analizom frakcija raspona veličina čestica od sitnog šljunka do vrlo sitnog pijeska ustanovljeno je da većinu analiziranih frakcija sedimentata sačinjavaju bioklasti. Oni su najčešće vrlo fragmentirani. Od skeletnih zajednica najčešća je foramol skeletna zajednica u kojoj prevladavaju ostatci foraminifera i mekušaca, a ostatci mahovnjaka su rijetki ili ih nema. U manjem broju uzoraka prevladavaju litoklasti i nekarbonatna zrna.

5.4.1. Uzorak P22 (ušće Mirne)

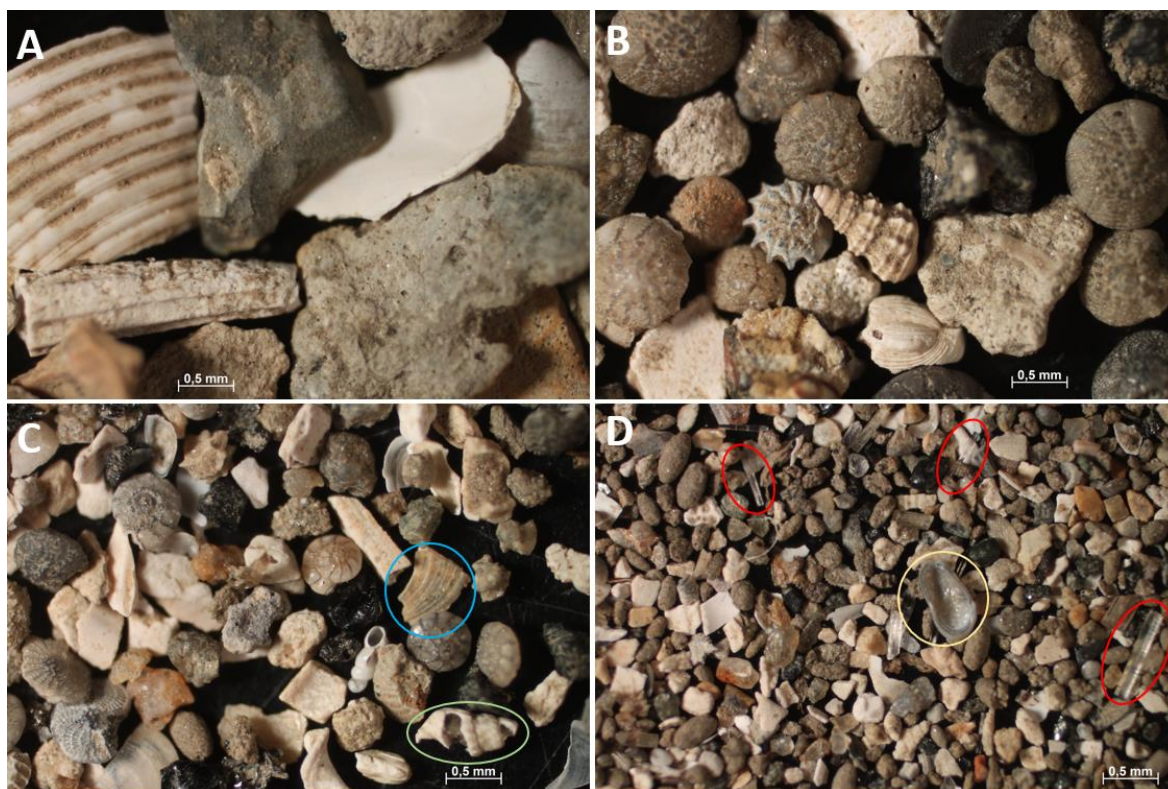
U frakciji šljunka (>2 mm) u uzorku P22 pronađene su ljuštore školjkaša i jedna ljuštura koponošca koje su relativno dobro očuvane i gotovo cjelovite. U frakcijama pijeska (0,063–2 mm) od školjkaša se pojavljuju samo fragmenti njihovih ljuštura (slike 12A, 12B i 12C). Kućice puževa očuvane su djelomično ili potpuno (slike 12A i 12B). U sitnijim frakcijama pijeska prisutno je nekoliko rodova bentičkih foraminifera čije su kućice relativno dobro očuvane (slike 12B i 12C). U nešto manjoj mjeri prisutni su ostrakodi (slika 12C), fragmenti ježinaca (slika 12B) i njihove bodlje te komadići mahovnjaka. U najsitnijoj frakciji pijeska (0,063–0,125 mm) uočene su i spikule spužvi (slika 12D). U svim frakcijama (a posebno onim sitnijim) vidno prevladavaju zrnca slijepljenog sedimenta i ostatci morskih trava i alga koje također sljepljuju sediment (slike 12B, 12C i 12D). U sitnijim frakcijama pijeska pronalaze se i niti mikroplastike (slika 12D).



Slika 12. Fotografije sedimenta uzorka P22. **A:** fragment ljuštore školjkaša (lijevo), ostatak morske trave (sredina) i očuvana kućica puža (desno) u frakciji 1–2 mm. **B:** kućica puža (sredina), fragment ježinca (iznad kućice puža), fragment ljuštore školjkaša (desno) i očuvana ljuštura školjkaša (ispod kućice puža) te foraminifera (sredina, dolje) u frakciji 0,5–1 mm. **C:** nekoliko vrsta foraminifera, ostrakod (u sredini između dvije kućice foraminifera), bijeli fragmenti ljuštura školjkaša te smečkasta slijepljena zrnca sedimenta u frakciji 0,25–0,5 mm. **D:** slijepljena zrnca sedimenta sa spikulama spužvi i niti mikroplastike (gornji dio fotografije) u frakciji 0,063–0,125 mm.

5.4.2. Uzorak O45 (luka Pula)

U najkрупnijim frakcijama sedimenta uzorka O45 pronađene su ljušturre školjkaša koje uglavnom nisu cjelovite te kućice puževa i koponožaca te fragment koralja. U frakcijama pijeska uočene su brojne bentičke foraminifere (slike 13B i 13C) koje su često dobro očuvane. Često se javljaju i fragmenti školjkaša (slike 13A i 13C). Kućice puževa u nekim su frakcijama cjelovite dok su u nekima slabije očuvane (slike 13B i 13C). U nešto manjem broju mogu se pronaći i ostatci ježinaca te njihove bodlje. U najsitnijim frakcijama pijeska uočene su usitnjene spikule i bodlje ježinaca, a prisutni su i ostatci ostrakoda (slika 13D). U uzorku O45 u svim frakcijama česta su tamna nekarbonatna zrna, litoklasti te kvarc.



Slika 13. Fotografije sedimenta uzorka O45. **A:** fragmenti školjkaša i fragment kućice koponošca (dolje lijevo) u frakciji 1–2 mm. **B:** različite vrste foraminifera i kućica puža (sredina) u frakciji 0,5–1 mm. **C:** različite vrste foraminifera, fragment školjkaša (zaokružen plavom bojom) i fragment puža (zaokružen zelenom bojom) u frakciji 0,25–0,5 mm. **D:** ostatak ostrakoda (zaokružen žutom bojom) i spikule spužvi (zaokružene crvenom bojom) u frakciji 0,125–0,25 mm.

5.4.3. Uzorak P20 (Raški zaljev)

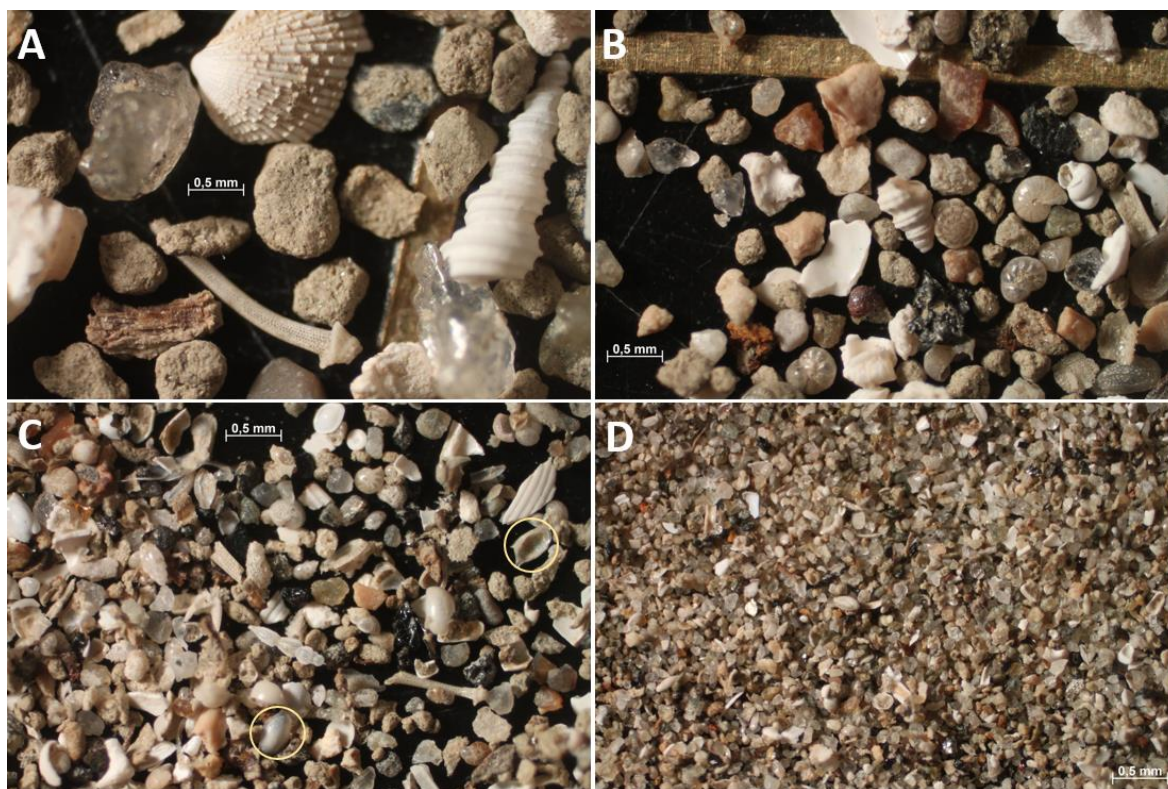
U uzorku P20 prevladavaju biogene čestice, a uglavnom su vrlo fragmentirane (slika 14). Šljunkovite frakcije je iznimno malo, a unutar nje je pronađena dobro očuvana ljuštura školjkaša i kućica puža. Uz školjkaše i puževe u uzorku P20 u pjeskovitim frakcijama uočene su razne bentičke foraminifere (slika 14A, 14B i 14C), bodlje ježinaca (slike 14A i 14C) i ostrakodi (slike 14C i 14D). Prevladavaju fragmenti ljuštura školjkaša i kućica puževa te foraminifere koje su uglavnom vrlo male, ali dobro očuvane (čak i one u najsitnijim frakcijama). U frakciji vrlo sitnog pijeska prevladavaju nekarbonatna crna zrnca, a prisutne su i fragmentirane spikule spužvi. Niti mikroplastike česte su u sitnijim frakcijama pijeska.



Slika 14. Fotografije sedimenta uzorka P20. **A:** fragmenti školjkaša i bodlje ježinaca (označene bijelo strelicom) u frakciji 0,5–1 mm. **B:** razne vrste foraminifera (neke od njih zaokružene plavom bojom), ostrakod (zaokružen žutom bojom) i fragmenti ljuštura školjkaša i ostalih organizama u frakciji 0,25–0,5 mm. **C:** razne vrste foraminifera (neke od njih zaokružene plavom bojom), bodlje ježinaca i niti mikroplastike (zaokružene crvenom bojom) u frakciji 0,125–0,25 mm. **D:** mnoštvo crnih nekarbonatnih zrnaca, očuvane foraminifere (zaokružene plavom bojom) i niti mikroplastike (zaokružene crvenom bojom) u frakciji 0,063–0,125 mm.

5.4.4. Uzorak BBO38 (Riječki zaljev, ispred grada Rijeke)

Uzorak BBO38 u najvećoj mjeri sačinjavaju biogene čestice. Frakciju vrlo sitnog šljunka (2-4 mm) sačinjavaju ljušture i fragmenti ljuštura školjkaša te litoklasti. U ostalim frakcijama ostatci mekušaca uglavnom su vrlo fragmentirani. Kućice različitih foraminifera u frakcijama pijeska su relativno dobro očuvane i često se pojavljuju (slike 15B i 15C). U frakcijama pijeska uočene su još i ljušture ostrakoda te bodlje i ostatci ježinaca (slike 15A i 15C). Uz biogene čestice u uzorku BBO38 prisutni su i litoklasti te zrna kvarca koja prevladavaju u frakciji vrlo sitnog pijeska (slika 15D). Niti mikroplastike pronađene su u frakcijama sitnog i vrlo sitnog pijeska.



Slika 15. Fotografije sedimenta uzorka BBO38. **A:** ljuštura školjkaša (gore), kućica puža (desno), bodlja ježinca (dolje) i prozirna zrna kvarca u frakciji 0,5–1 mm. **B:** razne vrste dobro očuvanih kućica foraminifera i kućica puža u frakciji 0,25–0,5 mm. **C:** razne vrste foraminifera, bodlja ježinca i ostatci ostrakoda (zaokruženi žutom bojom) u frakciji 0,125–0,25 mm. **D:** frakcija 0,063–0,125 mm u kojoj prevladavaju zrnca kvarca.

5.4.5. Uzorak P18 (ušće Rječine)

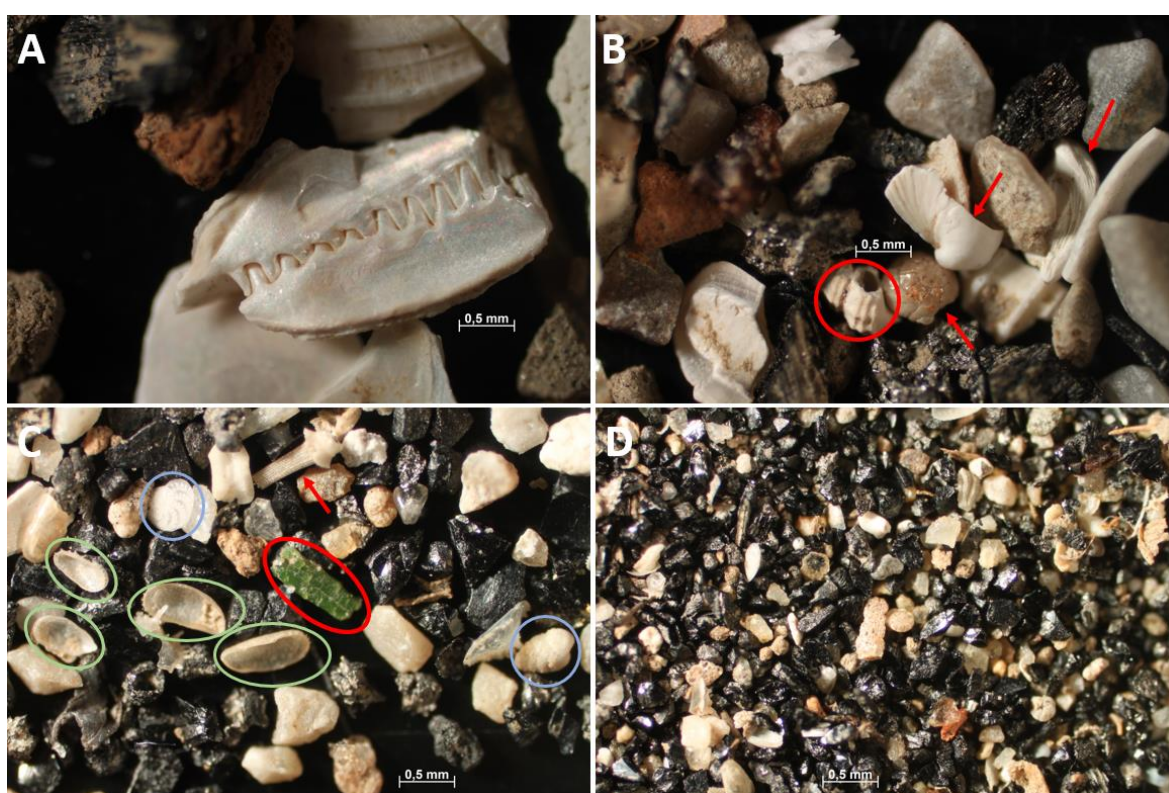
Uzorak P18 bogat je ostacima morskih trava i alga (slike 16C i 16D). Ostatci su prisutni u većini frakcija. Česti su litoklasti, karbonatna zrna i zrna kvarca (slike 16B, 16C i 16D). Ostatci mekušaca uglavnom su fragmentirani. Tek u ponekim frakcijama su bolje očuvani (slika 16A). Ostatci različitih vrsta bentičkih foraminifera pronađeni su u frakcijama pijeska i relativno su dobro očuvani (slike 16B, 16C i 16D). U nekoliko frakcija pijeska u uzorku P18 uočene su niti i zrnca mikroplastike (slika 16B).



Slika 16. Fotografije sedimenta uzorka P18. **A:** kućica puža (lijevo) i ljuštura školjkaša (desno) u frakciji 1–2 mm. **B:** fragment ljušture školjkaša (gore lijevo), očuvana foraminifera (sredina gore), nit mikroplastike (označena bijelom strelicom) i litoklasti (tamna zrnca) u frakciji 0,5–1 mm. **C:** brojni ostatci morskih algi i trava, litoklasti (tamna zrnca), zrnca kvarca (staklasta) i foraminifere (zaokružene plavom bojom) u frakciji 0,25–0,5 mm. **D:** foraminifere (zaokružene plavom bojom) i brojna zrnca kvarca (staklasta zrnca) u frakciji 0,125–0,25 mm.

5.4.6. Uzorak BBO37 (Bakarski zaljev)

U uzorku BBO37 prevladavaju terigene čestice. U frakcijama šljunka pronađene su ljuštore školjkaša (slika 17A) i zrnca slijepljenog sedimenta. U frakcijama pijeska najviše su prisutna zrna kvarca i tamni (crni litoklasti) prikazani na slici 17D. Biogenih je čestica manje od litoklasta, a uz fragmente ljuštura školjkaša prisutne su kućice puževa, razne vrste foraminifera (koje su više ili manje očuvane), bodlje ježinaca te ostatci ostrakoda (slike 17B i 17C). U frakciji srednje-zrnastog pijeska pronađeno je i zeleno zrnce klorita (slika 17C). Uzorku BBO37 prisutna je i mikroplastika.

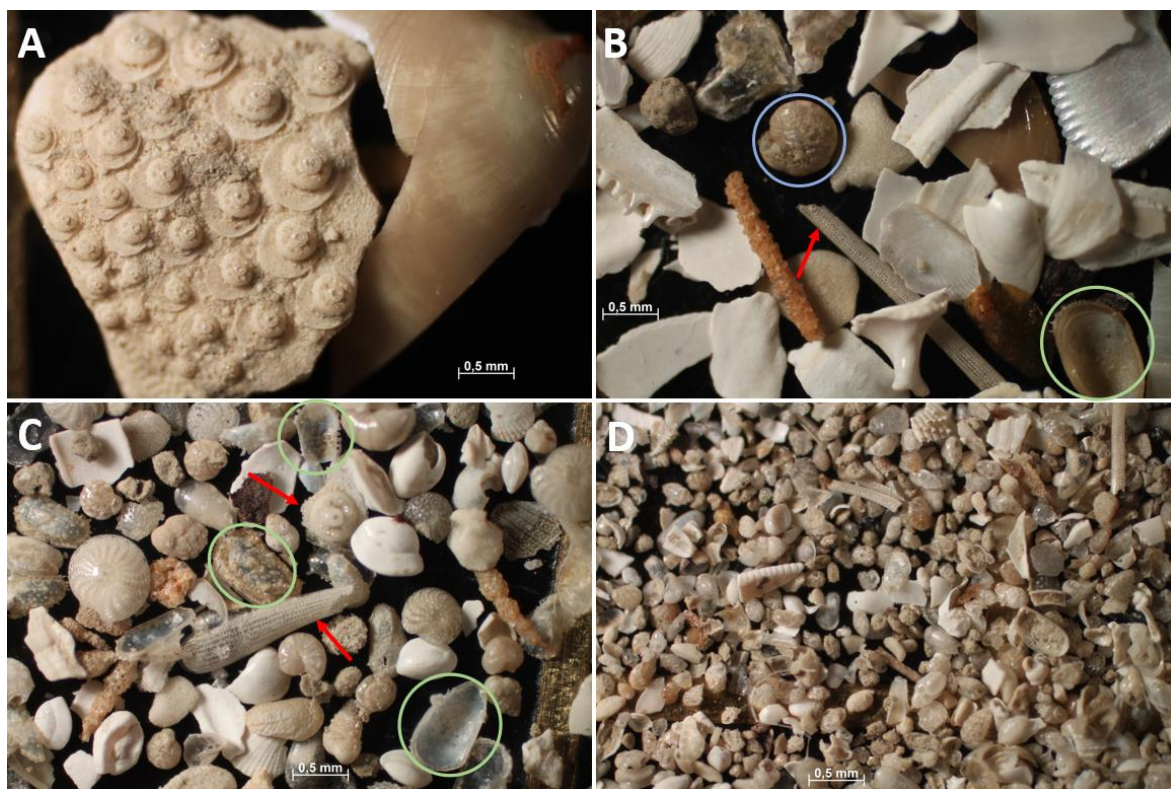


Slika 17. Fotografije sedimenta uzorka BBO37. **A:** dio ljuštore školjkaša u frakciji 1–2 mm.

