Mikropaleontološke i sedimentološke karakteristike jezgi iz slane močvare kod Jadrtovca (srednja Dalmacija)

Leder, Paula

Master's thesis / Diplomski rad

2025

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:622309

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-25**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Paula Leder

MIKROPALEONTOLOŠKE I SEDIMENTOLOŠKE KARAKTERISTIKE JEZGRI IZ SLANE MOČVARE KOD JADRTOVCA (SREDNJA DALMACIJA)

Diplomski rad

Zagreb, 2025.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Paula Leder

MIKROPALEONTOLOŠKE I SEDIMENTOLOŠKE KARAKTERISTIKE JEZGRI IZ SLANE MOČVARE KOD JADRTOVCA (SREDNJA DALMACIJA)

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

Mentor:
doc. dr. sc. Igor Felja

Zagreb, 2025.

Zahvale

...mentoru doc. dr. sc. Igoru Felji na iskustvu, vremenu, prenesenom znanju, i savjetima prilikom pisanja ovog diplomskog rada

...asistentima Marini Čančar Lukić i Igoru Pejnoviću na strpljenju i pripomoći prilikom mikropaleontološke analize i slikanja te na uvijek ugodnoj radnoj atmosferi

...kolegici Lauri Novak na pripomoći na terenskom radu, društvu i podršci

...prijateljima koji su uvijek vjerovali u mene

...obitelji na podršci od mojih najranijih godina obrazovanja pa sve kroz studentsku naobrazbu

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Diplomski rad

MIKROPALEONTOLOŠKE I SEDIMENTOLOŠKE KARAKTERISTIKE JEZGRI IZ SLANE MOČVARE KOD JADRTOVCA (SREDNJA DALMACIJA)

Paula Leder

Rad je izrađen na: Geološko-paleontološki zavod, Geološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Horvatovac 102b

Sažetak: Unutar ovog rada istraživano je područje slane močvare kod Jadrtovca (srednja Dalmacija) bušenjem četiri sedimentne jezgre duž profila slane močvare. Sediment iz jezgri podijeljen je na intervale, laboratorijski obrađen, određene su mu sedimentološke karakteristike, nakon čega je podvrgnut metodi razgradnje organske tvari pomoću 30%-tne otopine vodikovog peroksida. Potom je uslijedila detaljna mikropaleontološka analiza pod stereoskopskim mikroskopom. Svi uzorci su pregledani i izdvojena im je foraminiferska zajednica. Foraminifere su određene prema rodu ili vrsti. Sediment je u konačnici klasificiran kao mulj s manjim udjelima pijeska i šljunka. Od foraminiferske zajednice dominiraju bentičke, perforatne foraminifere Opažene planktonske foraminifere uglavnom su pretaložene iz fliškog zaleđa. Objašnjen je nastanak slane močvare i promjene taložnih okoliša te pomoću prisutnosti antropogenog materijala, okvirna starost sedimenta jezgre do jednog metra.

Ključne riječi: slana močvara, foraminifere, mulj, taložni okoliš

Rad sadrži:	44+XXIV stranica, 24 slike, 13 tablica, 26 literaturnih navoda i 4 tabli
Jezik izvornika:	hrvatski
Rad je pohranjen u:	Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF
Mentor:	Doc. dr. sc. Igor Felja, PMF, Zagreb
Ocjenjivači:	Doc. dr. sc. Igor Felja, PMF, Zagreb Izv. prof. dr. sc. Kristina Pikelj, PMF, Zagreb Red. prof. dr. sc. Nenad Tomašić, PMF, Zagreb

Datum završnog ispita: 25. veljače 2025.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Graduate Thesis

MICROPALEONTOLOGICAL AND SEDIMENTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CORES FROM THE JADRTOVAC SALT MARSH (CENTRAL DALMATIA)

Paula Leder

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

Abstract: In this thesis, the area of the salt marsh near Jadrtovac (Central Dalmatia) was investigated by drilling four sedimentary cores along the profile of the salt marsh. The sediment from the cores was divided into intervals, laboratory processed. Its sedimentological characteristics were determined, after which it was subjected to the method of decomposition of organic matter using a 30% solution of hydrogen peroxide. This was followed by a detailed micropaleontological analysis under a stereoscopic microscope. All samples were examined and their foraminiferal assemblage was isolated. Foraminifera were defined by genus or species. The sediment is ultimately classified as mud with smaller amount of sand and gravel fractions. The foraminiferal assemblage is dominated by benthic and perforated foraminifera. Detected planktonic foraminifera were mainly redeposited from the flysch hinterland. The genesis of the salt marsh and changes in depositional environments alongside the approximate age of the core sediment up to one meter is explained.

Keywords: salt marsh, foraminifera, mud, depositional environment

Thesis contains: 44+XXIV pages, 24 figures, 13 tables, 26 references, and 4 plates

Original in: Croatian

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

Supervisor: Igor Felja, Ph.D., Assistant professor, PMF, Zagreb

Reviewers: Igor Felja, Ph.D., Assistant professor, PMF, Zagreb
Kristina Pikelj, Ph.D., Associate Professor PMF, Zagreb
Nenad Tomašić, Ph.D., Full Professor, PMF, Zagreb

Date of the final exam: February 25th, 2025.

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Pregled dosadašnjih istraživanja 2
3. Geološka građa i geografski smještaj istraživanog područja 4
3.1. Geološke karakteristike područja 10
3.2. Geografski smještaj područja 7
4. Materijali i metode istraživanja 9
4.1. Terenski rad 9
4.2. Laboratorijska priprema uzoraka 12
4.3. Mikropaleontološke analize 15
4.4. Razgradnja organske tvari 16
4.5. Pregled mikropaleontološkog sadržaja 17
4.5.1. Kriteriji za određivanje foraminifera 18
4.5.2. Određivanje mikropaleontološkog materijala 19
5. Rezultati 20
5.1. Opažanje na terenu 20
5.2. Sedimentološke karakteristike 21
5.2.1. Boja sedimenta - Munsell 22
5.2.2. Granulometrijske karakteristike 29
5.3. Mikroskopiranje - izdvajanje mikropaleontološke zajednice 25
6. Rasprava 32
6.1. Bioraznolikost unutar sedimenta jezgri 32
6.2. Interpretacija paleookoliša 37
6.3. Metodologija i utjecaj na rezultat 39
7. Zaključak 41
8. Literatura 42
9. Table V
10. Prilozi XXIII

1. Uvod

Ocjenski rad obuhvaća tematiku sedimentološke i mikropaleontološke analize sedimentnih jezgri slane močvare kod naselja Jadrtovac i Morinjskog zaljeva. Na samoj lokaciji odabrane su četiri točke unutar slane močvare iz kojih su pomoću Eijkelkamp ručne opreme za bušenje sedimenta izbušene četiri jezgre. Započelo se od točke najbliže moru (JSM1) po profilu dugom oko 100 m do točke najdalje od mora, prema unutrašnjosti slane močvare (JSM4).

Prijelazni okoliši obuhvaćaju područja između kopnenih i marinskih ekosustava (slane močvare, delte, estuariji, muljne ravnice, itd.). Takve okoliše karakterizira utjecaj morske i slatke vode kod kojih se javlja nestabilnost u fizikalno-kemijskim parametrima poput saliniteta, temperature i kisika. Jako su osjetljivi i pod snažnim utjecajem klimatskih promjena (ČANČAR et al., 2023). Sedimenti prijelaznih okoliša, odnosno specifična foraminiferska zajednica koju sadrže, služe kao indikatori promjene razine mora. Zbog toga se osobito sedimenti slanih močvara mogu upotrijebiti i za rekonstrukciju razina mora tijekom holocena i pleistocena (SHAW et al., 2016, FELJA, 2017).

Na temelju jezgri koje su izvađene dužinom slane močvare kod Jadrtovca, moguće je pratiti promjenu organskog i mikropaleontološkog sadržaja po dubini jezgara te udaljenosti od mora prema kopnu.

Cilj rada je analiza i usporedba izvađenih sedimentnih jezgri koje sadrže podatke o promjenama koje su se događale na navedenoj lokaciji u taložnim okolišima tijekom holocena. Uzorci su sedimentološki obrađeni i analizirana je njihova recentna mikropaleontološka zajednica u svrhu dobivanja podataka o promjenama bioraznolikosti po dubini jezgara, izmjenama u taložnom okolišu i promjenama relativne razine mora unutar nedavne geološke prošlosti. Također jedan od ciljeva je ustvrditi i potencijalni antropogeni utjecaj na samu močvaru.

2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Nekoliko dosadašnjih radova na Morinjskom zaljevu obuhvatilo je rekonstrukciju zaljeva (FILIPČIĆ, 1992), geokemiju i sedimentološke značajke područja (MIHELČIĆ et al., 2006), ekološke značajke (KOCH et al., 2002) te mikropaleontologiju (SHAW et al., 2016). Slična istraživanja napravljena su i kod deltnih ravnica Mirne i Neretve s naglaskom na rekonstrukciju njihovih taložnih okoliša (FELJA et al., 2015, FELJA, 2017). Granulometrijska i mikropaleontološka istraživanja rađena su kod sličnih prijelaznih okoliša drugih lokaliteta, slanih močvara Mirne, Čižići (Soline) i manje slane močvare kod Nina (ČANČAR et al., 2023).

Morinjski zaljev oblikovan je postepeno nakon posljednjeg glacijalnog razdoblja kada dolazi do transgresije. Glacioeustatički pokreti morske razine odvijali su se brže od vertikalnih tektonskih pokreta i sedimentacije stvarajući današnji zaljev. Nakon transgresije dolazi do marinske sedimentacije, no prema sastavu sedimenta ne očituje se prestanak fluvijalne sedimentacije (FILIPČIĆ, 1992).

Sediment Morinjskog zaljeva je sitnozrnat, dobro sortirani silt s visokom brzinom sedimentacije od 4,5 cm/3 godine na istraživanom dijelu, za razliku od sedimentacije u okolnim područjima kao što su Rogoznička jezera (Zmajevo oko) i estuarija rijeke Krke. Razlog visoke brzine sedimentacije može biti velik eolski donos materijala obližnjeg poljoprivrednog područja i sezonskog donosa brzakom Ribnik. Antropogeni utjecaj unazad 70 godina vidljiv je prema koncentracijama olova, bakra i cinka unutar sedimenta, od kojih su bakar i cink vjerojatno urbanog i poljoprivrednog podrijekla (MIHELČIĆ et al., 2006).

Ingresijom mora otprilike 4 000 g prije sadašnjosti u tadašnju Morinjsku depresiju u njenom središnjem dijelu istaloženo je do 4 m sedimenta. Zaljev je u kontaktu s morem preko kanala širine do 200 m. Sediment je klasificiran kao glinoviti silt porijeklom s erodiranog dijela okolnih paleogenskih fliških naslaga. Karakterizira ga visok sadržaj organske tvari koji indicira sezonsku eutrofikaciju eko sustava. Unutar njega otkriven je visok sadržaj sumpora što ukazuje na anoksične uvjete. Ograničen okoliš visoke biološke proizvodnje uz donos terigenog detritusa unutar sedimenta uzrokuje brzu potrošnju kisika i anaerobnu razgradnju biomase akumulirane uglavnom kao organska tvar i očuvane u uvjetima visoke stope sedimentacije (KOCH et al., 2002).

Distribuciju mikropaleontološke zajednice u svrhu indikacije promjene razine Jadranskog mora unutar slane močvare kod Jadrtovca analizirao je i opisao SHAW et al. (2016). Izdvojene tri faunalne zone unutar slane močvare pokušao je povezati s razinama morskih mijena današnjeg okoliša. Zonama su dominirale aglutinirane foraminifere vrste *Jadammina macrescens*, odnosno *Entzia macrescens* (Brady, 1870) te *Trochammina inflata* (Montagu, 1808). Od imperforatnih dominirala je *Quinqueloculina* spp. Područje slane močvare primjer je mirnog mikroplimnog okoliša s niskom energijom valova zbog čega je očuvanost foraminiferske zajednice dovoljno dobra i zanimljiva za daljnja istraživanja (SHAW et al., 2016).

Mikropaleontološka istraživanja napravljena su i na sličnim lokalitetima prijelaznih okoliša kod deltne ravnice rijeka Mirne i Neretve. FELJA (2017) je na temelju sedimentnih jezgri iz navedenih područja dobio sedimentološke i mikropaleontološke podatke za rekonstrukciju taložnih facijesa i evoluciju okoliša tijekom mlađeg pleistocena i holocena. Sedimentne jezgre deltne ravnice rijeke Mirne dominantno su bile mulj, dok je kod onih rijeke Neretve uz mulj, udio pijeska bio znatno veći. Unutar sedimentnih jezgri kod Mirne, dominirale su perforatne stijenke roda *Ammonia,* uz rod *Haynesina* prisutan u plićim slojevima. Također, uz mikrozajednicu bila je velika prisutnost i makropaleotološkog sadržaja (FELJA, 2017).

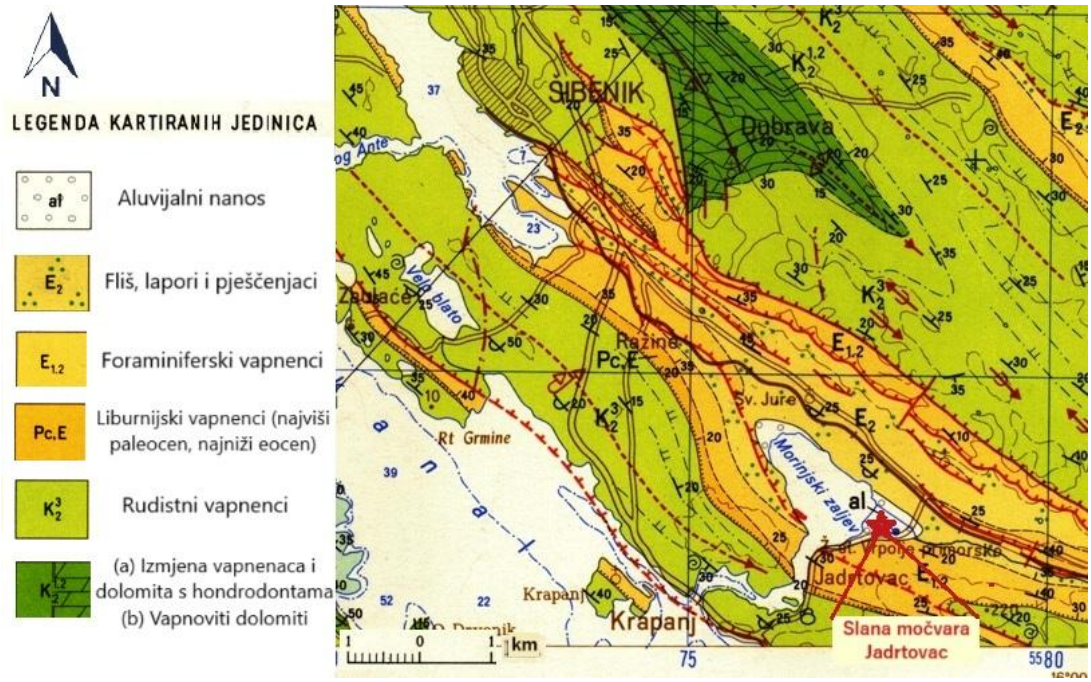
Analiza distribucije bentičke zajednice foraminifera prijelaznih okoliša tri lokaliteta sličnih slanoj močvari Jadrtovac, napravljena je kod slane močvare Mirna, muljne ravnice Soline i muljne ravnice Nin. Slana močvara Mirna karakterizirana je muljevitim sedimentom, Nin područje od pjeskovite frakcije, te muljna ravnica Soline od muljevitog i pjeskovitog sedimenta. Kod lokaliteta Soline analize su pokazale najmanji karbonatni sadržaj radi fliškog zaleđa terena. Foraminiferske zajednice unutar uzoraka pokazale su nisku do srednju raznolikost. Unutar krupnijeg sedimenta, rodovi *Trochammina* i *Haynesina* bili su gotovo odsutni. Sediment slane močvare Mirna sadržavao je najmanju raznolikost vrsta od kojih su većinom nađeni infaunalni oblici koji preferiraju muljeviti sediment. Kod lokaliteta Nin s najkrupnijim sedimentom, bioraznolikost je bila najveća (ČANČAR et al., 2023).

3. Geološka građa i geografski smještaj istraživanog područja

3.1. Geološke karakteristike područja

List Šibenik; OGK SFRJ 1:100 000 (MAMUŽIĆ, 1971) prostire se od 43º40´ do 44º00´ sjeverne širine i od 15º30´ do 16º00´ istočne dužine prema Greenwichu (slika 1). Područje koje list obuhvaća može se podijeliti na otočno i kopneno. Priobalnom području pripada najveći dio lista i prostor istraživanog područja. List Šibenik prikazuje kredne i paleogenske naslage na koje na nekim područjima naliježu kvartarne naslage.

Najstarije naslage koje obuhvaćaju okolno područje pripadaju gornjokrednim rudistnim vapnencima koji su taloženi u različitim energetskim uvjetima s promjenjivim transportom sedimenta. Karakteristične su za njih određene vrste rudista zbog kojih se i nazivaju rudistnim vapnencima. Uz njih često dolaze i ostaci mikrofaune i ostale makrofaune. Rudistni vapnenci mogu se pronaći dijelom po otocima, u obalnom području te pomalo prema unutrašnjosti kopna. Sastoje se od svijetlosivih, dobro uslojenih vapnenaca debljine 20–50 cm osim južno od Jadrtovca gdje imaju debljinu i do 150 cm. Radi izborane i rasjednute građe terena kat nije raščlanjen (MAMUŽIĆ, 1975).



Slika 1. Isječak iz OGK SFRJ 1:100 000 - Lista Šibenik s označenom lokacijom istraživanja i pripadajućom legendom (modificirano prema MAMUŽIĆ, 1971).

Najmlađi paleogenski član koji predstavljaju slatkovodni do brakični vapnenci leži transgresivno na gornjokrednim vapnencima bez vidljive kutne diskordancije i transgresivnih breča. Raspona su od gornjeg paleocena do donjeg eocena. Njih karakteriziraju sitni gastropodi, sitne foraminifere te tragovi biljnog trunja. Prema organskom sadržaju može se zaključiti da su taloženi u plitkim lagunama slatke do izrazito zaslađene vode. Nazivaju se liburnijske naslage (MAMUŽIĆ, 1975).

Kontinuirano na liburnijske, a ponegdje i transgresivno na gornjokredne naslage talože se foraminiferski vapnenci i klastiti višeg eocena i nižeg oligocena. Foraminiferski vapnenci sastoje se uslojenih, svijetlosivih vapnenaca taloženih u relativno mirnom i plitkom moru koji obuhvaćaju pojavu prvo sitnih, a potom i krupnijih foraminifera. U najnižem horizontu predstavljeni su miliolidnim vapnencima, zatim alaveolinskim, te u gornjem horizontu numulitskim vapnencima. Posebice su česti u kopnenom području, u krilima bora ili u sinklinalama. Njihova debljina iznosi oko 200 metara.

Zatim na njih slijede naslage fliških lapora i pješčenjaka koje su ponegdje prekrivene kvartarnim naslagama. Numulitni vapnenci prelaze naglo u fliške lapore. Vapnenci postaju laporovitiji, a sami prijelazni slojevi mogu biti debljine do 50 metara. Obuhvaćaju posebice jugoistočni dio isječka lista (slika 1), a većinom su prekrivene kvartarnim naslagama. Pješčenjaci su dobro uslojeni, debljine slojeva 7–120 cm u izmjeni s laporima. Granica s laporima im je oštra i nadziru se otisci tragova turbiditnih struja, tečenja i životne aktivnosti organizama s donje strane slojeva. Pješčenjaci lateralno isklinjavaju u lapore. Laporovita sedimentacije uvjetovana je djelovanjem mutnih tokova. Debljina lapornih uložaka između je 10 i 200 cm. Lapori sadržavaju dobro očuvanu faunu sitnih foraminifera prema kojoj pripadaju srednjem eocenu (MAMUŽIĆ, 1975).

Kvartarne naslage obuhvaćaju tvorevine od pijeska, šljunka, jezerskih ili močvarnih sedimenata. Nastale su denudacijom i kemijskim razaranjem stijena tijekom pleistocena i u holocenu. Kod klastičnih naslaga nastaju šljunci i pijesci, dok se jezerski sedimenti tvore kod područja vodenih tokova.

