

# Kartiranje morskih staništa zapadne obale Istre

---

Šarić, Moris

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:191503>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-26**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet prirodnih znanosti

**MORIS ŠARIĆ**

**KARTIRANJE MORSKIH STANIŠTA ZAPADNE OBALE ISTRE**

Završni rad

Pula, 2024.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet prirodnih znanosti

**MORIS ŠARIĆ**

**KARTIRANJE MORSKIH STANIŠTA ZAPADNE OBALE ISTRE**

Završni rad

**JMBAG: 0178118844**

**Studijski smjer: Znanost o moru**

**Predmet: Principi i sustavi zaštite mora i priobalja**

**Znanstveno područje: Prirodne znanosti**

**Znanstveno polje: Interdisciplinarno**

**Znanstvena grana: Znanost o moru**

**Mentor: doc. dr. sc. Paolo Paliaga**

**Komentor: dr. sc. Neven Iveša**

Pula, travanj 2024.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisan \_\_Moris Šarić\_\_\_\_, kandidat za prvostupnika Znanosti o moru, izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju bilješke i bibliografija. Izjavljujem da ni jedan dio Završnoga rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da nije prepisan iz necitiranoga rada, te ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za neki drugi rad na bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

\_\_\_\_Moris Šarić\_\_\_\_

U Puli 3. travnja 2024.



## IZJAVA O KORIŠTENJU AUTORSKOGA DJELA

Ja, \_\_\_Moris Šarić\_\_\_\_\_, dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, nositelju prava korištenja, da moj završni rad pod nazivom „Kartiranje morskih staništa zapadne obale Istre“ upotrijebi da tako navedeno autorsko djelo objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te preslika u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu sa Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

Potpis

\_\_\_\_\_Moris Šarić\_\_\_\_\_

U Puli 3. travnja 2024.

## Sadržaj

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD.....   | 1  |
| 1.1. Povijest batimetrije i izrade karata podmorja.....  | 2  |
| 1.2. Kartiranje podmorja iz svemira upotrebom satelita.....  | 4  |
| 1.3. Kartiranje podmorja iz zraka upotrebom Lidara.....  | 5  |
| 1.4. Kartiranje podmorja iz plovila upotrebom sonara .....   | 6  |
| 2. KARTIRANJE MORSKIH STANIŠTA.....  | 8  |
| 2.1. Kartiranje staništa korištenjem autonomnih ronilačkih aparata (SCUBA).....  | 8  |
| 2.2. Kartiranje staništa korištenjem ROV-a .....   | 9  |
| 2.3. Kartiranje staništa korištenjem fotografija iz zraka i satelitskih slika iz<br>svemira.....                       | 10 |
| 2.4. Kartografske projekcije.....  | 11 |
| 3. CILJ ISTRAŽIVANJA.....  | 13 |
| 4. MATERIJALI I METODE .....   | 14 |
| 4.1. Područje istraživanja .....   | 16 |
| 4.2. Kartiranje i hidrografske osobine stanja biocenoza na području Luke Dajla i<br>akvatorija Novigrada.....          | 17 |
| 4.3. Morska staništa, hidrografsko stanje i procjena stanja biocenoza na<br>području uvala Molindrio kraj Poreča ..... | 19 |
| 5. REZULTATI.....  | 22 |
| 5.1. Analiza abiotičkih i mikrobiotičkih čimbenika – Luka Dajla i akvatoriji<br>Novigrada.....                         | 22 |
| 5.2. Determinirana staništa i bentos na lokaciji Luka Dajla i akvatoriji Novigrada<br>34                               |    |
| 5.3. Analiza hidrografskih i mikrobioloških čimbenika – Uvala Molindrio kraj<br>Poreča.....                            | 44 |
| 5.4. Determinirana staništa i bentos na lokaciji Uvala Molindrio kraj Poreča.....                                      | 56 |
| 6. RASPRAVA.....   | 66 |
| 7. ZAKLJUČAK.....  | 73 |
| 8. POPIS LITERATURE .....  | 74 |
| POPIS PRILOGA.....   | 77 |

## 1. UVOD

Kartiranje morskih staništa, odnosno prikupljanje prostornih podataka na terenu radi izradbe odgovarajuće karte, predstavlja jedan od temelja za praćenje njihovog stanja i za očuvanje njihove raznolikosti (Struna, 2023). Valja nadodati kako su mapiranje i kartiranje podmorja važni i za gospodarske svrhe, sukladno porastu izgradnje brojnih objekata na obalnim područjima i na otvorenome moru. Ove se metode koriste i u znanstveno-stručnim istraživanjima kao temelj za izradu elaborata vezanih za postupke procjene utjecaja zahvata na okoliš.

Važnu ulogu u očuvanja staništa na području Europe ima Natura 2000, europska ekološka mreža koja okuplja područja s prirodnim stanišnim tipovima i vrstama važnim za Europsku uniju. Cilj joj je očuvanje i obnova prirodnih stanišnih tipova te staništa vrsta na njihovim prirodnim područjima rasprostranjenosti. U Republici Hrvatskoj zakonodavno je regulirana uredbama o ekološkoj mreži, a nadležnosti su dodatno definirane uredbama o izmjenama i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže. Ekološka mreža RH obuhvaća 36,8% kopnenog teritorija i 9,3% mora pod nacionalnom jurisdikcijom (MINGOR, 2023). Sastoji se od područja očuvanja za ptice (POP), područja očuvanja za vrste i stanišne tipove (POVS), vjerojatnih područja očuvanja (vPOVS) te posebnih područja očuvanja (PPOVS) (MINGOR, 2023). Nadzor i upravljanje područjima ekološke mreže povjereno je javnim ustanovama koje upravljaju zaštićenim područjima i područjima ekološke mreže. Planovi upravljanja zaštićenim područjima uključuju mjere očuvanja za ciljne vrste i stanišne tipove te su integrirani u sektorske planove gospodarenja prirodnim dobrima. Pravilnici o ciljevima očuvanja i mjerama očuvanja dodatno reguliraju postupke upravljanja područjima ekološke mreže (MINGOR, 2023).

U ovome završnom radu, u literaturnom pregledu prezentirana je povijest razvoja batimetrije i kartiranja podmorja te suvremeni napredak spomenutih metoda. Uz to, prezentirana je primjena kartiranja staništa na dvjema lokacijama na Zapadnoj obali Istre, u uvalama Dajla-Belveder kraj Novigrada i Molindrio kraj Poreča na kojima je autor aktivno sudjelovao. Spomenuta kartiranja su sastavni dio dva elaborata zaštite okoliša, na kojima je Moris Šarić jedan od autora.

## 1.1. Povijest batimetrije i izrade karata podmorja

Prva mjerenja dubine podmorja započela su još u starome Egiptu, oko 1800. godine pne., a dokaz tome su ilustracije pronađene u grobnicama. Kraljica Hatšepsut naručila je izradu reljefnog prikaza Deir al-Bahrija u znak sjećanja na putovanje u zemlju Punt, oko 1500. godine pne. (Elhassan, 2015). Na jednom od prikaza moguće je vidjeti čovjeka koji koristi dugu motku kao primitivni alat za sondiranje podmorja. Također, slike iz istoga perioda prikazuju slične radnje, odnosno ljude koji su mjerili podmorje pomoću utega pričvršćenog na užu, no ovakav se alat koristio pri dubljim mjerenjima. O mjerenjima podmorja pisao je i grčki filozof Herodot, koji spominje sondiranje na dubini od 66 stopa, daleko od obale ušća rijeke Nil, pri čemu je prikupljen žuti mulj, koji se podudara s muljem kojeg rijeka izbacuje na kopno tijekom poplave (Elhassan, 2015). Stari Rimljani dali su relativno skroman doprinos morskoj kartografiji i proučavanju mora koji je bio uglavnom usredotočen na navigaciju. Najznačajniji doprinosi onog doba pripisuje se Pliniju starijem koji je opisao razne aspekte obalne geografije i morskih mijena (Russo, 2004). Jedan od važnih trenutaka u povijesti mjerenja podmorja bila je 1584. godina, kada Lucas Jans Waghenaer objavljuje atlas *Spiegel der Zeevaert*. U tom su djelu sabrane neke od prvih karata na kojima su prikazane stvarne dubine. Također, smatra se da je u 16. stoljeću Ferdinand de Magellan pokušao obaviti mjerenje na Nesretnim otocima, no prema izvorima, nije pronašao dno. Mjerenja se nastavljaju i u 18. stoljeću, kada je kapetan Constantine John Phipps s broda H.M.S. RACEHORSE spustio užu s utegom teškim 68 kilograma u Norveško more. Prilikom sondiranja dosegao je dubinu od 1229,4 metara (668 hvati) te je pri dnu naišao na sediment koji sačinjava meka plava glina (Elhassan, 2015).

Važno je spomenuti kako su se mjerenja odvijala u vrlo velikim razmacima tijekom povijesti na što ukazuju upravo navedeni podaci. U 19. stoljeću situacija se mijenja, sukladno modernizaciji, te se bilježi kako Charles Wilkes tijekom jedne istraživačke ekspedicije koristi žicu umjesto užadi. Ovakav proces nije se pokazao uspješnim s obzirom na tendenciju bakrene žice da zapinje za morsko dno, uvija se i puca, a sve navedeno utjecalo je na Wilkesovo odustajanje od ovakvog sondiranja. Godine 1840. dolazi do značajnog napretka u mjerenju podmorja. Sir James Clark Ross posvetio se sondiranju otvorenog oceana tijekom istraživačke plovidbe južnog Atlantika. Poticaj



daljnjim sondiranjima u oceanu bila je želja za provlačenjem kabela preko Atlantskog oceana. Informacije o istraživanju poručnika Matthewa Fontainea Mauryja pojavljuju se 1850-ih, za kojeg se smatra kako je prikupio dovoljno podataka za objavljivanje prve batimetrijske karte sjevernoatlantskog oceanskog bazena (Elhassan, 2015). Međutim, mjerenja su se pokazala pogrešnima što je dovelo do nedostatka pravovaljanih podataka i značajki koje su trebale biti ocrtane. Važan iskorak događa se 1872. godine kada je izumljen sondirajući stroj koji je funkcionirao korištenjem žice za klavir. Uređaj je predstavio Sir William Thomson, koji je iste godine obavio sondiranje s ovim instrumentom, što je ujedno bilo prvo uspješno obavljeno sondiranje žicom. Thomson je imao važnu ulogu u povijesti mjerenja podmorja, budući da je osmislio metodu sondiranja pomoću tlačne cijevi koja se nalazila na boku broda, a pritom je brod mogao neometano ploviti. Kompresija zraka u cijevima, označena bijelom crtom srebrnog kromata, ukazivala je na dubinu mora. (Elhassan, 2015). S obzirom na uspješnost mjerenja uz pomoć žice, u sljedećim se desetljećima razvijaju različite varijante instrumenata za sondiranje koji su funkcionirali uz pomoć žice, a jedan od poznatijih izuma je Lucasov sondirajući stroj, koji je najčešće upotrebljavan na britanskim brodovima. Ipak, neovisno o značajnom napretku samog procesa, podaci o mjerenju i dalje su bili oskudni. Dubine su se mogle točno izmjeriti, no nedostajale su druge informacije između mjerenja, poput značajki dna. Dakle, 19. stoljeće donijelo je mnoge preokrete koji su doveli do važnih zaključaka, a potom i novog izuma koji je omogućio efikasnije i brže sondiranje.

Jedna od ideja koja se također implementirala u 19. stoljeću odnosila se na mjerenje dubine pomoću zvuka. Neki od značajnijih pothvata su oni Daniela Colladona i Charlesa Struma, koji su u izmjerili brzinu zvuka od 1435 metara u sekundi u Ženevskom jezeru te Francoisa Sulpicea Buedanta koji je izmjerio brzinu zvuka od 1500 metara u sekundi u moru nedaleko Marseillea (Elhassan, 2015). Početak 20. stoljeća predstavlja ponovni iskorak u sondiranju, osnivanjem „Submarine Signal Company“, tvrtke koja je priskrbila podvodne signalne uređaje. Jedna od važnijih ličnosti u povijesti sondiranja zasigurno je Reginald Fessenden, izumitelj oscilatora pomoću kojeg je 1914. godine uočena santa leda udaljena 20 kilometara (Elhassan, 2015). Nakon ovog krucijalnog trenutka, batimetrija bilježi značajan razvoj koji se primarno temeljio na sondiranju zvukom, upravo pomoću sonara. Polovicom 20. stoljeća zvučni signali postaju temelj sondiranja podmorja. U tom kontekstu, 1960-ih

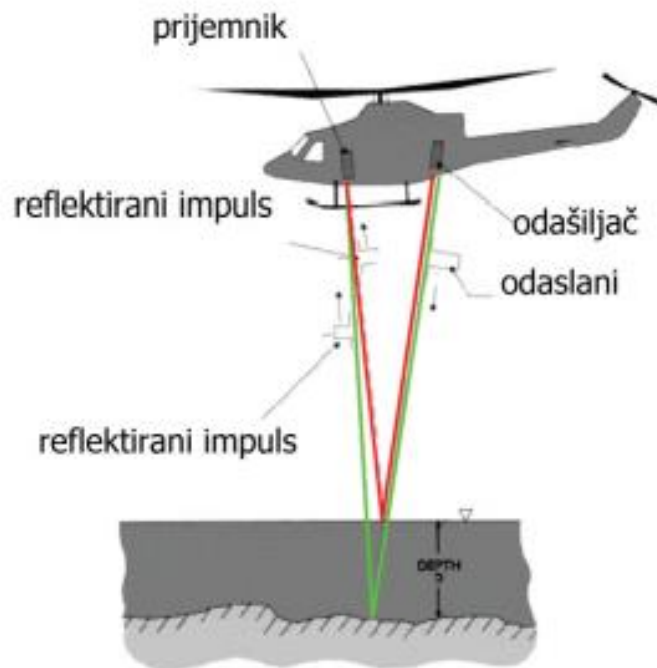
godina kompanija „General Instrument Corporation“ razvila je Sonar Array Sounding System, koji je funkcionirao na principu specifičnog snopa zvuka (Elhassan, 2015). Sondiranje je pritom postalo potpunije, što znači da su se na kartama mogle prikazati detaljnije značajke podmorja. Sonar je uvelike pridonio razvoju sondiranja tijekom 20. stoljeća zbog brzine samog procesa i pružanja detaljnijih informacija. Princip funkcioniranja uključuje sondu, koja u vodu šalje zvučni impuls, koji se probija sve do morskog dna te se potom isti taj impuls odbija od dna. Upravo je vrijeme putovanja impulsa pomoglo u izračunavanju dubine. Iako je ovaj proces uvelike utjecao na povijesni razvoj batimetrije, negativne strane odnose se na visoke troškove i razne prirodne pojave koje su mogle omesti proces sondiranja, ali i prikupljanje podataka. Kasnijih godina sondiranje se provodilo uz pomoć kamera kojima su se služili ronionci ili koje su bile pričvršćene na brodove. Međutim, nedostaci ove metode ogledaju se u dužini procesa i ograničenosti prostorne pokrivenosti kamere. Aktualniji instrumenti batimetrije odnose se na svemirske satelite pomoću kojih je također moguće vršiti mjerenja podmorja, a na taj se način ujedno mogu uočiti sve važnije promjene u moru. Suvremena istraživanja bilježe brzi razvoj, što rezultira povećanjem količine podataka i preciznosti istih. Mapiranje i kartiranje podmorja može se provoditi na razne načine, a danas se takva istraživanja najčešće provode uz pomoć satelita, slika iz zraka i sonara. U sljedećim će se potpoglavljima detaljnije pojasniti princip rada svake od navedenih metoda.

## **1.2. Kartiranje podmorja iz svemira upotrebom satelita**

U današnje vrijeme, zahvaljujući napretku tehnologije, batimetrija se značajno razvila, na što je utjecala i uporaba satelita u svemiru. SAR, poznatiji i kao radar sa sintetičkim otvorom ili *Synthetic aperture radar*, vrsta je tehnologije koja funkcionira na principu prijenosa mikrovalne energije kako bi se mjerile promjene u teksturi Zemljine površine. Ova tehnologija, temeljena na uporabi satelita u svemiru, omogućava izradu preciznih modela morskoga dna. Također, finalni rezultati mapiranja dna mogu se dobiti interpolacijom podataka SAR-a i sonara. Ova je tehnika većinom primjenjivana u plitkim vodama, no rezultati su se unatoč tome pokazali vjerodostojnima. Svemirski sateliti imaju funkciju radarskog visinomjera čime se prikupljaju podaci o visini morske površine, ali i o strukturi morskoga dna (Kearns i Breman, 2010).

### 1.3. Kartiranje podmorja iz zraka upotrebom Lidara

Još jedna metoda batimetrije za plitka mora je ona iz zraka, pri čemu se najčešće koriste laseri pričvršćeni na zrakoplove, čije zrake prodiru u dubinu te se na taj način prikupljaju podaci o morskome dnu (Kearns i Breman, 2010). Pritom se može koristiti Lidar, tehnologija otkrivanja i dometa svjetlosti, uz pomoć koje se laserima prenosi elektromagnetska energija, odnosno emitiraju se zrake infracrvenih i zelenih valnih duljina kako bi se izmjerila dubina vode. Infracrvene zrake odbijaju se od površine mora, dok zelene zrake putuju kroz vodeni stupac, a Lidar potom detektira zelene zrake, dok se dubina izračunava kao vremenska razlika između refleksije crvenih i zelenih zraka svjetlosti, uzimajući u obzir značajke vodenog stupca i okoliša (Kearns i Breman, 2010). Slika 1. prikazuje princip rada Lidara.



Slika 1. Princip rada Lidara

(Izvor: Gajski, 2007)

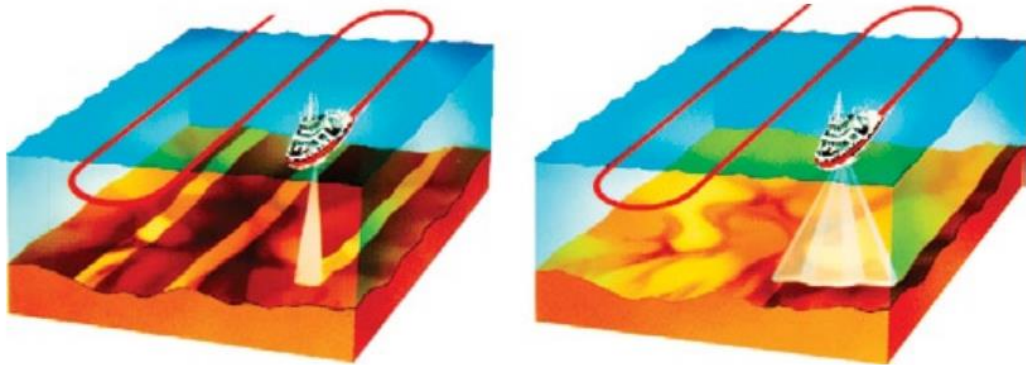
Važno je spomenuti kako Lidar sadržava puno kraće valne duljine elektromagnetskog spektra, što znači da isti pokazuje visoku osjetljivost na okolišne faktore. Prostorna rezolucija dubinskih mjerenje prikupljena Lidar tehnologijom ovisi o

dvjema varijablama: fizičkim karakteristikama uređaja za skeniranje i dubini vode (Kearns i Breman, 2010). Visina na kojoj se nalazi zrakoplov također može utjecati na rezultate mjerenja, zajedno s impulsima lasera i brzinom skeniranja, koji su vrlo varijabilni. Mjerenja Lidarom mogu obuhvatiti rezultate do dubine od oko 70 metara. Rezultati dobivenim ovom metodom batimetrije najčešće su vrlo pouzdani i vjerodostojni. Mjerenja su također detaljna, na što ukazuje činjenica da se pomoću Lidara mogu mjeriti površinske razlike između površine mora i morskog dna. Važnu ulogu u mjerenjima ima apsorpcija laserskih zraka zato što istraživači na taj način mogu dobiti detaljnije informacije o geologiji morskog dna, ovisno je li dno apsorbiralo više ili manje energije. Lidar tehnologija sve je više korištena u današnje vrijeme, no najčešće za mjerenja na manjim dubinama, odnosno bliže obali, a ujedno se koristi i za mjerenja pri koraljnim grebenima.

#### **1.4. Kartiranje podmorja iz plovila upotrebom sonara**

Sondiranje sonarom smatra se jednom od tradicionalnih metoda mjerenja koja je ujedno široko primijenjena. Iako je sonar izumljen početkom 20. stoljeća, u batimetriji se počinje koristiti nakon 1930. godine. Sonar funkcionira na principu prijenosa zvučnog impulsa kroz vodeni stupac i prijema povratnog signala nakon čega se formiraju rezultati. Sonari su najčešće pričvršćeni na trup broda, a služe za generiranje profila morskog dna, ali i za navigaciju u realnom vremenu. Dubina se izračunava pomoću vremena koje je potrebno zvuku da se reflektira od morskog dna. No, prilikom mjerenja u obzir je potrebno uzeti razne faktore kao što su salinitet, tlak i temperatura vode. Navedeni čimbenici mogu utjecati na putovanje zvuka, na način da ga uspori ili ubrzaju. Kod sonara s jednostrukim snopom zvučnog signala, izvor energije je podložan sfernom širenju, odnosno energija slabi s povećanjem dubine, a pokrivenost područja se povećava (Kearns i Breman, 2010). Prije odabira adekvatnog mjernog instrumenta, važno je odrediti svrhu mjerenja. Jednosnopni sonari prikladniji su za mjerenje manjih površina, s obzirom na uži raspon snopa zvuka, a ujedno su pogodniji za mjerenja u realnom vremenu, nego za dugoročna mjerenja. Točnosti mjerenja doprinio je razvoj *Global Positioning Systema* te je smanjena vjerojatnost pogreške. Kinematički GPS (KGPS) koji je pozitivno utjecao na točnost rezultata mjerenja, počinje se koristiti 1990-ih godina (Kearns i Breman, 2010).

Višesnopni sonari znatno su kompleksniji i omogućavaju provedbu detaljnijih mjerenja. Ova je tehnologija razvijena 1950-ih godina, no šira uporaba započinje tek 1970-ih. Za razliku od jednosnopnih, višesnopni sonari prekrivaju veću površinu morskog dna zbog, kao što i sam naziv implicira, višestrukog snopa zvučnih impulsa. Na Slici 2. mogu se uočiti razlike u pokrivenosti područja između ovih dvaju vrsta sonara (Kearns i Breman, 2010).



Slika 2. Prikaz pokrivenosti područja snimanja jednosnopnog i višesnopnog sonara  
(Izvor: Kearns i Breman, 2010)

Osim mjerenja dubine, ova tehnologija pruža uvid u topografiju i geologiju morskog dna. Mjerenje je kompleksnije zato što svaki snop funkcionira zasebno, to jest snopovi zvuka vraćaju se pojedinačno i sadrže jedinstvene karakteristike. Veličina otiska snopa zvuka ovisna je o dvama faktorima: širini snopa i dubini vode (Kearns i Breman, 2010). Uži snop dakako ostavlja manji otisak na morskome dnu, a na taj se način može dobiti strukturiraniji prikaz dna. Drugi faktor, dubina vode, može se protumačiti jednako kao što je objašnjeno na primjeru jednosnopnih sonara. Dakle, zvučni impuls podlozan je sfernom širenju te otisak postaje veći s povećanjem dubine. Apsorpcija zvučne energije može pružiti podatke o geologiji morskog dna. Na primjer, meki sedimenti, poput pijeska, apsorbirat će više energije te se pritom bilježi manji intenzitet povratnog signala, dok će stjenovito morsko dno apsorbirati manje i reflektirati više energije i samim time zabilježiti će se jači intenzitet signala. Ovi se rezultati formiraju u obliku slika, pri čemu tamnije točke predstavljaju meki sediment, a svijetlije tvrdi (Kerans i Breman, 2010). Može se zaključiti kako je izum višesnopnog sonara doveo do značajnijeg napretka batimetrije, pružajući uvid u detaljnije rezultate.

## **2. KARTIRANJE MORSKIH STANIŠTA**

Kartiranje morskih staništa može se definirati kao proces prikupljanja i analiziranja podataka o biološkim i geografskim karakteristikama morskoga dna. Morska staništa mogu se kartirati uz pomoć različitih uređaja, poput autonomnih ronilačkih aparata ili daljinski upravljanih ronilica (ROV). Upotreba navedenih uređaja može olakšati postupak istraživanja te se ujedno priskrbljuje veća količina podataka u znatno kraćem roku (Bakran-Petricioli, 2016). U nastavku slijede prikaz i analiza metoda kartiranja morskih staništa.

### **2.1. Kartiranje staništa korištenjem autonomnih ronilačkih aparata (SCUBA)**

Istraživanja podmorja imaju sve značajniju ulogu, prvenstveno radi potrebe za očuvanjem prirodnih resursa. Kartiranjem staništa dobivaju se potrebni podaci za daljnje izračune, a iste je važno provoditi redovno kako bi rezultati bili što relevantniji. Jedan od načina istraživanja jest ronjenje s autonomnim aparatima, koje se smatra vrlo zahtjevnim, stoga ronionci moraju biti vrloiskusni. Potrebna oprema pri inventarizaciji morskih staništa obuhvaća: terensku bilježnicu, pisaljke, terenske formulare, dobru nautičku kartu (najpogodnije su one mjerila 1: 100 000), GPS uređaj, digitalni fotoaparat s podmorskim kućištem opremljen bljeskalicom, pločicu za pisanje pod morem i plastični sklopivi stolarski metar (duljine 2 metra) (Bakran-Petricioli, 2016). Dakako, poželjno je da ronionci imaju stručno znanje o morskim staništima i organizmima kako bi istraživanje bilo cjelovito i potpunije. Iako se većina informacija dobiva ronjenjem i istraživanjem podmorja, pojedine informacije o morskim staništima mogu se zabilježiti i na kopnu.

Važno je napomenuti kako se prilikom ronjenja u špiljama treba strogo pridržavati definiranih pravila. Informacije koje treba zabilježiti tiču se položaja, dubine staništa i sličnih podataka. Pozornost valja obratiti na višestruka staništa na jednome prostoru, pri čemu se bilježe podaci o supralitoral, mediolitoral, infralitoral i cirkalitoral. Inventarizacija staništa zasigurno je kompleksan proces s kojim treba biti u potpunosti upoznat. Ranije navedena oprema nezaobilazna je za bilježenje opažanja tijekom istraživanja. Podatke je potrebno upisivati na ronilačku pločicu, a kasnije ih unijeti u

formular. Neophodno je i koristiti digitalni fotoaparat, budući da fotografije mogu doprinijeti boljoj analizi rezultata. Nakon što je rad pod morem završen, podaci se trebaju prikupiti i sistematizirati kako bi izračuni bili što precizniji. Ronjenje u skupini može olakšati proces s obzirom da svatko može uočiti pojedinosti koje druga osoba možda nije zapazila. Rezultati postaju relevantni tek kada se sakupe na javnom i lako dostupnom mjestu, odnosno u nacionalnoj bazi podataka o staništima, stoga je vrlo važno da se podaci unesu u formular za inventarizaciju staništa (Bakran-Petricioli, 2016). Prije polaska na istraživanje, ronionci se trebaju informirati o svim pravilima. Neophodno je zadovoljiti sigurnosne upute koje se tiču pomne izrade planova, ronjenja u grupama, izvještavanja o aktivnostima i slično. Jedan od zakonskih akata kojim je regulirana podvodna aktivnost je Pravilnik o obavljanju podvodnih aktivnosti (NN 47/1999). Dakako, potrebno je poštivati i propise koji reguliraju navedene radnje. Može se zaključiti da kartiranje staništa uz pomoć autonomnih ronilačkih aparata nije jednostavan proces, već je potrebno puno iskustva i poduzimanja svih mjera sigurnosti.

## **2.2. Kartiranje staništa korištenjem ROV-a**

Kartiranje staništa može se vršiti pomoću ROV-a (eng. *Remotely operated vehicle*), točnije vozila na daljinsko upravljanje, a korištenjem istog dobivaju se tzv. video transekti koji se mogu raščlaniti na više zapisa, pri čemu jedan zapis predstavlja 1 – 2 m<sup>2</sup> nepreklapajućeg morskog dna. Za svaki zapis definira se odgovarajući supstrat i kategorija staništa koja se označava. Dio procesa je i definiranje prisutnih tipova supstrata na dnu, a ujedno se definira primarni supstrat mjerenjem postotka površine koju zauzima. Također, u ovome se procesu može definirati i matična ili temeljna stijena (Neves i sur., 2014).