B: razne vrste foraminifera (označene strelicama) i kućica puža (zaokružena crvenom bojom) u frakciji 0,5–1 mm. **C:** ostatci ostrakoda (zaokruženi zelenom bojom), bodlja ježinca (označena crvenom strelicom), ostatci foraminifera (zaokruženi plavom bojom) u frakciji 0,25–0,5 mm. **D:** tamna (crna) terigena zrnca u frakciji 0,125–0,25 mm.

5.4.7. Uzorak O28A (Pag)

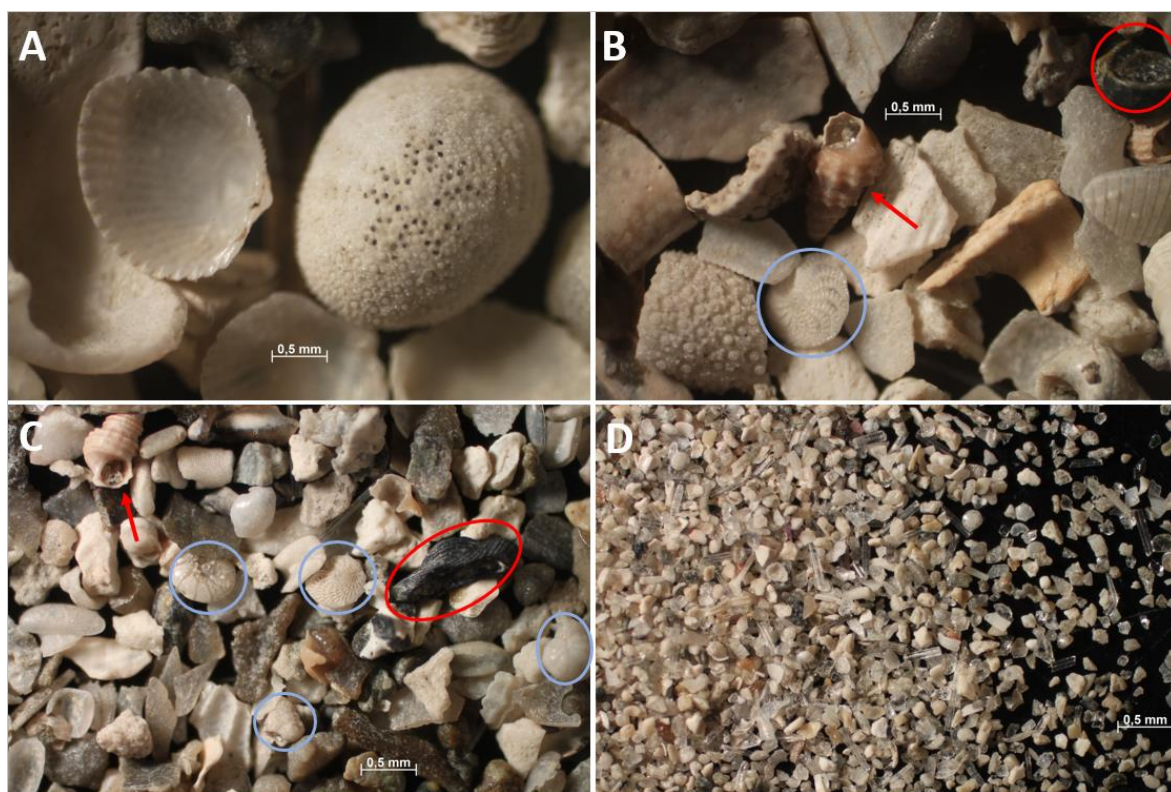
U uzorku O28A prevladavaju biogene čestice. U frakcijama šljunka uočeni su fragmenti ljuštura školjkaša i ostatci ježinaca (slika 18A). Ostatci mekušaca i ježinaca i njihovih bodlji pronađeni su i u frakcijama pijeska, a u većini su slučajeva vrlo fragmentirani (slike 18B i 18C). Nešto su bolje očuvani ostatci foraminifera koji se često pojavljuju (slika 18C). Uz foraminifere prisutni su i ostatci ostrakoda (slika 18C). U frakcijama sitnog i vrlo sitnog pijeska uočeno je ponešto ostataka ostrakoda i foraminifera, a ostatak frakcije izgrađuju usitnjene ljuštire organizama iz krupnijih frakcija (slika 18D). Spikule spužvi pojavljuju se u frakciji vrlo sitnog pijeska.



Slika 18. Fotografije sedimenta uzorka O28A. **A:** fragmenti ježinca (lijevo) i školjkaša (desno) u frakciji 2–4 mm. **B:** kućica foraminifere (zaokružena plavom bojom), ostatak ostrakoda (zaokružen zelenom bojom), bodlja ježinca (označena crvenom strelicom) i brojni fragmenti ljuštura školjkaša u frakciji 0,5–1 mm. **C:** brojne i raznolike kućice foraminifera i ostatci ostrakoda (zaokruženi zelenom bojom), ostatci ježinaca (bodlja i dio ljuštire označeni crvenim strelicama) u frakciji 0,25–0,5 mm. **D:** frakcija 0,125–0,25 mm sastavljena od fragmentiranih ostataka organizama iz krupnijih frakcija (ljuštire školjkaša, ostrakodi, ostatci ježinaca, foraminifere).

5.4.8. Uzorak O26 (Molat)

U uzorku O26 dominantno se pojavljuju biogene čestice koje su uglavnom vrlo fragmentirane. U frakciji sitnog šljunka pronađeni su fragmenti ljuštura školjkaša, kućice puževa te ostatci koponožaca. U frakciji vrlo sitnog šljunka pojavljuju se ostatci ježinaca (koji su čitavi ili fragmentirani), ljuštore školjkaša i njihovi fragmenti (slika 19A) te rodoliti crvenih alga. U frakcijama pijeska uz već navedene ostatke organizama pronađene su kućice raznih foraminifera, kućice puževa, ostatci serpulida te ponešto spikula i ljušturica ostrakoda (slike 19B i 19C). Jedan maleni dio bioklasta i kućica foraminifera je crne boje što može ukazivati na lokalne anoksične uvjete (slike 19B i 19C). Spikule spužvi u nešto većim količinama javljaju se u frakcijama sitnog i vrlo sitnog pijeska (slika 19D).



Slika 19. Fotografije sedimenta uzorka O26. **A:** ljuštura školjkaša (lijevo) i kućica ježinca (desno) u frakciji 1–2 mm. **B:** fragmenti ljuštura školjkaša, ostatak ježinca (dolje lijevo), kućica puža (označena crvenom strelicom) i kućice foraminifera (zaokružene; crno obojena foraminifera zaokružena je crvenom bojom) u frakciji 0,5–1 mm. **C:** kućice foraminifera (zaokružene plavom bojom), crno obojena foraminifera (zaokružena crvenom bojom), i kućica puža (označena crvenom strelicom) u frakciji 0,25–0,5 mm. **D:** spikule spužvi u frakciji 0,063–0,125 mm.

5.4.9. Uzorak P16A (Novigradsko ždrilo)

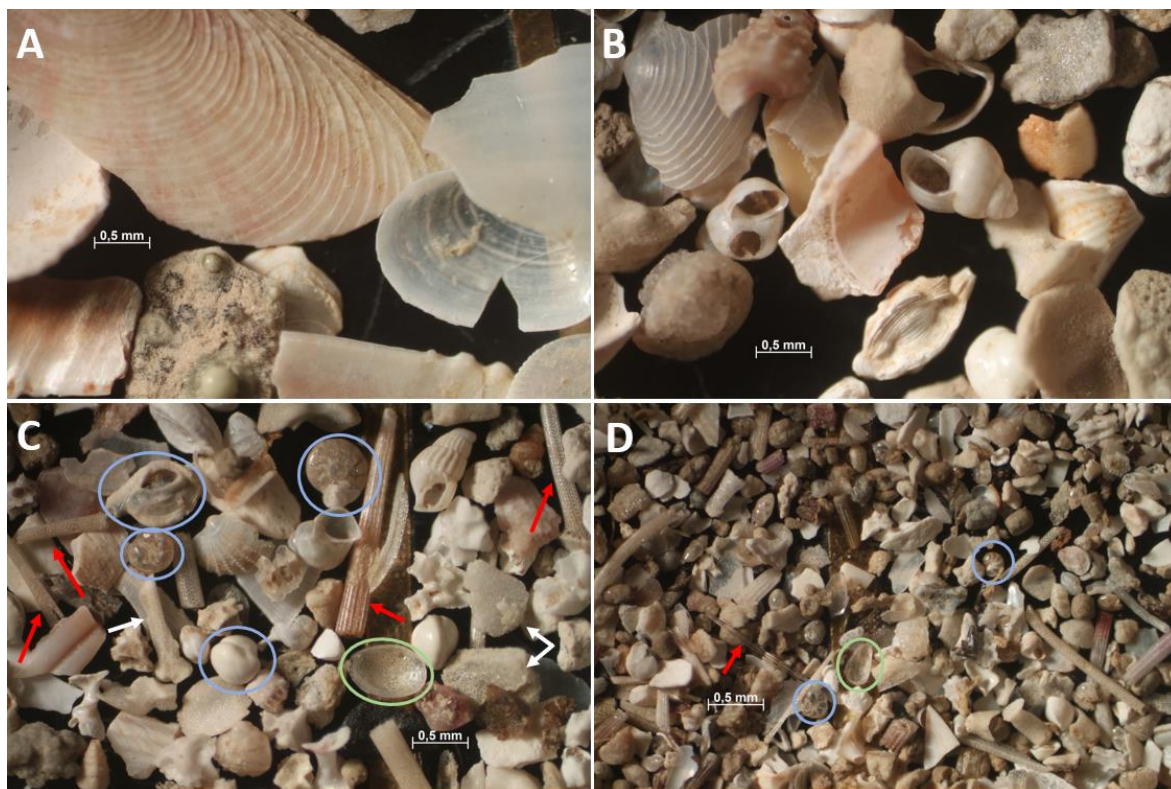
Sediment uzorka P16A u najvećoj mjeri izgrađuju biogene čestice. U frakciji šljunka uočene su ljuštore školjkaša i kućice puževa od kojih su neke bolje, a neke slabije očuvane. Uočena su i razna zrna na kojima su vidljivi tragovi života organizama (npr. morskih spužvi). U frakcijama pijeska pronađene su kućice raznih foraminifera (slika 20C), puževa (slike 20A, 20B i 20C), fragmenti ljuštura školjkaša i kućica ježinaca te njihove bolje (slike 20B i 20C). Uočena je i prisutnost fragmenata mahovnjaka i serpulida (slike 20A i 20B). U najsitnijim frakcijama pijeska prisutne su spikule spužvi (slika 20C), a ostatci organizama iz krupnijih frakcija su u potpunosti fragmentirani te su očuvane tek poneke kućice foraminifera (slika 20D).



Slika 20. Fotografije sedimenta uzorka P16A. **A:** ostatci serpulida i kućica puža (lijevo dolje) u frakciji 1–2 mm. **B:** fragmenti ljuštura školjkaša, kućice puževa, ostatak mahovnjaka (označen crvenom strelicom) i ostatak ježinca (označen bijelom strelicom) u frakciji 0,5–1 mm. **C:** fragment ljuštore školjkaša (označen bijelom strelicom), spikula (označena crvenom strelicom), djelomično obojena foraminifera (zaokružena crvenom bojom) i kućica puža do nje u frakciji 0,25–0,5 mm. **D:** frakcija 0,063–0,125 mm sastavljena od vrlo usitnjenih ostataka organizama iz krupnijih frakcija.

5.4.10. Uzorak BBP11 (ušće Krke, Prokljansko jezero)

Ustanovljeno je da je uzorak BBP11 sastavljen dominantno od biogenih čestica. U frakciji šljunka uočene su ljuštore školjkaša, fragmenti skeleta ježinaca i kućice puževa (slika 21A). Ljuštore školjkaša često su fragmentirane. Ostatci koponožaca i serpulida pojavljuju se u znatno manjoj mjeri. Ustanovljeno je da frakciju pijeska izgrađuju u najvećoj mjeri fragmentirani ostatci organizama (školjkaša, puževa, ježinaca, mahovnjaka, serpulida, foraminifera). Kućice puževa i foraminifera su u pojedinim frakcijama dobro očuvane (slike 21B i 21C). Bodlje ježinaca prisutne su u većini frakcija u uzorku BBP 11 (slike 21C i 21D). U srednje-zrnastoj i sitno-zrnastim frakcijama pijeska uočeni su ostrakodi i nešto malo spikula spužvi (slike 21C i 21D). Frakcije sitnog i vrlo sitnog pijeska u najvećoj su mjeri sastavljene od vrlo fragmentiranih ostataka već navedenih organizama, a očuvana je tek poneka sitna kućica foraminifera (slika 21D).



Slika 21. Fotografije sedimenta uzorka BBP11. **A:** fragmenti ljuštura školjkaša i fragment ježinca (sredina dolje) u frakciji 1–2 mm. **B:** kućice puževa, fragment školjkaša (gore lijevo) i foraminifera (sredina dolje) u frakciji 0,5–1 mm. **C:** razne foraminifere (zaokružene plavom bojom), bodlje ježinaca (označene crvenim strelicama), ostatci mahovnjaka (označeni bijelim strelicama) i ostatak ostrakoda (zaokružen zelenom bojom) u frakciji 0,25–0,5 mm. **D:** frakcija 0,125–0,25 mm s uglavnom fragmentiranim biogenim česticama, bodljama ježinaca, spikulom (označenom crvenom strelicom), malim očuvanim foraminiferama (zaokruženim plavom bojom) i ljušturu ostrakoda (zaokruženom zelenom bojom).

5.5. Rezultati mikroskopske analize nanofosila

Na temelju mikroskopske analize uzoraka ustanovljeno je da sitno-zrnasta frakcija sadrži karbonatni i nekarbonatni materijal biogenog porijekla. Karbonatni materijal sastoji se od raznih vrsta vapnenačkih nanoplanktona, juvenilnih foraminifera te karbonatnog kršja. Karbonatno kršje nije točno određeno, a najvjerojatnije potječe od trošenja ljuštura školjkaša, kućica puževa i biogenih čestica drugih organizama. Nekarbonatni biogeni materijal u uzorcima zastupljen je u najvećoj mjeri dijatomejama i spikulama. Fotomikrografije određenih nanofosila prikazane su u tablama 1 i 2.

Uzorak P22

U uzorku P22 u najvećoj mjeri zastupljene su paleogenski rodovi i vrste vapnenačkog nanoplanktona, a u nešto manjoj mjeri zastupljene su i kredne vrste (tablica 5). identificirane su sljedeće vrste vapnenačkog nanoplanktona: *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud 1935) Deflandre, 1947, *Chiasmolithus grandis* (Bramlette & Riedel, 1954) Radomski, 1968, *Coccolithus eopelagicus* (Bramlette & Riedel, 1954) Hay, Mohler & Wade 1966, *Coccolithus formosus* (Kamptner, 1963) Wise, 1973, *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930, *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok, 1927, *Discoaster binodosus* Martini, 1958, *Discoaster lodoensis* Bramlette & Riedel, 1954, *Discoaster nodifer* (Bramlette & Riedel, 1954) Bukry, 1973, *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel, 1954, *Discoaster tanii* Bramlette & Riedel, 1954, *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968, *Helicosphaera bramlettei* (Müller, 1970) Jafar & Martini, 1975, *Helicosphaera compacta* Bramlette & Wilcoxon, 1967, *Pontosphaera duocava* (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979, *Retecapsa crenulata* (Bramlette & Martini, 1964) Grün in Grün and Allemann, 1975, *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968, *Reticulofenestra hillae* Bukry & Percival, 1971, *Reticulofenestra reticulata* (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972, *Reticulofenestra umbilicus* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968 i *Toweius gammation* (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979. Uz vapnenačke nanofosile u uzorku su rijetko prisutne dijatomeje, spikule i juvenilne foraminifere.

Tablica 5. Rodovi i vrste vapnenačkih nanoplanktona s odgovarajućim stratigrafskim rasponima iz uzorka P22.

<i>Vrsta vapnenačkog nanoplanktona</i>	<i>Stratigrafski raspon</i>
<i>Braarudosphaera bigelowii</i> (Gran & Braarud 1935) Deflandre, 1947	kreda–rec.
<i>Chiasmolithus grandis</i> (Bramlette & Riedel, 1954) Radomski, 1968	donji–srednji eocen
<i>Coccolithus eopelagicus</i> (Bramlette & Riedel, 1954) Hay, Mohler & Wade 1966	kraj donjeg eocena–donji oligocen
<i>Coccolithus formosus</i> (Kamptner, 1963) Wise, 1973	eocen–početak oligocena
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich 1877) Schiller, 1930	paleocen–rec.
<i>Discoaster barbadiensis</i> Tan Sin Hok, 1927	eocen
<i>Discoaster binodosus</i> Martini, 1958	donji–srednji eocen
<i>Discoaster lodoensis</i> Bramlette & Riedel, 1954	donji eocen–početak srednjeg eocena
<i>Discoaster nodifer</i> (Bramlette & Riedel, 1954) Bukry, 1973	eocen–oligocen
<i>Discoaster saipanensis</i> Bramlette & Riedel, 1954	srednji eocen–kraj eocena
<i>Discoaster tanii</i> Bramlette & Riedel, 1954	eocen–oligocen
<i>Eiffellithus eximius</i> (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968	gornja kreda
<i>Helicosphaera bramlettei</i> (Müller, 1970) Jafar & Martini, 1975	srednji eocen–kraj oligocena
<i>Helicosphaera compacta</i> Bramlette & Wilcoxon, 1967	gornji eocen–oligocen
<i>Pontosphaera duocava</i> (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979	donji eocen–srednji eocen
<i>Retecapsa crenulata</i> (Bramlette & Martini, 1964) Grün in Grün and Allemann, 1975	kreda
<i>Reticulofenestra dictyoda</i> (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968	kraj donjeg eocena–početak gornjeg eocena
<i>Reticulofenestra hillae</i> Bukry & Percival, 1971	gornji eocen–donji oligocen
<i>Reticulofenestra reticulata</i> (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972	kraj srednjeg eocena–gornji eocen
<i>Reticulofenestra umbilicus</i> (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968	srednji eocen–donji oligocen
<i>Toweius gammation</i> (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979	srednji–gornji eocen

Uzorak O45

U uzorku O45 nisu pronađeni vapnenački nanofosili. Prisutne su dijatomeje, spikule i juvenilne foraminifere.