Sedimentacija tijekom gornje krede odvijala se mirno bez jačih izdizanja ili spuštanja morskog dna. More je bilo plitko sve do kraja senona kad dolazi do izdizanja morskog dna i kopnene faze, karakterizirane pojavom boksita. Kopnena faza završava u donjem eocenu prilikom koje more nadire i počinje taloženje brakičnih do slatkovodnih vapnenaca, najprije u blagim depresijama, a potom i foraminiferskih vapnenaca mirnog i plitkog mora (MAMUŽIĆ, 1975).

Dugotrajniji orogenetski pokreti tijekom srednjeg eocena doveli su do taloženja paleogenskih debljih klastičnih naslaga raznolikih facijesa. Priobalni i lagunarni dio bazena karakterizira pojava konglomerata i slatkovodnih naslaga s ugljenom, dok u nešto dubljim dijelovima bazena mogu se pronaći lapori, vapnoviti lapori i pločasti vapnenci. Istraživano područje pripada kredno-paleogenskom boranom kompleksu s dugim i uspravnim, nagnutim i polegnulim borama dinarskog smjera pružanja.

Kvartarne naslage su prema načinu postanka podijeljene na pet različitih tvorevina, no postojala je problematika odvajanja nekih tvorevina među kojima su deluvij i jezerski nanosi te dijelom aluvijalne tvorevine. Jugoistočno od Šibenika, u području Morinjskog zaljeva, opisan je aluvijalni nanos. Karakteriziran je šljunkom, pijescima te muljem kojeg vode tekućice transportiraju na manje udaljenosti. Porijeklo pijeska većinom je od okolnih rastrošenih fliških naslaga. Debljina ovih sedimenata nije veća od tri metra (MAMUŽIĆ, 1975).

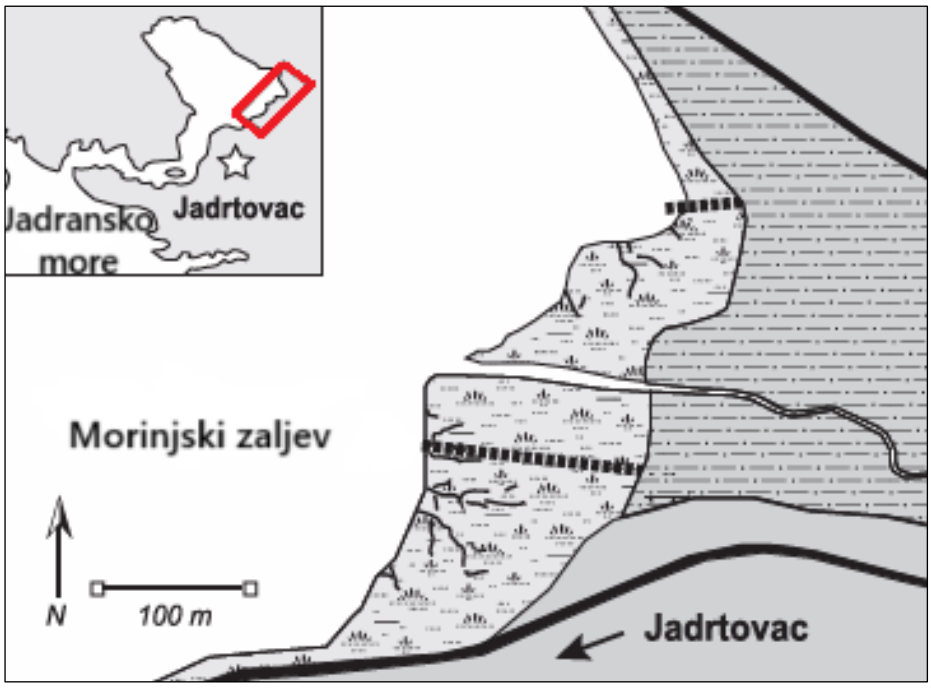
3.2. Geografski smještaj područja

Obalno naselje Jadrtovac u sastavu je grada Šibenika i pripada Šibensko-kninskoj županiji. Smješteno je na istočnom dijelu zaklonjenog Morinjskog zaljeva u Srednjoj Dalmaciji. Prostire se površinom nešto manjom od 10 km^2 te prema popisu iz 2021. godine u njemu živi tek 171 stanovnik [1]. Naselje je nekoć brojalo i preko 440 stanovnika no njihov broj opada početkom devedesetih 20. st. [2].

Istraživano područje je slana močvara Jadrtovac, istočno od istoimenog naselja, koja je dio samog Morinjskog zaljeva (slika 2).

Slika 2. Satelitska snimka s naznačenim položajem lokaliteta te uvečanim prikazom naselja Jadrtovac, Morinjskog zaljeva i slane močvare s točkama uzorkovanja [3]

Slana močvara Jadrtovac duljine je oko 130 m u svojem najširem dijelu i sužava se sjeverno prema ostatku zaljeva (slika 3). Unutar središnjeg dijela njenog područja nalazi se umjetni kanal širine oko 2 m (SHAW et al, 2016). Dok se duž istraživanog profila moglo naići na još nekoliko vjerojatno prirodnih kanala koji su prilikom uzorkovanja zanemarivani.



Slika 3. Naznačeno područje slane močvare (modificirano prema Shaw et al., 2016)

4. Materijali i metode istraživanja

Odlasku na teren i uzorkovanju prethodio je dogovor o lokaciji, okvirni plan uzorkovanja te priprema svih sredstava i potrebne opreme. Teren je odrađen u periodu od 15.-17. travnja 2024.

4.1.Terenski rad

Krenuto je od točke JSM1 na granici slane močvare i mora gdje je izbušena prva jezgra (slika 4).

Slika 4. Prikaz slane močvare kod Jadrtovca i početne točke JSM1

Bušenje jezgre od jednog metra prve točke odvilo se oko 15:25 h. Jezgrilo je zarito u meki sediment s velikim udijelom vode što je djelomično olakšalo bušenje i okretanje same opreme (slika 5a). Nakon što se jezgrilo izvuklo, unutar cijevi dobivena je sedimentna jezgra. Pokrovni sloj uklonio se žicom horizontalno s cijevi kako bi se vidjela unutrašnjost svježeg sedimenta jezgre.

Slika 5. a) proces bušenja jezgre b) prikaz izvađene jezgre JSM1

Sama jezgra prvotno je podijeljena na pet intervala: 0-12, 12-25, 25-40, 40-72 i 72-90 cm. Svaki interval pobliže je opisan odmah na terenu. Zadnjih 10 cm nedostajalo je jer bi se jezgra uglavnom počela odvajati pri dnu. Jezgra unutar cijevi je poslikana (slika 5b), zabilježeno je vrijeme, opis intervala i lokacija točke. Svaki interval izrezan je špatulom i oprezno izvađen kako se ne bi raspao te je premješten u komade aluminijske folije na koje su trajnim markerom strelicama naznačeni početak i kraj te brojevni interval odnosno dubina dijelova izvađene jezgre. Svi uzorci su potom pohranjeni u prethodno označene plastične vrećice.

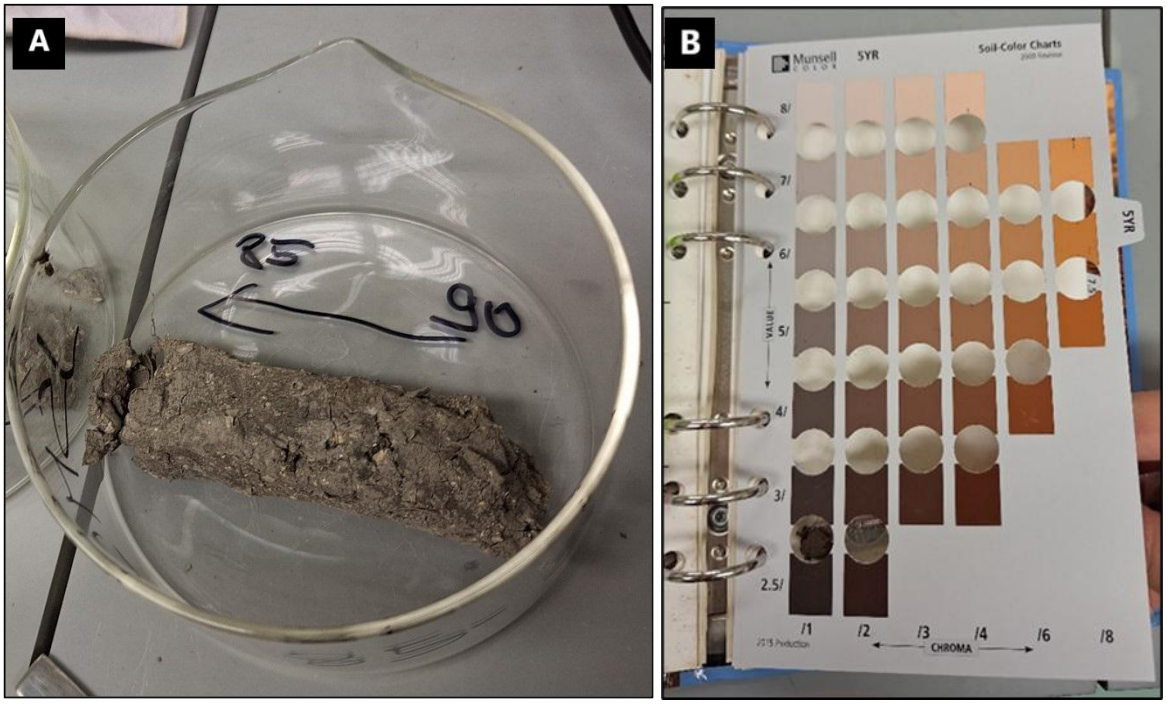
Druga jezgra, JSM2 izvađena u 16:05 h podijeljena je u četiri intervala: 0-14, 14-30, 30-70 i 70-90 cm. Također je opisana i zabilježeni su njeni podaci. Treća jezgra, dublje u slanoj močvari prema unutrašnjosti obale izvađena je u 16:39 h te nosi oznaku JSM3. Podijeljena je u četiri intervala: 0-20, 20-32, 32-42 i 42-90 cm koja su ukratko vizualno opisana, izdvojena i spremljena u zasebne folije i vrećice.

Posljednja točka profila slane močvare i jezgra nosi oznaku JSM4. Jezgra je izvađena oko 17:05 h. Radi male dubine do stijena u podini radi blizine obale, dobivena je manja dubina jezgre. Ona je podijeljena u samo tri intervala: 0-10, 10-35 i 35-40 cm. Time je dovršeno uzorkovanje duž slane močvare svakih dvadesetak metara, od mora prema kopnu. Četiri glavne jezgre označene su rednim brojevima prema redoslijedu bušenja i zabilježene su im točne koordinate (slika 6).

Slika 6. Satelitska snimka koja pobliže prikazuje područje slane močvare i točke jezgara, [3]

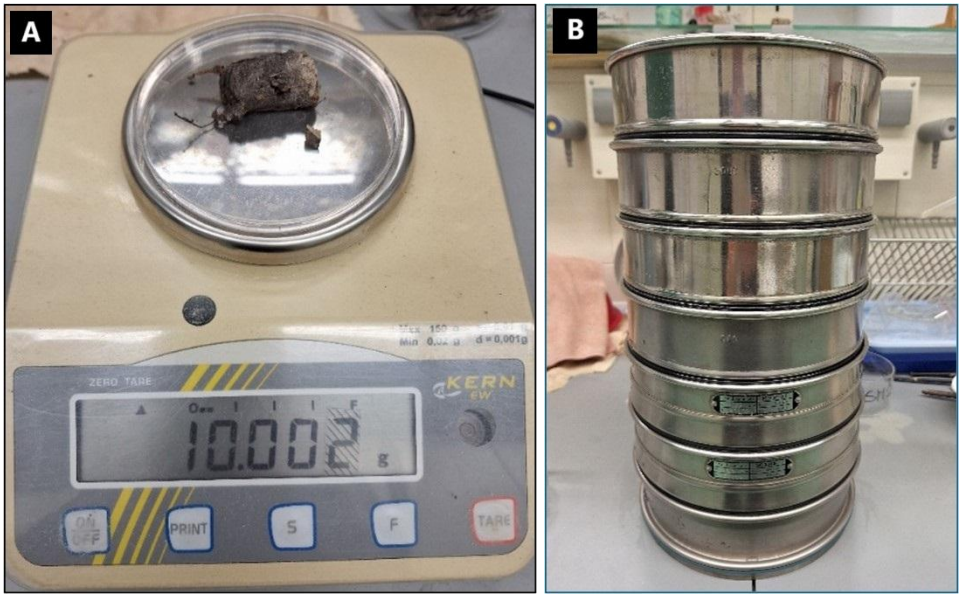
4.2. Laboratorijska priprema uzoraka

Nekoliko tjedana nakon terenskog rada, započeta je laboratorijska priprema. Uzeti uzorci su odmotani iz aluminijske folije i od njih su izdvojeni specifični intervali kako bi se međusobno bolje poklapali. Izdvojeni dijelovi stavljeni su u prethodno označene staklene posudice te ostavljeni na sušenju (slika 7a). Nakon završenog sušenja, od svakog intervala uzet je mali djelić uzorka i subjektivno mu je određena boja prema Munsell sustavu boja (slika 7b).



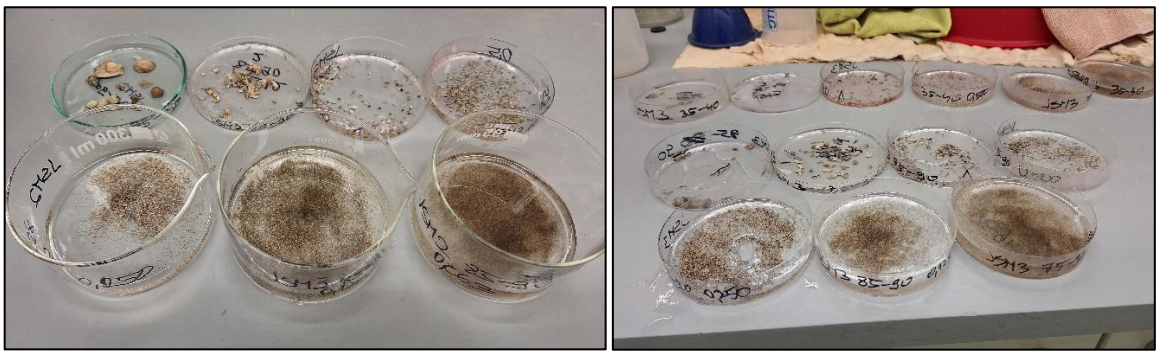
Slika 7. a) komadić jezgre s dubine 85-90 cm nakon sušenja; b) određivanje boje sedimenta pomoću Munsell sustava boja

Svaki interval izdvojen je i izvagano im je 10 g na digitalnoj laboratorijskoj vagi (slika 8a). Oni površinski intervali koji su sadržavali puno vode u sebi, dulje su se sušili i dodan im je dodatni materijal iz sljedećeg dubljeg intervala kako bi dosegli traženu masu. Zbog toga je svim uzorcima u intervalima 0-5, dodano još sedimenta te su oni izmijenjeni u intervale 0-10. Unatoč tomu, nakon potpunog sušenja, najplići dijelovi jezgre su radi gubitka vode i dalje imali masu manju od 10 g. Taj podatak je zabilježen i njihove točne mase su kasnije upotrebljavane prilikom računanja. Svakom uzorku dodana je destilirana voda u staklenu čašicu toliko da prekrije uzorak. Tamnijim uzorcima s puno organske tvari dodana je dodatna količina destilirane vode kako bi ih bolje razdvojila za lakše mokro sijanje.



Slika 8. a) vaganje osušenih uzoraka b) sita sa sedam različitih promjera otvora

Par dana kasnije uslijedila je metoda ručnog prosijavanja kroz sita različitih dimenzija otvora. Korišten je sistem sedam sita od najvećih do najmanjih otvora sljedećih promjera: 4, 2, 1, 0,500, 0,250, 0,125 i 0,063 mm (slika 8b). Prije i poslije upotrebe, sva sita su temeljito isprana. Uzorci su ostavljeni na sušenju (slika 9).



Slika 9. Sušenje frakcija nakon prosijavanja i dekantiranja

Po završetku sušenja, svaka frakcija je izvagana na laboratorijskoj digitalnoj vagi i njena masa u gramima zapisana je na papirnate vrećice u koje se ostatak uzorka oprezno prebacio (slika 10a i 10b).

Slika 10. a) vaganje svake frakcije nakon sušenja b) materijal pohranjen u vrećicama

Koristeći prethodno dobivene masene podatke za svaku frakciju pojedinog intervala četiri uzorka, unijete u Excel GRADISTAT program (slika 11), dobiveni su nazivi strukturnih grupa sedimenata i sam naziv tipa sedimenta te prikaz na trokomponentnom dijagramu šljunka, pijeska i mulja (FOLK, 1954). Pri unosu podataka za svaki uzorak je naveden njegov naziv i inicijalna masa cijelog uzorka. Za svaku veličinu otvora sita odnosno frakcije unutar tablice zapisan je podatak o masi u gramima. Za frakciju manju od 0,063 mm (63 µm u Excelu) unesena je masa koja je dobivena oduzimanjem inicijalne mase cijelog uzorka i zbroja svih masa korištenih frakcija. Time se otprilike dobila masa sitne frakcije odnosno mulja koja je puštena kroz sita u odvod i nije sačuvana. Dobiveni rezultati daju postotne odnose šljunka, pijeska i mulja. Prema njima su dobiveni nazivi strukturalnih grupa za svaki interval uzoraka te naziv tipa sedimenta. Kod površinskih intervala čije mase nisu bile 10 g, u podatak o inicijalnoj masi unijet je i korišten izvagani iznos njihovih masa.

Single Sample Data Input Screen

Enter your data in the co
Statistics" button. See th

Sample Identity: JSM1 (20-25)
Analyst: Paula
Date:
Initial Sample Weight: 10 (optional)

Calculate Statistics

Aperture (microns)	Class Weight Retained (g or %)
8000	0
4000	0,02
2000	0,02
1000	0,02
500	0,05
250	0,15
125	0,24
63	0,13
32	9,37
16	0
8	0
4	0
2	0
1	0
0,5	0

Slika 11. Prikaz unesenih podataka u Excel program

4.3. Mikropaleontološke analize

Prethodno sortiran materijal iz papirnatih vrećica bilo je potrebno okvirno opisati za svaku frakciju prije standardizacije. Za pregled materijala i opažanje primijenjen je stereoskopski mikroskop Nikon. Svaka frakcija lagano se istresla na pliticu crne boje koja je podijeljena na kvadratiće. Za lakše pretraživanje kroz sadržaj korištene su iglica, kist te vosak (slika 12).

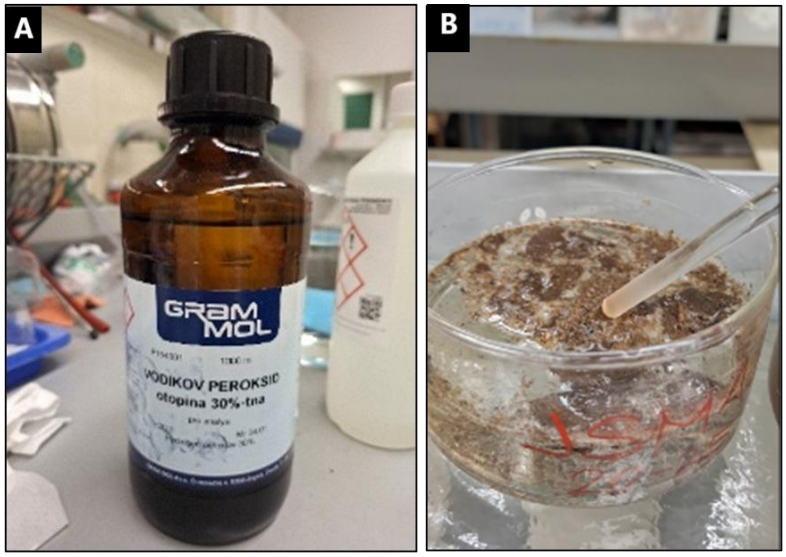
Slika 12. Stereoskopski mikroskop, plitica i iglica za mikroskopiranje

Prilikom opažanja, pozornost je bila na kvantitativnom i kvalitativnom opisu cijelog materijala, količini i odnosu organskih, litogenih i biogenih ostataka. Svaka netipična pojava pismeno se zabilježila. Obraćana je pažnja i na antropogeni utjecaj preko prisutnosti umjetnih vlakana i zrnaca. Naglasak je bio na zastupljenosti mikropaleontološkog sadržaja i očuvanosti materijala. Pregledavane su frakcija po frakcija kako bi se vidjelo koji su uzorci perspektivni i obilni za daljnja detaljnija istraživanja. Prilikom pregleda materijala, bilježena je i pougljenost, prisutnost sjemenki, raznih čestica, kozmičkih sferula, neidentificiranih fragmenata i sličnog. Svaki drugačiji materijal ili ostatak pomno je opisan. Za svaku frakciju okvirno je napravljena podjela na postotke s obzirom na organski, litogeni te biogeni materijal. Svi podaci zapisani su te organizirani u tablice (prilog 4).