Istraživanje i kartiranje podmorja korištenjem ROV-a doprinosi vizualnoj definiciji staništa i utvrđivanju dominantnih bioloških struktura. Pri vršenju istraživanja ROV-om može se zabilježiti široki raspon organizama, od manjih do većih, kao što su spužve ili koralji te kralježnjaci. Neizostavno je pohraniti podatke nakon obavljenog istraživanja. U tu se svrhu najčešće koristi Microsoft Access baza podataka (Neves i sur., 2014).

Navigacijski podaci ROV-a spremaju se u intervalu od 71 sekunde. Te se baze podataka, zajedno s navigacijskim podacima, istovremeno povezuju s bazama

podataka koje sadrže videozapise, te se tako dobivaju georeferencirani podaci o staništu i supstratu dna. Točnost navigacijskih podataka je određena zbrajanjem navigacijskih podataka ROV-a i kašnjenja između video prijenosa i prikupljenih navigacijskih podataka (Neves i sur., 2014).

### **2.3. Kartiranje staništa korištenjem fotografija iz zraka i satelitskih slika iz svemira**

Jedan od najčešćih pristupa istraživanjima u današnje vrijeme je onaj na daljinu, to jest iz zraka. Što se tiče istraživanja mora i oceana, rabe se razni alati za praćenje iz zraka, poput spektrometra za daljinsko snimanje. Na širem području, optički uređaji mogu isporučiti multispektralne podatke lokacija, no manjih razlučivosti, u rasponu od 0,5 do 30 metara. To se odnosi na hiperspektralni snimač za priobalne dijelove oceana (HICO), IKONOS, Sentinel-2, Worldview-2 i seriju Landsat, dok se u novije uređaje ubrajaju HISUI i DESIS na međunarodnoj svemirskoj postaji (Li i sur., 2020).

Snimke iz svemira omogućuju detektiranje koraljnih grebena i obalnih bentonskih staništa, a proces olakšava upotreba Landsatovog tematskog kartografa i satelita s visokom rezolucijom. Podaci dobivenim ovim istraživanjima dostupni su od 1980-ih. Landsat je posebice upotrebljavan za razna istraživanja u periodu između 1999. i 2002. godine, kada je u fokusu bilo kartiranje struktura koraljnih grebena. Značajan događaj bilo je lansiranje satelita IKONOS i QuickBird početkom 21. stoljeća, što je dovelo do velikog poboljšanja sposobnosti razlučivanja Zemljine površine u vidljivom spektru, u usporedbi s prethodnicima, s postignutom razlučivošću od 4 do 2,4 metra (Li i sur., 2020). Posljednjih godina nove serije satelita, kao što su Pleiades i Worldview, omogućuju provođenje još detaljnijih istraživanja iz svemira s obzirom na poboljšanje razlučivosti i, općenito, napredak tehnologije (Li i sur., 2020). Iako istraživanja iz svemira ponekad mogu biti nepotpuna zbog nedovoljne rezolucije ili sličnih smetnji, sateliti pokrivaju vrlo velike površine, što je dakako prednost, posebice pri opsežnijim istraživanjima. Istraživanjima ovakvog tipa prethodi dobra priprema, odnosno obrada, kalibracija i kompenzacija za vanjske čimbenike, što često može predstavljati izazov s obzirom da je vremenskim i okolišnim uvjetima teško upravljati. Prilikom korištenja ovih metoda istraživanja, podaci se segmentiraju u nekoliko kategorija ovisno o dostupnosti i kvaliteti istih. Neke od prvih metoda upućuju na klasične metode strojnog istraživanja



koje su se u početku temeljile na pikselima, a potom su se proširile na grupiranje sličnih piksela u neposrednoj blizini, koji pripadaju istoj klasi, poput: analize glavnih komponenti (PCA), procjene maksimalne vrijednosti (MLE), kanoničke analize varijacija, izrade klastera K-srednjih vrijednosti i ISODATA-e (Li i sur., 2020).

U današnje vrijeme, najčešće korištena metoda za kategoričko razvrstavanje podataka istraživanja je analiza slike temeljena na objektu (eng. *Object-based Image Analysis*) - OBIA. Ista funkcionira na principu segmentiranja slike u klasterne na temelju lokacije, teksture i grupiranih piksela. Analizom povezanosti ovih značajki, na temelju prethodno definiranih pravila, klasteri se svrstavaju u nekoliko klasa. Navedene metode uvelike su korištene za daljinska istraživanja plitkog mora te za praćenje morskih algi i cvjetnica, kartiranje koralja i slično. Jedan od nedostataka OBIA-e je rizik od nepouzdanosti rezultata, budući da OBIA najbolje funkcionira u idealnim uvjetima. Količine podataka prikupljenih uz pomoć istraživanja iz zraka i svemira značajno se povećavaju svake godine, što je dovelo do potrebe za automatizacijom istraživanja na daljinu, uz pomoć senzora. (Li i sur., 2020). Snimke iz zraka i sateliti svakako su neophodni instrumenti u istraživanjima mora i oceana te će se njihova uporaba zasigurno sve više intenzivirati.

Prilikom prikazivanja prikupljenih podataka, važno je uzeti u obzir da, zbog elipsoidnog oblika Zemlje, nije moguće savršeno prenijeti njenu površinu na ravnu plohu. Stoga se koriste projekcije koje omogućuju dvodimenzionalni prikaz Zemljine površine, ali uvijek uz određeni gubitak informacija.

#### **2.4. Kartografske projekcije**

Jedan od važnijih alata koji pomažu pri izradi karata podmorja su kartografske projekcije. Mogu se definirati kao matematički postupci koji omogućuju prikazivanje (zakrivljene) površine Zemlje ili drugih nebeskih tijela na ravnini. Ova teorija, poznata kao matematička kartografija, ima za cilj stvaranje matematičke osnove za izradu karata i rješavanje teorijskih i praktičnih zadataka u kartografiji, geodeziji, geografiji, astronomiji, navigaciji i srodnim znanostima (Hrvatska enciklopedija, 2021).

Različite kartografske projekcije dijele se prema položaju i obliku kartografske mreže te prisutnim deformacijama. Položaj mreže može biti uspravan, poprečan ili kos, dok je oblik podjele uobičajen na konusne, cilindrične, azimutalne, pseudokonusne,

pseudocilindrične, polikonusne, kružne i druge. Ovisno o vrsti deformacija, projekcije se dijele na konformne (čuvaju kutove), ekvivalentne (čuvaju površine), ekvidistantne (čuvaju duljine u određenom smjeru) i uvjetne (Hrvatska enciklopedija, 2021).

Kartografske projekcije koriste se za prikazivanje Zemljine plohe uz minimalne deformacije, a manja područja imaju manje očekivane deformacije. Neki od poznatih tipova projekcija su Mercatorova, Lambertova, Bonneova, Mollweideova, te niz pseudocilindričnih projekcija poput Eckertove i Kavrajske. Geodetske projekcije, poput univerzalne transverzalne Mercatorove i Gauss-Krügerove, koriste se za državnu izmjeru i izradu službenih topografskih karata.

U suvremenoj kartografiji, računalni programi, kao što su Ocad, Arc Info, Arc Vie i Auto Cad Map, omogućuju automatsko računanje i crtanje kartografskih mreža te olakšavaju izbor projekcije i konstrukciju meridijana i paralela. Ova digitalna sredstva omogućuju učinkovitije istraživanje i kreiranje novih ili modificiranih verzija projekcija (Hrvatska enciklopedija, 2021).

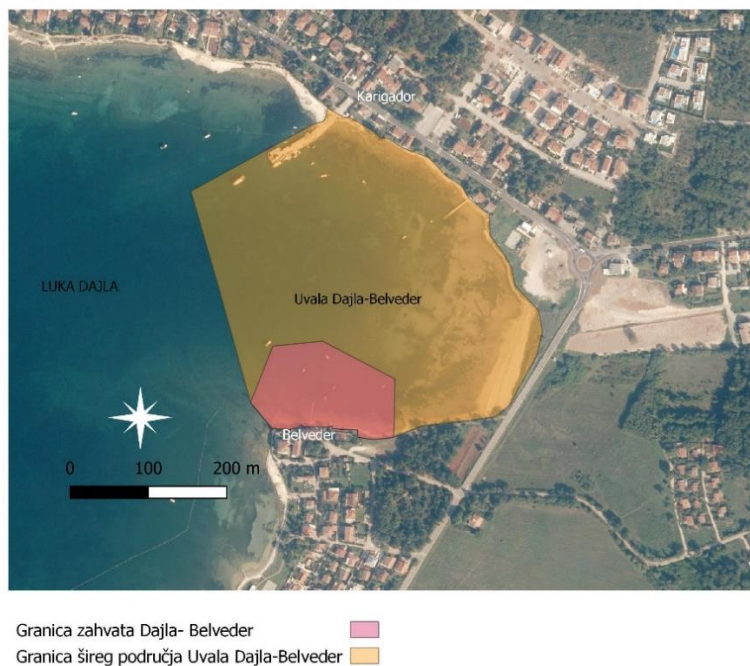
U Republici Hrvatskoj se za potrebe izrade karata i geodetskih mjerenja često koriste različite kartografske projekcije. Ključne projekcije koje se primjenjuju u praksi uključuju Poprečnu Mercatorovu projekciju (eng. *Universal Transverse Mercator*) – UTM, Gauss-Krügerovu projekciju, polikonusnu projekciju te Lambertovu konformnu konusnu projekciju. Poprečna Mercatorova projekcija često se koristi zbog svoje jednostavnosti i praktičnosti, posebice za manje površine, dok se Gauss-Krügerova projekcija preferira za precizno kartiranje većih područja. Polikonusna projekcija često se primjenjuje u geodetskim radovima na srednjim geografskim širinama, dok Lambertova konformna konusna projekcija čuva kutove i često se koristi u geodetskim izmjerama. Nastava matematičke kartografije na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, uz rad istaknutih stručnjaka poput Branka Borčića, Nedjeljka Frančule i Miljenka Lapaine, pridonosi razvoju i primjeni kartografskih projekcija u Hrvatskoj (Hrvatska enciklopedija, 2021).

### **3. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Cilj ovog završnog rada je prikazati primjenu metoda mapiranja i kartiranja priobalnih staništa u svrhu njihove valorizacije i očuvanja u odnosu na moguće planirane zahvate u okolišu. Ciljevi rada bili su proučiti povijesne i suvremene metode batimetrije i različite alate koji se koriste pri takvim istraživanjima te primjena stečenog znanja u praksi na lokalitetima zapadno istarske obale. U ovome završnom radu postavljena je hipoteza da antropogeni utjecaji kao što su turizam, ribolov i urbanizacija imaju značajan utjecaj na stanje i raspodjelu morskih staništa, dok mapiranje i kartiranje pomažu u praćenju i kvantificiranju spomenutih promjena.

#### 4. MATERIJALI I METODE

U sklopu ovog završnog rada provedeno je istraživanje, odnosno mapiranje dvaju morskih područja, a to su Luka Dajla – Belveder i uvala Molindrio. Navedena područja prikazana su na Slikama 3. i 4.



Slika 3. Granice istraživanog područja Uvale Dajla-Belveder

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)



Slika 4. Područje Uvale Molindrio

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

Terenski rad je proveden tijekom rujna 2021. godine te listopada i studenog 2022. godine. Na lokalitetima su se provela hidrografska mjerenja i uzorkovanja vode u svrhu kontrole sanitarne kvalitete mora, koja je ključni pokazatelj antropogenog utjecaja na obalu i priobalno more, kao i mapiranje te kartiranje biocenoza i hidrografskih parametara. U nastavku slijedi detaljna analiza i prikaz rezultata ovoga istraživanja.

Temperatura vode, saturacija kisikom, salinitet i pH očitani su na svakoj postaji *in situ* pomoću multiparametarske sonde (HANNA instruments). Uz to prikupljeni su uzorci od 0,5 l koji su se čuvali u sterilnim staklenim bocama, te su korišteni za određivanje sanitarne kakvoće mora na svakoj lokaciji uzorkovanja. Sakupljeni podaci tablično su organizirani i analizirani u programu Excel Office 2010 i grafički prikazani u programu SURFER 12 (Golden Software) koji je korišten kao podloga digitalnog ortofoto prikaza uvale (DGU-Geoportal). Izmjerene hidrografske vrijednosti uspoređene su s dostupnim dugoročnim podacima prikupljenih od strane Instituta Ruđer Bošković za referentnu postaju RV001 i dostupnih literaturnih podataka na zapadnoj obali Istre. Tablica 3. prikazuje prosjeke dugoročnih podataka o temperaturi, salinitetu i saturaciji kisikom. Dobiveni podaci spojeni su s digitalnom podlogom ortofoto snimki uvale u programu QGIS kako bi se grafički prikazala rasprostranjenost pojedinih staništa.

Od fekalnih indikatora onečišćenja analizirani su fekalni streptokoki (FS) ili crijevni enterokoki, fekalni koliformi (FC) te bakterija (Castellani i Chalmers, 1919) (EC). Za svaki indikator uzorkovano je 250 ml uzorka koji su skladišteni u prijenosnom hladnjaku do dolaska u laboratorij gdje su indikatori kvantificirani metodom membranske filtracije (World Health Organization, 1994). Poduzorci od 100 ml, 10 ml, 1 ml i 0,1 ml, razrijeđeni su fosfatnim puferom i filtrirani kroz membranski filter od 0,45 µm veličine pora (47 mm u promjeru). Kod brojanja bakterija *E. coli* membranski filtri su postavljeni na podlogu CCA (*Chromogenic Coliform Agar*) kromogenog agara u Petrijevim zdjelicama te inkubirani na temperaturi od  $36 \pm 2$  °C u vremenskom periodu od 24 sata. Sve kolonije koje su pridobile standardnu tamnoplavu ili ljubičastu boju brojane su kao EC, te je rezultat izražen kao broj izraslih kolonija (bik) u 100 ml vode. Fekalni koliformi određeni su postavljanjem membranskih filtara na podlogu mFC agara u Petrijevim zdjelicama, te su inkubirani na 44,5 °C tijekom 24 sata. Prebrojane su sve kolonije koje su poprimile specifičnu plavu boju, a rezultat je izražen u bik u 100 ml vode. Fekalni streptokoki su određeni postavljanjem membranskih filtara na podlogu Slanetz-

Bartley agara koji se također nalazio u Petrijevim zdjelicama te su inkubirani na 36 °C tijekom 48 sati. Filtri čije su kolonije pridobile crvenu boju dodatno su postavljeni na podlogu Bile-aesculin agara u Petrijevim zdjelicama i inkubirani na 44,5 °C tijekom 2 sata radi potvrdnog testa. Kolonije oko kojih je uočena standardna smeđa boja prebrojane su kao FS. Konačni rezultati izraženi su u bik u 100 ml vode.

Procjena sanitarne kakvoće mora dobiti se usporedbom izmjerenih koncentracija indikatora fekalnog onečišćenja nakon svakog ispitivanja s graničnim vrijednostima, koje su navedene u Tablici 1., preuzete iz Priloga 1., Uredbe o kakvoći vode za kupanje (NN 51/2014). Kada vrijednosti bik/100 ml pojedinog pokazatelja premašuju vrijednosti navedene u stupcu C smatra se da je došlo do kratkotrajnog onečišćenja i da kakvoća vode nije prihvatljiva.

Tablica 1. Standardi za ocjenu kakvoće voda nakon svakog ispitivanja

| A   |  | B       | C     | F                                       |
|---|--|---------|-------|---|
| Pokazatelj  |  | Izvrсна | Dobra | Metoda ispitivanja                      |
| crijevni enterokoki (bik/100 ml)  |  | ≤200    | ≤400  | HRN EN ISO 7899-1 ili HRN EN ISO 7899-2 |
| <i>Escherichia coli</i> ( <i>Castellani i Chalmers, 1919.</i> )<br><br>(bik/100 ml) |  | ≤500    | ≤1000 | HRN EN ISO 9308-1 ili HRN EN ISO 9308-3 |

Izvor: Narodne novine (NN 51/2014)

#### 4.1. Područje istraživanja

Prvo područje istraživanja je smješteno u unutrašnjem, istočnom djelu Luke Dajla između naselja Belvedere i Karigador. Uvala je duga oko 1,1 km po dužini obale i proteže se otprilike 400 m u smjeru Istok-Zapad, s najvećom širinom od 400 m na ulazu u zapadnom djelu. Sjeverozapadnu granicu uvale obilježava ribarski kameni mol. Obala koja se proteže istočno od mola sastoji se od hridinaste obale i betoniranih ploča koje se koriste kao kupalište. Sjeveroistočni dio uvale obilježen je nasipom kamenitog i terigenog materijala koji se proteže do prirodne pješčane plaže koja zahvaća

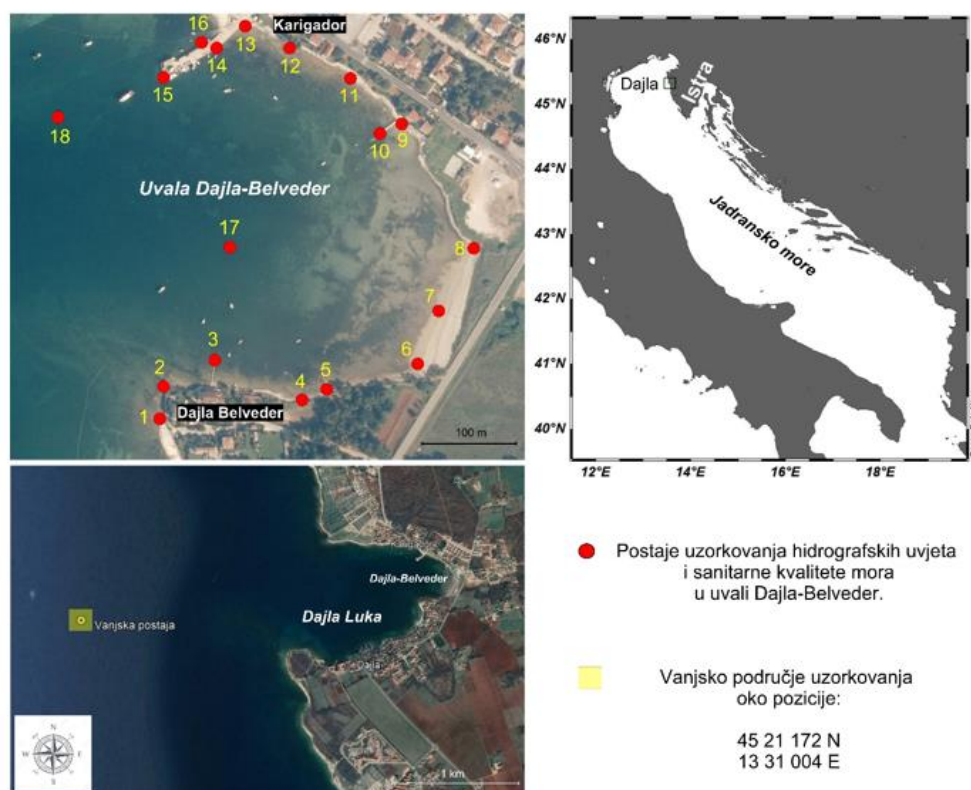
jugoistočni dio uvale. Na južnoj strani uvale može se primijetiti niska kamenita i stjenovita obala, djelomično nasipana, na kojoj je smješteno nekoliko oštećenih manjih molova. Jugozapadna granica uvale, odnosno rt Belveder u potpunosti je izgrađena i koristi se u stambeno/turističke svrhe. U plitkom akvatoriju uvale, osim poteza mola, nema organizirane lučke infrastrukture.

Uvala Molindrio smještena je na zapadnoj strani Istarskog poluotoka i prostire se na površini od 36 hektara s obalnom linijom koja iznosi oko 3 km, te je poprilično uvučena u kopno i u kontaktu je s otvorenim morem na sjeverozapadu morskim prolazom širine 225 m. Najveća zabilježena dubina u uvali nalazi se kod morskog prolaza i iznosi 11 m, nakon čega opada prema unutrašnjosti zaljeva. Središnji dio zaljeva dubok je oko tri metra, dok je cijela sjeveroistočna strana izrazito plitka s dubinama koje ne prelaze jedan metar. Dio obale je modificiran ljudskim intervencijama kao što je to npr. izgradnja, te se naročito takvi primjeri vide na sjevernoj i južnoj, odnosno jugozapadnoj strani uvale. Predio istočnog i sjeveroistočnog dijela uvale još uvijek je zadržao obilježja prirodnih staništa bez značajnije antropogene intervencije. Na sjevernoj strani uvale nalazi se lučka infrastruktura s privezištima za plovila (molovi, pristaništa, manji navozi za izvlačenje manjih brodica), a na jugozapadnom dijelu je infrastruktura povezana s djelatnosti *ski lifta* (objekti, betonirane površine za logistiku ski lifta i sama konstrukcija, odnosno njezini dijelovi). Na jugoistočnoj strani zaljeva ulijeva se potok Molindrio koji se koristi u svrhu odvodnje slivnih voda koje se miješaju s morem, te posljedično snižavaju salinitet u jugoistočnom dijelu uvale. Tijekom plime, more ulazi u kanal koji spaja potok i more i tada vode unutar kanala postaju bočate. Takav specifičan hidrološki režim pridonio je biološke i ekološke uvjete u uvali koja poprima obilježja estuarijskih područja.

#### **4.2. Kartiranje i hidrografske osobine stanja biocenoza na području Luke Dajla i akvatorija Novigrada**

Hidrografska mjerenja i uzorkovanja mora provedena su na 18 točaka smještenih unutar uvale Dajla-Belveder od kojih je 16 raspoređeno uz obalnu, a dva se nalaze u središnjem i vanjskom djelu analiziranog područja. Također, analiziran je vertikalni profil postaje na području udaljenom oko 1 NM od obale, tzv. „vanjska postaja“ (45 21 172 N, 13 31 004 E) gdje je predviđeno moguće odlaganje građevinskog materijala

nakon izvršenja zahvata izgradnje nove luke Dajla-Belveder. Navedeno područje prikazano je na Slici 5.



Slika 5. Područje uzorkovanja u Luci Dajla

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

U Tablici 2. prikazane su vrijednosti hidrografskih uvjeta uspoređene s dostupnim dugoročnim podacima prikupljenim od strane IRB-a za referentu postaju RV001 na zapadnoj obali Istre (Paliaga i sur., 2021).

Tablica 2. Rasponi i prosjeci dugoročnih podataka (1970-2010) o temperaturi, salinitetu, saturaciji kisikom

| Dubina             | Površina mora |         | 20 m dubine   |         |
|--------------------|---------------|---------|---------------|---------|
|                    | Raspon        | Prosjek | Raspon        | Prosjek |
| T (°C)             | 19,12 – 26,98 | 23,56   | 14,63 – 22,98 | 19,51   |
| S                  | 33,35 – 38,3  | 37,00   | 37,14 – 38,50 | 38,00   |
| O <sub>2</sub> (%) | 98 – 163      | 109     | 82 – 114      | 101     |



Pregled staništa na planiranom području zahvata (uvala Dajla-Belveder i „vanjska postaja“ na udaljenosti od jedne NM od obale) proveden je metodom vizualnog cenzusa, uz primjenu opreme za ronjenje na dah i autonomnim ronilačkim aparatima. Zbog detaljnijeg prikaza i analize sastava biocenoza pelagijala i bentosa na ispitivanom području, korišteni su podvodna kamera tipa GOPRO HERO7 - digitalni fotoaparati s vodootpornim kućištem i podvodni dron tipa BLUEYE PRO s optičkim kablom. Kartiranje staništa uvala Dajla-Belveder provedeno je datuma 20. i 24.8.2021. godine na način da je pregledano 11 transekata koji su dijagonalno sjekli uvalu po širini, od vanjskog dijela prema unutrašnjosti, a sastojali su se od: cjelovite uzdužne obalne linije uvala (obalni transekti), vanjskog ruba područja (rubni transekti) i unutrašnjeg dijela uvala (unutrašnji transekti). Vanjska postaja je analizirana datuma 15.9.2021. godine putem dva okomita transekta dužine 100 m (smjer sjever-jug i istok-zapad).

Morski organizmi prikupljeni fotografiranjem i video materijalom determinirani su pomoću odgovarajućih ključeva, dok je Priručnik za inventarizaciju staništa u Jadranskom moru korišten za detaljniji opis staništa i biocenoza (Bakran-Petricioli, 2011). Kako je navedeno planirano područje zahvata sastavni dio ekološke mreže NATURA 2000, putem web preglednika ([www. bioportal](http://www.bioportal)) obavljen je uvid u standardni obrazac NATURA 2000 (engl. *NATURA 2000 Standard Data Form*) u cilju determiniranja bioloških osobitosti područja, postojećih antropogenih pritisaka i razine njihova intenziteta na isto.

#### **4.3. Morska staništa, hidrografsko stanje i procjena stanja biocenoza na području uvala Molindrio kraj Poreča**

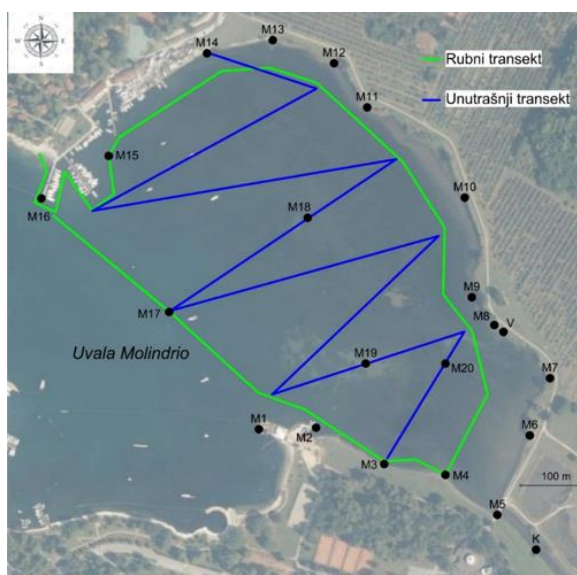
Hidrografska mjerenja i uzorkovanja vode provedena su na 22 točke smještene uz obalu i unutar akvatorija uvala Molindrio, od kojih je jedna u kanalu koji se ulijeva u uvalu i jedna kod vrulje na jugoistočnom dijelu obale. U Tablici 3. prikazani su prosjeci dugoročnih podataka o temperaturi, salinitetu i saturaciji kisikom.

Tablica 3. Prosjeci dugoročnih podataka (1921-2000) o temperaturi (T) u stupnjevima Celzijusa (0°C), salinitetu (S) u promilima i saturaciji kisikom (O<sub>2</sub>) u postocima

| Parametar          | Prosjek vrijednosti na površini mora |
|--------------------|--------------------------------------|
| T (°C)             | 19,9±1,1                             |
| S                  | 36,7±0,9                             |
| O <sub>2</sub> (%) | 100,77±1,5                           |

Od standardnih fekalnih indikatora analizirani su fekalni streptokoki (FS) ili crijevni enterokoki i bakterija *E. coli* (EC).

Pregled staništa na planiranom području zahvata proveden je metodom vizualnog cenzusa, uz primjenu opreme za ronjenje na dah. U cilju provedbe detaljnije analize sastava biocenoza pelagijala i bentosa na ispitivanom području, korišteni su podvodna kamera tipa GOPRO HERO7 - digitalni fotoaparati s voodopornim kućištem i podvodni dron tipa BLUEYE PRO s optičkim kablom. Kartiranje staništa uvale Molindrio provedeno je datuma 1., 2., 6. i 17.10.2022. godine, te 13.11.2022. godine na način da je pregledan jedan transekt uz perimetar sjeveroistočnog djela uvale (rubni transekt) i serija od osam dijagonalnih transekata u srednjem dijelu uvale (unutrašnji transekt), što je vidljivo na Slici 6.