Uzorak P20

Uzorak P20 iznimno je bogat vapnenačkim nanofosilima od kojih su prisutne brojne paleogenske vrste (tablica 6). Dijatomeje i spikule rijetko su prisutne. Identificirane su sljedeće vrste i rodovi vapnenačkog nanoplanktona: *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud 1935) Deflandre, 1947, *Chiasmolithus grandis* (Bramlette & Riedel, 1954) Radomski, 1968, *Chiasmolithus medius* Perch-Nielsen, 1971, *Chiasmolithus solitus* (Bramlette and Sullivan, 1961) Locker, 1968, *Coccolithus eopelagicus* (Bramlette & Riedel, 1954) Hay, Mohler & Wade 1966, *Coccolithus formosus* (Kamptner, 1963) Wise, 1973, *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930, *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok, 1927, *Discoaster binodosus* Martini, 1958, *Discoaster deflandrei* Bramlette & Riedel, 1954, *Discoaster lodoensis* Bramlette & Riedel, 1954, *Discoaster multiradiatus* Bramlette & Riedel, 1954, *Discoaster nodifer* (Bramlette & Riedel, 1954) Bukry, 1973, *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel, 1954, *Discoaster salisburgensis* Stradner, 1961, *Discoaster* sp., *Discoaster tanii* Bramlette & Riedel, 1954, *Helicosphaera bramlettei* (Müller, 1970) Jafar & Martini, 1975, *Helicosphaera compacta* Bramlette & Wilcoxon, 1967, *Helicosphaera hyalina* Gaarder, 1970, *Helicosphaera wilcoxonii* (Gartner, 1971) Jafar & Martini, 1975, *Neococcolithes dubius* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Black, 1967, *Reticulofenestra bisecta* (Hay, Mohler and Wade, 1966) Roth, 1970, *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968, *Reticulofenestra hillae* Bukry & Percival, 1971, *Reticulofenestra reticulata* (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972, *Reticulofenestra umbilicus* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968, *Sphenolithus moriformis* (Bronnimann and Stradner, 1960) Bramlette and Wilcoxon, 1967, *Sphenolithus* sp., *Toweius gammation* (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979, *Umbilicosphaera protoannulus* (Gartner, 1971) Young & Bown 2014, *Zygodiscus* sp. i *Zygrhablithus bijugatus* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959.

Tablica 6. Rodovi i vrste vapnenačkih nanoplanktona s odgovarajućim stratigrafskim rasponima iz uzorka P20.

<i>Vrsta vapnenačkog nanoplanktona</i>	<i>Stratigrafski raspon</i>
<i>Braarudosphaera bigelowii</i> (Gran & Braarud 1935) Deflandre, 1947	kreda–rec.
<i>Chiasmolithus grandis</i> (Bramlette & Riedel, 1954) Radomski, 1968	donji–srednji eocen
<i>Chiasmolithus medius</i> Perch-Nielsen, 1971	srednji eocen
<i>Chiasmolithus solitus</i> (Bramlette and Sullivan, 1961) Locker, 1968	donji eocen–srednji eocen
<i>Coccolithus eopelagicus</i> (Bramlette & Riedel, 1954) Hay, Mohler & Wade 1966	kraj donjeg eocena–donji oligocen
<i>Coccolithus formosus</i> (Kamptner, 1963) Wise, 1973	eocen–početak oligocena
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich 1877) Schiller, 1930	paleocen–rec.
<i>Discoaster barbadiensis</i> Tan Sin Hok, 1927	eocen
<i>Discoaster binodosus</i> Martini, 1958	donji–srednji eocen
<i>Discoaster deflandrei</i> Bramlette & Riedel, 1954	donji eocen–miocen
<i>Discoaster lodoensis</i> Bramlette & Riedel, 1954	donji eocen–početak srednjeg eocena
<i>Discoaster multiradiatus</i> Bramlette & Riedel, 1954	gornji paleocen–početak eocena
<i>Discoaster nodifer</i> (Bramlette & Riedel, 1954) Bukry, 1973	eocen–oligocen
<i>Discoaster saipanensis</i> Bramlette & Riedel, 1954	srednji eocen–kraj eocena
<i>Discoaster salisburgensis</i> Stradner, 1961	kraj paleocena–donji eocen
<i>Discoaster</i> sp.	
<i>Discoaster tanii</i> Bramlette & Riedel, 1954	eocen–oligocen
<i>Helicosphaera bramlettei</i> (Müller, 1970) Jafar & Martini, 1975	srednji eocen–kraj oligocena
<i>Helicosphaera compacta</i> Bramlette & Wilcoxon, 1967	gornji eocen–oligocen
<i>Helicosphaera hyalina</i> Gaarder, 1970	gornji miocen–rec.
<i>Helicosphaera wilcoxonii</i> (Gartner, 1971) Jafar & Martini, 1975	gornji eocen–oligocen
<i>Neococcolithes dubius</i> (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Black, 1967	eocen
<i>Reticulofenestra bisecta</i> (Hay, Mohler and Wade, 1966) Roth, 1970	kraj srednjeg eocena–kraj oligocena
<i>Reticulofenestra dictyoda</i> (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968	kraj donjeg eocena–početak srednjeg eocena

<i>Reticulofenestra hillae</i> Bukry & Percival, 1971	gornji eocen–donji oligocen
<i>Reticulofenestra reticulata</i> (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972	kraj srednjeg eocena–gornji eocen
<i>Reticulofenestra umbilicus</i> (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968	srednji eocen–donji oligocen
<i>Sphenolithus moriformis</i> (Bronnimann and Stradner, 1960) Bramlette and Wilcoxon, 1967	srednji paleocen–pliocen
<i>Sphenolithus</i> sp.	
<i>Toweius gammation</i> (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979	srednji–gornji eocen
<i>Umbilicosphaera protoannulus</i> (Gartner, 1971) Young & Bown 2014	eocen–početak oligocena
<i>Zygodiscus</i> sp.	
<i>Zygrhablithus bijugatus</i> (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959	kraj paleocena–početak neogena

Uzorak BBO38

U uzorku BBO38 prevladavaju paleogenske vrste i rodovi vapnenačkih nanofosila, a pojavljuju se i kredne te vrste s rasponom pojavljivanja od neogena do danas (tablica 7). Određene su sljedeće vrste i rodovi vapnenačkog nanoplanktona: *Blackites tenuis* (Bramlette & Sullivan, 1961) Sherwood, 1974, *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud 1935) Deflandre, 1947, *Calcidiscus leptoporus* (Murray & Blackman 1898) Loeblich & Tappan, 1978, *Chiasmolithus solitus* (Bramlette and Sullivan, 1961) Locker, 1968, *Coccolithus formosus* (Kamptner, 1963) Wise, 1973, *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930, *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971, *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner, 1961) Hay and Mohler in Hay et al., 1967, *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok, 1927, *Discoaster deflandrei* Bramlette & Riedel, 1954, *Discoaster lodoensis* Bramlette & Riedel, 1954, *Eiffellithus* sp., *Helicosphaera bramlettei* (Müller, 1970) Jafar & Martini, 1975, *Helicosphaera carteri* (Wallich 1877) Kamptner, 1954, *Helicosphaera lophota* (Bramlette & Sullivan, 1961) Locker, 1973, *Helicosphaera seminulum* Bramlette & Sullivan, 1961, *Helicosphaera* sp., *Lanternithus* sp., *Micrantholithus breviradiatus* Bown, 2005, *Retecapsa angustiforata* Black, 1971, *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968, *Reticulofenestra hillae* Bukry & Percival, 1971, *Reticulofenestra reticulata* (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972, *Reticulofenestra* sp., *Rhabdosphaera* sp., *Sphenolithus conspicuus* Martini,

1976, *Sphenolithus moriformis* (Bronnimann and Stradner, 1960) Bramlette and Wilcoxon, 1967, *Sphenolithus radians* Deflandre in Grassé, 1952, *Toweius gammation* (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979, *Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968 i *Zygrhablithus bijugatus* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959. Uz vapnenačke nanofosile u uzorku su prepoznate i dijatomeje, spikule te juvenilne foraminifere.

Tablica 7. Rodovi i vrste vapnenačkih nanoplanktona s odgovarajućim stratigrafskim rasponima iz uzorka BBO38.

<i>Vrsta vapnenačkog nanoplanktona</i>	<i>Stratigrafski raspon</i>
<i>Blackites tenuis</i> (Bramlette & Sullivan, 1961) Sherwood, 1974	srednji eocen–donji oligocen
<i>Braarudosphaera bigelowii</i> (Gran & Braarud 1935) Deflandre, 1947	kreda–rec.
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray & Blackman 1898) Loeblich & Tappan, 1978	neogen–ec.
<i>Chiasmolithus solitus</i> (Bramlette and Sullivan, 1961) Locker, 1968	kraj donjeg eocena–gornji eocen
<i>Coccolithus formosus</i> (Kamptner, 1963) Wise, 1973	eocenpočetak oligocena
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich 1877) Schiller, 1930	paleocen–rec.
<i>Cruciellipsis cuvillieri</i> (Manivit, 1966) Thierstein, 1971	donja kreda
<i>Crucioplacolithus tenuis</i> (Stradner, 1961) Hay and Mohler in Hay et al., 1967	paleocen
<i>Discoaster barbadiensis</i> Tan Sin Hok, 1927	eocen
<i>Discoaster deflandrei</i> Bramlette & Riedel, 1954	donji eocen–miocen
<i>Discoaster lodoensis</i> Bramlette & Riedel, 1954	donji eocen–početak srednjeg eocena
<i>Eiffellithus</i> sp.	
<i>Helicosphaera bramlettei</i> (Müller, 1970) Jafar & Martini, 1975	srednji eocen–kraj oligocena
<i>Helicosphaera carteri</i> (Wallich 1877) Kamptner, 1954	neogen–rec.
<i>Helicosphaera lophota</i> (Bramlette & Sullivan, 1961) Locker, 1973	kraj donjeg eocena–gornji eocen
<i>Helicosphaera seminulum</i> Bramlette & Sullivan, 1961	donji–srednji eocen
<i>Helicosphaera</i> sp.	
<i>Lanternithus</i> sp.	

<i>Micrantholithus breviradiatus</i> Bown, 2005	srednji paleocen–početak gornjeg eocena
<i>Retecapsa angustiforata</i> Black, 1971	kreda
<i>Reticulofenestra dictyoda</i> (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968	kraj donjeg eocena–početak gornjeg eocena
<i>Reticulofenestra hillae</i> Bukry & Percival, 1971	gornji eocen–donji oligocen
<i>Reticulofenestra reticulata</i> (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972	kraj srednjeg eocena–gornji eocen
<i>Reticulofenestra</i> sp.	
<i>Rhabdosphaera</i> sp.	
<i>Sphenolithus conspicuus</i> Martini, 1976	NP11 zona – dio donjeg eocena
<i>Sphenolithus moriformis</i> (Bronnimann and Stradner, 1960) Bramlette and Wilcoxon, 1967	srednji paleocen–pliocen
<i>Sphenolithus radians</i> Deflandre in Grassé, 1952	eocen–donji oligocen
<i>Toweius gammation</i> (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979	srednji–gornji eocen
<i>Watznaueria barnesiae</i> (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968	kreda
<i>Zygrhablithus bijugatus</i> (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959	kraj paleocena–početak neogena

Uzorak P18

Od vapnenačkog nanofosila u uzorku P18 prevladavaju paleogenske vrste i rodovi, a prisutne su i vrste kredne starosti (tablica 8). Određeni su sljedeći vapnenački nanofosili: *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959, *Chiasmolithus grandis* (Bramlette & Riedel, 1954) Radomski, 1968, *Coccolithus formosus* (Kamptner, 1963) Wise, 1973, *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930, *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok, 1927, *Discoaster binodosus* Martini, 1958, *Discoaster lodoensis* Bramlette & Riedel, 1954, *Umbilicosphaera protoannulus* (Gartner, 1971) Young & Bown 2014, *Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968 i *Zygrhablithus bijugatus* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959. Osim vapnenačkih nanofosila u uzorku su pronađene još i dijatomeje i spikule.

Tablica 8. Rodovi i vrste vapnenačkih nanoplanktona s odgovarajućim stratigrafskim rasponima iz uzorka P18.

<i>Vrsta vapnenačkog nanoplanktona</i>	<i>Stratigrafski raspon</i>
<i>Arkhangelskiella cymbiformis</i> Vekshina, 1959	kampan–mastriht
<i>Chiasmolithus grandis</i> (Bramlette & Riedel, 1954) Radomski, 1968	donji–srednji eocen
<i>Coccolithus formosus</i> (Kamptner, 1963) Wise, 1973	eocen–početak oligocena
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich 1877) Schiller, 1930	paleocen–rec.
<i>Discoaster barbadiensis</i> Tan Sin Hok, 1927	eocen
<i>Discoaster binodosus</i> Martini, 1958	donji–srednji eocen
<i>Discoaster lodoensis</i> Bramlette & Riedel, 1954	donji eocen–početak srednjeg eocena
<i>Helicosphaera</i> sp.	
<i>Umbilicosphaera protoannulus</i> (Gartner, 1971) Young & Bown 2014	eocen–početak oligocena
<i>Watznaueria barnesiae</i> (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968	kreda
<i>Zygrhablithus bijugatus</i> (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959	kraj paleocena–početak neogena

Uzorak BBO37

U uzorku BBO37 dominiraju paleogenske vrste i rodovi vapnenačkih nanofosila (tablica 9). Uz vapnenačke nanofosile prisutne su i dijatomeje, spikule i juvenilne foraminifere. Od vapnenačkog nanoplanktona prepoznati su: *Coccolithus eopelagicus* (Bramlette & Riedel, 1954) Hay, Mohler & Wade 1966, *Coccolithus formosus* (Kamptner, 1963) Wise, 1973, *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930, *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner, 1961) Hay and Mohler in Hay et al., 1967, *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok, 1927, *Discoaster lodoensis* Bramlette & Riedel, 1954, *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel, 1954, *Discoaster* sp., *Neococcolithes dubius* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Black, 1967, *Reticulofenestra stavensis* (Levin & Joerger, 1967) Varol, 1989, *Toweius gammation* (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979, *Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968 i *Zygrhablithus bijugatus* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959.

Tablica 9. Rodovi i vrste vapnenačkih nanoplanktona s odgovarajućim stratigrafskim rasponima iz uzorka BBO37.

<i>Vrsta vapnenačkog nanoplanktona</i>	<i>Stratigrafski raspon</i>
<i>Coccolithus eopelagicus</i> (Bramlette & Riedel, 1954) Hay, Mohler & Wade 1966	kraj donjeg eocena–donji oligocen
<i>Coccolithus formosus</i> (Kamptner, 1963) Wise, 1973	eocen–početak oligocena
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich 1877) Schiller, 1930	paleocen–rec.
<i>Cruciplacolithus tenuis</i> (Stradner, 1961) Hay and Mohler in Hay et al., 1967	paleocen
<i>Discoaster barbadiensis</i> Tan Sin Hok, 1927	eocen
<i>Discoaster lodoensis</i> Bramlette & Riedel, 1954	donji eocen–početak srednjeg eocena
<i>Discoaster saipanensis</i> Bramlette & Riedel, 1954	srednji eocen–kraj eocena
<i>Discoaster</i> sp.	
<i>Neococcolithes dubius</i> (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Black, 1967	eocen
<i>Reticulofenestra stavensis</i> (Levin & Joerger, 1967) Varol, 1989	kraj srednjeg eocena–početak neogena
<i>Toweius gammation</i> (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979	srednji–gornji eocen
<i>Watznaueria barnesiae</i> (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968	kreda
<i>Zygrhablithus bijugatus</i> (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959	kraj paleocena–početak neogena

Uzorak O28A

U uzorku O28A prevladavaju paleogenske vrste i rodovi vapnenačkih nanofosila (tablica 10). Prepoznate su sljedeće vrste vapnenačkih nanofosila: *Chiasmolithus grandis* (Bramlette & Riedel, 1954) Radomski, 1968, *Coccolithus eopelagicus* (Bramlette & Riedel, 1954) Hay, Mohler & Wade 1966, *Coccolithus formosus* (Kamptner, 1963) Wise, 1973, *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930, *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner, 1961) Hay and Mohler in Hay et al., 1967, *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok, 1927, *Discoaster deflandrei* Bramlette & Riedel, 1954, *Helicosphaera bramlettei* (Müller, 1970) Jafar & Martini, 1975 i *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968. Uz vapnenački nanoplankton prisutni su i fragmenti dijatomeja.

Tablica 10. Rodovi i vrste vapnenačkih nanoplanktona s odgovarajućim stratigrafskim rasponima iz uzorka O28A.

<i>Vrsta vapnenačkog nanoplanktona</i>	<i>Stratigrafski raspon</i>
<i>Chiasmolithus grandis</i> (Bramlette & Riedel, 1954) Radomski, 1968	donji–srednji eocen
<i>Coccolithus eopelagicus</i> (Bramlette & Riedel, 1954) Hay, Mohler & Wade 1966	kraj donjeg eocena–donji oligocen
<i>Coccolithus formosus</i> (Kamptner, 1963) Wise, 1973	eocen– očetak oligocena
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich 1877) Schiller, 1930	paleocen–rec.
<i>Cruciplacolithus tenuis</i> (Stradner, 1961) Hay and Mohler in Hay et al., 1967	paleocen
<i>Discoaster barbadiensis</i> Tan Sin Hok, 1927	eocen
<i>Discoaster deflandrei</i> Bramlette & Riedel, 1954	donji eocen–miocen
<i>Helicosphaera bramlettei</i> (Müller, 1970) Jafar & Martini, 1975	Srednji eocen–kraj oligocena
<i>Reticulofenestra dictyoda</i> (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968	kraj donjeg eocena–početak gornjeg eocena

Uzorak O26

Uzorak O26 siromašan je vapnenačkim nanofosilima te je pronađena samo vrsta *Calcidiscus leptoporus* koja se javlja od početka neogena do danas (tablica 11). U uzorku su prisutne dobro očuvane dijatomeje, spikule te juvenilne foraminifere.

Tablica 11. Rodovi i vrste vapnenačkih nanoplanktona s odgovarajućim stratigrafskim rasponima iz uzorka O26.

<i>Vrsta vapnenačkog nanoplanktona</i>	<i>Stratigrafski raspon</i>
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray & Blackman 1898) Loeblich & Tappan, 1978	neogen–rec.

Uzorak P16A

U uzorku P16A dominantno se pojavljuju paleogenske vrste i rodovi vapnenačkih nanofosila, a pronađene su i vrste s rasponom pojavljivanja od neogena do danas (tablica 12). Od vapnenačkih nanofosila prepoznati su: *Coccolithus formosus* (Kamptner, 1963) Wise, 1973, *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930, *Discoaster* cf. *Barbadiensis* Tan Sin Hok, 1927, *Helicosphaera carteri* (Wallich 1877) Kamptner, 1954, *Helicosphaera hyalina* Gaarder, 1970, *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968, *Reticulofenestra hillae* Bukry & Percival, 1971, *Reticulofenestra reticulata* (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972 i *Toweius gammation* (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979. Osim vapnenačkih nanofosila u uzorku su prisutne i dijatomeje, spikule te juvenilne foraminifere.

Tablica 12. Rodovi i vrste vapnenačkih nanoplanktona s odgovarajućim stratigrafskim rasponima iz uzorka P16A.

