

Stanje livada cvjetnica na području zapadne Istre u 2020. godini

Rogar, Ana

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:137:369538>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet prirodnih znanosti

Znanost o moru

Stanje livada cvjetnica u 2020. godini na području zapadne Istre

Ana Rogar

Završni rad



Pula, 2021.
Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet prirodnih znanosti
Znanost o moru

Stanje livada cvjetnica u 2020. godini na području zapadne Istre

Ana Rogar
Završni rad

JMBAG: 0303084092

Status: Redovni student

Kolegij: Ekologija mora

Mentor: Doc. Dr. sc. Paolo Paliaga

Komentor: Mag. biol. Neven Iveša

Pula, 2021.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisana Ana Rogar, kandidatkinja za prvostupnicu (baccalaurea)

“Znanosti o moru” ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mojeg 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.

Također izjavljujem da niti jedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Studentica: Ana Rogar

X

U Puli, 20. srpanj 2021.

Završni rad završetak je preddiplomskog studija "Znanost o moru" pri Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli. Praktični dio rada je napravljen u Laboratoriju za ekologiju i sistematiku bentosa Centra za istraživanje mora Instituta "Ruđer Bošković" u Rovinju.

Voditelj Sveučilišnog preddiplomskog studija "Znanost o moru" imenovao je mentora završnog rada.

Mentor: Doc. dr. sc. Paolo Paliaga

Komentor: Mag. biol. Neven Iveša

Povjerenstvo za ocjenjivanje i obranu:

Mentor:

Predsjednik:

Član:

Datum i mjesto obrane završnog rada: 13.7.2021., Pula

Rad je rezultat samostalnog istraživačkog rada.

Ana Rogar

X

ZAHVALA

Prvenstveno se zahvaljujem svom mentoru Doc. dr. sc. Paolu Paliagi te komentoru Mag. biol. Nevenu Iveši na pomoći i pružanju smjernica kako bi ovaj rad bio napravljen na ispravan način. Zahvaljujem se svojoj kolegici Lucii Nikolić na podršci tijekom obavljanja terenskog rada, te svim kolegama na podršci tijekom cijelog studija. Posebno hvala mom partneru, Sebastianu Bolf na iznimnoj podršci u svakom pogledu tijekom ove posljednje godine studiranja. Želim se zahvaliti i obitelji, roditeljima i bratu, bez čije podrške ne bih imala ni priliku studirati na ovom fakultetu te zato što su me pratili i podržavali na svakom usponu i padu tijekom mojeg studiranja.

Sadržaj

| | |
|---|----|
| UVOD | 7 |
| OPIS LITERATURE | 4 |
| <i>Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson</i> | 4 |
| <i>Zostera noltii Hornemann</i> | 5 |
| <i>Caulerpa cylindracea</i> | 7 |
| MATERIJALI I METODE | 9 |
| OPIS LOKACIJA | 9 |
| Uvala Funtana | 9 |
| Uvala Veštar | 11 |
| Uvala Ribnjak | 12 |
| REZULTATI | 13 |
| Uvala Ribnjak | 13 |
| Funtana | 15 |
| <i>Cymodocea nodosa</i> | 15 |
| <i>Zostera noltii</i> | 15 |
| <i>Caulerpa cylindracea</i> | 16 |
| Veštar | 18 |
| RASPRAVA | 19 |
| ZAKLJUČAK | 27 |
| LITERATURA: | 28 |
| PRILOG | 29 |

UVOD

Zapadna Istra obuhvaća 76 000 ha, a područje se proteže od Vrsara do rta sv. Stipan kod Šišana. Radi jedinstvenih staništa i vrsta većina područja je zaštićena. U moru imamo dva glavna tipa staništa koja su bitna za ekosustav; pješčana podloga odnosno bentos te djelomično ili u potpunosti preplavljene špilje.

Na pješčanim dnima istarskih uvala razvijaju se livade morskih cvjetnica, posebice *Cyimodocea nodosa* (*Ucria*) *Ascherson 1870* (*Čvorasta morska resa*) i *Zostera noltii* *Hornemann 1832* (*Patuljasta svilina*), koje potom stvaraju jedinstveno stanište za mnoge druge vrste poput: spužva, mnogočetinaša, školjkaša, mekušaca, bodljikaša i mnogih drugih. (Javna ustanova Kamenjak, 2021. <https://kamenjak.hr/hr/ekoloska-mreza/akvatorij-zapadne-istre> , 12.4.2021.)

Cvjetnice su biljke koje su rasprostranjene gotovo svuda u svijetu te naseljavaju tropska umjerena i hladna staništa. Ove su biljke sekundarni morski stanovnici što znači da su njihovi prethodnici nastanjivali kopno te u jednom trenutku prešli u morska staništa. S obzirom na to da su cvjetnice prave biljke, a ne alge, imaju biljne dijelove, a to su: korijen, stabljika (rizom), list te cvjetove (Hamminga i Duarte, 2000).

Ove su biljke *Angiospermae* odnosno kritosjemenjače što ih svrstava u najbrojniju skupinu biljaka trenutno na svijetu (Hamminga i Duarte, 2000). Razmnožavaju se kao i kopnene biljke, preko cvijeta i peludi koju u ovom slučaju ne nosi vjetar već voda. Nakon što se razviju sjemenke, one padaju na dno ili budu nošene vodom na neko drugo mjesto. Drugi način širenja je putem rizoma koji sporo raste, puzi po dnu te iz njega rastu novi listovi. Na ovaj način nastaju livade morskih cvjetnica (Borum i sur., 2004).

Ove su biljke višegodišnji organizmi koji trebaju dovoljno svjetlosti za fotosintezu, uzimaju anorganski ugljik iz sedimenta pomoću korijena te kisik iz vode preko listova. Ove biljke ne trebaju kontakt sa atmosferom ni u jednom trenutku te provode cijeli životni ciklus, žive, rastu i razmnožavaju se, ispod površine mora (Borum i sur., 2004).