Slika 6. Grafički prikaz ronilačkih transekata i postaja uzorkovanja morske vode

Izvor: Paliaga i sur., 2022: Morska staništa i procjena stanja biocenoza na području uvale Molindrio kraj Poreča

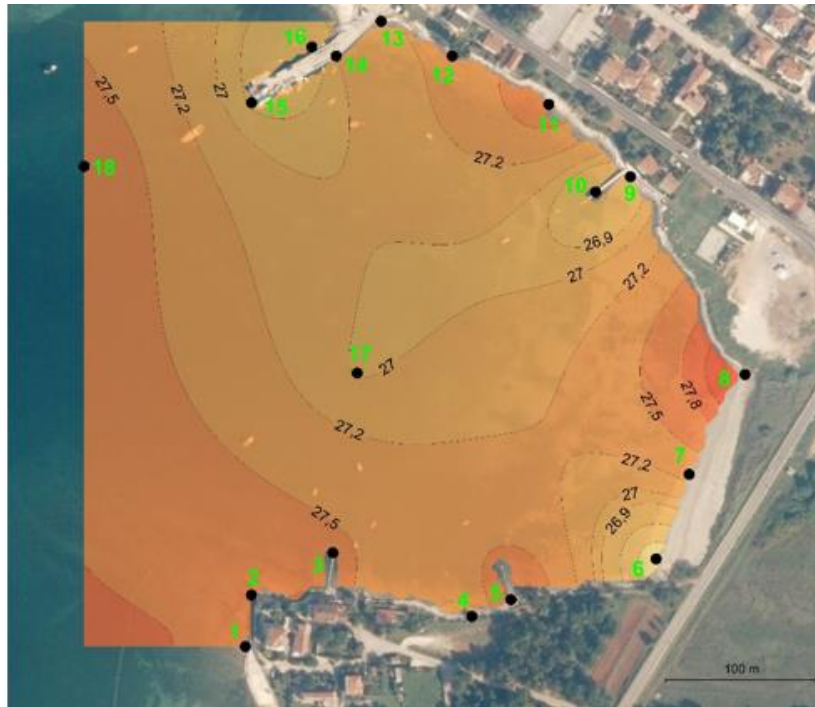
Dobiveni podaci pridodani su s digitalnom podlogom ortofoto snimki uvale u programu QGIS kako bi se grafički prikazala rasprostranjenost pojedinih staništa. Morski organizmi prikupljeni fotografskim i video materijalom determinirani su pomoću odgovarajućih ključeva (Jardas, 1996; Froese i Pauly, 2013; Riedl, 2015), a veći dio određen je *in situ*. Priručnik za inventarizaciju staništa u Jadranskom moru korišten je za detaljan opis staništa i biocenoza (Bakran-Petriccioli, 2011; Bakran-Petriccioli, 2013). Staništa i odgovarajuće biocenoze, asocijacije i facijesi svrstani su sukladno prilogima I, II i III Pravilnika o popisu stanišnih tipova i karti staništa („Narodne novine, broj: 27/2021). Kako je navedeno istraživano područje u sastavu ekološke mreže NATURA 2000, putem web preglednika ([www. bioportal](http://www.bioportal)) obavljen je pregled u standardnog NATURA 2000 obrazaca (engl. *NATURA 2000 Standard Data Form*), a sve u cilju determinacije bioloških osobitosti područja, postojećih antropogenih pritisaka i razine njihova intenziteta na isto.

## 5. REZULTATI

Završetkom istraživanja obrađeni su prikupljeni podaci, a rezultati su detaljnije prikazani u sljedećim potpoglavljima.

### 5.1. Analiza abiotičkih i mikrobiotičkih čimbenika – Luka Dajla i akvatoriji Novigrada

Temperaturni prosjek tijekom prvog uzorkovanja (20.08.2021.) mora u uvali Dajla-Belveder iznosio je  $27,29 \pm 0,55$  °C dok je kod drugog uzorkovanja (24.08.2021.), nakon kiše, bio za  $1,31$  °C niži ( $25,98 \pm 1,01$  °C). Kod prvog uzorkovanja raspon temperatura je varirao između najniže vrijednosti od  $26,3$  °C na postaji 6 i najviše od  $28,41$  °C na postaji 8. Navedeno je prikazano na Slici 7. Kod drugog uzorkovanja morske vode raspon temperatura je bio širi, s minimumom kod postaje 6 ( $23,1$  °C) i maksimumom kod postaje 8 ( $27,4$  °C). Kod prvog uzorkovanja temperatura je bila blago povećana u plićaku, pogotovo u unutrašnjem istočnom dijelu uvale. Temperature su bile blago snižene u sredini uvale i oko mola Karigadora, dok su pokazale postepeno povećanje prema zapadnom djelu zaljeva. Kod drugog uzorkovanja more je bilo hladnije uz južnu i jugoistočnu obalu uvale i mjestimično oko postaje 10. Značajno povećanje temperature zabilježeno je ponovo u najistočnijem djelu uvale oko postaja 7 i 8. Temperature su također blago rasle prema otvorenom sjeverozapadnom dijelu.

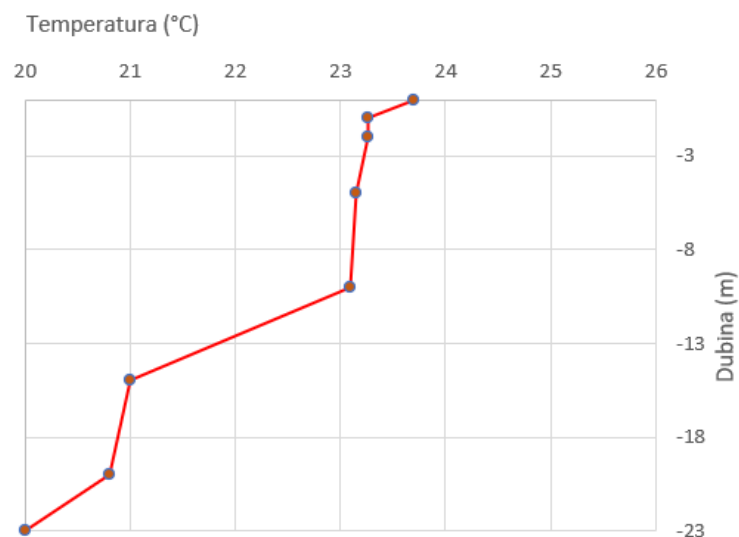


Slika 7. Raspodjela temperature površine mora u uvali Dajla-Belveder 20.08.2021.

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

Usporedbom izmjerenih temperatura s dugoročnim podacima za referentne postaje uz zapadnu obalu Istre (Baza podataka CIM-a Rovinj) vidi se da su vrijednosti bile između 2 i 4 °C iznad dugogodišnjeg prosjeka zbog specifične batimetrije same uvale koja olakšava pojačano zagrijavanje plićeg dijela vodenog stupca. Podjela površinskih temperatura sugerira da postoje izvori hladnijih voda, pogotovo uslijed kiše u južnom dijelu uvale dok se mjestimice oko postaje 8 primjećuje jače zagrijava zbog manje dubine i orijentacije prema jugozapadu.

Vertikalni profil temperature na Vanjskoj postaji, prikazan na Slici 8., bio je uobičajen za kraj ljeta kada se počinje postepeno hladiti površina mora. Vertikalna termička stratifikacija vodenog stupca je još uvijek bila prisutna s termoklinom na dubinama između 10 i 18 m. Temperature su na svim dubinama bile relativno visoke za rujnu i slične dugoročnim prosječnim vrijednostima sredine ljeta na referentnoj postaji. Visoke temperature u rujnu pojavljuju se sve češće u zadnjim godinama i najvjerojatnije se pojavljuju kao posljedica globalnog zatopljenja mora.



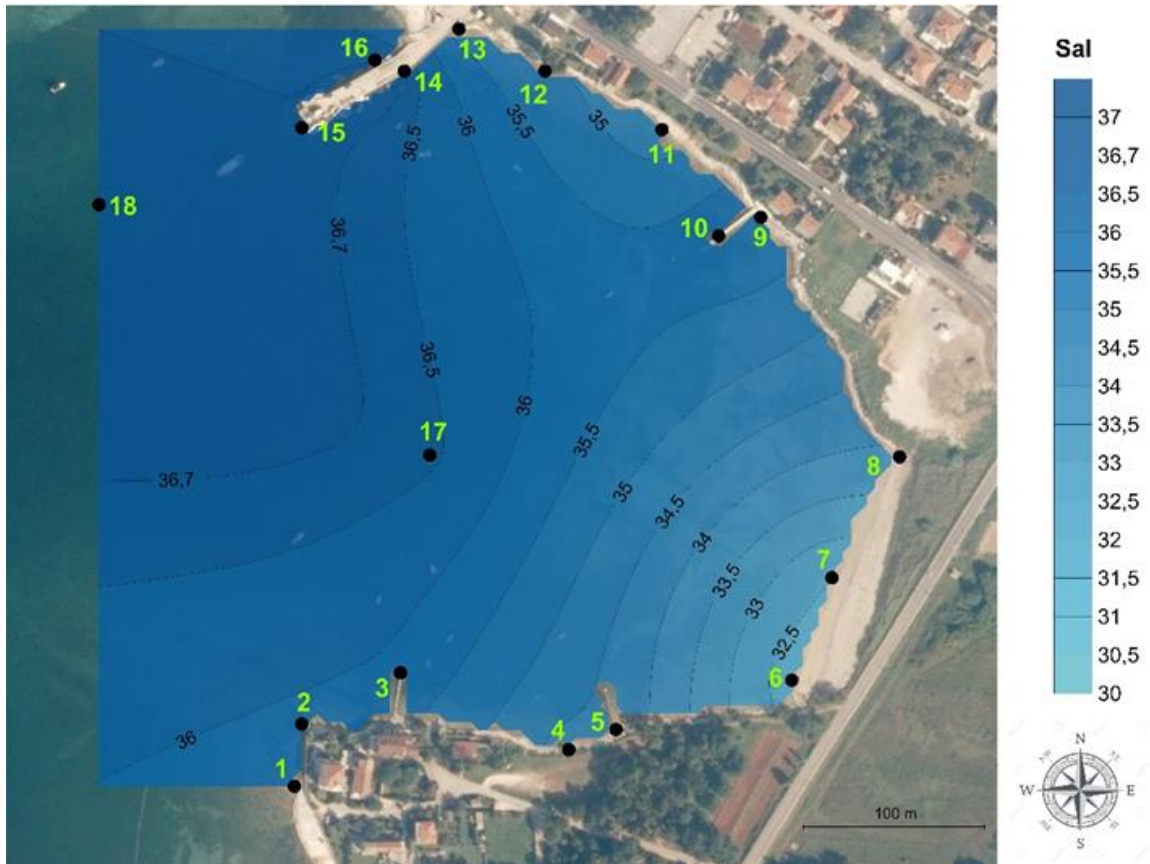
Slika 8. Vertikalni profil temperature u vodenom stupcu vanjske postaje u uvali Dajla-Belveder

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

Prosječan salinitet u uvali Dajla-Belveder kod prvog uzorkovanja iznosio je  $35,27 \pm 1,39$  te je bio malo povišen u odnosu na drugi uzorak ( $34,96 \pm 1,01$ ) koji je uzorkovan nakon oborina. Raspon saliniteta prvog uzorkovanja varirao je između najniže vrijednosti od 32,22 na postaji 6 i najviše od 36,85 na postaji 18, dok je tijekom drugog uzorkovanja oscilirao između 31,4 na postaji 6 i 35,75 na postaji 16. Tijekom oba uzorkovanja salinitet je opadao prema unutrašnjosti uvale, pogotovo u jugoistočnom dijelu. Kod drugog uzorkovanja sniženje saliniteta se primjećuje kod svih postaja, pogotovo kod svih lokacija od sredine uvale prema istoku, kao posljedica oborina.

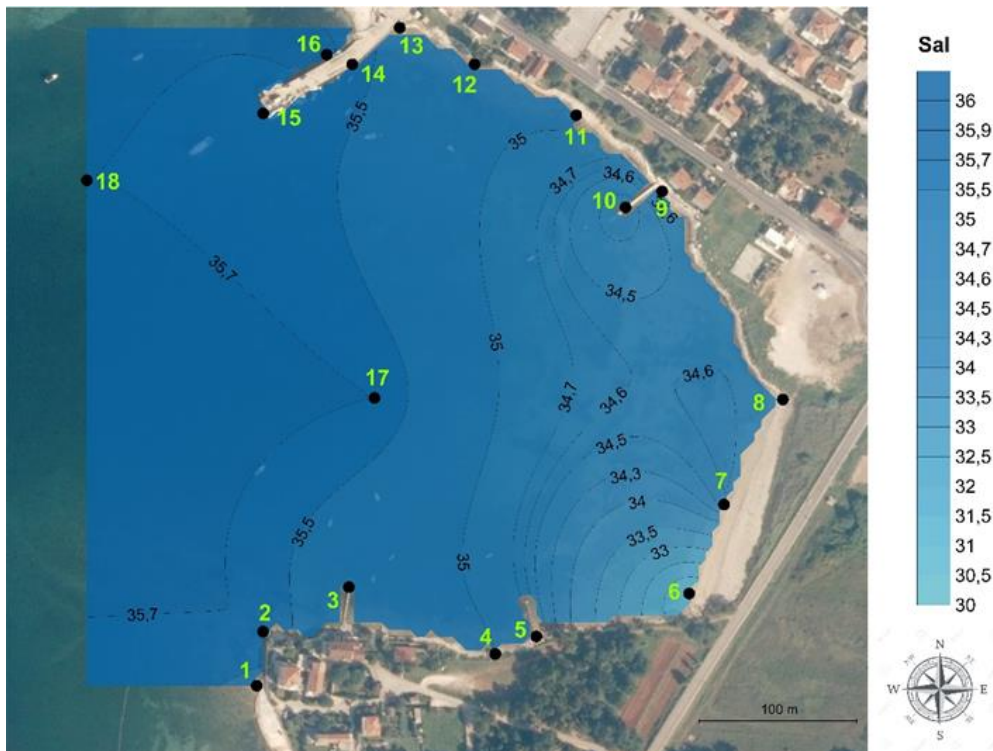
Zabilježene prosječne vrijednosti i rasponi saliniteta bili su u skladu s dugoročnim podacima na referentnoj postaji za zapadnu Istru (Baza podataka CIM-a Rovinj).

Na Slikama 9. i 10. prikazana je raspodjela saliniteta površine mora u uvali Dajla-Belveder, s naglaskom na različite datume provedbe istraživanja. Na slici 11. grafički je prikazan vertikalni profil saliniteta na vanjskoj postaji.



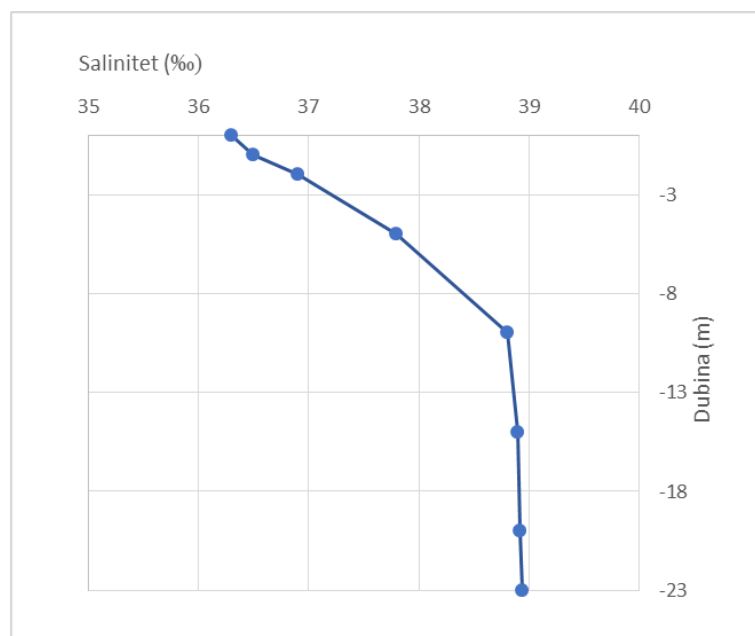
Slika 9. Raspodjela saliniteta površine mora u uvali Dajla-Belveder 20.08.2021.

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)



Slika 10. Raspodjela saliniteta površine mora u uvali Dajla-Belveder 24.08.2021.

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

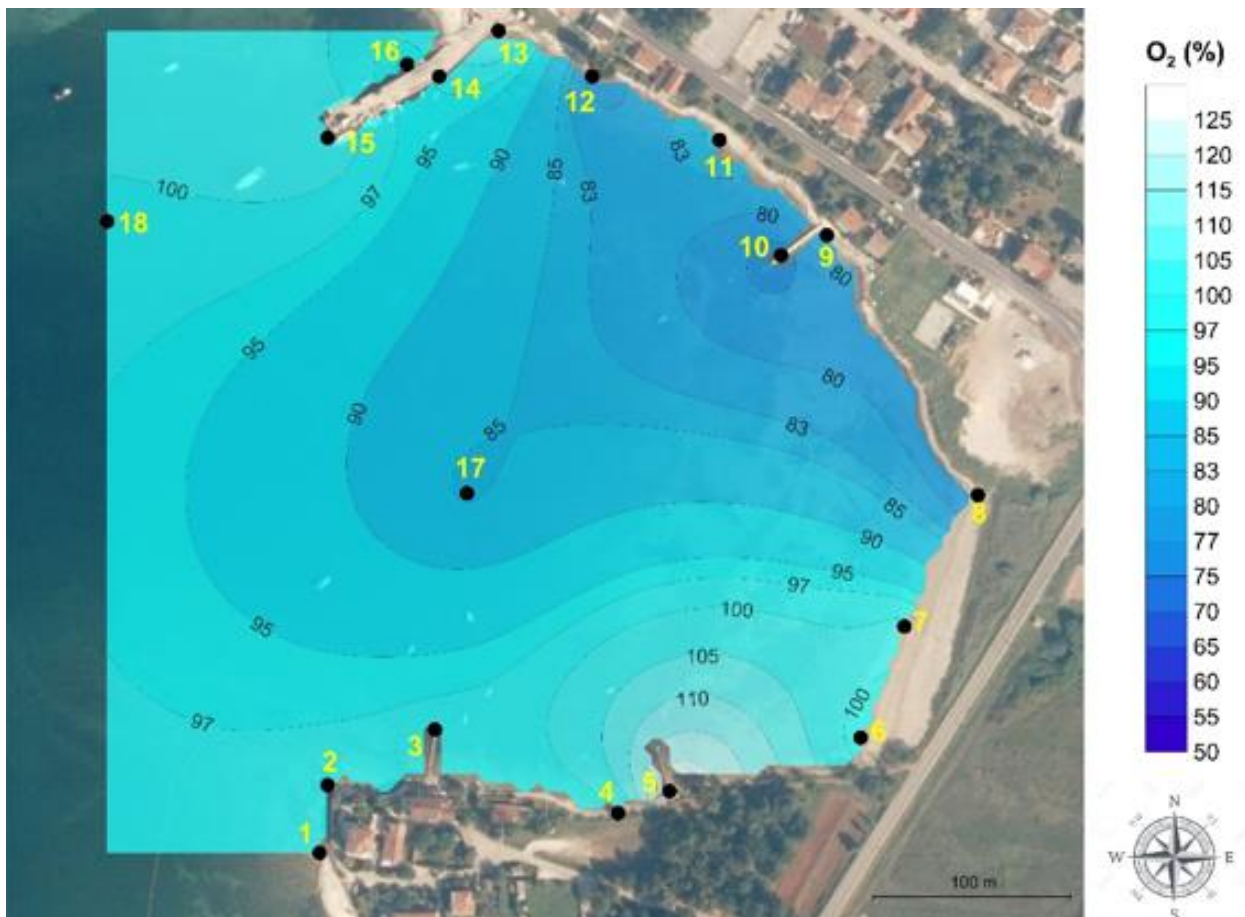


Slika 11. Vertikalni profil saliniteta na vanjskoj postaji u uvali Dajla-Belveder

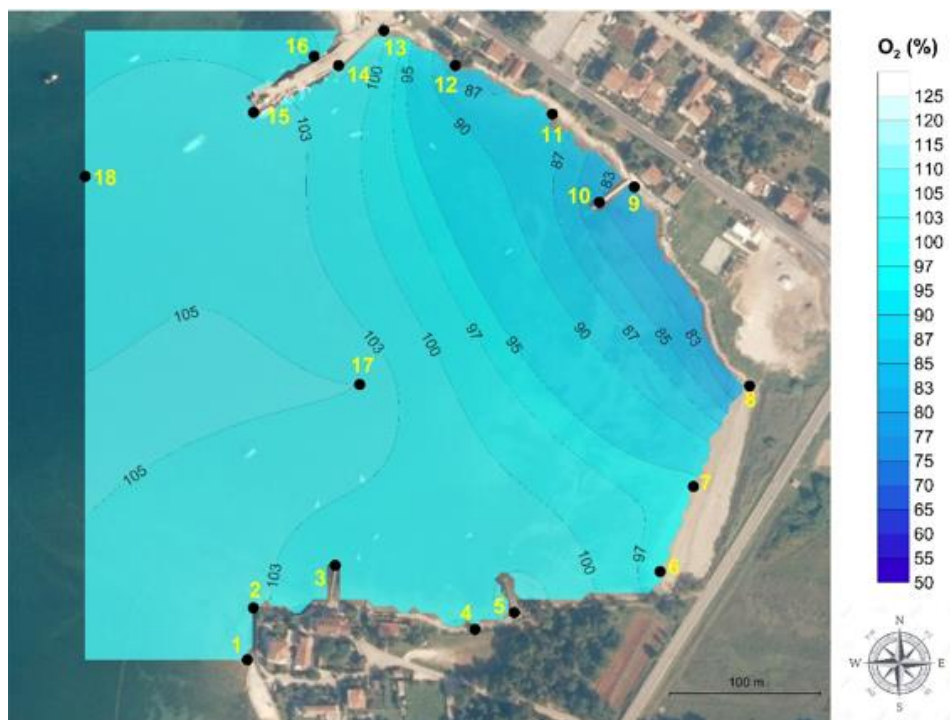
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)



Zasićenost kisikom u uvali Dajla-Belveder u prosjeku je iznosila  $94,4 \pm 12,5\%$  (20.08.2021.) s blagim porastom do  $96,6 \pm 8,9\%$  (24.08.2021.). Raspon zasićenosti 20.08.2021. imao je minimum od 75,1% na postaji 10 i maksimum od 126,3% na postaji 5, te je bio širi u odnosu na 24.08.2021. kada je minimum iznosio 80% (postaja 8), a maksimum 105,3% (postaja 5). Na Slikama 12. i 13. može se uočiti kako tijekom oba uzorkovanja sjeveroistočni dio uvale ima najniže vrijednosti zasićenja kisikom. Taj trend je bio najočitiiji tijekom prvog uzorkovanja kada je smanjenje koncentracije kisika registrirano do središnjeg dijela uvale. Usporedbom rezultata s dugoročnim podacima na referentnoj postaji može se utvrditi da je prosjek koncentracija u uvali bio malo niži u odnosu na uobičajene vrijednosti uz zapadnu obalu Istre te da je njihov raspon bio širi.

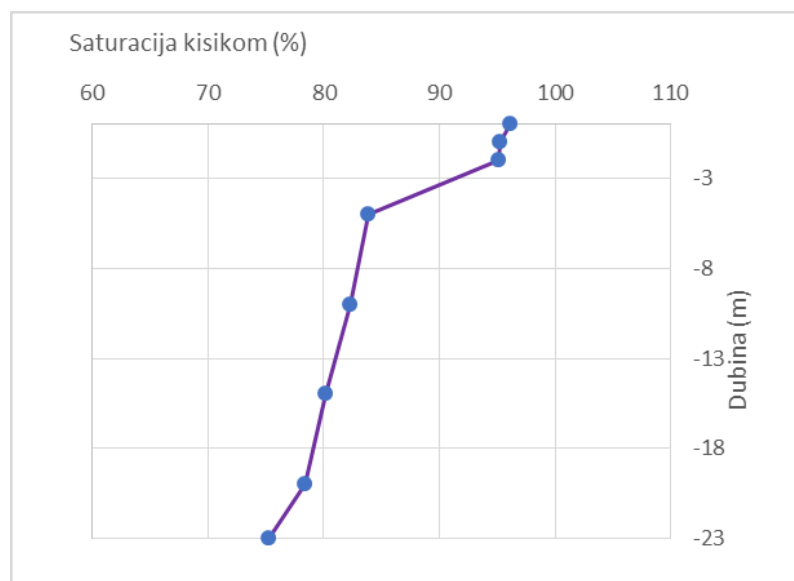


Slika 12. Raspodjela saturacije kisikom na dan 20.08.2021. u uvali Dajla-Belveder  
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)



Slika 13. Raspodjela saturacije kisikom na dan 24.08.2021. u uvali Dajla-Belveder  
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

Izmjerene saturacije kisikom vanjske postaje bile su niže od dugoročnih vrijednosti najvjerojatnije zbog kasnijeg miješanja vode u vertikalnom profilu vodenog stupca, koji se uobičajeno počinje odvijati u rujnu, a podaci su prikazani na Slici 14.

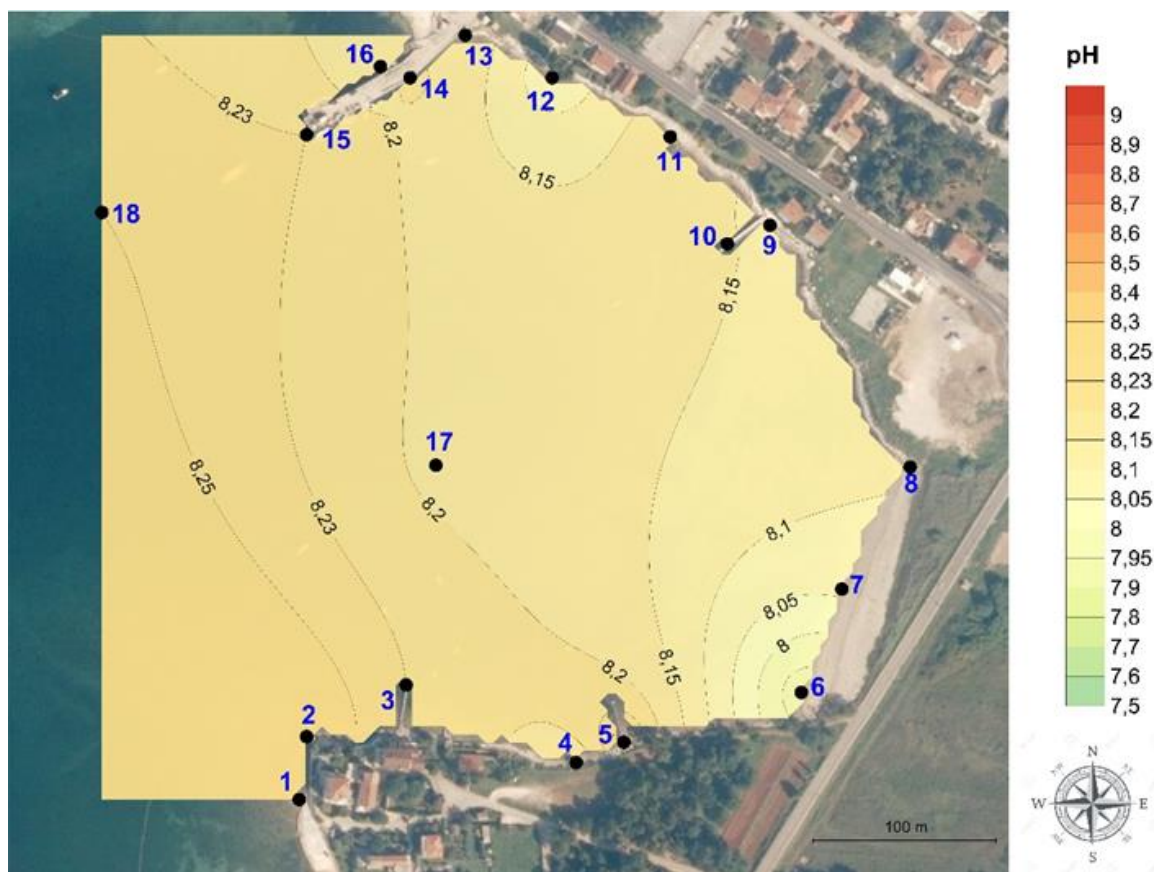


Slika 14. Vertikalni profil saturacije kisikom na Vanjskoj postaji u uvali Dajla-Belveder  
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

Vertikalni profil pokazao je maksimalnu saturaciju pri površini mora sa postepenim smanjenjem prema većim dubinama.