4.4. Razgradnja organske tvari

Nakon pregleda materijala pod stereoskopskim mikroskopom, sve frakcije pojedinog intervala uzoraka istresene su i izmiješane te stavljene u staklene posudice. Sveukupno je bilo 16 uzoraka.

Svakom uzorku dodana je 30%-tna otopina vodikovog peroksida (slika 13a). Uzorcima koji su imali manje organske tvari dodana je količina do pola posudice. Tamnijim uzorcima s više organske tvari dodana je veća količina do vrha posudice. Nakon dodavanja vodikovog peroksida, uzorak se promiješao staklenim štapićem i ostavio da reagira par dana (slika 13b).



Slika 13. a) 30%-tna otopina vodikovog peroksida b) miješanje otopine

Sam proces u konačnici je za većinu uzoraka trajao 10 dana, osim za nekolicinu koji su ostavljeni da reagiraju 14 dana (slika 14). Ovoj metodi sadržaj je izložen zbog velike prisutnosti gline i organske tvari u prethodno pregledanim frakcijama zbog kojih je bivao slijepljen i teško uočljiv.

Slika 14. Reakcija uzoraka nakon miješanja s 30%-tnom otopinom vodikovog peroksida

Svaki zasebni uzorak temeljito je ispran nakon reakcije u vodikovom peroksidu pomoću sita promjera 0,063 mm i ostavljen da se posuši nakon čega je uslijedilo ponovno vaganje mase. Svrha je bila izvagati sve intervale uzoraka kako bi se usporedila masa prije i poslije razgradnje organske tvari.

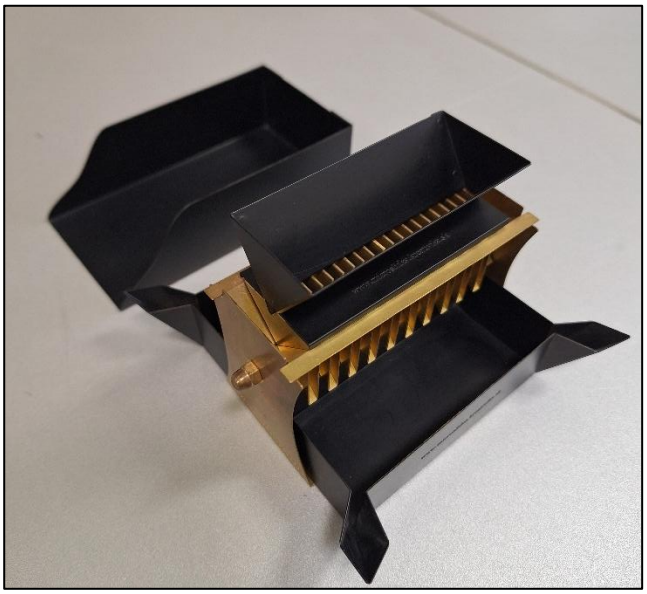
4.5. Pregled mikropaleontološkog sadržaja

Uslijedilo je temeljito opažanje mikropaleontološkog materijala pod stereoskopskim mikroskopom kako bi se detaljnije pregledao sadržaj nakon razgradnje organske tvari te odredila i razvrstala potencijalna mikropaleontološka zajednica.

Pregledani su intervali svakog od četiri uzorka, odnosno sveukupno 16 vrećica materijala. Potrebno je bilo izdvojiti foraminifersku zajednicu te zanimljive primjerke unutar uzoraka u zasebnu prethodno označenu Frankovu ćeliju. Kod uzoraka s manjom obilnošću mikropaleontološke zajednice standardizacija uzorka nije napravljena već su sve opažene foraminifere izvađene direktno u Frankove ćelije.

Uzorci s većih dubina obilovali su materijalom, samim time i mikropaleontološkim sadržajem te ih je bilo potrebno prethodno splitati kako bi se dobio standardizirani reprezentativni uzorak. Metoda splitanja izvršena je pomoću mikro-splitera koji nasumično podijeli uzorak (slika 15). Kod uzoraka kojih je bilo puno, splitalo se više puta. Između splitanja materijal je pregledan pod mikroskopom, a nakon posljednjeg splitanja konačno pregledan kako bi se uvjerilo da sadrži oko 300-tinjak foraminifera.

Broj splitanja zabilježen je na nove papirnate vrećice na koje je zabilježen naziv uzorka te dodana riječ „standard“ kako bi se u daljnjem istraživanju koristio splitani materijal. Ostatak od splitanja vraćen je u prvotne papirnate vrećice. Krupniji sadržaj ručno je kistom izdvojen prije splitanja i pohranjen u zasebne vrećice.



Slika 15. Mikro-spliter

Kistom su izdvojeni svi primjerci foraminifera iz uzoraka siromašnijeg sadržaja, uz njih je izdvojena i nekolicina ljuštura ostrakoda, kućice gastropoda, te ljušture školjkaša i fragmenti. Obraćena je pozornost na očuvanost, raznolikost i zastupljenost zajednice mikrofosila. Dobra očuvanost podrazumijeva što više cjelovitih mikrofosila odnosno što manje tragova kemijskog ili mehaničkog trošenja.

4.5.1. Kriteriji za određivanje foraminifera

Kućica foraminifera može biti organska i anorganska. Kod anorganske razlikujemo onu čija su zrna međusobno povezana tj. aglutiniranu i kalcitnu koja može biti sitnozrnata, imperforatna, perforatna te lamelarna. Prema načinu života mogu se podijeliti u dvije skupine: planktonske i bentičke foraminifere. Također, postoji podjela i prema obliku kućice odnosno rastu. Kad klijetke rastu u jednoj liniji, radi se o uniserijalnim foraminiferama, ako rastu u dvije - biserijalnim i u tri - triserijalnim foraminiferama. Isto tako, klijetke se mogu oblikovati i graditi trohospirane, planispiralne, ciklično-koncentrične te miliolidne kućice. Kod trohospiralnih za raspoznavanje treba obratiti pažnju na involutnu-umbilikalnu stranu te evolutnu-spiralnu stranu. Poneke foraminifere znaju biti ukrašene čvorićima, kvržicama, suturama.

Prilikom određivanja bentičkih foraminifera korištena je literatura prema CIMERMAN et al. (1991) te HOLBOURN et al. (2013). Za planktonske foraminifere najbitnije je bilo utvrditi jesu li pretaložene ili autohtone. Njihova odredba napravljena je uz pomoć atlasa prema CIMERMAN et al. (1991) te prema PEARSON et al. (2006).

4.5.2. Određivanje mikropaleontološkog materijala

Foraminifere izdvojene u Frankove ćelije određene su prema mogućnosti i prebrojane. Splitanim uzorcima izvađeno je oko 300 jedinki foraminifera. One su naknadno svrstane u plankton ili bentos te razvrstane prema tipu stijenke i načinu namatanja. Određen im je rod te kod dobro očuvanih i cjelovitih jedinki i vrsta. Nakon izdvajanja foraminifera svakog uzorka u zasebne Frankove ćelije, uzorci kao i najzanimljiviji primjerci određenih rodova poslikani su s Euromex NexiusZoom stereoskopskim mikroskopom, kamerom HD-Ultra (table 1–4).

5. Rezultati

U slanoj močvari kod Jadrtovca napravljen je profil pomoću četiri točke na kojima su izbušene sedimentne jezgre. Svaka je dobila oznaku po Jadrtovac slanoj močvari i broj.

5.1. Opažanje na terenu

Jezgra JSM1 bila je izvađena najbliže moru te je prema vizualnim razlikama podijeljena na pet prvotnih intervala. Nakon nje uslijedile su jezgre JSM2 i JSM3 koje su podijeljene na četiri intervala te posljednja JSM4 najbliža obali koja je podijeljena na tri intervala. Nakon uklanjanja gornjeg vanjskog sloja jezgre kako bi se vidjela svježa unutrašnjost (slika 16), svaka jezgra odnosno njeni intervali ukratko su opisani (tablica 1).

Slika 16. Izvađene jezgre u presjeku

Tablice 1. Terenski opis izvađenih jezgara

Intervali	**Jezgra JSM1**
0-12	površinski sloj/tlo, komadi ostataka biljke, boja: smećkasto-siva
12-25	ostaci močvarnih biljaka, boja: sivkasta sa smeđim proslojcima
25-40	svjetliji, sivi sloj sedimenta
40-72	svjetliji, sivi sloj sedimenta s ostacima biljaka
72-90	tamniji, sivi sloj sedimenta s puno ljušturica
Intervali	**Jezgra JSM2**
0-14	jako smeđe, puno ostataka biljaka i organske tvari
14-30	žućkasto-smeđi prijelazni sloj sedimenta
30-70	sivkasti sloj s ostacima bilja, na granici kod 70 cm ljušturica
70-90	najdublji sloj, veći utjecaj mora s više fosila
Intervali	**Jezgra JSM3**
0-20	smeđi sloj sedimenta s organskom tvari
20-32	smeđi-žuti prijelazni sloj
32-42	sivi sloj sedimenta
42-90	sivi sloj sedimenta, ljušturice, došli do podloge - prisutnost šljunka
Intervali	**Jezgra JSM4**
0-10	smeđi sloj sedimenta
10-35	sivkasto smeđi sloj sedimenta
35-40	još siviji sloj s proslojcima smeđe-narančastog sedimenta, bez vidljivih ljušturica

Uzorci su prikupljeni i u obližnjoj slanoj močvari kod mjesta Mučići gdje je samo prva jezgra najbliža moru dosegla dubinu jednog metra. Približavajući se obali, sediment je bio sve tvrđi, odnosno kompaktniji i bilo je prečvrsto da bi se ručno jezgrilo zarilo u sediment. Jezgre izvađene kod spomenute slane močvare razlikovale su se od jezgri kod Jadrtovca. Bile su kompaktnije, teže za izvaditi, sediment je bio kohezivniji radi čega se jezgre, posebice pri dnu nisu raspadale i nisu imale nikakvih šupljina među slojevima sedimenta unutar cijevi.

5.2. Sedimentološke karakteristike

Nakon prvotnog sušenja svim uzorcima u površinskim intervalima 0-5, dodan je dodatni materijal kako bi se dosegla jednolična masa od 10 g. Stoga su ti intervali izmijenjeni u 0-10. Uz njih, interval 88-90 kod uzorka JSM1 nije imao dovoljnu masu te je njemu također pridodan dodatni materijal zbog čega se interval izmijenio u 85-90.

Navedeni uzorci izloženi su naknadnom sušenju. Nakon sušenja tri uzorka i dalje nisu imala traženu masu od 10 g zbog vode koju su izgubili. Njihove mase su zasebno zabilježene u tablici 2.

Tablica 2: Podaci uzoraka koji nisu imali masu 10 g

uzorak	**masa [g]**
JSM2 0-10	8,48
JSM3 0-10	8,24
JSM4 0-10	9,70

5.2.1. Boja sedimenta - Munsell

Svakom uzorku određena je boja sedimenta prema Munsell sustavu boja [4] koji uključuje nijansu, vrijednost boje i obojenost te naziv (tablica 3)

Tablica 3. Podaci dobiveni upotrebom metode određivanja boja prema Munsell sustavu boja

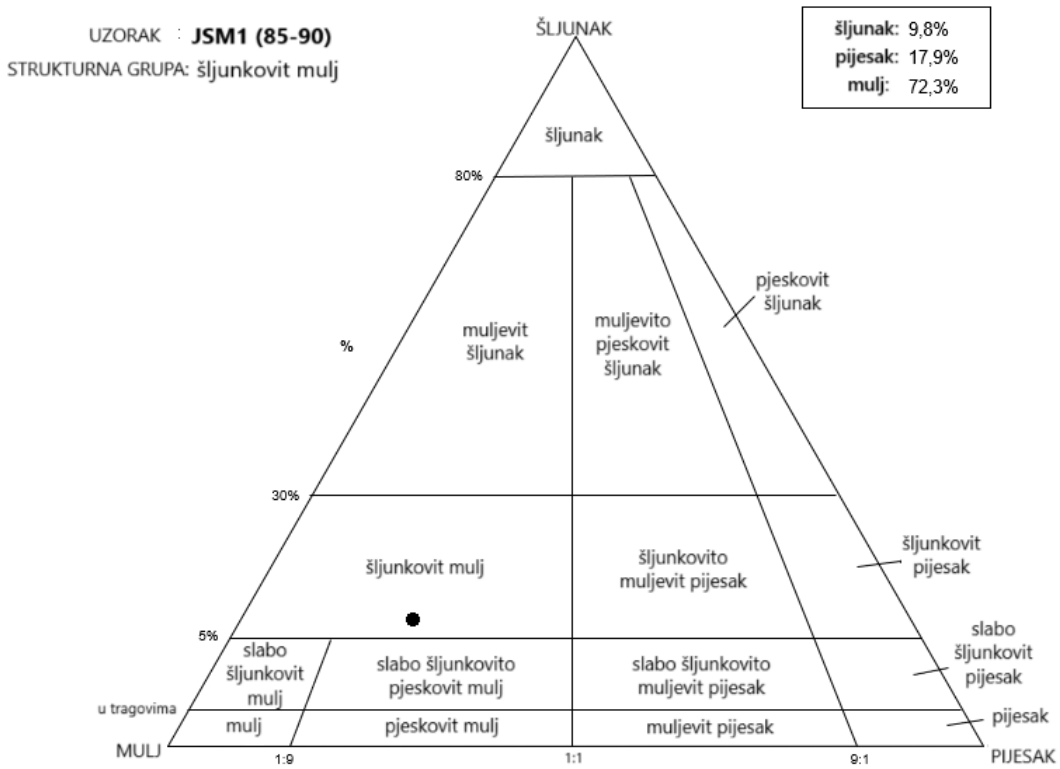
uzorak	interval	nijansa	vrijednost/obojenost	boja
JSM1	0-10	2,5y	4/2	tamno sivkasto-smeđa
	20-25	2,5y	3/1	jako tamnosiva
	35-40	5y	4/2	maslinasto siva
	72-80	5y	4/1	tamnosiva
	85-90	2,5y	4/1	tamnosiva
JSM2	0-10	2,5y	3/2	jako tamno sivkasto-smeđa
	30-35	5y	5/2	maslinasto siva
	70-75	5y	4/1	tamnosiva
	85-90	5y	4/1	tamnosiva
JSM3	0-10	10yr	3/2	jako tamno sivkasto-smeđa
	20-25	2,5y	5/2	sivkasto-smeđa
	35-40	2,5y	4/2	tamno sivkasto-smeđa
	85-90	2,5y	4/1	tamnosiva
JSM4	0-10	10yr	3/2	jako tamno sivkasto-smeđa
	10-15	2,5y	4/2	tamno sivkasto-smeđa
	35-40*	10yr	6/1	siva*

*Uzorak JSM4 u interval 35-40 imao je izražene proslojke smeđe-narančastog sedimenta. Stoga je boja subjektivno određena prema glavnoj sedimentnoj nijansi.

5.2.2. Granulometrijske karakteristike

Nakon sušenja, uzorcima je izmjerena masa u gramima (prilog 1) i prebačeni u papirnate vrećice.

U Excel GRADISTAT program unešeni su podaci za svaki uzorak i njihovu masu pojedinačne frakcije te su izračunati postotni udjeli šljunka, pijeska i mulja prikazani tablicom 4. Oni su prikazani trokomponentnim dijagramom (slike 17, 18). Za tri uzorka koja nisu imala masu od 10 g, unijeta je njihova točna masa:
m(JSM2 0-10)= 8,48 g; m(JSM3 0-10)= 8,24 g; m(JSM4 0-10)= 9,70 g.

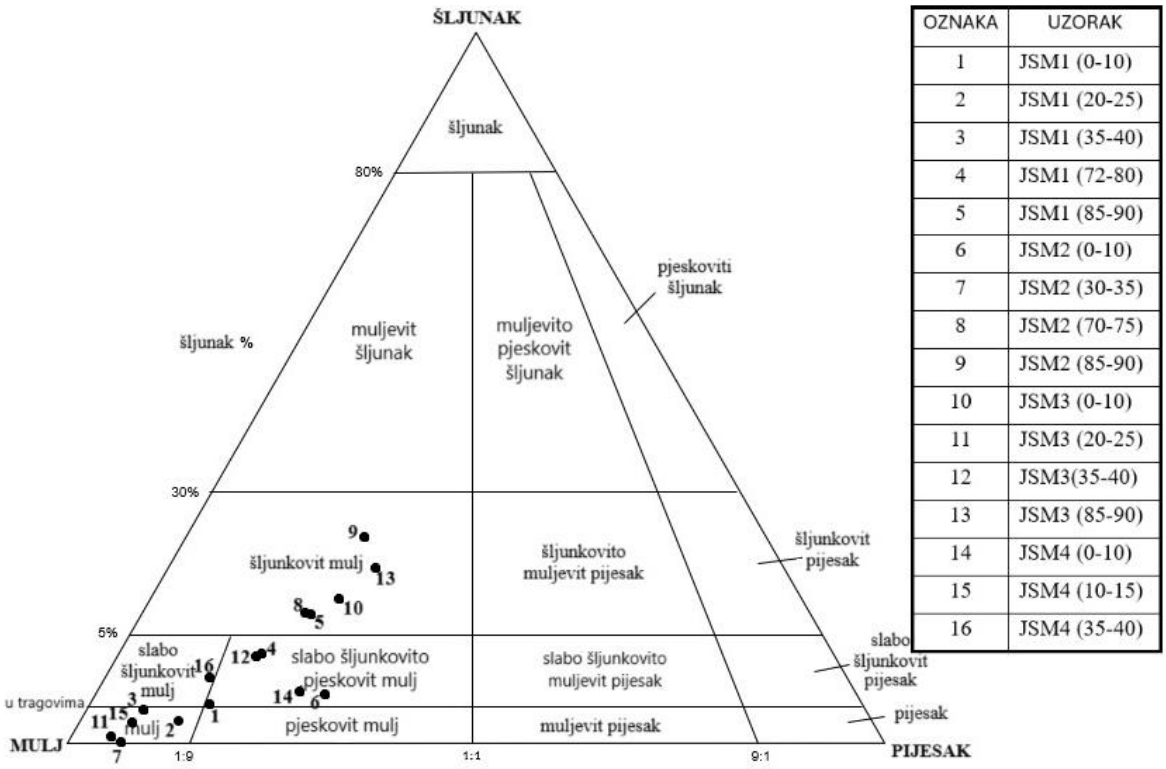


Slika 17: Trokomponentni dijagram šljunka, pijeska i mulja (primjer dobivenog rezultata za uzorak JSM1 85-90 cm), modificirano prema GRADISTAT programu

Tablice 4. Postotni udjeli i naziv strukturne grupe za svaki uzorak

JSM1	Šljunak [%]	Pijesak [%]	Mulj [%]	**strukturna grupa**
0-10	1,3	9,0	89,7	slabo šljunkovit mulj
20-25	0,4	7,0	92,6	slabo šljunkovit mulj
35-40	0,9	3,3	95,8	slabo šljunkovit mulj
72-80	4,2	12,8	83,0	slabo šljunkovito pjeskovit mulj
85-90	9,8	17,9	72,3	šljunkovit mulj

JSM2	Šljunak [%]	Pijesak [%]	Mulj [%]	**strukturna grupa**
0-10	1,8	24,8	73,4	slabo šljunkovito pjeskovit mulj
30-35	0,1	3,0	96,9	mulj
70-75	10,0	16,6	73,4	šljunkovit mulj
85-90	24,4	19,1	56,5	šljunkovit mulj
JSM3	Šljunak [%]	Pijesak [%]	Mulj [%]	**strukturna grupa**
0-10	12,6	21,2	66,2	šljunkovit mulj
20-25	0,2	2,1	97,7	mulj
35-40	4,1	11,5	84,4	slabo šljunkovito pjeskovit mulj
85-90	18,4	23,6	58,0	šljunkovit mulj
JSM4	Šljunak [%]	Pijesak [%]	Mulj [%]	**strukturna grupa**
0-10	2,1	20,5	77,4	slabo šljunkovito pjeskovit mulj
10-15	0,4	3,0	96,6	mulj
35-40	3,0	7,8	89,2	slabo šljunkovit mulj



OZNAKA	UZORAK
1	JSM1 (0-10)
2	JSM1 (20-25)
3	JSM1 (35-40)
4	JSM1 (72-80)
5	JSM1 (85-90)
6	JSM2 (0-10)
7	JSM2 (30-35)
8	JSM2 (70-75)
9	JSM2 (85-90)
10	JSM3 (0-10)
11	JSM3 (20-25)
12	JSM3(35-40)
13	JSM3 (85-90)
14	JSM4 (0-10)
15	JSM4 (10-15)
16	JSM4 (35-40)

Slika 18. Slikovni prikaz svih uzoraka označenih brojevima 1-16 unutar trokomponentnog dijagrama i nazivi njihovih strukturnih grupa

Pregledan je sadržaj svih frakcija pojedinog intervala. Opažanja su zapisana i približno su određeni odnosi organskog, litogenog i biogenog materijala (prilog 4). Također, zapisana je pojava antropogenog utjecaja preko umjetnih vlakana i zrnca koja su pronađena od površinskih slojeva 0-10 cm sve do najdublih uzorkovanih slojeva 85-90 cm u svim jezgrama.