Na svijetu postoji 13 rodova morskih cvjetnica koji ukupno obuhvaćaju 60 vrsta. Od toga na Mediteranu nalazimo 4 vrste od kojih sve 4 možemo pronaći i u Jadranskom moru. S obzirom na potrebu za dovoljnom količinom svjetlosti potrebne za obavljanje fotosinteze, sve cvjetnice nalazimo na relativno malim dubinama, najčešće 5 do 15 m, no u oligotrofnim, čistim i prozirnim vodama mogu se naći i na dubinama do 50 m (Borum i sur.,2004), (Buia i sur.,2004). U Jadranu se nalaze vrste: *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* i *Zostera noltii*. Uz obalu zapadne Istre nalazimo dvije vrste, a to su *Cymodocea nodosa* i *Zostera noltii* (Borum i sur., 2004).

Ljudski odnos prema moru trenutačno predstavlja najveću prijetnju livadama morskih cvjetnica. Antropogeni čimbenici koji utječu na cvjetnice su turizam, oblikovanje obale i otpadne vode.

Turizam se ovdje može podijeliti na nautički turizam, gdje prijetnju cvjetnicama predstavlja neoprezno sidrenje, i na obalni turizam odnosno kupaca koji gaženjem slučajno direktno uništavaju biljku ili ju namjerno čupaju i vade iz vode.

Slijedeća prijetnja je oblikovanje obale, a tu pripada izgradnja i uređenje luka i plaža te nasipavanje plaža za to područje neprirodnim materijalom koji potom zatrpava dijelove livade, guši biljke i ograničava im rast. Nasipavanje plaža je danas veliki problem u Republici Hrvatskoj te se veliki broj ovakvih postupaka provodi ilegalno, odnosno prije odobrenja ili čak bez procjene utjecaja na okoliš. Tijekom ovakvih postupaka često se narušava lokalni priobalni ekosustav. Radovi koji uključuju uređenje plaža (nasipavanje, betoniranje) mogu dovesti do smanjenja raznolikosti vrsta, smanjenja populacija pa čak i nestanak populacija određenih vrsta sa nekog područja, posebice ako je u pitanju materijal koji nije prirodno prisutan na tom području.

Sa druge strane imamo tzv. dohranjivanje plaža. Dohranjivanje plaža je postupak u kojem se na plažu nasipava materijal koji je vrstom i veličinom prirodan za to područje, ali je obala erodirana, pa se na taj način povećava površina plaže, ali i ublažava daljnja erozija. Ovaj postupak je manje invazivan za živi svijet, no i dalje se mora uzeti u obzir utjecaj takvog postupka na okoliš. (Interreg Italy – Croatia Adriadapt 2021. <https://adriadapt.eu/hr/adaptation-options/dohranjivanje-plaze/> 8.7.2021.) Također, dohranjivanjem obale se proširuju plaže pa to ima utjecaj i na

turizam tog područja. Ukoliko je uređenje obale provedeno bez potrebnih dozvola, Ministarstvo može zatražiti vraćanje u prvobitno stanje, što opet ne mora biti idealno rješenje jer je određena šteta već počinjena. (WWF, 2021.

<https://www.wwfadria.org/hr/?uNewsID=3620916> 8.7.2021.) No, ukoliko se pravovremeno reagira, može se pretpostaviti da još uvijek nije napravljena nepopravljiva šteta te da će se živi svijet oporaviti i s vremenom vratiti u prvobitno stanje. U budućnosti, ovakvi neodobreni postupci koji narušavaju okoliš bi se mogli smanjiti uvođenjem češćih provjera terena od strane inspektora, edukacijom stanovništva koje onda može prijaviti ilegalne radnje te kažnjavanjem u slučaju provođenja postupaka uređenja plaže bez priložene potrebne dokumentacije uključujući i studiju utjecaja na okoliš.

Uz to otpadne vode koje mogu dolaziti iz kanalizacijskih odvoda ili dospijevati u more direktno ispiranjem tla. Te vode sa sobom nose velike količine nutrijenata (otpadne vode) i krupnih čestica (ispiranje tla). Čestice se mogu nataložiti na listove biljaka i otežati proces fotosinteze, a velike količine nutrijenata mogu izazvati cvatnju mora koja rezultira hipoksičnim ili anoksičnim uvjetima te tako indirektno utječe na cvjetnice smanjujući količinu svjetlosti i kisika u vodi potrebne za preživljavanje ovih biljaka. (Premate, 2015).

Ovaj rad je izrađen u svrhu određivanja stanja livada cvjetnica na određenim lokacijama Istarske županije, točnije na području zapadne Istre. Za potrebe izrade ovog rada odrađeno je terensko uzorkovanje na tri lokacije u trajanju od tri dana. Ovakva praćenja stanja ekosustava, u ovom slučaju livada dvije vrste morskih cvjetnica, su bitna radi uspoređivanja sa podacima od prijašnjih godina (ranijih uzorkovanja) kako bi se moglo odrediti da li livada raste i napreduje, stagnira ili se smanjuje i uništava. U slučaju kada je primijećeno prorjeđivanje i devastacija livada, dalje se mogu utvrditi uzroci i prijetnje te doći do zaključka kako smanjiti ili spriječiti daljnje uništavanje livade. To nam omogućuje daljnju edukaciju stanovništva i općenito bolju svijest i odnos prema prirodi ukoliko se radi o antropogenim prijetnjama. Ako je ustanovljeno da problem dolazi iz nekog drugog izvora, npr. od strane invazivnih algi, mogu se promatrati različiti parametri u kopostojanju dvije vrste poput natjecanja za prostor, svjetlo i nutrijente, te doći do zaključka koliku uistinu prijetnju nova vrsta predstavlja autohtonij vrsti. U sklopu uzorkovanja provedenog u

svrhu izrade ovog rada, na lokaciji Funtana uzeti su i uzorci alge *Caulerpa cylindricea* koja se smatra invazivnom algom na području Jadranskog mora.