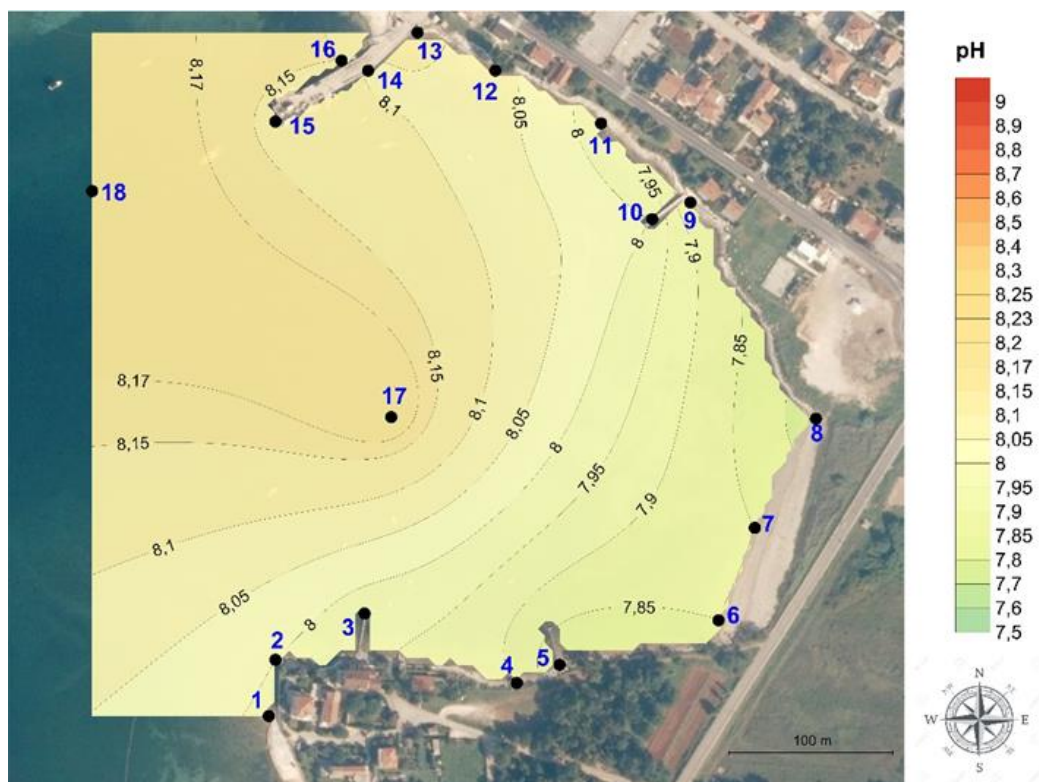
Prosječna pH morske vode u istraženoj uvali izmjerena datuma 20.08.2021 ( $8,17 \pm 0,09$ ) bila je viša u odnosu na uzorak koji je uzorkovan datuma 24.08.2021. ( $8,0 \pm 0,14$ ). Raspon vrijednosti pH tijekom prvog uzorkovanja bio je manji (minimum 7,91 kod postaje 6 i maksimum 8,27 kod postaje 2) u odnosu na drugo uzorkovanje (minimum 7,77 kod postaje 8 i 8,2 kod postaja 17 i 18). Vrijednosti pH bile su niže u unutrašnjosti uvale, pogotovo uz istočnu obalu dok su pokazale postepeno povećanje prema otvorenom moru.

Na Slikama 15. i 16. prikazana je raspodjela pH površine mora u uvali Dajla-Belveder tijekom dva mjerna razdoblja.



Slika 15. Raspodjela pH površine mora u uvali Dajla-Belveder 20.08.2021.

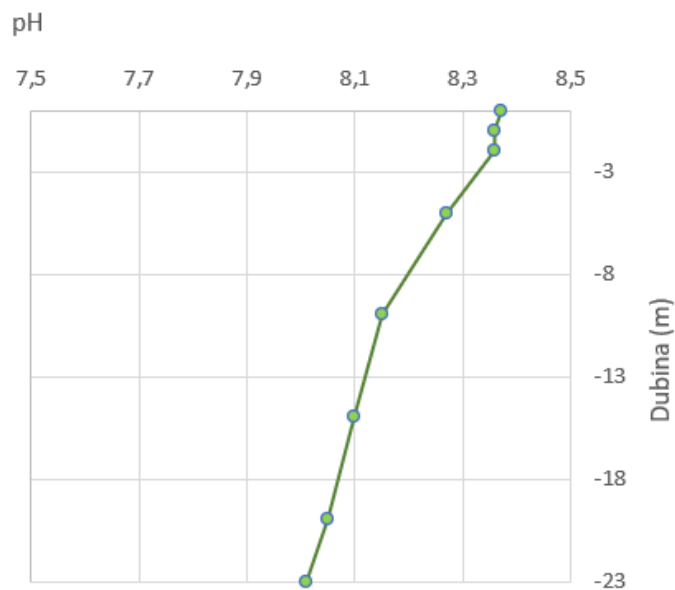
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)



Slika 16. Raspodjela pH površine mora u uvali Dajla-Belveder 24.08.2021.

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

Na vanjskoj postaji vertikalni profil pH, prikazan na Slici 17., pokazao je postepeno opadanje vrijednosti, odnosno blago zakiseljavanje vode s većim dubinama, što je normalno zbog veće koncentracije ugljikovog dioksida u dubljim slojevima mora gdje je stopa fotosinteze niska, a respiracije visoka. Lužnatije vode pri površini usko su povezane sa fitoplanktonskom primarnom proizvodnjom zbog koje se u uvjetima dovoljnog osvjetljenja troši otopljeni ugljik dioksid.

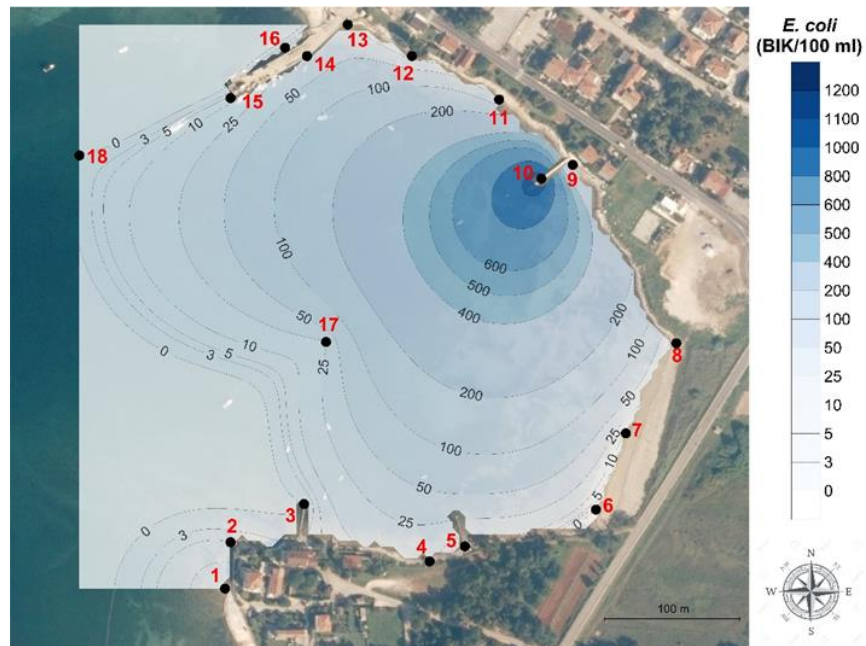


Slika 17. Vertikalni profil pH na Vanjskoj postaji u uvali Dajla-Belveder

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

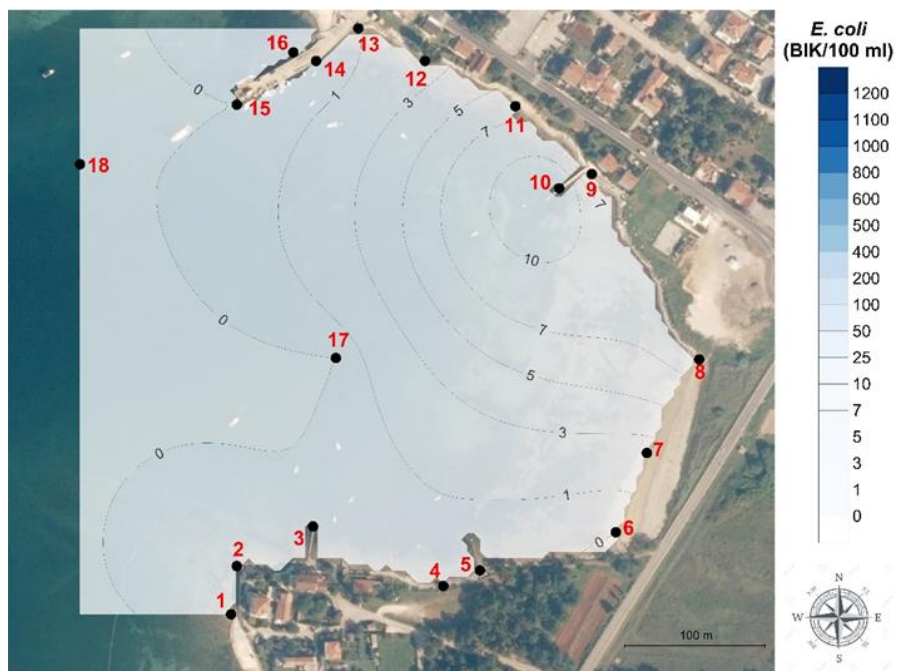
Prosječna koncentracija fekalne bakterije *E. coli* za cijelu uvalu u prvom uzorku iznosila je  $78 \pm 268$  BIK/100 ml, što je znatno više u odnosu na drugo mjerenje kada je prosjek bio  $2 \pm 4$  BIK/100 ml. Dana 20.08.2021. raspon koncentracija *E. coli* kretao se od minimalnih razina ispod mogućnosti detekcije u zapadnom vanjskom djelu uvale (postaja 18.) i uz južnu obalu (postaje 3, 5 i 6) do jako visokih vrijednosti 1150 BIK/100 ml kod postaje 10. Umjereno povećanje koncentracija *E. coli* zabilježeno je i na drugim postajama sjeveroistočnog djela uvale. Tijekom drugog uzorkovanja koncentracije *E. coli* su bile jako niske u cijeloj uvali, s minimalnim zagađenjem prema zapadu i uz južnu obalu. Blago povećanje koncentracije *E. coli* opet je primijećeno kod postaje 10.

Raspodjela koncentracije *E. coli* na površini mora u uvali Dajla-Belveder može se pomnije proučiti na Slikama 18. i 19.



Slika 18. Raspodjela koncentracije *E. coli* na površini mora u uvali Dajla-Belveder 20.08.2021.

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

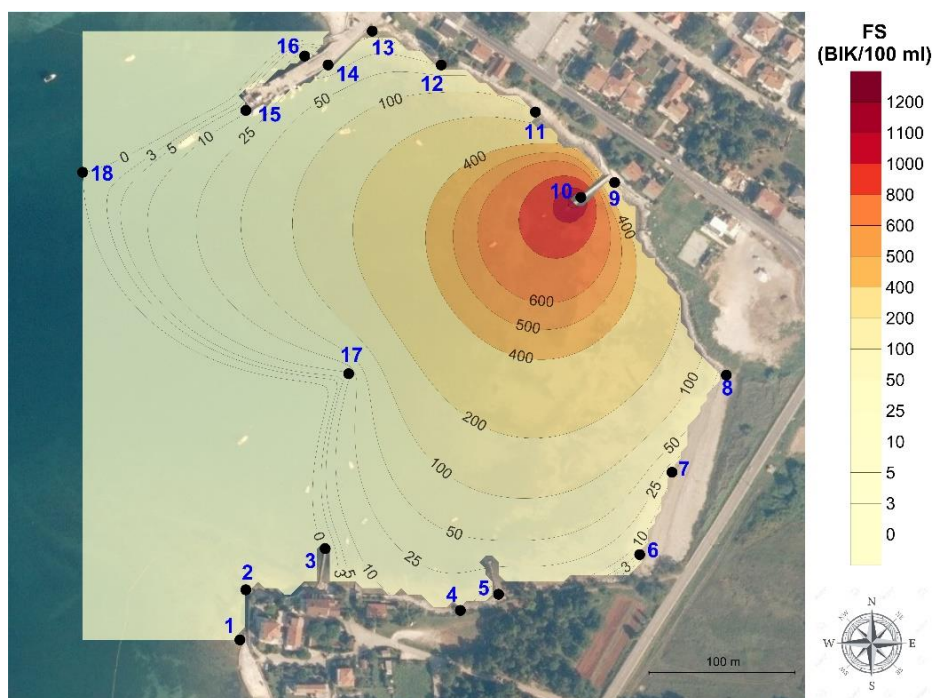


Slika 19. Raspodjela koncentracije *E. coli* na površini mora u uvali Dajla-Belveder 24.08.2021.

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

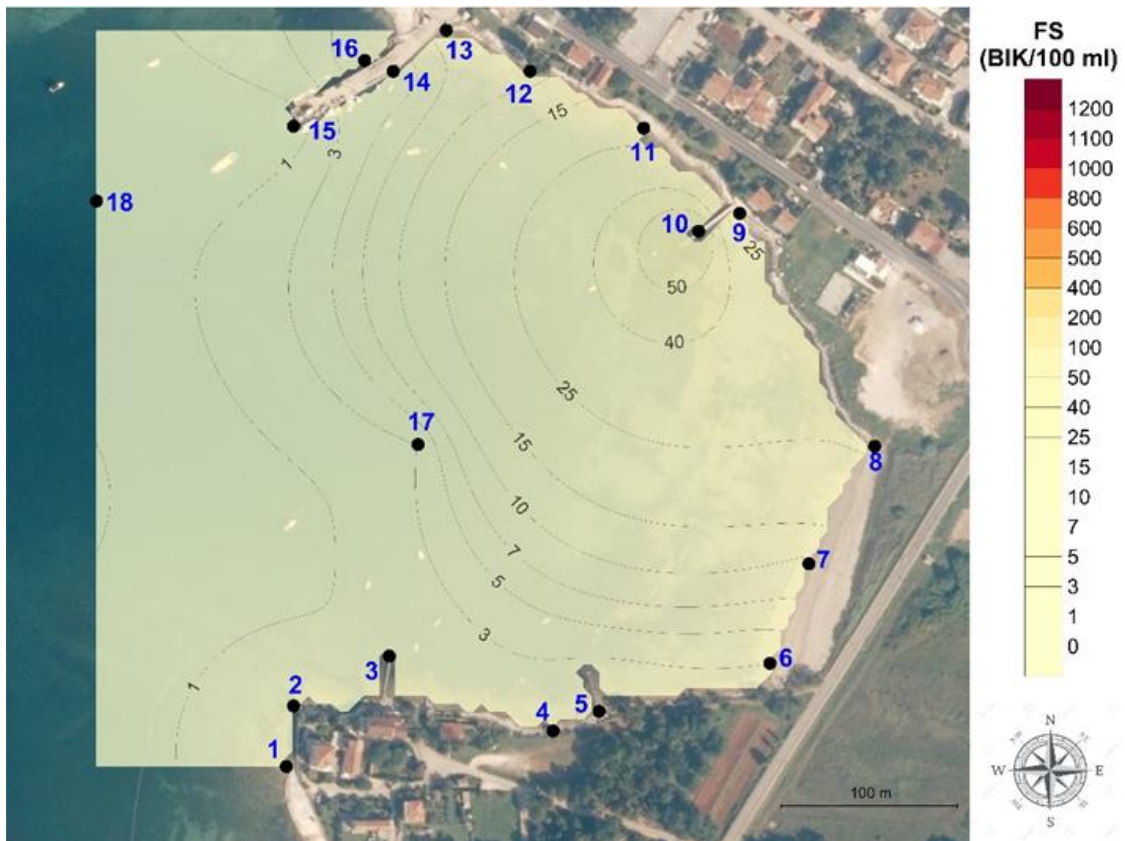
Fekalni streptokoki (FS) ili crijevni enterokoki pokazali su sličnu distribuciju kao *E. coli* tijekom oba uzorkovanja. Dana 20.08.2021., prosjek koncentracija FS iznosio je  $80 \pm 280$  BIK/100 ml dok je bio za gotovo red veličine manji dana 24.08.2021 ( $9 \pm 16$  BIK/100 ml). Kao i za *E. coli*, FS su bili znatno povišeni na postaji 10 kod prvog uzorkovanja i prelazili moguće granične vrijednosti propisane Uredbom o kakvoći voda za kupanje (NN 51/2014) (400 BIK/100 ml), potvrdivši da je došlo do kratkotrajne kontaminacije zbog koje se kvaliteta mora može smatrati neprikladnom za kupanje i rekreaciju.

Osim neposredne blizine postaje 10, na svim drugim lokacijama, kvaliteta mora prema koncentraciji FS klasificirana je kao izvrsna ( $FS \leq 200$  BIK/100 ml). Slike 20. i 21. prikazuju raspodjelu Fekalnih streptokoka na površini mora. Kao i u slučaju *E. coli* relativno visoke razine koncentracije FS na postaji 10 kod uzimanja prvog uzorka slične su drugim lokacijama koje primaju povremene donose netretiranih kanalizacijskih otpadnih voda. Kao i u slučaju *E. coli*, kod postaje 6, gdje se slatke vode ulijevaju u uvali, koncentracije FS izuzetno su male, potvrđujući da je donos voda kanalom nije kontaminiran fekalnim bakterijama. Na vanjskoj postaji koncentracije FS bile su ispod granica detekcije pa se kvaliteta spomenute lokacije može smatrati izvrsnom.



Slika 20. Raspodjela koncentracije Fekalnih streptokoka (FS) na površini mora u uvali Dajla-Belveder 20.08.2021.

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)



Slika 21. Raspodjela koncentracije Fekalnih streptokoka (FS) na površini mora u uvali Dajla-Belveder 24.08.2021.

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

## 5.2. Determinirana staništa i bentos na lokaciji Luka Dajla i akvatoriji Novigrada

U skladu s terenskim istraživanjima i prema Prilogu I. Pravilnika o popisu stanišnih tipova i karti staništa ("Narodne novine" br. 27/2021) na području uvala Dajla-Belveder i na vanjskoj postaji evidentirana su staništa s pripadajućim biocenozama, asocijacijama i facijesima. Navedeno je prikazano na Slici 22., zajedno s kartom staništa.





#### KARTA STANIŠTA

- Kanali s povremenim protokom A.2.4.2.
- Tršćaci obične trske A.4.1.1.1.
- Površine stjenovitih obala pod halofitima F.4.2.1.
- Izgrađene i konstruirane obale F.5.1.2.1.
- Biocenoza supralitoralnih stijena F.4.2.1.
- Biocenoza sporusušećih nakupina ostataka morske vegetacije na šljuncima F.3.2.1.
- Biocenoza supralitoralnih pjesaka F.2.2.1. (F.2.2.1.5.)
- Biocenoza gornjih i donjih stijena mediolitorala G.2.4.1. i G.2.4.2.
- Biocenoza mediolitoralnih muljevutih pjesaka i muljeva G.2.1.1.
- Asocijacija s vrstom *Cymodocea nodosa* G.3.2.2.1.
- Asocijacija s vrstom *Zostera noltii* G.3.2.3.5.
- Biocenoza infralitoralnih algi G.3.6.1.
- Biocenoza zamuljenih pjesaka zaštićenih obala G.3.2.3.

Slika 22. Karta staništa s pripadajućim biocenozama uvale Dajla-Belveder

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

Na području uvale Dajla-Belveder utvrđena su sljedeća priobalna kopnena staništa:

- Kanali s povremenim protokom (A.2.2.4.2.);
- Tršćaci obične trske (A.4.1.1.1.);
- Površine stjenovitih obala pod halofitima (F.4.2.1.) i
- Izgrađene i konstruirane obale (F.5.1.2.1.).

Zbog geomorfoloških značajki obale, koja je većinom stjenovita, staništa na stjenovitim obalama zauzimaju znatno veći dio obale nego ona na pomičnoj podlozi (na muljevima, pijescima i šljuncima). Na području uvale Dajla-Belveder u središnjem, unutarnjem dijelu uvale obala je pjeskovita i sastavljena od naslaga terigenog mulja, pijeska i zemlje s obližnjih travnjaka, u čijoj se pozadini nalazi gusto razvijena makrofitna vegetacija - tršćak (*Phragmites australis* Cav. Trin. ex Steud.). Dotok slatke vode preko kanala s povremenim protokom (oborinski kanali) osigurava razvoj i opstanak tršćaka. Mjerenja saliniteta u obližnjem moru pokraj tršćaka pokazala su najmanje vrijednosti što obzirom na period uzorkovanja (ljetno) kada nisu zabilježene oborine kroz dulji vremenski period, ukazuju na prisutnost i utjecaj podzemnih voda. Od faune, na istom su području zabilježene ptice iz reda *Columbiformes* (golupčarke), dok su uz rub tršćaka zabilježeni vrapci (*Passer domesticus* Linnaeus, 1758). Od ostalih vrsta ptica zabilježeni su galebovi (*Laridae*): galeb klaukavac (*Larus cachinans* Pallas, 1811) i riječni galeb (*Larus ridibundus* Linnaeus, 1766). U tršćaku je zabilježena jedinka invazivnog semi-akvatičnog glodavca, barska nutrija (*Myocastor coypus* Molina, 1782).

Od ruba tršćaka pa dalje prema supralitoralnom dijelu utvrđene su nakupine lišća trske pomiješane s nanesenim lišćem morskih cvjetnica i algi. Zbog nepoželjnog mirisa razgradnje biljnog materijala i organske tvari na ovom dijelu priobalja, ljudske aktivnosti su minimalne.

Ostali dio priobalja sačinjava stjenovita obala s tim da je sjeverni dio uvale uvelike betoniran s odgovarajućom infrastrukturom za olakšan pristup moru. Uz obalu nalaze se stambeni objekti, te sadržaj vezan uz turizam na plaži (tuševi i sl.). Prema sjeveru uvale nalazi se betonirani ribarski mol. Vegetacija je uglavnom parkovna, međutim na prijelazu prema adlitoralnu uz rubove betoniranih prijevaja i travnatih terasa

utvrđene su brojne jedinke svojite morski oman (*Innula chrytmoides*, Linnaeus), koja ima važnu ulogu u osiguravanju hrane nektivornim kukcima. Južni dio obale sastoji se od grubljeg Šljunka s većim nepravilnim kamenim dijelovima, nasipanim uz obalu, postavljenim najvjerojatnije kako bi se spriječila erozija zemlje s obližnjih travnjačkih površina.

Od stabala prisutni su bagrem (*Robinia pseudoacacia* Vespasien, 1601), metlika (*Tamaris africana* C.L. Willdenow, 1816) i druge uzgojne kulture (*Nerium oleander* Linnaeus, *Pitosporum tobira* Thunb.), *Ligustrum* sp., *Syringa vulgaris* Linnaeus, 1753, *Olea europaea* Linnaeus i sl.). U nastavku južnog dijela uvale prema rt-u Belveder nalaze se stambeni objekti s infrastrukturom prilagođenom plažnom turizmu.

Od halofitnih biljnih vrsta dominira vrsta motar (*Chritum maritimum* Linnaeus, 1758) (naročito na sjevernom dijelu), dok je uobičajena vrsta iz asocijacije *Chritmo-limonietum*, mrižica (*Limonium* sp.) nepostojeća na ovom području. Utvrđene su općenito veće količine vrsta koje su specifične za područja pod izrazitim antropogenim pritiskom.

Na području uvale Dajla-Belveder utvrđena su sljedeća morska staništa bentala:

- Biocenoza supralitoralnih stijena (F.4.2.1.);
- Biocenoza sporusušećih nakupina ostataka morske vegetacije na šljuncima (F.3.2.1.);
- Biocenoza supralitoralnih pjesaka (F.2.2.1.);
- Facijes naplavljenih ostataka morskih cvjetnica (F.2.2.1.5.);
- Biocenoza gornjih stijena mediolitorala (G.2.4.1.);
- Biocenoza donjih stijena mediolitorala (G.2.4.2.);
- Biocenoza mediolitoralnih muljevitih pijesaka i muljeva (G.2.1.1.);
- Asocijacija s vrstom *Cymodocea nodosa* (Ucria, Asch.) (G.3.2.2.1.);
- Asocijacija s vrstom *N. noltei* (G.3.2.3.5.);
- Biocenoza infralitoralnih algi (G.3.6.1.) i
- Biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala (G.3.2.3.).

Visina supralitoralne stepenice na stjenovitoj istočnoj obali Jadrana ovisi o izloženosti obale odnosno što je veća izloženost utjecaju mora i dinamičnim valovima to je

viši pojas supralitorala, od svega nekoliko centimetara pa do više metara u visinu. Od životinja u takvoj biocenozi karakteristični su puževi vrste mala breženka (*Melarhapheneritooides* Linnaeus, 1758) koji se hrane cijanobakterijama, izopodni račić vrste *Ligia italica* (Fabricius, 1798) te ciripedni račić vrste *Euraphia depressa* (Poli, 1791). Na području uvale Dajla-Belveder zastupljenost tipičnih supralitoralnih vrsta manja je u odnosu na okolna područja gdje je zabilježen manji antropogeni utjecaj.

Ispod njega je mediolitoral - pojas plime i oseke u kojemu su ekološki uvjeti za organizme nešto povoljniji, pa je biološka raznolikost iz istog razloga i nešto veća. U mediolitoralalu tako žive oni organizmi koji mogu izdržati povremeno izbjivanje iz mora, odnosno mogu boraviti kraće vrijeme (odnosno nekoliko sati) izvan mora. Biocenoza gornjih stijena mediolitorala izložena je sušenju i bojom je svjetlija nego biocenoza donjih stijena mediolitorala. Njome prevladavaju litofitske cijanobakterije (većinom endolitske, daju stijenama maslinasto-smeđu boju), priljepci (puževi roda *Patella*) koji se hrane cijanobakterijama i algama, te ciripedni račići vrsta *Chthamalus stellatus* (Poli, 1791) i *Chthamalus montagui* (Southward, 1976). Na granici prema biocenozi donjih stijena mediolitorala mjestimično se u sjevernom Jadranu pojavljuje smeđa endemska i strogo zaštićena alga *Fucus virsoides* (J. Agardh, 1868) koja na ovom području nije primijećena obzirom da je veći dio obale pod izrazitim utjecajem čovjeka (nasipano i betonirano za potrebe plažnog turizma).

Dalje prema infralitoralalu, na donjim stijenama mediolitorala na sjevernoj strani uvale brojnost tipičnih vrsta ove zajednice vrlo je mala budući da je veći dio (prema ribarskom molu i u nastavku) antropogeniziran u vidu nasipanih pločastih struktura i enklava s nasipanim pijeskom, odnosno elementima pomične podloge. Od tipičnih vrsta, iako u malom broju zabilježeni su *Osilinus turbinatus* (Born, 1778), *Patella* sp. i *Balanus* sp. Koralj, crvena moruzgva (*Actinia equina* Linnaeus, 1758) nije zabilježen. Na južnoj strani uvale pa dalje ka Belvederu ova zajednica je nešto bogatija i bolje razvijena, najvjerojatnije zbog manje izraženog antropogenog utjecaja (samo nekoliko stambenih objekata) i manje betoniranih plaža. Ondje se nalaze manji molovi u zapuštenom stanju, a dalje prema moru primijećeni su drveni stupovi visine do dva metra na kojima su u mediolitoralnom dijelu utvrđene invazivne japanske kamenice (*Magellana gigas* Thunberg, 1793) i ciripedni račići. Oko drvenih stupova i na njima okupljale su se morske ptice; crvenokljuna čigra (*Sterna hirundo* Linnaeus, 1758), galeb klaukavac (*L. cachinans*), riječni galeb (*L. ridibundus*) morski vranac

(*Phallacrocorax aristotelis* Linnaeus, 1761) pri čemu je zabilježeno njihovo hranjenje. Među razrušenim blokovima derutnih molova u donjem mediolitoralu zabilježeni su: rak *Eryphia spinifrons* (Herbst, 1785), žarnjaci *A. equina* i *Aiptasia mutabilis* (Gravenhorst, 1831).

U infralitoralu općenito dominira površina prekrivena čvorastom morskom resom (*C. nodosa*) koja se razvija na udaljenosti od otprilike 25 metara od obale na sjevernoj strani, dalje prema jugu pruža se prema unutarnjem dijelu uvale, ali ne pliće od pola metra, dok se prema rtu-u Belveder pojavljuje sve manje, pomiješana s biocenozom sitnih površinskih pijesaka i infralitoralnih algi. Na dijelu od južnog dijela trščaka te dalje prema jugu, u plitkom infralitoralu gdje je zabilježen niži salinitet razvijena je asocijacija s patuljastom svilinom (*N. noltei*) koja je prisutna do otprilike metar dubine, a na udaljenosti od 40-ak metara od obale (južna uvučena strana).

Pojas infralitoralnih algi općenito je vrlo slabo razvijen, a od vrsta dominiraju *Padina pavonica* (Thivy, 1960) na sjevernoj, i *Flabellia petiolata* (Nizamuddin, 1987) na južnoj strani (posebno na području oko rta Belveder). Polja morskih cvjetnica, naročito čvoraste morske rese dobro su i gusto razvijena, ali kako se uvala koristi za potrebe nautičkog turizma, vidi se na više mjesta degradiranje i uništavanje livada ponajprije bacanjem sidra i razvlačenjem lanca te postavljanjem betonskih blokova s lancima.