Uzorci su ostavljeni 10–14 dana u peroksidu kako bi se razgradila organska tvar. Ova metoda upotrebljena je nakon prvotnog mikroskopiranja, s obzirom da je mnogo uzoraka bilo slijepljeno radi velike količine organske tvari i visokog udjela gline. Unutar tablice (prilog 2) unešeni su i uspoređeni podaci za sve uzorke.

5.3.Mikroskopiranje - izdvajanje mikropaleontološke zajednice

Nakon razgradnje organske tvari, unutar uzoraka većinom je ostao očuvan litogeni i biogeni sadržaj. Uslijedila je ponovna temeljitija analiza pod stereoskopskim mikroskopom gdje su površinski uzorci pregledani i opisani, a uzorci s većih dubina su prvotno podređeni metodi splitanja po nekoliko puta.

Od 16 uzoraka, njih sedam obilovalo je mikropaleontološkom zajednicom. Neki od uzoraka imali su znatan broj makrofosila koji su prethodno izdvojeni i nisu detaljnije pregledavani i opisani unutar ovog rada. Svakom uzorku izdvojen mikropaleontološki sadržaj je određen. Foraminifere su prebrojane i izdvajane prema načinu života na planktonske i bentičke (tablica 5) Zatim su podijeljene prema tipu stijenke na perforatne, imperforatne i aglutinirane (tablica 6), te prema načinu rasta odnosno prvenstveno na planispiralne i trohospiralne. Uz koje je između ostalog izdvojeno i nekoliko primjeraka miliolidnog, uniserijalnog, biserijalnog te triserijalnog načina rasta i namatanja (tablica 7).

Uzorak JSM1 72-80 splitan je četiri puta. Iz njega je izdvojeno 280 jedinki foraminifera. Za svaki uzorak kasnije su određeni dominantni i manje zastupljeni rodovi i vrste. Uzorak JSM1 85-90 cm također je splitan četiri puta. Materijal mu je obilovao ostrakodima i s podosta ostataka gastropoda i ljuštura školjkaša. Standard uzorka sadržava 273 jedinke. Zajednica je srednje dobro očuvana uz vidljive znakove blage deformacije.

Tablica 5. Podjela mikropaleontološkog sadržaja na plankton i bentos te ukupan broj cijele zajednice

Uzorak	Planktonske	Bentičke	Ukupno
JSM1 0-10	1	7	8
JSM1 20-25	-	7	7
JSM1 35-40	-	38	38
JSM1 72-80	25	255	**280**
JSM1 85-90	27	246	**273**
JSM2 0-10	-	8	8
JSM2 30-35	-	18	18
JSM2 70-75	19	266	**285**
JSM2 85-90	22	275	**297**
JSM3 0-10	-	5	5
JSM3 20-25	2	19	21
JSM3 35-40	20	264	**284**
JSM3 85-90	19	258	**277**
JSM4 0-10	-	8	8
JSM4 10-15	9	31	42
JSM4 35-40	11	260	**271**

Treći standard, splitan četiri puta, napravljen je na uzorku JSM2 70-75 kojemu je izdvojeno 285 jedinki. Zajednica je srednje dobro očuvana, također blago deformirana radi čega su neke jedinke bivale teže ili nemoguće za odrediti. Nadalje, kod uzorka JSM2 85-90, splitanog pet puta radi obilnog sadržaja, izvojeno je 297 foraminiferskih jedinki. Uzorak je relativno dobro očuvan s lijepim primjercima određenih rodova i vrsta.

Prve dvije jezgre izbušene bliže moru sadržavale su dosta mikropaleontološkog materijala. U isključivo površinskim intervalima pronađene su aglutinirane foraminifere čiji oblici su bili deformirani i uglavnom spljošteni. Prema opažanju prilikom prvotnog mikroskopiranja s prisutstvom organske tvari odnosno prije razgradnje u otopini vodikovog peroksida, u površinskim uzorcima bile su jasno uočljive aglutinirane dobro očuvane foraminifere.

Tablica 6. Podjela foraminiferske zajednice prema tipu stijenke

Uzorak	Tip stijenke		
	Perforatna (staklasta)	Imperforatna (porculanasta)	Aglutinirana
JSM1 0-10	3	-	6
JSM1 20-25	5	-	2
JSM1 35-40	37	1	-
JSM1 72-80	279	1	-
JSM1 85-90	272	1	-
JSM2 0-10	2	-	6
JSM2 30-35	18	-	-
JSM2 70-75	290	-	-
JSM2 85-90	288	-	-
JSM3 0-10	5	-	1
JSM3 20-25	20	-	-
JSM3 35-40	280	-	-
JSM3 85-90	285	2	-
JSM4 0-10	1	1	-
JSM4 10-15	40	-	-
JSM4 35-40	260	-	-

Standard je dobiven i od jezgre JSM3 35-40 koja je na nešto manjoj dubini od prethodnih te je splitana triput. Također su iz nje prethodno izdvojeni veći biogeni ostaci. Foraminiferska zajednica broji 284 jedinke. Drugi interval iste jezgre JSM3 na dubini 85-90 splitan je pet puta te je iz njega dobiveno 277 relativno dobro očuvanih jedinki foraminifera.

Posljednja jezgra izbušena najbliže kopnu, podijeljena je na tri intervala od kojih je najdublji standardiziran. Uzorak JSM4 35-40 splitan je dvaput. Zajednica je srednje dobre očuvanosti te je iz nje izdvojena 271 jedinka.

Kod svih standardiziranih, ali i nestandardiziranih uzoraka nedvojbeno su prevladavale bentičke foraminifere, perforatne tj. staklaste stijenke. Svaka zajednica pomnije je diferencirana i prema načinu rasta gdje je uglavnom dominirao poprilično ravnomjeran omjer planispiralnog i trohospiralnog načina namatanja s daleko manje primjeraka preostalih tipova rasta (tablica 7).

Tablica 7. Podjela foraminiferske zajednice svakog pojedinog uzorka prema načinu rasta

Uzorak	**Način rasta**						
	plani-spiralni	trohospi-ralni	miliolidni	uniserijalni	biserijalni	triserijalni	neodredive
JSM1 0-10	2	5					2
JSM1 20-25	3	4					2
JSM1 35-40	16	9					11
JSM1 72-80	120	124	1	1	3		19
JSM1 85-90	84	122	1		2		18
JSM2 0-10	2	2					5
JSM2 30-35	6	4					8
JSM2 70-75	103	100		2	1		50
JSM2 85-90	71	125		1	1	2	70
JSM3 0-10	3	-					3
JSM3 20-25	7	5				1	7
JSM3 35-40	123	100				2	38
JSM3 85-90	82	121	2				65
JSM4 0-10		1	1				8
JSM4 10-15	12	7		1			3
JSM4 35-40	136	88					41

Određeno je 20 različitih rodova i 12 vrsti bentičkih foraminifera, među kojima i nekoliko juvenilnih unutar gotovo svakog uzorka (tablica 8). Planktonske foraminifere, prikazane tablicom 9, obuhvaćaju <10% zajednice i prilikom određivanja ustanovljeno je da je većina jedinki pretaložena (prilog 3).

Tablica 8. Broj rodova i vrsta bentičkih foraminifera unutar svakog intervala pojedinog uzorka

Vrsta	**JSM1 0-10**	**JSM1 20-25**	**JSM1 35-40**	**JSM1 72-80**	**JSM1 85-90**	**JSM2 0-10**	**JSM2 30-35**	**JSM2 70-75**	**JSM2 85-90**	**JSM3 0-10**	**JSM3 20-25**	**JSM3 35-40**	**JSM3 85-90**	**JSM4 0-10**	**JSM4 10-15**	**JSM4 35-40**
Entzia macrescens	1	1				1										
Siphotrochammina sp.						1										
Trochammina inflata	5															
Quinqueloculina sp.					1								1			
Ammonia beccarii				3	7			4	7			1	2			1
Ammonia inflata				1												
Ammonia tepida				5	11			3	11							6
Ammonia sp.		2	11	55	75		4	81	103		5	96	84		7	43
Asterigerinata mamilla					1											
Asterigerinata sp.									1							
Bolivina striatula				1												
Bolivina sp.					2			1	1							
Brizalina sp.				1												
Bulimina sp.									1							
Cibicides sp.		1											1			1
Cribroelphidium sp.		1		5	7	1		25	16		1	18	9			4
Elphidium aculeatum				3	12		2	6	3			2				1
Elphidium crispum				2				2	3			2	2			
Elphidium fichtelianum					1			1	1							
Elphidium macellum							1	1	1			1	1			
Elphidium sp.				35	16		1	11	4		2	10	21		2	18

Vrsta	JSM1 0-10	JSM1 20-25	JSM1 35-40	JSM1 72-80	JSM1 85-90	JSM2 0-10	JSM2 30-35	JSM2 70-75	JSM2 85-90	JSM3 0-10	JSM3 20-25	JSM3 35-40	JSM3 85-90	JSM4 0-10	JSM4 10-15	JSM4 35-40
Fissurina sp.								**1**								
Hanzawaia sp.				1												
Haynesina sp.			6	8	24		1		30		5	46	41		7	6
Laevidentalina sp.								1								
Lenticulina sp.													1			1
Nonion sp.									1							
Porosononion sp.			5	3	9	1	1		10		1	12	1		3	11
Protoglobobulimina pupoides									1							
Pullenia sp.											1					
Trifarina sp.									1							
Uvigerina sp.											1	2				
juvenilne					3			1	8	3	1	3	1	2	3	3
neodredive			16		23	5	8	22	25	3	7	14		6	8	

Tablica 9. Broj rodova i vrsta planktonskih foraminifera unutar određenih intervala pojedinih uzoraka

Rod/vrsta	**JSM1 72-80**	**JSM1 85-90**	**JSM2 70-75**	**JSM2 85-90**	**JSM3 35-40**	**JSM3 85-90**	**JSM4 10-15**	**JSM4 35-40**
Acarinina collactea		1	1		6			
Acarinina echinata			1					
Acarinina medizzai	1	1	3	3	1	2		
Acarinina mcgowrani		1						
Acarinina sp.		4		2	3	1		
Catapsydrax sp.		1				1		
Globanomalina sp.		2						
Globigerina sp.				1				
Globigerinita sp.			1					
Globigerinoides sp.				1				
Globorotalia sp.			1	1				
Globoturborotalita bassriverensis	2							
Globoturborotalita martini		1	1			1		
Globoturborotalita sp.	1	1		1	1	1		
Morozovella sp.		3						1
Neogloboquadrina sp.			1	1				
Paragloborotalia nana		3	2		1			
Paragloborotalia sp.				1				
Pseudohastigerina micra		1		1		1		
Subbotina sp.		1		1	1	1		
Tenuitella sp.				1				
Tenuitella gemma					2			
Trilobatus sp.			1					
Turborotalita quinqueloba				3		2		
juvenilne		8	3	1	2	3	2	1

6. Rasprava

Preko profila kroz slanu močvaru Jadrtovac može se pratiti promjena bioraznolikosti po dubini unutar istovjetnih jezgri te profilna promjena duž slane močvare i istraživanih jezgri od njenih nižih dijelova bližih moru do onih viših, bližih kopnu. Teren današnje slane močvare neravan je s uzvišenjima, ispunjen s raznolikom florom, s više sustava kanala i potočića duž profila od mora prema kopnu. Kako je riječ o mikroplimnom okolišu, područje je jako muljevito i teško prohodno.

6.1. Bioraznolikost unutar sedimenta jezgri

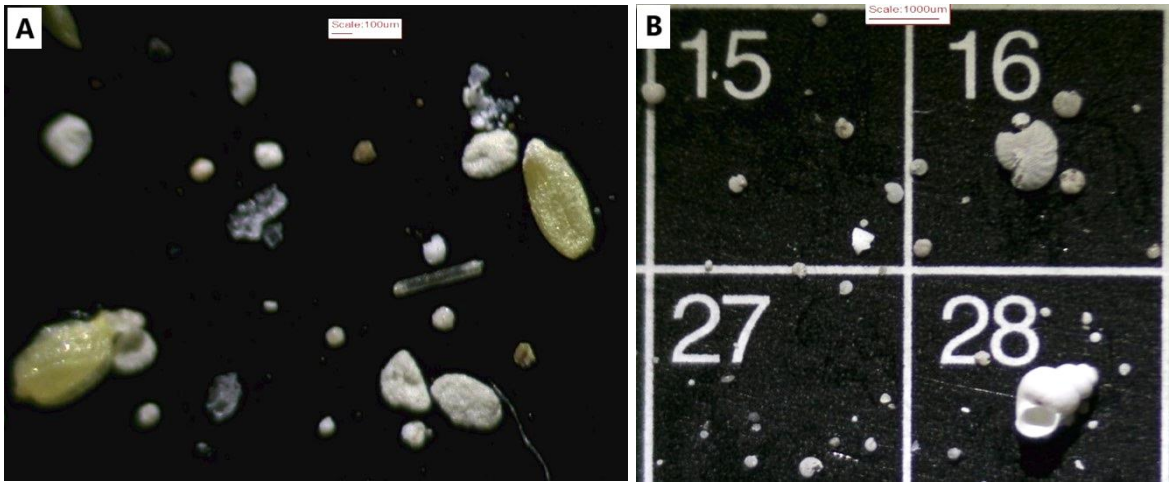
Bioraznolikost i brojnost mikrofosilne zajednice raste iz plićih u dublje slojeve u kojima je opažena najobilnija foraminiferska zajednica i njihova najveća bioraznolikost (tabla 1, slike 1. i 2.). Površinski intervali siromašni su faunom (slika 19a), loše očuvani s puno organske tvari, ostataka bilja i sjemenki (tabla 1, slika 3.) što ukazuje na tlo i vegetacijski pokrov. Sedimentološkom analizom pokazano je da većina sedimenta pripada mulju, a pojedini uzorci klasificirani su kao šljunkoviti mulj te šljunkovito pjeskoviti mulj zbog velike količine ostataka biljaka i ljušturica unutar njih. Ukoliko takve ostatke zanemarimo, sediment je klasificiran kao mulj.

Sedimenti iz deltne ravnice Mirne predstavljaju brakični okoliš s facijesom hiposaline močvare te unutarnjeg estuarija odnosno lagune. Navedeni sedimenti se prilikom analize nisu izričito razlikovali budući da su oba litološki slična, tj. sivog do zelenkastog mulja meke konzistencije (FELJA et al., 2015) što djelomično odgovara i sedimentu iz jezgri kod Jadrtovca. Sediment deltne ravnice rijeke Mirne uglavnom se sastoji od gline i silta (FELJA, 2017) i (ČANČAR et al., 2023).

Sedimentološke karakteristike slane močvare rezultat su sedimentacije ljušturica te trošenja i donosa muljevitog sedimenta bujicama, vjetrom i erozijom iz okolnog zaleđa, kao i s obližnjih obrađivanih poljoprivrednih površina. Sitne sedimentne čestice trošenih stijena zaleđa mogu biti transportirane i istaložene u zaljev zbog niske energije mora te slabijeg marinskog utjecaja što je posljedica izrazite zatvorenosti zaljeva. Slana močvara Jadrtovac je mikrotajdalno područje koje je djelomično preplavljivano tijekom plime. Za razliku od muljne ravnice Nin gdje su veće čestice istaložene u višem dijelu sedimenta kao rezultat abrazije, povećane dinamike mora i donosa čestica pijeska iz okolnog fliša, kod Jadrtovca to nije slučaj radi slabog dinamičkog okoliša (ČANČAR et al., 2023).

Iz uzoraka većih dubina unutar jezgara, vidljiv je veći utjecaj mora (veća dubina – plitkomorski okoliš, podplimna zona). Ti su uzorci bogatiji mikrozajednicom zbog čega je od svakog napravljen standard s više od 270 foraminifera na kojima se temelji većina klasifikacije mikropaleontološkog sadržaja (slika 19b).

Također, ostrakodi se pronalaze u svim intervalima i jezgrama dubljim od 10 cm. U površinskim ih nije bilo moguće uočiti. Analiza ostrakoda unutar sedimenta iz slane močvare kod Jadrtovca mogla bi pomoći pri razlikovanju brakičnih okoliša odnosno istaknuti varijacije u stupnju saliniteta ili cirkulaciji vode (FELJA et al., 2015). Uz veći utjecaj mora, na većim dubinama raste brojnost i bioraznolikost makrofosilne zajednice u čijim se sedimentima mogu pronaći spikule spužvi, bodlje ježinaca, fragmenti makrofosila, raznovrsni rodovi gastropoda i školjkaša (slike 20a i 20b).



Slika 19. Jezgra JSM2 a) površinski uzorak 0-10 cm; b) najdublji uzorak 85-90 cm (kvadratić - 1 cm^2)

Slika 20. a) JSM1 85-90 cm; krupna frakcija-makrofosili b) uzorak prije peroksida, JSM2 85-90 cm

Unutar sedimenta svake jezgre dominiraju bentičke foraminifere koje su karakteristične za uvjete u prijelaznim i plitkomorskim okolišima (MURRAY, 2006). Većina ih je autohtona, uz nekolicinu pretaloženih iz okolnih stijena (npr. *Lenticulina* sp.).

Plitki i rubni marinski okoliši nisu geološki velike starosti. Obiluju bentičkim foraminiferama koje su zbog kratkog životnog ciklusa, visoke bioraznolikosti i niske okolišne tolerancije osjetljive na kratkotrajne okolišne promjene te stoga predstavljaju dobar ekološki indikator (MURRAY, 1991). Takvi okoliši mogu pokazivati promjenjive donose slatke vode te gubitka putem evaporacije zbog čega se kod njih javljaju salinski gradijenti. Intertajdalna zona osjetljiva je na promjene temperature, razine mora, otjecanja slatke vode, salinitet i zagađenje (MURRAY, 2006).

Uz bentičke, u srednjim do dubljim slojevima pojavljuju se i planktonske foraminifere. Njihova brojnost najveća je u najdubljem sloju 85-90 cm svake jezgre osim one najbliže kopnu, JSM4, gdje je bilo nemoguće izbušiti dublji sediment. U površinskim slojevima planktonske foraminifere izostaju.

Klasifikacijom planktonskih foraminifera utvrđeno je da su većinom pretaložene i to uglavnom sitnije jedinke (tabla 2, slike 4. i 5.). Pretaloživanje se vjerojatno dogodilo iz fliškog zaleđa i dijela podine koju prekrivaju kvartarne tvorevine što potvrđuje pronalazak sitne mikrofaune planktonskih foraminifera koje se ne očekuju u takvom taložnom okolišu. Određene planktonske foraminifere prikazane tablicom 9 većinom su pretaložene osim roda *Globorotalia* sp. te roda *Neogloboquadrina* sp. i vrste *Turborotalita quinqueloba* koji mogu biti i recentni te bi za njih trebalo daljnje određivanje kako bi se utvrdilo jesu li pretaloženi ili autohtoni. Fliške naslage tvore lapori i pješčenjaci. Lapor je nastao djelovanjem mutnih tokova, te sadržava dobro očuvanu srednje eocensku faunu sitnih foraminifera (MAMUŽIĆ, 1975).