OPIS LITERATURE

Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson

Ovu vrstu (Slika 1.) nalazimo u toplim morima, a rasprostranjena je po cijelom Mediteranu (Borum i Greve, 2004). Ova biljka je zaštićena vrsta iz porodice *Cymodoceaceae* (Den Hartog, 1970). Ovisno o prozirnosti mora može se naći na dubinama od svega 0,5 m do čak 60 m dubine (Borum i Greve, 2004).

Ova biljka ima rizom koji može narasti i do par metara svake godine, a iz rizoma izlaze izdanci s listovima te svaki izdanak ima 2 do 5 listova. Listovi *C. nodosa* su u prosjeku dugački između 10 i 45 cm, a širina listova obično iznosi 2 do 4 mm (Borum i Greve, 2004). Svaki list ima 7 do 9 žila koje služe za provođenje hranjivih tvari kroz cijelu biljku (Den Hartog, 1970). Listovi su obično tamno zelene boje, a rizom bijele do roze boje. Rizom je podijeljen u vidljive segmente dužine između 1 i 6 cm te puzi horizontalno po sedimentu, djelomično ili u potpunosti prekriven supstratom.

S obzirom na brz rast, ova vrsta može relativno brzo kolonizirati nova ogoljena područja na morskom dnu. Korijen, kao i listovi, su raspršeni duž rizoma, a svaki segment na rizomu ima samo jedan korijen. Taj korijen se širi i račva te može doseći dužinu od 35 cm, a debljina korijena može biti do 3 mm (Borum i Greve, 2004).



Slika 1. Izgled cvjetnice *Cymodocea nodosa*

Zostera noltii Hornemann

Zostera noltii Hornemann 1832, odnosno Patuljasta svilina (Slika 2.) je također cvjetnica koju nalazimo na zapadnoj obali Istre kao zaštićenog pripadnika porodice *Zosteraceae*. Ova biljka ima kraći rizom sa izdancima koji sadrže između 2 i 5 listova, a svaki list na sebi ima 3 žile koje služe za provođenje hranjivih tvari kroz biljku. Žila koja se nalazi u sredini je deblja od dvije žile koje se nalaze sa strane uz rubove lista. Listovi su nešto kraći od vrste *C. nodosa*, a dužina im iznosi od 5 do 30 cm. Boja listova je svjetlo do tamno zelena.

Rizom se nalazi horizontalno na sedimentu te je također djelomično ili u potpunosti prekriven supstratom. Ova se cvjetnica nalazi na pomičnom sedimentu sačinjenom od pijeska i/ili mulja. Za pomičnu podlogu se pričvršćuje pomoću korijena koji se nalaze na rizomu. Nalazimo ju u relativno plitkim obalnim vodama od 1 do 5 m dubine, a ova cvjetnica može podnijeti i kratka isušivanja primjerice za vrijeme trajanja oseke.

Z. noltii je izuzetno eurivalentna vrsta pa osim isušivanja podnosi i velike oscilacije u salinitetu što ju čini eurihalinom vrstom. Eurivalentne vrste su one koje imaju široku sposobnost prilagođavanja na velike oscilacije parametara u okolišu, poput npr.

temperature i saliniteta. Naziv eurihaline vrste pobliže opisuje da se radi o vrsti koja podnosi velike promjene u salinitetu. Upravo iz ovog razloga *Z. noltii* možemo pronaći i na ušćima slatkovodnih tekućica te na područjima uz obalu gdje se nalaze izvori slatke vode. Još jedan primjer eurivalentne vrste je je alga *Ulva lactuca* odnosno Morska salata koja pripada u skupinu zelenih algi te je rasprostranjena po cijelom svijetu. Upravo suprotno, smeđa alga *Fucus virsoides* odnosno Jadranski bračić je stenovalentna vrsta što znači da ne podnosi velike promjene u okolišu zbog čaga ga nalazimo samo u uskom arealu (Den Hartog, 1970).



Slika 2. Izgled cvjetnice *Zostera noltii*

Caulerpa cylindracea

Punog naziva *Caulerpa cylindracea* Sonder (Slika 3.) je izuzetno eurivalentna alga. Hrvatski naziv je grozdasta kaulerpa jer joj je talus oblikovan kao grozd. Ova vrsta raste u tropskim i umjerenim morima te ju nalazimo sve od obale (0,5 m) do dubina većih od 50 m. Također, može se naći na raznim podlogama te ne preferira striktno jednu vrstu supstrata. Osim toga, dobro podnosi zagađenje, a jednako uspijeva u oligotrofnim i eutrofnim vodama.

Ova alga pripada u rod *Caulerpa*, porodicu *Caulerpaceae*, a svrstavamo ih u skupinu chlorophyta odnosno zelene alge. Vrlo je slična nekim drugim pripadnicima svoje porodice poput *C. racemosa* i *C. lantillifera*, a raspoznavamo ju po izrazito tankom rizoidu. Filoidi mogu narasti 15 do 20 cm, a rizoid je veličine 1 do 2 cm. Kauloid raste dosta sporo, otprilike 1 cm godišnje, no alga se i dalje izuzetno brzo širi radi načina na koji se razmnožava.

C. cylindracea se može razmnožavati spolnim i vegetativnim putem. Prilikom spolnog razmnožavanja roditeljska alga odumire nakon ispuštanja muških i ženskih gameta koje se spoje u zigotu koja može pasti na dno u blizini roditeljske alge ili biti odnesena strujama na neko novo područje. Iz zigote koja je pala na dno se potom razvija nova jedinka.

