

Rasprostranjenost morskih cvjetnica u priobalju zapadne Istre u ljetu 2019.

Coslovich, Clara

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:137:343537>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-16**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ ZNANOST O MORU

CLARA COSLOVICH

**RASPROSTRANJENOST MORSKIH CVJETNICA U PRIOBALJU
ZAPADNE ISTRE U LJETO 2019.**

ZAVRŠNI RAD

Pula, srpanj 2021.

SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ ZNANOST O MORU

CLARA COSLOVICH

**RASPROSTRANJENOST MORSKIH CVJETNICA U PRIOBALJU
ZAPADNE ISTRE U LJETO 2019.**

Završni rad

JMBAG: 0303077171, redoviti student

Studijski smjer: Znanost o moru

Predmet: Ekologija mora

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Interdisciplinarno

Znanstvena grana: Znanost o moru

Mentor: doc.dr.sc.Paolo Paliaga

Komentor: dipl.ing.biol. Moira Buršić

Pula, srpanj 2021.



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisana Clara Coslovich, kandidatkinja za prvostupnicu (*baccalaureus*) Znanosti o moru, ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mog vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima, te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da niti jedan dio rada nije iskorišten za neki drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Studentica:

U Puli, 2021. godine



IZJAVA

O korištenju autorskog djela

Ja, Clara Coslovich dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom „**RASPROSTRANJENOST MORSKIH CVJETNICA U PRIOBALJU ZAPADNE ISTRE U LJETO 2019**“ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira 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.

U Puli, 2021. godine

Potpis:

ZAHVALA

Zahvaljujem se svom mentoru, doc.dr.sc. Paolu Paliagi na podršci, velikom strpljenju, razumijevanju i pomoći tijekom cijelog studiranja ali najviše pri izradi ovog rada. Veliko hvala i mojoj komentorici, Moiri Buršić na prihvaćanju uloge moje komentorice i za uloženo vrijeme, pomoć, te stručne savijete.

Zahvaljujem se i Centru za istraživanje mora, Instituta Ruđera Boškovića u Rovinju na ustupljenom laboratoriju i opremi za izradu završnog rada.

Veliko hvala svim profesorima, asistentima, te svom osoblju koji su sudjelovali u mojem fakultetskom obrazovanju.

Hvala i mojim kolegama i prijateljima koji su oplemenili moje studentske dane, ali i bili velika podrška i pomoć pri studiranju.

Najviše hvala mojoj obitelji i zaručniku, koji su uvijek bili tu i vjerovali u mene od prvog, do posljednjeg dana mog studiranja na ovom fakultetu.

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2.LITERATURNI PREGLED	2
2.1. Kolonijalne biljke	2
2.2. Antropogeni utjecaj.....	3
2.3. Lokalni antropogeni utjecaji.....	4
2.4. Abiotički i biotički faktori.....	5
2.5. <i>Zostera marina</i> Linnaeus 1753 (morska svilina).....	5
2.6. <i>Zostera noltii</i> Hornemann 1832 (patuljasta svilna)	6
2.7. <i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Ascherson (čvorasta morska resa).....	6
2.8. <i>Posidonia oceanica</i> Delile (posidonija).....	7
3.CILJEVI.....	8
4. MATERIJALI I METODE	8
4.1. Uvala Veštar	9
4.2. Uvala Faborso	10
4.3. Uvala Saline.....	10
4.4. Uvala Funtana	11
4.5. Vrsarska luka.....	11
4.6. Uvala Cisterne.....	11
4.7. Uzorkovanje i obrada uzoraka	12
4.8. Određivanje površine rasprostranjenosti livada morskih cvjetnica	13
5. REZULTATI.....	14
5.1. Analiza Stanja prethodnih godina.....	14
5.1.1. Uvala Cisterne.....	14
5.1.2.Uvala Veštar	17
5.1.3. Uvala Faborso.....	20
5.1.4. Uvala Saline	24
5.1.5. Luka Vrsar.....	27
5.1.6. Luka Funtana	30
5.2. Biometrijske osobine cvjetnica.....	36
5.2.1. Prosječan broj listova	36
5.2.2. Prosječna dužina listova po uzorku	36
5.2.3.Prosječna masa po uzorku.....	37
6. RASPRAVA.....	39

6.1. Kompeticija s invazivnim algama.....	41
6.2. Očuvanje stanja livada	42
6.3. Moguća rješenja.....	44
7. ZAKLJUČAK	46
8. LITERATURA.....	47
8.1. Popis grafova.....	51
8.2. Popis slika	52
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	55
BASIC DOCUMENTATION CARD	57

1. UVOD

Zajednice morskih cvjetnica su veoma bitan i kompleksan ekosustav mora. Morske cvjetnice su biljke prilagođene životu u moru. One spadaju u red Alismatales (Žabočunolike), nadred Liliales, razred Magnoliopsida (Kritosjemenjače), potkoljeno Spermatophytina, te koljeno Tracheophyta. Kritosjemenjače su se prvobitno pojavile u geološkom dobu srednje krede (prije 120 milijuna godina). Prvi jasno vidljivi fosili su pronađeni u razdoblju gornje krede. Endemska vrsta *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile 1813 kao i mediteranska *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson 1870 su najbitniji primarni proizvođači u bentosu obalnog pojasa (McRoy 1977). Međutim, morske cvjetnice su najpodložnije i najosjetljivije od svih bentoskih organizama na bilo kakve promijene. Najčešće su u plitkim pješčanim uvalama, lagunama ili zatvorenim zaljevima gdje je prozirnost mora velika. Neke vrste podnose bolje promjenu saliniteta i temperature dok druge vrste bolje podnose onečišćenje (Sistematska botanika 2019). Morske cvjetnice izuzetno su važne za gornji morski litoralni pojas jer tvore stanište za odrasle i juvenilne planktonske, nektonske i bentoske organizme, proizvode kisik, služe kao hrana raznim herbivorima i detritovorima, smanjuju energiju valova, štite obalu od erozije i pospješuju taloženje suspendiranih čestica povećavajući prozirnost mora. Isto tako morske cvjetnice su pogodno stanište i skrovište za mnoge ekonomski važne vrste riba. (Carlton i sur. 2019). IUCN-ova crvena lista ugroženih vrsta nam govori o statusu ugroženosti svake vrste. Prema njoj, vrsta *Zostera marina* Linnaeus 1753 spada u kategoriju najmanje zabrinjavajuća (LC) u Mediteranu i svijetu, a procjena je izvršena 2007.godine. Vrsta *Zostera noltii* Hornemann 1832 spada u istu kategoriju (LC), a isto tako je evaluacija izvršena 2007.godine, i populacije su joj, kao i kod prijašnje vrste, u padu. Vrsta *Cymodocea nodosa* ima stabilnu populaciju (procijenjeno 2007.i 2013. godine), a spada u kategoriju najmanje zabrinjavajuća Vrsta *Posidonia oceanica* opet spada u istu kategoriju kao navedene vrste, kako u svijetu, tako i u Mediteranu, međutim populacije su joj u padu (IUCN 2021). Procjenjuje se da je za pad populacija morskih cvjetnica najviše zaslužan antropogeni utjecaj (70%) (Short i Wyllie-Echeverria 1996). Mnogi antropogeni utjecaji koji su uzrokovali pad brojnosti livada cvjetnica u svijetu su bili paralelno prisutni i u Mediteranu. Najčešći antropogeni utjecaji su bili, kao što su i dan danas, povećan rast ljudske populacije uz obalu, povećano iskorištavanje morskih resursa, ribarenje na neodrživi način, marikultura u obliku postavljanja kaveza za uzgoj plave i bijele ribe iznad livada

cvjetnica, eutrofikacija, povećan unos soli i hranjivih tvari u more, onečišćenje, nasipavanje, gradnja umjetnih plaža, sidrenje (Gibson i sur. 2007). U sjevernoj Europi se tradicionalno u 19. stoljeću koristila vrsta *Zostera marina* za potrebe u kućanstvu, za punjenje madraca i jastuka, za stvaranje ležaja za domaće životinje, te za dobivanje goriva i soli. Međutim, najveći pad populacije ove vrste se dogodio 1930-ih nakon dolaska bolesti uzrokovane protistom vrste *Labyrinthula zosterae*. Ova vrsta protista je uzrokovala pad od 90% sveukupne populacije vrste *Z. marina* u sjeverozapadnoj Europi uz obalu Atlanskog oceana. (Gibson i sur. 2007). Uz deltu rijeke Po je vršeno istraživanje u kojem se ustanovilo da je prije 1840-ih, sudeći po epifitskim vrstama foraminifera u slojevima sedimenta, prije nasipavanja bilo naselje morskih cvjetnica. Blizu tog područja, 8 NM od Venecijske lagune su pronađeni degradirani ostaci livade vrste *Posidonia oceanica* (Rismondo i sur. 1997). Ista vrsta je nekada bila abundantna u tršćanskom zaljevu, a prisutna u mnogim mjestima u sjevernom Jadranu, međutim uslijed onečišćenja mora industrijskim nusproduktima, te povećanim unosom hranjivih soli, kao i radi eutrofikacije, dolazi do smanjenja lokacija na kojima je prisutna vrsta *P. oceanica* u sjevernom Jadranu. S obzirom na utjecaj prirodnih i antropogenih utjecaja na morske cvjetnice, potreban je dobar monitoring. Sveučilište u New Hampshireu provodi globalni monitoring morskih cvjetnica. Monitoring se obavlja određivanjem distribucija cvjetnica transektom veličine 50 metara, s kojim se radi i vizualni cenzus vrsta, isto tako se i pomoću metode kvadrata određuje abundancija, veličina lista, gustoća, te biomasa morskih cvjetnica, isto tako se prati i razmnožavanje cvjetnica. Takav monitoring je neophodan kako bi se pravovremeno moglo dobiti realne podatke, te sukladno tim podacima ponuditi realno rješenje gospodarenja tim livadama. (SeagrassNet 2021)

2.LITERATURNI PREGLED

2.1. Kolonijalne biljke

Sve vrste morskih cvjetnica spadaju u kolonijalne biljke. Kolonijalne biljke su one čiji se moduli spontano dijele, stvarajući samostalne izdanke nastale vegetativnim razmnožavanjem. Spomenuti samostalan izdanak nazivamo remetom. Remet je fiziološki neovisan, a skup remeta tvori genet (Botanic 2000). Svi remeti unutar jednog geneta nastaju iz iste zigote, stoga su genetički identični, međutim i dalje se smatraju samostalnim jer sve svoje biološke funkcije mogu obavljati i van kolonijalne biljke. Iako

remeti obavljaju sve funkcije samostalno, najčešće su povezani u koloniju pomoću rizoma uspostavljajući međusobnu fiziološku integraciju koja dovodi do prijenosa informacija i nutrijenata tijekom dužeg vremenskog razdoblja. Takvu integraciju nazivamo kolonijalnom integracijom, a neophodna je kada se livada cvjetnica nalazi rasprostranjena na području čiji je donos nutrijenata veoma heterogen. U takvim situacijama donorski ramet dijeli svoje resurse sa susjednim rametom, što omogućava cijeloj biljci da preživi stresna stanja. Kolonijalna integracija omogućava promjenu odgovora na vanjske stresne faktore, što dovodi do drugačijeg ishoda plastičnosti biljke, odnosno do drugačije ekspresije genotipa u obliku fenotipa. Kolonijalna integracija ima još jednu prednost, a to je fenomen kojeg nazivamo „razvojno programirana podjela rada“. Taj fenomen se odnosi na stanje u kojem se kolonijalna biljka nalazi u području gdje trenutačno vrijednosti abiotičkih faktora ne reflektiraju optimum ekološke valencije same biljke. Na primjer, dio biljke se može svesti na samo podzemni dio, koji apsorbira nutrijente, dok drugi mlađi ramet ima nadzemni dio, preuzima ulogu apsorpcije svjetla, te na taj način biljka preživljava nepovoljne uvjete (Liu i sur. 2016). Trenutno je poznato 72 vrsta morskih cvjetnica iz 5 porodica, koje su široko globalno rasprostranjene, uglavnom u umjerenim i tropskim područjima. Međutim, u Jadranskom moru obitavaju četiri vrste morskih cvjetnica. To su *Zostera noltii*, *Zostera marina*, *Posidonia oceanica* te *Cymodocea nodosa*.

2.2. Antropogeni utjecaj

Nestankom morskih cvjetnica dolazi do smanjenja bioraznolikosti na tom području, kao i do gubitka ekonomski bitnih vrsta, poput slučaja izumiranja puža vrste *Lottia alveus* asociranog sa smanjenjem livada vrste *Zostera marina* između područja Labradora i New Yorka (Carlton i sur. 1991).

Danas znamo da postoje globalne promjene koje utječu na sve morske ekosustave. “Morski ekosustavi su pod utjecajem povišenja temperatura oceana, acidifikacije oceana, odledba, smanjenja ledenog pokrivača, povišenja razina mora, povišenja učestalosti oluja, te intenziteta i pojačanja graničnih struja „ (Kendrick i sur. 2019). Svi ti globalni utjecaji djeluju u sinergiji, putem kombinacije biotičkih faktora (promjena trofičkih razina te međusobnih interakcija organizama), te abiotičkih faktora (temperature, saliniteta, povećanje koncentracije CO₂). Svi ti faktori mogu uzrokovati promjene koje mogu biti povratne, nepovratne ili pak promjene kod kojih može doći do oporavka, međutim ne postoje trenutačni uvjeti koji bi potaknuli oporavak. (Kendrick i

sur. 2019). Progresivne globalne klimatske promjene sve više dolaze do izražaja, te s njima dolazi i do globalnog povišenja temperature, kako u atmosferi, tako i u oceanima. Iako je prosječno globalno zagrijavanje dovelo do povišenja temperature od 1 °C, znanstvenici bilježe morske toplinske valove. Povijesni toplinski valovi nam govore o prirodi budućih toplinskih valova, čiji intenzitet će se pojačati radi sve veće količine stakleničkih plinova u atmosferi, koji se očekuju specifično u području Europe i Sjeverne Amerike (Meehl i Tebaldi 2014).

Morske cvjetnice su pomoću svojih morfoloških, fizioloških i ekoloških prilagodbi u potpunosti prilagođene životu u moru. Najznačajnije prilagodbe su: osmotska regulacija, prijenos plinova unutar organa biljke, mogućnost disperzije sjemenki u okoliš, razvoj epidermisa koji obiluju kloroplastima, te podvodno oprašivanje. (Hartog 1970, Les i sur. 1997).

Staništa morskih cvjetnica pokazuju osjetljivost na perturbacije okoliša, i služe kao odlični pokazatelji stanja cijelog okoliša, ne samo na lokalnoj, već na globalnoj razini. U usporedbi s ostalim velikim ekosustavima (poput ekosustava mangrova i koraljnih grebena), ekosustavi morskih cvjetnica su podložniji utjecaju donosa s kopna. Naime, ekosustavi mangrova iako su locirani uz samu obalu, radi same prirode njihovog funkcioniranja su manje ovisna o kopnenim utjecajima. S druge strane, ekosustavi koraljnih grebena su često locirani dalje od obale, stoga nisu pod velikim utjecajem kopna. (Fenghong Liu i sur. 2016)

2.3. Lokalni antropogeni utjecaji

Lokalno gledajući, svaka vrsta morske cvjetnice na našem području je pod utjecajem različitih antropogenih prijetnji. Pri tome, može se reći da je cvjetnica vrste *Posidonia oceanica* najosjetljivija na poremećaj okolišnih uvjeta, preciznije na povećan unos hranjivih soli, u kojem oligotrofne vode postaju sve nepovoljnije za rast ove vrste. Pored toga, sve veći dolazak plovila, kako rekreacijskih, tako i profesionalnih dovodi do povećanog broja sidrenja, što mehanički direktno utječe na integritet livada. Vrsta *Zostera noltii* je pod negativnim utjecajem turizma, npr. gaženjem po ovoj patuljastoj cvjetnici, nasipavanjem plaža u blizini livada, ali i povećanim unosom hranjivih soli u njen okoliš. Vrsta *Cymodocea nodosa* iako je dosta otporna na vanjske utjecaje, pokazuje degradaciju ako je izložena sidrenju, gaženju i povećanom turbiditetu mora. Pored toga, dolazak invazivnih algi vrsta *Caulerpa racemosa* i *Caulerpa cylindracea*

dodatno otežavaju rasprostranjenost ove vrste zbog kompeticije za prostor i hranjiva. Vrsta *Zostera marina* je rjeđe prisutna u Jadranskom moru, ali je također podložna antropogenim utjecajima.

2.4. Abiotički i biotički faktori

Rast, razmnožavanje, te rasprostranjenost livada morskih cvjetnica ovisi o utjecaju abiotičkih i biotičkih faktora. Najbitniji faktori su optimalna količina nutrijenata, količina svjetlosti, temperatura, optimalna izloženost valovima i supstrat. Nije svaki supstrat jednako bogat nutrijentima, stoga supstrati koji su siromašni hranjivim solima odgovaraju vrsti *P. oceanica*, dok oni bogati odgovaraju ostalim vrstama Jadranskih vrsta cvjetnica. Navedena činjenica vrijedi i za ostatak okoliša u kojem žive cvjetnice, stoga *P. oceanica* preferira oligotrofne, a ostale vrste cvjetnica preferiraju mezotrofne i eutrofne vodene sredine. Za rast, morske cvjetnice generalno moraju primiti minimum 10% od sveukupnog sunčevog incidentnog zračenja na površini mora. Ukoliko taj uvjet nije zadovoljen, cvjetnice moraju kompenzirati manjak svjetlosti utroškom energije za stvaranje dužeg lista. Kod vrste *Zostera marina* je uočeno da livade koje se nalaze u plitkim sredinama imaju kraće listove od livada koje se nalaze u dubljim sredinama. Temperatura diktira brzinu procesa fotosinteze, gdje se generalno pri nižim temperaturama fotosinteza sporo odvija, dok se pri višim temperaturama (unutar ekološke valencije vrste) fotosinteza brže odvija. Koncentracija kisika u sedimentu, kao i okolnoj vodi je isto veoma bitna. Naime, u anoksičnim uvjetima dolazi do usporenosti metabolizma i kao i do ulaska sulfida iz sedimenta u korijen, s obzirom da se u anoksičnim uvjetima sulfid ne može oksigenirati. Sulfid negativno utječe na cvjetnice, a može dovesti i do smrti jedinke, kao i do odumiranja ostatka populacije, u potpunim anoksičnim uvjetima. Najčešći biotički faktori koji utječu na rasprostranjenost i veličinu livada cvjetnica su prisutnost i utjecaj herbivora na cvjetnice, dolazak oportunističkih epifita, te kompeticija s ostalim vrstama za prostor. Trenutačno je dolazak invazivnih vrsta algi iz roda *Caulerpa*, s kojima autohtone cvjetnice ulaze u kompeticiju primarno za prostor, ali potom i za svjetlost i nutrijente. (Borum i sur. 2004).

2.5. *Zostera marina* Linnaeus 1753 (morska svilina)

Vrsta *Zostera marina* je vrsta koja se najčešće pronalazi u lagunama, naselja koja tvori su gusta, međutim, međusobno izolirana. Nije jako česta u Jadranskom moru, a može se naći u Novigradskom i Karinskom moru. U Jadranu ovu vrstu pronalazimo u dubini od 1 do 3 metra dubine, dok ova vrsta u Mediteranu može doći do 10-15 m dubine

ovisno o prozirnosti mora. Ova vrsta ima 3 do 7 listova dugačkih od 30 do 100 cm, u idealnim uvjetima i duže, a listovima se vidi 3 do 5 žila. Listovi rastu iz terminalnih izdanka. Boja može varirati, ali najčešće je žarko zelene boje. Vrhovi listova su zaobljeni i čupavi. Najbolje raste na mekoj podlozi i na srednjim dubinama. Korijenje je veoma tanko, od 0,2 do 1 mm debelo i do 20 cm dugačko, a na sebi ima malene dlačice. Rizom je, ovisno o starosti, bijelo-zelene do tamno smeđe boje, 2 do 6 mm debeo, a može biti i do 40 cm dugačak. Cvjetovi ove vrste su veoma maleni, a često možemo na istoj jedinki pronaći i muške i ženske cvjetove. Cvjetanje traje relativno dugo od ranog proljeća (ožujak) do kasne jeseni (studeni). Ova vrsta cvjetnice, u usporedbi s ostalim Jadranskim vrstama cvjetnica raste srednje brzo. Jedna jedinka može proizvesti veliki broj sjemenki, veličine od 2 do 4 mm, koje mogu se transportirati strujama ili životinjama koje žive u blizini. Ova vrsta preferira muljevito-pjeskovita dna pod utjecajem slatke vode. (Borum i sur. 2004).