Prema tipu stijenke u svim uzorcima dominirala je perforatna stijenka. Imperforatnih foraminifera pronađeno je šest, njihova prisutnost neovisna je o dubini ili položaju unutar uzorkovanog profila slane močvare. Kod dvije jedinke određena je vrsta *Quinqueloculina* sp. (tabla 2, slika 6).

Prema ČANČAR et al. (2023) udaljavanjem od mora, imperforatnim i aglutiniranim stijenkama raste brojnost dok se broj perforatnih smanjuje. Suprotno tomu, SHAW et al. (2016) imperforatne foraminifere unutar površinskog sedimenta slane močvare Jadrtovac pronalazi u srednjem do niskom dijelu slane močvare, bliže moru.

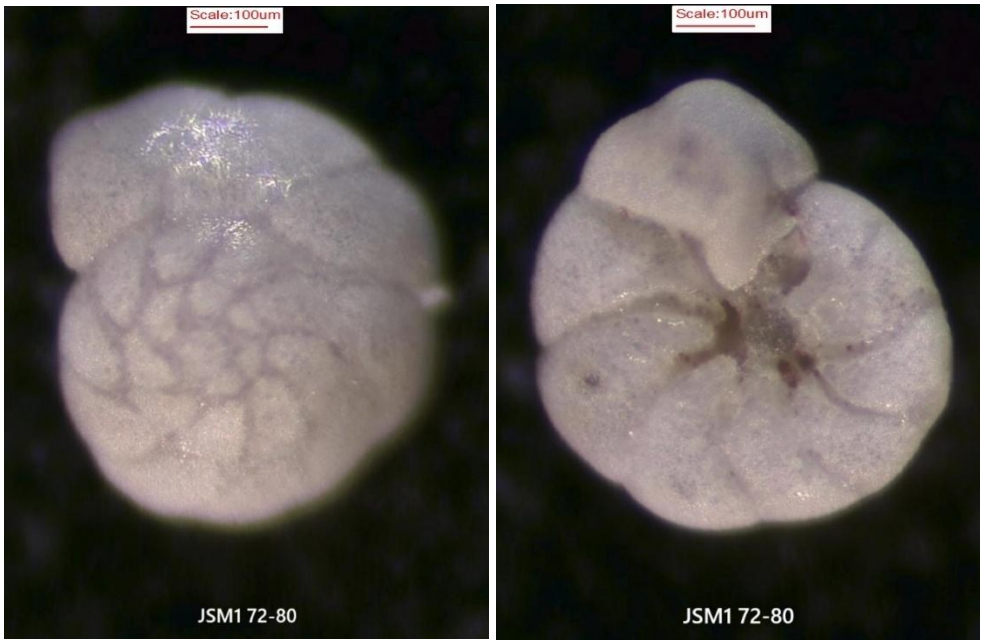
Njihova relativna brojnost doseže i do 40%. S obzirom na mali broj imperforatnih stijenki pronađen unutar ovog istraživanja istog područja, moguće da su uzorkovani dijelovi profila slane močvare gdje je njihova obilnost prema SHAW et al. (2016) bila minimalna.

Uz nedostatak imperforatnih foraminifera, pronađeno je i malo aglutiniranih koje se pojavljuju u vrlo malom broju. Striktno su u površinskim intervalima, gdje je uočeno do šest jedinki foraminifera po uzorku. Suprotno tomu, prema SHAW et al. (2016) na istoj lokaciji iz površinskih sedimentnih uzorkovanja opisuje aglutinirane foraminifere kao dominantne. One koje su prikupljene i opisane unutar ovog rada, njihove kućice su oštećene i izmijenjene u fazi obrade do te mjere da ih je kasnije bilo nemoguće klasificirati (slika 22b i c). Što se tiče razlike u njihovoj brojnosti u odnosu na drugi rad s istog lokaliteta, moguće da su tijekom uzorkovanja obuhvaćeni dijelovi profila prema SHAW et al. (2016) gdje su aglutinirane vrste bile malobrojnije. Aglutinirane vrste *Entzia macrescens* prema SHAW et al. (2016) *Jadammina macrescens* te *Trochammina inflata* dominirale su među mikrofosilnim vrstama.

Prema ČANČAR et al. (2023) među zastupljenijim mikrofosilnim vrstama unutar sedimenta slane močvare kod Mirne bila je aglutinirana vrsta *Trochammina inflata*. Istovjetno, kod muljevitog područja Soline od aglutiniranih je također dominirala vrsta *Trochammina inflata.* Površinski slojevi slane močvare kod Jadrtovca bili su jako loše očuvani i mikrozajednica unutar njih bila je deformirana ili oštećena do mjere nemogućnosti određivanja rodova.

Većina uzoraka je prema načinu rasta imala poprilično jednak broj planispiralnih i trohospiralnih bentičkih foraminifera. Od trohospiralnih dominira *Ammonia* (slika 21a i 21b) koja je česta u sedimentima europskih slanih močvara s >80% mulja (MURRAY, 2006). Spomenuti rod uglavnom se veže uz niže dijelove slanih močvara, premda je u istraživanoj slanoj močvari kod Jadrtovca pronađeno puno jedinki i u višim dijelovima. Foraminifere roda *Ammonia* mogu tolerirati široki raspon saliniteta, pH, razine kisika i temperature i zbog toga njihova dominantnost najveća je u plitkim okolišima s promjenjivim uvjetima (MURRAY, 2006). Unutar rada pronađeno je nekoliko vrsta navedenog roda (tabla 3, slika 7). Većina ih je klasificirana kao *Ammonia* sp. Sukladno sjevernojadranskim istraživanjima sedimenta, vrsta *Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758) dominira u jako plitkim rubnim okolišima gdje je mogući nedostatak kisika radi doprinosa hranjivih tvari (DONNICI et al., 2002).

Foraminifere manjih dimenzija u standardiziranim uzorcima dobro su očuvane, a kod većih dimenzija vidljiva su i mehanička oštećenja (tabla 3, slika 8).



Sika 21. Ammonia sp. *a) spiralna b) umbilikalna strana*

Dijelovi slane močvare koji se nalaze bliže kopnu, imaju manje organske tvari i pougljenih čestica budući da su inače više oksigenirani od dijelova slane močvare bližih moru (MURRAY, 2006). Isto tako, salinitet vode unutar pora sedimenta je pod utjecajem mora i ispiranja te unosa slatke vode iz okolnih kopnenih područja i padalinama. Anoksija koja se javlja duž slojeva jezgri zahvaća i zajednicu flore, od kojih neke biljke preko svojeg korijenja uvode kisik u dijelove sedimenta (MURRAY, 2006).

Od planispiralnih dominiraju foraminifere roda *Haynesina* koje su osjetljivije na tip sedimenta i izostaju iz sedimenata krupnijih čestica (ČANČAR et al, 2023). Najobilnije su bile unutar najdubljih horizonata prve tri jezgre (tabla 3, slika 9). Prema FELJA (2017) unutar sedimenta rijeke Mirne, najčešće su pronalažene u plićim horizontima, dok su bile manje prisutne unutar dubljih. S obzirom da su te sedimentne jezgre bile do 8 m i obuhvatile su i okoliše estuarija na većim dubinama, odnosno nekoliko puta dublje od jezgri izbušenih kod Jadrtovca, prisutnost i obilnost *Haynesina* sp. unutar sličnog sedimenta poklapa se i ukazuje na prijelazne okoliše poput slanih močvara i plitkomorskih okoliša.

Zbog ograničenja metode mikroskopiranja radi slabijeg povećanja, posebice kod jedinki manjih dimenzija i otežane vidljivosti detalja za odredbu, puno planispiralnih foraminifera bilo je teško točno odrediti. Posebice razliku između rodova *Haynesina* i *Porosononion*.

Od planispiralnih foraminifera, unutar intervala dubljih od 35 cm, kod svih uzoraka pronađen je rod *Elphidium*, s nekoliko određenih vrsta gdje je to bilo moguće odrediti (tabla 4, slike 10 i 11). Iste vrste pronađene su unutar muljevitog sedimenta deltne ravnice rijeke Mirne (FELJA, 2017). Prema FELJA et al. (2015), postanak unutarnjeg estuarija/lagune podudara se s prisutnošću *Elphidium* spp. te miliolidne vrste *Quinqueloculina seminula* tj. *Quinqueloculina seminulum* (Linnaeus, 1758) čija prisutnost upućuje na okolišne promjene prema stabilnijim, marinskim uvjetima (MURRAY, 2006). Pojava više vrsta roda *Elphidium* unutar dubljih slojeva jezgri slane močvare kod Jadrtovca moguće je povezati i s lagunskim okolišem. *Elphidium* se općenito povezuje s okolišnim promjenama u više marinskim uvjetima (MURRAY, 2006). U sediment je pronađeno i nekoliko foraminifera biserijalnog i triserijalnog načina rasta. *Bolivina* sp., *Bolivina striatula* Cushman, 1922 (tabla 4, slika 12) nađena je unutar jezgri bližih moru i samo unutar najdubljih intervala jezgre. Od triserijalnih prisutna je *Bulimina* sp. unutar jezgre JSM2 na dubini od 85-90 cm.

Nekolicina uzoraka, posebice površinskih (JSM1 0-10; JSM1 20-25, JSM2 0-10, JSM3 0-10 i JSM4 0-10) bilo je loše očuvano i gotovo bez mikrofosilne zajednice. Uzrok lošoj očuvanosti vjerojatno je utjecaj valova te uvjeti u samoj slanoj močvari dok je siromašna mikrozajednica vjerojatno posljedica krive ili preintenzivne metodološke obrade. U dubljim dijelovima jezgri očuvanost i bioraznolikost bila je puno bolja, kućice foraminifere nisu bile zahvaćene otapanjem odnosno kemijski su neizmjenjene već samo uglavnom mehanički oštećene.

6.2. Interpretacija paleookoliša

Područje slane močvare tijekom prošlosti bilo pod utjecajem dugoročnih promjena razine Jadranskog mora. Od završetka posljednjeg glacijalnog maksimuma koji je bio prije cca 19 000 g, uslijed topljenja ledenog pokrivača, otpušten je značajan volumen otopljene vode u globalne oceane. Posljedica toga bio je porast razine mora za oko 120 m s prosječnom stopom porasta od 12 mm/god. Tijekom holocena, u području Jadranskog mora, nagli porast je usporio prije oko 7 000 g prije sadašnjosti i razina mora je nastavila vrlo lagano rasti do današnje (FELJA, 2017).

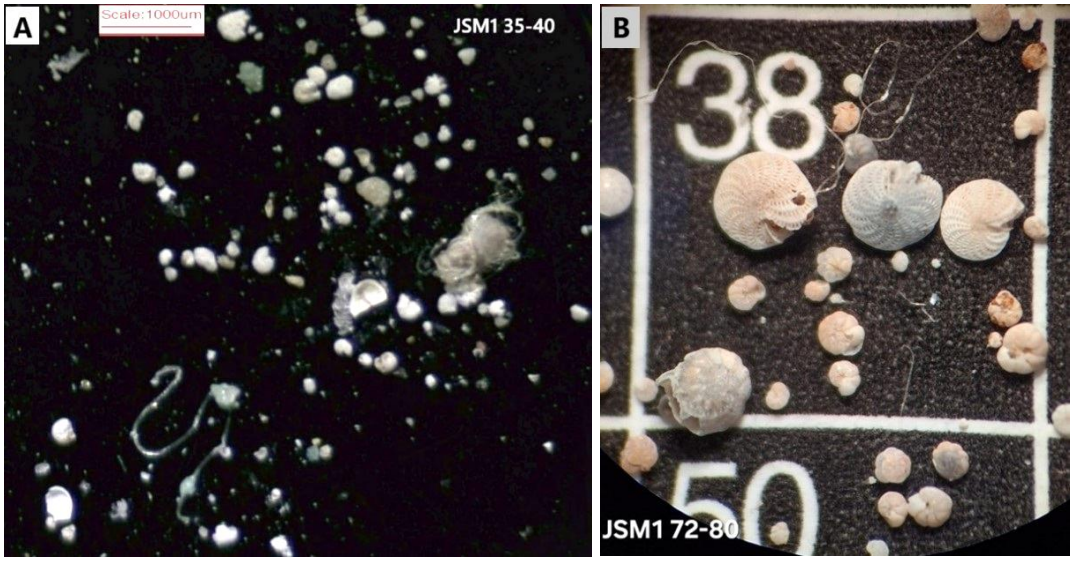
Brzina porasta razine mora u razdoblju 1900.–1930. bila je 0,6 mm/god. Potom od početka 20. st. posebice radi steričkih promjena lagani rast razine bio je 1-2 mm/god. Od 2015. godine pretpostavlja da je porast razine mora bio veći u iznosu od 3,3 mm/god. [6]. To opovrgava MÖRNER (2018) koji navodi da su iznosi porasta razine mora preuveličani i nevjerodostojni jer se globalne eustatske promjene razine mora ne mogu pokazati jednom krivuljom već se moraju mjeriti zasebno za svako područje prema promjenama njihovih morskih mijena i drugih faktora. Prema tome bi porast razine mora unazad stotinjak godina iznosio između 10 i 20 cm. Prema određenim istraživanim lokalitetima, regionalna promjena razine mora uglavnom varira od 1 mm/god do ±0.0 mm/god. Prema FAIVRE et al. (2011) istraživanja na području sjevernog dijela Jadranskog mora odnosno kod istarske obale procjenjuju da je razina mora unazad 5 000 g prije sadašnjosti porasla za 4 m.

Sediment slane močvare taložio se relativno nedavno (vjerojatno nekoliko stotina godina) dok je razina mora već bila približna današnjoj. More je dosezalo dalje u kopno, što potvrđuje i obilna prisutnost mikrofosilnog sadržaja u posljednje dvije jezgre na većim dubinama. Treba uzeti u obzir i moguću kompakciju sedimenta pri nastanku takvih okoliša, no kako ovo istraživanje obuhvaća i opisuje samo metar istaloženog sedimenta, on vjerojatno nije bio značajno kompaktiran i slijegan.

Sediment iz zaleđa nošen je bujicama i taložen dosta velikom brzinom na istočnom dijelu Morinjskog zaljeva, istočno od naselja Jadrtovac. Bujice su trošile okolne stijene i ispirale sitniji materijal, velikim dijelom iz fliša srednje eocenske starosti, što je utvrđeno prema određivanju planktonskih foraminifera (npr. *Acarinina* sp., *Globoturborotalita* sp., *Morozovella* sp., *Subbotina* sp., itd.)

Nanos sedimenta zapunjavao je isprva samo rubni obalni prostor, a zatim je progradirao prema ostatku zaljeva, zapunjujući i kreirajući izgled današnje slane močvare dužine prema kopnu oko 130 m (SHAW et al., 2016). Velik utjecaj na samo zapunjavanje zaljeva je i antropogeni, s obzirom da su okolna polja obrađivana radi poljoprivrede. Obrađena tla imaju pojačan potencijal za eroziju, posebice vjetrom. Samim time su erozija tla i donos do mora pojačani. Sedimentacija nije morala biti kontinuirana. Veći nanos mogao je biti donešen i istaložen tijekom izrazitih olujnih događaja. Relativna razina mora u posljednjih nekoliko tisuća godina i dalje raste no znatno manjim brzinama te se nije značajnije mijenjala unazad nekoliko desetaka do stotinu godina, tijekom kojih je vjerojatno istaložen jedan metar jezgre uzorkovanog sedimenta slane močvare.

Do zaključka se došlo zbog antropogenog utjecaja u jezgrama koji je vidljiv u svim intervalima kroz jezgre u kojima je mikroplastika uočena od najplićih (slika 22a) do najdubljih intervala (slika 22b).



Slika 22. Mikroplastika unutar jezgre JSM1 a) površinski interval; b) dublji interval

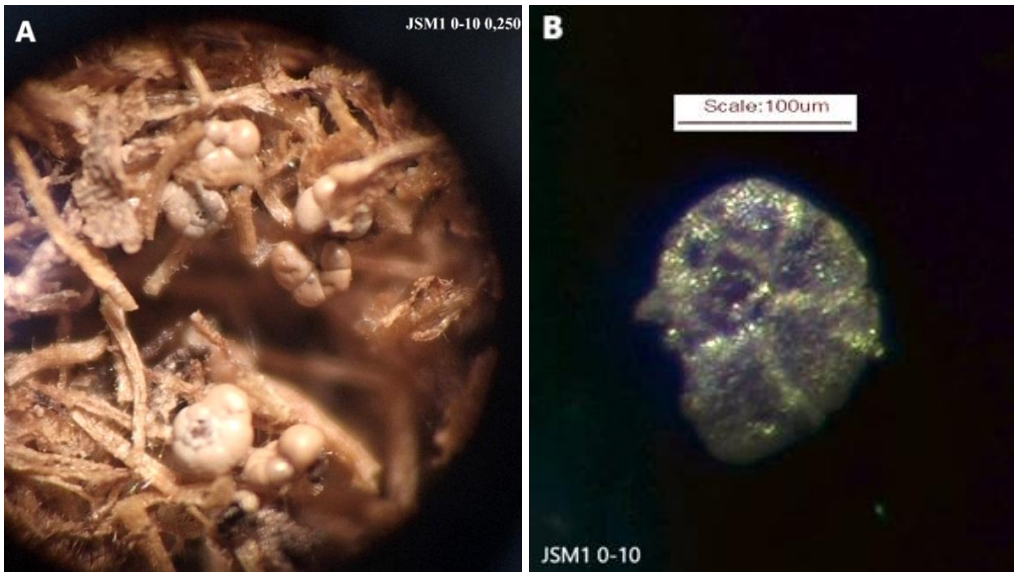
Plastika je relativno novi materijal koji je kreiran prije nešto više od 100 godina. Prva plastika proizvedena je početkom 20. st. Tijekom 80-ih godina 20. st. njeni ostaci počeli su se smatrati prijetnjom marinskom okolišu (NAPPER i THOMPSON, 2020).

Mikroplastika je pronađena u sedimentu starosti 75 godina unutar poluzatvorenog hipoksijskog bazena Beppu Bay u Japanu (HINATA et al., 2022). S obzirom na prisutnost mikroplastike u najdubljim intervalima jezgri u slanoj močvari kod Jadrtovca, može se pretpostaviti da se jedan metar sedimenta današnje slane močvare istaložio relativno nedavno.

6.3. Metodologija i utjecaj na rezultat

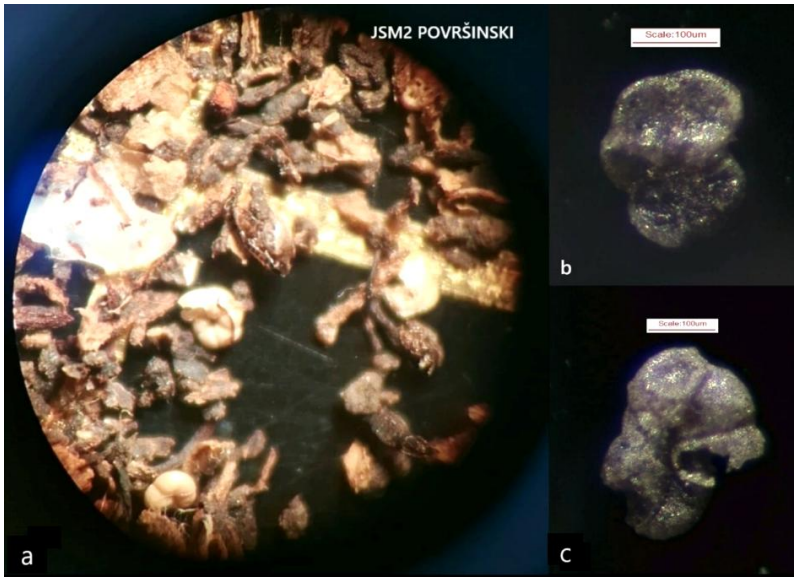
Prvi inicijalni pregled materijala napravljen je pod stereoskopskim mikroskopom gdje je bilo teško razlučivati mikrofosilni sadržaj zbog velike slijepljenosti i prisutnosti biljnog materijala. No unutar površinskih intervala prve dvije jezgre bile su vidno uočljive i dobro očuvane aglutinirane foraminifere (slika 23a, slika 24a). Zbog velikog sadržaja organske tvari, od travki do sjemenki i biljnog trunja, svi uzorci potopljeni su 30%-tnim vodikovim peroksidom i ostavljeni da se razgrađuju i do 14 dana.

Tijekom ponovnog mikroskopiranja nakon razgradnje u peroksidu, aglutinirane foraminifere izostajale su iz površinskih intervala te ih je bilo iznimno teško identificirati. Njihova očuvanost i izgled značajno su izmijenjeni, stijenke su im potamnjele (slika 23b) te deformirane (slika 24b i 24c).