Prilikom vegetativnog razmnožavanja dolazi do odvajanja djela talusa iz kojeg potom nastaje nova jedinka te je ovaj način razmnožavanja češći. Nakon što se talus ili dio talusa odvoji od roditeljske alge, ona ga vrlo brzo regenerira te nastavlja svoj životni ciklus. Upravo zbog vegetativnog razmnožavanja, ova se alga izuzetno brzo može proširiti na nove lokacije te zahvatiti široka područja bentosa. Ova vrsta nije alohtona za Jadransko more, a zbog njene eurivalentnosti te brzog širenja i potiskivanja autohtonih vrsta, smatra se invazivnom vrstom u našim vodama. (Gamulin, 2019). Osim navedenih, u Jadranskom moru nalazimo još jednu invazivnu vrstu iz ove porodice, a to je *Caulerpa taxifolia*.

Ova vrsta se bitno razlikuje od vrsta *C. cylindracea* te *C. lantillifera* i *C. racemosa* prema izgledu odnosno obliku talusa. Iz ovog razloga je vrlo lako prepoznatljiva. Osim toga, ova je alga više eurivalentna od ostalih navedenih te se puno brže širi na nova područja te zauzima široke areale gustim obraštajem ne dozvoljavajući ostalim

vrstama priliku za opstanak. Ova je alga dospjela u Mediteran nakon što je „pobjegla“ iz akvarija. Nekoliko je načina kojima se smatra moguće njezino istrebljenje no većina ih je još postupcima istraživanja. Način koji se trenutno koristi je čupanje i usisavanje, kao što je provedeno u Malinskoj na otoku Krku 1996. godine, nakon čega je alga ponovno rekolonizirala područje (Žuljević, 1997.).



Slika 3. talus alge *Caulerpa cylindracea*

MATERIJALI I METODE

Stanje livada je praćeno na tri lokacije u razdoblju od 6.7.2020. do 9.7.2020. godine. Na sve tri lokacije provedeno je uzorkovanje metodom probnih kvadrata dimenzija 20 x 20 cm. Prvi dan, 6.7., u uvali Ribnjak izvađena su tri kvadrata nasumičnim odabirom na livadi cvjetnice *Cymodocea nodosa*. Drugi dan, 8.7., uzeto je 9 kvadrata na lokaciji Funtana od kojih; 3 kvadrata na livadi cvjetnice *Cymodocea nodosa*, 3 kvadrata na livadi cvjetnice *Zostera noltii* te 3 kvadrata invazivne alge *Caulerpa cylindracea*. Dana 9.7., izvađena su 2 kvadrata cvjetnice *Zostera noltii* na lokaciji Veštar.

Uzorci su grubo isprani od asociiranog sedimenta *in situ* te kasnije vagani (mokra i suha težina) u laboratoriju za morsku mikrobnu ekologiju Centra za istraživanje mora u Rovinju. U laboratoriju prije vaganja cvjetnice su pažljivo odvojene od asociirane bentoske flore i faune te od preostalog pijeska i mulja. Za svaki uzorkovani kvadrat, pomoću ravnala, izmjerena je dužina (cm) i širina (mm) svakog lista cvjetnice. Potom, koristeći škare, svakoj biljci je odvojen rizom od listova.

Slijedeći korak je bio izvagati mokru težinu odvojeno: listova, rizoma s korijenima te algi koje su se našle u kvadratu zajedno sa cvjetnicama. Težina je izmjerena na preciznoj digitalnoj vagi u gramima na dvije decimale. Nakon što je zabilježena težina biljnih komponenti svakog pojedinog kvadrata uzorci su osušeni u pećnici na 200°C u vremenskom intervalu od 2 sata. Potom su ponovno vagani pomoću digitalne vage kako bi dobili suhu težinu u gramima.