2.6. *Zostera noltii* Hornemann 1832 (patuljasta svilna)

Vrsta *Zostera noltii* (patuljasta svilina) je kao što ime kaže, manja cvjetnica čiji listovi narastu od 5 do 25 cm, a široki su do 1 do 5 mm. Na listu se mogu uočiti 1 do 3 paralelnih žila, od kojih je srednja najjače istaknuta, a ostale dvije su slabije vidljive. Vrhovi listova su srolikog oblika. Iz izdanka horizontalno na rizom izlazi 2 do 5 listova. Segmenti rizoma su dugi od 5 do 35 mm. Sjemenke su veoma malene, od 1,5 do 2 mm duge. Kao i u slučaju *Z. marina* patke često prenose sjemenke. Na jednoj biljci se pronalaze muški i ženski cvjetovi. Raste na pjeskovito-muljevitim dnima, pod utjecajima slatke vode, na dubini od 0 do 5 metara. S obzirom da raste na istom supstratu kao i *Z. marina*, zauzima staništa koja *Z. marina* ne može naseliti, radi činjenice da su ta staništa prečesto izložena van vode. Naime, *Zostera noltii* može i do nekoliko dana izdržati bez vode, dok tanak sloj mulja na površini zadržava vlagu. Specifičnost ove vrste je i mala razlika između mase rizoma i mase listova. (Borum i sur. 2004).

2.7. *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson (čvorasta morska resa)

Vrsta *Cymodocea nodosa* je široko rasprostranjena u Mediteranu, kao i uzduž zapadne obale Istre. U Jadranu je pronalazimo na dubini od 0 do 10 m, a u Mediteranu se može naći i do 50-60 m dubine, radi pojačane prozirnosti mora. Preferira pjeskovito-muljevita dna s organskim ostacima, a često se pronalazi zajedno s vrstom *Zostera noltii*. Ova vrsta ima snopove koji broje 2 do 5 listova, a listovi su dugački od 15 do 45

cm, a široki su 3 do 4 mm. Listovi su joj obično svijetlozelene boje, a na njima je lako uočljivo 7 do 9 paralelnih žila. Glavna karakteristika su joj gusto formirani „čvorovi“ na stabalcu, po čemu je i vrsta dobila ime (lat. nodum=čvor). Vrsta je jednospolna, a sjemenke su velike oko 8 mm. Cvjeta od ožujka do kraja lipnja. *C. nodosa* pokazuje veliku razliku u masi listova i masi rizoma, gdje masa rizoma predstavlja najveći udio sveukupne mase biljke. Ono što ovu cvjetnicu također razlikuje od ostalih, je i činjenica da izdanci izlaze iz vertikalnih segmenata rizoma, koji se razvijaju iz horizontalnog dijela rizoma. Boja rizoma varira od ružičaste, do crvene ili pak smeđe. Njeni rizomi izuzetno brzo rastu (do nekoliko metara na godinu), stoga ona veoma brzo kolonizira područje. Još jedna prednost u uspješnosti kolonizacije i rasprostranjenosti ove vrste je i činjenica da *C. nodosa* može podnijeti određenu količinu antropogenog opterećenja. Smatra se pionirskom vrstom, koja često priprema područje za početak kolonizacije morske cvjetnice vrste *Posidonia oceanica*. (Borum i sur. 2004).

2.8. *Posidonia oceanica* Delile (posidonija)

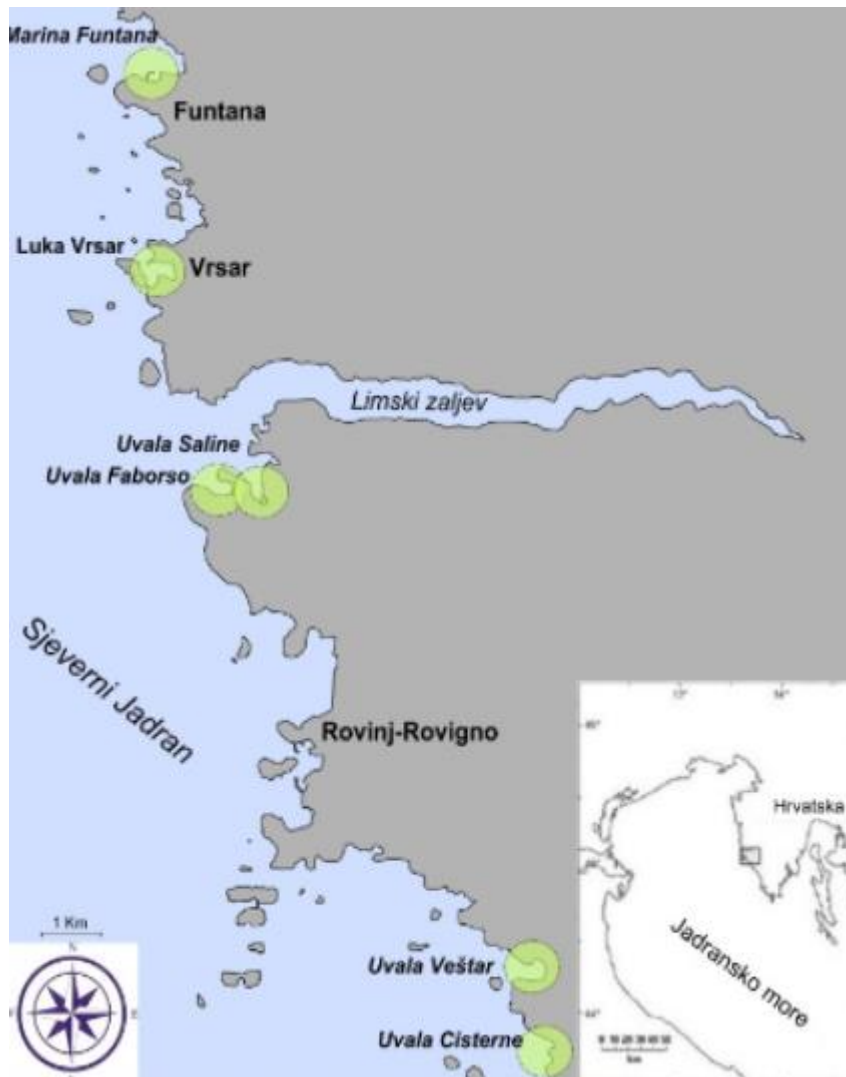
Vrsta *Posidonia oceanica* je široko rasprostranjena u Mediteranskom moru. Nažalost, mnoga njena naselja su nestala sa zapadne obale Istre. Danas, uz zapadnu obalu Istre možemo pronaći naselja ove cvjetnice na nekoliko lokacija kao npr. pored Pirana u Sloveniji, nedaleko Premanture, na rtu Kamenjak, te u uvali Javorika unutar Nacionalnog parka Brijuni. Vrsta *P. oceanica* preferira pjeskovito-muljeviti sediment, a raste od 1 m dubine do 50-60 m, ovisno o prozirnosti mora. Temperaturni raspon joj je između 9 i 29 °C, a salinitet od 33 do 40. Često tvori livade koje u sukcesiji slijede vrstu *C. nodosa*, koja joj stabilizacijom priprema teren. Korijen je od 3 do 4 mm debeo, dok rizom ima između 5 do 10 mm. Listovi dolaze u snopu od 5 do 10 komada, a uobičajena dužina im je od 20 do 40 cm, međutim u idealnim uvjetima mogu biti dugi i preko 100 cm. Listovi ove cvjetnice u prosjeku otpadaju unutar godine dana, dok rizomi u idealnim uvjetima preživljavaju i do nekoliko desetljeća, a klonovi te biljke i do nekoliko stoljeća. Spada u izuzetno sporo-rastuće vrste cvjetnica. Ova vrsta cvjetnice ne proizvodi mnogo cvata (otprilike jedan godišnje), međutim u toplijim razdobljima može proizvesti više. Cvat se sastoji od ženskih i muških cvjetova. Cvatnja se odvija od kolovoza do studenog. Rizom vrste *P. oceanica* raste okomito i veoma sporo, međutim stabilno, stabilizirajući sedimentnu podlogu. Na taj način njeni listovi služe kao zamka za suspendirani sediment, a isprepletanjem listova smanjuje snagu valova i sprječava eroziju obale. (Borum i sur. 2004).

3.CILJEVI

Cilj ovog završnog rada je ustanoviti realno stanje livada morskih cvjetnica na šest postaja na području Rovinja, Vrsara i Funtane u 2019.godini i usporediti to stanje s prethodnim godinama. Nadalje, iz navedenih opažanja doći do zaključka o utjecaju antropogenih čimbenika na livade morskih cvjetnica. Zaključno, cilj je dobivene podatke upotrijebiti za planiranje održivog gospodarenja livadama morskih cvjetnica, uzimajući u obzir naše gospodarstvo i naše realne mogućnosti.

4. MATERIJALI I METODE

Uzorkovanja i istraživanja su provedena početkom rujna 2019.godine. Istraživanje je odrađeno na 3 lokacije uz zapadnu obalu Istre gdje su bile prisutne livade cvjetnica, čije se stanje pratilo prethodnih godina (2016., 2017. i 2018. godine). Uzorkovanje je odrađeno na 6 postaja, od toga jedna u Funtani, jedna u Vrsaru i četiri na području Rovinja (uvala Cisterne, Veštar, Faborso te Saline) (Slika 1). Sve postaje su pod antropogenim utjecajem, posebice one u Funtani, Vrsaru i Veštru.



Slika 1: Prikaz svih postaja na kojima je vršeno uzorkovanje.

4.1. Uvala Veštar

Uvala se nalazi unutar turističkog kampa "Veštar", koja gleda na zapad i nepravilnog je polukružnog oblika. Uvučena je u kopno oko 600m, a najveća širina je oko 500 m na samom ulazu. Plaža je karbonatnog sastava, zaravnjenog izgleda, a sedimentni supstrat dna sastavljen je od sitnog pijeska pomiješanog s umjerenom količinom mulja, pogotovo u središnjem dijelu uvale. Hidrodinamika uvale je niska. Uvala je jako plitka (do 7 m dubine), a prozirnost veoma reducirana, pogotovo u istočnom najplićem dijelu. Uzorkovanje je vršeno na dubini od 0,5 do 1,5 m dubine. Mjesto uzorkovanja je periodički pod velikim antropogenim utjecajem tijekom turističke sezone zbog gaženja, kupanja, sidrenja te ispiranja tla s okolnih autokampova. Uz istočni dio obale izvire slatka voda. Uvala Veštar spada u područje ekološke mreže Natura 2000, koje je važno za očuvanje i ostvarivanje povoljnog stanja divljih vrsta ptica od interesa za

Europsku uniju (POP), i za očuvanje i ostvarivanje povoljnog stanja drugih divljih vrsta i njihovih staništa, kao i prirodnih stanišnih tipova od interesa za Europsku uniju (POVS). POP područje u ovom slučaju podrazumijeva akvatorij zapadne Istre, a POVS područje akvatorij zapadne Istre, te Šire Rovinjsko područje. U uvali se nalaze dvije vrste morskih cvjetnica; vrstu *Cymodocea nodosa* i vrstu *Zostera noltii* (Bioportal 2021).

4.2. Uvala Faborso

Uvala se nalazi 4 km sjeverno od Rovinja, nepravilno polukružnog oblika, blagoumjerjenog nagiba, najveća širina kreće se oko 300 m, dugačka je oko 450 m, dubine do 18 m. Plaža je karbonatnog sastava i šljunkovita na kraju uvale dok je sedimentni supstrat središnjeg i unutrašnjeg djela sastavljen od mješavine sitnog i krupnog pijeska s jako malim udjelom mulja. Hidrodinamika je relativno niska osim kada puše maestral budući da uvala gleda prema sjeverozapadu. Prozirnost mora je visoka i nema značajnih unosa slatke vode. Uzorkovanje je vršeno na dubini od 0,5 do 1,5 m dubine. Uvala spada u POVS područje Limski kanal-more, kao i POP područje Avatorija zapadne obale Istre (Bioportal 2021). Antropogen utjecaj je najočitiiji ljeti kada se plovila sidre u uvali i brojni kupači gaze sediment. U uvali se nalazi cvjetnica vrste *Cymodocea nodosa*.

4.3. Uvala Saline

Duboko usječena uvala smještena 4,5 km sjeverno od Rovinja i gleda prema sjeveru. Nagib je na početku vrlo nizak s naglim povećanjem dubine, koja doseže 15 m, na polovici uvale, dno je muljevito, s vrlo slabom prozirnošću vode. Uzorkovanje je vršeno na dubini od 0,5 do 2 m dubine. Uvala je pod utjecajem donosa slatke vode, povremenih vodotoka. Uvala spada u POVS područje Limski kanal-more, kao i u POP područje Akvatorij zapadne obale Istre. Uvala sadržava dominantu biocenozu zamuljenih pijesaka zaštićenih obala-Asocijacija s vrstom *Cymodocea nodosa* (Bioportal 2021). Hidrodinamika je veoma niska. Antropogeni pritisak očituje se sezonskim sidrenjem brodica, značajnom izgradnjom s unosom materijala za stvaranje umjetnih plaža na sjevernoj strani, povremenim epizodama ribarenja s mrežama potegačama i unosom oborinskih voda koje ispiru poljoprivredna zemljišta i bivšu gradsku deponiju grada Rovinj-Rovigno.

4.4. Uvala Funtana

Područje uzorkovanja smješteno je izvan lukobrana marine Funtana i otvoreno prema sjeverozapadu. Nagib uvale je nizak. Plaža je karbonatnog sastava, a geološki supstrat je sitni pijesak sa značajnim udjelom mulja, pogotovo prema jugoistočnom dijelu .dok je dno više hridinasto prema sjeveru. Uvala je plitka, a dubina joj seže od 0 do 4 m dubine, dok je uzorkovanje vršeno na dubini od 0,5 do 2 m dubine. Prozirnost mora je visoka. Područje spada u POP Akvatorij zapadne obale Istre, i u POVS Vrsarski otoci (Bioportal 2021). U uvali se nalazi cvjetnica vrste *Cymodocea nodosa*, ali i tropsku invazivnu algu vrste *Caulerpa cylindracea*. Glavni antropogeni čimbenici na tom području su izgradnja umjetnih plaža, brojni kupači, sidrenje te ispiranje tla.

4.5. Vrsarska luka

Kupalište se nalazi na južnoj strani vrsarske luke koja je zaštićena otokom sv. Juraj. Nagib dna je izraženiji u odnosu na prethodne lokacije. Geološki supstrat je pijesak pomiješan s muljem i šljunkom. Najveća dubina u Vrsarskoj luci je 12 m. Uzorkovanje je vršeno na dubini od 0,5 m do 4 m dubine. Područje spada u POP Akvatorij zapadne obale Istre, ali i u POVS Vrsarski otoci. POVS Vrsarski otoci su pod jakim utjecajem prijetnji ilegalnog uzimanja/uklanjanja faune, kao i pod jakim negativnim utjecajem nautičkih sportova, što je posebno zabrinjavajuće u ovoj luci (Bioportal 2021). Na ovom području se nalazi cvjetnica vrste *Cymodocea nodosa*.

4.6. Uvala Cisterne

Nalazi se na 6,5 km južno od Rovinja, dugačka je oko 500 m i podijeljena je na dvije manje uvalice, koje su blago uvučene u kopno (100-150 m). Uvala gleda prema jugozapadu, blagog je pada a geološki supstrat dna je karbonatnog tipa. Sedimenti su sastavljeni od šljunka blizu obale te prelaze na grubi pijesak pomiješanim s manjim udjelom mulja u dubljim dijelovima. Dubina uvale se kreće između 0 i 8 metara. Uzorkovanje je vršeno na dubini od 3 do 5 m. Prozirnost vode je visoka bez obzira što uvala prima manju količinu slatkih voda u unutrašnjem dijelu sjeverne uvalice. Područje spada u POP Akvatorij zapadne obale Istre, kao i u POVS Šire rovinjsko područje i Akvatorij zapadne obale Istre) (Bioportal 2021). U uvali se nalazi cvjetnica vrste *Cymodocea nodosa*. Uvala Cisterne sezonski je izložena umjerenom broju kupača, sidrenju plovila i manjim ispiranjem tla.

4.7. Uzorkovanje i obrada uzoraka

Za procjenu stanja livada cvjetnica korištena je metoda probnih kvadrata, koja predviđa nasumično spuštanje metalnog kvadratnog okvira dimenzija 20x20 cm i uzorkovanje označene površine. Unutar svakog kvadrata sakupljena je površina sedimenta, uključujući cvjetnice metalnom lopaticom i stavljena u mrežici. Uzorci su odmah grubo isprani od viška pijeska i mulja i prebačeni u posebne vrećice, s oznakom postaje, datumom i vremenom uzorkovanja te s dubinom s koje su uzeti uzorci. Vrećice s uzorcima su spremljene u transportni hladnjak, koji je potom transportiran u laboratorij Centra za istraživanje mora u Rovinju. U laboratoriju uzorci su temeljito isprani čistom morskom vodom, kako bi se uklonili bentonski organizmi i preostali sediment. Ispranim cvjetnicama odvojeni su biljni organi, listovi, korijen, rizom, te su eventualne sjemenke u uzorku također izdvojene od ostatka organa. Svi pojedinačni organi su zasebno vagani laboratorijskom vagom, kako bi se dobila mokra masa cvjetnica. U vaganju je korištena laboratorijska vaga s osjetljivošću od 0.01 g. Nakon vaganja uslijedilo je mjerenje dužine svakog lista zasebice, pomoću ravnala. Vrijednosti su tablično sortirane u Excel programu. Nakon mjerenja duljine pojedinačnih listova, pojedinačni dijelovi cvjetnice su položeni u keramičke i aluminijske posudice kako bi se osušili na 60 °C u sušioniku kroz 24 sata. Pri završetku sušenja dijelovi biljke su izvagani, kako bi se dobila suha masa morskih cvjetnica (Slika 2).



Slika 2: Priprema za vaganje cvjetnica nakon sušenja.

4.8. Određivanje površine rasprostranjenosti livada morskih cvjetnica

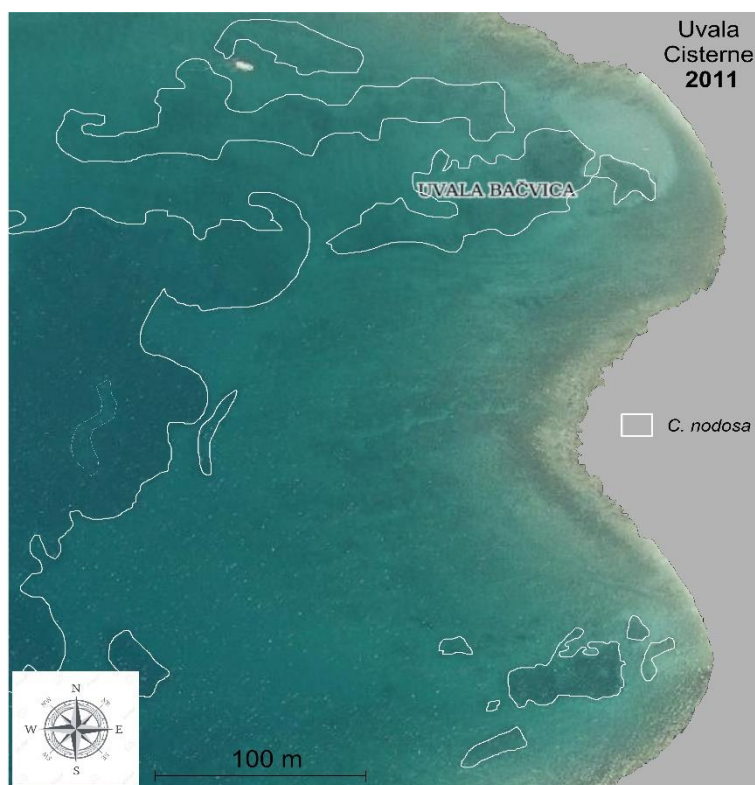
Površinu livada morskih cvjetnica se može odrediti na direktan i indirektan način. Radi dobivanja što točnijih rezultata potrebno je upotrijebiti oba načina. Direktan način procjene površine livada proveden je *in situ* pomoću ronjenja. Ronilac plivanjem bilježi lokacije livada i procjenjuje okvirnu površinu livada. Drugi, precizniji način je računanje površine livada morskih cvjetnica pomoću ortofoto snimki. Ortofoto snimkama se može pristupiti preko geoportala Državne geodetske uprave Republike Hrvatske (Geoportal 2021). Analizirane su ortofoto snimke iz 2011., 2014., 2018. i 2019. godine. Postupak je uključivao pronalazak lokacija i snimki, označavanje površine svake pojedine livade, te zbrajanje svih površina pojedinih livada unutar jedne lokacije, za svaku godinu pojedinačno. Nakon dobivanja sveukupnih površina livada kroz godine, dobiveni su podaci koji su poslužili usporedbi stanja u pojedinim godinama te identifikaciju određenih dugoročnih promjena u sustavima livada morskih cvjetnica. Podaci su uvršteni u grafove koji prikazuju trendove promjena površina kroz godine.