Slika 23. a) uzorak JSM1 0–10 pod mikroskopom prije otapanja b) nakon otapanja u peroksidu

Prema MURRAY (2006) aglutinirane stijenke mogle bi biti izmijenjene tijekom razgradnje organske tvari ili prilikom sušenja uzoraka. Takve foraminifere aglutiniraju zrnca iz okoliša oko sebe pri izgradnji stijenke i mogu ukomponirati organski materijal koji reagira s vodikovim peroksidom i izmijenjuje se.



Slika 24. a) uzorak JSM2 s površine pod mikroskopom prije otapanja b) i c) JSM2 0-10 cm nakon otapanja u peroksidu

7. Zaključak

Istraživana slana močvara kod Jadrtovca, nalazi se unutar zaklonjenog Morinjskog zaljeva te predstavlja oblik prijelaznog taložnog okoliša u mikrotajdalnom području.

Na temelju istraživanja četiri izbušene sedimentne jezgre duž profila slane močvare od mora prema kopnu, dobivene su sedimentološke i mikropaleontološke karakteristike područja koje su dale ideju njenog postanka i promjena taložnog okoliša unazad stotinjak godina. Glavni uzrok naglih promjena i zapunjavanja zaljeva te širenja močvare je ubrzana sedimentacija koja je posljedica geoloških, ali i antropogenih čimbenika (pojačana erozija tla uslijed poljoprivrednih aktivnosti).

Prema granulometrijskim analizama, sediment slane močvare klasificiran je uglavnom kao mulj uz ponešto frakcija pijeska i šljunka koje u plićim slojevima čine ostaci bilja, a u dubljim ljušturice gastropoda, školjkaša, ostrakoda i foraminifera. Mikropaleontološkom analizom prikazan je porast bioraznolikosti i brojnosti foraminiferske zajednice iz plićih u dublje slojeve. Površinski slojevi bili su siromašni mikrozajednicom i loše očuvani s puno organske tvari. Krećući se niz dublje slojeve jezgre, bioraznolikost raste uz vidljiv utjecaj mora na taložni prostor sedimenta čak i kod jezgri najbližih kopnu.

Među standardiziranim uzorcima, prevladavale su bentičke foraminifere, perforatnih stijenki, u gotovo jednakom omjeru planispiralnog i trohospiralnog načina rasta. Planktonske foraminifere činile su manje od 10% sveukupne mikrozajednice i većinom su pretaložene iz okolnog srednje eocenskog fliša.

Antropogeni utjecaj vidljiv je kroz mikroplastiku pronađenu od vrha sedimentnih jezgri do najdubljih slojeva od 85-90 cm. Prema tome, sediment od minimalno jednog metra istaložen je unazad stotinjak godina uz veoma mali porast relativne razine mora.

Okolne bujice trošile su stijene zaleđa ispirajući sitniji materijal, velikim dijelom iz fliša i okolnog tla taloživši ga prvotno uz rubni dio obale, a zatim većim donosom sedimenta progradirajući prema ostatku zaljeva, prekrivajući prethodno istaložene slojeve i kreirajući današnji izgled slane močvare.

8. Literatura

CIMERMAN, F., LANGER, M. R. (1991): Mediterranean Foraminifera. SAZU, Ljubljana, 119 str.

ČANČAR, M., KRIŽNJAK, K., NERAL, N., ĆOSOVIĆ, V., IŠTUK, Ž., FELJA, I. (2023): Correlation of foraminifera content and granulometric properties of sediment in different transitional environments along a karstic coast, eastern Adriatic, Croatia. Journal of Soils and Sediments, 23, 1–13.

DONNICI, S., SERANDREI–BARBERO, R. (2002): The benthic foraminiferal communities of the northern Adriatic continental shelf. Marine Micropaleontology, 44, 93–123.

FAIVRE, S., FOUACHE, E., GHILARDI, M., ANTONIOLI, F., FURLANI, S., KOVAČIĆ, V. (2011): Relative sea level change in eestern Istria (Croatia) during the last 5 ka. Quaternary International, 232, 132–143.

FELJA, I., FONTANA, A., FURLANI, S., BAJRAKTAREVIĆ, Z., PARADŽIK, A., TOPALOVIĆ, E., ROSSATO, S., ĆOSOVIĆ, V., JURAČIĆ, M. (2015): Environmental changes in the lower Mirna River valley (Istria, Croatia) during the Middle and Late Holocene. Geologia Croatica, 68/3, 209–224.

FELJA, I. (2017): Karstic estuaries along the eastern Adriatic coast: Late-Quaternary evolution of the Mirna and Neretva River mouths. Dissertation, University of Zagreb

FILIPČIĆ, A. (1992): Neolitsko naselje Danilo kod Šibenika i razina Jadranskog mora. Geografski glasnik, 54, 33–44.

FOLK, R.L. (1954): The Distinction between Grain Size and Mineral Composition in Sedimentary-Rock Nomenclature. The Journal of Geology, 62, 344–359.

HINATA, H., KUWAE, M., TSUGEKI, N., MASUMOTO, I., TANI, Y., HATADA, Y., KAWAMATA, H., MASE, A., KASAMO, K., SUKENAGA, K., SUZUKI, Y. (2023): A 75-year history of microplastic fragment accumulation rates in a semi-enclosed hypoxic basin. Science of The Total Environment, 854, 158751.

HOLBOURN, A., HENDERSON, A.S., MACLEOD, N. (2013): Atlas of Benthic Foraminifera. Natural History Museum, UK, 641 str.

KOCH, G., ŠPARICA, M., BERGANT, S., ALAJBEG, A., VILIČIĆ, D., LAMPERT, T., DOLENEC, T., ŠPARICA, M. (2002): Recent sediments (peloids) from Morinje Bay (Middle Dalmatia, Croatia): Their origin and anthropogenic pollution viewed through a multidisciplinary approach. U: YANKO-HOMBACH, V., ARNOLD, A., HALLOCK, P. (ur.): The Third International Congress "Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology", Beč ISEMMM, 2002, 122–123.

MAMUŽIĆ, P. (1971): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. List Šibenik K33-8. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1965.), Savezni geološki zavod, Beograd.

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, 31 str.

MIHELČIĆ, G., LOJEN, S., DOLENEC, T., KNIEWALD, G. (2006): Trace Metals Conservation in Morinje Bay Sediment: Historical Record of Anthropogenic Imissions into a Shallow Adriatic Bay. Croatica Chemica Acta, 79, 161–167.

MÖRNER, N.A. (2018): Global Sea Level Variations. Paleogeophysics & Geodynamics, Stockholm, Sweden.

MURRAY, J.W. (1991): Ecology and palaeoecology of benthic foraminifera. Routledge, Taylor & Francis Group, London, 408 str.

MURRAY, J.W. (2006): Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera. Cambridge University Press, New York, 426 str.

NAPPER, I.E., THOMPSON, R.C. (2020): Plastic Debris in the Marine Environment: History and Future Challenges. Global Challenges, 4, 6.

PEARSON, P.N., OLSSON, R.K., HUBER, B.T., HEMLEBEN, C., BERGGREN, W.A. (2006): Atlas of Eocene Planktonic Foraminifera. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, USA, 513 str.

SHAW, T.A., KIRBY, J.R., HOLGATE, S., TUTMAN, P., PLATER, A.J. (2016): Contemporary salt-marsh foraminiferal distribution from the Adriatic coast of Croatia and its potential for sea-level studies. Journal of Foraminiferal Research, 46, 314–332.

Internetski izvori:

[1] Naselje Jadrtovac https://hr.wikipedia.org/wiki/Jadrtovac (pristupljeno siječanj 2025.)

[2] Naselje Jadrtovac https://en.wikipedia.org/wiki/Jadrtovac (pristupljeno siječanj 2025.)

[3] Google Earth https://earth.google.com/web/ (pristupljeno siječanj 2025.)

[4] Munsell sustav: https://munsell.com/about-munsell-color/how-color-notation-works/ (pristupljeno prosinac 2024.)

[5] World Register of Marine Species https://www.marinespecies.org/index.php (pristupljeno prosinac 2024.)

[6] AGU graf razine mora (2018): https://robertscribbler.wordpress.com (pristupljeno siječanj 2025.)

9. Table

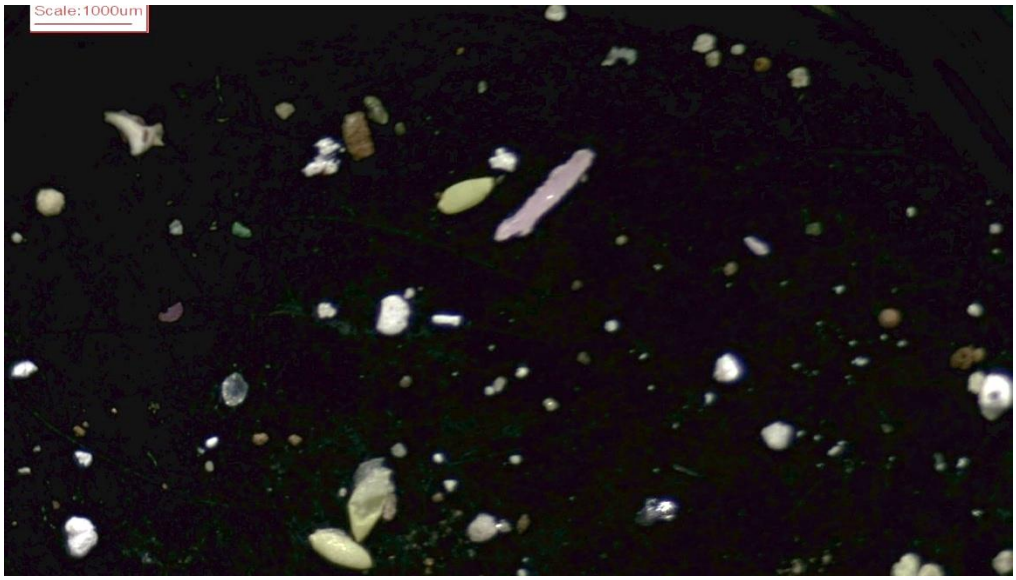
TABLA 1

Slika 1. Površinski uzorak JSM3 0-10 cm

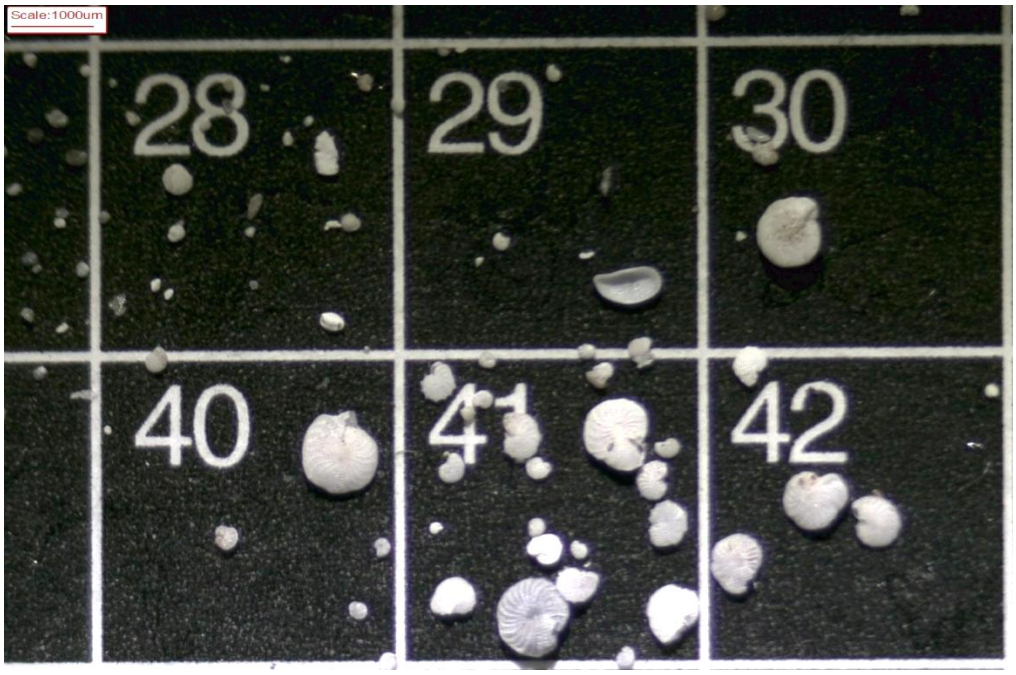
Slika 2. Bioraznolikost zajednice, uzorak JSM1 85-90 cm

Slika 3. Sjemenka, uzorak JSM1 0-10 cm

1.



2.



3.

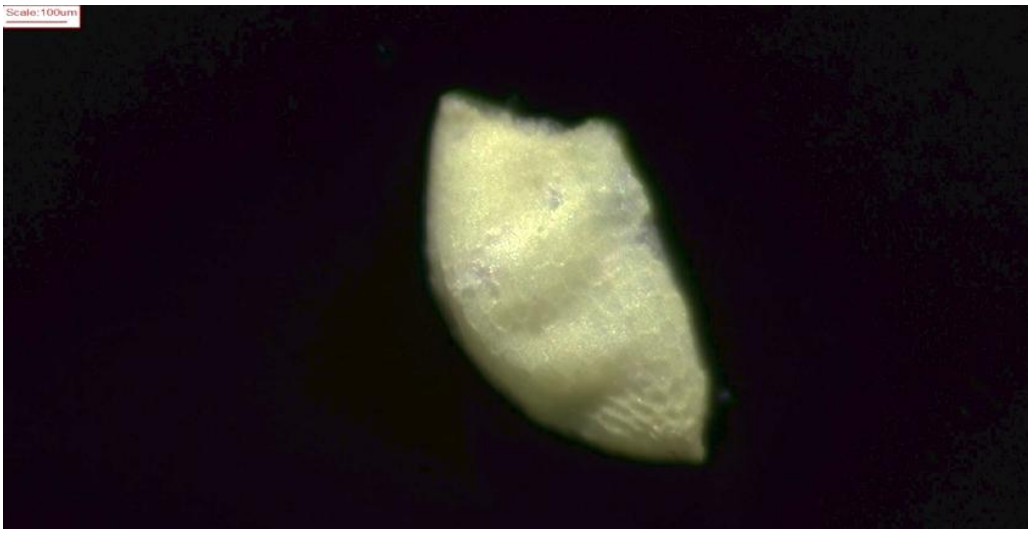


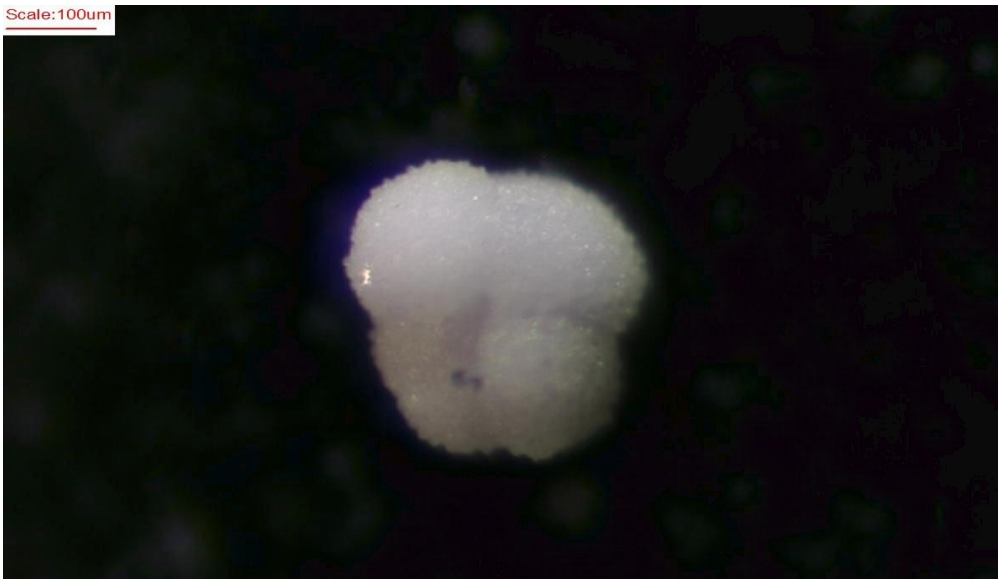
TABLA 2

Slika 4. *Acarinina collactea*, uzorak JSM3 35-40 cm

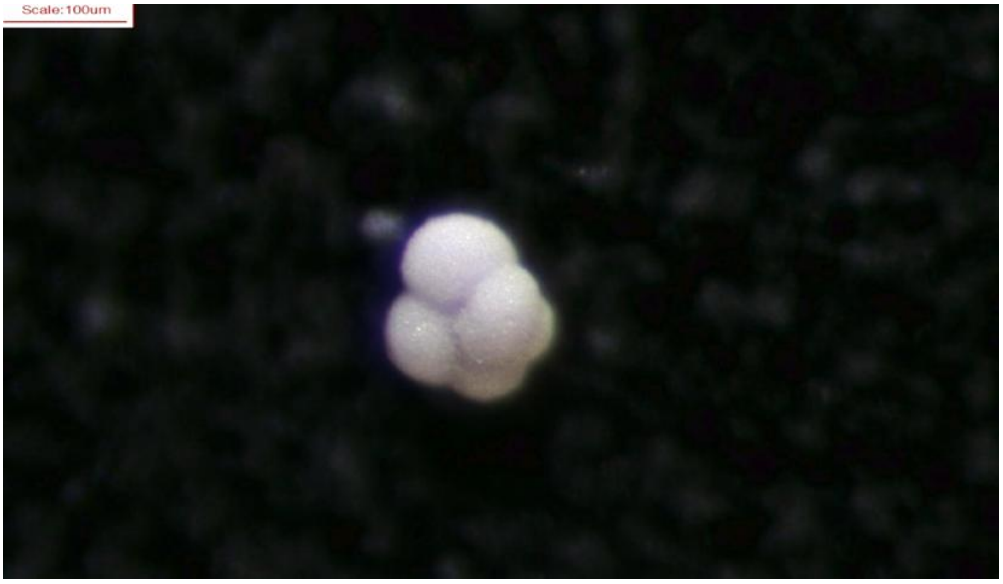
Slika 5. *Turborotalita quinqueloba*, uzorak JM2 85-90 cm

Slika 6. *Quinqueloculina* sp., uzorak JSM3 85-90 cm

4.



5.



6.