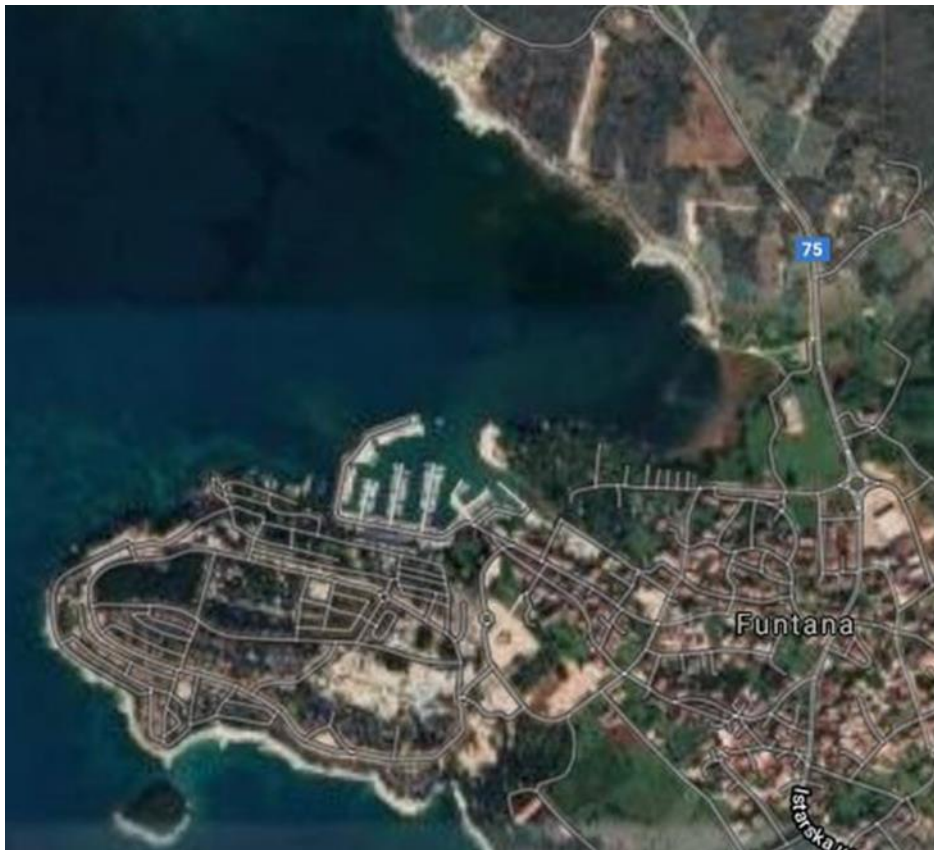
OPIS LOKACIJA

Uvala Funtana

Uzorkovanje je provedeno sa vanjske strane lukobrana marine Funtana (Slika 4.) koja je smještena prema sjeverozapadu. Geološki gledano ondje je smještena plaža karbonatnog porijekla, a supstrat je mješavina sitnog pijeska i mulja. Prema sjeveru uvale dno postepeno prelazi iz pomičnog u čvrsto hridinsko dno.

More je na tom području oligotrofno što omogućuje veliku prozirnost i prodiranje dovoljno svjetlosti za razvoj cvjetnica, a vrsta koju nalazimo na tom području je *Cyimodocea nodosa*.

Osim cvjetnica tamo nalazimo i invazivnu algu *Caulerpa cylindracea*. Ova alga je u konkurenciji za prostor sa livadom cvjetnica zbog čega dolazi do problema prorjeđivanja i degradacije livade. Osim invazivne faune nađene na toj lokaciji, problemu degradacije pridonose i neki antropogeni čimbenici poput: nasipavanja i izgradnje umjetnih plaža, turizam, točnije kupači i sidrenje te na posljeticu ispiranje tla. Osim navedenoga, ova lokacija pripada u POP (područje očuvanja značajno za ptice) akvatorija zapadne obale Istre.



Slika 4. mapa uvale Funtana

Uvala Veštar

Ova lokacija se nalazi u sklopu istoimenog turističkog kampa. Nepravilnog je oblika i gleda na zapad. Ova uvala je uvučena u kopno otprilike 600 m, a najšira je na ulazu te na tom dijelu iznosi oko 500 m (Slika 5.). Plaža na ovoj lokaciji je također karbonatnog sastava. Dno je sastavljeno od pomičnog supstrata u kojem se miješaju dvije granulometrijske jedinice, pijesak i mulj. Ovaj izgled je pogotovo izražen u samoj sredini uvale.

Ova je uvala vrlo niska, zaravnjena i plitka te ima smanjenu hidrodinamiku. Prozirnost vode u uvali je je slaba, a specifično na istočnom djelu gdje je voda najplića vidi se izražena eutrofikacija.

Također na istočnom dijelu uz obalu postoje izvori slatke vode (vode sniženog saliniteta). Ovo je područje također uvršteno u mrežu zaštićenih područja Natura 2000. Zaštita ove uvale je bitna zbog očuvanja te ostvarivanja povoljnog stanja određenih vrsta divljih ptica i drugih divljih vrsta te njihovog prirodnog staništa.

U uvali Veštar nalazimo dvije vrste morskih cvjetnica *Cyimodocea nodosa* i *Zostera noltii*. Na ovom području također uočavamo antropogeni pritisak koji se periodički događa ljeti tijekom turističke sezone. Neki od primijećenih antropogenih učinaka u ovoj uvali su: gaženje od strane kupaća, nautički turizam (sidrenje) te ispiranje tla iz autokampova koji se nalaze u blizini.



Slika 5. mapa uvale Veštar

Uvala Ribnjak

Uvala Ribnjak (Slika 6.) je najzapadniji dio Medulinskog zaljeva čiju granicu određuje most Pomer. Uvala je niska, plitka i uvučena u kopno te u njoj nalazimo cvjetnicu *Cyimodocea nodosa*.

Voda je mutna, eutrofna te se lako i brzo zagrijava. Obala koja okružuje uvalu je stjenovita i šljunkovita dok na dnu prevladava muljeviti supstrat. Sa jedne strane uvale se nalazi plaža Pomer te kamp. Upravo zbog plaže i kampa i u ovoj uvali prijetnju predstavljaju antropogeni učinci poput: ispiranja tla, nasipavanja plaže i izgradnje obale te rekreacijske aktivnosti na vodi.

Uzorkovanje je provedeno na mjestu udaljenom od glavnih atrakcija sa unutarnje strane mosta gdje nema kupaca koji direktno djeluju na livadu. Područje ove uvale je također zaštićeno stanište koje pripada u Natura 2000 radi očuvanja vrsta koje se tamo dolaze hraniti i mrijestiti.



Slika 6. mapa uvale Rubnjak (Šćuza)