5. REZULTATI

5.1. Analiza Stanja prethodnih godina

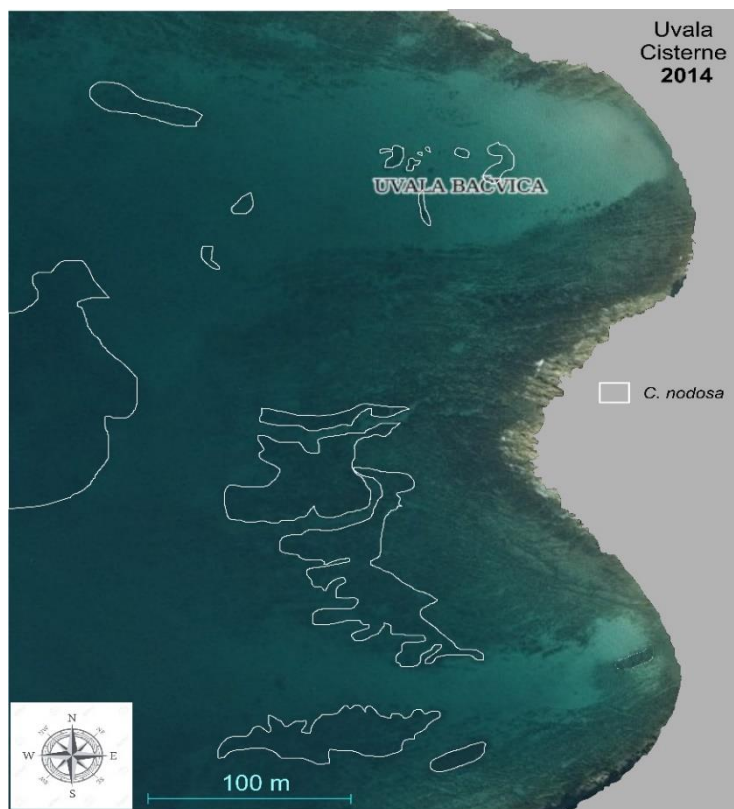
5.1.1. Uvala Cisterne

Uvala Cisterne 2011.godine sadržava livade morske cvjetnice vrste *Cymodocea nodosa*. U uvali su identificirane jedna veća livada, tri srednjih, te devet manji livada. Sveukupna površina navedenih livada 2011.godine iznosila je 52549 m² (Slika 3).



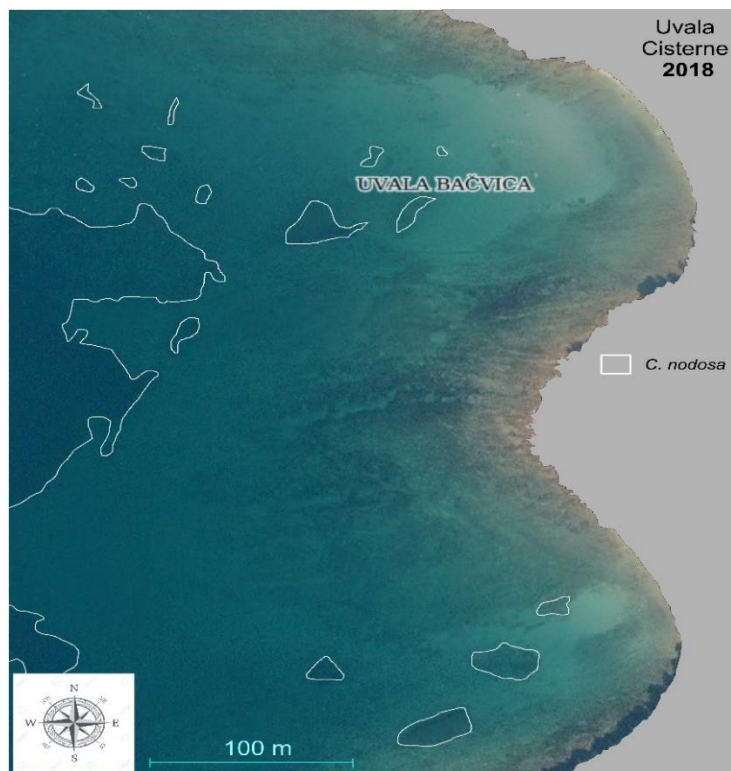
Slika 3: Ortofoto snimka uvala Cisterne 2011.godine.

Slika 4 prikazuje livade vrste *C. nodosa* u uvali Cisterne 2014.godine. Na ortofoto snimci je vidljiva smanjena najveća, centralna livada, kao i prijašnje manje koje su također smanjenije. Pozitivni pomak je vidljiv na istočnoj strani uvala, u plićem dijelu gdje je pronađeno 3 livade srednje veličine. Sveukupna površina livada 2014.godine u uvali Cisterne iznosi 32044 m².



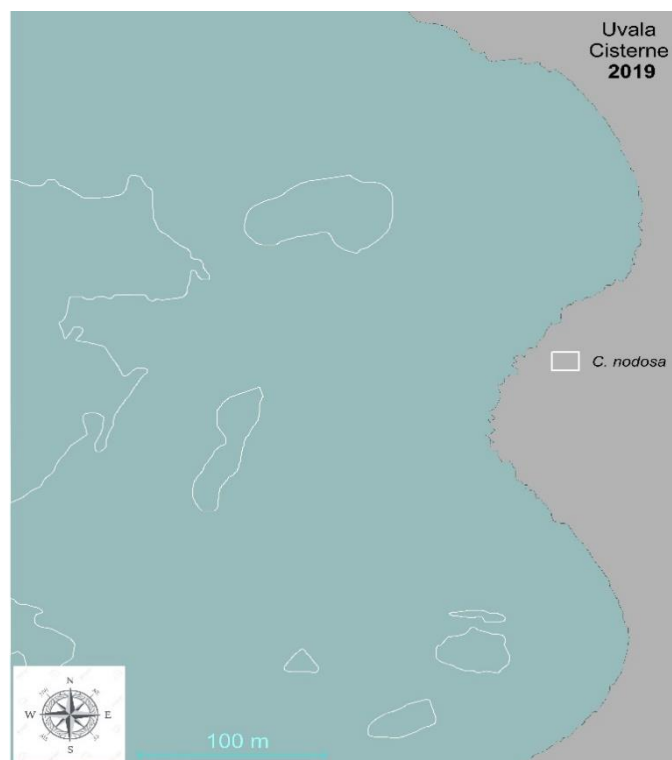
Slika 4: Ortofoto snimka uvale Cisterne 2014.godine.

Na ortofoto snimci iz 2018.godine vidljiva je i dalje jedna velika centralna livada, te 15 manjih. Isto tako je i vidljivo da su tri istočne srednje livade prijašnje locirane u plitkom dijelu uvale, 2018.godine nestale. Sveukupna površina svih livada 2018.godine iznosi 45100 m² (Slika 5).

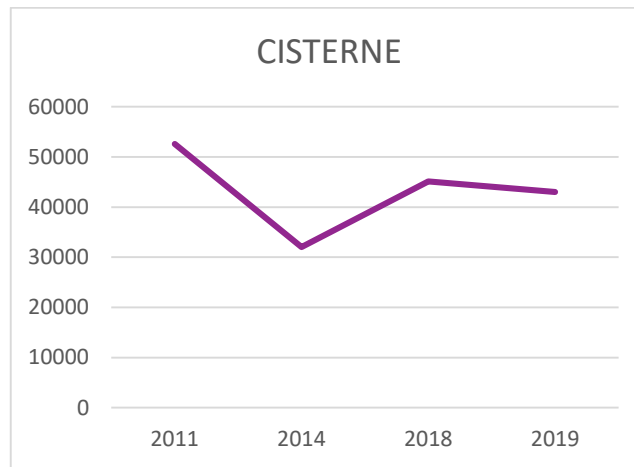


Slika 5: Ortofoto snimka uvale Cisterne 2018.godine.

Na ortofoto snimci iz 2019.godine vidljiva je opet jedna velika livada, te četiri srednje i dvije manje. Sveukupna površina livada iznosi 43031 m² (Slika 6).



Slika 6: Procijenjena rasprostranjenost morskih cvjetnica putem ronilačkog monitoringa uvale Cisterne 2019.godine.

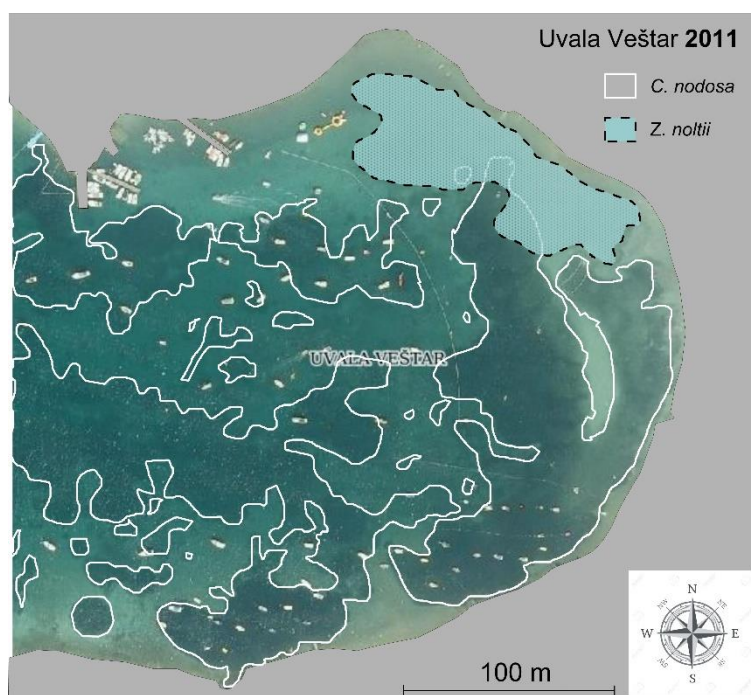


Graf 1: Grafički prikaz trenda kretanja površine livada vrste *C. nodosa* od 2011.do 2019.godine na postaji Cisterne.

Najveći pad površine rasprostranjenosti cvjetnice vrste *C. nodosa* u uvali Cisterne je vidljiv 2014.godine (pad od 39,02%), zatim vidimo rast od 28,95% u 2018.godini, a nakon toga blagi pad u 2019.godini od 4,59%. Generalni trend upućuje na relativnu stabilnost prisutnosti cvjetnica na ovoj lokaciji (Graf 1).

5.1.2.Uvala Veštar

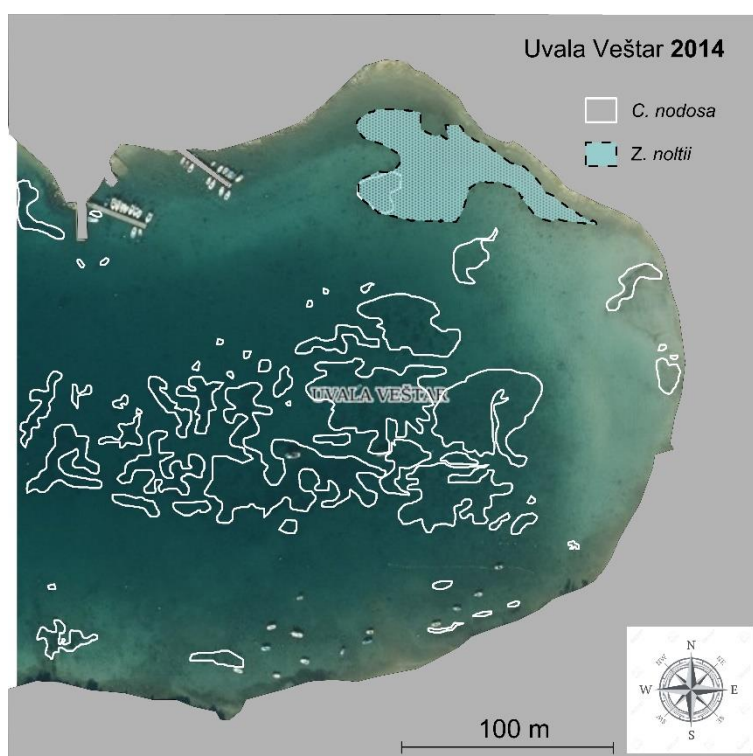
Uvala Veštar sadržava dvije vrste morskih cvjetnica, tj. *C. nodosa*, koja prevladava uvalom, te vrstu *Z. noltii*, koja tvori livadu u plitkom, sjeveroistočnom dijelu uvale. Uvala



Veštar 2011.godine sadržavala je jednu veliku i puno manjih livada vrste *C. nodosa*, sveukupne površine 110963 m² dok je livada vrste *Z. noltii* zauzimala površinu od 8170 m² (Slika 7).

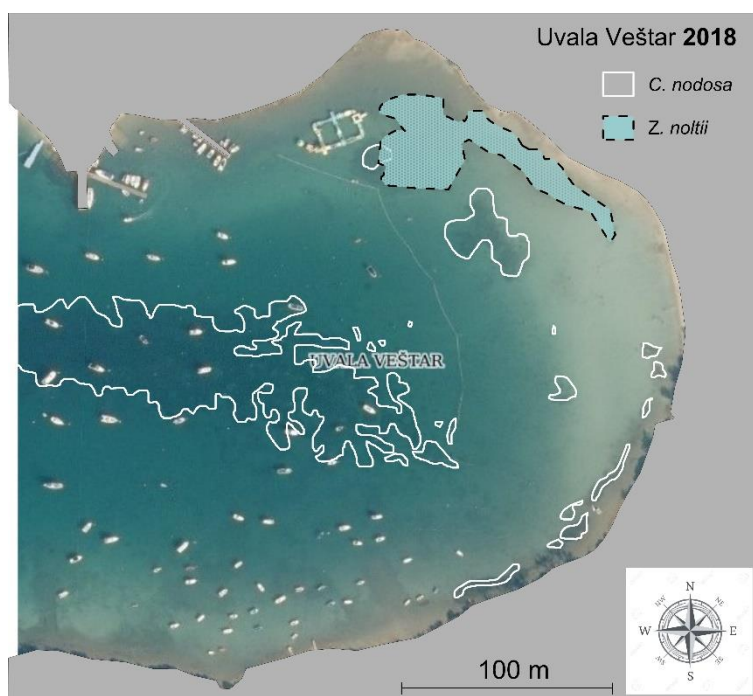
Slika 7: Ortofoto snimka s ucrtanim granicama livada morskih cvjetnica uvale Veštar 2011.godine.

Na ortofoto snimci iz 2014.godine jasno je vidljivo drastično smanjenje livada vrste *C. nodosa*, ali i livade vrste *Z. noltii*. Najveće smanjenje livada je vidljivo uz samu obalu uvale. Sveukupna površina koju pokriva livada vrste *C. nodosa* je 22231 m². Površina koju pokriva livada vrste *Z. noltii* je 5088 m² (Slika 8).



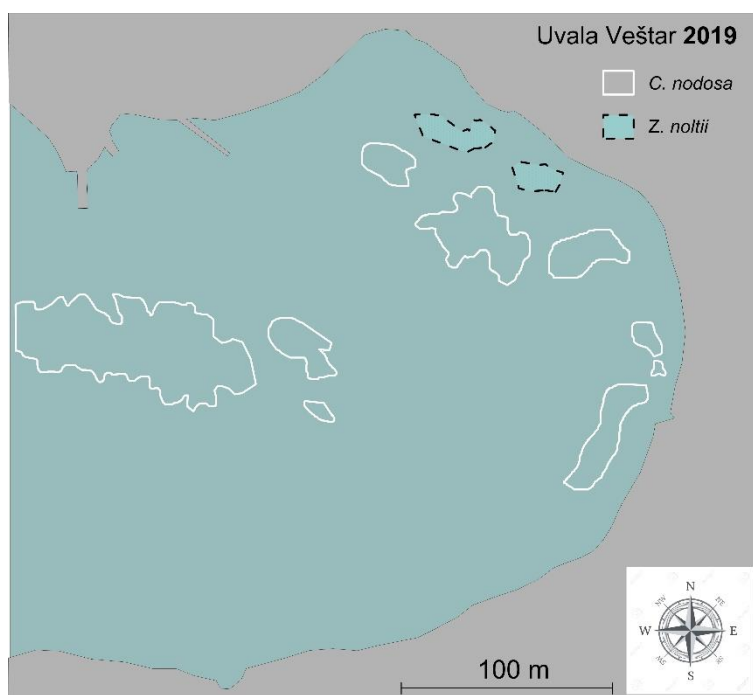
Slika 8: Ortofoto snimka uvale Veštar 2014.godine.

Sveukupna površina koju *C. nodosa* prekriva u uvali *Veštar* 2018.godine iznosi 31715 m². *Z. noltii* prekriva površinu od 4081 m². Uočljivo je da uz jugoistočni dio obale uvale *Veštar* opet možemo vidjeti male, fragmentirane livade vrste *C. nodosa* (Slika 9).

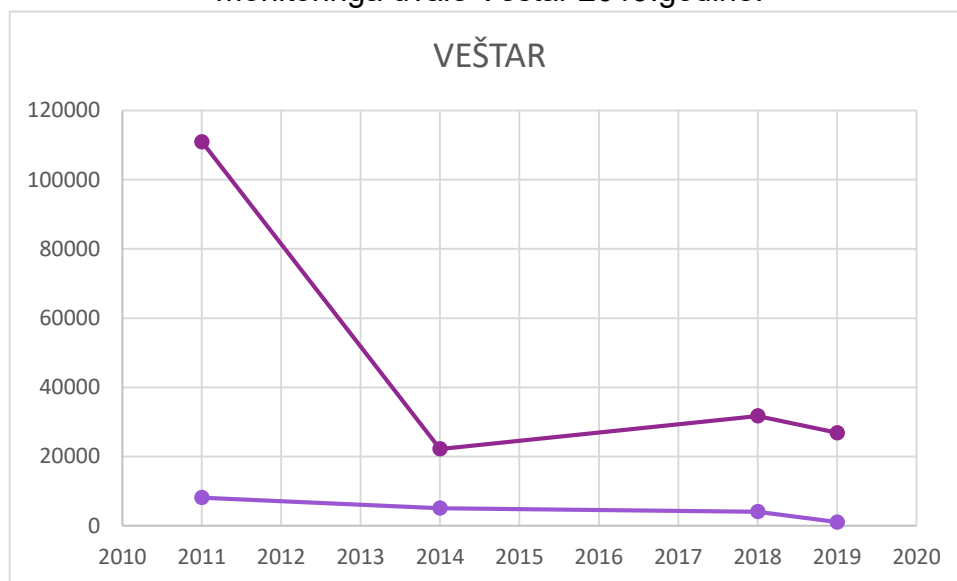


Slika 9: Ortofoto snimka uvale Veštar 2018.godine.