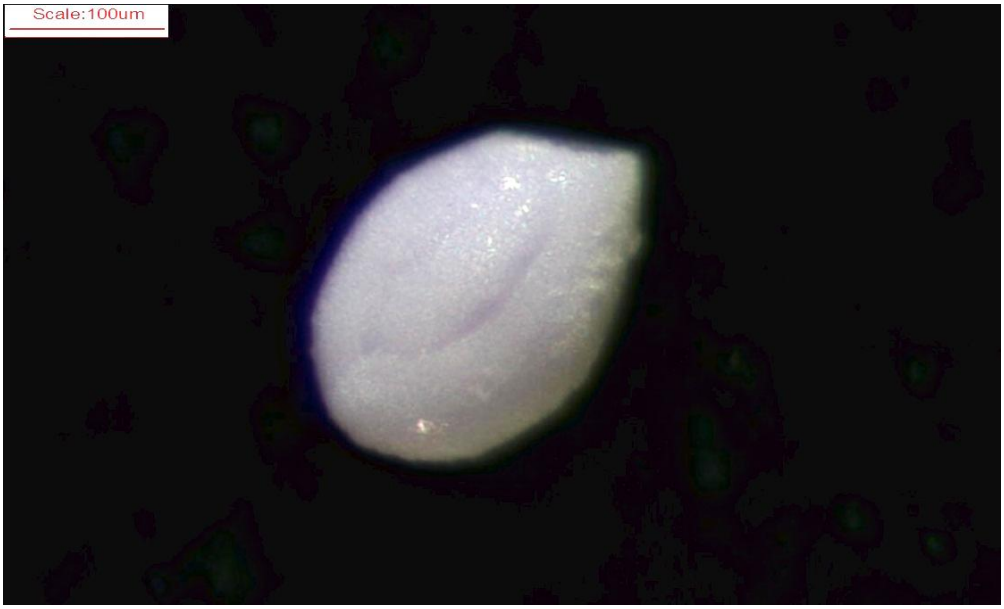


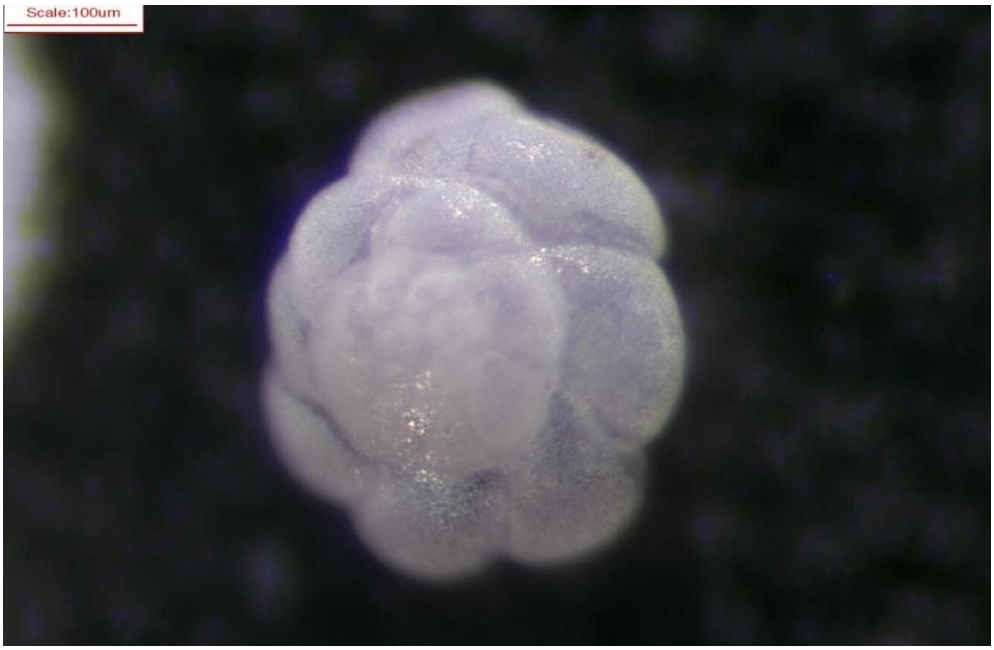
TABLA 3

Slika 7. *Ammonia tepida*, uzorak JSM1 72-80 cm

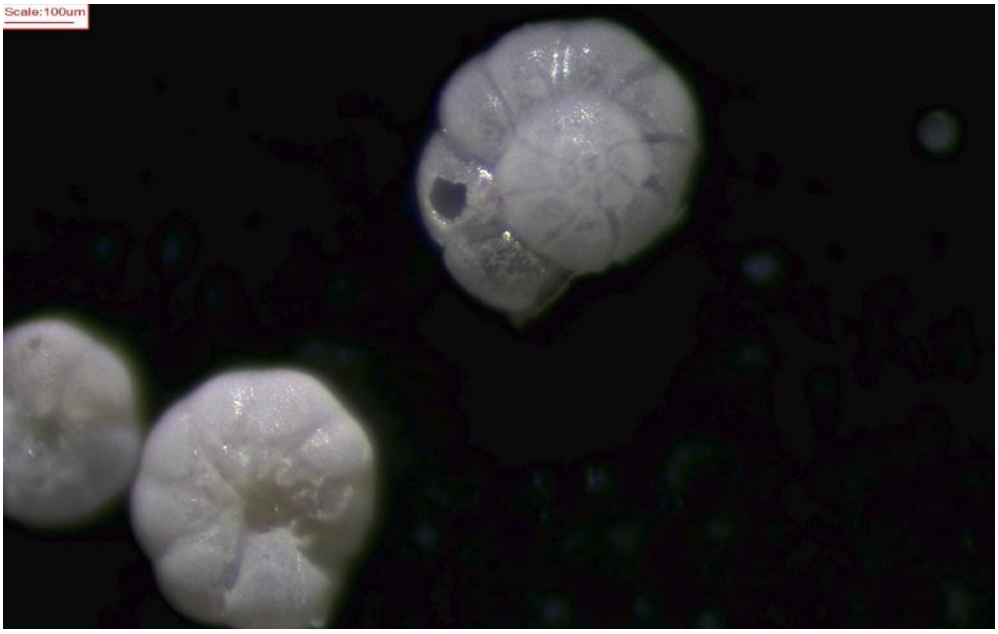
Slika 8. *Ammonia* sp., uzorak JM3 35-40 cm

Slika 9. *Haynesina* sp., uzorak JSM2 85-90 cm

7.



8.



9.

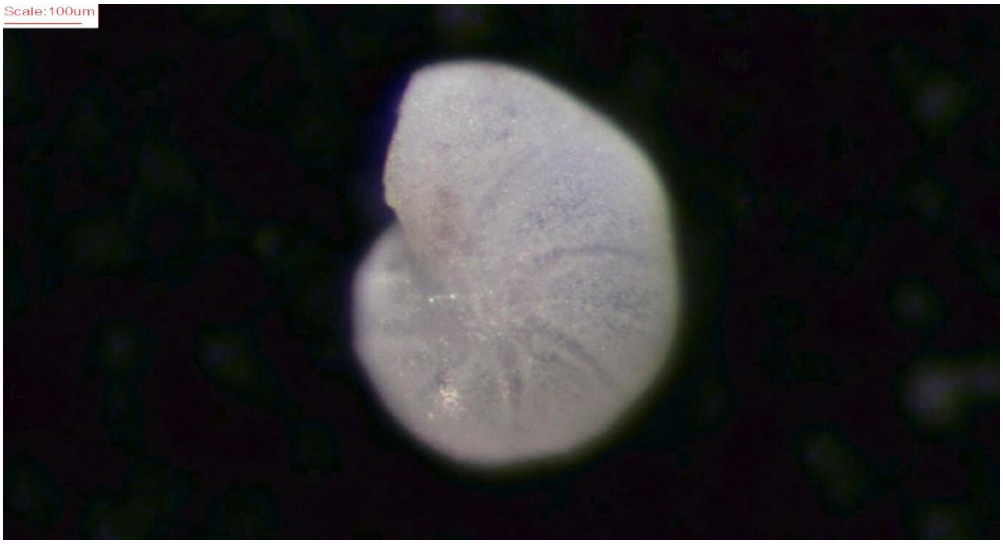
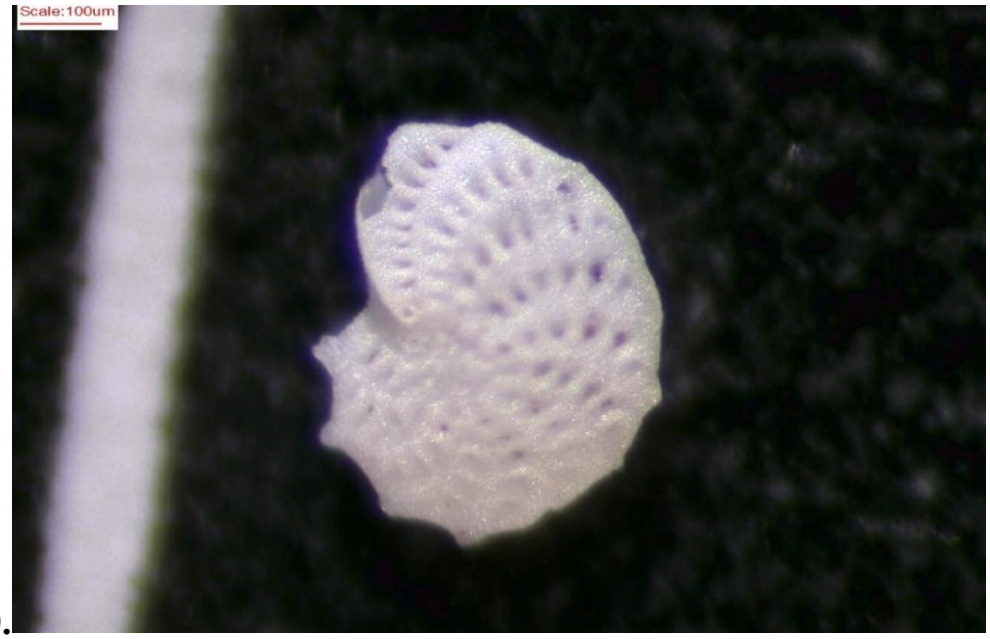


TABLA 4

Slika 10. *Elphidium aculeatum*, uzorak JSM2 85-90 cm

Slika 11. *Elphidium macellum*, uzorak JSM3 35-40 cm

Slika 12. *Bolivina striatula*, uzorak JSM1 72-80 cm



10.

11.

12.

10. Prilozi

PRILOG 1

Tablice 1. Masa uzoraka po intervalima i po promjeru otvora na sitima

masa uzorka **JSM1** [g]					
frakcija [mm] /interval	0-10	20-25	35-40	72-80	85-90
4	0,05	0,02	0,02	0,16	0,49
2	0,08	0,02	0,07	0,26	0,49
1	0,03	0,02	0,03	0,21	0,31
0,500	0,07	0,05	0,01	0,27	0,40
0,250	0,16	0,15	0,03	0,20	0,29
0,125	0,19	0,24	0,07	0,27	0,31
0,063	0,34	0,13	0,08	0,23	0,39

masa uzorka **JSM2** [g]				
frakcija [mm] /interval	0-10	30-35	70-75	85-90
4	0,13	0,002	0,66	1,78
2	0,02	0,01	0,34	0,66
1	0,12	0,02	0,28	0,32
0,500	0,32	0,02	0,32	0,42
0,250	0,47	0,03	0,23	0,28
0,125	0,59	0,06	0,35	0,42
0,063	0,53	0,05	0,39	0,40

masa uzorka **JSM3** [g]				
frakcija [mm] /interval	0-10	20-25	35-40	85-90
4	0,01	0,01	0,21	0,91
2	0,04	0,01	0,20	0,93
1	0,04	0,01	0,20	0,78
0,500	0,11	0,01	0,16	0,53
0,250	0,47	0,02	0,22	0,35
0,125	0,60	0,02	0,23	0,31
0,063	0,46	0,03	0,24	0,32

masa uzorka **JSM4** [g]			
frakcija [mm] /interval	0-10	10-15	35-40
4	0,16	0,02	0,12
2	0,04	0,02	0,18
1	0,03	0,01	0,17
0,500	0,17	0,02	0,11
0,250	0,40	0,01	0,11
0,125	0,60	0,09	0,12
0,063	0,70	0,06	0,16

PRILOG 2

Tablica 2. Mjerenja i usporedba mase svih uzoraka i unos podataka o postocima organske tvari

Uzorak	Početna masa [g]	Masa mulja [g]	Masa nakon sijanja i sušenja [g]	Masa nakon peroksida [g]	Masa OT [g]	Postotak OT [%]
JSM1 0-10	10,00	9,08	0,92	0,01	0,91	98,9
JSM1 20-25	10,00	9,37	0,63	0,05	0,58	92,1
JSM1 35-40	10,00	9,69	0,31	0,02	0,29	93,5
JSM1 72-80	10,00	8,4	1,6	1,29	0,31	19,4
JSM1 85-90	10,00	7,32	2,68	2,163	0,52	19,4
JSM2 0-10	8,48	6,3	2,18	0,01	2,17	99,5
JSM2 30-35	10,00	9,81	0,19	0,008	0,18	94,7
JSM2 70-75	10,00	7,43	2,57	2,01	0,56	21,8
JSM2 85-90	10,00	5,72	4,28	3,68	0,60	14,0
JSM3 0-10	8,24	5,52	2,72	0,02	2,70	99,3
JSM3 20-25	10,00	9,89	0,11	0,006	0,104	94,5
JSM3 35-40	10,00	8,54	1,46	1,16	0,30	25,9
JSM3 85-90	10,00	5,87	4,13	3,70	0,43	10,4
JSM4 0-10	9,70	7,60	2,1	0,55	1,55	73,8
JSM4 10-15	10,00	9,77	0,23	0,03	0,20	87,0
JSM4 35-40	10,00	9,03	0,97	0,78	0,19	19,6

PRILOG 3

Tablica 3. Vrste foraminifera i tko ih je prvi opisao [4]

Acarinina collactea (Finlay 1939)
Acarinina echinata (Bolli, 1957)
Acarinina medizzai (Toumarkine & Bolli, 1975)
Acarinina mcgowrani Wade & Pearson, 2006
Ammonia inflata (Seguenza, 1862)
Ammonia tepida (Cushman, 1926)
Asterigerinata mamilla (Williamson, 1858)
Elphidium aculeatum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)
Elphidium fichtelianum (d'Orbigny, 1846)
Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)
Globoturborotalita bassriverensis Olsson & Hemleben, 2006
Globoturborotalita martini (Blow & Banner, 1962)
Paragloborotalia nana (Bolli, 1957)
Protoglobobulimina pupoides (d'Orbigny, 1846)
Pseudohastigerina micra (Cole, 1927)
Tenuitella gemma (Jenkins 1966)
Turborotalita quinqueloba (Natland, 1938)

PRILOG 4

Tablice 4. Detaljni opis svake frakcije uzoraka i približan udio njihovog sadržaja

frakcija	**JSM1 0-10**	Približni sadržaj
4	krupni ostaci bilja	organsko 100%
2	krupni ostaci bilja; izduženi ostaci bilja, svjetlosmeđe i sive organske vlati	organsko 100%
1	fragment sjemenke, tanke izdužene vlati/„štapići", trunje i bilje; prevladavaju organski ostaci; par litogenih čestica tamnosmeđe (pougljeno) i svjetlosmeđe boje	organsko 97% litogeno 3%
0,500	puno biljnog trunja i izduženih svjetlosmeđih organskih ostataka, crvene nepravilne litogene čestice, tamnosmeđe do crne čestice, grubo okrugle čestice, svijetliji i tamniji biljni ostaci, pougljeni ostaci	organsko >95% litogeno <5%
0,250	puno vlati bilja, jako puno organskih čestica, litogene čestice: narančaste, bijele neprozirne zaobljene, biogene: dobro očuvane, foraminifere - trohospiralne, bijeli neprozirni biogeni fragmenti	organsko 87% litogeno 8% biogeno 5%
0,125	obilan uzorak, puno organskih "štapića" i vlati, sitna tamna zrnca, puno spojenih korijenčića i biljnih ostataka, foraminifere, dobro očuvane	organsko ~97% biogeno 2% litogeno <1%
0,063	biogeni fragmenti, litogene čestice: prozirna kristalna zrnca, crvene i tamne čestice, bijele nepravilne i neprozirne čestice	organsko 90% litogeno 8% biogeno 2%
frakcija	**JSM1 20-25**	Približni sadržaj
4	korijenje i komadi bilja	organsko 100%
2	prozirne iglice organskog porijekla; korijenčići, trunje	organsko 100%
1	svjetli ostaci bilja, bez litogenih čestica	organsko~100%
0,500	tamne litogene čestice, crvena nepravilna, tamni fragment sjemenke, nepravilne žarko crvene čestice (mikroplastika)	organsko 95% litogeno <5% biogeno <1%
0,250	sve je spojeno, povezano, puno svijetlih izduženih biljnih vlati, malo pougljeno, neprozirne bijele ljušturice ostrakoda, nepravilne crvene litogene čestice, neprozirne kristalne čestice, zelena čestica (mikroplastika), malo foraminifera	organsko 96% litogeno 2% biogeno 2%
0,125	spojeno; puno svijetlog biljnog trunja, izduženih svijetlih biljnih trakica, tanki, izduženi organski ostaci; pougljene nepravilne čestice, prozirne umjetne niti, zelene, puno plavih, crvenih zbog kojih je sve spojeno, litogene čestice: prozirne mineralne, kristalne oštrih rubova, dosta pougljeno, foraminifere: loše očuvane	organsko 97% litogeno 2% biogeno 1%
0,063	spojeno, litogeno: puno kristalnih nepravilnih čestica, mikroplastika: prozirne, crvene, crne, plave niti i zelena umjetna zrnca; svjetlo izduženo trunje, svjetlo-tamnosmeđe te crne biljne trakice; pougljene čestice; narančaste-crvene nepravilne čestice, biogeni fragmenti, foraminifere: dobro očuvane	organsko 88% litogeno 7% biogeno 5%

frakcija	**JSM1 35-40**	Približni sadržaj
4	svijetlo organsko trunje, ostaci bilja	organsko 100%
2	litogene čestice, crveno vlakno, neprozirne ljušture i fragmenti ostrakoda oko 20x; svijetli i tamni biljni ostaci	organsko 95% biogeno 3% litogeno 2%
1	tamni izduženi biljni ostaci (pougljeno), svijetli do tamni organski ostaci, crveno vlakno, ljušture ostrakoda, fragment ljušture školjke, tamni izduženi organski štapići	organsko 97% biogeno 2% litogeno 1%
0,500	malo uzorka, trunje, tamni organski ostaci, dosta pougljeno, litogene svijetle čestice, tirkizna zrnca i vlakno (mikroplastika); male crvene čestice, bijela prozirna litogena zrnca	organsko 90% litogeno 5% biogeno 5%
0,250	dobro očuvano, puno ljušturica ostrakoda, svijetlo trunje, organski ostaci, mikroplastika: prozirna, crvena, zelena vlakna; puno foraminifera, litogeno: svijetle čestice; tamne organske čestice, fragment čeljusti kukca, pougljeno	organsko 57% biogeno 40% litogeno 3%
0,125	mikroplastika: puno prozirnih vlakna razne boje, zeleno zrno, klupka spojenih vlakna; puno ljušturica i ostrakoda te fragmenata; foraminifera, litogeno: svijetla zrna;	biogeno 70% organsko 25% litogeno 5%
0,063	uglavnom biogeni fragmenti, sitne foraminifere, dobro očuvane, slabo se razaznaju, puno ljuštura ostrakoda; tamniji organski ostaci (pougljeno), litogeno: nepravilne čestice, mikroplastika: prozirna, plava, crvena vlakna	biogeno 60% organsko 35% litogeno 5%

frakcija	**JSM1 72-80**	Približni sadržaj
4	fragmenti i ljušture školjkaša, oko 7x, malo biljnih ostataka	biogeno. 75% organsko. 25%
2	litogene povezane čestice, 5x kućica puževa, ljušture školjkaša te fragmenti, smeđi izduženi organski ostaci	biogeno 67% organsko 30% litogeno 3%
1	puno dobro očuvanih kućica puževa, fragmenti školjkaša, litogene čestice, aglutinirana zrna, smeđe do tamno biljno trunje	biogeno 80% organsko 10% litogeno 10%
0,500	tamna piritizirana zrnca, foraminifere, puno kućica puževa, ljušture školjkaša; svijetle litogene čestice, sivkaste, bijele, smeđi do tamnosmeđi izduženi organski ostaci i štapići, mikroplastika: nekoliko prozirnih i vlakna raznih boja	biogeno 75% organsko. 15% litogeno 10%
0,250	litogeno: sive čestice, narančaste do crvene čestice, prozirne ljušture ostrakoda, foraminifere (dobro očuvane), fragmenti školjkaša, mikroplastike razna vlakna; organski ostaci	biogeno 74% organsko 20% litogeno 6%
0,125	povezani dijelovi s puno biogenog, glina zaostala između; mikroplastika: vlakna raznih boja; organsko tamno trunje, kućice puževa, biogeni fragmenti, neprozirni; foraminifere: sitne, dobro očuvane, prozirne ljušture ostrakoda	biogeno 85% litogeno 10% organsko 5%
0,063	litogeno: prozirna mineralna zrna, relativno dobro zaobljena, izdužena mineralna zrna,fragmenti ljušturica, ljušture ostrakoda, foraminifere teško vidljive; organski ostaci izduženi, spojeni i tamni, mikroplastika: crvena vlakna	biogeno 50% litogeno 40% organsko 10%