REZULTATI

Uvala Ribnjak

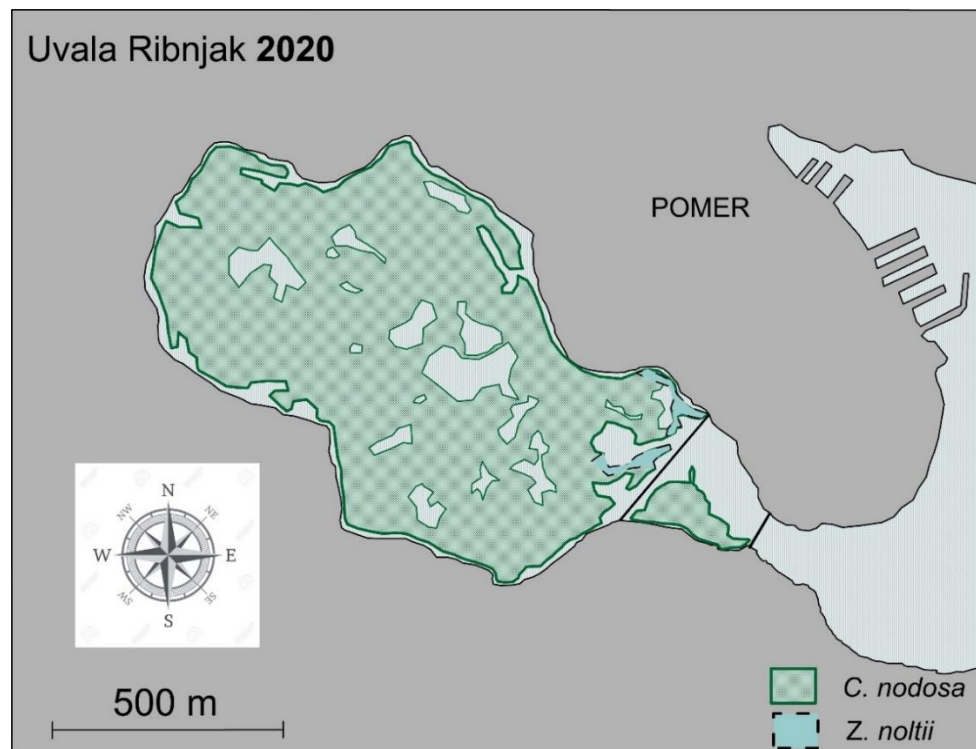
Terenski rad na ovoj lokaciji (Slika 7.) obavljen je 6.7.2020. godine. Temperatura vode na lokaciji bila je $27,7^{\circ}\text{C}$, a temperatura zraka 31°C . Salinitet je iznosio 33 promila, a pH je bio 8,22. Nasumičnim odabirom izvađena su tri kvadrata cvjetnice *C. nodosa* veličine 20×20 na dubini od 0,5 m.

Dužina najvećeg lista je bila 53,2 cm, a najmanjeg 7,3 cm. Prosječna dužina listova na ovoj lokaciji iznosi 30,3 cm, a prosječna širina listova je 0,39 cm. U prosjeku broj listova u uvali Ribnjak iznosi 99,6, a ukupno je prebrojano 299 listova iz 3 kvadrata.

Listovi su u mokroj težini u prosjeku iznosili 51 g, a u suhoj težini 11 g. Prosjek težine za rizom je za mokru težinu iznosio 15,3 g, a za suhu težinu 4 g. Prosječna masa ostale flore u kvadratima je u mokroj težini iznosila 82 g, a u suhoj 15 g (Tablica 1.).

Tablica 1. uvala Ribnjak 6.7.2020. – *Cymodocea nodosa*

| KVADRAT | BROJ LISTOVA | ŠIRINA LISTOVA PROSJEK (0.79 STD) | PROSJEK DUŽINE LISTOVA | LISTOVI MOKRA TEŽINA | LISTOVI SUHA TEŽINA | RIZOM MOKRA TEŽINA | RIZOM SUHA TEŽINA | ALGE MOKRA TEŽINA | ALGE SUHA TEŽINA |
|---------|--------------|---|------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 1. | 91 | 0,5 | 28,8 cm | 34 g | 9 g | 12 g | 4 g | 60 g | 12 g |
| 2. | 109 | 0,38 | 32,1 cm | 67 g | 13 g | 20 g | 4 g | 89 g | 15 g |
| 3. | 99 | 0,3 | 30 cm | 52 g | 11 g | 14 g | 4 g | 97 g | 18 g |



Slika 7. prostorni raspored livada morskih cvjetnica u uvali Ribnjak

Funtana

Na lokaciji Funtana (Slika 8.) odrađen je teren 8.7.2020. godine. Temperatura vode za vrijeme uzorkovanja je bila 25, 2°C, a temperatura zraka 30°C. Salinitet je iznosio 31 promil, a pH vode 7,98. dubina na kojoj se odrađivalo uzorkovanje je iznosila 0,5 do 2 metra (0,5 – 1 m za *Z. noltii* i 1 – 2 m za *C. nodosa*).

Cymodocea nodosa

Prosječna dužina listova na livadi *C. nodosa* iznosi 15,63 cm, a prosječna širina listova 0,29 cm. Najduži list je iznosio 29,4 cm, a najkraći 4,2 cm. Ukupan broj listova iz tri uzeta kvadrata je 141, a u prosjeku broj listova iznosi 46 na 20 cm kvadratnih.

Listovi u mokroj težini prosječno iznose 16 g, a u suhoj 2 g. Prosjek težine rizoma je u 53 g mokre i 7 g suhe težine (Tablica 2.).

Tablica 2. uvala Funtana 8.7.2020. – *Cymodocea nodosa*

| KVADRAT | BROJ LISTOVA | ŠIRINA LISTOVA | PROSJ EK DUŽINE LISTOVA | LISTOVI MOKRA TEŽINA | LISTOVI SUHA TEŽINA | RIZOM MOKRA TEŽINA | RIZOM SUHA TEŽINA | C. CYLINDRACEA MOKRA TEŽINA | C. CYLINDRACEA SUHA TEŽINA | OSTAL E ALGE MOKRA TEŽINA | OSTAL E ALGE SUHA TEŽINA |
|---------|--------------|----------------|-------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1. | 52 | 0,26 | 17,4 cm | 23 g | 3 g | 64 g | 8 g | 20 g | 2 g | 7 g | 1 g |
| 2. | 52 | 0,3 | 14,3 cm | 14 g | 2 g | 61 g | 8 g | 39 g | 5 g | 21 g | 3 g |
| 3. | 36 | 0,32 | 15,2 cm | 11 g | 1 g | 34 g | 5 g | 23 g | 3 g | 32 g | 8 g |

Zostera noltii

Najveći uzorkovani list za ovu cvjetnicu na lokaciji Funtana je iznosio 20,4 cm, a najmanji 4,2 cm. U prosjeku dužina listova iznosi 10,3 cm, a širina nije zabilježena jer su svi listovi bili iste širine. Ukupan broj listova u tri kvadrata iznosio je 565, a u prosjeku po kvadratu imamo 188,3 lista.