U 2019.godini u uvali Veštar možemo vidjeti da se livada vrste *Z. noltii* fragmentirala u dva dijela, gotovo podjednake veličine, a sveukupne površine od 1011 m². Livade vrste *C. nodosa* su također prate trend smanjenja površine. Sveukupna površina tih livada iznosi 26891 m² (Slika 9).



Slika 10: Procijenjena rasprostranjenost morskih cvjetnica putem ronilačkog monitoringa uvala Veštar 2019.godine.

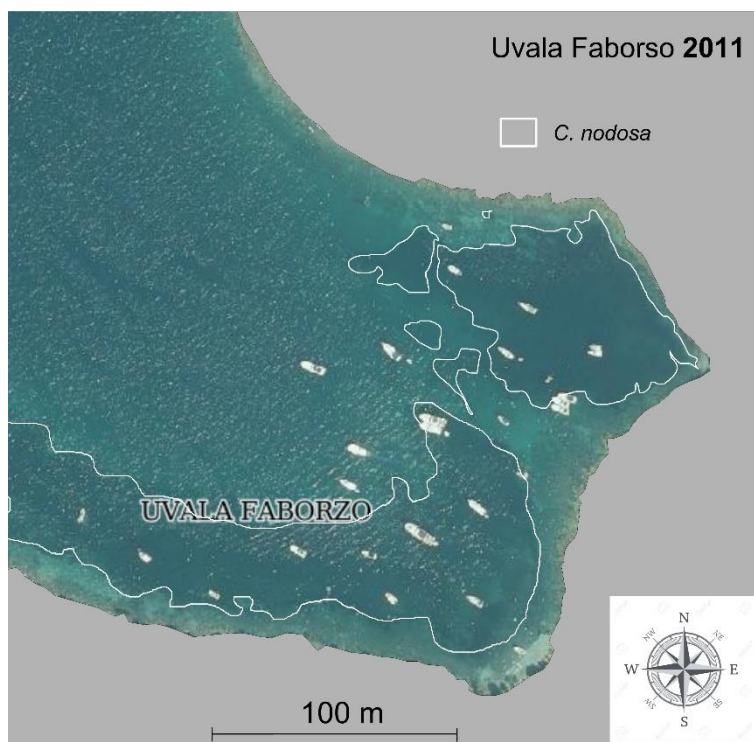


Graf 2: Grafički prikaz trenda kretanja površine livada vrste *Cymodocea nodosa* i vrste *Zostera noltii* od 2011.do 2019.godine na postaji Veštar.

Graf 2 prikazuje trend kretanja površine od 2011. do 2019.godine. Na grafu je jasno vidljiv nagli pad sveukupne površine livada vrste *C. nodosa* između 2011.i 2014.godine od 79,97%, potom rast od 2014. do 2018.godine od 29,90%, a potom blagi pad od 2018.do 2019.godine od 15,21%. Dugoročni trend ukazuje na drastično smanjenje rasprostranjenosti cvjetnica u uvali Veštar.

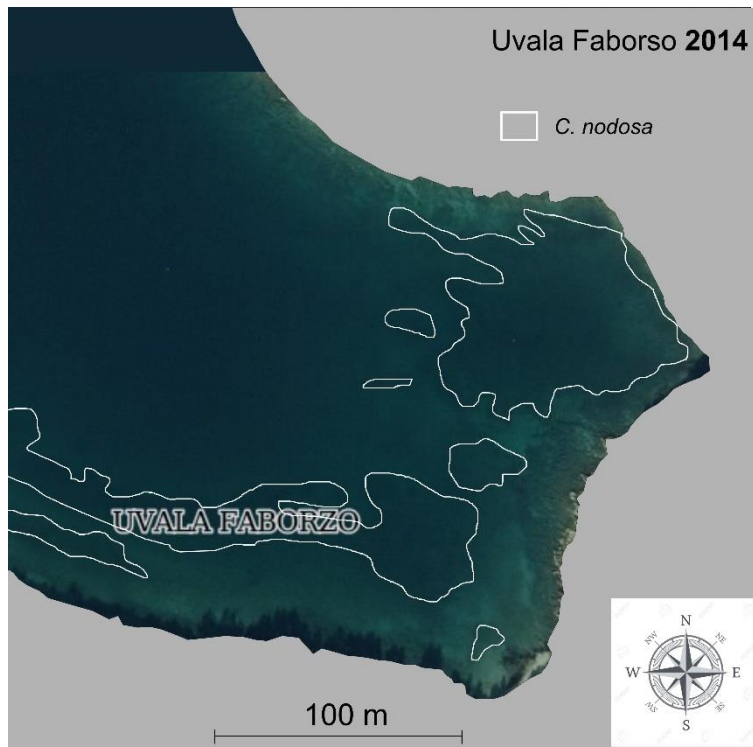
5.1.3. Uvala Faborso

Ortofoto snimka uvala Faborso iz 2011.godine pokazuje dvije velike livade vrste *C. nodosa*, te jedne srednje i tri manjih. Sveukupna površina tih livada iznosi 30983 m². Obje livade se pružaju uz obalu (slika 11).



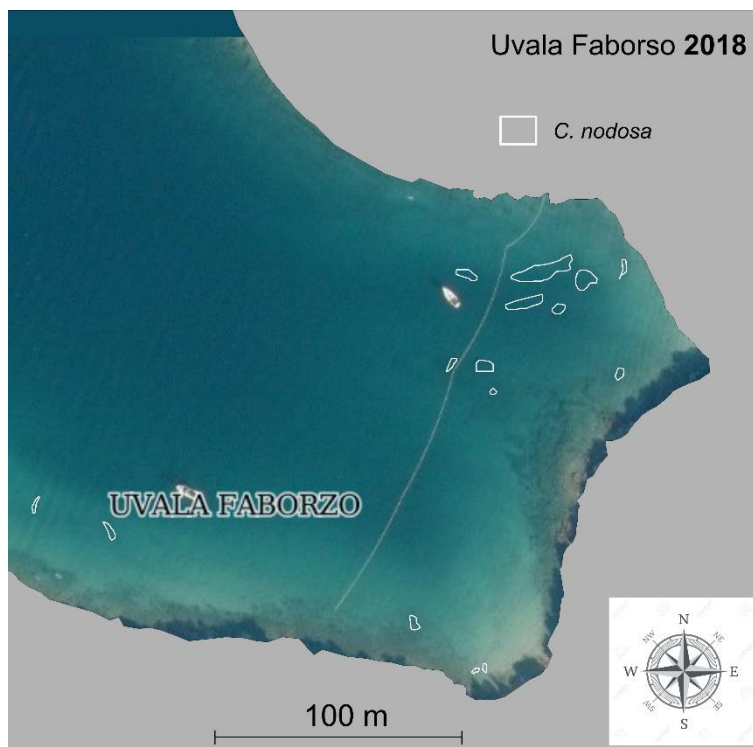
Slika 11: Ortofoto snimka uvale Faborso 2011.godine.

Livade se u 2014.godini smanjuju, posebice sjeverna livada koja se u 2011.godini pružala uz obalu. Sveukupna površina tih livada iznosila je 19868 m² (Slika 12).



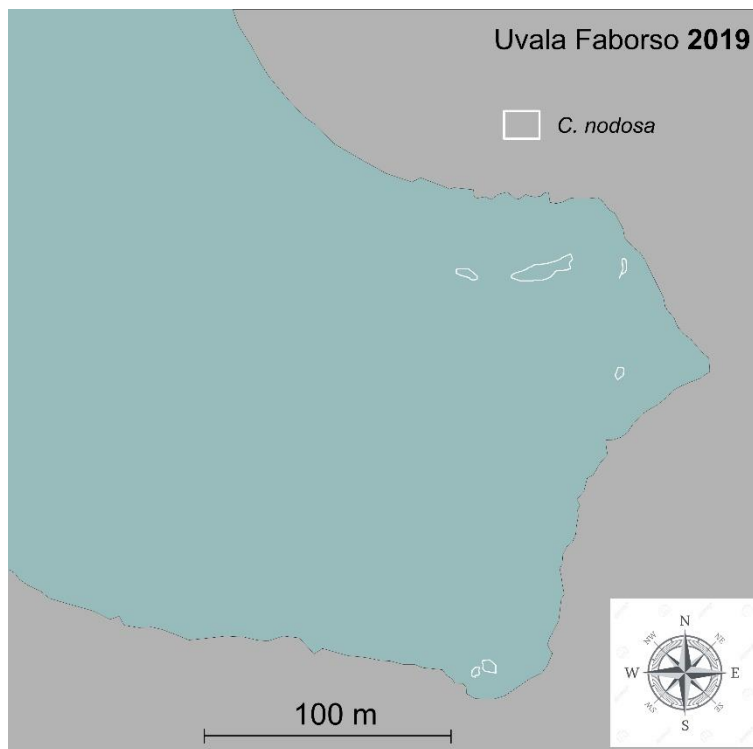
Slika 12: Ortofoto snimka uvale Faborso 2014.godine.

Livade vrste *C. nodosa* su se u 2018.godini drastično smanjile. Sveukupna površina malih, fragmentiranih livada iznosila je 347 m² (Slika 13).

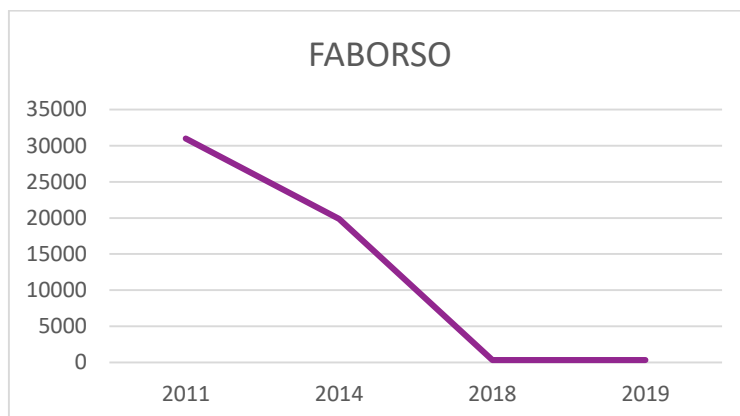


Slika 13: Ortofoto snimka uvale Faborso 2018.godine.

U 2019. godini su se livade vrste *C. nodosa* u potpunosti smanjile, a njihova sveukupna površina je iznosila samo 347 m² (Slika 14).



Slika 14: Procijenjena rasprostranjenost morskih cvjetnica putem ronilačkog monitoringa uvale Faborso 2019.godine.

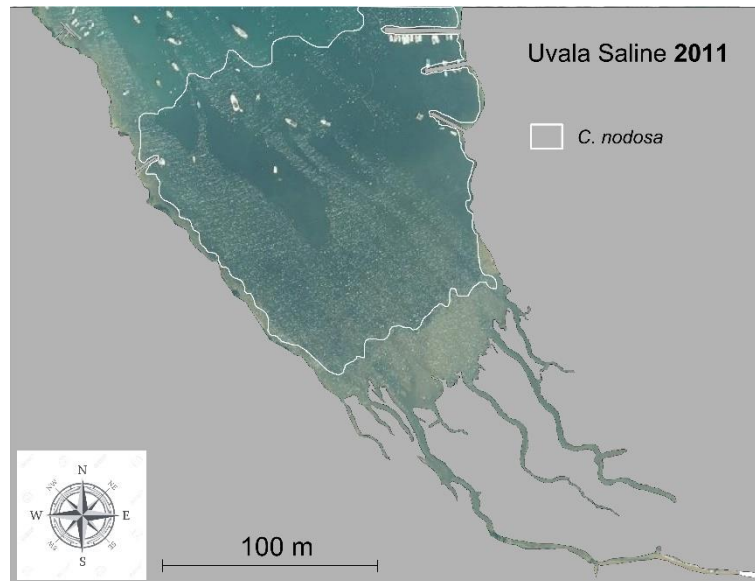


Graf 3: Grafički prikaz trenda kretanja površine livada vrste *Cymodocea nodosa* od 2011.do 2019.godine na postaji Faborso.

Na grafu 3 vidljiv je konstantan pad rasprostranjenosti livada vrste *C. nodosa* kroz sve godine. Prvobitno je uočen pad od 35,87% s 2011. na 2014.godinu, a potom dramatičan pad od 98,26% u 2018. godini. Slijedi blagi pad između 2018. i 2019.godine od 0,64% i stabilizacija na minimalnim razinama preživljavanja livade.

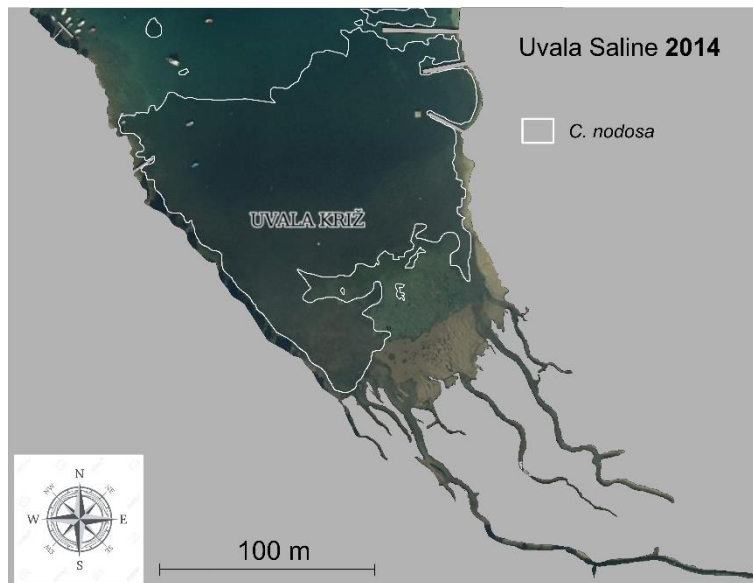
5.1.4. Uvala Saline

Uvala Saline je 2011. godine sadržavala jednu veliku livadu vrste *Cymodocea nodosa*. Njena površina je 2011. godine iznosila 45757 m² (Slika 15).



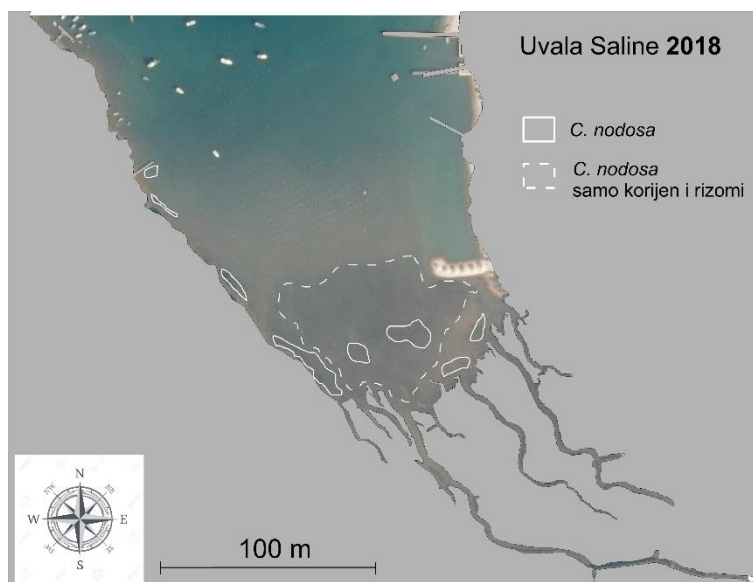
Slika 15: Ortofotogrametrijski snimak uvale Saline 2011. godine.

Na ortofotogrametrijskim snimcima uvale Saline 2014. se vidi da se livada vrste *C. nodosa* počela fragmentirati i postupno smanjivati. Pomoću snimke se izračunala površina od 33931 m² (Slika 16).



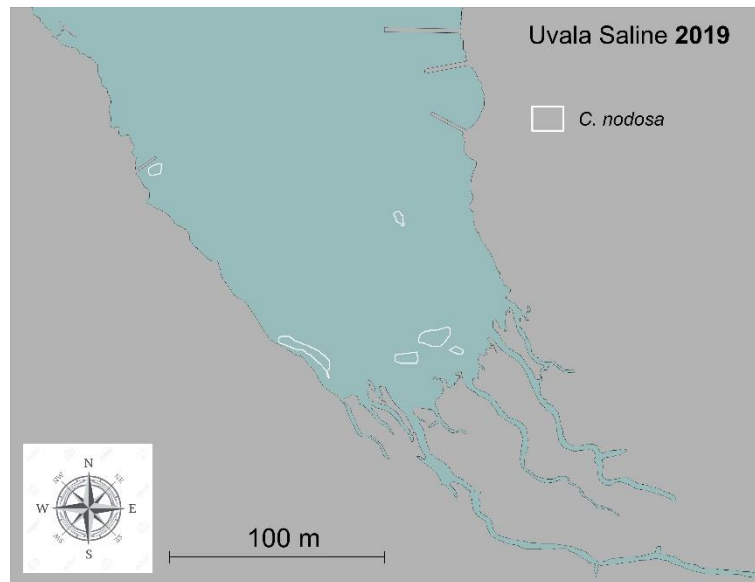
Slika 16: Ortofoto snimka uvale Saline 2014.godine.

U Salinama je 2018.godine *C. nodosa* bila jako degradirana, zato što se na području gdje se nekada nalazila velika livada, 2018. pronašlo samo ostaci korijena i rizoma, a samo na nekim dijelovima je *C. nodosa* pronađena u stanju cjelovite biljke. Isto tako, postojali su dijelovi uvale u kojima je nekada livada bila rasprostranjena, međutim u tim područjima u 2018. godini je uočeno odsustvo ove cvjetnice. Sveukupna površina degradiranih cvjetnica, koje su bile svedene samo na korijen i rizom je bila 88723 m². Što se tiče cijelih biljaka, one su tvorile površinu od samo 902 m² (Slika 17).

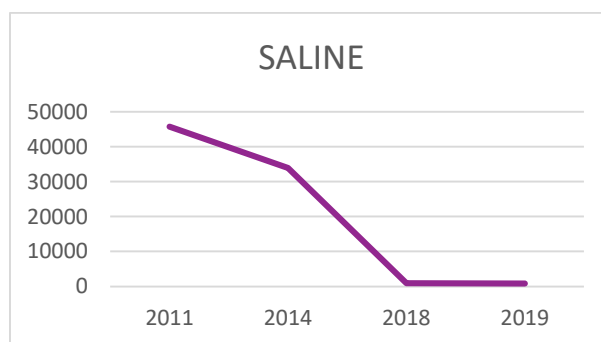


Slika 17: Ortofoto snimka uvale Saline 2018.godine.

Odlazak na teren u rujan 2019.godine je pokazao potpuno smanjenje livade vrste *C. nodosa* u uvali Saline. Naime, u uvali Saline se te godine moglo pronaći tek nekoliko udaljenih fragmenta populacije vrste *C. nodosa* koja je nekada tvorila veliku livadu. Sveukupna izračunata površina tih livada je iznosila samo 832 m² (Slika 18).



Slika 18: Procijenjena rasprostranjenost morskih cvjetnica putem ronilačkog monitoringa uvale Saline 2019.godine.

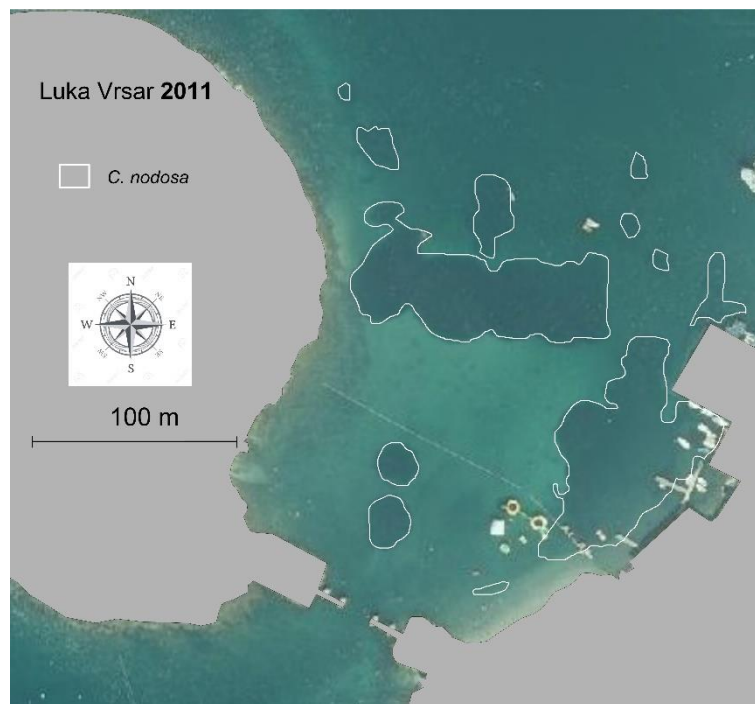


Graf 4: Grafički prikaz trenda kretanja površine livada vrste *Cymodocea nodosa* od 2011.do 2019.godine na postaji Saline.