frakcija	**JSM1 85-90**	Približni sadržaj
4	dugački izduženi smeđi organski ostaci, izduženo svijetlije trunje, ostaci ljuštura školjkaša, velike kućice puževa	organsko 50% biogeno 50%
2	fragmenti školjkaša, neprozirni, prozirne ljušture školjkaša, cijele kućice puža, litogeno: nepravilne nakupine zrnca-agregat, smeđe izduženo biljno trunje	biogeno 80% organsko 15% litogeno 5%
1	biogeni fragmenti, školjkaši, razni puževi (različitih dimenzija i dobro očuvani), svijetlo do tamno biljno trunje; litogeni: svjetlobijeli agregati	biogeno 80% litogeno 15% organsko 5%
0,500	neprozirni biogeni fragmenti, foraminifere; izduženi smeđi organski ostaci, tamne čestice (pougljeno), prozirno nepravilno zrno, sivo mineralno zrno, sive nakupine zrna	biogeno 80% litogeno 15% organsko 5%
0,250	kućice puževa, puno foraminifera: dobro očuvane, puno ostrakoda, fragmenti ljušturica, litogeno: smeđa litogena čestica, aglutinirana zrna- siva/bijela, narančasta mineralna čestica, smeđe do tamno biljno trunje, organski ostaci	biogeno 50% litogeno 25% organsko 25%
0,125	bogata mikrozajednica, mikroplastika: zeleno zrnce, sitna crna, prozirna vlakna; ljušture ostrakoda, foraminifere, biogeni fragmenti, fragment čeljusti kukca, litogeno: prozirna mineralna zrna; tamno biljno trunje i štapići	biogeno 50% organsko 28% litogeno 22%
0,063	biogeni fragmenti, ljušture ostrakoda, foraminifere - sitne, crvene i crne kozmičke sferule/ tektiti; litogeno: neprozirna blijedožuta zrna, crvene litogene čestice, pougljeni organski ostaci, trunje, mikroplastična vlakna raznih boja, rozo zrnce	biogeno 40% litogeno 30% organsko 30%
frakcija	**JSM2 0-10**	Približni sadržaj
4	sve spojeno; svijetli organski ostaci; izduženi ostaci bilja, dijelovi pougljeni, bijela kristalna zrna, tanko biljno trunje	organsko 99% litogeno 1%
2	svijetlo organsko trunje, dugačke grančice, malo pougljeno	organsko 100%
1	puno uzorka, uglavnom svijetli biljni ostaci, pougljeno trunje, pougljene čestice, litogena čestica, prozirno vlakno	organsko >99% litogeno <1%
0,500	većinom spojeno, litogeno: nepravilne bijele čestice, izduženi tamni organski ostaci, štapići, puno pougljenih nepravilnih čestica, svijetlo povezano trunje, biljne vlati, foraminifera: malo, slabo očuvane	organsko > 98% litogeno 1% biogeno <1%
0,250	dobro očuvan, manje mikroplastike; puno crvenih do tamnocrvenih relativno zaobljenih neprozirnih čestica, puno sjemenki, svijetlo trunje, izduženi organski ostaci, foraminifera malo; litogeno: bijele čestice, prozirna kristalna zrna; mikroplastika: raznobojna vlakna	organsko 85% litogeno 8% biogeno 7%
0,125	dosta pougljenije, više foraminifera: dobro očuvane, dosta i fragmenata; litogeno: prozirno kristalno zrno, narančaste čestice, puno trunja, izduženih trakastih organskih ostataka, izduženi crni organski oblici, 15x vlakni mikroplastike	organsko 80% biogeno 10% litogeno 10%
0,063	spojeno, slijepljeno u manje komade, foraminifere: sitne, fragment čeljusti kukca; puno narančastih čestica, puno prozirnih nepravilnih čestica, tamne pougljene čestice, puno vlati bilja, prozirnih vlakni mikroplastike	organsko 75% biogeno 13% litogeno 12%

frakcija	**JSM2 30-35**	Približni sadržaj
4	malo uzorka, izdužene svijetle grančice, litogene čestice	organsko 95% litogeno 5%
2	malo uzorka, svijetlo biljno trunje, izduženi ostaci, svijetla nepravilna čestica	organsko 99% litogeno<1%
1	kućica puža, većinom svijetlo biljno trunje s izduženim organskim ostacima, izduženi „štapići", litogeno zrno	organsko 98% biogeno 1% litogeno 1%
0,500	kućice puževa; foraminifere, svijetli biljni ostaci, trunje, pougljeni štapići, kristalna čestica, bijele nepravilne čestice, crvena, prozirna vlakna mikroplastike	organsko 90% biogeno 8% litogeno 2%
0,250	puno uzorka, svijetlo biljno trunje, crni pougljeni komadi, litogeno: neprozirna svijetla vezana zrna, bijele čestice, foraminifere, ljušture ostrakoda, biogeni fragmenti, fragment čeljusti kukca; vlakna mikroplastike	organsko 77% biogeno 15% litogeno 8%
0,125	puno povezanog, biljno trunje, štapići pougljenog, puno prozirnih vlakna mikroplastike raynih boja, foraminifere: biogeni fragmenti; litogeno: kristalna prozirna zrna	organsko 80% biogeno 16% litogeno 4%
0,063	dobro očuvan, biogeni fragmenti, foraminifere, ostrakodi, puno crvenih i narančastih čestica, pougljene organske čestice, crne biljne vlati, litogeno: mineralna zrna, kristalne prozirne nepravilne čestice, mikroplastika: razna vlakna	organsko 50% biogeno 30% litogeno 20%
frakcija	**JSM2 70-75**	Približni sadržaj
4	3x kućice puža, neprozirni fragmenti ljuštura školjkaša, 3x litogene povezane čestice, 2x duge organske vlati	biogeno 80% litogeno 15% organsko 5%
2	uglavnom fragmenti ljušturica, školjkaša, izdužene biljne „grančice", malo svijetlog biljnog trunja, litogeno zrno	biogeno 80% organsko 17% litogeno 3%
1	tamna zrna (pougljeno), agregati zrna, bijela litogena čestica, fragmenti ljušturica, kućica; pougljeni biljni ostaci, malo organskih grančica	biogeno 90% litogeno 8% organsko 2%
0,500	puno uzorka, malo organskog; puno neprozirnih i raznih kućica puževa, biogeni fragmenti, foraminifere, ljuštura školjkaša, sjemenka; pougljene čestice, prozirne niti mikroplastike; litogeno: sive i bijele čestice	biogeno 80% litogeno 12% organsko 8%
0,250	puno kućica puževa, ljuštura ostrakoda, foraminifere, biogeni fragmenti; litogeno: aglutinirana zrna, siva litogena čestica, smeđe čestice, kristalna zrna, narančaste do crvene čestice, pougljeni organski ostaci, trunje, mikroplastika	biogeno 75% organsko 18% litogeno 7%
0,125	puno uzorka, ljušture ostrakoda, dobro očuvane foraminifere, biogeni fragmenti; smeđe biljno trunje, pougljeni izduženi organski ostaci, litogeno: bijele i sive te kristalne nepravilne čestice, mikroplastika.: razna vlakna	litogeno 35% biogeno 35% organsko 30%
0,063	veće crvene čestice, nepravilna kristalna zrna, narančaste čestice, bijele plosnate litogene čestice; foraminifere, biogeni fragmenti, ostrakodi; tamnije organsko trunje, nepravilne pougljene čestice	organsko 50% biogeno 40% litogeno 10%

frakcija	**JSM2 85-90**	Približni sadržaj
4	velike ljušture školjkaša, 3x cijele, 5x kućica puževa, biogeni fragmenti, sive vezane čestice, bijela litogena čestica, 1x smeđi organski ostatak	biogeno 90% litogeno 8% organsko 2%
2	fragmenti kućica i školjkaša, cijele kućice raznih puževa, izduženo tamno biljno trunje, relativno zaobljen sivi agregat	biogeno 85% litogeno 10% organsko 5%
1	tamno biljno trunje, pougljeno; litogeno: sivi agregat, bijela čestica, kućice puževa, biogeni fragmenti, ljušture školjkaša	biogeno 90% litogeno 5% organsko 5%
0,500	kućice puževa, biogeni fragmenti, fragmentirana bodlja ježinca, foraminifere; litogeno: bijele i sive čestice; tamni biljni ostaci, par pougljenih čestica, vlakno mikroplastike	biogeno 80% litogeno 10% organsko 10%
0,250	dosta pougljeno, tanko biljno trunje, kućice puževa, biogeni fragmenti, prozirne ljušture ostrakoda, foraminifere: dobro očuvane; svijetlije tanke grančice, sjemenka, fragmenti čeljusti kukca; litogeno: bijele relativno zaobljene čestice, crvena i prozirna vlakna mikroplastike	biogeno 70% litogeno 15% organsko 15%
0,125	dobro očuvan uzorak, ostrakodi, foraminifere, biogeni fragmenti, smeđe izduženo trunje, litogeno: sive i bijele čestice, kristalna zrna, puno vlakna mikroplastike:	biogeno 45% litogeno 35% organsko 20%
0,063	puno mikroplastike: raznobojna vlakna, zrnca, litogeno: izdužene čestice, kristalne čestice, izduženi organski ostaci, pougljene čestice, biogeni fragmenti, foraminifere	organsko 40% biogeno 38% litogeno 22%
frakcija	**JSM3 0-10**	Približni sadržaj
4	velika nakupina organskih ostataka, svijetle "grančice", pougljeni dijelovi trunja, izdužene svijetle organske vlati	organsko 100%
2	puno izduženih tankih smeđih biljnih „grančica", trunja, pougljeni dijelovi, plosnato svjetlosmeđe biljno trunje	organsko 100%
1	biljno trunje, pougljeni izduženi organski ostaci, plosnata bijela neprozirna čestica	organsko 99% litogeno 1%
0,500	puno smeđeg plosnatog biljnog trunja, pougljeno, male narančaste čestice, izdužene crvene čestice, bijela zrna	organsko 95% litogeno 5%
0,250	uglavnom organsko, pougljeno, puno crvenih nepravilnih čestica, narančaste čestice, crna sjemenka, foraminifere, crne organske vlati, razna vlakna mikroplastike, veliki svjetlocrveni komad; bijeli biogeni fragment	organsko 80% litogeno 12% biogeno 8%
0,125	spojeno, puno organskog, jako slijepljeno, pougljene plosnate biljne vlati, fragmenti sjemenke, biogeni fragmenti, smeđa kozmička sferula, foraminifere, crveno-narančaste izdužene do nepravilne čestice, kristalno relativno zaobljene čestice, mikroplastika: prozirna vlakna	organsko 75% litogeno 15% biogeno 10%
0,063	slijepljeno, puno prozirnih i crnih vlakna mikroplastike, žuti plosnati listić, rozi neprozirni komad, puno narančasto-crvenih nepravilnih čestica, organski ostaci, nepravilna neprozirna mineralna zrna, bijele litogene čestice, foraminifere, biogeni fragmenti	organsko 80% litogeno 10% biogeno 10%

frakcija	**JSM3 20-25**	Približni sadržaj
4	svijetlo/tamno trunje, plosnato, bijelo litogeno zrno, oštećena neprozirna ljuštura ostrakoda	organsko 85% litogeno 14% biogeno 1%
2	svijetlo do tamno plosnato i izduženo biljno trunje, veliki komad tamnog organskog ostatka	organsko 100%
1	svijetle do tamne organske "grančice", pougljeni izduženi biljni ostaci, svijetlo trunje;	organsko 100%
0,500	većinom smeđe trunje, izduženi biljni oblici, pougljene čestice, litogeno: sivi zrnati agregat, nepravilne bijele čestice, mineralna čestica, kozmičke sferule; foraminifere, biogeni fragmenti, vlakna mikroplastike	organsko 90% biogeno 6% litogeno 4%
0,250	plosnato biljno trunje, pougljeni ostaci, zaobljene crveno-narančaste čestice, biogeno: fragmenti, foraminifere, ljušture ostrakoda, litogeno: mineralne i bijele čestice, mikroplastika: razna vlakna	organsko 77% litogeno 18% biogeno 5%
0,125	puno biogenog, pougljene čestice, izdužene tamno narančaste čestice, pougljeno plosnato trunje, mineralne čestice; biogeni fragmenti, foraminifere, ostrakodi; mikroplastika: razna vlakna, zeleno umjetno zrnce	organsko 60% biogeno 20% litogeno 20%
0,063	biogeni neprozirni fragmenti, pougljeno biljno trunje, narančaste-crvene nepravilne čestice, litogeno: mineralna čestica, kristalna čestica, plosnate bijele čestice; mikroplastika:vlakna, foraminifere	organsko 55% litogeno 25% biogeno 20%
frakcija	**JSM3 35-40**	Približni sadržaj
4	tamno izduženo biljno trunje, grančice, 1x veća kućica puža, fragmenti školjkaša, prozirne ljušture ostrakoda	organsko >70% biogeno <30% litogeno <1%
2	krupni fragmenti školjkaša, sivi agregat zrna, bijele litogene čestice, tamno plosnato biljno trunje	biogeno 80% organsko 15% litogeno 5%
1	biogeni fragmenti, smeđe-tamno plosnato trunje, pougljena čestica, prozirno vlakno mikroplastike; sivi agregat zrna, bijela nepravilna čestica	biogeno 60% organsko 30% litogeno 10%
0,500	smeđe-tamno plosnato biljno trunje, pougljeni ostaci, čestice, biogeni fragmenti, litogeno: bijele plosnate čestice, bijele i sive čestice, mineralne čestice	biogeno 55% organsko 25% litogeno 20%
0,250	puno uzorka, dobro očuvano; smeđe plosnato biljno trunje, vlati, tamniji, pougljeni ostaci, biogeni fragmenti, ostrakodi foraminifere; narančaste i crvene čestice; litogeno: zaobljena mineralna čestica, mikroplastika: raznobojna vlakna	biogeno 50% litogeno 25% organsko 25%
0,125	ljušture ostrakoda, tamno plosnato biljno trunje, pougljeni ostaci, foraminifere; narančaste čestice, nepravilne mineralne čestice, mikroplastika: razna vlakna	biogeno 45% litogeno 30% organsko 25%
0,063	sitno; pougljene čestice, smeđe slijepljeno biljno trunje, biogeni fragmenti, ljušture ostrakoda, dobro očuvane foraminifere; litogeno: bijele čestice, mineralne čestice, plosnate, svijetle čestice, mikroplastika: vlakna i zrnca	biogeno 50% litogeno 30% organsko 20%

frakcija	**JSM3 85-90**	Približni sadržaj
4	dvije cijele kućice puževa, biogeni fragmenti; sivo veliko litogeno zrno, bijelo litogeno zrno, smeđe biljno trunje, plosnato trunje, pougljena biljna vlat	organsko 40% biogeno 35% litogeno 25%
2	biogeni fragmenti, kućice puževa, smeđe tanko plosnato trunje, relativno zaobljena siva litogena čestica, izdužena čestica, tamno sive čestice	biogeno 55% litogeno 35% organsko 10%
1	puno uzorka, kućice puževa, biogeni fragmenti, pougljeni biljni ostaci, duge, crne grančice, izduženi biljni ostaci, litogeno: plosnate, nepravilne bijele čestice, neprozirna zaobljena mineralna zrna, neprozirne bijele čestice	biogeno 45% litogeno 40% organsko 15%
0,500	plosnato smeđe biljno trunje, izduženi svijetli organski ostaci, tamni pougljeni ostaci, narančaste čestice, foraminifere; ljušture školjkaša, puno biogenih fragmenata; litogeno: plosnate bijele čestice, sive mineralne čestice	biogeno 45% litogeno 40% organsko 15%
0,250	smeđe plosnato biljno trunje, izduženi tamni organski ostaci, pougljene čestice, biogeni fragmenti, foraminifere, fragmenti sjemenki, litogeno: mineralne čestice, bezbojne i sive relativno zaobljene čestice, mineralna zrna, mikroplastika: raznobojna vlakna	biogeno 45% litogeno 40% organsko 15%
0,125	izduženi plosnati organski ostaci, pougljene česticedobro očuvano, foraminifere: biogeni fragmenti, litogeno: nepravilne mineralne čestice, sive čestice, velika bijela litogena čestica; mikroplastika: prozirna vlakna	litogeno 45% biogeno 40% organsko 15%
0,063	smeđe plosnato biljno trunje, pougljeni organski ostaci, crvene-narančaste čestice, foraminifere, ljušture ostrakoda, biogeni fragmenti, litogeno: kristalna prozirna zrna, nepravilne mineralne čestice, mikroplastika: vlakna, zrnca	litogeno 55% biogeno 30% organsko 15%
frakcija	**JSM4 0-10**	Približni sadržaj
4	spojeno, puno tankih svijetlih biljnih vlati; pougljeno, plosnato trunje	organsko 100%
2	izduženi organski ostaci, uglavnom svijetli, pougljeno, sitne klastične čestice	organsko >99% litogeno<1%
1	ostaci sjemenke, izduljeni, tanki, svjetli organski ostaci, pougljeno tanko biljno trunje	organsko 100%
0,500	narančaste grudice, nepravilne narančaste čestice; rozi komadić mikroplastike	organsko 70% litogeno 30%
0,250	nepravilne do izdužene narančaste čestice, pougljene čestice, izduženo biljno trunje, pola pougljeno, puno sjemenki, foraminifere: ljušture ostrakoda, bijele litogene čestice; mikroplastika: prozirne vlati, rozi i žuti ostatak	organsko 80% biogeno 8% litogeno 12%
0,125	puno narančastih čestica, tamni organski ostaci, pougljeno, izduženo tamno trunje, foraminifere; litogeno: bijele litogene čestice, žuto kristalno zrno, vlakna mikroplastike	organsko 70% litogeno 20% biogeno 10%
0,063	narančaste nepravilne čestice, pougljene čestice, biljne vlati, trunje, izdužene mineralne čestice, crvenkaste čestice; foraminifere, ostatak sjemenke, kristalna prozirna zrna, raznobojna vlakna mikroplastike, rozi plosnati materijal	organsko 80% litogeno 12% biogeno 8%

frakcija	**JSM4 10-15**	Približni sadržaj
4	krupne smeđe „grančice”, neke s narančastim ovojem	organsko 100%
2	smeđe plosnato biljno trunje, tamno smeđa okrugla čestica, tamna klastična čestica, sitne pougljene čestice, mala prozirna vlakna mikroplastike	organsko 94% litogeno 5% biogeno 1%
1	biljne vlati, svijetlo biljno trunje, pougljeni izduženi ostaci, par prozirnih vlakna mikroplastike	organsko 100%
0,500	izdužene smeđe „grančice”, plosnato biljno trunje, biogeni fragmenti, foraminifere: kućica puža; litogeno: plosnata izdužena bijela čestica, neprozirna klastična čestica, neprozirna mineralna čestica, narančaste čestice; mikroplastika: raznobojna vlakna	organsko 84% litogeno 15% biogeno 1%
0,250	organsko trunje, izdužene crvene čestice, pougljeni organski ostaci i čestice, neprozirne čestice, ljušture ostrakoda, foraminifere, mikroplastika: zeleni prozirni listić, crvene, prozirne niti	organsko 75% litogeno 24% biogeno<1%
0,125	tamni pougljeni ostaci, pougljene nepravilne čestice; foraminifere; nepravilne do izdužene narančaste čestice, kristalno zaobljena zrnca, mikroplastika: vlakna i listić	organsko 75% litogeno 20% biogeno 5%
0,063	smeđe biljno trunje, nepravilne narančaste čestice, ostrakod, foraminifere; prozirno kristalna mineralna čestica, bijele litogene čestice, mikroplastika: razna vlakna i žuti listić	organsko 75% litogeno 21% biogeno 4%
frakcija	**JSM4 35-40**	Približni sadržaj
4	1x velik organski „štapić”, 1x klastična čestica, dijelovi poprimili narančastu boju	organsko 50% litogeno 50%
2	biogeni fragmenti, tamno organsko trunje, grančice, ljušture ostrakoda; bijela nepravilna zrna s narančastim dijelovima; prozirna vlakna mikroplastike	organsko 70% litogeno 25% biogeno 5%
1	biogeni fragmenti tamni organski ostaci, smeđe biljno trunje, litogene čestice s narančastim obojenjem	organsko 55% litogeno 40% biogeno 5%
0,500	nepravilne do blago zaobljene narančaste čestice, tamno organsko trunje, biogeni fragmenti, foraminifera, vlakno mikroplastike; litogeno: bijele relativno zaobljene čestice, sive nepravilne čestice	organsko 40% litogeno 45% biogeno 15%
0,250	ljušture ostrakoda, smeđe, plosnato biljno trunje, pougljene čestice, foraminifere: narančasti ovoj se javlja po ostrakodima i foraminiferama; fragmenti čeljusti kukca 3x, litogeno: mineralne čestice, narančasto-crvene čestice, siva litogena čestica, mikroplastika: raznobojna vlakna	biogeno 40% litogeno 40% organsko 20%
0,125	svijetlo i tamno organsko trunje, biogeni fragmenti, ljušture ostrakoda, foraminifere, nepravilne mineralne čestice, kristalna prozirna zrnca, mikroplastika: vlakna i zrnca	biogeno 45% litogeno 35% organsko 20%
0,063	loše očuvano; svijetlo biljno trunje, većinom biogeni fragmenti, manje foraminifera: ponarančastile, mineralna zrna, bijele mineralne čestice, kristalne čestice: mikroplastika: raznobojna vlakna,, zelena zrnca	biogeno 40% litogeno 35% organsko 25%