Ono što je najprimjetljivije u uvali Dajla-Belveder je masovni pomor strogo zaštićenih jedinki plemenite periske (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758). Veći dio jedinki (one koje su obitavale u livadama čvoraste morske rese) još uvijek je u vertikalnom položaju, najvjerojatnije zbog učvršćivanja spletom rizoma morskih cvjetnica), dok su ostale horizontalno polegnute i većim dijelom, zbog dinamike mora degradirane. Izvjesno je da će se dolaskom jesenskih i zimskih mjeseci sve ljuštore plemenite periske iščupati iz podloge te dalje degradirati procesom remineralizacije potpomognute dinamikom mora.

Provedbom 11 transekata na cjelokupnoj površini uvale Dajla-Belveder, nije utvrđena niti jedna živa jedinka plemenite periske, a sve uginule bile su adulti. Ova pojava nije neuobičajena, budući da je poznato da je u Sredozemnom moru od 2016. godine započelo njezino masovno uginanje. U počecima masovnih uginuća plemenite periske u Sredozemlju, kao izravni uzrok detektiran je parazit *Haplosporidium pinnae*

(Lühe, 1900), a označen je kao jedini odgovoran za smrtnost (Catanese i sur., 2018). Nakon toga, utvrđena je mikobakterijska infekcija koja je povezana s ishodom bolesti (Carella i sur., 2019), a dodatno, bakterija *Vibrio mediterranei* (Pujalte i Garay, 1986) uzrokovala je veliku smrtnost među stabilnim jedinkama u Španjolskoj, vjerojatno povezanu sa stresom životinja u zatočeništvu. Mikobakterioza je kronična, sustavna, progresivna i često smrtonosna bolest koja pogađa širok raspon kopnenih i vodenih organizama. Obitelj *Mycobacteriaceae* uključuje nekoliko skupina vrsta: (1) *Mycobacterium tuberculosis* (Koch, 1882) complex (MTBC) uključujući vrste koje su patogene za ljude, divlje i pripitomljene sisavce (*M. tuberculosis* Koch, 1882), *M. bovis* (Smith, 1898), *M. africanum* (Castets et al. 1969.) koje uzrokuju tuberkulozu (TB); i (2) Ne-tuberkulozne mikobakterije (NTM), koje se sastoje od slobodnih živih organizama, sveprisutne u okolišu i saprofitnih boje).

Od životinja u supralitoralnoj biocenozi karakteristični su puževi vrste *Melarhapha neritoides* (Linnaeus, 1758) koji se hrane cijanobakterijama, izopodni račić vrste *L. italica* te ciripedni račić vrste *E. depressa*. Na području uvale Dajla-Belveder abundancija tipičnih supralitoralnih vrsta je manja u odnosu na okolna područja gdje je zabilježen manji antropogeni utjecaj. Na području supralitorala uz tršćak gdje se nalaze nakupine sporo sušecjeg biljnog materijala zabilježeni su detritofagni amfipodni račići (*T. saltator*).

Biocenoza gornjih stijena mediolitorala izloženija je sušenju i bojom je nešto svjetlija nego biocenoza donjih stijena mediolitorala. Njome dominiraju litofitske cijanobakterije (većinom endolitske, daju stijenama maslinasto smeđu boju), priljepci (puževi roda *Patella*) koji se hrane cijanobakterijama i algama te ciripedni račići vrsta *C. stellatus* i *C. montagui*. Na granici prema biocenozi donjih stijena mediolitorala ponegdje se u sjevernom Jadranu pojavljuje smeđa endemska, strogo zatičena alga, *F. virsoides* koja na ovom području nije primijećena obzirom je veći dio obale pod izraženim antropogenim utjecajem (nasipano i betonirano za potrebe plažnog turizma). Dalje prema infralitoralu, na donjim stijenama mediolitorala na sjevernoj strani uvale zastupljenost tipičnih vrsta ove zajednice vrlo je mala budući je veći dio (prema ribarskom molu i u nastavku) antropogeniziran u vidu nasipanih pločastih struktura i enklava s nasipanim pijeskom, odnosno elementima pomične podloge. Od tipičnih vrsta, iako u malom broju zabilježeni su ogrc (*O. turbinatus*), priljepci (*Patella* sp.) i rakovi (*Balanus* sp.) Koralj, crvena moruzgva (*A. equina*) nije zabilježen.

Na južnoj strani uvale pa dalje prema Belvederu ova zajednica je nešto bogatija i bujnije razvijena, najvjerojatnije zbog manje izraženog antropogenog utjecaja (samo nekoliko stambenih objekata) i manje betoniranih plaža. Ondje se nalaze manji molovi u zapuštenom stanju, a dalje prema moru primijećeni su drveni stupovi visine do dva metra na kojima su u mediolitoralnom dijelu utvrđene invazivne japanske kamenice (*M. gigas*) i ciripedni račići. Oko drvenih stupova i na njima okupljale su se morske ptice; *Sterna hirundo*, *L. cachinans*, *L. ridibundus* i *P. aristotelis* pri čemu je zabilježeno njihovo hranjenje. Među razrušenim blokovima derutnih molova u donjem mediolitoralu zabilježeni su: rak *E. spinifrons*, žarnjaci *A. equina* i *A. mutabilis*.

U infralitoralu općenito dominira površina prekrivena čvorastom morskom resom (*C. nodosa*). Ona se razvija na udaljenosti od otprilike 25 metara od obale na sjevernoj strani, dalje prema jugu pruža se prema uvučenom dijelu uvale, ali ne pliće od pola metra, dok se prema rtu Belveder pojavljuje sve rastresitije, pomiješana s biocenozom sitnih površinskih pijesaka i infralitoralnih algi. Na potezu od južnog dijela trščaka te dalje prema jugu, u plitkom infralitoralu gdje je zabilježen niži salinitet razvijena je asocijacija s patuljastom svilinom (*N. nolte*) koja je prisutna do otprilike metar dubine, a na udaljenosti od 40-ak metara od obale (južna uvučena strana).

U 2020. godini pojava masovnog pomora periske zahvatila je sve zemlje Mediterana sa smrtnošću populacija i do 100 %. Za sada nije utvrđena niti jedna učinkovita metoda kojom bi se mogao spriječiti pomor i širenje zaraze.

Za identifikaciju živih jedinki plemenite periske u prirodi potrebno je provjeriti reagira li jedinka zatvaranjem ljušture na vanjski podražaj, odnosno na kretanje morske vode u njejoj neposrednoj blizini. Uspravna ljuštura plemenite periske u sedimentu ne podrazumijeva nužno i živu jedinku. Naime, trećina duljine ljušture može bit zakopana u pomičnoj podlozi pa je čest slučaj da prazne ljušture ostanu uspravne u sedimentu duže vremena nakon uginuća, dajući dojam žive jedinke, sve dok djelovanjem morskih struja i valova ili tijekom vremena ne pognu na dno.

Od ostalih strogo zaštićenih vrsta na području uvale Dajla-Belveder zamijećeno je nekoliko manjih kolonija (do 10 cm promjera) busenastog koralja *Cladocora caespitosa* (Linnaeus, 1767) i to na južnoj strani prema rtu Belveder. Popis svih ostalih utvrđenih vrsta nalazi se u prilogu ovog dokumenta.

Na području uvale Dajla-Belveder utvrđena su sljedeća morska staništa pelagijala, prikazana na Slici 23.:

Akvatorij naseljenih mjesta uz obalu, lučica, mandrača (G.1.1.2.1.);

Akvatorij oko podmorskih ispusta otpadne vode (G.1.1.2.6.) i




Prirodne pelagijske euhaline zajednice neritičke provincije (G.1.1.1.1.).

Na „vanjskoj postaji“ utvrđeno je sljedeće morsko stanište bentala:

- Cirkalitoralni pijesci (G. 4.2.).



#### KARTA PELAGIJSKIH STANIŠTA

-  Akvatorij oko podmorskih ispusta otpadne vode G.1.1.2.6.
-  Akvatorij naseljenih mjesta uz obalu, lučica, mandrača G.1.1.2.3.
-  Obalna linija

Slika 23. Pelagijska staništa uvale Dajla – Belveder

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

Cirkalitoral predstavlja područje smanjene količine svjetlosti što prati izostanak fotofilnih algi te u bentosu prevladavaju životinje (najčešće spužve i žarnjaci). Iako ova



stepenica započinje nešto dublje u ostalim dijelovima Jadrana (oko 30 metara dubine), na sjevernom Jadranu ona se počinje pojavljivati na 20 m zbog smanjene prozirnosti vodenog stupca uslijed povećanog stupnja trofije. Kako je „vanjska postaja“ relativno blizu obale, pomična podloga na kojoj dominiraju pijesci pomiješana je s manjom količinom terigenog mulja. Uz to, blizina ušća rijeke Mirne dodatno obogaćuje ovo područje muljem iz riječnih nanosa. Vizualnim cenzusom utvrđena je jednoličnost staništa na tom području pri čemu od organizama dominiraju plaštenjaci (*Tunicata*) iz skupine *Ascidacea*; kvrgava mješčičnica (*Phallusia mammilata* Cuvier, 1815) i morska vaza (*Ciona intestinalis* Linnaeus, 1767), bodljikaši (*Echinodermata*) iz razreda zmijača (*Ophiuroidea*) s dominantnom vrstom: zmijača (*Ophiothrix fragilis* Abildgaard in O.F. Müller, 1789). Od ostalih bodljikaša zabilježeno je nekoliko jedinki svojte pjegasti trp (*Holothuria forskali* Delle Chiaje, 1823) i jedan primjerak svojte plosnati trp (*Parastichopus regalis* Cuvier, 1817). Od mekušaca (*Mollusca*) najčešće su zabilježeni školjkaši (*Bivalvia*), odnosno vrsta češljača (*Aequipecten opercularis* Linnaeus, 1758). Od faune riba zabilježen je samo vučić (*Paracentropistes hepatus* Linnaeus, 1758), a razlog tomu mogla bi biti smanjena vidljivost, zbog čega je vagilne vrste teže zamijetiti. Iako se na takvim podlogama u literaturi spominje prisutnost još jedne vrste periski (*Atrina fragilis* Pennant, 1777), koja je prema Zakonu o zaštiti prirode također strogo zaštićena vrsta, na ovom specifičnom području jedinke te vrste nisu utvrđene.

Uvala Dajla-Belveder i okolni akvatorij sastavni je dio NATURA 2000, tj. područja od osobitog značaja za ptice (POP) zbog svoje važnosti kao bitnog koridora za migracije ptica i njihovo gniježđenje. NATURA „kod“ navedenog područja je HR1000032, a naziv Zapadna obala Istre. Prema dostupnim informacijama za ovo područje iz standardne forme podataka za NATURU 2000 ([www.bioportal](http://www.bioportal)), na listi vrsta ptica prioritetnih za zaštitu sukladno članku 4. Direktive 2009/147/EC i dodatku II Direktive Directive 92/43/EEC nalaze se: vodomar (*Alcedo atthis* Linnaeus, 1758), crnogri plijenor (*Gavia arctica* Linnaeus, 1758), crvenogri plijeor (*Gavia stellata* Pontoppidan, 1763), morski vranac (*Phallacrocorax aristotelis desmarestii* Linnaeus, 1761), crvenokljuna čigra (*S. hirundo*) i dugokljuna čigra (*Sterna sandvicensis* Latham, 1787). Status zaštite tog područja u dobrom je stanju, međutim informacije i ekološki podaci o navedenim piscivornim vrstama ptica vrlo su oskudni te se u najvećoj mjeri oslanjaju tek na grubu procjenu. Prijetnje, pritisci i aktivnosti koje mogu negativno utjecati na područje izlistane su u standardnom NATURA 2000 obrascu među kojima

su nautički sportovi okarakterizirani kao značajni (visoki), dok je za ostale utvrđen srednji intenzitet utjecaja (medium).

U uvali prisutne su sljedeće strogo zaštićene vrste organizama: dvije vrste morskih cvjetnica *C. nodosa* i *N. noltei*, te nekoliko manjih kolonija (oko 10 cm promjera) busenastog koralja, *C. caespitosa* na južnom dijelu uvale Dajla-Belveder.

### **5.3. Analiza hidrografskih i mikrobioloških čimbenika – Uvala Molindrio kraj Poreča**

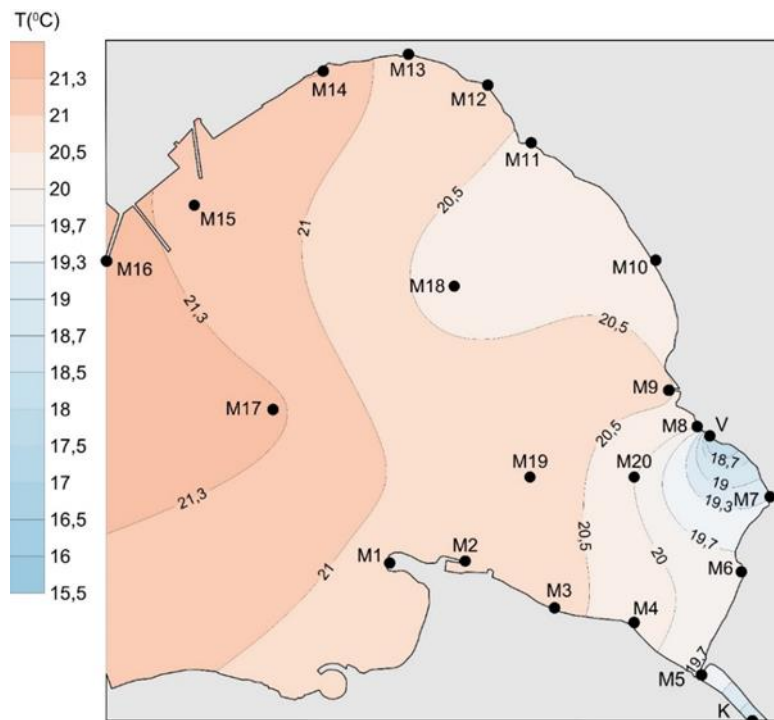
Hidrografski parametri i sanitarna kvaliteta mora uvale Molindrio izmjereni su datuma 1.10.2022. godine tijekom plime i datuma 2.10.2022. godine tijekom oseke.

Temperatura vode uvale Molindrio u vrijeme uzorkovanja iznosila je u prosjeku  $20,35 \pm 0,85^{\circ}\text{C}$  tijekom plime i  $20,03 \pm 1,29^{\circ}\text{C}$  tijekom oseke. Iako je razlika u temperaturi između morskih mijena umjerena ona ipak upućuje da tijekom oseke je izraženiji utjecaj hladnijih voda koja se ulijevaju u istočnom dijelu akvatorija i veća je prostorna varijabilnost temperature. U oba slučaja najviše temperature zabilježene su na postaji M16 kod mola postojeće marine ( $21,36^{\circ}\text{C}$  tijekom oseke i  $21,41^{\circ}\text{C}$  tijekom plime) dok su najniže vrijednosti izmjerene kod postaje „V“ koja označava vrulju u jugoistočnom dijelu uvale ( $16,32^{\circ}\text{C}$  tijekom oseke i  $18,04^{\circ}\text{C}$  tijekom plime). Tijekom oba uzorkovanja uočen je pad temperature od zapadnog dijela, koji je povezan s otvorenim morem prema istočnom najplićem dijelu. Tijekom oseke, u jugoistočnom dijelu uvale vode su bile generalno za  $1^{\circ}\text{C}$  hladnije u odnosu na plimu i bile su raširene na većoj površini, pogotovo uz južnu obalu.

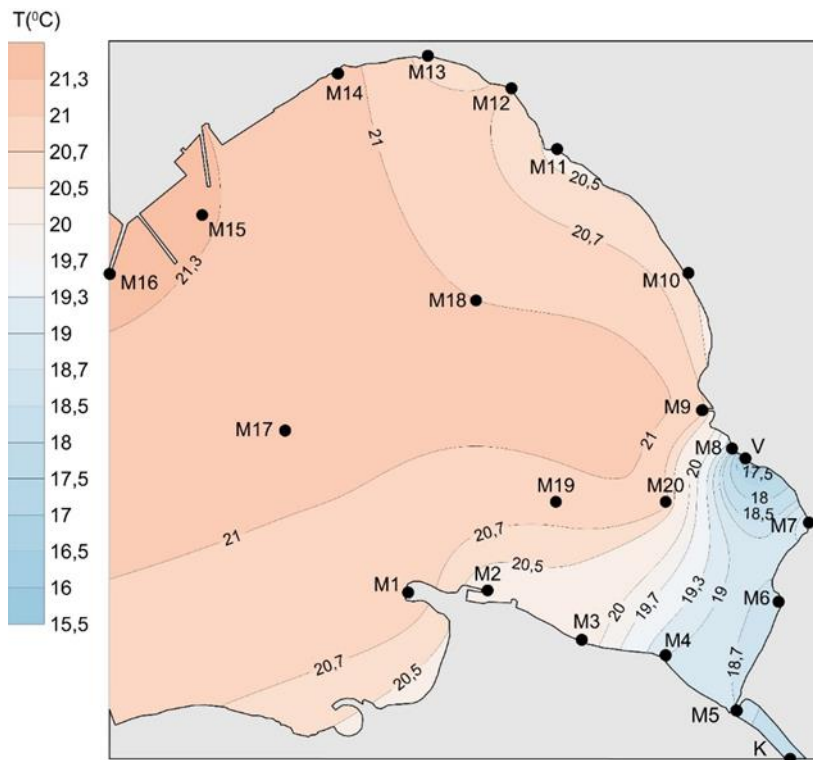
Usporedbom izmjerenih temperatura s dugoročnim podacima za referentne postaje uz zapadnu obalu istre, prikazanih u Tablici 4. (Baza podataka CIM-a Rovinj i Supić i sur., 2004), može se vidjeti da su prosječne vrijednosti za čitavu uvalu bile između 0,1 i  $0,4^{\circ}\text{C}$  iznad dugoročnog prosjeka zbog specifične batimetrije same uvale koja olakšava intenzivnije zagrijavanje plitkog vodenog stupca tijekom dana ali i zbog neuobičajeno toplog listopada koji je karakterizirao jesen 2022. godine. Navedeni podaci o raspodjeli temperature na površini mora prikazani su na Slikama 24. i 25.

Tablica 4. Prosjeci dugoročnih podataka o temperaturi, salinitetu i saturaciji kisikom

| Parametar          | Prosjek vrijednosti na površini mora |
|--------------------|--------------------------------------|
| T (°C)             | 19,9±1,1                             |
| S                  | 36,7±0,9                             |
| O <sub>2</sub> (%) | 100,77±1,5                           |



Slika 24. Raspodjela temeprature površine mora u uvali Molindrio tijekom plime  
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

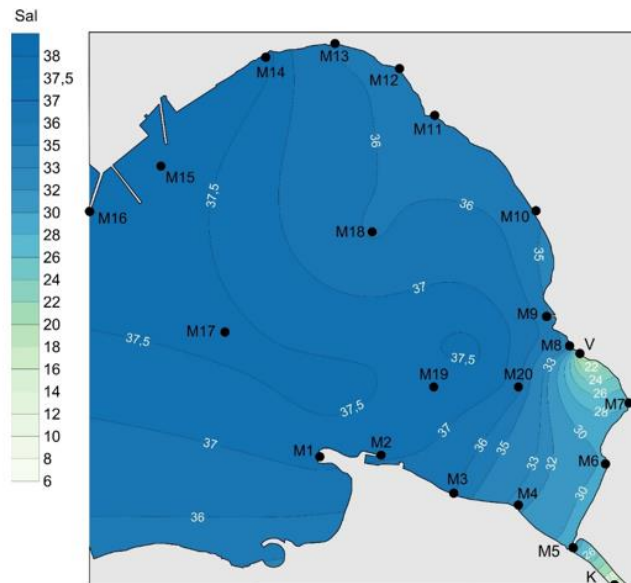


Slika 25. Raspodjela temperature površine mora u uvali Molindrio tijekom oseke

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

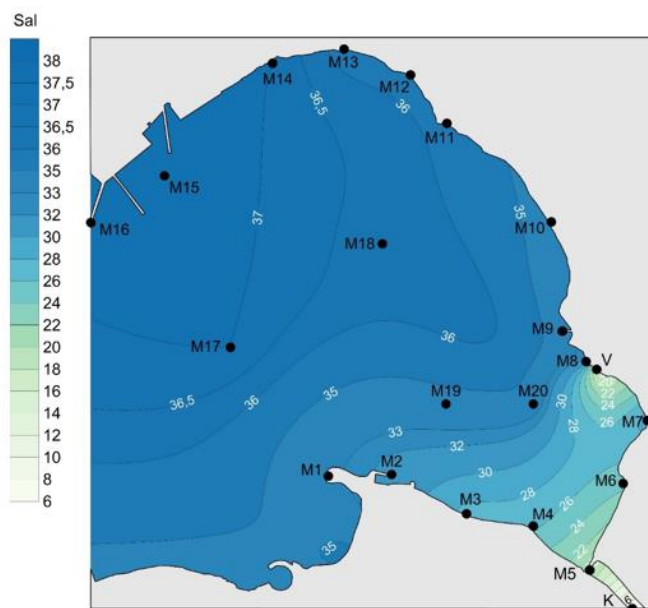
Prosječna vrijednost saliniteta uvale Molindrio tijekom plime iznosila je  $33,51 \pm 5,84$  i bila je dosta viša u odnosu na prosječnu vrijednost tijekom oseke ( $30,63 \pm 8,03$ ). Najviše vrijednosti saliniteta zapažene su na sjeverozapadnoj strani uvale gdje se kretale između 37,2 i 37,78 tijekom plime te između 37 i 37,2 tijekom oseke. U oba slučaja salinitet je pokazao postepeno smanjenje prema jugoistočnom dijelu uvale gdje se ulijevaju slatke vode iz vrulje (V) i kanala (K). Upravo na tim postajama utvrđene su najniže vrijednosti saliniteta (6,07 kod K i 15,31 kod V za vrijeme oseke i 17,19 kod K i 18,24 kod V tijekom plime). Na Slikama 26. i 27. vidljivo je da se utjecaj unosa slatkih voda može smatrati značajnim u krugu od 200 m oko jugoistočne obale uvale. Dok su za vrijeme plime slatke vode bile ograničene na unutrašnji dio uvale, tijekom oseke primijećeno je da se one šire uz južni rub uvale prema otvorenom moru. Takva je dinamika vjerojatno posljedica podmorske topografije južnog dijela uvale koja je karakterizirana dubljom brazdom koja se nastavlja na kanal paralelno s južnom obalom. Raspodjela saliniteta pokazuje da na sjevernoj i zapadnoj strani uvale nisu prisutni značajni izvori slatkih voda. Zabilježene prosječne vrijednosti saliniteta bile su niže u odnosu na dugoročne tipične vrijednosti na referentnoj postaji za zapadnu Istru

(Baza podataka CIM-a Rovinj) što ukazuje na postojanje lokalnih specifičnih hidrografskih uvjeta u uvali Molindrio.



Slika 26. Raspodjela saliniteta površine mora u uvali Molindrio tijekom plime

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)



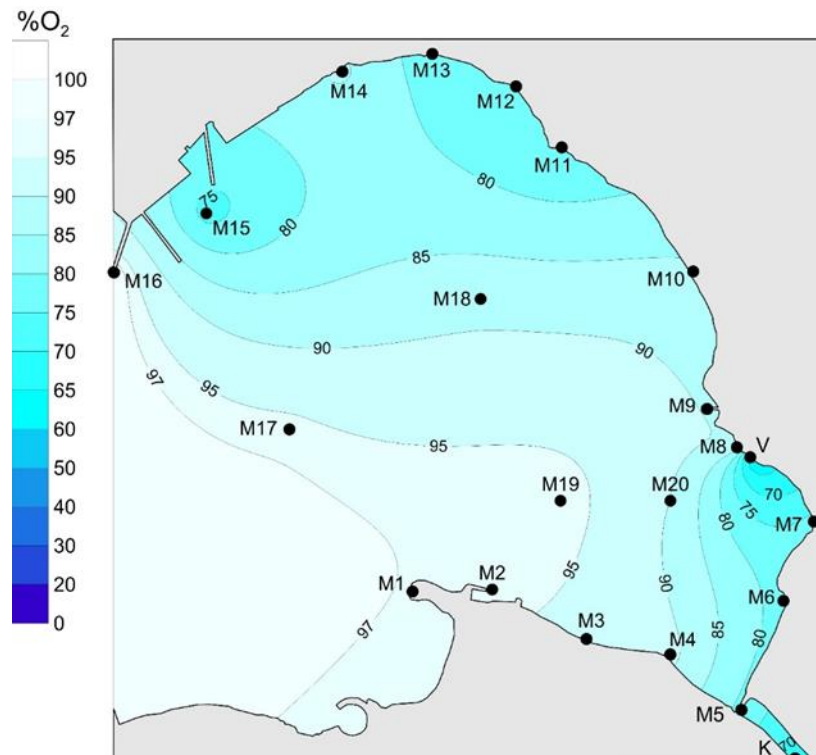
Slika 27. Raspodjela saliniteta površine mora u uvali Molindrio tijekom oseke

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

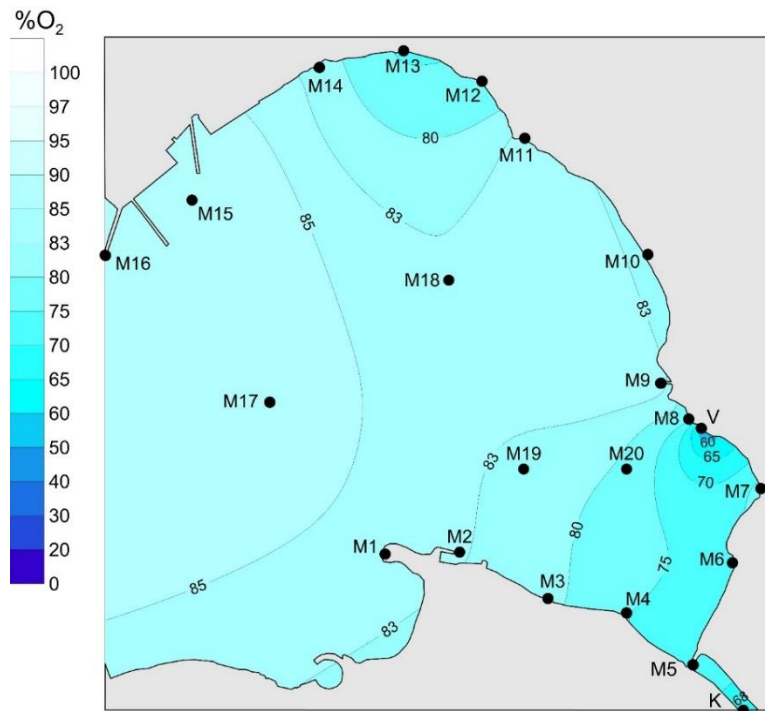
Prosječna vrijednost postotka zasićenja kisikom uvali Molindrio tijekom plime ( $84,45 \pm 10,6\%$ ) bila je znatno veća u odnosu na oseku ( $78,93 \pm 7,35\%$ ). Takav rezultat

upućuje da ulazak vode iz otvorenog mora pozitivno pridonosi povećanju koncentracije kisika u uvali. Za vrijeme plime najveća zabilježena saturacija (99%) izmjerena je na zapadnoj postaji (M16), a najniža (60,2%) na istočnoj obali kod vrulje (V). Osim kod vrulje, saturacija kisikom je bila smanjena uz jugoistočnu obalu i pogotovo u kanalu (K) (67,2%). Ostale lokacije koje su pokazale blago smanjenje zasićenja kisikom bile su postaja M15 kod marine i postaje M11-M13 u sjevernom dijelu uvale. Raspodjela saturacije kisikom na mjernim postajama prikazana je na Slikama 28. i 29.

Tijekom oseke saturacija kisikom bila je najviša u zapadnom dijelu akvatorija gdje se kretala između 86,1% i 88%, dok je pokazala blago sniženje na sjevernoj strani uvale i najniže vrijednosti na jugoistoku kod vrulje (V) (55,42%) i kanala (K) (68,1%).