Trend kretanja rasprostranjenosti livada cvjetnice *C. nodosa* kroz godine na postaji Saline je sličan kao u uvali Faborso. Postaje nisu jako udaljene, te su vjerojatno izložene sličnim antropogenim utjecajima. Prvobitna sveukupna površina livada (45757 m²) iz 2011.godine se 2014.godine smanjila se za 25,85%, a potom 2018.godine za dramatičnih 97,34 %. Nakon toga slijedi blaži pad rasprostranjenosti od 7,78 % u 2019.godini (Graf 4).

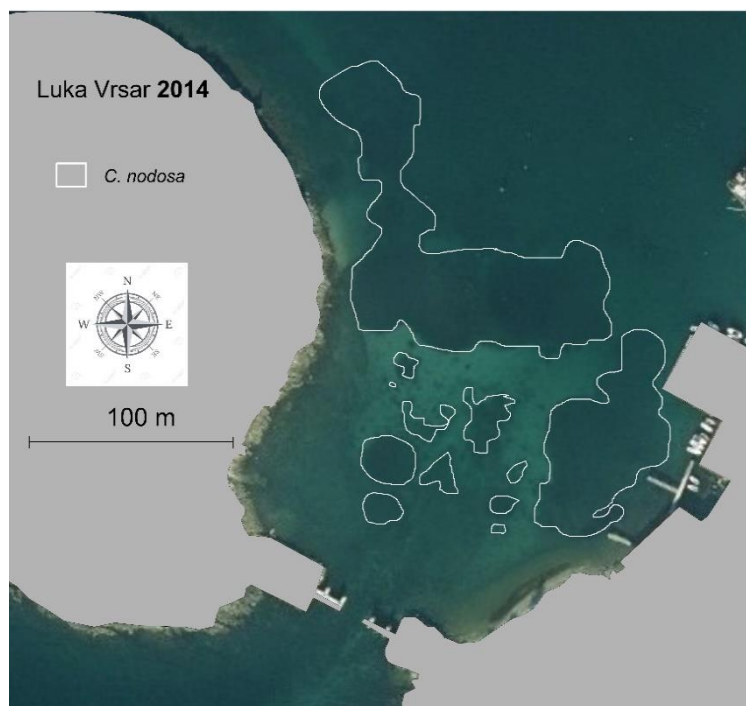
5.1.5. Luka Vrsar

U luci Vrsar je 2011. godine pronađena cvjetnica vrste *Cymodocea nodosa* u obliku 2 većih livada, te više manjih, što je vidljivo na ortofoto snimci, pod slikom br.19. Sveukupna površina tih livada iznosila je 8461 m² (Slika 19).



Slika 19: Ortofoto snimka luke Vrsar 2011.godine.

Na slici 20 je vidljivo povećanje rasprostranjenosti livada cvjetnice vrste *C. nodosa* u području Vrsarske luke u 2014.godini. Dvije prijašnje velike livade su se proširile u smjeru sjevera, a i uočene su dodatno neke manje livade u sredini luke. Sveukupna površina proširenih i novonastalih livada je 2014.godine iznosila 9407 m².



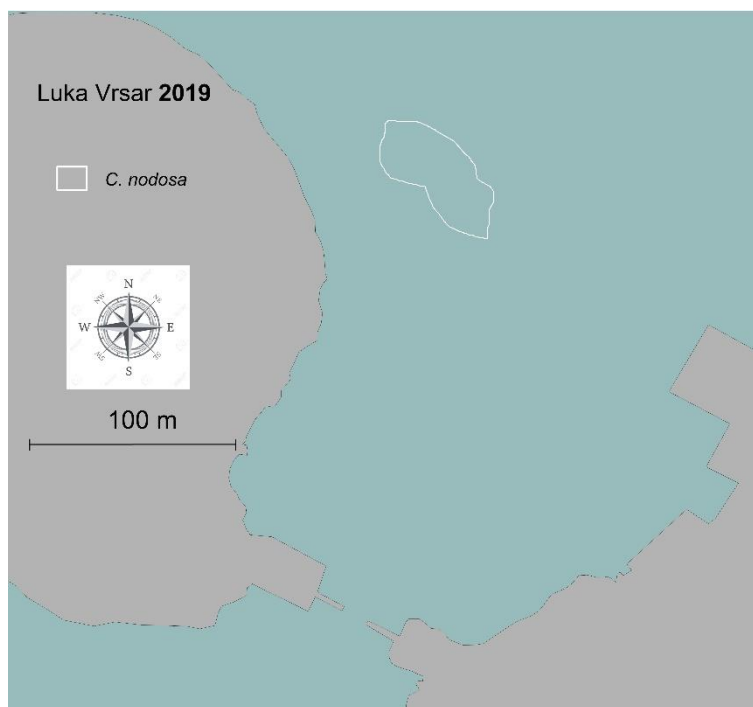
Slika 20: Ortofoto snimka luke Vrsar 2014.godine.

U Vrsarskoj luci se stanje morske cvjetnice vrste *C. nodosa* jako pogoršalo u 2018.godini. Livade koje su se mogle pronaći u sredini luke, kao i one koje su bile izložene antropogenim utjecajima uz samu obalu su nestale. Jedina livada koja je ostala u 2018.godini, bila je ona koja je nekad bila jedna od dviju najvećih u cijeloj luci. U 2018.godini se i navedena livada jako smanjila i njena površina je iznosila 3953 m², što je jasno vidljivo na ortofoto snimci, koja je prikazana pod slikom 21.

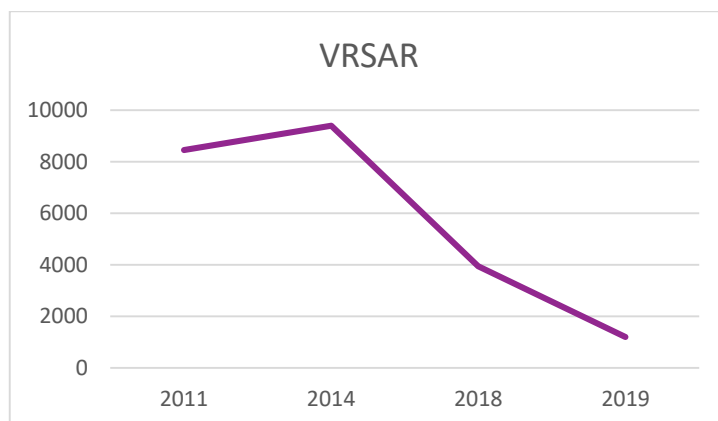


Slika 21: Ortofoto snimka luke Vrsar 2018.godine.

Dolazak na teren 2019.godine je pokazao potpuno smanjenje nekadašnje velike livade cvjetnice vrste *C. nodosa*, koja je u 2019. godini površinom iznosila samo 1209 m² (Slika 22).



Slika 22: Procijenjena rasprostranjenost morskih cvjetnica putem ronilačkog monitoringa luke Vrsar 2019.godine.

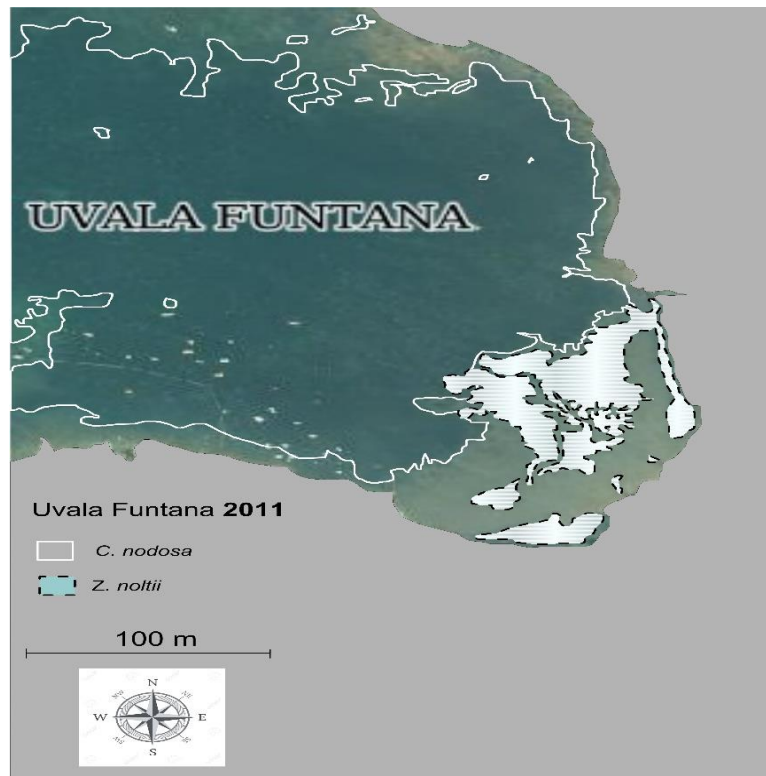


Graf 5: Grafički prikaz trenda kretanja površine livada vrste *Cymodocea nodosa* od 2011.do 2019.godine na postaji Vrsar.

U Vrsarskoj luci je prvobitno stanje livada 2011. godine bilo umjereno dobro. Potom je došlo do stvaranja novih, manjih livada, ali i proširenje prijašnjih većih livada (rast od 10,06%). Slijedi nagli pad od 57,98% s 2014. na 2018. godinu, a potom pad od 69,42% od 2018.na 2019.godinu. Treba naglasiti da je pad s 2018. na 2019.godinu puno problematičniji, s obzirom da se radi o samo jednoj godini razlike, za razliku od pada s 2014. na 2018.godinu (Graf 5).

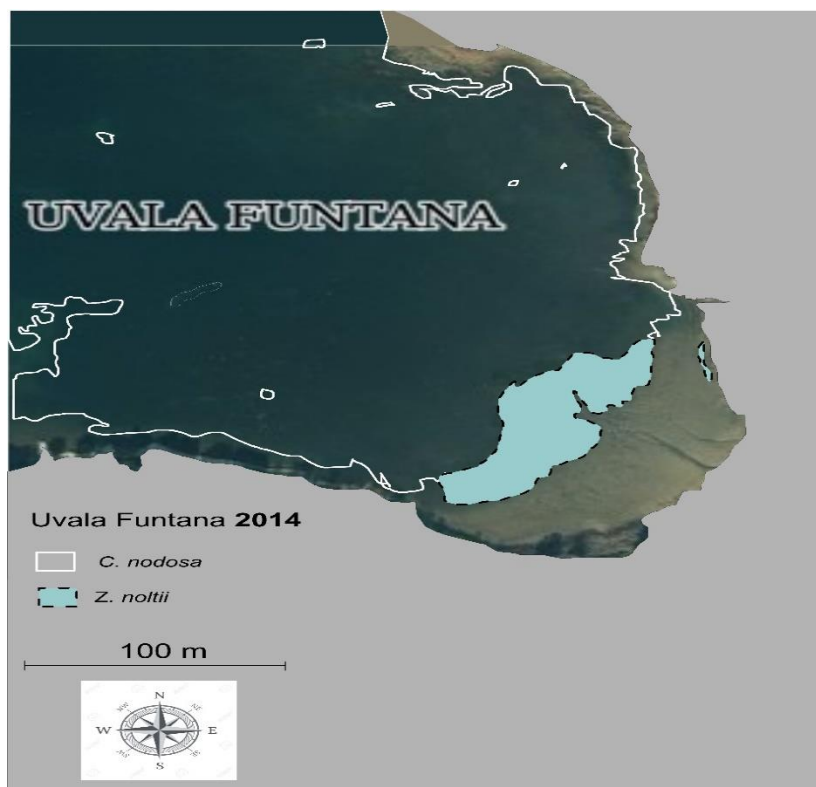
5.1.6. Luka Funtana

Uvala Funtana je 2011.godine sadržavala veliku livadu morske cvjetnice vrste *Cymodocea nodosa*, ali i manje livade vrste *Zostera noltii*. 2011.godine je uvala sadržavala jednu veliku i više manjih livada vrste *C. nodosa* koje su imale sveukupnu površinu od 137767 m². Livade *Z. noltii* su sveukupno imale površinu od 6627 m², što je jasno vidljivo na slici 23.



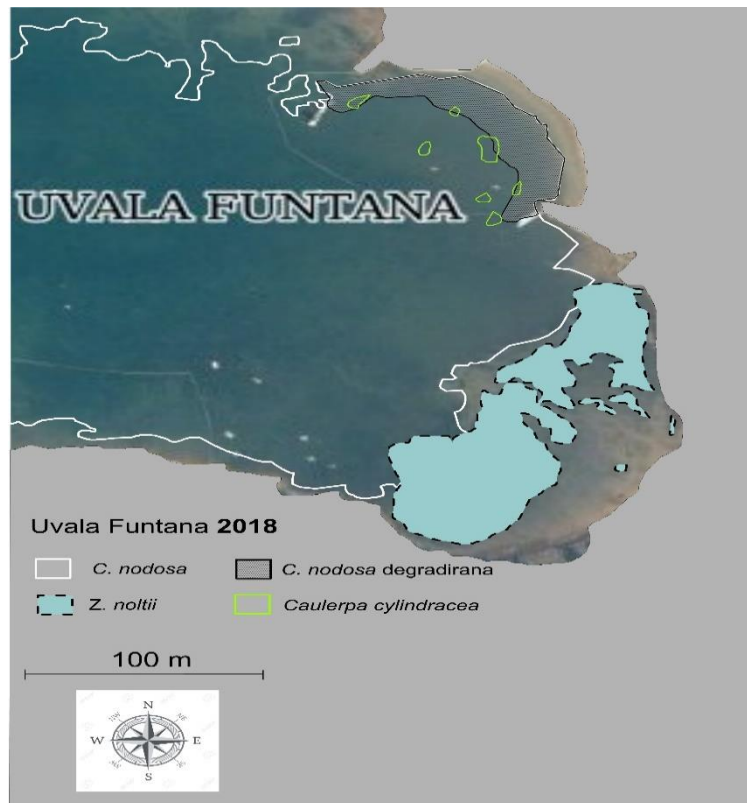
Slika 23: Ortofoto snimka uvale Funtana 2011.godine.

U uvali Funtana je 2014.godine uočeno smanjenje rasprostranjenosti cvjetnice *C. nodosa*, koja je 2014.imala sveukupnu površinu od 105253 m². Paralelno s time, uočeno je i povećanje rasprostranjenosti cvjetnice *Z. noltii*, u usporedbi s 2011. godinom. Vrsta *Z. noltii* je 2014. godine tvorila jednu veliku livadu površine 8165 m², dok je 2011. godine bila fragmentirana na više manjih livada (Slika 24).



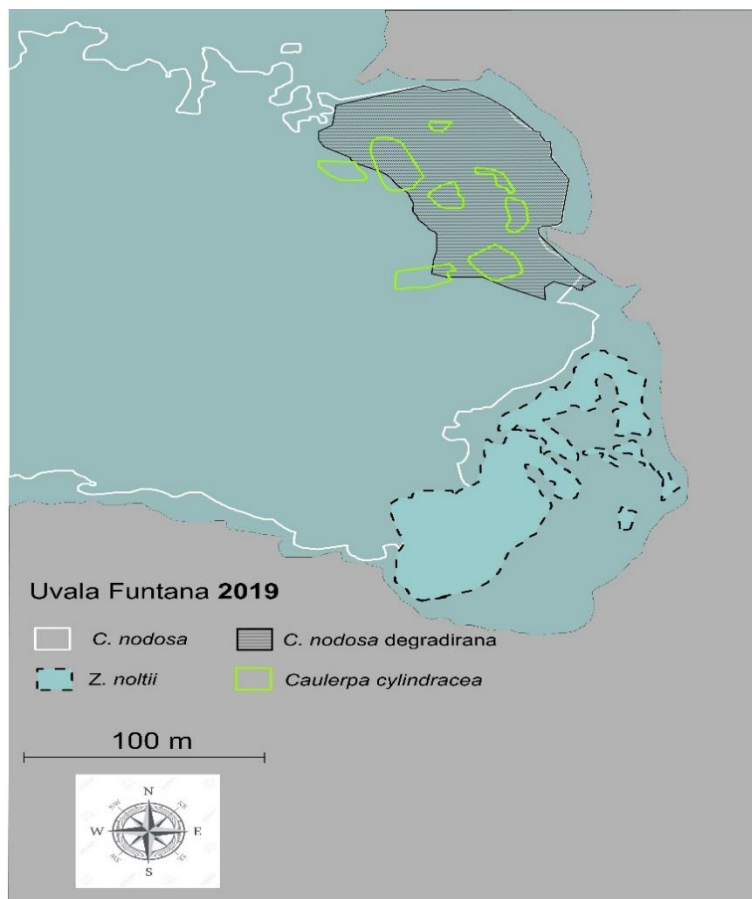
Slika 24: Ortofoto snimka uvale Funtana 2014.godine.

U Funtanskoj uvali je 2018. godine promijenjen sastav bentonskih primarnih proizvođača. Uočeno je da u uvali postoji područje gdje se cvjetnica *C. nodosa* u potpunosti degradirala, a odmah u/uz to područje je pronađena i invazivna alga vrste *Caulerpa cylindracea*. *C. cylindracea* je tada tvorila više manjih, odvojenih livada, koje su imale sveukupnu površinu od 318,38 m². Sveukupna površina svih livada vrste *C. nodosa* iznosi 83918,13 m², a degradirani dio ima površinu od 4321,96 m². Livada vrste *Z. noltii* se blago proširila od 2014.godine, te je u 2018.godini površinom iznosila 8544,44 m², što je vidljivo na slici 25.

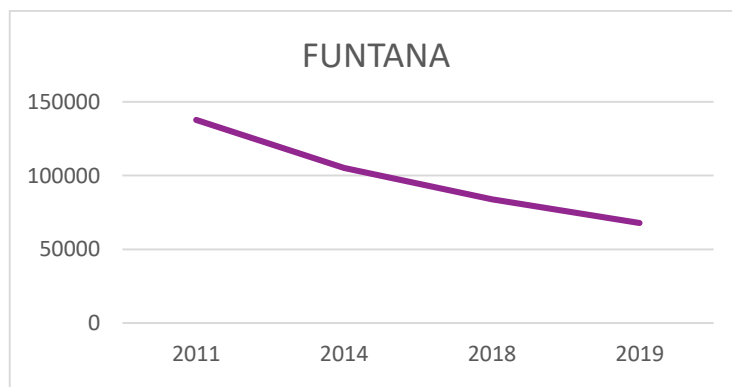


Slika 25: Ortofoto snimka uvale Funtana 2018.godine.

Na slici 26 je vidljivo proširenje površine degradirane livade vrste *C. nodosa* (14375 m²), isto je uočljivo i kod invazivne alge vrste *C. cylindracea*, čija površina se povećala (1027 m²). Što se tiče same površine livada vrste *C. nodosa* koje su cijele, površina je smanjena na 67889 m². Površina *Z. noltii* se isto tako smanjila (4959 m²). Ovakav rezultat je veoma zabrinjavajući.



Slika 26: Procijenjena rasprostranjenost morskih cvjetnica putem ronilačkog monitoringa uvale Funtane 2019.godine.