<i>Vrsta vapnenačkog nanoplanktona</i>	<i>Stratigrafski raspon</i>
<i>Coccolithus formosus</i> (Kamptner, 1963) Wise, 1973	eocen–početak oligocena
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich 1877) Schiller, 1930	paleocen–rec.
<i>Discoaster</i> cf. <i>barbadiensis</i> Tan Sin Hok, 1927	eocen
<i>Helicosphaera carteri</i> (Wallich 1877) Kamptner, 1954	neogenrec.
<i>Helicosphaera hyalina</i> Gaarder, 1970	gornji miocen–rec.
<i>Reticulofenestra dictyoda</i> (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968	kraj donjeg eocena–početak gornjeg eocena
<i>Reticulofenestra hillae</i> Bukry & Percival, 1971	gornji eocen–donji oligocen
<i>Reticulofenestra reticulata</i> (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972	kraj srednjeg eocena–gornji eocen
<i>Toweius gammation</i> (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979	srednji–gornji eocen

Uzorak BBP11

Uzorak BBP11 je relativno siromašan vapnenačkim nanofosilima. Prevladavaju paleogenske vrste, a određene su i dvije vrste s rasponom pojavljivanja od neogena do danas (tablica 13). Prepoznate su sljedeće vrste i rodovi vapnenačkih nanofosila: *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud 1935) Deflandre, 1947, *Coccolithus formosus* (Kamptner, 1963) Wise, 1973, *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930, *Discoaster* sp., *Helicosphaera carteri* (Wallich 1877) Kamptner, 1954, *Helicosphaera hyalina* Gaarder, 1970, *Reticulofenestra bisecta* (Hay, Mohler and Wade, 1966) Roth, 1970, *Reticulofenestra reticulata* (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972 i *Reticulofenestra umbilicus* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968. U uzorku je prisutno mnogo karbonatnog kršja s ponekim fragmentom spikula i dijatomeja. Juvenilne foraminifere rijetko su prisutne.

Tablica 13. Rodovi i vrste vapnenačkih nanoplanktona s odgovarajućim stratigrafskim rasponima iz uzorka BBP11.

<i>Vrsta vapnenačkog nanoplanktona</i>	<i>Stratigrafski raspon</i>
<i>Braarudosphaera bigelowii</i> (Gran & Braarud 1935) Deflandre, 1947	kreda–rec.
<i>Coccolithus formosus</i> (Kamptner, 1963) Wise, 1973	eocen–početak oligocena
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich 1877) Schiller, 1930	paleocen–rec.
<i>Discoaster</i> sp.	
<i>Helicosphaera carteri</i> (Wallich 1877) Kamptner, 1954	neogen–rec.
<i>Helicosphaera hyalina</i> Gaarder, 1970	gornji miocen–rec.
<i>Reticulofenestra bisecta</i> (Hay, Mohler and Wade, 1966) Roth, 1970	kraj srednjeg eocena–kraj oligocena
<i>Reticulofenestra reticulata</i> (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972	kraj srednjeg eocena– gornji eocen
<i>Reticulofenestra umbilicus</i> (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968	srednji eocen–donji oligocen

6. Rasprava

Analizom rezultata provedenih metoda na uzorcima odabranih zaljeva i ušća Jadranskog mora ustanovljene su karakteristike i vrste sedimenata, na temelju čega su dane interpretacije sedimentnih facijesa. Budući da su zaljevi i riječna ušća kompleksni taložni prostori, raspored i vrste sedimenata ovisit će o mnogim faktorima (litologiji, donosu i nastanku taložnog materijala, strujanjima i dinamici slatkih i slanih voda, biocenozi, itd.).

Sediment s područja ušća rijeke Mirne (P22) uzorkovan je na dubini od 4,7 m. Granulometrijskom analizom ustanovljeno je da je sediment sastavljen pretežito od mulja dok je zajednički udio frakcija pijeska i šljunka manji od 3 %, što je u skladu s prethodnim istraživanjima (FELJA, 2017). Budući da najveći dio taložnog materijala rijeke Mirne nastaje u njenom gornjem dijelu toka gdje zajedno s pritocima drenira naslage fliša, za očekivati je da će sediment koji će se taložiti u njenom estuariju biti sastavljen dominantno od sitno-zrnastih frakcija terigenog porijekla. Terigeno porijeklo sedimenta potvrđeno je i analizom mineralnog sastava gdje su zastupljeniji siliciklastični minerali (tablica 4 i prilog 11). U najvećoj mjeri je to kvarc, a u manjoj mjeri muskovit, klorit i plagioklasi. Od karbonatnih minerala prisutan je samo kalcit koji je najvjerojatnije biogenog porijekla s obzirom na to da je mikroskopskom analizom frakcija šljunka i pijeska ustanovljeno da su sačinjene u većoj mjeri od biogenih čestica. Siliciklastična komponenta terigenog porijekla dominantno je prisutna u sitno-zrnastoj frakciji. Ipak, uz siliciklastičnu komponentu značajan dio sitno-zrnaste frakcije tvori i karbonatna komponenta (38,61 %; tablica 3). U prilog tome ide i to što je kalcit uz kvarc među najzastupljenijim mineralima, iako je krupnozrnaste frakcije sačinjene od biogenih čestica iznimno malo. Ovakva karakteristika može ukazivati na uobičajene procese usitnjavanja karbonatnih ljuštura, najvjerojatnije radi topljenja i s njim povezane dezintegracije te povremenog mehaničkog usitnjavanja. Mikroskopskom analizom nanofosila ustanovljene su brojne vrste među kojima prevladavaju one paleogenske starosti, a u manjoj mjeri prisutne su i kredne vrste (tablica 5). Na temelju nalaza može se zaključiti da nađeni nanofosili potječu iz flišnih naslaga i karbonatnih stijena koje izgrađuju drenažno područje rijeke Mirne. Kredni nanofosili mogu upućivati na pretaloživanje iz starijih naslaga u suvremenom taložnom prostoru estuarija rijeke Mirne, ali i na pretaloživanje iz krednih naslaga u fliš (u vrijeme nastanka fliša), te na moderno pretaloživanje. S obzirom na sve ustanovljene karakteristike analiziranog

sedimenta uzorka P22, ovaj bi se prostor mogao okarakterizirati kao **okoliš taloženja terigenog mulja s dominacijom foramol skeletne zajednice**.

Uzorak O45 uzorkovan je u području pulske luke na dubini od 12,3 m. Prema rezultatima dobivenim granulometrijskom analizom, sediment dominantno čini mulj, a frakcije šljunka i pijeska znatno su manje zastupljene (tablica 2). Taloženje pretežito sitno-zrnastog sedimenta u području pulske luke omogućili su relativno mirni taložni uvjeti poluzatvorenog zaljeva. Bez obzira na karbonatno zaleđe, udjeli karbonatne komponente u uzroku O45 relativno su niski (tablica 3). Analiza mineralnog sastava također je pokazala da u analiziranom sedimentu prevladava siliciklastična komponenta i to u najvećoj mjeri kvarc uz prisutnost plagioklasa, muskovita, klorita i amfibola koji upućuju na terigeno porijeklo. Siliciklastična komponenta mogla je nastati pretaloživanjem *terra rosse* koja se u karbonatnim stijenama može pronaći u okolici Pule ili trošenjem sedimenata koji su prekrivali nekadašnju nizinu čijim je potapanjem tijekom holocenske transgresije nastao Pulski zaljev. Slična situacija zabilježena je na području Poreča (ŠKARO, 2009). Karbonatnu komponentu čine u najvećoj mjeri kalcit i dolomit, a manje su prisutni aragonit i magnezijски kalcit. Mikroskopskom analizom utvrđeno je da krupno-zrnaste frakcije u najvećoj mjeri izgrađuju litoklasti, a u manjoj su mjeri prisutne biogene čestice (ostatci mekušaca, foraminifera, ježinaca i ostalih organizama). Prema tome jedan dio karbonatne komponente biogenog je porijekla, a drugi bi mogao biti terigenog. Moguće je da je terigeno porijeklo dijela karbonatne komponente povezano s modifikacijom obale gdje je na ovom području izgrađena pulska luka. Područje pulske luke moglo bi se opisati kao **područje taloženja terigenog mulja s dominacijom foramol skeletne zajednice**.

U uzorku P20 uzorkovanom u zaljevu rijeke Raše u blizini ušća na dubini od 13,5 m, prevladavaju muljevi što je u skladu s prethodnim istraživanjima (SONDI i sur., 2008). Udjeli frakcija pijeska i šljunka zajedno ne premašuju 1 % (tablica 2). U području estuarija rijeke Raše snažan utjecaj na taloženje ima blizina ušća. Rijeka Raša u gornjim dijelovima svojega toka drenira u najvećoj mjeri naslage eocenskog fliša stvarajući tako velike količine sitno-zrnastog sedimenta koji se zatim taloži u blizini ušća u relativno mirnim i zaštićenim uvjetima. Analizom mineralnog sastava ustanovljeno je da su najzastupljeniji minerali kalcit i kvarc, muskovit se pojavljuje kao sporedan, a klorit i dolomit prisutni su u najmanjoj mjeri (tablica 4 i prilog 13). Određivanjem udjela karbonatne komponente ustanovljeno je da znatan dio (41,38 %) sitno-zrnaste frakcije sadrži karbonatnu komponentu. Može se dakle zaključiti da uzorak P20 grade u približno jednakoj mjeri i karbonatna i siliciklastična

komponenta. Mikroskopskom analizom uzorka P20 ustanovljeno je da frakcije šljunka i pijeska izgrađuju u najvećoj mjeri biogene čestice gdje su najzastupljeniji mekušci i foraminifere te njihovi ostatci. Ovi organizmi izgrađuju svoje ljuštore od kalcita stoga su izvor barem dijela karbonatne komponente. Siliciklastična komponenta terigenog je porijekla i nastaje trošenjem naslaga koje izgrađuju prostor drenažnog bazena Rječine. Prisutnost izrazito velikog broja raznih paleogenskih vrsta vapnenačkog nanoplanktona ukazuje na pretaloživanje iz flišnih naslaga u području estuarija rijeke Raše. Taložni okoliš područja estuarija rijeke Raše u blizini ušća mogao bi se opisati kao okoliš **taloženja miješanog siliciklastično-karbonatnog mulja s dominacijom foramol skeletne zajednice**.

Sediment s područja Riječkog zaljeva (uzorak BBO38) uzorkovan je s prilično velikih dubina (57,9 m), čime bi se objasnio vrlo veliki udio muljevite komponente (94,7 %) u njegovom sastavu što se poklapa s prethodnim istraživanjima (JURAČIĆ i sur., 1999). Unatoč pretežito karbonatnoj građi okolice grada Rijeke, određivanjem udjela karbonatne komponente ustanovljeno je da je njen udio u sedimentu manji od 30 % te da glavninu sitnozrnastog materijala sačinjava siliciklastična komponenta. Karbonatna komponenta (u najvećoj mjeri kalcit) najvjerojatnije je dominantno biogenog porijekla budući da je mikroskopskom analizom sedimenta ustanovljena prisutnost foramol skeletne zajednice. Velika količina terigenog materijala (kvarc i muskovit te u manjoj mjeri klorit i plagioklasi) najvjerojatnije potječu iz naslaga fliša koje se mogu pronaći u široj okolini grada Rijeke. Moguće je da dio sitnozrnastog terigenog materijala iz zaleđa donosi Rječina u čijem se ušću dominantno taloži krupnozrnasti materijal, a onaj sitnozrnasti morske struje prenose prema području grada Rijeke gdje se naposljetku taloži u mirnoj sredini. Tome u prilog ide i prisutnost dominantno paleogenskih vrsta vapnenačkih nanoplanktona koji najvjerojatnije potječu upravo iz naslaga fliša te ukazuju na pretaloživanje sedimenta. Prostor Riječkog zaljeva udaljeniji od obale također prekriva pretežito mulj, a prema Šimić (2023) taj sediment sadrži nešto više karbonatne komponente. Može se dakle zaključiti da na sastav sedimenta uzorka BBO38 značajan utjecaj ima kopno, tj. Rječina koja drenira naslage fliša te bi se ovo područje moglo opisati kao **okoliš taloženja siliciklastičnog mulja s dominacijom foramol skeletne zajednice**.

U blizini ušća Rječine (uzorak P18) ustanovljeno je da se taloži mulj sa značajnim udjelom pijeska (43,5 %), što je u skladu s prethodnim istraživanjima gdje se navodi da se uz ušće Rječine talože pretežito pijesci (JURAČIĆ i sur., 1999). Budući da je sediment

uzorka P18 uzet s područja koje je udaljenije od samog ušća na dubini od 30,3 m, za očekivati je da će u njegovom sastavu biti i znatno više muljevite komponente nego u području samog ušća (tablica 2). U mineralnom sastavu sedimenta od karbonatne komponente prevladavaju kalcit i sporedno dolomit, a od siliciklastične komponente najzastupljeniji je kvarc, a muskovit, klorit i plagioklasi prisutni su u tragovima. Analizom udjela karbonatne komponente ustanovljeno je da je prisutna u udjelima višim od 50 % (tablica 3). Budući da pjeskovitu frakciju izgrađuju pretežito biogene čestice te nešto litoklasta, moglo bi se zaključiti da je karbonatna komponenta uglavnom biogenog porijekla (kalcit). Dolomit je, kako navodi i Pikelj (2010) terigenog porijekla. Siliciklastična komponenta terigenog je porijekla i prisutna je u najvećoj mjeri u sitno-zrnastoj frakciji. Izvor su joj naslage fliša koje Rječina drenira u gornjim dijelovima svojega toka. Od vapnenačkog nanoplanktona najprisutnije su paleogenske vrste (uz nešto krednih), čiji su izvor naslage fliša i starije kredne naslage kroz koje protječe Rječina. Stoga se može zaključiti da je dio sedimenta u ovom području svakako pretaložen iz starijih naslaga. Ovaj taložni prostor mogao bi se opisati kao **prostor taloženja miješanog karbonatno-siliciklastičnog pjeskovitog mulja s dominacijom foramol skeletne zajednice**.

Sediment s područja Bakarskog zaljeva (uzorak BBO37) pretežito je muljevit te sadrži manje količine pijeska (tablica 2). Jednako su ustanovili Juračić i suradnici (1999) te Cukrov i suradnici (2014). Bakarski zaljev je poluzatvoren s ograničenom cirkulacijom mora. Prema tome, vrlo mirni uvjeti i dubine od 27,3 m pogodovale su taloženju sitnozrnastog sedimenta. S obzirom na relativno male udjele karbonatne komponente (tablica 3) i prisutnost dominantno siliciklastičnih minerala (tablica 4), moglo bi se zaključiti da je sediment uzorka BBO37 terigenog porijekla. Izvor materijala su okolne naslage fliša koje izgrađuju jezgru potopljene sinklinale Bakarskog zaljeva (GRIMANI i sur., 1973). Produkcija sedimenta uzrokovana je vjerojatno i trošenjem obale i podloge djelovanjem mora. Od karbonatne komponente najprisutniji je kalcit, a potječe najvjerojatnije iz biogenih čestica koje su prisutne u krupnijim frakcijama (mekušci i foraminifere), ali i u sitnozrnastim frakcijama (vapnenački nanoplankton). Mikroskopskom analizom nanofosila ustanovljena je prisutnost raznih paleogenih vrsta koje najvjerojatnije potječu iz naslaga koje se nalaze na dnu potopljene sinklinale. Područje Bakarskog zaljeva moglo bi se opisati kao **okoliš taloženja terigenog mulja s dominacijom foramol skeletne zajednice**.

Uzorak s područja Paškog zaljeva (O28A) gotovo u potpunosti sačinjava mulj (tablica 2). Njegovom taloženju pogodovali su mirni uvjeti u relativno zaštićenom području

te dubine od 47,9 m (PIKELJ, 2010). U mineralnom sastavu pretežito prevladavaju kalcit i kvarc, a udjeli karbonatne komponente su značajni (tablica 3). Karbonatna komponenta vjerojatno potječe u najvećoj mjeri od biogenih čestica i to u krupnijim frakcijama iz foramol skeletne zajednice, a u sitno-zrnastoj iz raznih vrsta vapnenačkih nanoplanktona paleogenske starosti. Vapnenački nanoplankton potječe iz paleogenskih klastičnih naslaga koje izgrađuju sinklinalu Paškog zaljeva. Te su naslage izvor i siliciklastične komponente sačinjene od kvarca, klorita i muskovita te se s obzirom na njih može reći da je siliciklastična komponenta terigenog porijekla. Taloženje i produkcija sitno-zrnastog materijala u području Paškog zaljeva na mjestu uzorkovanja najvjerojatnije je posljedica djelovanja mora. Paleogenske klastične naslage (lapori i pješčenjaci) koje izgrađuju obalu u ovom području, troše se obalnim procesima nakon čega dolazi do taloženja sitno-zrnastih frakcija u relativno mirnom okolišu (PIKELJ, 2010). Moglo bi se dakle reći da je istraženo područje Paškog zaljeva **okoliš taloženja miješanog siliciklastično-karbonatnog mulja s dominacijom foramol skeletne zajednice.**

Uzorak O26 uzorkovan je kod otoka Molata na dubini od 46,5 m. Sediment u najvećoj mjeri sačinjava pijesak (tablica 2). Mulj je zastupljen u znatno manjoj mjeri (11 %). U uzorku su ustanovljeni visoki udjeli karbonatne komponente (tablica 3), koja je prema analizi mineralnog sastava u najvećoj mjeri sastavljena od aragonita i kalcita, a sporedno od magnezijuskog kalcita i dolomita. Mikroskopskom analizom uspostavljeno je da su frakcija pijeska i šljunka dominantno sačinjene od vrlo fragmentiranih čestica organizama koje izgrađuju svoje ljuštore od navedenih karbonatnih minerala. Prema tome, moglo bi se zaključiti da je karbonatna komponenta u uzorku O26 u najvećoj mjeri biogenog porijekla. Dolomit je najvjerojatnije terigenog porijekla, a potječe iz gornjokrednih okršenih dolomitnih vapnenaca i u manjoj mjeri foraminiferskih vapnenaca koji grade otok Molat. Siliciklastičnu komponentu čine kvarc, illit i muskovit i najvjerojatnije je pretežito terigenog porijekla, a nešto manje i biogenog budući da je mikroskopskom analizom ustanovljena prisutnost spikula spužvi kao i kod Pikelj (2010). Naslage fliša smatraju se jednim od glavnih izvora siliciklastične komponente u sedimentima istočne strane Jadranskog mora (PIKELJ, 2010). Naslaga fliša na otoku Molatu prema Mamužić i Sokač (1973) nema, ali sjeverno od Brguljskog zaljeva prisutni su tanki slojevi *terra rosse* koja može biti izvor siliciklastične komponente. Iako je to područje dosta udaljeno od same lokacije uzorkovanja, moguće je da je *terra rossa* izvor jednog dijela siliciklastične komponente. Kao što navode Šparica i suradnici (2005), materijal nastao denudacijom naslaga fliša i kvartarnih sedimenata

područja udaljenijih od obala, mogao je dospjeti do mora višestrukim pretaloživanjem. U sitno-zrnastoj frakciji pronađena je samo vrsta vapnenačkog nanoplanktona koja se pojavljuje od neogena do danas. Prema tome, sediment uzorka O26 najvjerojatnije je u najvećoj mjeri recentnog postanka. S obzirom na izrazitu krupnoću zrna te veliku fragmentiranost biogenih čestica, moglo bi se pretpostaviti da na nastanak i raspored analiziranog sedimenta dominantan utjecaj imaju obalni procesi i valovi. Ipak, s obzirom na dubinu (skoro 50 m) pretpostavlja se da na fragmentiranje biogenih ljuštura ipak veći utjecaj imaju tafonomski procesi. Analizirani sediment je predstavnik tipičnog sedimenta istočnojadranskog šelfa koje navodi Pikelj (2010): krupno-zrnast i uvelike biogen s visokim uvjelom karbonatne komponente. Okoliš taloženja mogao bi se opisati kao **okoliš taloženja karbonatnog pijeska s dominacijom foramol skeletne zajednice**.