Za listove prosječna mokra težina je 19 g, a suha 3 g. Rizom u prosjeku ima 23 g mokre težine i 5 g suhe težine. (Tablica 3.)

Tablica 3. uvala Funtana 8.7.2020. – *Zostera noltii*

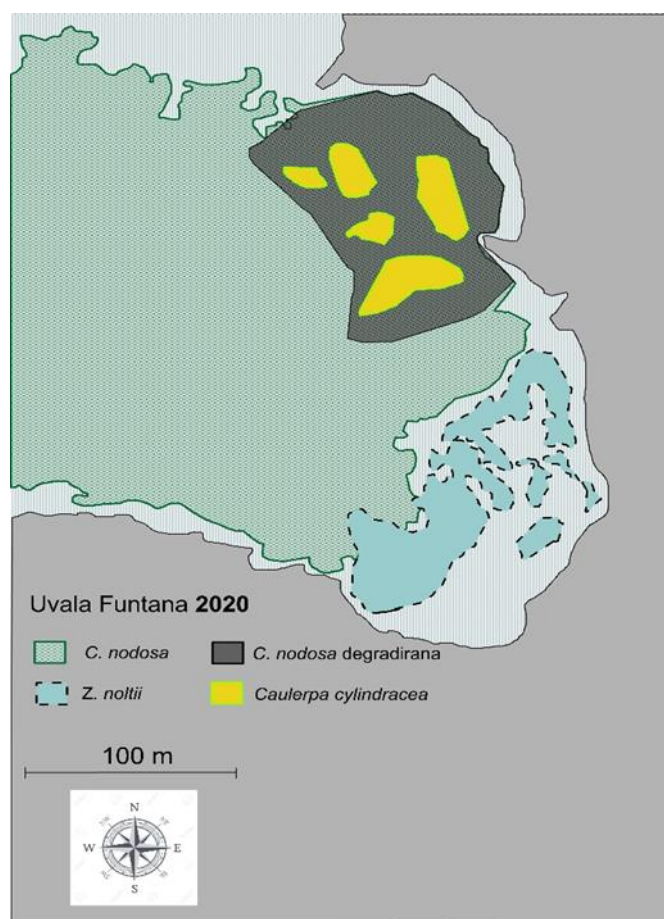
| KVADRAT | BROJ LISTOVA | PROSJEK DUŽINE LISTOVA | LISTOVI MOKRA TEŽINA | LISTOVI SUHA TEŽINA | RIZOM MOKRA TEŽINA | RIZOM SUHA TEŽINA |
|---------|--------------|------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| 1. | 199 | 12,4 cm | 22 g | 4 g | 39 g | 9 g |
| 2. | 289 | 10,6 cm | 27 g | 4 g | 17 g | 4 g |
| 3. | 77 | 8 cm | 8 g | 1 g | 13 g | 2 g |

Caulerpa cylindracea

Uzorkovana su 3 kvadrata od 20x20 cm na livadi cvjetnice *C. nodosa*. Prosječna težina u mokroj težini iznosila je 136,6 g, a u suhoj težini 23 g. U prosjeku težina ostale flore pronađene u kvadratima iznosila je u mokroj težini 73,6 g, a u suhoj 15 g. Osim zasebnih kvadrata uzorkovanih u svrhu prikupljanja alge *C. cylindracea*, ova se alga također nalazila i u ostalim kvadratima prikupljenim na livadi *C. nodosa* na lokaciji Funtana. U tim kvadratima je pronađeno u prosjeku 27,3 g alge *C. cylindracea* u mokroj težini što je iznosilo 3,3 g u suhoj težini. Od ostale flore u ti kvadratima je pronađeno prosječno 20 g mokre težine algi, što je u suhoj težini iznosilo 4 g. (Tablica 4.)

Tablica 4. uvala Funtana 8.7.2020. – *Caulerpa cylindracea*

| KVADRAT | MOKRA TEŽINA | SUHA TEŽINA | OSTALE ALGE MOKRA TEŽINA | OSTALE ALGE SUHA TEŽINA |
|---------|--------------|-------------|--------------------------|-------------------------|
| 1. | 219 g | 50 g | 39 g | 9 g |
| 2. | 83 g | 7 g | 111 g | 22 g |
| 3. | 108 g | 12 g | 71 g | 14 g |