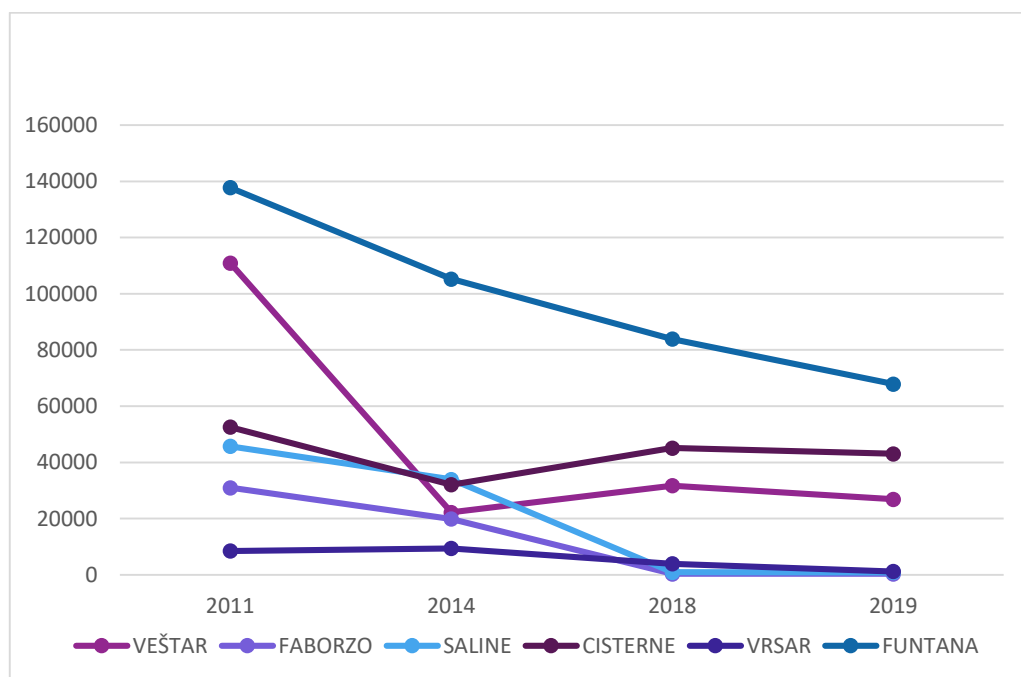


Graf 6: Grafički prikaz trenda kretanja površine livada vrste *Cymodocea nodosa* od 2011.do 2019.godine na postaji Funtana.

U Funtani nije uočen tako nagli pad populacije cvjetnice vrste *C. nodosa* kao u Vrsaru, u uvali Faborso ili u Salinama. Prvo je uočeno smanjenje površine od 23,6 % s 2011. na 2014.godinu, a potom 20,27% smanjenje površine od 2014.na 2018.godinu, te pad

površine od 19,10 %, u konačnici s 2018. na 2019. godinu. Od ovih ujednačenih, konstantnih padova je puno značajniji dolazak invazivne alge vrste *Caulerpa cylindracea* (Graf 6).

Rezultati su očekivano, pokazali generalno smanjenje livada morskih cvjetnica na postajama na kojima se vršilo uzorkovanje u rujnu 2019.godine.

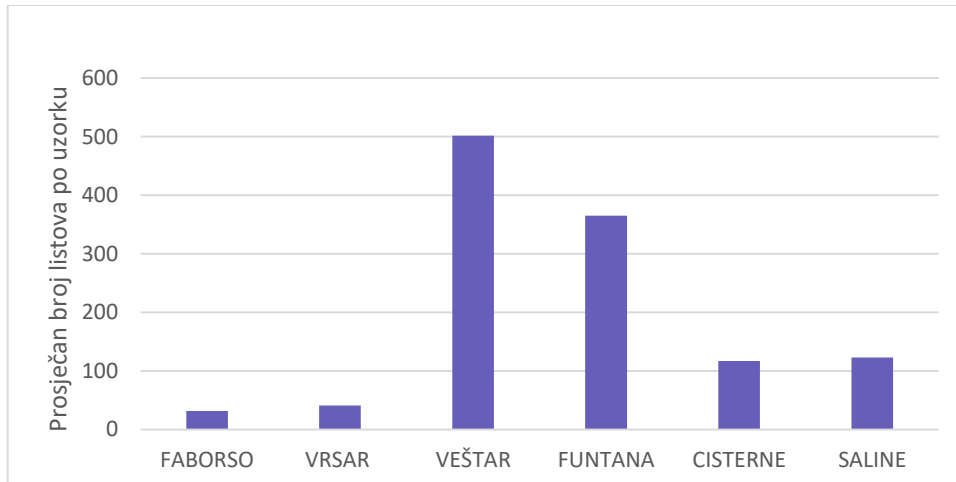


Graf 7: Grafički prikaz usporedbe trendova kretanja površina livada morske cvjetnice *Cymodocea nodosa* na svim postajama.

Na grafu 7 je vidljivo da su postaje Saline i Faborso, koje se nalaze u blizini, imale slični trend promjene površine od 2011. do 2019. godine. Najveći pad u površini među svim postajama je vidljiv u uvali Veštar, i to s 2011. na 2014.godinu. Gledajući ovaj graf, najblaži pad je imala postaja Vrsar, koja je imala konstantno blag pad (sudeći samo po ovom grafu), međutim kada se postaja izolira u poseban graf vidljivo je da je trend kretanja površine na grafu 7 nerealno, što se može objasniti činjenicom da je postaja Vrsar na početku praćenja (2011.godine) imala početno malu površinu.

5.2. Biometrijske osobine cvjetnica

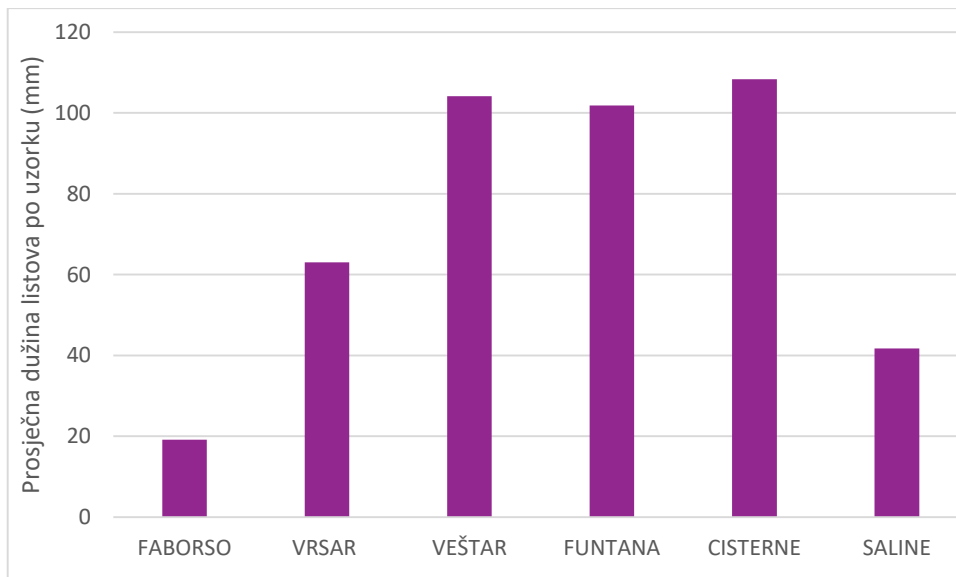
5.2.1. Prosječan broj listova



Graf 8: Prosječan broj listova po uzorku po postajama.

Najveći prosječan broj listova po jedinici površine (20x20 cm) je pronađen na postaji Veštar (502), slijede Funtana (365), Saline (123), Cisterne (117), Vrsar (40,5), te u konačni Faborso (31,5) (Graf 8).

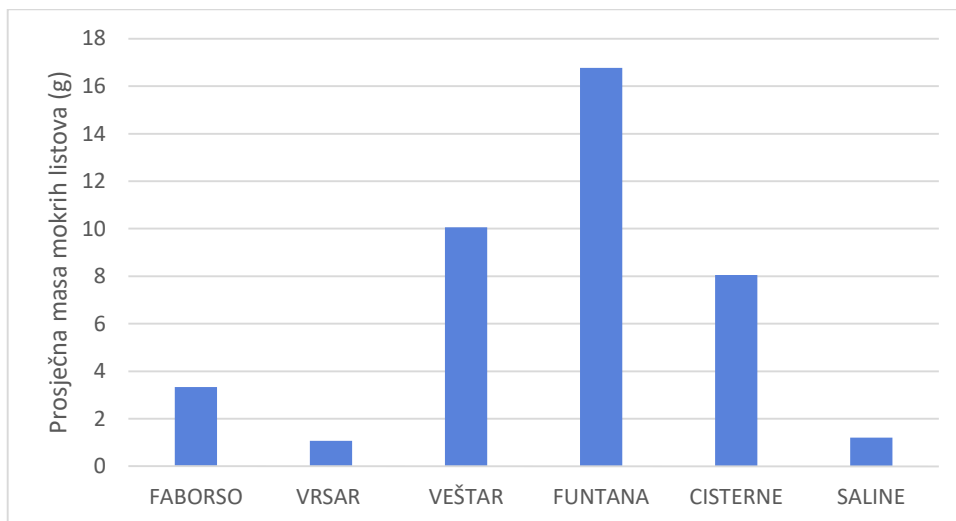
5.2.2. Prosječna dužina listova po uzorku



Graf 9: Prosječna dužina listova po uzorku po postajama.

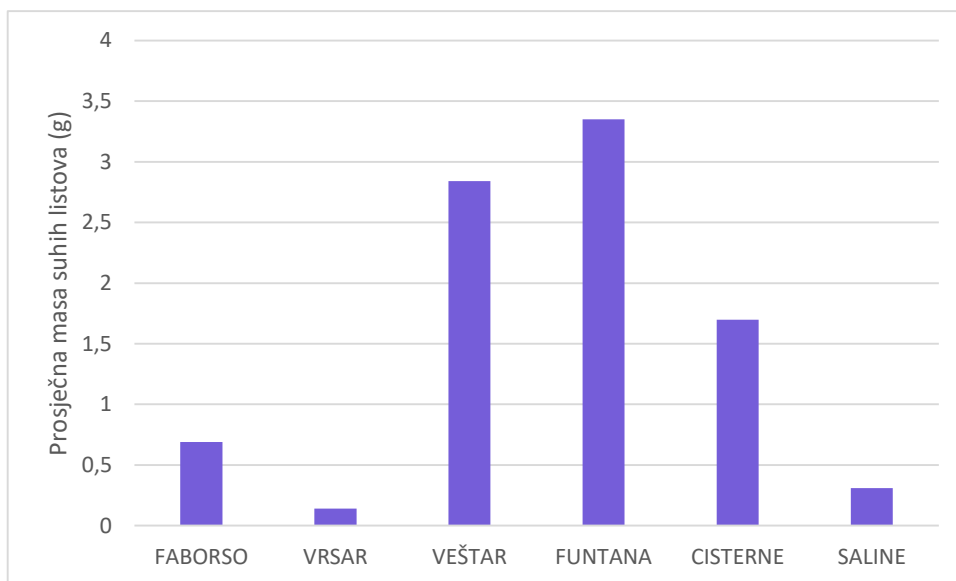
Među svim postajama najdužu prosječnu dužinu listova su imale postaje Cisterne (108,38 mm), Veštar (104,16 mm), te postaja Funtana (101,9 mm). Postaje sa srednjom prosječnom dužinom lista su Vrsar (63,1 mm), te Saline (41,77 mm). Postaja s najkraćom prosječnom dužinom listova je bila postaja Faborso (19,2 mm) (Graf 9).

5.2.3. Prosječna masa po uzorku



Graf 10: Prosječna masa (u gramima) mokrih listova vrste *Cymodocea nodosa* s postaja uzorkovanja.

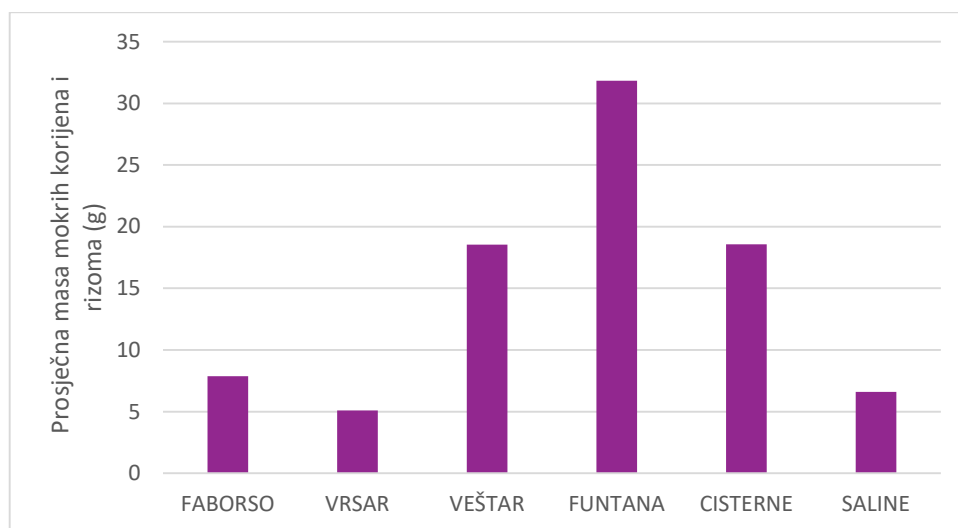
Graf 10 prikazuje prosječnu masu mokrih listova vrste *Cymodocea nodosa* s postaja uzorkovanja. Postaja s najvećom masom mokrih listova je Funtana, gdje je prosječna masa s tri uzorka iznosila 16,77 g. Postaja s najmanjom prosječnom masom mokrih



listova je bila Vrsar, gdje je masa iznosila 1,08 g.

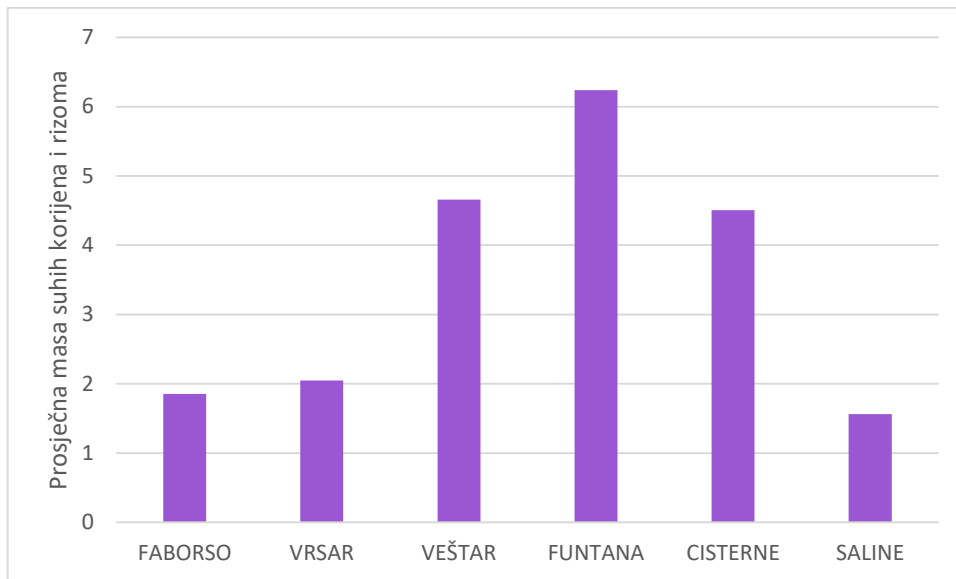
Graf 11: Prosječna masa suhих listova (u gramima) vrste *Cymodocea nodosa* s postaja uzorkovanja.

Suha masa listova je prikazana u grafu br.11. Graf br.11 prati graf br.10, odnosno postaja Funtana među svim postajama ima najveću prosječnu masu suhих listova (3,35 g), dok postaja Vrsar ima najmanju masu suhих listova (0,14 g) (Graf 11).



Graf 12: Prosječna masa mokrih rizoma i korijenja (u gramima) vrste *Cymodocea nodosa* s postaja uzorkovanja.

Prosječna masa mokrih rizoma i korijena također prikazuje da je postaja Funtana ona s najvećom masom (31,83 g), a postaja Vrsar ima najmanju prosječnu masu (5,09 g) rizoma i korijena među svim postajama (Graf 12).



Graf 13: Prosječna masa suhih rizoma i korijenja (u gramima) vrste *Cymodocea nodosa* s postaja uzorkovanja.

Graf 13 grafički prikazuje prosječnu masu suhih rizoma i korijenja vrste *Cymodocea nodosa*, a postaja s najvećom prosječnom masom je Funtana, a s najmanjom postaja Faborso. Stoga, uočljivo je da je ovo prva tablica u kojoj postaja Faborso ima najmanju prosječnu masu od svih postaja. Dakle, sušenje korijenja i rizoma vrte *Cymodocea nodosa* uzorka s postaje Faborso, u usporedbi s ostalim postajama, dovelo je do najvećeg gubitka vode.

6. RASPRAVA

Na većini postaja (Cisterne, Veštar, Faborso, Saline i Funtana) najveći pad površine rasprostranjenosti livada vrste *C. nodosa* bio je vidljiv s 2011. na 2014. godinu. S obzirom da se radi o dužem vremenskom razdoblju (od 2011. do 2014.), očekivano je da će i razlike u rasprostranjenosti livada biti izraženije. Zanimljiv je i oporavak livada na nekim postajama, odnosno oporavak livada na postaji Cisterne i Veštar s 2014. na 2018. godinu. Međutim, druge postaje bilježe pad s 2014. na 2018. godinu. Takav trend je vidljiv u uvali Saline i Faborso, ali i u Vrsarskoj luci. Uvale Faborso i Saline se nalaze jedna pored druge, a obje su s 2014. na 2018. godinu imale izuzetne velike padove u površini rasprostranjenosti livada, pri čemu je u uvali Saline primijećen pad od 97,34%, dok u uvali Faborso 98,26%. Postroje prirodni i antropogeni utjecaji, koji su djelovali

baš u tom području. Inače, obje uvale izložene su utjecaju kupaca, i povremenom sidrenju turističkih čamaca i brodica. Kao što je već prije naglašeno, cvjetnica vrste *C. nodosa* je posebice osjetljiva na mehanički utjecaj (gaženje), te na sidrenje. Trendovi pregleda turističkog prometa u Istri između 2014. i 2018. godine pokazuju konstantan rast dolaska sve većeg broja ljudi, a posebno je zanimljivo i dolazak sve većeg broja nautičara od 2014. do 2018. godine. Sveukupan broj dolaska je 2014. godine iznosio je 22.274.541, a od toga nautički turizam zauzima 145.258 dolaska. Godina nakon pokazuje blagi pad nautičkog turizma, odnosno od sveukupno 23.668.568 dolaska, 140.626 spada u nautički turizam. Godinu nakon opet možemo vidjeti rast broja dolaska (25.010.890), a od toga je 146.683 nautičara. 2017.godine vidimo opet rast, 27.511.615 sveukupnih dolazaka, a od toga 155.059 nautičara. Konačno, u 2018.godini u Istri boravi 28.443.129 turista, a od toga 160.077 nautičara (Istra 2021). Trend rasta broja dolaska nautičara u Istru se jasno odrazio na stanje rasprostranjenosti livada morskih cvjetnica. Utjecaj sidrenja je vidljiv i u uvali Veštar, koja se nalazi uz autokamp, pa je antropogeni utjecaj veliki. Gledajući ortofoto snimke, vidljivo je smanjenje površine livada uz samu sredinu uvale, gdje kupaci nemaju velikog utjecaja s obzirom da je veća dubina, međutim utjecaj sidrenja ima. Na ortofoto snimkama svih godina se mogu vidjeti usidrene brodice, a iz iskustva s terena mogu reći da se većina tih brodica sidri na tradicionalan način. U Vrsarskoj luci je prvobitno uočen rast površine livada, a potom pad. Može se pretpostavljati da je između 2011. i 2014. godine kombinacija antropogenih i prirodnih čimbenika bila povoljnija za rast i razvitak cvjetnica vjerojatno zbog smanjenog prometa plovila kroz luku i zato što još nisu bile izgrađene razne umjetne plaže s dodatnim plutajućim zabavnim sadržajima.. Trenutno su u tijeku počeci raznih projekata koje Lučka uprava Poreč namjerava realizirati u Vrsarskoj luci. Jedan od tih projekata je i "Građenje građevine infrastrukturne namjene prometnog sustava (pomorski promet), 2. a skupine – Luka otvorena za javni promet - ribarski dio" (Lučka uprava Poreč 2020). U planu tog projekata je izgradnja lukobrana u dužini od 176 m, produbljenje lučkog akvatorija, izgradnja obalnog zida, te još razni planovi za poboljšanje gospodarstva u tom i širem području. Najvjerojatnije zahvat će utjecati na ostatak livade u Vrsarskoj luci, pogotovo tijekom gradnje, no s adekvatnim mjerama zaštite, kompenzacije i presađivanja biljke, taj utjecaj bi se mogao ublažiti. Luka Funtana je danas pod velikim antropogenim utjecajem, što se nažalost odražava na okoliš, u ovom slučaju u obliku smanjenja površine livada cvjetnice vrste *C. nodosa*. Tom pritisku treba dodati i rastući biološki problem vezan za

širenje invazivne alge *C. cylindracea* koja već sada ulazi u kompeticiji za prostor i resurse i mijenja izgled same livade. Taj utjecaj je vidljiv na ortofoto snimci gdje se može primijetiti povećanje površine ove invazivne alge, te smanjenje i degradacija vrste *C. nodosa*. U Funtani je, najvjerojatnije zbog izgradnje priobalnih građevina i umjetne plaže, došlo do destabilizacije i odstranjivanja priobalnog dijela livade *C. nodosa* otvorivši prostor za kolonizaciju vrste *C. cylindracea*.