Sediment uzorka P16A uzet je u središnjem dijelu Novigradskog ždrila na dubini od 26,1 m. U uzorku su prisutne sve frakcije, a prevladavaju šljunak i pijesak dok je udio mulja 24,8 % (tablica 2). Udio karbonatne komponente u cjelokupnom uzorku je 76,53 %, dok je u sitno-zrnastoj znatno manji (25,07 %). Prema tome moglo bi se zaključiti da je većinski dio karbonatne komponente prisutan u krupno-zrnastim frakcijama što je u skladu s mikroskopskom analizom sedimenta kojom je ustanovljena prevlast biogenih čestica (u najvećoj mjeri ostataka mekušaca, a nešto manje foraminifera, mahovnjaka i ježinaca). Analiza mineralnog sastava dodatno je potvrdila prevlast karbonatne komponente koja je sastavljena od aragonita, kalcita i magnezijevog kalcita (tablica 3). To su ujedno minerali koji izgrađuju skelete organizama foramol-briomol zajednice ustanovljene mikroskopskom analizom. Siliciklastična komponenta sastavljena je od kvarca i illita koji su najvjerojatnije terigenog porijekla. Izvor siliciklastičnog materijala vjerojatno su palogenske naslage koje uz kredne vapnence izgrađuju dio Novigradskog ždrila u kojem je uzet uzorak P16A. U sitno-zrnastoj frakciji ustanovljena je prevlast vapnenačkih nanofosila, a prisutne su i vrste s rasponom pojavljivanja od neogena do danas. Budući da rijeka Zrmanja u područje estuarija donosi vrlo male količine taložnog materijala, moglo bi se zaključiti da u ovom području dolazi do trošenja paleogenskih naslaga na obalama Karinskog mora. Nakon toga veći dio nastalog sitno-zrnastog materijala se ne zadržava se u ždrilu, već snažnim vodenim strujanjima izlazi iz ždrila i taloži se u području Velebitskog kanala (FIKET i sur., 2017). Krupno-zrnasti sediment je recentan, a velika fragmentiranost ostataka organizama posljedica je vrlo dinamičkog okoliša, koji bi se mogao odrediti kao **okoliš taloženja karbonatnog pijeska s dominacijom foramol-briomol skeletne zajednice**.

Sediment uzorka BBP11 uzorkovan je u Prokljanskom jezeru u estuariju rijeke Krke na dubini od 14 m. U sedimentu prevladava mulj, a krupno-zrnastih frakcija manje je od 5 % (tablica 2). Udjeli karbonatne komponente u cjelokupnom uzorku i sitno-zrnastoj frakciji veći su oko 60 %, stoga se može zaključiti da muljevitou frakciju čine i u najvećoj mjeri karbonatna uz siliciklastičnu komponenta. Analizom mineralnog sastava ustanovljeno je da prevladavaju minerali koji pripadaju karbonatnoj komponenti, dok su siliciklastični minerali znatno manje zastupljeni (kvarc i muskovit), što je u skladu s prethodnim istraživanjima (HASAN i sur., 2023). Minerali koji čine siliciklastičnu komponentu ukazuju na terigeno porijeklo jednog dijela muljeviteg sedimenta. Budući da rijeka Krka ne donosi znatne količine terigenog materijala u područje estuarija, glavni izvor terigenog sedimenta je rijeka Guduča koja drenira naslage fliša (PROHIĆ i JURACIĆ, 1989; HASAN i sur., 2023). Karbonatnu komponentu u najvećoj mjeri čini kalcit dok je aragonit prisutan u znatno manjoj mjeri (tablica 4, prilog 20). Mikroskopskom analizom sedimenta utvrđeno je da krupno-zrnastu frakciju izgrađuju pretežito biogene čestice i to foramol-briomol skeletna zajednica organizama čije ljušture izgrađuju upravo kalcit i aragonit. Prema tome se pretpostavlja da je veći dio karbonatne komponente u muljeviteom sedimentu biogenog porijekla. Vapnenačkog nanoplanktona u sitno-zrnastoj frakciji nema mnogo, a prisutne su uglavnom paleogenske vrste, dok su vrste s rasponom pojavljivanja od neogena do danas prisutne u manjoj mjeri. S obzirom na to može se zaključiti da je dio sedimenta uzorka BBP11 pretaložen iz naslaga fliša koje u najvećoj mjeri drenira rijeka Guduča. Prema Šimić (2023) područje Prokljanskog jezera također prekriva mulj sa sličnim, ali s nešto manjim udjelima karbonatne komponente (58,39 %) u odnosu na uzorak BBP11. Manji udio karbonatne komponente posljedica je blizine rijeke Guduče koja je glavni izvor terigenog siliciklastičnog materijala na području Prokljanskog jezera. Sediment uzorka BBP11 uzet je u estuariju rijeke Krke koji vjerojatno sprječava ulazak dijela sedimenta, stoga u ovom području rijeka Guduča ima nešto manji utjecaj nego u prostoru Prokljanskog jezera. S obzirom na sve navedeno, ovaj bi se okoliš mogao opisati kao **okoliš taloženja miješanog karbonatno-siliciklastičnog mulja s dominacijom foramol-briomol skeletne zajednice.**

7. Zaključak

Na temelju svih navedenih analiza i interpretacije svih podataka, može se zaključiti da su zaljevi i ušća istočne strane Jadranskog mora okoliši u kojima se u najvećoj mjeri talože muljeviti sedimenti, dok su oni pjeskoviti manje prisutni.

Većina uzoraka prema Folku (1954) pripada muljevima, od kojih manji dio sadrži uz mulj i različite udjele pijeska i šljunka. Ukoliko se radi o ušćima alogenih rijeka koje dreniraju naslage fliša, muljevita frakcija je posljedica riječnog donosa. U relativno mirnim i zaštićenim okolišima bez značajnijeg ili direktnijeg riječnog donosa taloženje mulja omogućeno je na različitim dubinama, pri čemu taloženje značajnih količina muljevite frakcije može biti uobičajeno i na manjim dubinama. Ono što ih međusobno razlikuje jest izvor i način postanka muljevite frakcije. U estuarijima Mirne (P22) i Raše (P20) muljeviti sedimenti terigenog su porijekla te nastaju trošenjem naslaga fliša koje navedene rijeke dreniraju u gornjim dijelovima svojih tokova. Slična je situacija je i u estuariju rijeke Krke (BBP11), samo što taložni materijal iz zaleđa donosi rijeka Guduča, a ne sama Krka. Područje grada Rijeke (uzorak BBO38) također je pod utjecajem donosa materijala rijekama, ali i morskim strujama. U ovom slučaju Rječina koja u svojim gornjim tokovima erodira naslage fliša, donosi materijal u područje svoga ušća, ali je dio tog sitno-zrnastog materijala prenošen morskim strujama do grada Rijeke i dalje u Riječki zaljev. U blizini ušća Rječine (P18) se tako u sastavu sedimenata uz mulj nalazi i značajna količina pijeska. Na području Paškog (uzorak O28A), Bakarskog (BBO37) i moguće pulskog zaljeva (O45) sedimentacija je pod utjecajem djelovanja mora gdje dolazi do trošenja naslaga klastita u obalnim područjima i taloženja nastalog materijala u mirnim okolišima ograničenih cirkulacija vodenih masa. Sedimenti s područja Novigradskog ždrila (P16A) i otoka Molata (O26) jedini su određeni kao pijesci. Njihov nastanak posljedica je u najvećoj mjeri djelovanja mora kroz stvaranje biogenog sedimenta (sediment kod Molata), kao i djelomično dinamike vode i te trošenja naslaga koje ih okružuju (sediment Novigradskog ždrila).

U većini slučajeva udjeli karbonatne komponente u sedimentima s područja riječnih ušća i zaljeva manji su od prosjeka (60%). Isto se odnosi i na sitno-zrnaste frakcije, što bi značilo da u muljevima uglavnom prevladava siliciklastična komponenta. Iznad prosječne udjele karbonatne komponente imaju sedimenti s područja bez utjecaja rijeka (Molat), područja sa smanjenim utjecajem riječnog donosa (estuarij rijeke Krke) te područja s nemogućnosti zadržavanja sitno-zrnastog materijala sačinjenog od siliciklastične

komponente (Novigradsko ždrilo). Karbonatna komponenta u većini analiziranih sedimenata biogenog je porijekla, a jedan dio nje je i usitnjen i prisutan u sitno-zrnastoj frakciji.

U sitno-zrnastim frakcijama većine analiziranih sedimenata prisutne su paleogenske vrste i rodovi vapnenačkih nanoplanktona koji ukazuju na pretaloživanje iz starijih naslaga ukoliko je okoliš taloženja blizu obale bogate paleogenkim klastitima.

8. Popis literature

- ALFIREVIĆ, S. (1960): Rezultati morfoloških i geoloških istraživanja marinskih sedimenata u kanalima zadarskog arhipelaga. *Hidrografski godišnjak za 1960*, 67–104.
- ALFIREVIĆ, S. (1964): Sedimentološki pokrov kanalskog područja Jadrana i faktori koji uplivaju na njegovo formiranje. *Acta Adriatica*. 11/1, 9–17.
- ALFIREVIĆ, S. (1975): Geološke karakteristike morskog dna na području jadranskog šelfa s posebnim osvrtom na njegovu ekonomsku važnost. *Hidrografski godišnjak za 1975*, 171–200.
- ALFIREVIĆ, S. (1979): Sedimentološko kartiranje bentoskih biocenoza u kanalima sjeveroistočnog Jadrana. *Geološki Vesnik*, 32, 15–32.
- BABIĆ, LJ., CRNJAKOVIĆ, M., ASMEROM, Y. (2012): Uplifted Pleistocene marine sediments of the Central Adriatic Island of Brusnik. *Geologia Croatica*, 65/2, 223–232.
- BAKRAN-PETRICIOLI, T., PETRICIOLI, D. (2008): Habitats in submerged karst of Eastern Adriatic Coast—Croatian Natural Heritage. *Croatian Medical Journal*, 49, 455–458.
- BANAK, A., PIKELJ, K., LUŽAR-OBERITER, B. i KORDIĆ, B. (2021). The Sedimentary record of Pleistocene aeolian – alluvial deposits on Vrgada Island (eastern Adriatic coast, Croatia). *Geologia Croatica*, 74 (2), 127–137.
- BENAC, C., ARBANAS, Ž., JARDAS, B. (1992): Morphogenesis and evolution of the river mouths in the Kvarner area. *Proceedings of International Symposium: Geomorphology and Sea, Mali Lošinj*, 37–45, Zagreb
- BENAC, Č., BRIŠKI, G., OŠTRIĆ, M. (2003): Holocene sedimentation in front of Rijeka city. U: Vlahović, I. (ur.): *Abstract Book of the 22nd IAS Meeting-Opatija 2003*. Hrvatski geološki institut, Zagreb, 14–14.
- BENAC, Č., JURAIĆ, M. (1998): Geomorphological indicators of sea level changes during upper pleistocene (Würm) and holocene in the Kvarner region (NE Adriatic Sea). *Acta Geographica Croatica*, 33, 27–45.

- BENAC, Č., JURACIĆ, M., BLAŠKOVIĆ, I. (2008): Tidal notches in Vinodol Channel and Bakar Bay, NE Adriatic Sea: indicators of recent tectonics. *Marine Geology*, 248/3–4, 151–160.
- BENAC, Č., RUBINIĆ, J., RUŽIĆ, I., RADIŠIĆ, M. (2017): Geomorfološka evolucija riječnih dolina i ušća na istarskom poluotoku. *Hrvatske vode*, 25, 71–80.
- BLOTT, S. J., PYE, K. (2001): GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms* 26, 1237-1248.
- BONACCI, O., JUKIĆ, D., LJUBENKOV, I. (2006): Definition of catchment area in karst: case of the rivers Krčić and Krka, Croatia. *Hydrological Sciences Journal*, 51, 682–699.
- BOŽIČEVIĆ, S. (2005): Mirna. U: Bertoša, M., Matijašić, R. (ur.): *Istarska enciklopedija*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 493–494.
- CATTANEO, A., TRINCARDI, F., ASIOLI, A., CORREGGIARI, A. (2007): The Western Adriatic Shelf Clinoform: energy-limited bottomset. *Continental Shelf Research*, 27, 506–525.
- COLANTONI, P., GALLIGNANI, P., LENAŽ, R. (1979): Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic continental shelf (Italy). *Marine Geology*, 33, 41–50.
- CORREGGIARI, A., ROVERI, M., TRINCARDI, F. (1996): Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic Sea. *II Quaternario*, 9/2, 697–704.
- CUKROV, N., FRANČIŠKOVIĆ-BILINSKI, S., BOGNER, D. (2014): Metal contamination recorded in the sediment of the semi-closed Bakar Bay (Croatia). *Environmental Geochemistry and Health*, 36, 195–208.
- DANOVARO, R., BOERO, F. (2019): Italian Seas. U: Sheppard, C. (ur.): *World Seas: An Environmental Evaluation (Second Edition)*, Volume 1: Europe, The Americas and West Africa. Elsevier Ltd, 283-306, 912 str.
- DI CESARE, A., PJEVAC, P., ECKERT, E., CURKOV, N., MIKO ŠPARICA, M., CORNO, G., ORLIĆ, S. (2020): The role of metal contamination in shaping microbial communities in heavily polluted marine sediments. *Environmental Pollution*, 265, 114823.

- FELJA, I. (2017): Karstic estuaries along the eastern Adriatic coast: Late-Quaternary evolution of the Mirna and Neretva River mouths. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 169 str.
- FIKET, Ž., PIKELJ, K., IVANIĆ, M., BARIŠIĆ, D., VDOVIĆ, N., DAUTOVIĆ, J., ŽIGOVEČKI GOBAC, Ž., MIKAC, N., BERMANEC, V., SONDI, I., KNIEWALD, G. (2017): Origin and composition of sediments in a highly stratified karstic estuary: An example of the Zrmanja River estuary (eastern Adriatic). *Regional Studies in Marine Science*, 16, 67–78.
- FOLK, R. L. (1954): The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. *Journal Geology* 62, 344–356.
- FOLK, R. L., WARD, W. C. (1957): Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27, 3–26.
- FRANČIŠKOVIĆ-BILINSKI, S., JURAČIĆ, M., TIBLJAŠ, D. (2011): Rječina river sediments (Croatia): from captured spring to polluted prodelta. *Environmental Earth Sciences*, 64, 1755–1761.
- FRIGNANI, M., LANGONE, L., RAVAIOLI, M., SORGENTE, D., ALVISI, F., ALBERTAZZI, S. (2005): Fine-sediment mass balance in the western Adriatic continental shelf over a century time scale. *Marine Geology*, 222–223, 113–133.
- GAČIĆ, M., POULAIN, P.-M., ZORE-ARMANDA, M., BARALE, V. (2001): Overview. U: Cushman-Roisin, B., Gačić, M., Poulain, P.-M., Artegiani, A. (ur): *Physical Oceanography of the Adriatic Sea: Past, Present and Future*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1–44.
- GRIMANI, I., ŠUŠNJAR, M., BUKOVAC, J., MILAN, A., NIKLER, L., CRNOLATAC, I., ŠIKIĆ, D., BLAŠKOVIĆ, D. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Crikvenica L33–102. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 61 str.
- GULAM, V. (2012): Erozija ogolina u flišu središnje Istre. Doktorska disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 289 str.

- HASAN, O., MIKO, S., BRUNOVIĆ, D., PAPTODOROU, G., CHRISTODOLOU, D., ILIJANIĆ, N., GERAGA, M. (2020): Geomorphology of canyon outlets in Zrmanja River estuary and its effect on the Holocene flooding of semi-enclosed basins (the Novigrad and Karin Seas, Eastern Adriatic). *Water*, 12, 2807.
- HASAN, O., SMRKULJ, N., MIKO, S., BRUNOVIĆ, D., ILIJANIĆ, N., ŠPARICA MIKO, M. (2023): Integrated reconstruction of Late Quaternary geomorphology and sediment dynamics of Prokljan Lake and Krka River estuary, Croatia. *Remote Sensing*, 15, 2588.
- ILIJANIĆ, N., MIKO, S., IVKIĆ FILIPOVIĆ, I., HASAN, O., ŠPARICA MIKO, M., PETRINEC, B., TERZIĆ, J., MARKOVIĆ, T. (2022): A Holocene sedimentary record and the impact of sea-level rise in the karst lake Velo Blato and the wetlands on Pag Island (Croatia). *Water*, 14, 342.
- IVANOVIĆ, A., SAKAČ, K., SOKAČ, B., VRSALOVIĆ-CAREVIĆ, I., ZUPANIĆ, J. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Obrovac L33–140. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 45 str.
- JANEKOVIĆ, M., JURAČIĆ, M., SONDI, I. (1995): Sedimentacijske osobitosti rijeke Mirne (Istra, Hrvatska). 1. Hrvatski geološki kongres. Zbornik radova 1 (ur. Vlahović, I., Velić, I., Šparica, M.), 225–227. Institut za geološka istraživanja, Zagreb.
- JCPDS (1996): Powder Diffraction File PDF-2 Database Sets. 1-46. International Centre for Diffraction Data, Philadelphia.
- JURAČIĆ, M. (1992): Sedimentation in some Adriatic karstic river mouths. Are they estuaries or rias? U: Bognar, A. (ur.): *Geomorphology and the Sea*. University of Zagreb, Zagreb, Croatia, 55–63.
- JURAČIĆ, M., BENAC, Č., CRMARIĆ, R. (1999): Seabed and surface sediment map of the Kvarner region, Adriatic Sea, Croatia (Lithological Map, 1:500,000). *Geologia Croatica*, 52/2, 131–140.
- JURAČIĆ, M., NOVOSEL, A., TIBLJAŠ, D., BALEN, D. (2004): Jabuka Shoal, a new location with igneous rocks in the Adriatic Sea. *Geologia Croatica*, 57/1, 91–95.

- JURAČIĆ, M., SONDI, I., RUBINIĆ, J., PRAVDIĆ, V. (1995): Sedimentacija u neravnotežnom estuariju pod utjecajem rijeke: krški estuarij Raše, Hrvatska. 1. Hrvatski geološki kongres. Zbornik radova 1 (ur. Vlahović, I., Velić, I., Šparica, M.), 265–268. Institut za geološka istraživanja, Zagreb.
- KELLETTAT, D. H. (2005): Dalmatian coasts. U: Schwartz, M. (ur.): Encyclopedia of Coastal Science. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 355–356.
- KORBAR, T. (2009): Orogenic evolution of the External Dinarides in the NE Adriatic region: a model constrained by tectonostratigraphy of Upper Cretaceous to Paleogene carbonates. *Earth-Science Reviews*, 96, 296–312.
- KORLEVIĆ, M., ZUCKO, J., NAJDEK DRAGIĆ, M., BLAŽINA, M., PUSTIJANAC, E., VOJVODA ZELJKO, T., GACESA, R., BARANASIC, D., STARCEVIC, A., DMINIC, J., F. LONG, P., CULLUM, J., HRANUELI, D., ORLIĆ, S. (2015): Bacterial diversity of polluted surface sediments in the northern Adriatic Sea. *Systematic and Applied Microbiology*, 38/3, 189–197.
- LEDER, T. D., UJEVIĆ, T., CALA, M. (2017): Coastline lengths and areas of islands in the Croatian part of the Adriatic Sea determined from the topographic maps at the scale of 1:25,000. *Geoadria*, 9, 5–32.
- LIPIZER, M., PARTESCANO, E., RABITTI, A., GIORGETTI, A., CRISE, A. (2014): Qualified temperature, salinity and dissolved oxygen climatologies in a changing Adriatic Sea. *Ocean Science*, 10, 771–797.
- MARTINI, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. U: Farinacci, A. (ur.): Proceedings of the 2 Plankt. Conf., Roma, 739–785.
- MAMUŽIĆ, P., SOKAČ, B. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za listove Silba L33–126 i Molat L33–138. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 45 str.
- MAGAŠ, N. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Cres L33–113. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 42 str.
- MAMUŽIĆ, P. (1975): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Šibenik K33–8. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 37 str.