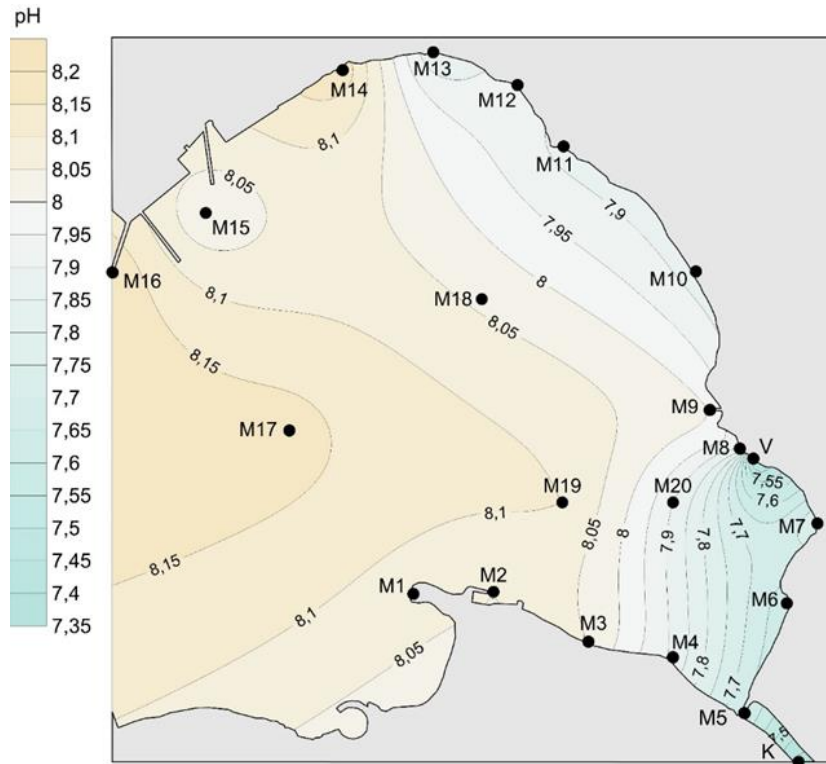
Slika 28. Raspodjela saturacije kisikom površine mora u uvali Molindrio tijekom plime  
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)



Slika 29. Raspodjela saturacije kisikom površine mora u uvali Molindrio tijekom oseke  
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

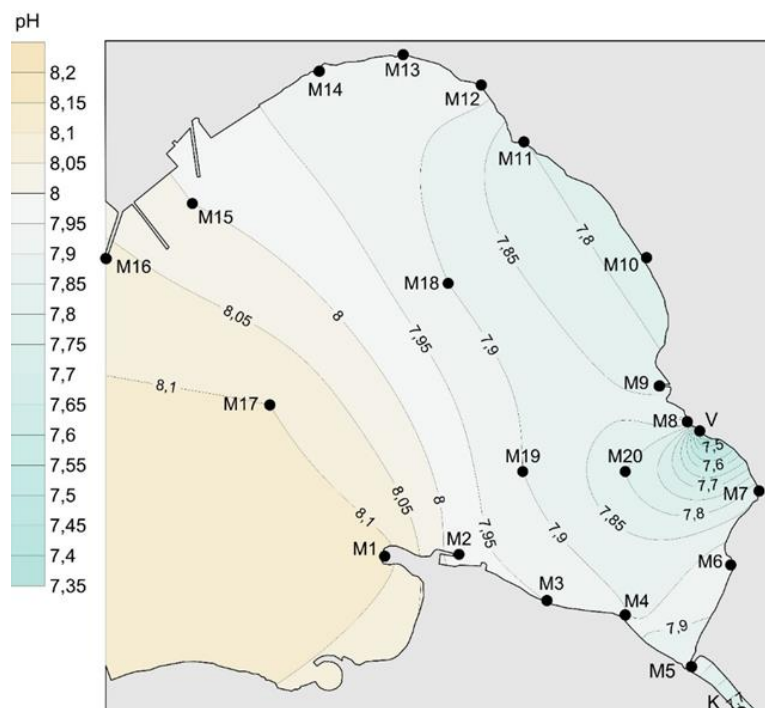
Prosjeck pH vrijednosti tijekom plime bio je  $7,9 \pm 0,23$ , a tijekom oseke  $7,8 \pm 0,16$ . Najviše vrijednosti pH tijekom plime registrirane su na zapadnim postajama (M16 i M17) ( $8,19$  i  $8,17$  respektivno) i na sjevernoj postaji M 14 ( $8,19$ ). Tijekom oseke najveće vrijednosti izmjerene su na zapadu kod M16 ( $8,06$ ) i M17 ( $8,1$ ). U oba slučaja primijećeno je smanjenje pH od strane zapada prema istoku sa najnižim vrijednostima kod vrulje (V) ( $7,37$  tijekom plime i  $7,32$  tijekom oseke). Nizak pH zabilježen je i na mjestu kanala (K). Prosječne vrijednosti pH bile su niže u odnosu na uobičajene razine za Jadransko more ( $8,2 \pm 0,1$ ) (IZOR Split, 2012). Jedino na vanjskim zapadnim postajama pH je bio blizak tipičnim vrijednostima Jadrana. Najveći utjecaj na pH u moru imaju procesi proizvodnje i razgradnje organske tvari prilikom kojih se u morskom ekosustavu ugljik dioksid uklanja tijekom fotosinteze ili proizvodi tijekom respiracije. Uz te procese, intenzivna razgradnja organskog materijala može smanjiti pH ispod 8 (Paliaga i sur., 2022). U unutrašnjem dijelu uvale Molindrio aktivni su procesi razgradnje obilnih količina ostataka morskih cvjetnica nakon vegetativne sezone i bakterijske respiracije koji obogaćuju sustav sa  $\text{CO}_2$ . Uz te procese, prinosi podzemnih i oborinskih voda obogaćenim sa  $\text{CO}_2$  također su smanjili pH uz jugoistočnu obalu

uvale. Taj efekt je međutim privremen i lokalnog karaktera zbog puferskog karbonatnog sustava morske vode. Slike 30. i 31. prikazuju raspodjelu pH vrijednosti površine mora u uvali Molindrio tijekom plime i oseke.



Slika 30. Raspodjela pH vrijednosti površine mora u uvali Molindrio tijekom plime  
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

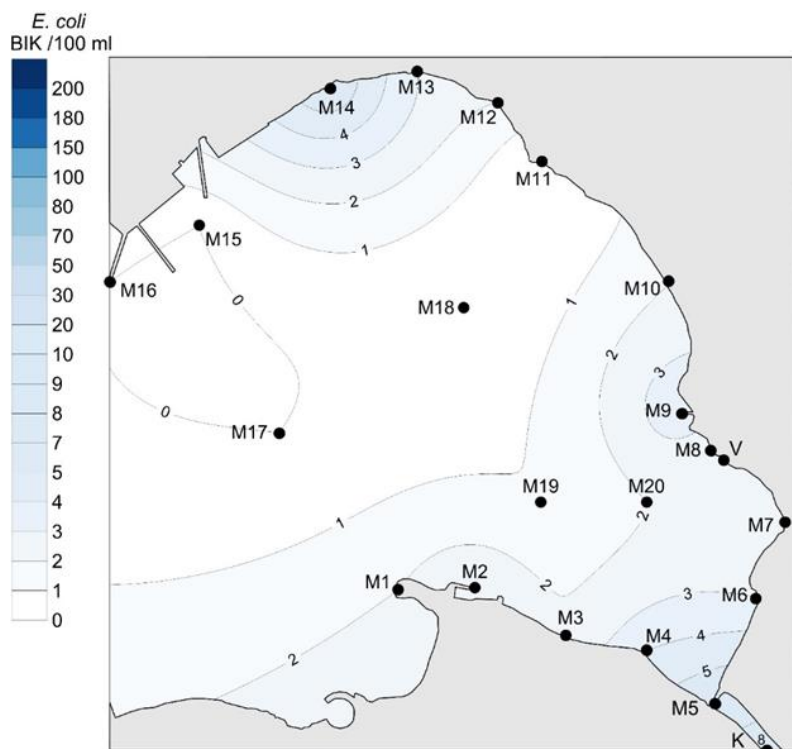




Slika 31. Raspodjela pH vrijednosti površine mora u uvali Molindrio tijekom oseke  
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

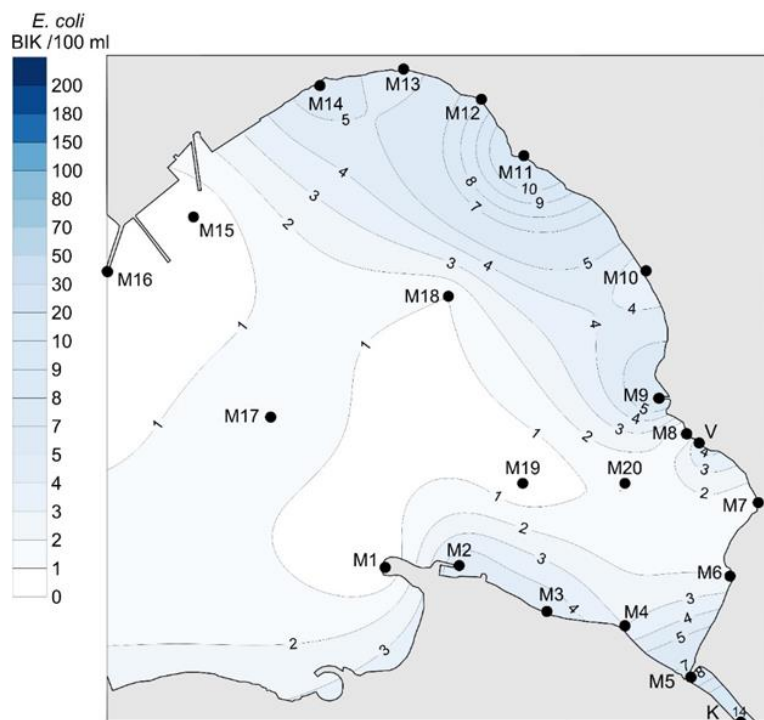
Bakterije vrste *E. coli* prirodno obitavaju u probavnom sustavu ljudi i toplokrvnih životinja i koriste se kao tipični indikatori fekalnog onečišćenja koji ukazuju na prisustvo vrlo svježeg fekalnog otpadnog materijala. Njihove koncentracije u cijeloj uvali Molindrio bile su izuzetno niske tijekom oba uzorkovanja na svim postajama, što je uočljivo na Slikama 32. i 33. Prosjek koncentracija tijekom plime bio je  $2,5 \pm 2,1$  BIK/100 ml a tijekom oseke  $4 \pm 4$  BIK/100 ml. Maksimalne koncentracije *E. coli* tijekom plime zabilježene su u kanalu K (8 BIK/100 ml) i na kontaktu kanala i mora kod postaje M5. Blago povećanje koncentracije *E. coli* zabilježeno je i na sjevernoj strani uvale kod M14. Tijekom oseke maksimalne koncentracije *E. coli* bile su malo više u odnosu na plimu i dostigle su razinu od 14 BIK/100 ml u kanalu i 13 BIK/100 ml kod M11 na sjeveru uvale. U oba uzorkovanja vode vrulje imale su niske koncentracije *E. coli* što upućuje da nisu zagađene ispuštanjem fekalnog materijala ljudskog ili životinjskog porijekla. Usporedbom dobivenih koncentracija i standarda kvalitete propisane zakonom, budući da razine nisu prelazile graničnu vrijednost od 500 BIK/100 ml, more se može ocijeniti izvrsne kvalitete. Blago povećanje koncentracije *E. coli* kod kanala rezultat je ispiranja tla okolnih poljoprivrednih zemljišta i prisutnosti bočatih voda koje

olakšavaju preživljavanje fekalnih bakterija. Ostala povećanja koncentracije *E. coli* na sjeveru i na istoku uvala su najvjerojatnije rezultat prisutnosti većeg broja ptica koje ispuštaju fekalni materijal koji, budući da su toplokrvne životinje, sadržava znatan udio *E. coli*.



Slika 32. Raspodjela koncentracije *E. coli* na površini mora u uvali Molindrio tijekom plime

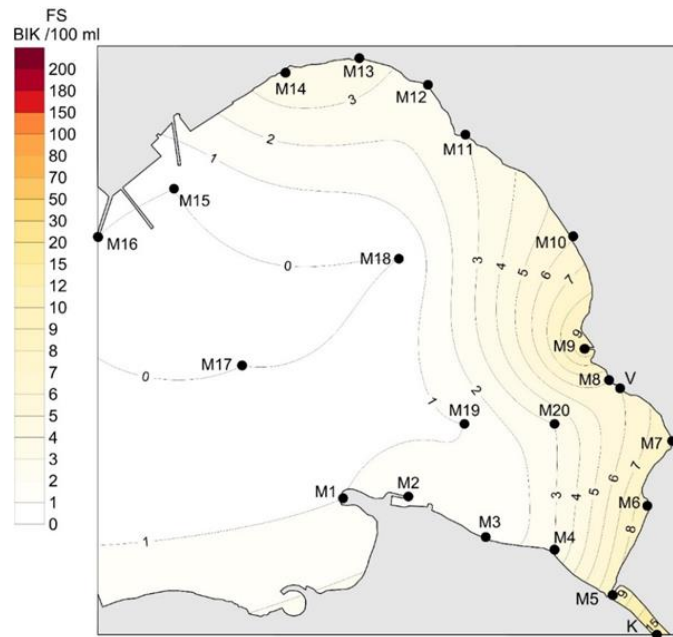
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)



Slika 33. Raspodjela koncentracije *E. coli* na površini mora u uvali Molindrio tijekom oseke

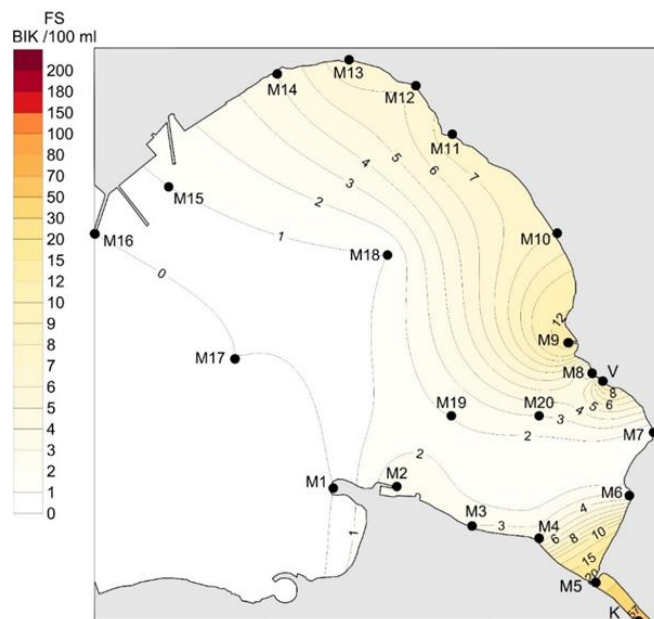
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

Prosječna koncentracija FS za cijelu uvalu tijekom oba uzorkovanja bio je nizak ( $4,2 \pm 3,9$  BIK/100ml tijekom plime i  $7,3 \pm 12$  BIK/100 ml tijekom oseke), što se može zamijetiti na Slikama 34. i 35. Najveće koncentracije FS tijekom plime pronađene su u kanalu (K) (15 BIK/100ml), kod vrulje (V) (6 BIK/100ml) i na postaji M9 (10 BIK/100ml) gdje se nalazi cijev za ispuštanje oborinskih voda. Za vrijeme oseke koncentracije FS su opet bile najviše u kanalu (K) ali skoro četiri puta više (57 BIK/100ml) u usporedbi sa plimom. Povećane koncentracije FS za vrijeme oseke zabilježene su također na lokaciji gdje se kanal spaja s morem i opet kod postaje M9 kod ispusta oborinskih voda. U Oba slučaja vidljivo je da središnji i zapadni dio uvale praktički nemaju FS i da su oni umjereno prisutni samo uz istočnu obalu. S obzirom da je koncentracija FS za svako pojedinačno mjerenje bila niža od propisanog kriterija od 200 BIK/100 ml, kvaliteta voda na svim postajama se može ocijeniti kao izvrsna. Lokalna povećanja koncentracije se opet mogu pripisati ispiranjem tla i poljoprivrednih površina u kanalu, umjerenom izlivanju oborinskih voda kod postaje M9 i većoj prisutnosti ptica na istočnoj strani uvale.



Slika 34. Raspodjela koncentracije fekalnih streptokoka (FS) na površini mora u uvali Molindrio tijekom plime

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)



Slika 35. Raspodjela koncentracije fekalnih streptokoka (FS) na površini mora u uvali Molindrio tijekom plime

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

Sirovi podaci svih izmjerenih hidrografskih parametara i sanitarne kvalitete mora tijekom plime u uvali Molindrio po postajama i koordinatama iznijeti su u Tablici 5.

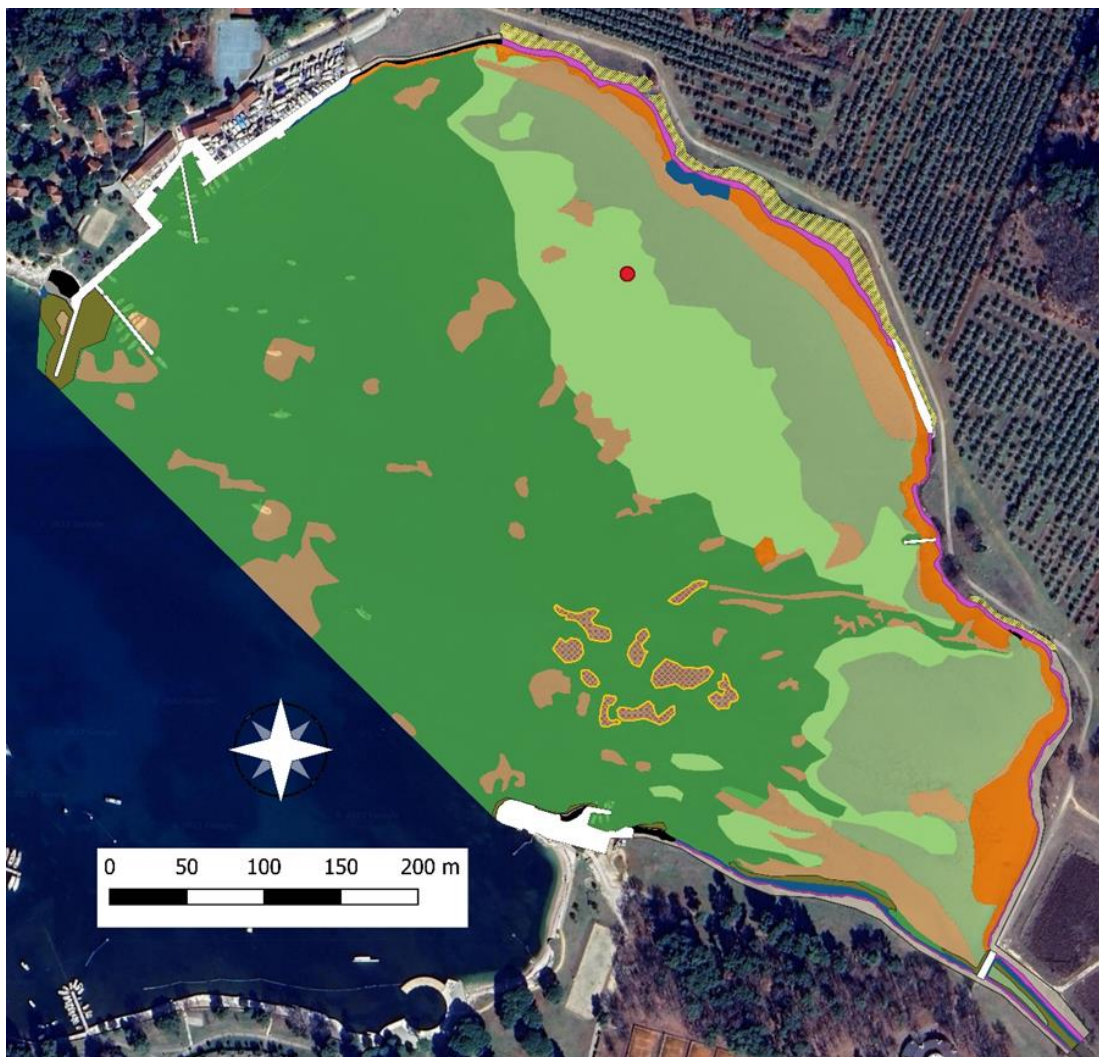
Tablica 5. Koordinate postaja (HTRS96/TM) i mjerenja hidrografskih parametara i sanitarne kvalitete mora tijekom plime

| Postaja | Koordinate E | Koordinate N | T (°C) | S     | %O <sub>2</sub> | pH   | EC<br>(bik/100 ml) | FS<br>(bik/100 ml) |
|---------|--------------|--------------|--------|-------|-----------------|------|--------------------|--------------------|
| M1      | 271748       | 5011205      | 20,88  | 37,24 | 96,8            | 8,07 | 2                  | 1                  |
| M2      | 271822       | 5011207      | 20,86  | 37,08 | 95,7            | 8,05 | 3                  | 2                  |
| M3      | 271910       | 5011160      | 20,68  | 36,07 | 93,6            | 8,05 | 2                  | 1                  |
| M4      | 271989       | 5011146      | 20,26  | 32,29 | 91,4            | 7,89 | 4                  | 3                  |
| M5      | 272056       | 5011094      | 19,6   | 29,07 | 78,7            | 7,65 | 6                  | 8                  |
| K       | 272106       | 5011049      | 18,81  | 17,19 | 67,2            | 7,38 | 8                  | 15                 |
| M6      | 272098       | 5011197      | 19,82  | 29,71 | 78              | 7,61 | 3                  | 9                  |
| M7      | 272124       | 5011271      | 19,3   | 28,15 | 76,3            | 7,76 | 2                  | 8                  |
| M8      | 272052       | 5011340      | 20,08  | 34,51 | 88,6            | 7,91 | 2                  | 6                  |
| M9      | 272023       | 5011376      | 20,57  | 35,21 | 89,4            | 8    | 4                  | 10                 |
| M10     | 272014       | 5011505      | 20,31  | 35,22 | 85,8            | 7,87 | 2                  | 6                  |
| M11     | 271888       | 5011622      | 20,4   | 35,29 | 74,9            | 7,88 | 0                  | 3                  |
| M12     | 271845       | 5011679      | 20,77  | 35,82 | 76,1            | 7,93 | 2                  | 2                  |
| M13     | 271766       | 5011709      | 20,8   | 35,8  | 77              | 7,85 | 3                  | 4                  |
| M14     | 271681       | 5011692      | 21,31  | 37,72 | 85,9            | 8,19 | 6                  | 4                  |
| M15     | 271554       | 5011559      | 21,2   | 37,7  | 73              | 8    | 0                  | 0                  |
| M16     | 271467       | 5011504      | 21,41  | 37,78 | 99              | 8,19 | 0                  | 0                  |
| M17     | 271632       | 5011357      | 21,36  | 37,55 | 96              | 8,17 | 0                  | 0                  |
| M18     | 271811       | 5011479      | 20,23  | 35,86 | 88,3            | 8,04 | 0                  | 0                  |
| M19     | 271886       | 5011290      | 20,9   | 37,2  | 96              | 8,1  | 1                  | 1                  |
| M20     | 271989       | 5011290      | 20     | 36,5  | 90              | 7,9  | 2                  | 3                  |
| V       | 272064       | 5011331      | 18,04  | 18,24 | 60,2            | 7,37 | 3                  | 6                  |

Izvor: Paliaga i sur., 2022: Morska staništa i procjena stanja biocenoza na području uvale Molindrio kraj Poreča

#### **5.4. Determinirana staništa i bentos na lokaciji Uvala Molindrio kraj Poreča**

U uvali Molindrio ističe se prirodna morska obala koja se se prostire od njezinog sjevernog dijela gdje graniči s antropogeniziranim dijelom (lučica) duž istočne strane sve do južnoj dijela gdje se nalaze objekti za rekreaciju (Ski lift) s nekoliko manjih privezišta za plovila lokalnog stanovništva. Na dijelu istočne strane uvale nalazi se muljevita morska obala (F.1.) s površinama slanih, plitkih i muljevitih močvara pod halofitima (F.1.1.) i razvijenom supralitoralnom obalnom vegetacijom u sklopu asocijacija; F.1.1.1. Slanjača, caklenjača i sodnjača, F.1.1.2. Sredozemne sitine visokih sitina i F. 1.1.3. Sredozemne grmaste slanjače. Na dijelovima sjeverne i južne strane uvale, obala je šljunkovita (F.3.) s supralitoralnim šljuncima i kamenjem (F.3.1.) na kojima je zabilježena biocenoza plaža sa sporosušecim nakupinama ostataka morske vegetacije na šljuncima (F. 3.2.1.). Uz muljeviti dio, na istočnoj strani uvale nalaze se i manja površina pjeskovite obale (F.2.) sa supralitoralnim pijescima (F.2.1.) gdje je zabilježen facijes naplavljenih ostataka morskih cvjetnica (F. 2.1.1.5.), odnosno facijes brzosušecih ostataka morske vegetacije (F.2.1.1.3.). U nastavku, na Slici 36., slijedi prikaz karte staništa uvale Molindrio.



- Asocijacija s vrstom *Cymodocea nodosa* u eurihalinom i euritermnom okolišu (G.3.1.1.4.)
- Asocijacija s vrstom *Zostera noltei* u eurihalinom i euritermnom okolišu (G.3.1.1.4.)
- Mješana asocijacija vrsta *Zostera noltei* i *Cymodocea nodosa*
- Biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala (G.3.2.3.)
- Medioloralni muljeviti pijesci i muljevi (G.2.1.)
- Medioloralno čvrsto dno i stijene (G.2.4.)
- Zajednice morske obale na čvrstoj podlozi pod utjecajem čovijeka (F.5.1.2.)
- Biocenoza infralitoralnih algi (G.3.6.1.)
- Medioloralni šljunci i kamenje (G.2.3.)
- Površine slanah, plitkih i muljevitih močvara pod halofitima (F.1.1.)
- Izgrađene i konstruirane morske obale (F.5.1.2.1.)
- Biocenoza sporsušećih nakupina ostataka morske vegetacije na šljuncima F.3.2.1.
- Tršaci (A.4.1.)
- Stanište sa školjkašem *Pholas dactylus*
- Mikrolokacija na kojoj je utvrđena živa jedinka Plemenite periske (*Pinna nobilis*)

Slika 36. Karta staništa uvale Molindrio s pripadajućim biocenzama bentosa i obale  
(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

Priobalna vegetacija je dobro razvijena duž sjeveroistočne i istočne strane uvale i ondje prevladavaju tršćaci obične trske (A.4.1.1.1.) uz mozaične sastojine samoniklog grmovitog mediteranskog bilja. Stepenica mediolitorala zauzima veće površine uz istočnu i jugoistočnu obalu i sastavljena je većinom od mediolitoralnih muljevitih pijesaka i muljeva (G.2.1.1.) koji zauzimaju 0,89 ha. Ostatak mediolitoralne stepenice čine biocenoza gornjih i donjih stijena mediolitorala (G.2.4.1. i G.2.4.2.) koja se uglavnom nalazi uz južnu obalu i u kanalu gdje zauzima 0,16 ha i biocenoza mediolitoralnih šljunaka i kamenja (G.2.3.) (129 m<sup>2</sup>) na zapadnoj strani uvale. Stepenica supralitorala obilježena je prisutnošću obalnog pojasa halofita (F.1.1.) isprekidan povremeno s biocenozom plaža sporo sušećih nakupina ostataka morske vegetacije (F.1.2.1. ).

Osim prirodnih biocenoza u uvali Molindrio prisutne su i izgrađene i konstruirane morske obale (F.5.1.2.1.) koje čine sastavni dio marine na sjeverozapadnoj strani i kod ski lifta na južnoj strani uvale s površinom od 0,4 ha. Uz njih, većina južne obale uvale, područje uz kanal i najsjeverniji dio obale čine zajednice morske obale na čvrstoj podlozi pod utjecajem čovjeka (F.5.1.2.) čiji je udio oko 0,29 ha. Na sjeveroistočnoj strani uvale iznad zajednica halofita nalaze se tršćaci koji zauzimaju površinu od 0,34 ha.

Analiza staništa u infralitoralu pokazala je da 82% istraženog područja prekriveno morskim cvjetnicama. Najveću površinu (12,1 hektara) zauzima asocijacija s čvorastom morskom resom (*C. nodosa*) (G.3.2.2.1.) iza koje slijedi asocijacija s patuljastom svilinom (*N. noltei*) (G.3.2.3.5.) (3,4 ha). U jednom dijelu dolazi do miješanja navedenih asocijacija te je zabilježena miješana biocenoza vrsta *C. nodosa* i *N. noltei* koja se prostire na otprilike 3,19 ha.