6.1. Kompeticija s invazivnim algama

Caulerpa cylindracea je tropska invazivna alga, podrijetlom iz jugozapadne Australije. U Mediteranu je prvobitno pronađena 1990. godine (Nizamuddin 1991), a potom je u Jadranu zabilježena deset godina kasnije. Iako je tropska vrsta alge, ona je uspjela kolonizirati i nekoliko mjesta u području sjevernog Jadrana (poput Funtanske luke). Mjesta koja je ova alga kolonizira su najčešće zatvorene luke koje su pod većim antropogenim utjecajem, najčešće u obliku utjecaja ribarskih plovila. Intenzivni antropogeni utjecaji, posebice na rubovima livada morskih cvjetnica mogu favorizirati kolonizaciju tropskih, invazivnih algi, poput vrste *Caulerpa racemosa* (Ceccherelli i sur. 2014). Ova vrste alge također preferira područja koja se mogu karakterizirati kao topografski heterogena. (Piazzi i sur. 2016) Ova alga može nastanjivati pomična dna, kao u slučaju Funtanske luke, ali i čvrsta dna. U usporedbi između golih, stjenovitih dna i dna koja su nastanjena koralinskim algama, ona je puno uspješnija u kolonizaciji koralinskih dna (Bulleri i sur. 2009). Međutim, uočeno je da je vrsti alge *C. cylindracea* zimska, sjevernojadranska temperatura mora preniska za optimalan rast. Stoga u veljači i ožujku ova vrsta stagnira, a potom u proljeće ulazi u fazu oporavka. Ova alga je veoma osjetljiva u ovoj fazi, posebice na predaciju. Herbivori koji se hrane ovom algom su razni ježinci te ribe iz porodice Sparidae (Iveša i sur. 2015). Međutim, poznato je da se ova alga može regenerirati iz bilo kojeg dijela talusa, a u jednom istraživanju je dokazano da se ona u slučajevima povećanog utjecaja herbivora bolje razvija i raste, i to povećanom stopom (Bulleri i Malquori 2015). U Funtanskoj luci ova vrsta se nalazi u prostornoj kompeticiji s vrstom *Cymodocea nodosa*. Nedavno istraživanje je pokazalo da se ova vrsta alge prilagođava na tom području povišujući udio nezasićenih masnih kiselina u stanici (Najdek i sur. 2020), čime povećava fluidnost stanice, što olakšava protok elektrona tijekom fotosinteze (Guschina i sur. 2009, Wacker i sur. 2016, Beca-Carretero i sur. 2019). Razlog radi kojeg ova alga ima potrebu povećanja efikasnosti fotosinteze je činjenica da autohtona vrsta *C. nodosa*

stvara sijenu navedenoj algi, što joj ograničava svjetlost. Osim navedenih vrsta kompeticija, navedene vrste ulaze u kompeticiju za primanje nutrijenta, a pored toga vrsti *C. cylindracea* se povećava kompeticija u okolišima koji su bogati nutrijentima (Gennaro i Piazzzi 2011). Isto tako, navedena vrsta povećava rast u tim uvjetima (Gennaro i sur. 2015). Još jedna prednost ove invazivne vrste je i mogućnost "zarobljivanja" sedimenta (Piazzzi i sur. 2007), a i tolerantna je na visoke sedimentacijske stope (Piazzzi i sur. 2005).

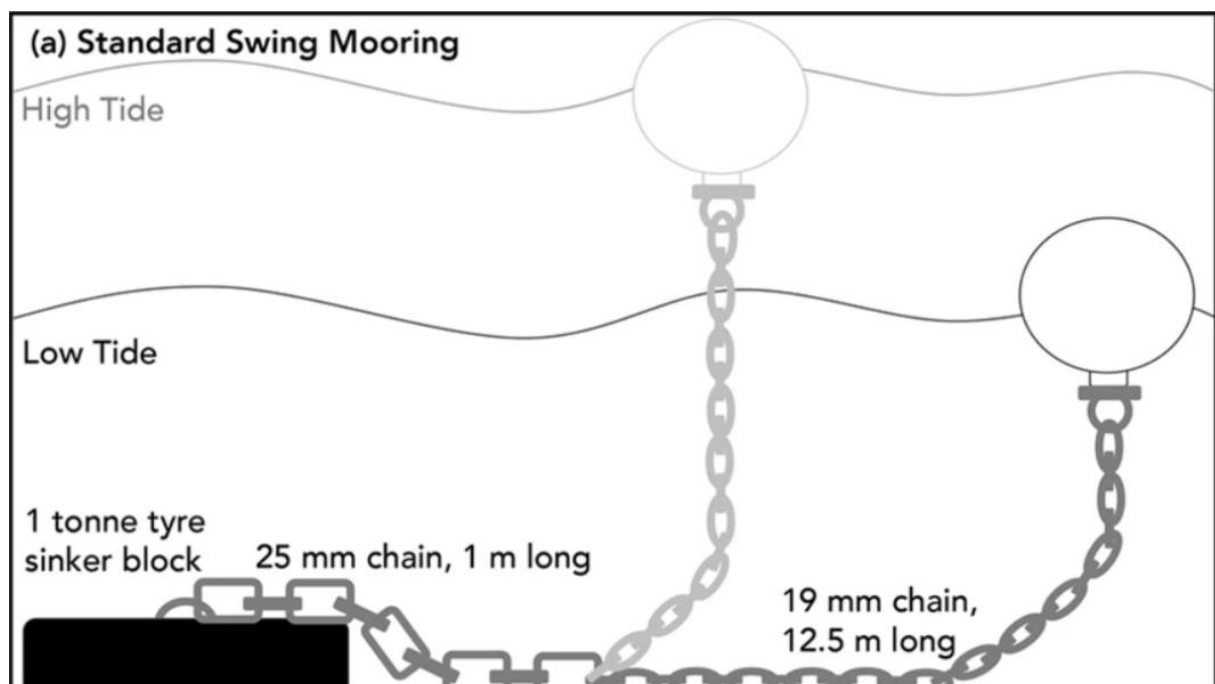
6.2. Očuvanje stanja livada

Priobalna staništa su često pod utjecajem različitih antropogenih utjecaja. Jedan od antropogenih utjecaja u priobalju Istarske županije je nautički turizam. Dolaskom većeg broja plovila dolazi do većeg broja sidrenja. Sidrenje čupa morske cvjetnice, posebice rizome, a potom i korijenje. Rješenje bi bilo privezivanje na bovu. Takvim sidrenjem se svaki put ne čupa iznova biljka. Broj plovila bi se mogao ograničiti u uvalama gdje je vidljivo smanjenje površine livada cvjetnica. Međutim, ukoliko je moguće, trebalo bi zaštititi i uvale koje imaju relativno zdrave livade, poput uvale Cisterne. Primjer neadekvatnog očuvanja livada vidimo u Vrsarskoj luci, gdje je postavljanje atraktivnog vodenog parka, provođenje nautičkih sportova, te favoriziranje nautičkog turizma, pored zaštite okoliša doveo gotovo do potpunog nestanka livada vrste *Cymodocea nodosa*. Drugi veliki problem je onečišćenje kopnenih oborinskih voda, koje erozijom i ispiranjem tla dospijevaju u more, posebice s poljoprivrednih zemljišta. Na taj se način unose hranjive soli, ali i razna organska i anorganska onečišćivala u morski ekosustav. Praćenjem stanja tih voda, te lociranjem izvora onečišćenja, može se pravovremeno identificirati problem i pokušati ga riješiti. Povećan unos dušikovih i fosfornih soli utječe na abundanciju fitoplanktona, što posljedično uzrokuje smanjenje prozirnosti mora. Smanjenje prozirnosti mora ograničava apsorpciju svjetlosti od strane morskih cvjetnica. Unos nutrijenata je najveći razlog degradacije livada morskih cvjetnica na razini Europske unije. Taj unos se može spriječiti ograničavanjem upotrebe pesticida, te određivanjem površine neobrađene zemlje koja se koristi kao barijera između poljoprivrednog zemljišta i morske obale. Slično tome, na prozirnost mora utječe i ispiranje tla (Borum i sur. 2004). Na takav utjecaj je posebno osjetljiva vrsta *Zostera noltii*. Ona često nastanjuje mjesta koja su pod utjecajem izora slatke vode. Jednako ozbiljan problem je i gradnja umjetnih plaža. Gradnjom umjetnih plaža dolazi do trajnog gubitka prirodnog supralitoralnog i mediolitoralnog pojasa, a s njihovim gubitkom

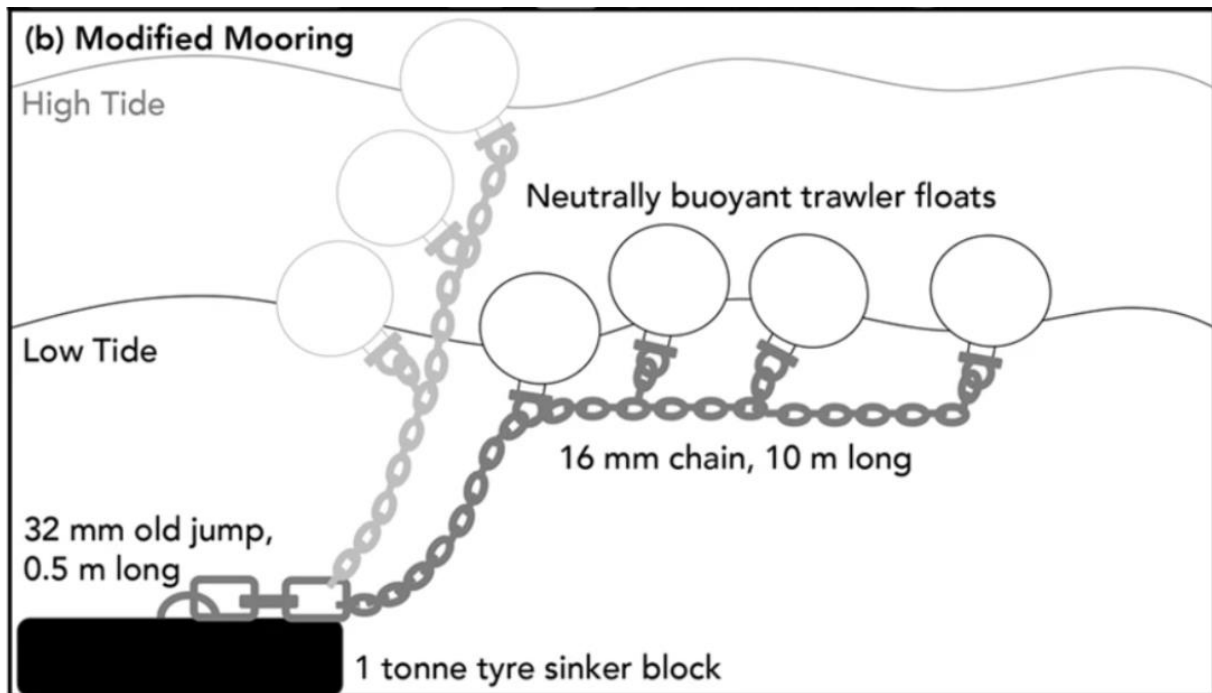
odlaze i vrste koje nastanjuju te pojase. Najčešće se takve betonske plaže grade na supralitoralnim stijenama, a na supralitoralnim i mediolitoralnim pijescima se češće nasipava atraktivniji, umjetni pijesak. Posljedično tome, na takvim plažama se potom mora graditi brana da, ukoliko je uvala otvorenog tipa, pod jakim utjecajem valova, ti valovi ne odnesu nasipani pijesak. Ukoliko takva brana nije dobro projektirana, ona može ograničiti protok i izmjenu vode u uvali, što se opet negativno odražava na livade cvjetnica. Studenti Sveučilišta Primorska u Kopru su radili istraživanje o pogledu mišljenja javnosti na umjetne plaže. Rezultati su pokazali da ljudi preferiraju plaže prirodnog izgleda (78,7 %), naspram uređenih, umjetnih plaža (21,3%). Isto tako, većina se složila da im je ekološka vrijednost plaže bitnija od onih ekonomskih. Srećom, većina sudionika (50,2%) imaju negativan pogled na umjetne plaže, a njih 11,81 % pozitivan pogled na iste. Zabrinjavajuće je da 77,3% sudionika ne zna od kuda dolazi materijal za gradnju umjetnih plaža. Jedno od pitanja je bilo i: „Prema vašem mišljenju, koliki utjecaj imaju umjetne plaže na alge i morske cvjetnice?“ Pritom je 57,3% sudionika odgovorilo da takve plaže imaju maksimalan utjecaj na alge i cvjetnice (Neobjavljeno istraživanje). Iako je pozitivno što većina sudionika smatra da umjetne plaže negativno utječu na okoliš, i dalje većina sudionika nije informirana o detaljima gradnje tih plaža, kao i o učinku tih plaža na okoliš. Još jedan negativan utjecaj, koji je povremeno uočen u uvali Saline je ribarenje mrežama potegačama. Mreže potegače se mogu koristiti sukladno Uredbi Vijeća (EZ) br.1967/2006, u određenim slučajevima iznad livada morskih cvjetnica, članak 4-zaštićena morska staništa kaže: cit. „ 1. Zabranjuje se ribolov povlačnim mrežama kočama, dredžama, okružujućim mrežama plivaricama, potegačama otvorenog mora, obalnim mrežama potegačama ili sličnim mrežama iznad dna pokrivenih morskim cvjetnicama, posebno *Posidonia oceanica* ili drugim morskim cvjetnicama. Odstupajući od odredbi prvog podstavka, u okviru planova upravljanja iz članka 18. ili članka 19. ove Uredbe, može se dopustiti uporaba okružujućih mreža plivarica, potegača otvorenog mora ili sličnih mreža, čija ukupna visina i način rada kod ribolovnih aktivnosti znače da stezač, olovnja i povlačna užad ne dotiču dno s morskim cvjetnicama.“ (EZ 2006). Stoga se postavlja pitanje, kako će ribarska inspekcija i obalna straža moći utvrditi je li ribarstvo plovilo koristilo zaista povlačnu užad i slične ribarske alate iznad, ili na naselju morskih cvjetnica. Pozitivno je da je Europska komisija donijela Uredbu po kojoj se mrežama potegačama onemogućava rad unutar 3 nM od obale, što štiti većinski dio livada morskih cvjetnica, s obzirom da se dobar dio nalazi uz samu obalu (EZ 2018).

6.3. Moguća rješenja

Još jedan razlog radi kojeg dolazi do smanjenja gustoće i ukupne površine livada je tradicionalni način vezivanja plovila. Plovila se privezuju na vez, koji se sastoji od betonskog bloka na dnu mora na kojeg je pričvršćen lanac ili užeta. Oba načina pričvršćivanja imaju svoje prednosti i mane. Prednost lanca je stabilnost koja je najbitnija u slučaju nevremena. Cijena lanca je nešto viša od užeta, a postavljanje je nešto teže. Međutim, u slučaju nevremena, užeta može puknuti uslijed naglih trzaja. Prednost užeta je cijena, lakoća postavljanja te činjenica da ne pranja uz dno, odnosno ne utječe negativno na bentos (uključujući livade morskih cvjetnica). Istraživanje rađeno u rijasu Salcombe (Ujedinjeno Kraljevstvo) je dokazalo uspješnost korištenja alternativnog veza uz jednake performanse. Tradicionalni vez s lancima (Slika 27) su nadopunili posebnim bovama (Slika 28), što je zadržalo funkcionalnost veza, a u usporedbi s novim, "ekološkim" vezovima, ovaj vez je puno jeftiniji. Lanac na tom vezu ne dodiruje dno, stoga ne oštećuje bentos. Usporedba performansi veza je ista, ali utjecaj na okoliš nije. U istraživanju koje je trajalo 3 godine (2014.-2017.) uočeno je da je upotrebom novog veza došlo do povećanja gustoće livade cvjetnica, što je dovelo do povećanja bioraznolikosti. Povećanje bioraznolikosti uslijed povećanja gustoće livade, dovelo je do stvaranja boljeg trodimenzionalnog staništa koji omogućuje bolje sklonište za razne organizme (Luff i sur. 2019).



Slika 27: Prikaz tradicionalnog veza čiji se lanci nalaze na dnu.



Slika 28: Prikaz novog pristupa, u kojem se vez nadograđuje posebnim bovama.

Antropogeni utjecaj nije uvijek pod kontrolom pojedinca, međutim, dobar dio je. Radi toga treba osvijestiti javnost o negativnim antropogenim učincima na morske cvjetnice, ali i na more u globalu. Jedan od načina je edukacija od najranije dobi, gdje se djecu kroz igru osvještava o važnosti morskih ekosustava i njihovih usluga. Kao jedan od mogućih alata u zaštiti morskih cvjetnica je i izrada aplikacije koja bi, u partnerstvu s vlasnicima turističkih smještaja bila dostupna turistima. Na toj aplikaciji bi bile navedene sve usluge morskih ekosustava, korisne, ali i zabavne informacije o njima, kao i načini da se one zaštite. Najbitniji dio bi bio onaj s uputama kako se na pojedinoj plaži ponašati, ovisno o vrstama koje nastanjuju tu plažu. Slične aplikacije postoje, ali najčešće su napravljene tako da korisnicima pružaju korisne općenite informacije o tome kako kupovati, hraniti se ili živjeti održivim načinom života. Jedna od ideja je i postavljanje struktura unutar uvala koje imaju dobro stanje livada. Učenje iz pogrešaka je jako bitno, stoga nam uvala Vrsar u kojoj je došlo do velike degradacije morskih cvjetnica puno govori. U budućnosti, moramo se orijentirati na očuvanje morskih cvjetnica, ali i dalje uzimajući u obzir naše gospodarstvo, koje u ovom području Hrvatske uvelike ovisi o turizmu. Turizam je neophodna branša hrvatskog gospodarstva, te je za uspješnost održivog turizma potrebno puno više vremena i ulaganja. Postoji još načina obnavljanja livada morskih cvjetnica. Postoje tzv. pasivni načini, u kojima znanstvenici smatraju da uspostavljanjem abiotičkih faktora koji su

pogodovali rastu livada, ustvari mogu vratiti livade u prvobitno stanje (Simenstad i sur. 2005). Aktivni načini obnavljanja livada morskih cvjetnica mogu biti presađivanje zdravih biljaka s mjesta u kojem su livade zdrave na mjesto gdje su degradirane, nadalje, skupljanje sjemenki i njihovo sađenje na područjima koji sadržavaju degradirane livade. Problem je što je biologija svake vrste drugačija, neke vrste cvjetnica se ne razmnožavaju svake godine (ovisno o abiotičkim faktorima) (Larkum i sur. 2006). Monitoring je tada neophodno vršiti samo nad donorskim livadama. U takvim presađivanjem sjemenki ne smijemo nasumično koristiti sjemenke. Prvobitno je potrebno odrediti genetsku raznolikost raznih dijelova livade, a potom uzeti uzorke s raznim mjestima, kako bi se izbjeglo stvaranje novih, genetski sličnih livada i kako se ne bi izgubila genetska raznolikost (Williams i sur. 2001).