- MATIČEC, D. (2009): Krški Dinaridi, U: Velić, I., Vlahović, I. (ur): Tumač geološke karte Republike Hrvatske 1:300.000. Hrvatski geološki institut, Zagreb, 105–106.
- ÖNORM L 1084 (1989): Chemical analyses of soils – Determination of carbonate, Österreichisches Normungsinstitut, Beč.
- PAVLOVIĆ, G., PROHIĆ, E., MIKO, S., TIBLJAŠ, D. (2002): Geochemical and petrographic evidence of meteoric diagenesis in tufa deposits in northern Dalmatia (Zrmanja and Krupa Rivers, Croatia). *Facies*, 46, 27–34.
- PERCH-NIELSEN, K. (1985): Cenozoic Calcareous Nannofossils. U: Bolli, H.M., Saundes, J.B., Perch-Nielsen, K. (ur.): *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, Cambridge, 427–554.
- PHILIPS ANALYTICAL B. V. (2001): x'-Pert High Score, Version 1.0, Almelo.
- PICONE, S., ALVISI, F., DINELLI, E., MORIGI, C., NEGRI, A., RAVAIOLI, M., VACCARO, C. (2008): New insights on late Quaternary palaeogeographic setting in the Northern Adriatic Sea (Italy). *Journal of Quaternary Science*, 23/5, 489–501.
- PIKELJ, K. (2010): Sastav i porijeklo površinskih sedimenata dna istočne strane Jadranskog mora. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 239 str.
- PIKELJ, K., FURČIĆ, N. (2020): Impact of cliff erosion on marine sediment composition - indication of local coastline evolution (Vrgada Island, Croatia) // *Proceedings of the Eighth International Symposium Monitoring of Mediterranean Coastal Areas. Problems and Measurement Techniques / Bonora, Laura ; Carboni, Donatella ; De Vicenzi, Matteo (ur.)*. Livorno: FUP- Florence University Press, 2020. str. 462–468 doi:10.36253/978-88-5518 147-1.46 (predavanje, međunarodna recenzija, cjeloviti rad (in extenso), znanstveni).
- PIKELJ, K., HERNITZ-KUČENJAK, M., AŠČIĆ, Š., JURAČIĆ, M. (2015): Surface sediment around the Jabuka Islet and the Jabuka Shoal: Evidence of Miocene tectonics in the Central Adriatic Sea. *Marine Geology*, 359, 120–133.
- PIKELJ, K., JAKŠIĆ, L., AŠČIĆ, Š., JURAČIĆ, M. (2016): Characterization of the fine-grained fraction in the surface sediment of the eastern Adriatic channel areas. *Acta Adriatica*, 57/2, 195–208.

- PIKELJ, K., JURAČIĆ, D. (2013): Eastern Adriatic coast (EAC): Geomorphology and coastal vulnerability of a karstic coast. *Journal of Coastal Research*, 29/4, 944–957.
- PIKELJ, K., JURAČIĆ, D. (2014): Coastal typology and related seabed sediments along the Eastern Adriatic coast (Croatia). Livorno conference paper.
- PLENIČAR, M., POLŠAK, A., ŠIKIĆ, D. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Trst L33–88. Geološki zavod, Ljubljana. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1965); Savezni geološki zavod, Beograd, 68 str.
- POLŠAK, A. (1970): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Pula L33–12. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 44 str.
- PROHIĆ, E., JURAČIĆ, M. (1989): Heavy metals in sediments—problems concerning determination of the anthropogenic influence. Study in the Krka River estuary, eastern Adriatic coast, Yugoslavia. *Environmental Geology and Water Sciences*, 13, 145–151.
- RIDANOVIĆ, J. (2002): Geografija mora. Hrvatski Zemljopis – naklada Dr. Feletar, Copygraf, Zagreb, 214. str.
- SOKAČ, B., ŠČAVNIČAR, B., VELIĆ, I. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Gospić L33–127. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 64 str.
- SONDI, I., LOJEN, S., JURAČIĆ, M., PROHIĆ, E. (2008): Mechanisms of land–sea interactions – the distribution of metals and sedimentary organic matter in sediments of a river-dominated Mediterranean karstic estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80, 12–20.
- SURIĆ, M. (2002): Submarine karst of Croatia - evidence of former lower sea levels. *Acta carsologica*, 31/3, 89–98.
- SURIĆ, M. (2005): Submerged karst-dead or alive? Examples from the eastern Adriatic coast (Croatia). *Geoadria*, 10/1, 5–19.
- SYVITSKI, J. P. M., KETTNER, A. J. (2007): On the flux of water and sediment into the Northern Adriatic Sea. *Continental Shelf Research*, 27, 296–308.

- 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, 51 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, 55 str.
- ŠIMIĆ, E. (2023): Karakteristike sedimenta odabranih zaljeva i ušća jadranskih rijeka Hrvatske. Završni rad, Prirodoslovno-mateatički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 26 str.
- ŠKARO, K. (2009): Holocenski sedimentacijski procesi u akvatoriju luke Poreč. Diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 137 str.
- ŠPARICA, M., BERGANT, S., HAJEK-TADESSE, V., FUČEK, L. (2000): Geologija područja Morinjskog zaljeva (srednja Dalmacija, Hrvatska), Zbornik radova 2. Hrvatskog geološkog kongresa, Cavtat-Dubrovnik, 421–427.
- ŠPARICA, M., KOCH, G., BELAK, M., MIKO, S., ŠPARICA-MIKO, M., VILIČIĆ, D., DOLENEC, T., BERGANT, S., LOJEN, S., VREČA, P., DOLENEC, M., OGRINC, N., IBRAHIMPAŠIĆ, H. (2005): Recent sediments of Makirina cove (Northern Dalmatia, Croatia): Their origin viewed through a multidisciplinary approach. *Geologia Croatica*, 58/1, 21–72.
- TOMADIN, L. (2000): Sedimentary fluxes and different dispersion mechanism of the clay sediment sin the Adriatic basin. *Rendiconti Lincei Scienze Fisiche e Naturali*, 9/11, 161–174.
- VAN STRAATEN, L. M. J. U. (1970): Holocene and Late Pleistocene sedimentation in the Adriatic Sea. *Geologische Rundschau*, 60/1, 106–131.
- VDOVIĆ, N., JURAČIĆ, M. (1993): Sedimentological and surface characteristics of the Northern and Central Adriatic Sediments. *Geologia Croatica*, 46/1, 157–163.
- VELIĆ, I., VLAHOVIĆ, I. (2009): Tumač geološke karte Republike Hrvatske 1:300.000. Hrvatski geološki institut, Zagreb, 147 str.
- VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I., MATIČEC, D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 220, 333–360.

INTERNETSKI IZVORI

[URL 1] <https://www.mikrotax.org/system/search.php> (pristupljeno 8. 1. 2024.)

9. Table

TABLA 1

Primjeri vapnenačkih nanofosila pronađenih u uzorcima:

- A** *Reticulofenestra umbilicus* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968 (P20)
- B** *Chiasmolithus grandis* (Bramlette & Riedel, 1954) Radomski, 1968 (P22)
- C** *Helicosphaera seminulum* Bramlette & Sullivan, 1961 (BBO38)
- D** *Chiasmolithus medius* Perch-Nielsen, 1971 (P20)
- E** *Reticulofenestra hillae* Bukry & Percival, 1971 (P20)
- F** *Pontosphaera duocava* (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979 (P22)
- G** *Helicosphaera bramlettei* (Müller, 1970) Jafar & Martini, 1975 (P22)
- H** *Calcidiscus leptoporus* (Murray & Blackman 1898) Loeblich & Tappan, 1978 (BBO38)
- I** *Neococcolithes dubius* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Black, 1967 (BBO37)
- J** *Discoaster nodifer* (Bramlette & Riedel, 1954) Bukry, 1973 (P20)
- K** *Discoaster multiradiatus* Bramlette & Riedel, 1954 (P20)
- L** *Reticulofenestra bisecta* (Hay, Mohler and Wade, 1966) Roth, 1970 (P20)
- M** *Reticulofenestra reticulata* (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972 (P20)
- N** *Helicosphaera hyalina* Gaarder, 1970 (P16A)
- O** *Blackites tenuis* (Bramlette & Sullivan, 1961) Sherwood, 1974 (BBO38)
- P** *Umbilicosphaera protoannulus* (Gartner, 1971) Young & Bown 2014 (P20)
- R** *Helicosphaera wilcoxonii* (Gartner, 1971) Jafar & Martini, 1975 (P20)

Iza svake vrste, u zagradi, naveden je uzorak iz kojeg potječu fotomikrografije.

TABLA 1

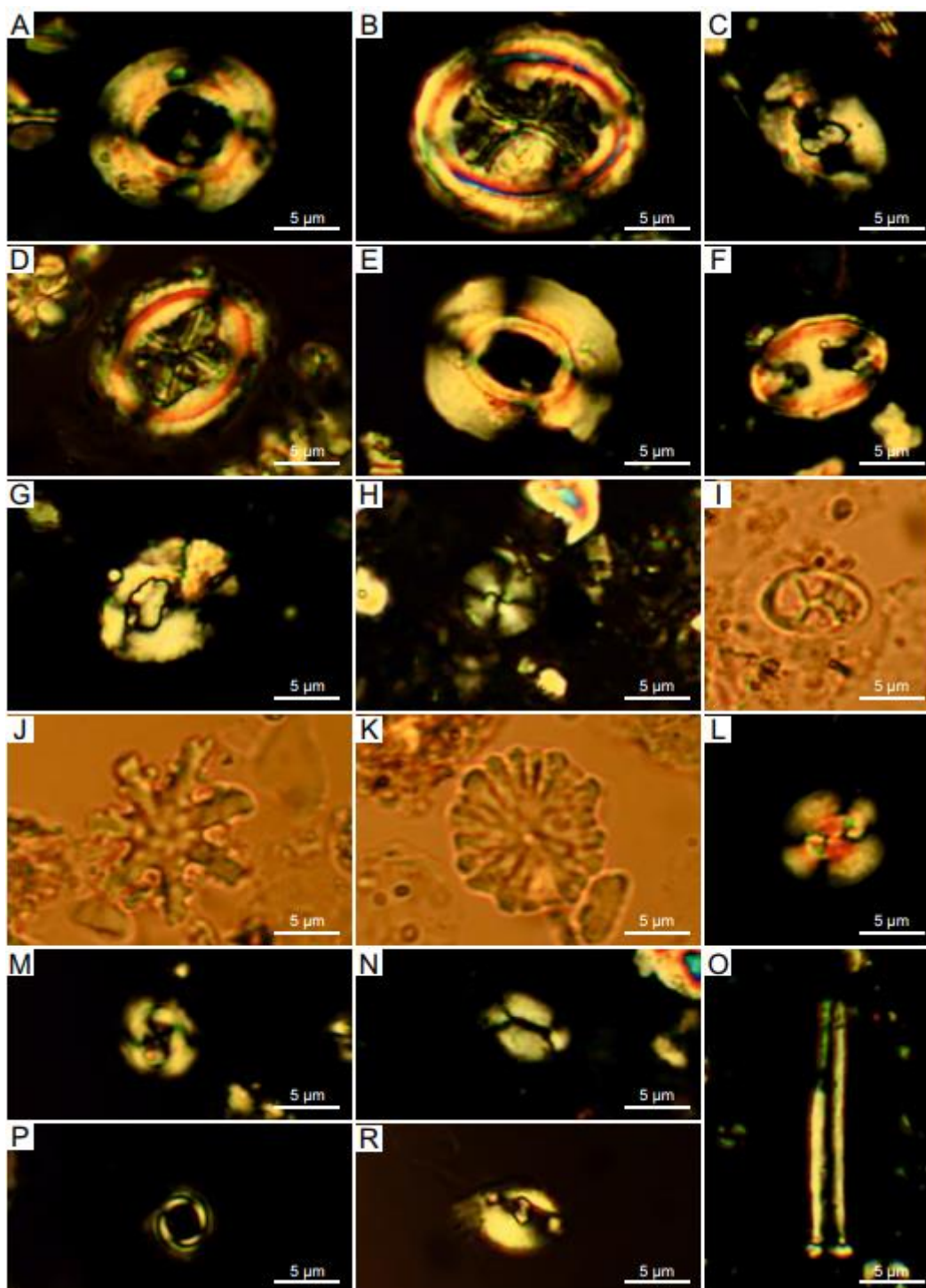


TABLA 2

Primjeri dijatomeja, juvenilnih foraminifera i spikula:

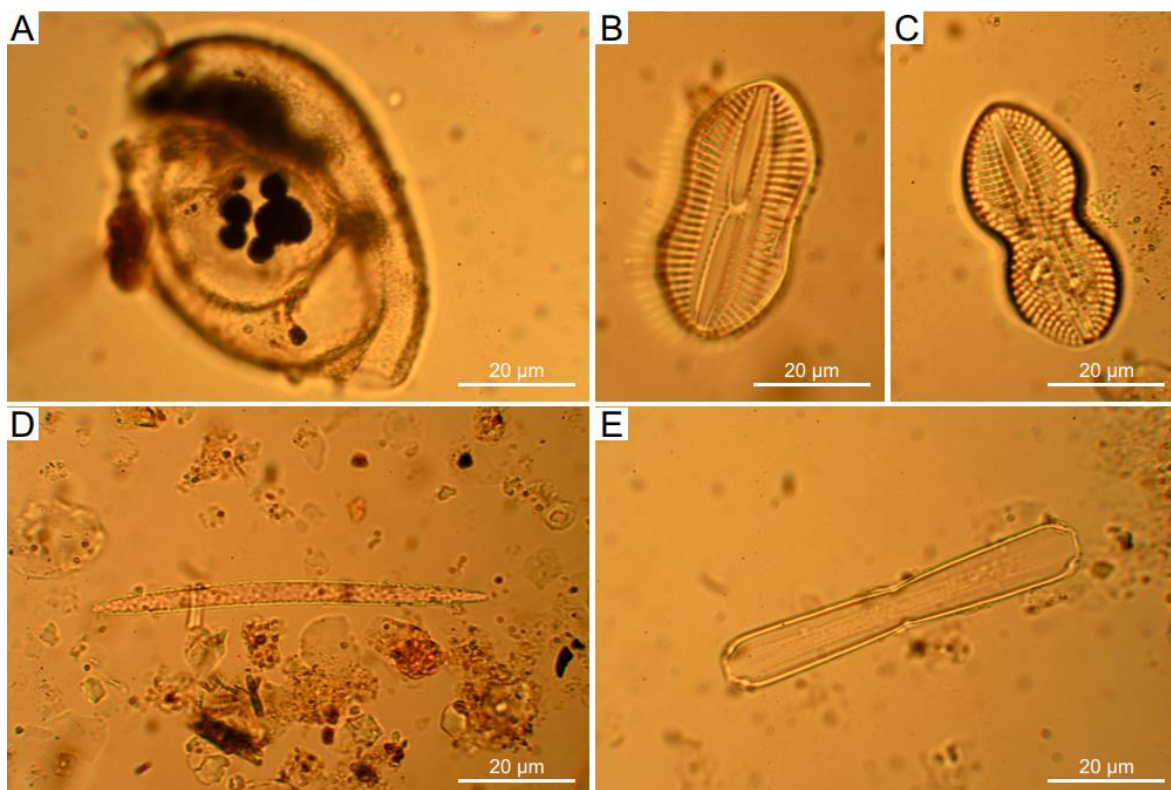
A juvenilna foraminifera (O26)

B, C i E dijatomeje (O26)

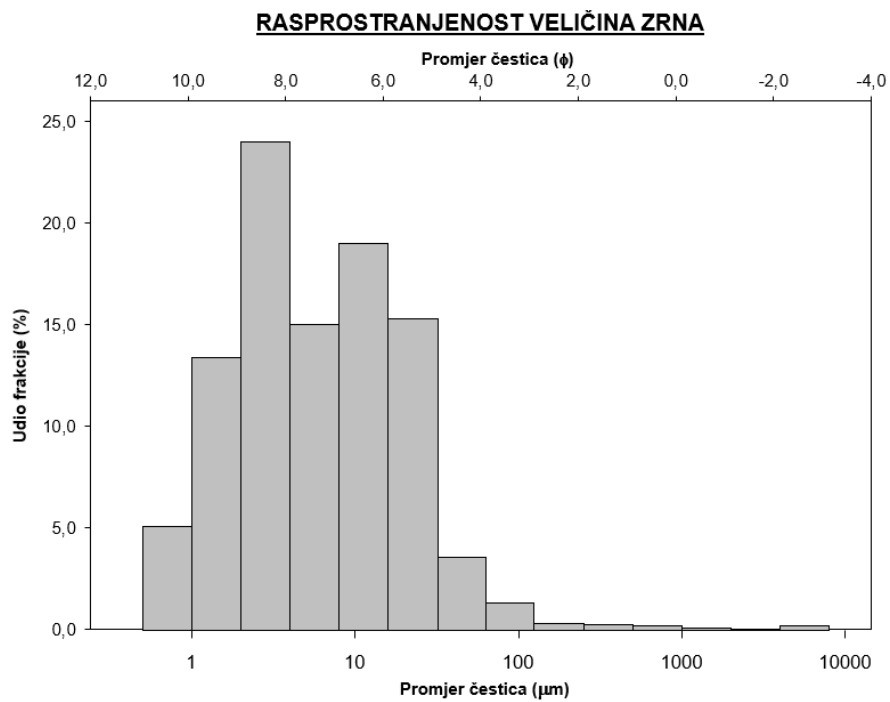
D spikula (BBO37)

U zagradama su navedeni uzorci iz kojih potječu fotomikrografije.

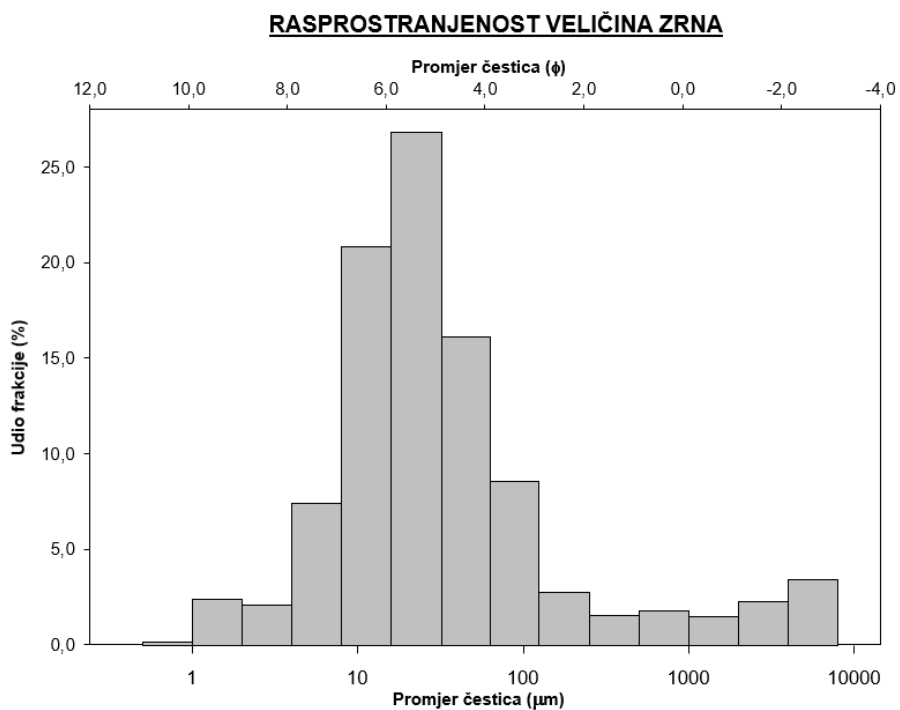
TABLA 2



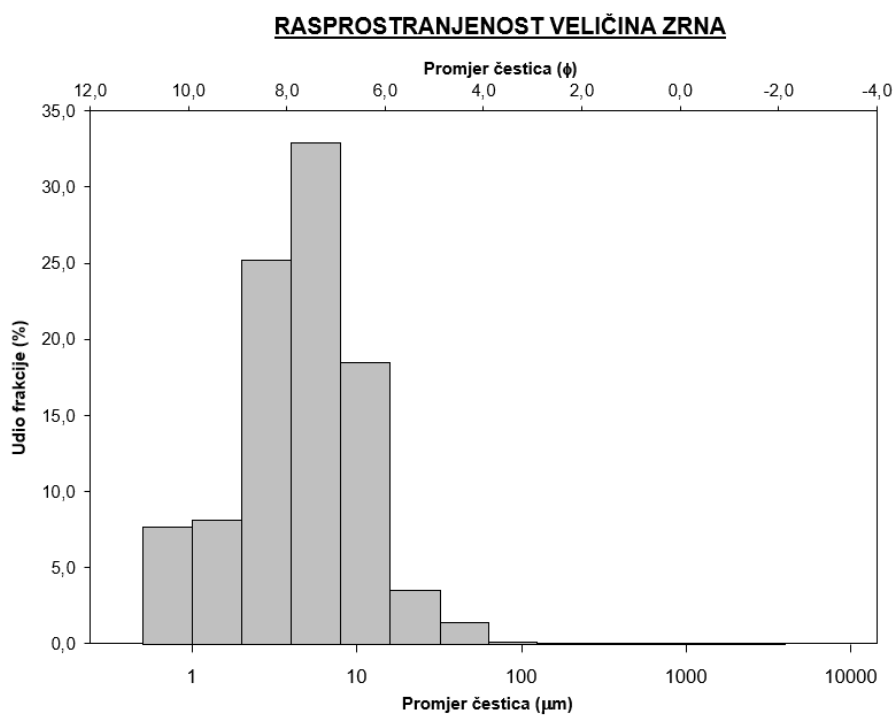
10. Prilozi



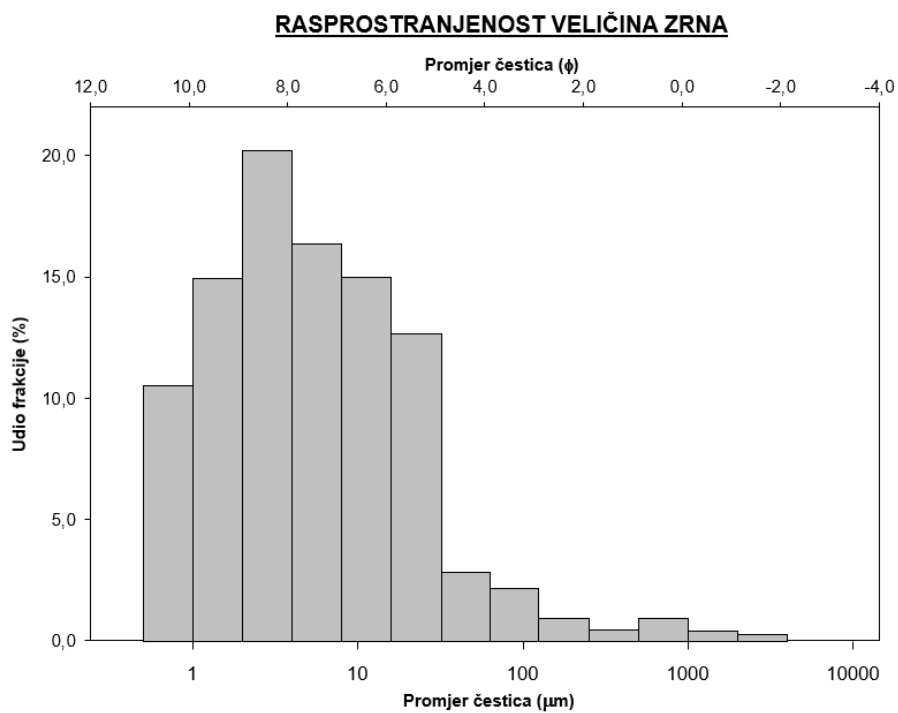
Prilog 1. Histogram uzorka P22.