Asocijacija s vrstom *N. noltei* prevladava uz istočnu obalu zaljeva, na mjestu najplićeg mora i najintenzivnijeg utjecaja slatkih voda, te postepeno na dubini od otprilike 50 cm pa dalje u dubinu prelazi u asocijaciju s vrstom *C. nodosa* (prema zapadnoj strani uvale). Na rubovima livada morskih cvjetnica prevladava biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala (G.3.2.3.) koja s 2,38 ha čini oko 10% površine bentosa. Ova se biocenoza nalazi i u brazdama koje su od 30 cm do metra dublje u odnosu na okolna područja i protežu se od jugoistočne obale prema zapadu. Pleter rizoma morskih cvjetnica u uvali Molindrio je dobro razvijen što ukazuje da su na tom



području uspostavljeni optimalni ekološki uvjeti za rast navedenih morskih cvjetnica. Za razliku od ostalih obalnih lokacija na području Grada Poreča, u uvali Molindrio nije zabilježena asocijacija s invazivnim algama roda *Caulerpa*. U spomenutim brazdama zabilježeno je izraženije strujanje mora čime je uzrokovana blaga erozija podloge u vrijeme oseke kada je najizraženije prisustvo bočatih voda koje nastaju miješanjem morskih i slatkih voda iz potoka Molindrio i vrulja. Na čvrstim podlogama infralitorala zabilježena je biocenoza infralitoralnih algi (G. 3.6.1.) koja zauzima oko 1% bentosa uvale sa 0,26 ha.

Na području uvale Molindrio utvrđena su sljedeća staništa morske obale:

- Kanali s povremenim protokom (A.2.4.2.);
- Tršćaci obične trske (A.4.1.1.1.);
- Površine slanih, plitkih i muljevitih močvara pod halofitima (F.1.1.)
- Slanjača, caklenjača i sodnjača (F. 1.1.1.)
- Sredozemne sitine visokih sitina (F. 1.1.2.)
- Sredozemne grmaste slanjače (F. 1.1.3.)
- Supralitoralni šljunci i kamenje (F.3.1.)
- Biocenoza plaža sa sporusušećim nakupinama ostataka morske vegetacije na šljuncima (F. 3.2.1.)
- Supralitoralni pijesci (F.2.1.)
- Facijes brzосуšećih ostataka morske vegetacije (F.2.1.1.3.)
- Površine stjenovitih obala pod halofitima (F.4.2.1.) i
- Izgrađene i konstruirane obale (F.5.1.2.1.).

U istočnom dijelu uvale nalazi se kanal s povremenim protokom. Na izlaznom dijelu kanala, obala je dijelom pjeskovita i muljevita, te sastoji se od naslaga terigenog mulja, pijeska i zemlje s obližnjih travnatih površina. Sjevernije od kanala, uz obalu se nalazi razvijena makrofitna vegetacija - tršćak koju sačinjava obična trska (*P. australis*), ali i brojne druge samonikle mediteranske biljke kao npr. primorski oman (*Limbarda crithmoides* L. Dumort.), grm (*Arthrocnemum* sp.), ljepljivi oman (*Dittrichia viscosa* Greuter) koje u obalnom pojasu ostvaruju bitne biološke i ekološke funkcije (produktivno stanište gdje se skrivaju i hrane brojni kopneni i amfibijski organizmi, smanjuju eroziju obale i sl.) i dodatno upotpunjuju krajobraz. Na ovom području njihova je bitna ekološka uloga pružanje odgovarajućih bioloških usluga zajednici ptica koja je

obzirom na svoju raznolikost i utvrđenu biomasu značajna. Prema prilogu II Pravilnika o popisu stanišnih tipova i karti staništa, tršćaci uz morsku obalu predstavljaju ugrožen i/ili rijedak stanišni tip značajan za Republiku Hrvatsku i Europsku Uniju. Ujedno oni predstavljaju staništa mediteranskih amfibijskih zajednica (NATURA 2000 kod 3130) i kategorizirani su kao stanište s brojnim ugroženim vrstama. Uz tršćake, te na dijelovima morske obale koja se nalazi bliže kanalu s povremenim protokom, fragmentirano su razvijene zajednice slanih, plitkih i muljevitih močvara pod halofitima, među kojima i sukulentnom vrstom roda *Salicornia sp.* One predstavljaju halofite koji se nalaze na popisu Bernske konvencije, obvezujućeg pravnog dokumenta kojega je i Republika Hrvatska potpisnik i čiji su glavni ciljevi očuvanje divljih životinja i biljaka i njihovih prirodnih staništa.

Pritok slatke vode preko kanala s povremenim protokom osigurava razvoj i opstanak tršćaka. Mjerenja saliniteta u obližnjem moru kraj tršćaka zabilježila su najmanje vrijednosti što ukazuju na prisutnost i utjecaj podzemnih voda. Prisutnost tršćaka i halofitne vegetacije na muljevitoj podlozi utjecala je i na prisutnost avifaune koja je pri terenskom radu bila vrlo brojčano zastupljena. Pri tom su detektirane sljedeće vrste: vodomar (*A. attis*) s dvije jedinke, divlja patka (*Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758) s oko 50 jedinki, bijela čaplja (*Ardea alba* Linnaeus, 1758) s 15 jedinki, siva čaplja (*Ardea cinerea* Linnaeus, 1758) s pet jedinki i vranac (*P. aristotelis desmarestii*) s više od 50 jedinki.

Ostali dio priobalja sačinjava stjenovita obala, djelomično šljunkovita s tim da su sjeverni i južni (tj. jugozapadni) dio uvale većim dijelom betonirani s pristupnom infrastrukturom za olakšan pristup moru. Vegetacija je ondje u blizini uglavnom parkovna, međutim na prijelazu prema adlitoralu uz rubove betoniranih prijevoja i travnatih terasa utvrđeni su motar (*C. maritimum*), trputac (*Plantago maritima* Linnaeus) i primorski oman (*L. chritmoides*), koja ima bitnu ulogu u osiguravanju hrane nektivornim kukcima tijekom početka jeseni. Južniji dio obale, na pravcu od ski lifta pa prema izvodu kanala sastoji se od grubljeg šljunka i većih razasutih kamenja, vjerojatno kao posljedica nadohrane plaže. Uobičajena supralitoralna fauna prisutna je na ovom komadu obale, međutim brojčana zastupljenost jedinki bila je mala što je i uobičajena pojava na takvim antropogeniziranim staništima koja su izložena morskim mijenama i hidrodinamici mora.

Na uskim pojasevima obalnih šljunaka koji su fragmentirano prisutni na sjevernoj i dijelu sjeveroistočne strane uvale vidljiv je pojas brzосуšeće vegetacije koja se sastojala ponajviše od fragmenata listova dviju zabilježenih vrsta morskih cvjetnica na tom području. Značajni udio brzосуšeće vegetacije nakuplja se duž šljunčanih plaža uglavnom na predjelu obale gdje se nalaze objekti koji su i/ili služe za potrebe održavanja lokalnih brodica, a na čijem se podnožju nakuplja biološki materijal.

Supralitoralno kamenje također je fragmentirano i zabilježeno je sa sjeveroistočne strane uvale. Od faune na tom staništu zabilježene su tipične supralitoralne vrste za Jadran (puž *Melanarphe neritoides* Linnaeus, 1758) i rakovi; *Microeuraphya depressa* (Poli, 1791) i *L. italica*. Supralitoral je pojas vlažen samo prskanjem valova, pa njime vladaju ekstremni ekološki uvjeti i zato mu je obilježje mala biološka raznolikost. Biocenozi supralitoralnih stijena karakteriziraju ekstremni ekološki uvjeti (nedostatak vlage, jaka kolebanja temperature i saliniteta, udaranje valova) pa je u njoj biološka raznolikost vrsta malena. Gornji, bijeli pojas stijena, uglavnom je bez vegetacije ili s rijetkim halofitima, i oštro je odijeljen od dobro razvijene kopnene vegetacije, te pripada kopnenoj zajednici morske obale.

Na području uvale Molindio utvrđena su sljedeća staništa mediolitorala i infralitorala:

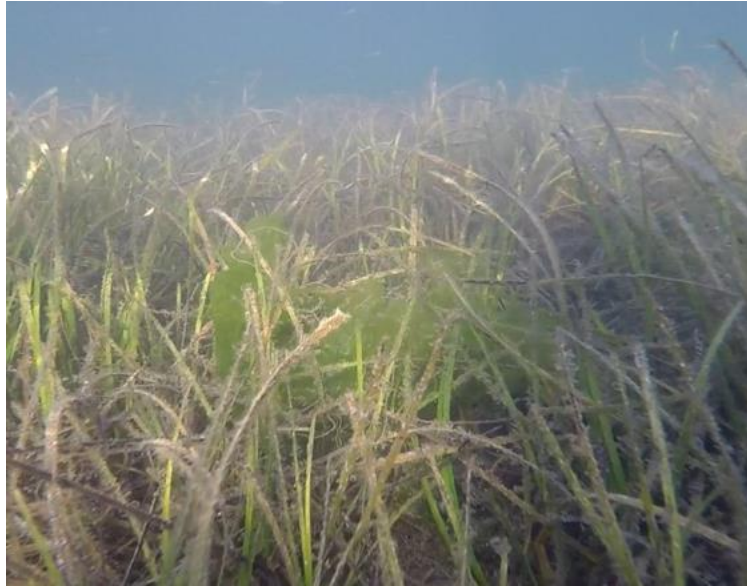
- Biocenoza gornjih stijena mediolitorala (G.2.4.1.);
- Biocenoza donjih stijena mediolitorala (G.2.4.2.);
- Biocenoza mediolitoralnih muljevitih pijesaka i muljeva (G.2.1.1.);
- Asocijacija s vrstom *C. nodosa* (G.3.2.2.1.);
- Asocijacija s vrstom *N. noltei* (G.3.2.3.5.);
- Biocenoza infralitoralnih algi (G.3.6.1.) i
- Biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala (G.3.2.3.).

Ispod supralitoralne stepenice nalazi se mediolitoral odnosno pojas plime i oseke u kojemu su ekološki uvjeti za organizme nešto povoljniji, pa je biološka raznolikost ondje veća. U mediolitoralu tako obitavaju oni organizmi koji mogu podnijeti povremeno izbivanje iz mora. Na ovom području značajna je biocenoza mediolitoralnih muljevitih pijesaka i muljeva, odnosno pomične podloge koja je prisutna uz izvodni kanal i proteže se uz istočnu stranu uvale ka sjeveru u duljini od oko 700 metara. Ova biocenoza ima obilježja estuarija čiji je NATURA 2000 kod 1130 i nalaze se u Dodatku

I Bernske konvencije kao ugroženi stanišni tip za koji je potrebno provoditi posebne mjere zaštite (X01 kod prema EUNIS klasifikaciji). Ujedno, ta biocenoza uključena je u Pravilnika o popisu stanišnih tipova i karti staništa, kao stanište značajno za EU i nalazi se u sklopu stanišnog tipa zavedenog pod kodom 1160 (velike plitke uvale i zaljevi).

Biocenoza gornjih stijena mediolitorala izložena je sušenju i bojom je nešto svjetlija nego biocenoza donjih stijena mediolitorala. Njome dominiraju litofitske cijanobakterije (većinom endolitske, daju stijenama maslinastosmeđu boju), priljepci (puževi roda *Patella*) koji se hrane cijanobakterijama i algama te ciripedni račići vrsta *C. stellatus* i *C. montagui*. Od tipičnih vrsta donjih stijena mediolitorala zabilježeni su ogrc (*O. turbinatus*), priljepci (*Patella sp.*) i rakovi (*Balanus sp.*), moruzgva (*Actinia cari* Delle Chiaje, 1822), staklena moruzgva (*A. mutabilis*), te nekoliko jedinki vrste smeđe vlasulje (*Anemonia sulcata* Pennant, 1777). U istom pojasu, na području ski lifta i lučkoj infrastrukturi na sjeveru uvale utvrđene su brojne jedinice invazivne japanske kamenice (*M. gigas*).

U infralitoralnoj općenito dominira bentos prekriven čvorastom morskom resom (*C. nodosa*). Isto je prikazano na Slici 37. Ona se razvija na udaljenosti od otprilike samo jedan do dva metara od obalne linije na južnoj strani, te na udaljenosti od otprilike 100 metara na sjeveroistočnoj strani uvale. Na sjevernoj strani, prisutna je od same obale gdje se nalaze molovi pontoni za prihvat plovila. Dio betonskih blokova koji služe za osiguranje plovila postavljen je na livadu čvoraste morske rese (*C. nodosa*), a moguće je i da se ta morska cvjetnica naselila oko blokova. U enklavama biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala koje se nalaze u sklopu asocijacije s *C. nodosa* zamijećeno je stanište kamotočca (*Pholas dactylus* Linnaeus, 1758) koji je Zakonom zaštićen („Narodne novine“, broj 73/2016) i ujedno je kao vrsta naveden u Prilogu II Protokola o posebno zaštićenim područjima i biološkoj raznolikosti u Sredozemlju Konvencije o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja (Barcelonska konvencija).



Slika 37. Vrsta *C. nodosa* u uvali Molindrio

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

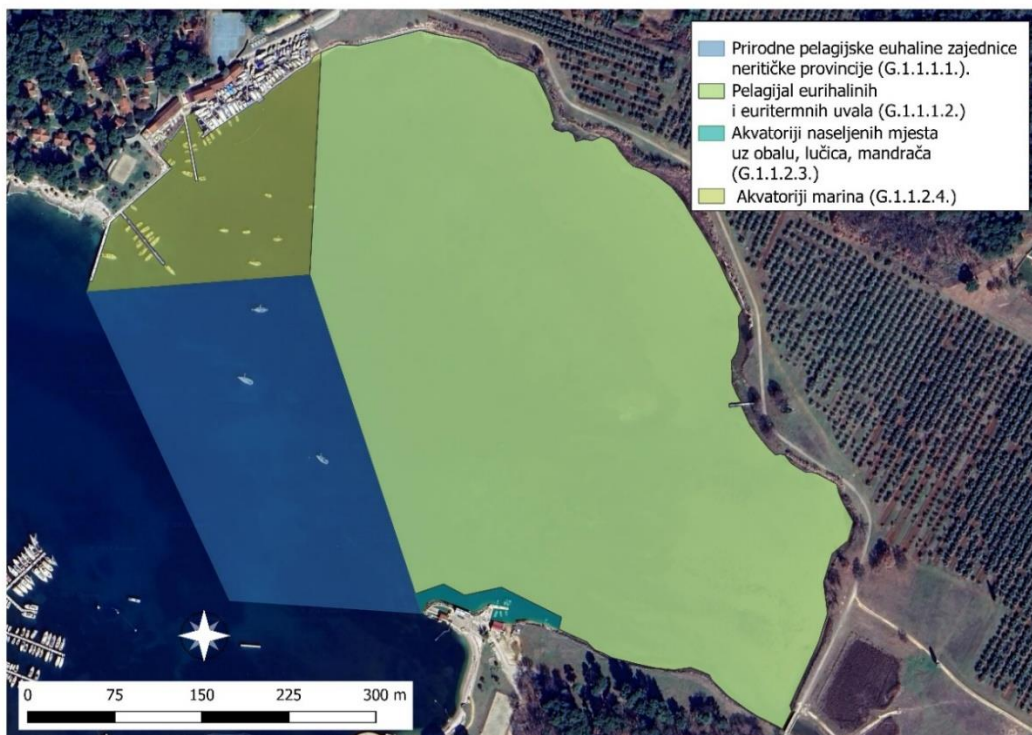
U plitkom infralitoralu sjeverozapadne strane, te prema istoku uvale gdje je zabilježen niži salinitet razvijena je asocijacija s patuljastom svilinom (*N. noltei*) koja je prisutna od donje granice mediolitorala gdje je djelomično izložena zraku pa do dubine od oko 40 cm, s tim da se većim dijelom naročito u gornjem srednjem dijelu uvale miješa s vrstom *C. nodosa* i tako stvara stanište miješanih asocijacija dviju morskih cvjetnica. U tom staništu zamijećena je značajna abundancija rakova (kozica) roda *Hyppolite* koji predstavljaju važnu kariku u hranidbenom lancu. U asocijaciji s vrstom *N. noltei* zabilježene su jedinke zakonom zaštićene i ugrožene ribe *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) koja je kao i kamotočac navedena u Prilogu II Barcelonske konvencije. Na cijelom području uvale Molindrio zabilježene su brojne ljuštore uginule plemenite periske (*P. nobilis*), kao posljedica infestacije patogenima (bakterije i paraziti). Značajan dio ljuštura još se uvijek nije mineralizirao. Obzirom na trenutno stanje te vrste (kritično ugrožena) i vrlo mali broj trenutno živih jedinki u cijelom Sredozemnom moru, nalaz jedne juvenilne žive jedinice u miješanoj asocijaciji vrsta *C. nodosa* i *N. noltei* ukazuje na vrijednost uvale Molindrio kao potencijalno važnog staništa za opstanak plemenite periske.

Biocenoza infralitoralnih algi općenito je slabo razvijena budući da uvalom dominiraju morske cvjetnice i s obzirom na manji udio hridinaste obale u infralitoralu.

Najveća raznolikost i brojnost algi utvrđena je na uskom priobalnom pojasu, na infralitoralnom kamenju i obalnoj infrastrukturi marine na sjevernoj strani uvale gdje pretežito prevladavaju scijafilne vrste (*F. petiolata*) i *Halimeda tuna* (J.Ellis i Solander, J.V.Lamouroux, 1816).

Na području uvale Molindrio utvrđena su sljedeća morska staništa pelagijala, ujedno prikazana na Slici 38.:

- Akvatorij naseljenih mjesta uz obalu, lučica, mandrača (G.1.1.2.1.);
- Akvatoriji marina (G.1.1.2.4.)
- Prirodne pelagijske euhaline zajednice neritičke provincije (G.1.1.1.1.).
- Pelagijal estuarija (G.1.1.1.2.)



Slika 38. Karta pelagičkih staništa uvale Molindrio

(Izvor: Paliaga i sur., 2021)

Najveći dio pelagijala pripada eurihalnim i euritermin vodama i obuhvaća skoro cijeli istočno područje uvale i prostire se na površini od 16,7 ha. Druga po veličini je prirodna pelagijska euhalina zajednice neritičke provincije (G.1.1.1.1.) na zapadnoj strani uvale s površinom od 5 ha. Ostala dva područja pelagijala zahvaćaju

antropogena staništa koja uključuju akvatorij marine (G.1.1.2.4.) (2,3 ha) na sjeverozapadu i akvatorij naseljenih mjesta uz obalu, lučica i mandrača (G.1.1.2.1.) (0,18 ha) na jugu.

Uvala Molindrio sastavni je dio NATURA 2000 područja od osobitog značaja za ptice (POP) zbog svoje važnosti kao važnog koridora za migracije ptica i njihovo gniježđenje. NATURA kod navedenog područja je HR1000032, a naziv Zapadna obala Istre. Prema dostupnim informacijama za ovo područje iz standardne forme podataka za NATURA 2000 (www.bioportal), na listi vrsta ptica prioriternih za zaštitu sukladno članku 4. Direktive 2009/147/EC i dodatku II Direktive 92/43/EEC nalaze se: *A. attis*, *G. arctica*, *G. stellata*, *P. aristotelis desmarestii*, *S. hirundo* i *S. sandvicensis*. Status zaštite tog područja u dobrom je stanju, međutim informacije i ekološki podaci o navedenim piscivornim vrstama ptica prilično su oskudni, te se u najvećoj mjeri oslanjaju tek na grubu procjenu. Prijetnje, pritisci i aktivnosti koje mogu negativno utjecati na područje izlistane su u standardnom NATURA 2000 obrascu među kojima su nautički sportovi istaknuti kao značajni (visoki), dok je za ostale utvrđen srednji intenzitet utjecaja.

U uvali Molindrio prisutne su sljedeće strogo zaštićene vrste organizama: dvije vrste morskih cvijetnica *C. nodosa* i *N. noltei*, školjkaš „kamotočac“ (*P. dactylus*), riba „obrvan“ (*A. fasciatus*) i jedna jedinka plemenite periske (*P. nobilis*). Navedene vrste zaštićene su nacionalnim zakonskim propisom.

## 6. RASPRAVA

Usporedbom rezultata dviju proučavanih uvala mogu se zamijetiti određene sličnosti, ali i razlike u topografiji dna i u biocenozama koje su prisutne na tim područjima. Usporedbom rezultata istraživanja primjećuje se da su područja specifična i jedinstvena svako na svoji način, te da dijele neke zajedničke točke. Oba lokaliteta su pod direktnim utjecajem dotoka slatke vode sa kopna, u slučaju uvale Molindrio radi se o potoku i o vrulji, dok se kod lokaliteta Dajla-Belveder može primijetiti dotok slatke vode oborinskog porijekla koja se slijeva kroz kanal u uvalu, ali i utjecaj podzemnih voda. Iako oba lokaliteta osjete utjecaj rijeke Po, poput ostalih lokacija sjeverozapadne Istarske obale, potrebno je napomenuti da se u blizini lokacije Dajla-Belveder u more ulijeva najduža istarska rijeka Mirna.

Prosječan salinitet u uvali Dajla-Belveder iznosio je  $35,27 \pm 1,39$  dok su prosječna očitavanja vrijednosti saliniteta u uvali Molindrio iznosila  $33,51 \pm 5,84$ . Iz tog podatka se vidi da je uvala Molindrio pod većim utjecaju slatkih voda i da ima veće oscilacije saliniteta u svom akvatoriju. Pad saliniteta u jugoistočnom djelu uvale Dajla-Belveder ukazuje na određeni dovod slatkih voda uz samu obalu putem kanala s povremenim protokom koji se nalazi u zaleđu plaže, čija količina direktno ovisi o količini padalina. Budući da je prvo uzorkovanje izvršeno tijekom dugotrajnog sušnog perioda u ljeti, lokalno smanjenje saliniteta oko postaje 6 ukazuje da je unos slatkih voda ipak relativno konstantan. Prisutnost umjereno zaslađenih voda u istočnom i jugoistočnom djelu uvale povezan je i s tipom morskih cvjetnica (*Nanozostera noltei* Hornemann, Tomlinson i Posluszny, 2001) koja dominira na toj lokaciji, te koja dobro uspijeva u plitkoj vodi sniženog saliniteta (Turk i sur., 2011). Vertikalni profil saliniteta vanjske postaje uvale Dajla-Belveder pokazuje razliku između površinskog i dubljeg sloja vode, zbog kombiniranog utjecaja donosa slatke vode od strane rijeke Mirne i rijeke Po koja utječe na salinitet cijelog bazena. Salinitet pridnenog sloja vode bio je viši od dugoročnih raspona zbog neuobičajene intenzivnog ulaska slanih voda lonskog porijekla koje su tijekom 2021. godine povećale salinitet srednjih i dubljih slojeva čitavog Jadrana (Mihanović i sur., 2021).



Srednja vrijednost postotka zasićenosti kisikom u uvali Molindrio iznosila je  $84,45 \pm 10,6\%$ , dok su vrijednosti u uvali Dajla-Belveder bile veće ( $94,4\% \pm 12,5\%$ ). Koncentracija kisika u moru ovisi o aeraciji vodenog stupca, o temperaturi, salinitetu, o prisutnosti otopljene i partikulatne organske tvari, o respiraciji organizama, o morskim strujama i o intenzitetu primarne proizvodnje (odnosno o biomasi organizama koje vrše primarnu produkciju). Pretpostavlja se da je uvala Molindrio zbog veće otvorenosti i komunikacije s otvorenim morem imala veću prosječnu saturaciju kisikom. Koncentracija kisika u moru ovisi o aeraciji vodenog stupca, temperaturi, salinitetu, prisutnosti otopljene i partikulatne organske tvari, respiraciji organizama, morskim strujama i o intenzitetu primarne proizvodnje (Paliaga i sur., 2021). Uvala Dajla-Belveder jako je plitka i dobro povezana okolnim morem što omogućava efikasnu difuziju atmosferskog kisika u cijelom vodenom stupcu i donos aeriranih voda morskim strujama. Značajna je i prisutnost morskih cvjetnica, njihovih epifitskih algi i fotofilnih algi, koje pokrivaju većinu bentosa uvale tijekom dana, procesom fotosinteze, može se značajno obogatiti vodeni stupac kisikom (Paliaga i sur., 2021), koji na nekim mjestima premašuje 100% saturaciju kao što je vidljivo u južnom i zapadnom djelu. Na sjeveroistočnoj strani uvale, primijećen je pad zasićenosti kisikom kao posljedica slabije pokrivenosti bentosa cvjetnicama te zbog unosa organskog materijala (fekalija) koji može opteretiti sustav i olakšati pojavu hipoksija i anoksija (Paliaga i sur., 2021). No i najniže vrijednosti od 75,2% u pridnenom sloju bile su znatno veće u odnosu na hipoksične razine (1-30%) koje su problematične za mnoge vrste morskih organizama (Diaz, 2001). Međutim, zbog termičke i haline stratifikacije, ovo bi područje potencijalno moglo biti izloženo periodičkim hipoksijama pogotovo u godinama kada dolazi do pojave cvjetanja mora.

Smanjenje zasićenja kisikom voda iz vrulja u uvali Molindrio očekivane su s obzirom da se radi o podzemnim vodama u kojima se ne odvija fotosinteza i u kojima prevladavaju procesi razgradnje organske tvari i bakterijske respiracije koji troše dostupni kisik. Uz to, područje kanala imalo je također relativno niske vrijednosti zasićenja kisikom, najvjerojatnije zbog jasno vidljivih eutrofnih uvjeta koji karakteriziraju njegove vode. Usporedbom izmjerenih vrijednosti i referentnih dugoročnih podataka vidljivo je da je saturacija kisikom akvatorija uvale Molindrio malo niža u odnosu na otvoreno more. Međutim, izmjereni postotci saturacije bili su znatno

iznad razina koje se smatraju problematičnim za aerobne morske organizme (30% za hipoksiju i 0% za anoksiju).

Vrijednosti pH u uvali Dajla-Belveder bile su u skladu s uobičajenim razinama za Jadransko more ( $8,2 \pm 0,1$ ), blago u lužnatom području zbog suviška otopljenih aniona kojeg čini uglavnom bikarbonatni i karbonatni ioni (IZOR Split, 2012). Najveći utjecaj na pH u moru imaju procesi proizvodnje i razgradnje organske tvari prilikom kojih se u morskom ekosustavu ugljikov dioksid uklanja tijekom procesa fotosinteze ili proizvodi tijekom procesa respiracije. Uz te procese, pojačana razgradnja organskog materijala u pridnenom sloju mora može dovesti do smanjenja pH ispod 8 (Paliaga i sur., 2021). Poveće količine makrofita (morske cvjetnice i alge) koje pokrivaju većinu morskog dna uvale Dajla-Belveder, pogotovo u njezinom vanjskom djelu svakako, utječu na povećanje pH vrijednosti u vodenom stupcu. Fotosintetska aktivnost makrofita troši otopljeni ugljikov dioksid i na taj način smanjuje kiselost mora, odnosno povećava pH morske vode (Hendriks i sur., 2014). Prema literaturnim podacima prisutnost morskih cvjetnica u plićem dijelu priobalja može povećati pH između 0,06 i 0,24 jedinica u ljetnom periodu (Paliaga i sur., 2021). Osim primarne proizvodnje i respiracije, na konačnu razinu pH vodenog stupca utječe i dotok otpadnih voda, podzemnih i oborinskih voda. Taj efekt je međutim blag i lokalnog karaktera zbog puferskog karbonatnog sustava morske vode.

Bakterija *E. coli* prirodno se zadržavaju u probavnom sustavu ljudi i toplokrvnih životinja, te se koriste kao klasični indikatori fekalne kontaminacije okoliša, koji ukazuju na prisustvo vrlo recentnog fekalnog otpadnog materijala. Koncentracije bakterije *E. coli* u cijeloj uvali Molindrio bile su izuzetno male, odnosno u oba uzorkovanja na svim postajama prosjek koncentracija bio je  $2,5 \pm 2,1$  BIK/100 ml. Maksimalne količine *E. coli* u uvali Molindrio zamijećene su na sjevernoj strani uvale kod postaje M11 i iznosile su 13 BIK/100 ml. U oba uzorkovanja vode vrulje su imale vrlo niske koncentracije *E. coli* što upućuje na to da podzemne vode nisu kontaminirane ispuštanjem fekalnog materijala ljudskog ili životinjskog porijekla. Zaključeno je da je povećanje koncentracije *E. coli* kod kanala rezultat ispiranja tla okolnih poljoprivrednih površina, a djelomično su zaslužne i bočate vode koje olakšavaju preživljavanje fekalnih bakterija. Na lokalitetu Dajla-Belveder raspon koncentracija *E. coli* išao je od minimalnih razina ispod mogućnosti detekcije u zapadnom vanjskom djelu uvale na postaji 18 i uz južnu obalu na postajama 3, 5 i 6 sve do jako visokih vrijednosti od 1150

BIK/100 ml kod postaje 10. Blago povećanje koncentracija bakterija *E. coli* zabilježeno je i na drugim postajama sjeveroistočnog područja uvala. Takvi rezultati mjerenja pokazuju nam da je u uvali došlo do kratkotrajnog onečišćenja, te su se u toku drugog uzorkovanja koncentracije *E. coli* snizile u cijeloj uvali, sa minimumima orijentiranima ka zapadu i uz južnu obalu. Prema navedenim standardima na svim postajama kvaliteta mora definirana je i utvrđena kao izvrsna budući da razine nisu prelazile zadanu graničnu vrijednost od 500 BIK/100 ml što pokazuje da obje istraživane lokacije imaju izrazito dobru kvalitetu vode s obzirom na indikator fekalnog onečišćenja (bakteriju *E.coli*).