7. ZAKLJUČAK

Ekosustavi morskih cvjetnica su važni ekosustavi u kojima cvjetnice imaju ulogu stvaranja trodimenzionalnih staništa u kojima se razne vrste, posebice gospodarski važne vrste razmnožavaju, rastu. Morske cvjetnice su same dio bioraznolikosti, a i pozitivno podupiru većem stvaranju iste. Osim navedenih funkcija, morske cvjetnice, kao primarni proizvođači opskrbljuju okoliš kisikom, koji nastaje kao nusprodukt fotosinteze, isto tako, svojim korijenjem stabiliziraju sediment, smanjuju snagu valova, te sprječavaju eroziju obale. Svaka vrsta cvjetnica je osjetljiva na različite antropogene utjecaje, te sukladno tome, trebamo ovisno o vrsti krojiti planove zaštite njihovih livada. Kroz godine monitoringa vidljivo je pogoršanje rasprostranjenosti morskih cvjetnica na svim postajama. Takav trend kretanja rasprostranjenosti je najmanje negativno u uvali Cisterne, gdje su biljke bile najboljih biometrijskih karakteristika, a same livade se nisu značajno degradirale kroz vrijeme. Rasprostranjenost i biometrija biljaka je bila najgora u Vrsarskoj luci, gdje su antropogeni čimbenici poput postavljanja vodenih struktura, nautički sportovi i turizam, te veliki broj turista značajno utjecali na degradaciju livada vrste *Cymodocea nodosa*. S obzirom da livade na postaji Funtana sadržavaju invazivnu vrstu alge *Caulerpa cylindracea*, sama biometrija cvjetnica, kao i njihova rasprostranjenost nije u dobrom stanju. Nautički turizam, u obliku lošeg sidrenja je utjecao na degradaciju rasprostranjenosti livada na postajama Saline i Faborso. U uvali Veštar je vidljivo smanjenje površine livada, kako vrste *Cymodocea nodosa*, tako i vrste *Zostera noltii*. Livade obje vrste su pod sezonski velikim antropogenim utjecajem

radi kampa „Veštar“ koji je smješten u uvali. Postaje koje pokazuju izuzetno degradirane, smanjene livade (poput Vrsara) trebaju služiti kao primjer, te se iz njihovog primjera treba uspostaviti bolja i efikasnija zaštita, uzimajući u obzir turizam. Gubitkom livada dolazi do smanjenja gospodarski važnih vrsta, što se u krajnosti odražava na naše gospodarstvo. Zakoni se u Hrvatskoj, kao i u Europskoj uniji moraju donositi u cilju očuvanja ekosustava morskih cvjetnica, ali i mora općenito. Nadzor na moru treba biti bolji, u obliku ribarske inspekcije, pomorske policije, te lučke kapetanije. Taj nadzor treba ostati objektivan, obavljen sukladno zakonima i propisima, a opet s razumijevanjem prema ribarima. Edukacija javnosti je neophodna, bez nje je nemoguće oporaviti stanje livada morskih cvjetnica. Najbolja edukacija kreće od rane dobi u obliku igre. Postoje razni načini zaštite i obnavljanja livada, neki načini su financijski podobniji, a neki nisu, međutim u dugoročnom, održivom gospodarenju okolišem ne trebamo prioritizirati financijski aspekt, nego trebamo težiti održavanju bioraznolikosti i prirodnih procesa. Očuvanje morskih cvjetnica ne smije biti samo odgovornost znanstvenika i lokalnih vlasti, nego društva u cjelini.

8. LITERATURA

Beca-Carretero, P., Guihéneuf, F., Winters, G., Stengel, D. B. (2019). Depth-induced adjustment of fatty acid and pigment composition suggests high biochemical plasticity in the tropical seagrass *Halophila stipulacea*. *Marine Ecology Progress Series*, 608, 105-117.

Bioportal-Natura 2000 – Dostupno na :<http://www.bioportal.hr/gis/> . Prikupljeno 02.06.2021.

Borum, J., Duarte, C. M., Greve, T. M., Krause-Jensen D. (Eds.) (2004). European seagrasses: an introduction to monitoring and management. M & MS project.

Botanic (2000). Botanički praktikum On-Line. Dostupno na http://www.botanic.hr/praktikum/indeks_mr.htm. Pristupljeno 28.2.2021.

Bulleri, F., Tamburello, L., Benedetti-Cecchi, L. (2009). Loss of consumers alters the effects of resident assemblages on the local spread of an introduced macroalga. *Oikos*, 118(2), 269-279.

Bulleri, F., Malquori, F. (2015). High tolerance to simulated herbivory in the clonal seaweed, *Caulerpa cylindracea*. *Marine environmental research*, 107, 61-65.

Carlton, J. T., Vermeij, G. J., Lindberg, D. R., Carlton, D. A., Dubley, E. C. (1991). The first historical extinction of a marine invertebrate in an ocean basin: the demise of the eelgrass limpet *Lottia alveus*. *The Biological Bulletin*, 180(1), 72-80.

Ceccherelli, G., Pinna, S., Cussedu, V., Bulleri, F. (2014). The role of disturbance in promoting the spread of the invasive seaweed *Caulerpa racemosa* in seagrass meadows. *Biological invasions*, 16(12), 2737-2745.

EZ (2006). Uredba vijeća (EZ) br. 1967/2006 o mjerama upravljanja za održivo iskorištavanje ribolovnih resursa u Sredozemnom moru, o izmjeni Uredbe (EEZ) br. 2847/93 te stavljanju izvan snage Uredbe (EZ) br. 1626/94. Službeni list Europske unije 409/11. Dostupno na <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1967>. Pristupljeno 22.6.2021.

EZ (2018). Provedbena uredba komisije (EU) 2018/1586 o utvrđivanju odstupanja od Uredbe Vijeća (EZ) br. 1967/2006 u pogledu najmanje udaljenosti od obale, najmanje dubine mora i zabrane ribolova iznad zaštićenih staništa za ribolov obalnim mrežama potegačama u teritorijalnim vodama Hrvatske. Službeni list Europske unije 409/11. Dostupno na <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1586&from=EN>. Pristupljeno 22.6.2021.

Gennaro, P., Piazza, L. (2011). Synergism between two anthropic impacts: invasion of macroalga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* and seawater nutrient enrichment. *Marine Ecology Progress Series*, 427, 59-70.

Gennaro, P., Piazza, L., Persia, E., Porrello, S. (2015). Nutrient exploitation and competition strategies of the invasive seaweed *Caulerpa cylindracea*. *European Journal of Phycology*, 50(4), 384-394.

Geoportal (2021). Geoportal Državne geodetske uprave (2021). Dostupno na <https://geoportal.dgu.hr/>. Pristupljeno 04.06.2021.

Gibson, R., Atkinson, R., Gordon, J. (2007). Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanography and Marine Biology: an annual review*, 45, 345-405.

Guschina, I. A., Harwood, J. L. (2009). Algal lipids and effect of the environment on their biochemistry. In *Lipids in aquatic ecosystems* (pp. 1-24). Springer, New York, NY.

Larkum, A. W., Orth, R. J., Duarte, C. M. (2006). *Seagrasses*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Istra (2021). Pregled turističkog prometa u Istri 2019 – 2007. Dostupno na <https://www.istra.hr/hr/business-information/istra-u-medijima/statistika/arhiva>.

Pristupljeno 16.06.2021.

IUCN (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. Dostupno na <https://www.iucnredlist.org/>. Pristupljeno 22.6.2021.

Iveša, L., Djakovac, T., Devescovi, M. (2015). Spreading patterns of the invasive *Caulerpa cylindracea* Sonder along the west Istrian Coast (northern Adriatic Sea, Croatia). *Marine environmental research*, 107, 1-7.

Kendrick G. A., Nowicki R. J., Olsen Y. S., Strydom S., Fraser M. W., Sinclair E. A., Statton J., Hovey R. K., Thomson J. A., Burkholder D. A., McMahon K. M., Kilminster K., Hetzel Y., Fourqurean J. W., Heithaus M. R., Orth R. J. (2019). A systematic review of how multiple stressors from an extreme event drove ecosystem-wide loss of resilience in an iconic seagrass community. *Frontiers in Marine Science*, 6, 455.

Liu, F., Liu, J., Dong, M. (2016). Ecological consequences of clonal integration in plants. *Frontiers in plant science*, 7, 770.

Luff, A. L., Sheehan, E. V., Parry, M., Higgs, N. D. (2019). A simple mooring modification reduces impacts on seagrass meadows. *Scientific reports*, 9(1), 1-10.

Lučka uprava Poreč (2020). Projekt "Građenje građevine infrastrukturne namjene prometnog sustava (pomorski promet), 2. a skupine – Luka otvorena za javni promet - ribarski dio". Dostupno na <https://www.porec-port.com/index.php/hr/projekti/757>.

Pristupljeno 18.06.2021.

McRoy, C. P. (1977). Production ecology and physiology of seagrass. *Seagrass ecosystems: a scientific perspective*, 53-81.

Meehl, G. A., & Tebaldi, C. (2004). More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science*, 305(5686), 994-997.

Najdek M., Korlević M., Paliaga P., Markovski M., Ivančić I., Felja I., Herndl G. J. (2020). Effects of the Invasion of *Caulerpa cylindracea* in a *Cymodocea nodosa* Meadow in the Northern Adriatic Sea. *Frontiers in Marine Science*, 7, 1120.

Nizamuddin, N. (1991). The Green Marine Algae of Libya. Elga Publishers, Bern.

Piazzzi, L., Balata, D., Ceccherelli, G., Cinelli, F. (2005). Interactive effect of sedimentation and *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* invasion on macroalgal assemblages in the Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64(2-3), 467-474.

Piazzzi, L., Balata, D., Foresi, L., Cristaudo, C., Cinelli, F. (2007). Sediment as a constituent of Mediterranean benthic communities dominated by *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*. *Scientia marina*, 71(1), 129-135.

Piazzzi, L., Balata, D., Bulleri, F., Gennaro, P., Ceccherelli, G. (2016). The invasion of *Caulerpa cylindracea* in the Mediterranean: the known, the unknown and the knowable. *Marine biology*, 163(7), 1-14.

Rismondo, A., Guidetti, P., Curiel, D. (1997). Presenza delle fanerogame marine nel Golfo di Venezia: un aggiornamento. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*, 47, 317-328.

SeagrassNet (2021). Global Monitoring. Dostupno na <https://www.seagrassnet.org/global-monitoring/>. Pristupljeno 22.6.2021.

Short, F. T., Wyllie-Echeverria, S. (1996). Natural and human-induced disturbance of seagrasses. *Environmental conservation*, 17-27.

Simenstad, C., Reed, D., Ford, M. (2006). When is restoration not?: Incorporating landscape-scale processes to restore self-sustaining ecosystems in coastal wetland restoration. *Ecological Engineering*, 26(1), 27-39.

Sistematska botanika (2019). Repozitorij PMF-a. Dostupno na [https://www.pmf.unizg.hr/repository/PD Biologija Predavanje Sistematska botanika 12 2019](https://www.pmf.unizg.hr/repository/PD_Biologija_Predavanje_Sistematska_botanika_12_2019) . Pristupljeno 12.10.2019.

Wacker, A., Piepho, M., Harwood, J. L., Guschina, I. A., Arts, M. T. (2016). Light-induced changes in fatty acid profiles of specific lipid classes in several freshwater phytoplankton species. *Frontiers in plant science*, 7, 264.

Williams, S. (2001). Reduced genetic diversity in *Z. marina* transplantations affects both population growth and individual fitness. *Ecological Applications*, 11, 1472–1488.

8.1. Popis grafova

Graf 1: Grafički prikaz trenda kretanja površine livada vrste *C. nodosa* od 2011.do 2019.godine na postaji Cisterne.

Graf 2: Grafički prikaz trenda kretanja površine livada vrste *Cymodocea nodosa* i vrste *Zostera noltii* od 2011.do 2019.godine na postaji Veštar.

Graf 3: Grafički prikaz trenda kretanja površine livada vrste *Cymodocea nodosa* od 2011.do 2019.godine na postaji Faborso.

Graf 4: Grafički prikaz trenda kretanja površine livada vrste *Cymodocea nodosa* od 2011.do 2019.godine na postaji Saline.

Graf 5: Grafički prikaz trenda kretanja površine livada vrste *Cymodocea nodosa* od 2011.do 2019.godine na postaji Vrsar.

Graf 6: Grafički prikaz trenda kretanja površine livada vrste *Cymodocea nodosa* od 2011.do 2019.godine na postaji Funtana.

Graf 7: Grafički prikaz usporedbe trendova kretanja površina livada morske cvjetnice *Cymodocea nodosa* na svim postajama.

Graf 8: Prosječan broj listova po uzorku po postajama.

Graf 9: Prosječna dužina listova po uzorku po postajama.

Graf 10: Prosječna masa (u gramima) mokrih listova vrste *Cymodocea nodosa* s postaja uzorkovanja.

Graf 11: Prosječna masa suhih listova (u gramima) vrste *Cymodocea nodosa* s postaja uzorkovanja.

Graf 12: Prosječna masa mokrih rizoma i korijenja (u gramima) vrste *Cymodocea nodosa* s postaja uzorkovanja.

Graf 13: Prosječna masa suhих rizoma i korijenja (u gramima) vrste *Cymodocea nodosa* s postaja uzorkovanja.

8.2. Popis slika

Slika 1: Prikaz svih postaja na kojima je vršeno uzorkovanje.

Slika 2: Priprema za vaganje cvjetnica nakon sušenja.

Slika 3: Ortofoto snimka uvale Cisterne 2011.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 4: Ortofoto snimka uvale Cisterne 2014.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 5: Ortofoto snimka uvale Cisterne 2018.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 6: Procijenjena rasprostranjenost morskih cvjetnica putem ronilačkog monitoringa uvale Cisterne 2019.godine. (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 7: Ortofoto snimka uvale Veštar 2011.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 8: Ortofoto snimka uvale Veštar 2014.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 9: Ortofoto snimka uvale Veštar 2018.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 10: Procijenjena rasprostranjenost morskih cvjetnica putem ronilačkog monitoringa uvale Veštar 2019.godine. (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 11: Ortofoto snimka uvale Faborso 2011.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 12: Ortofoto snimka uvale Faborso 2014.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 13: Ortofoto snimka uvale Faborso 2018.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 14: Procijenjena rasprostranjenost morskih cvjetnica putem ronilačkog monitoringa uvale Faborso 2019.godine.(Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 15: Ortofoto snimka uvale Saline 2011.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 16: Ortofoto snimka uvale Saline 2014.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 17: Ortofoto snimka uvale Saline 2018.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 18: Procijenjena rasprostranjenost morskih cvjetnica putem ronilačkog monitoringa uvale Saline 2019.godine.(Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 19: Ortofoto snimka luke Vrsar 2011.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 20: Ortofoto snimka luke Vrsar 2014.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 21: Ortofoto snimka luke Vrsar 2014.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 22: Procijenjena rasprostranjenost morskih cvjetnica putem ronilačkog monitoringa luke Vrsar 2019.godine.(Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 23: Ortofoto snimka uvale Funtana 2011.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 24: Ortofoto snimka uvale Funtana 2014.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 25: Ortofoto snimka uvale Funtana 2018.godine (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 26: Procijenjena rasprostranjenost morskih cvjetnica putem ronilačkog monitoringa uvale Funtana 2019.godine. (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/> pristupljeno 04.06.2021.)

Slika 27: Prikaz tradicionalnog veza čiji se lanci nalaze na dnu. (Izvor: Luff i sur.2019).

Slika 28: Prikaz novog pristupa, u kojem se vez nadograđuje posebnim bovama. (Izvor: Luff i sur.2019).

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Završni rad

Sveučilišni preddiplomski studij Znanost o moru

RASPROSTRANJENOST MORSKIH CVJETNICA U PRIOBALJU ZAPADNE ISTRE U LJETO 2019.

CLARA COSLOVICH

SAŽETAK

U ovom završnom radu su analizirani podaci dobiveni monitoringom rađenom u rujnu 2019.godine na šest postaja u usporedbi s podacima dobivenih s ortofoto snimki tih postaja iz 2011., 2014., te 2018. godine. Postaje na kojima se vršilo uzorkovanje i ronilački monitoring su uvala Cisterne (Rovinj), uvala Veštar (Rovinj), uvala Saline (Rovinj), uvala Faborso (Rovinj), Vrsarska luka te uvala Funtana. Na terenu se radilo uzorkovanje metodom probnih kvadrata. Na svakoj postaji su uzeta tri uzorka. Nakon uzorkovanja uzorci su obrađeni u laboratoriju, te su dobiveni biometrijski podaci o morskim cvjetnicama sa svih postaja. Biometrijski podaci podrazumijevaju prosječan broj listova po jedinici površine, prosječnu dužinu listova po jedinici površine, te prosječnu mokru i suhu masu listova po jedinici površine, kao i prosječnu mokru i suhu masu korijenja i rizoma po jedinici površine. Pomoću ortofoto snimka s Geoportala Državne geodetske uprave Republike Hrvatske je izračunata površina rasprostranjenosti livada u 2011., 2014., te 2018. godini. Ronilačkim monitoringom je određena površina rasprostranjenosti morskih cvjetnica u 2019. na svim postajama. Na svim postajama je pronađena cvjetnica vrste *Cymodocea nodosa*, a na postajama Veštar i Funtana i vrsta *Zostera noltii*. Na postaji Funtana je pronađena i invazivna alga vrste *Caulerpa cylindracea*. Stanje rasprostranjenosti i biometrije cvjetnica je bilo zabrinjavajuće na postajama Funtana, Vrsar, slijede postaje Veštar, Saline, te Faborso, a na postaji Cisterne stanje rasprostranjenosti i biometrije je bilo najbolje.

Ključne riječi: morske cvjetnice, zapadna obala Istre, antropogeni utjecaji

Mentor: Doc.dr.sc. Paolo Paliaga i dipl.ing.biol. Moira Buršić

Ocjenjivači: Doc.dr.sc. Paolo Paliaga, dipl.ing.biol. Moira Buršić, doc.dr.sc.Emina Pustijanac, doc.dr.sc. Gioconda Millotti

BASIC DOCUMENTATION CARD

Juraj Dobrila University od Pula

Bachelor thesis

University Undergraduate Study Programme – Marine Sciences

DISTRIBUTION OF SEAGRASS MEADOWS IN THE WESTERN ISTRIAN COAST IN THE SUMMER OF 2019.

CLARA COSLOVICH

ABSTRACT

In this bachelor thesis it has been made an analysis between the data obtained with orthophotography pictures from the years of 2011., 2014., and 2018. and with diving monitoring in September of 2019 on six sampling stations. The sampling stations include the following places in Rovinj: Cisterne bay, Veštar bay, Saline bay, faborso bay, then the port of Vrsar and Funtana bay. The sampling was done with the quadrat method. Three samples were taken at each station. After sampling, the samples were processed in the laboratory, and after that the biometric data were obtained. Biometric data include the average number of leaves per unit area, the average leaf length per unit area, the average wet and dry leaf mass per unit area, as well the average wet and dry roots and rhizome mass per unit area. Then by using the state Geodetic Administration Geoportal of Republic Croatia the area of meadow distribution is calculated for the years of 2011, 2014 and 2018. The area of meadow distribution in the year of 2019 is calculated by direct diving monitoring of the stations. The species *Cymodocea nodosa* was found on all the stations, and the species *Zostera noltii* was found in Veštar and Funtana bay. In the Funtana bay an invasive algae species, *Caulerpa cylindracea* was found. The condition of the distribution area and as well the

biometric data was the worst in the stations of Funtana and Vrsar bay, the stations of Veštar, Saline and Faborso showed intermediate concern, and then the station of Cisterne bay was the least concerning in the term of biometric and distribution area stability.

Key words: seagrasses, western Istrian coast, anthropogenic influence

Supervisor: Doc.dr.sc. Paolo Paliaga i dipl.ing.biol. Moira Buršić

Reviewers: Doc.dr.sc. Paolo Paliaga, dipl.ing.biol. Moira Buršić, doc.dr.sc.Emina Pustijanac, doc.dr.sc. Gioconda Millotti