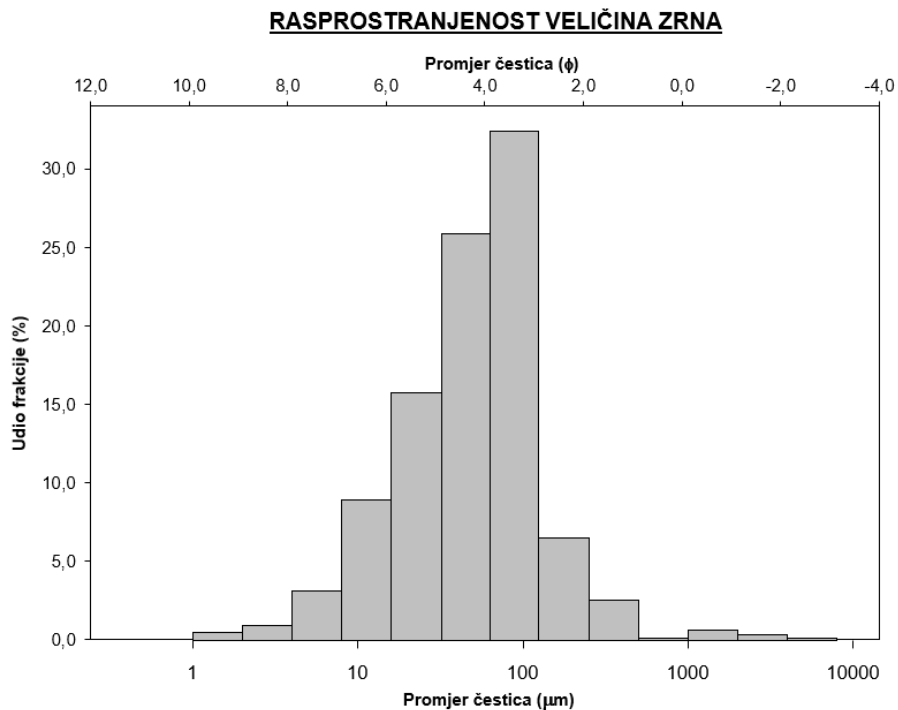
Prilog 2. Histogram uzorka O45.



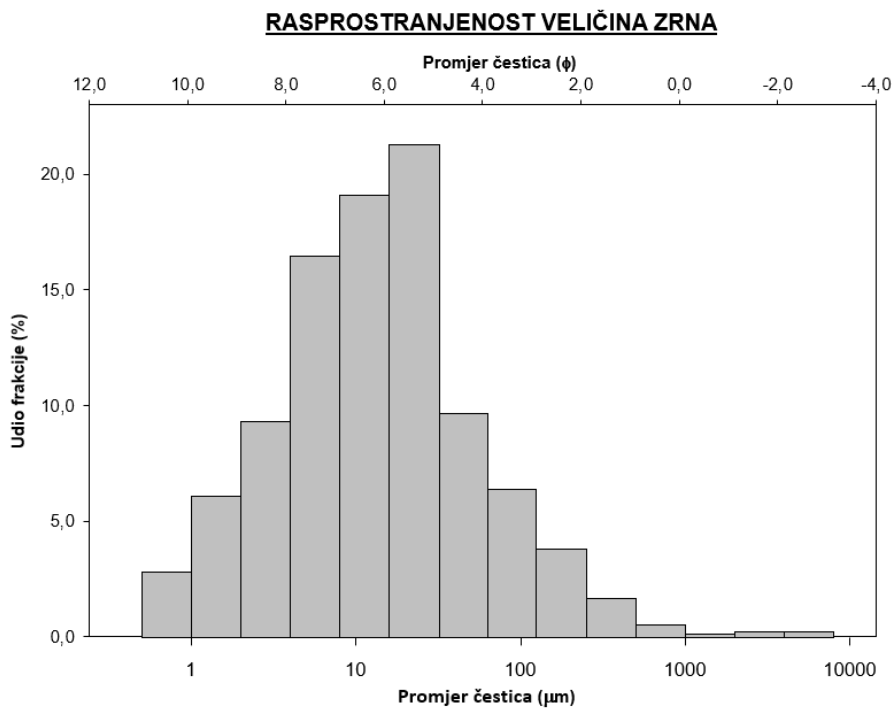
Prilog 3. Histogram uzorka P20.



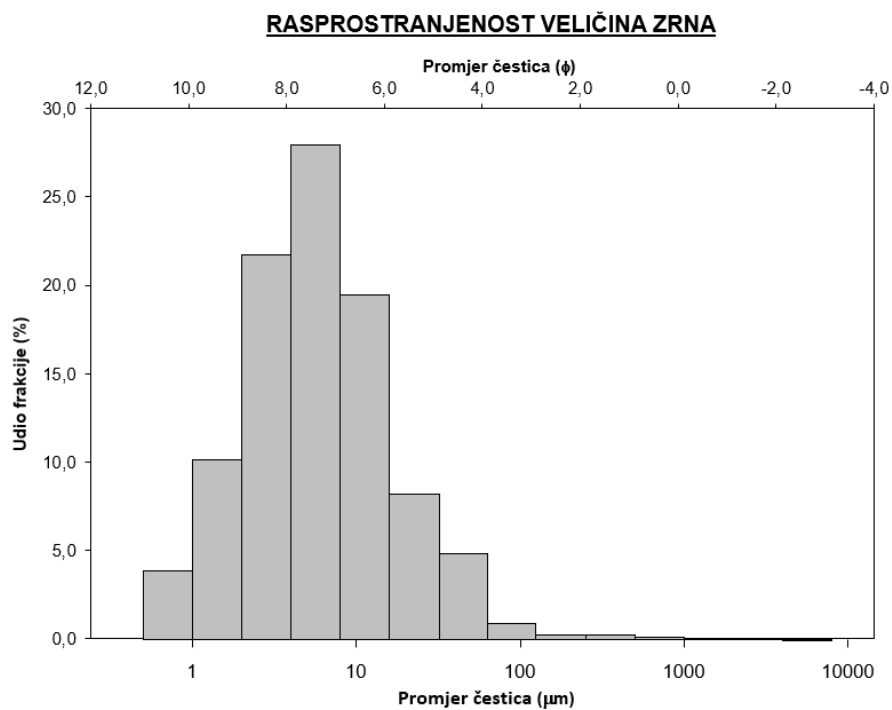
Prilog 4. Histogram uzorka BBO38.



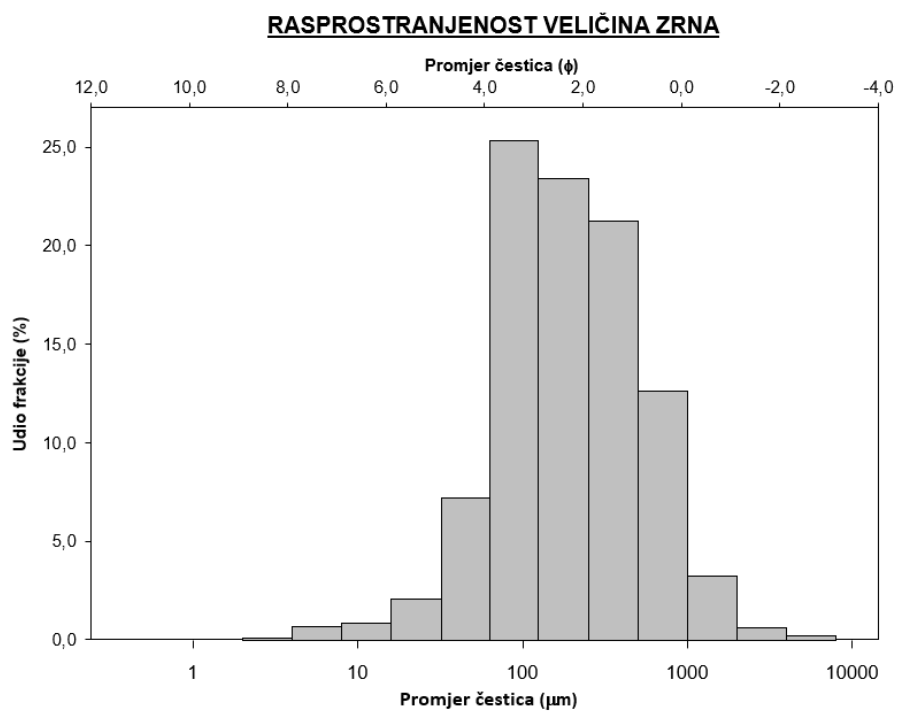
Prilog 5. Histogram uzorka P18.



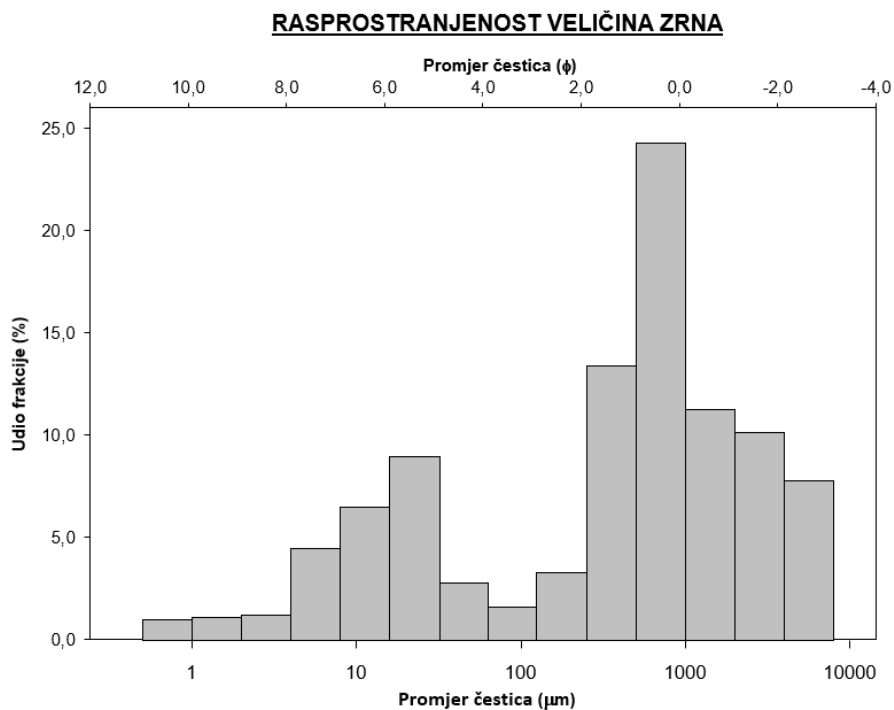
Prilog 6. Histogram uzorka BBO37.



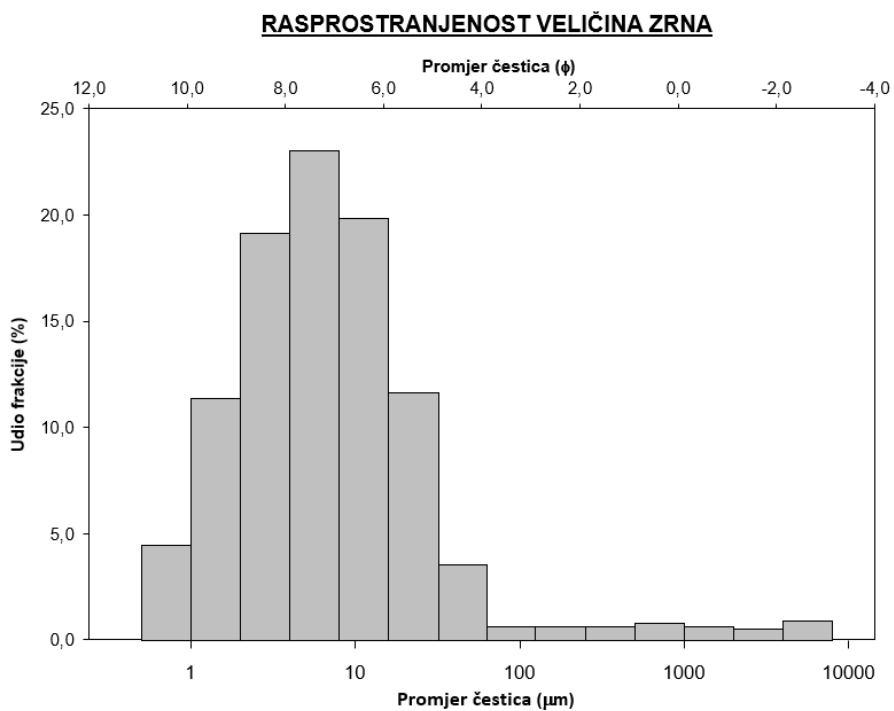
Prilog 7. Histogram uzorka O28A.



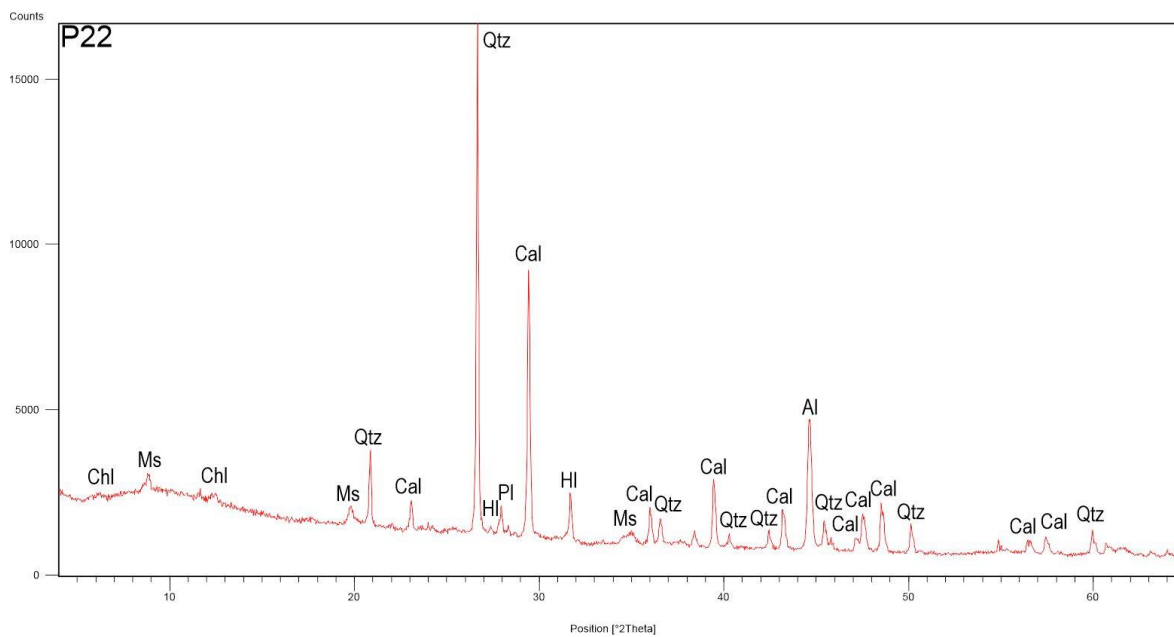
Prilog 8. Histogram uzorka O26.



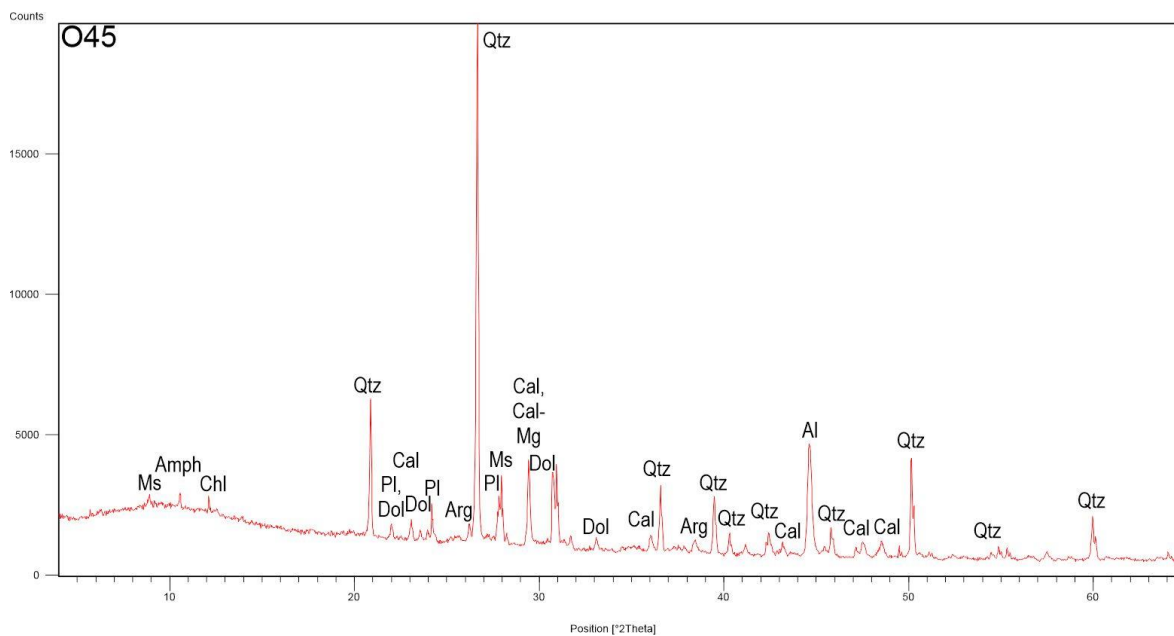
Prilog 9. Histogram uzorka P16A.