Prema graničnim vrijednostima koje su navedene u tablici 2. iz priloga 1., Uredbe o kakvoći voda za kupanje (NN 51/2014) koja definira standarde za ocjenjivanje kakvoće voda, nakon pojedinačnog ispitivanja može se ustanoviti da su razine izmjerene dana 20.08.2021. na postaji 10 uvala Dajla-Belveder prelazile granicu od 1000 BIK/100 ml, te da je njihova kvaliteta bila neprihvatljiva, te da je došlo do kratkotrajnog onečišćenja. Prema navedenim standardima na svim ostalim postajama kvaliteta mora klasificirana je kao izvrsna budući da razine nisu prelazile graničnu vrijednost od 500 BIK/100 ml. Relativno visoke koncentracije *E. coli* izmjerene kod postaje 10 tijekom prvog uzorkovanja i bile su usporedive s onima izmjerenim na području grada Rovinj-Rovigno 2016. godine kod ispusta Bolničkog naselja putem kojeg su se u more unosile netretirane kanalizacijske otpadne vode dvjestotinjak stambenih zgrada. Također, more u Medulinskoj luci pokazalo je slične koncentracije *E. coli* tijekom ljeta. Stoga, pretpostavka je da sličan broj stambenih objekata iz Karigadora povremeno gravitira svojim fekalnim vodama na Uvalu Dajla-Belveder. Takvo ispuštanje u površinskom sloju mora, iako epizodnog karaktera, trebalo bi izbjegavati radi očuvanja primjerene sanitarne kvalitete mora za kupanje i rekreaciju. Izuzetno niske koncentracije *E. coli* kod postaje 6, gdje se ulijevaju slatke vode u uvalu pokazuju nam da taj unos nema tragove fekalnog zagađenja. Na vanjskoj postaji fekalna indikatorska bakterija *E. coli* nije zabilježena u vodenom stupcu. Stoga prema tom parametru sanitarna kvaliteta mora na toj lokaciji je klasificirana kao izvrsna.

Iako su geomorfološke osobine analiziranih uvala relativno bliske, antropogeni pritisci koji djeluju na njih pokazuju određene razlike. U uvali Molindrio veći dio obale ima prirodne karakteristike s izuzetkom *ski lifta* te privezište za brodove lokalnog stanovništva na jugu i mala marina ma samom sjeveru, dok se kod uvale Dajla-Belveder mogu zamijetiti znatno veći izgrađeni molovi za domaće stanovništvo, za potrebe ribarskih djelatnosti iskrcaja ribe. Uz to u uvali Dajla, brojne su kuće smještene uz samu obalu koja je često betonirana. U objema istraživanim uvalama postoji direktan utjecaj manjih bujičnih (povremenih) potoka, što je puno značajnije u uvali Molindrio jer istoimeni potok se slijeva u spomenutoj uvali te stvara hidrološki režim i uvjete (biološke i ekološke) koji se mogu usporediti sa estuarijskim područjima i, čini uvalu Molindrio veoma zanimljivim dijelom ekološke mreže Natura 2000.

Supralitoral je pojas vlažen samo prskanjem valova, pa njime vladaju ekstremni ekološki uvjeti, te mu je zbog toga obilježje mala biološka raznolikost. Biocenuzi supralitoralnih stijena karakteriziraju ekstremni ekološki uvjeti (nedostatak vlage, jaka kolebanja temperature i saliniteta, udaranje valova) pa je u njoj biološka raznolikost vrsta malena. Na području supralitorala uvale Dajla-Belveder, uz tršćak gdje se nalaze nakupine sporusušećeg biljnog materijala zabilježeni su detritofagni amfipodni račići (*Talitrus saltator* Montagu, 1808). Gornji, bijeli pojas stijena, uglavnom bez vegetacije ili s rijetkim halofitima, oštro je odijeljen od dobro razvijene kopnene vegetacije i pripada kopnenoj zajednici morske obale. Taj je pojas rijetko izložen prskanju valova, no dovoljno da spriječi razvoj kopnenih biljaka koje ne podnose zaslanjivanje. Biocenuza supralitoralnih stijena, u kojoj žive morski organizmi odnosno organizmi ovisni o moru, u donjem je dijelu toga bijelog pojasa i svojstvene su joj prvenstveno epilitske cijanobakterije (tamniji pojas uglavnom smeđe-crne boje).

Na oba lokaliteta pronađeni su slični stanišni tipovi, kao što su kanali s povremenim protokom, tršćaci, stjenovite obale pod halofitima, izgrađene obale te određene vrste algi. Također, na oba su područja prisutne asocijacije s određenim morskim cvjetnicama, kao što su livade vrsta *C. nodosa* i *N. noltei*. Međutim, postoje i neke specifičnosti staništa i njihovih detalja koji se razlikuju između dvaju lokaliteta. Neke vrste mogu se pronaći u obje uvale, dok se s druge strane zajednice vrsta također donekle i razlikuju, što pridonosi individualnosti i jedinstvenosti svakoga od ovih dvaju područja. Na lokalitetu Molindrio nađene su dvije značajne zaštićene vrste, a jedna od njih je plemenita periska *P. nobilis*. Plemenite periske doživjele su masovni

pomor od kojega još uvijek nema značajnijeg napretka za ovu vrstu, što ovo otkriće čini iznimno značajnim. Plemenita periska na popisu vrsta Dodatka IV Direktive 92/43/EEZ o zaštiti prirodnih staništa i divljih biljnih i životinjskih vrsta (Direktive o staništima), stoga je njena stroga zaštita i očuvanje populacija u povoljnom stanju obveza svih država članica Europske unije (EU). Također, vrsta je navedena u Dodatku II Protokola o posebno zaštićenim područjima i biološkoj raznolikosti u Sredozemlju – Konvencije o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćavanja (Barcelonska konvencija). Očuvanost i budućnost ovog mediteranskog endemskog školjkaša, kako u Jadranu, tako i u cijelom Mediteranu je nesigurna. Međunarodna unija za očuvanje prirode (IUCN) je u listopadu 2019. godine plemenitu perisku svrstala u kategoriju „kritično ugroženih vrsta“ (CR). Utvrđena je još jedna strogo zaštićena vrsta školjkaša, kamotočac (bijelči prstac) *P. dactylus*. Bijeli prstac srodnik je vrste *Lithophaga lithophaga* (Linnaeus, 1758) koja se je desetljećima izlovljavala (i na ilegalne načine).

Rasprostranjenost morskih cvjetnica na oba lokaliteta veoma je značajna, s obzirom na njihovu vrijednost s biološkog aspekta te je zbog toga važno da se planirane intervencije na tim područjima izvedu u što manjem obimu, posebno posvećujući pažnju očuvanju staništa. Moderan trend urbanizacije, turizma, i gradnje na i uz more predstavlja rizik za biocenoze koje su u istom području smještene, zbog čega je praćenje (monitoring) od krucijalne važnosti za očuvanje istih, ali i za očuvanje kakvoće mora u općenito. U svakom slučaju moderne tehnologije praćenja, mapiranja i kartiranja, te same obrade podataka uvelike olakšavaju istraživanja.

Važnu ulogu u očuvanju staništa ima ekološka mreža NATURA 2000, koja se često poistovjećuje sa zaštićenim područjima u kojima su ljudske djelatnosti značajno ograničene ili čak isključene radi očuvanja biološke raznolikosti, no ona počiva na drugim postavkama. Cilj upravljanja je održati i/ili poboljšati povoljno stanje očuvanosti ciljnih vrsta i staništa određenog područja. Često je to moguće postići bez propisivanja bitnih ograničenja, kroz provođenje mjera očuvanja od strane ljudi koji u suživotu s prirodom dijele svoj životni prostor s ugroženim vrstama i staništima. Mreža pridonosi općem cilju održivog razvoja – osmišljena da potiče očuvanje bioraznolikosti, uzimajući u obzir znanstvene, ekonomske, socijalne, kulturalne i regionalne potrebe, pa njena svrha nije kreiranje prirodnih utočišta u kojima će biti isključene sve ljudske aktivnosti, već dapače, očuvanje bioraznolikosti na određenim lokacijama može zahtijevati održavanje ili čak poticanje ljudskih aktivnosti. Ipak, ljudske aktivnosti

moraju ostati kompatibilne s ciljevima očuvanja prirode na područjima ekološke mreže pa se za svaki plan, program i zahvat koji se izvodi unutar ekološke mreže (osim u izgrađenom dijelu građevinskog područja) mora provesti postupak ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu.

Također, neophodno je spomenuti direktive Europske unije koje postavljaju smjernice za praćenje invazivnih vrsta. U tom kontekstu, a s ciljem očuvanja bioraznolikosti i ekosustava unutar Europske unije, 22. listopada 2014. donesena je Uredba (EU) br. 1143/2014, od strane Europskog parlamenta i Vijeća. Navedena Uredba postavlja smjernice za prevenciju, smanjenje i ublažavanje negativnog utjecaja invazivnih stranih vrsta. Ovom se regulativom propisuju konkretne mjere za njihovo suzbijanje, naglašava se važnost regionalne suradnje te se ističe hitnost poduzimanja raznih mjera radi očuvanja bioraznolikosti. Važnost monitoringa ogleda se u obvezi država članica za praćenjem i redovnom kontrolom invazivnih vrsta, s ciljem smanjenja utjecaja ovih vrsta na okoliš. Za kršenje propisa predviđene su sankcije za države članice (EUR-Lex, 2014). Važno je spomenuti i Uredbu Komisije (EU) 2016/1141, donesenu 13. srpnja 2016., koja sadrži popis invazivnih stranih vrsta koje izazivaju zabrinutost u Europskoj uniji. Na spomenutom se popisu nalaze neke od sljedećih vrsta: *Baccharis halimifolia* (Linnaeus, 1753), kambomba (*Cabomba caroliniana* A. Gray, 1997), kućna vrana (*Corvus splendens* Viellot, 1817), vodeni zumbul (*Eichhornia crassipes* Martius, Solms), šapika (*Heracleum sosnowskyi* Mandenova), barska nutrija (*M. coypus*), siva vjeverica (*Sciurus carolinensis* Gmelin, 1788) i druge. Europska komisija zaključila je da navedene vrste zadovoljavaju kriterije utvrđene u članku 4. stavku 3. Uredbe (EU) br. 1143/2014. Osim liste, Uredba ističe ključnu važnost praćenja stanja morskih biocenoza i vrsta kako bi se suzbilo širenje invazivnih vrsta. Ove mjere imaju cilj očuvanja biološke raznolikosti u morskim ekosustavima Europske unije (EUR-Lex, 2016).

## 7. ZAKLJUČAK

Usporedbom rezultata kartiranja dviju proučavanih uvala utvrđene su sličnosti i razlike u topografiji dna i u biocenoza zatečenim na tim područjima. Uvidjelo se da su oba lokaliteta pod direktnim utjecajem doticaja slatke vode s kopna. U uvali Molindrio prisutan je potok, ali i vrulje (izvor slatke vode u moru), dok se kod lokaliteta Dajla-Belveder može primijetiti dotok slatke vode oborinskog porijekla koja se slijeva kroz kanal u uvalu, a prisutan je i utjecaj podzemnih voda. U obje uvale razvile su se važne zajednice morskih cvjetnica (*C. nodosa* i *N. noltii*). S obzirom na vrijednost cvjetnica koje su prepoznate kao prioritetno stanište na razini Europske unije oba bi lokaliteta trebala biti monitorirana i šticeana zbog čega su uvršteni u ekološku mrežu Natura 2000.

Ekološka mreža NATURA 2000 često se povezuje sa zaštićenim područjima u kojima su ljudske djelatnosti značajno ograničene ili čak isključene radi očuvanja biološke raznolikosti. Mreža pridonosi općem cilju održivog razvoja – osmišljena da potiče očuvanje bioraznolikosti, uzimajući u obzir znanstvene, ekonomske, socijalne, kulturalne i regionalne potrebe, pa njena svrha nije kreiranje prirodnih utočišta u kojima će biti isključene sve ljudske aktivnosti, već očuvanje bioraznolikosti na određenim lokacijama može zahtijevati održavanje ili čak poticanje ljudskih aktivnosti. Ljudske aktivnosti trebaju ostati kompatibilne s ciljevima očuvanja prirode na područjima ekološke mreže pa se za svaki plan ili zahvat koji se izvodi unutar ekološke mreže mora provoditi postupak ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu.

Urbanizacija, turizam i gradnja na moru i njegovim obalama predstavljaju sve veći pritisak za priobalne biocenoze. Multidisciplinarni pristup praćenja morskih staništa na temelju novih alata i tehnologija dostupnih u polju kartiranja poboljšava proces istraživanja i omogućava stvaranje baze prostornih podataka koje su temelj za održivo upravljanje morskim resursima i pronalazak kompromisa između potreba očuvanja i ekonomskog razvitka.

## 8. POPIS LITERATURE

### Knjige:

1. Jardas I. (1996) Hrvatska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb. 535 str.
2. Turk T., Richter M., Kružić, P. (2011) Pod površinom Mediterana. Školska knjiga, Zagreb. 592 str.

### Znanstveni članci:

1. Bakran - Petricioli T. (2013) Morska staništa Istarske županije (Janjanin L. ur.) Zavod za prostorno uređenje Istarske županije.
2. Bakran-Petricioli T. (2007) Morska staništa – priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
3. Bakran-Petricioli T. (2011) Priručnik za određivanje morskih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU. Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, Zagreb.
4. Carella F., Aceto S., Pollaro F., Miccio A., Iaria C., Carrasco N., Prado P. De Vico G. (2019) A mycobacterial disease is associated with the silent mass mortality of the pen shell *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758.) along the tyrrhenian coastline of Italy. SREP 9:2725. doi: 10.1038/s41598-018-37217-y.
5. Catanese G., Grau A., Valencia J. M., Garcia-March J. R., Vázquez-Luis M., Alvarez E., Deudero S., Darriba S., Carballal M.J., Villalba A. (2018) *Haplosporidium pinnae* sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758.), in the Western Mediterranean Sea. Journal of Invertebrate Pathology, 157, 9–24.
6. Diaz R. J. (2001) Overview of hypoxia around the world. Journal of Environmental Quality, 30:275-281.
7. Elhassan I. (2015) Development of Bathymetric Techniques. FIG Working Week 2015, Sofia, Bulgaria.
8. Fornes A., Basterretxea G., Orfila A., Jordi A., Alvarez A., Tintore J. (2006) Mapping *Posidonia oceanica* from IKONOS. ISPRS Journal of Photogrammetry i Remote Sensing, 60 (2006) 315–322.
9. Gajski D. (2007) Osnove laserskog skeniranja iz zraka. Ekscentar, no. 10, 16-22.



10. Hendriks I. E., Olsen Y. S., Ramajo L., Basso L., Steckbauer A., Moore T. S., Howard J., Duarte C. M. (2014) Photosynthetic activity buffers ocean acidification in seagrass meadows. *Biogeosciences*, 11 (2): 333-346.
11. Kearns T.A., Breman, J. (2010) *Bathymetry—The Art and Science of Seafloor Modelling for Modern Applications*, 1-36.
12. Mihanović H., Vilibić I. Šepić J., Matić F., Ljubešić Z., Mauri E., Gerin R., Notarstefano G., Poulain P.-M. (2021) Observation, Preconditioning and Recurrence of Exceptionally High Salinities in the Adriatic Sea. *Frontiers in Marine Science*, 8: 834.
13. Neves B.M., Du Preez C., Edinger E. (2014) Mapping coral and sponge habitats on a shelf-depth environment using multibeam sonar and ROV video observations: Learmonth Bank, northern British Columbia, Canada. *Deep-Sea Research II*, 99 (2017) 169-183.
14. Paliaga P., Iveša N., Šarić M. (2021) Kartiranje i procjena stanja biocenoza na području Luke Dajla i akvatorija Novigrada na poziciji: 45°21.172' N i 13° 31.004' E, Pula.
15. Paliaga P., Iveša N., Šarić M. (2022) Morska staništa i procjena stanja biocenoza na području uvale Molindrio kraj Poreča, Pula.
16. Riedl R. (2015) *Fauna e flora del Mediterraneo. Dalle alghe ai mammiferi: una guida sistematica alle specie che vivono nel mar Mediterraneo*, Padova: Muzzio.
17. Russo L. (2004) *The Forgotten Revolution*. Berlin: Springer. pp. 273–277.
18. World Health Organisation (1994) *Guidelines for health-related monitoring of coastal recreational and shellfish areas. Part I: General guidelines. Long-term Programme for Pollution Monitoring and Research in the Mediterranean Sea (MED/POL Phase II)*.

#### **Internetski izvori:**

1. EUR-Lex, Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32014R1143> (pristupljeno 4. veljače 2024.)

2. EUR-Lex, Commission Implementing Regulation (EU) 2016/1141 of 13 July 2016 adopting a list of invasive alien species of Union concern pursuant to Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32016R1141> (pristupljeno 4. veljače 2024.)
3. Froese R., Pauly D. ur. (2008) FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (7/2008)
4. Hrvatska enciklopedija. Kartografske projekcije. <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=30683> (pristupljeno 21. studenog 2023.)
5. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja. Održivo korištenje prirodnih dobara i ekološka mreža. <https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/odrzivo-koristenje-prirodnih-dobara-i-ekoloska-mreza/ekoloska-mreza> (pristupljeno 3. prosinca 2023.)
6. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (2021) Pravilnik o popisu stanišnih tipova i karti staništa (NN 27/2021), dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021\\_03\\_27\\_588.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_03_27_588.html)
7. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode (2013) Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama (NN 144/2013), dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_12\\_144\\_3086.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_12_144_3086.html)
8. Vlada Republike Hrvatske (2014) Uredba o kakvoći voda za kupanje (NN 51/2014), dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014\\_04\\_51\\_978.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_04_51_978.html)
9. Bioportal. <https://www.bioportal.hr/> (pristupljeno 20. lipnja 2023.)

## POPIS PRILOGA

### Popis slika

|   |    |
|---|----|
| Slika 1. Princip rada Lidara.....   | 5  |
| Slika 2. Prikaz pokrivenosti područja snimanja jednosnopnog i višesnopnog sonara.                                     | 7  |
| Slika 3. Granice istraživanog područja Uvale Dajla-Belveder .....   | 14 |
| Slika 4. Područje Uvale Molindrio .....   | 14 |
| Slika 5. Područje uzorkovanja u Luci Dajla.....   | 18 |
| Slika 6. Grafički prikaz ronilačkih transekata i postaja uzorkovanja morske vode ....                                 | 20 |
| Slika 7. Raspodjela temperature površine mora u uvali Dajla-Belveder 20.08.2021.                                      | 23 |
| Slika 8. Vertikalni profil temperature u vodenom stupcu vanjske postaje u uvali Dajla-Belveder .....                  | 24 |
| Slika 9. Raspodjela saliniteta površine mora u uvali Dajla-Belveder 20.08.2021.....                                   | 25 |
| Slika 10. Raspodjela saliniteta površine mora u uvali Dajla-Belveder 24.08.2021....                                   | 26 |
| Slika 11. Vertikalni profil saliniteta na vanjskoj postaji u uvali Dajla-Belveder .....                               | 26 |
| Slika 12. Raspodjela saturacije kisikom na dan 20.08.2021. u uvali Dajla-Belveder                                     | 27 |
| Slika 13. Raspodjela saturacije kisikom na dan 24.08.2021. u uvali Dajla-Belveder                                     | 28 |
| Slika 14. Vertikalni profil saturacije kisikom na Vanjskoj postaji u uvali Dajla-Belveder .....                       | 28 |
| Slika 15. Raspodjela pH površine mora u uvali Dajla-Belveder 20.08.2021. ....   | 29 |
| Slika 16. Raspodjela pH površine mora u uvali Dajla-Belveder 24.08.2021. ....   | 30 |
| Slika 17. Vertikalni profil pH na Vanjskoj postaji u uvali Dajla-Belveder .....                                       | 31 |
| Slika 18. Raspodjela koncentracije E. coli na površini mora u uvali Dajla-Belveder 20.08.2021.....                    | 32 |
| Slika 19. Raspodjela koncentracije E. coli na površini mora u uvali Dajla-Belveder 24.08.2021.....                    | 32 |
| Slika 20. Raspodjela koncentracije Fekalnih streptokoka (FS) na površini mora u uvali Dajla-Belveder 20.08.2021. .... | 33 |
| Slika 21. Raspodjela koncentracije Fekalnih streptokoka (FS) na površini mora u uvali Dajla-Belveder 24.08.2021.....  | 34 |
| Slika 22. Karta staništa s pripadajućim biocenozama uvale Dajla-Belveder.....   | 35 |
| Slika 23. Pelagijska staništa uvale Dajla – Belveder .....  | 42 |
| Slika 24. Raspodjela temperature površine mora u uvali Molindrio tijekom plime ....                                   | 45 |

|  |    |
|--|----|
| Slika 25. Raspodjela temperature površine mora u uvali Molindrio tijekom oseke ...                                     | 46 |
| Slika 26. Raspodjela saliniteta površine mora u uvali Molindrio tijekom plime.....                                     | 47 |
| Slika 27. Raspodjela saliniteta površine mora u uvali Molindrio tijekom oseke.....                                     | 47 |
| Slika 28. Raspodjela saturacije kisikom površine mora u uvali Molindrio tijekom plime<br>.....                         | 48 |
| Slika 29. Raspodjela saturacije kisikom površine mora u uvali Molindrio tijekom oseke<br>.....                         | 49 |
| Slika 30. Raspodjela pH vrijednosti površine mora u uvali Molindrio tijekom plime ..                                   | 50 |
| Slika 31. Raspodjela pH vrijednosti površine mora u uvali Molindrio tijekom oseke .                                    | 51 |
| Slika 32. Raspodjela koncentracije E. coli na površini mora u uvali Molindrio tijekom<br>plime.....                    | 52 |
| Slika 33. Raspodjela koncentracije E. coli na površini mora u uvali Molindrio tijekom<br>oseke.....                    | 53 |
| Slika 34. Raspodjela koncentracije fekalnih streptokoka (FS) na površini mora u uvali<br>Molindrio tijekom plime ..... | 54 |
| Slika 35. Raspodjela koncentracije fekalnih streptokoka (FS) na površini mora u uvali<br>Molindrio tijekom plime ..... | 54 |
| Slika 36. Karta staništa uvale Molindrio s pripadajućim biocenozama bentosa i obale<br>.....                           | 57 |
| Slika 37. Vrsta C. nodosa u uvali Molindrio .....  | 63 |
| Slika 38. Karta pelagičkih staništa uvale Molindrio .....  | 64 |

## Popis tablica

|  |    |
|--|----|
| Tablica 1. Standardi za ocjenu kakvoće voda nakon svakog ispitivanja.....  | 16 |
| Tablica 2. Rasponi i prosjeci dugoročnih podataka (1970-2010) o temperaturi,<br>salinitetu, saturaciji kisikom .....   | 18 |
| Tablica 3. Prosjeci dugoročnih podataka (1921-2000) o temperaturi (T) u stupnjevima<br>Celzijusa (0°C), salinitetu (S) u promilima i saturaciji kisikom (O <sub>2</sub> ) u postocima..... | 20 |
| Tablica 4. Prosjeci dugoročnih podataka o temperaturi, salinitetu i saturaciji kisikom<br>.....  | 45 |
| Tablica 5. Koordinate postaja (HTRS96/TM) i mjerenja hidrografskih parametara i<br>sanitarne kvalitete mora tijekom plime.....   | 55 |

## SAŽETAK

Važnost istraživanja podmorja, posebice kroz mapiranje i kartiranje morskih staništa, proizlazi iz potrebe za praćenjem njihovog stanja i očuvanjem raznolikosti. U ovom radu je prikazan povijesni aspekt razvoja istraživanja podmorja te je istaknuta važnost mapiranja bentosa u cilju očuvanja pridnenih biocenoza i njihova održivog korištenja. Osim ekološkog aspekta, mapiranje i kartiranje podmorja igraju ključnu ulogu i u gospodarskim aktivnostima, kao odgovor na rastuću izgradnju na obalama i otvorenom moru. Ovaj rad detaljno opisuje povijest razvoja batimetrije i kartiranja podmorja, naglašavajući suvremene metode i napredak u istima. U sklopu istog, provedeno je terensko istraživanje koje je uključivalo kartiranje staništa na lokalitetima uvala Dajla-Belveder i Molindrio, istražujući njihovu topografiju i biocenoze, s ciljem održivog upravljanja morskim resursima i pružanja temelja za razumijevanje ravnoteže između ekoloških i gospodarskih aspekata morskih područja.

U uvali Dajla-Belveder, temperatura mora varirala je od 27,3 °C pri prvom uzorkovanju, do 26,9 °C pri drugom uzorkovanju, te su zabilježene razlike u zasićenosti kisikom koje su se kretale u rasponu od 94,4 % do 96,6 %. Vrijednosti saliniteta kretale su se od 34,64 do 35,27, dok su se pH vrijednost kretala od 8 do 8,17. Koncentracija bakterije *Escherichia coli* (Castellani i Chalmers, 1919) između dva uzorkovanja kretala se između 2 i 78 BIK/100 ml. U sklopu terenskog rada na području uvale Dajla-Belveder utvrđeno je 13 različitih tipova staništa s pripadajućim biocenzama. U uvali Molindrio, temperatura vode varirala je od 20,03 °C do 20,35 °C, te se primjećuje razlika u salinitetu koji se kretao od 30,6 do 33,5. parametri zasićenosti kisikom su se kretali od 78,9 % do 84,5 %, dok se pH vrijednost kretala između 7,8 i 7,9 prema. Također, primijećene su i niže koncentracije bakterije *E. coli* koje su iznosile vrijednost od 2,5 do 4 BIK/100 ml. U sklopu terenskog rada na području uvale Molindrio utvrđeno je 15 različitih tipova staništa s pripadajućim biocenzama.

Istraživanje batimetrije kroz povijest označava značajan napredak u izradi karata podmorja, te pomak od primitivnih alata do suvremenih tehnologija poput sonara i satelita. Rad na lokalitetima Luka Dajla – Belveder i uvala Molindrio prikazuje sličnosti i razlike u topografiji dna te utjecaj slatke vode na biocenoze istih.

## SUMMARY

The importance of underwater research, particularly through mapping and charting marine habitats, arises from the need to monitor their condition and preserve diversity. This study presents the historical development of underwater research, emphasizing the significance of mapping benthic zones for the conservation of seabed biocenoses and their sustainable use. Beyond the ecological aspect, mapping underwater areas plays a crucial role in economic activities, responding to the increasing construction along coasts and open seas. This work provides a detailed description of the history of bathymetry and underwater mapping, highlighting contemporary methods and advancements. As part of the study, field research was conducted, involving habitat mapping at the sites of Dajla-Belveder Bay and Molindrio Cove, exploring their topography and biocenoses with the aim of sustainable management of marine resources and laying the foundation for understanding the balance between ecological and economic aspects of marine areas.

In Dajla-Belveder Bay, the sea temperature ranged from 27.3°C in the first sampling to 26.9°C in the second, with variations in oxygen saturation between 94.4% and 96.6%. Salinity values ranged from 34.64 to 35.27, while pH values ranged from 8 to 8.17. *Escherichia coli* bacteria concentrations (Castellani and Chalmers, 1919) varied between 2 and 78 CFU/100 ml in the two samplings. The fieldwork identified 13 different habitat types with corresponding biocenoses in Dajla-Belveder Bay. In Molindrio Cove, water temperature fluctuated between 20.03°C and 20.35°C, with differences in salinity ranging from 30.6 to 33.5. Oxygen saturation parameters ranged from 78.9% to 84.5%, and pH values were between 7.8 and 7.9. Lower concentrations of *E. coli* bacteria were also observed, ranging from 2.5 to 4 CFU/100 ml. The fieldwork in Molindrio Cove identified 15 different habitat types with corresponding biocenoses.

The history of bathymetry research signifies significant progress in mapping the underwater environment, transitioning from primitive tools to modern technologies such as sonar and satellites. The study on the locations of Dajla-Belveder Bay and Molindrio Cove illustrates similarities and differences in seabed topography and the influence of freshwater on their biocenoses.