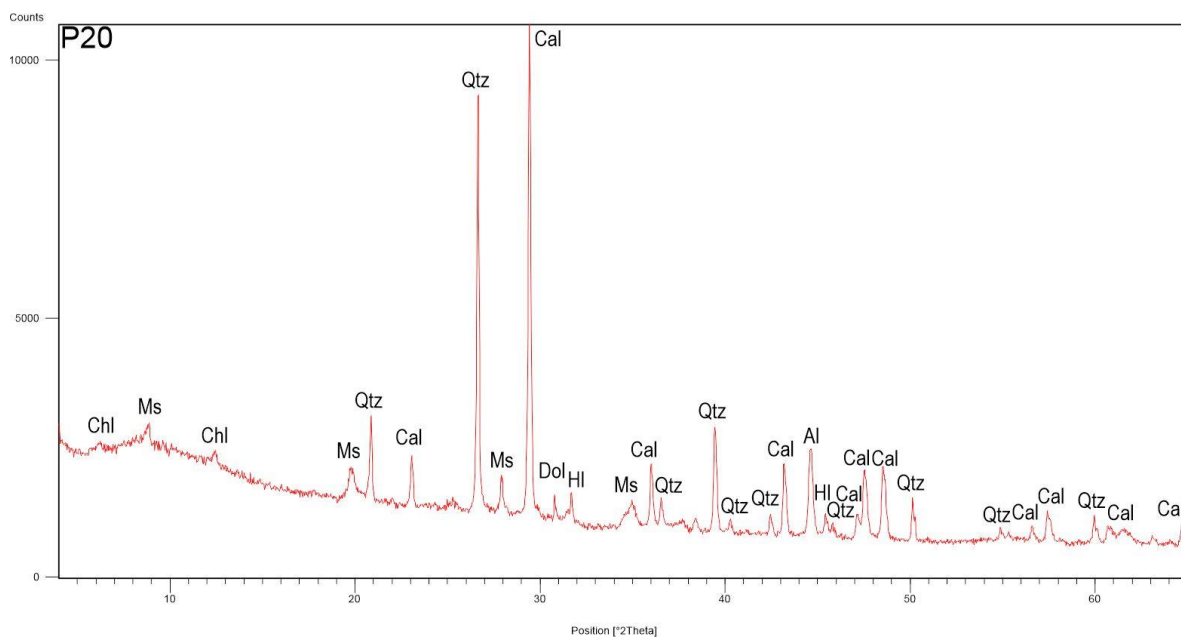
Prilog 10. Histogram uzorka BBP11.



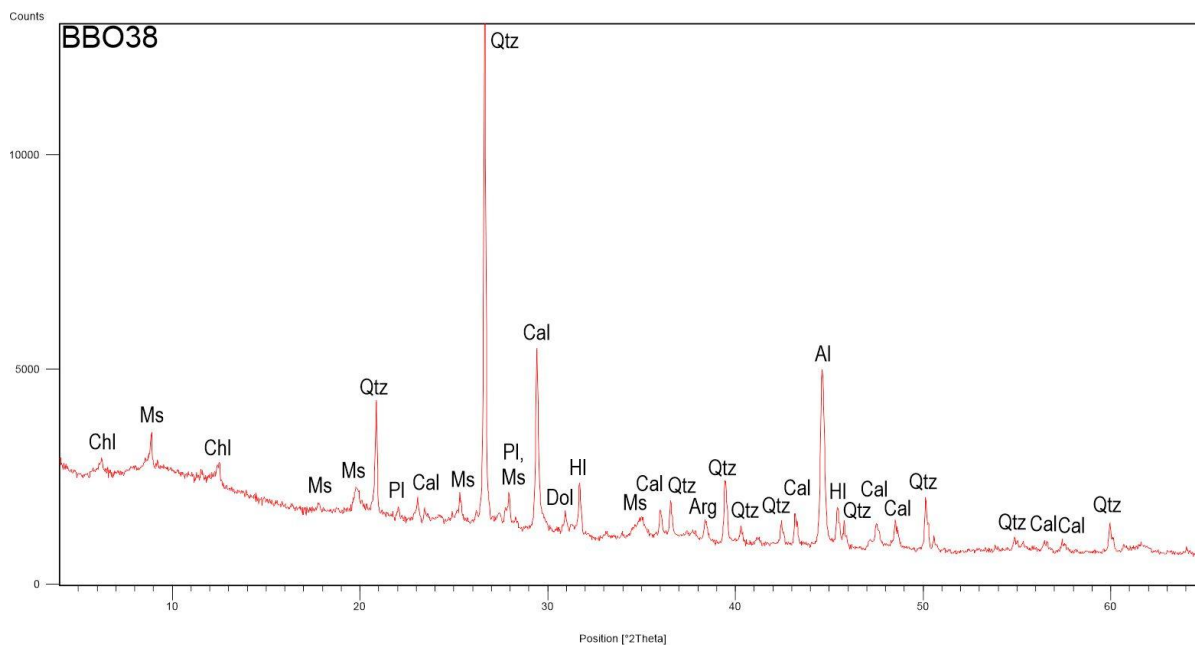
Prilog 11. Rendgenogram uzorka P22.



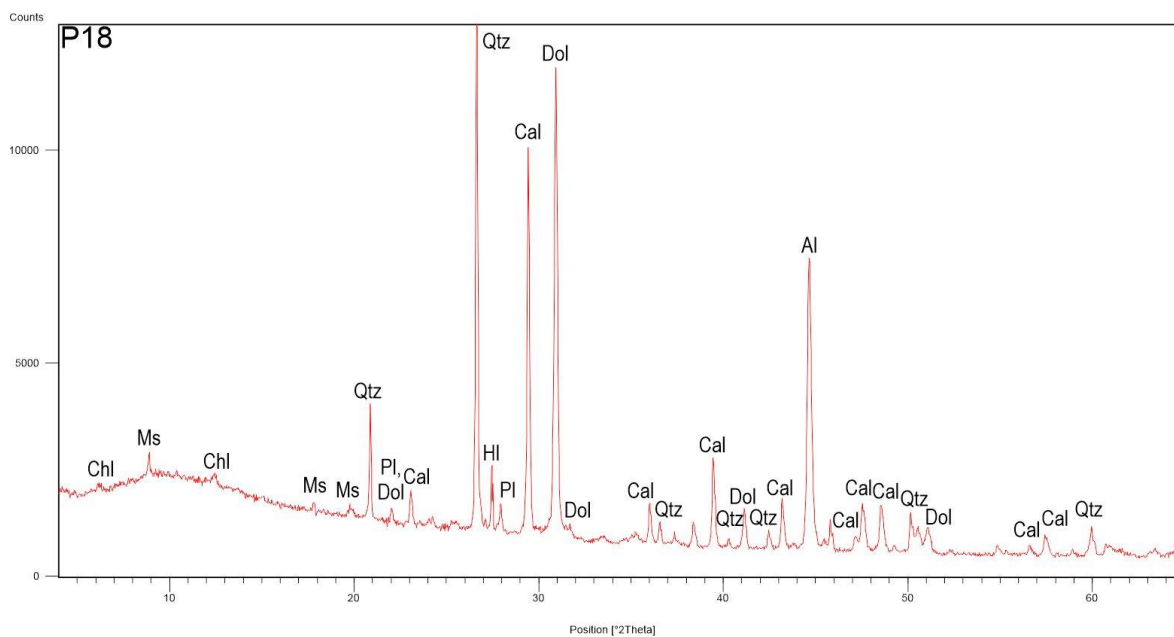
Prilog 12. Rendgenogram uzorka O45.



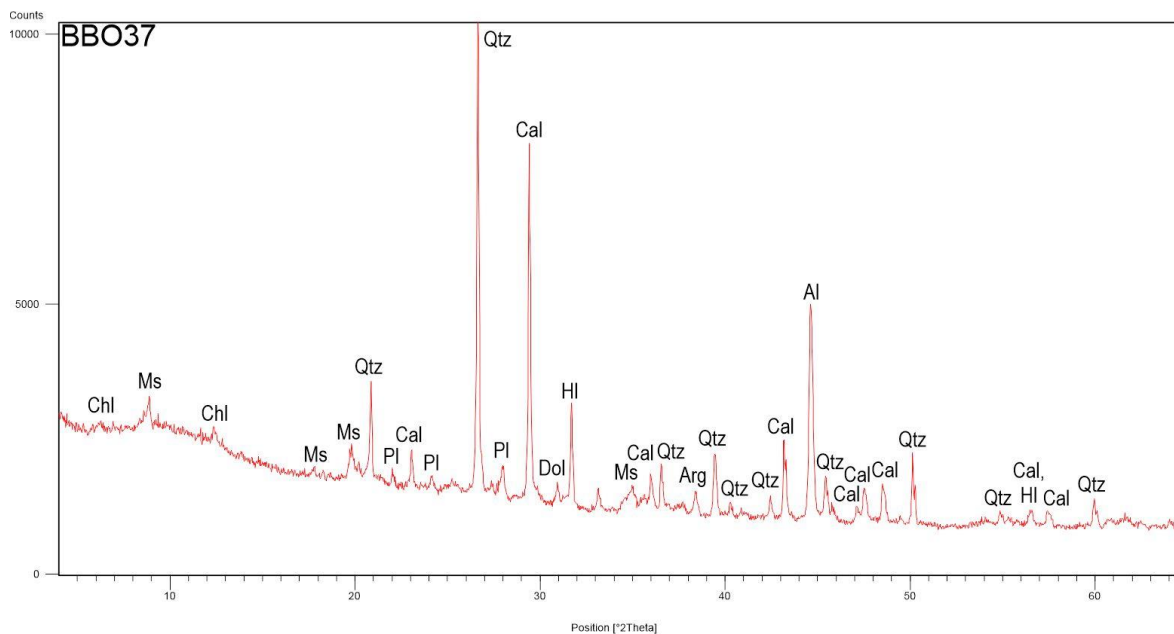
Prilog 13. Rendgenogram uzorka P20.



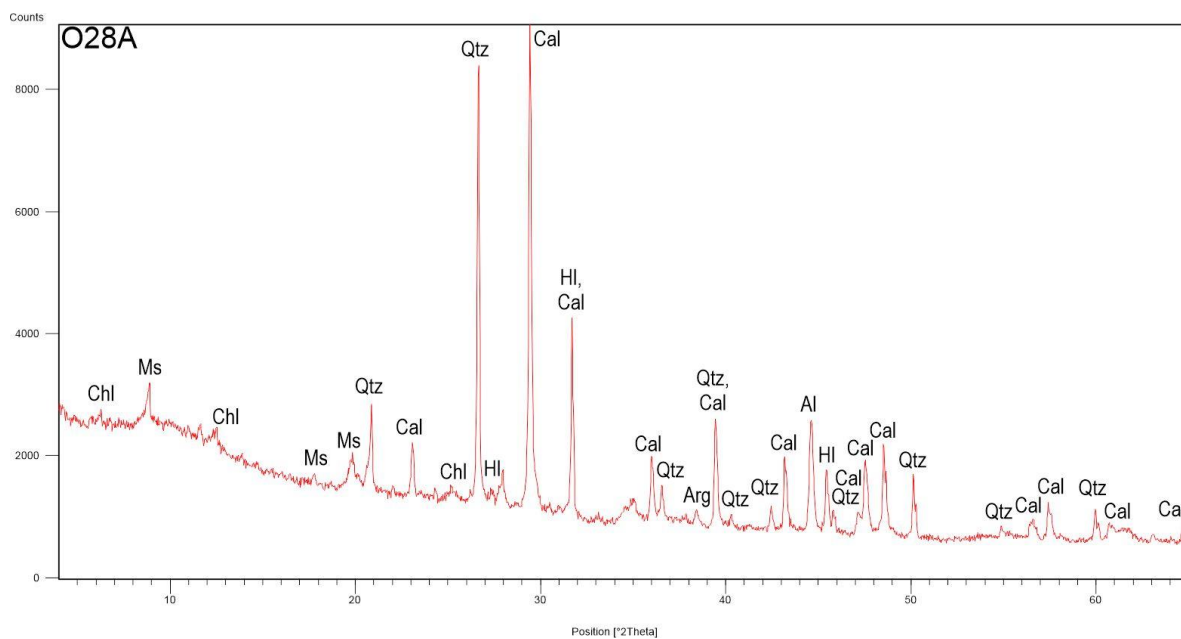
Prilog 14. Rendgenogram uzorka BBO38.



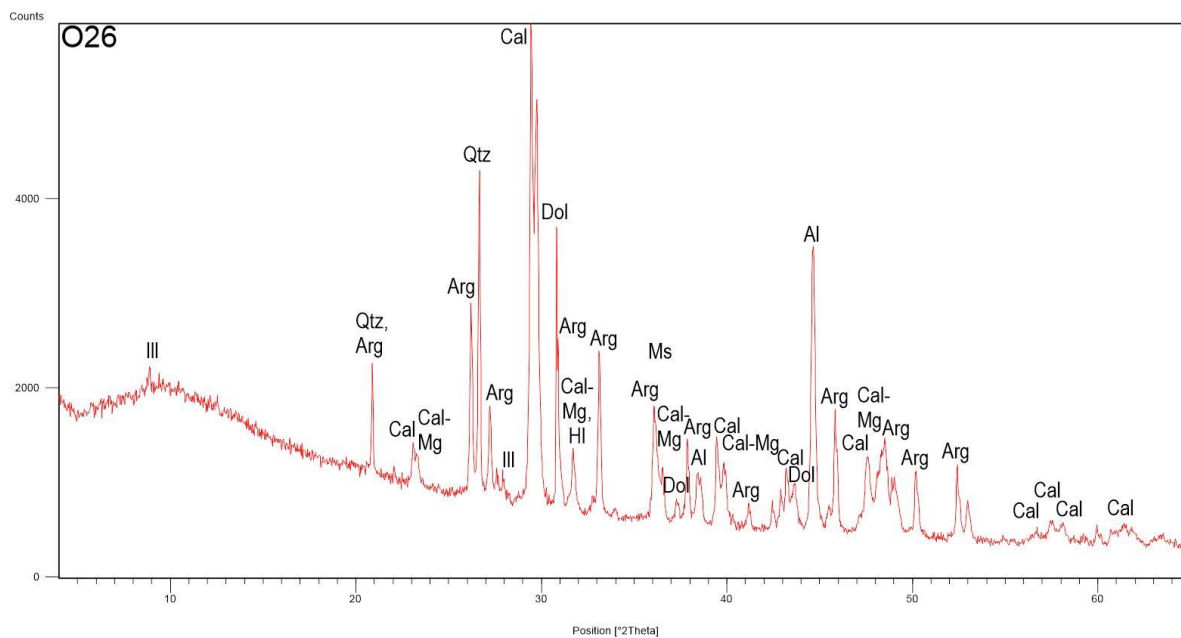
Prilog 15. Rendgenogram uzorka P18.



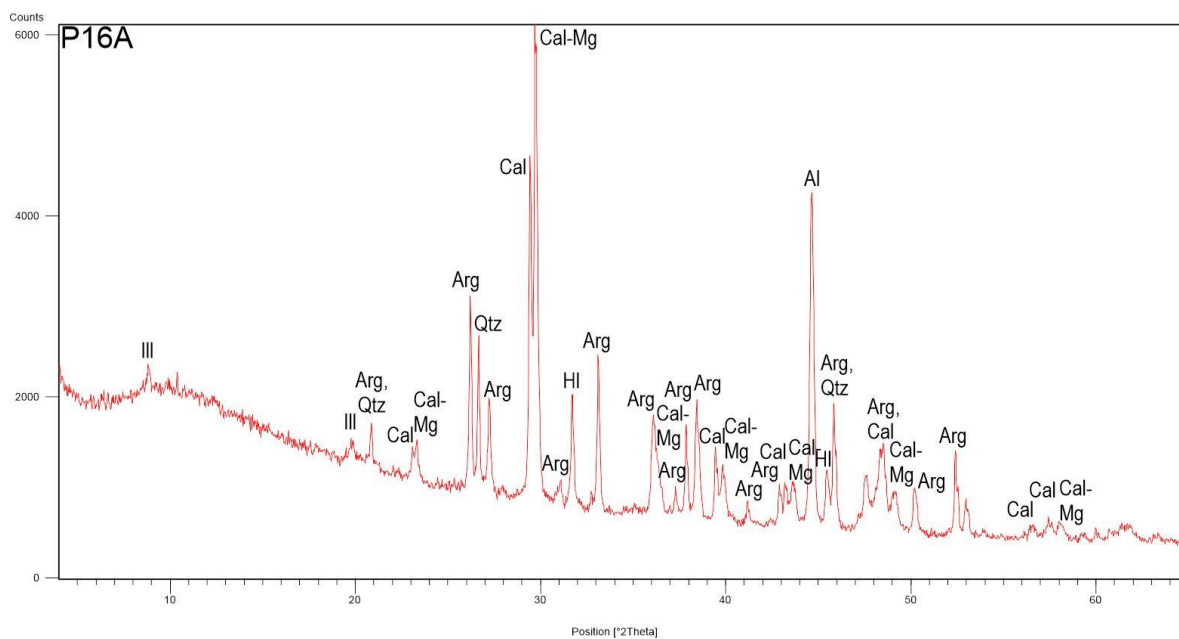
Prilog 16. Rendgenogram uzorka BBO37.



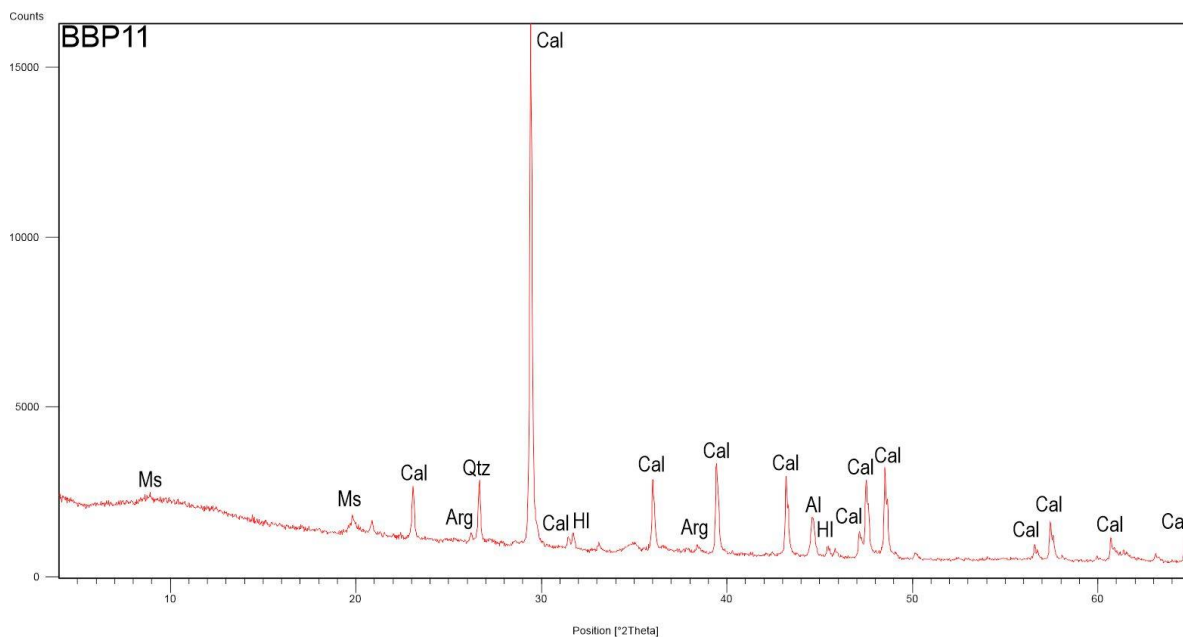
Prilog 17. Rendgenogram uzorka O28A.



Prilog 18. Rendgenogram uzorka O26.



Prilog 19. Rendgenogram uzorka P16A.



Prilog 20. Rendgenogram uzorka BBP11.