Slika 8. prostorni raspored livada morskih cvjetnica u uvali Funtana

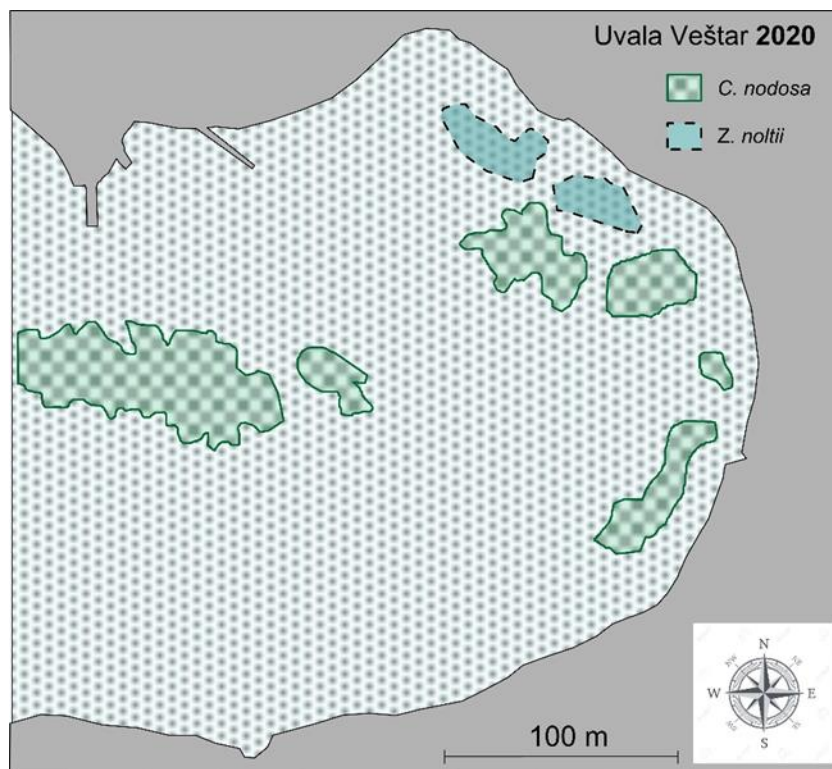
Veštar

Na ovoj lokaciji (Slika 9.) odrađeno je uzorkovanje 9.7.2020. godine. Uzorkovana su dva kvadrata veličine 20x20 cm na dubini od 1 do 1,5 m. Temperatura zraka je iznosila 29°C.

Prosječna dužina listova na ovoj lokaciji iznosila je 7,3 cm. Ukupno je izbrojano 150 listova, a u prosjeku se nalazi 75 listova na 20 cm². Prosječna težina listova prije sušenja je iznosila 8,5 g, a nakon sušenja 0,9 g. rizom je u mokroj masi, u prosjeku iznosio 65 g, a u suhoj težini 12,5 g. Listovi su na ovoj lokaciji bili tanji te je bilo vidno više rizoma. Najveći list je imao 15,9 cm, a najmanji 3,4 cm.

Tablica 5. uvala Veštar 9.7.2020. – *Zostera noltii*

| <i>KVADRAT</i> | <i>BROJ LISTOVA</i> | <i>PROSJEK DUŽINE LISTOVA</i> | <i>LISTOVI MOKRA TEŽINA</i> | <i>LISTOVI SUHA TEŽINA</i> | <i>RIZOM MOKRA TEŽINA</i> | <i>RIZOM SUHA TEŽINA</i> |
|----------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1. | 97 | 6,5 cm | 12 g | 1 g | 72 g | 16 g |
| 2. | 53 | 8,1 cm | 5 g | 0,8 g | 58 g | 9 g |

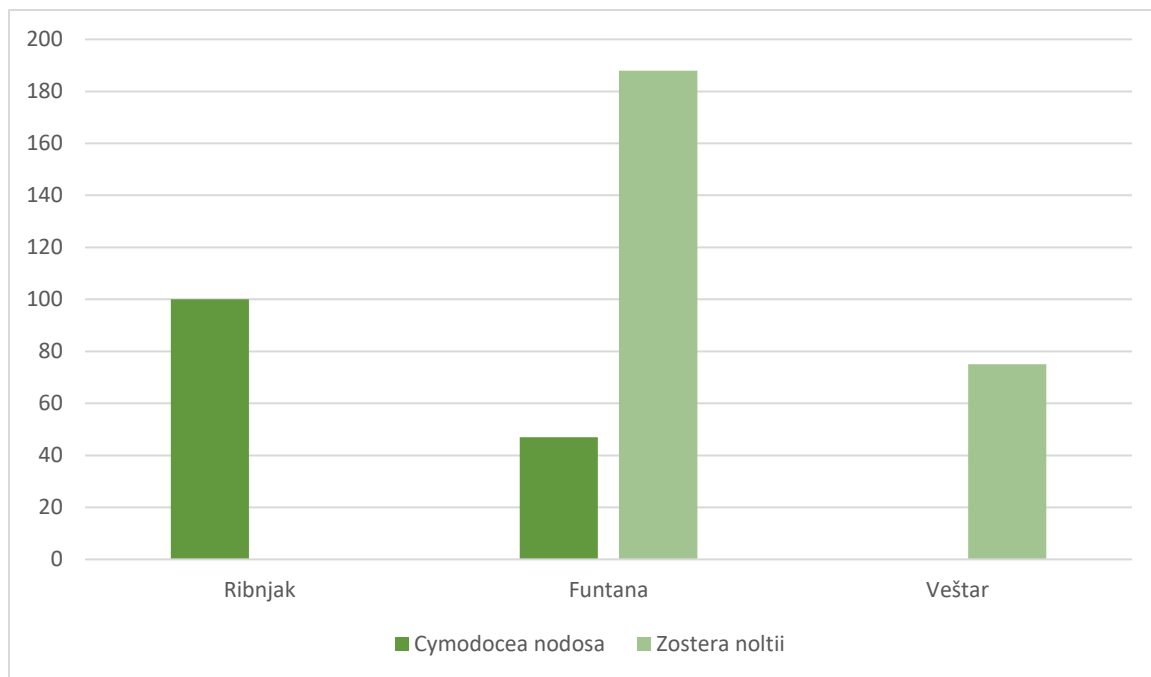


Slika 9. prostorni raspored livada morskih cvjetnica u uvali Veštar

RASPRAVA

Na tri lokacije na kojima je obavljeno uzorkovanje, livade cvjetnica su bile vidno različite. Razlog tome su bile razlike u geomorfološkoj strukturi svake lokacije, u tipu sedimenta i pogotovo u intenzitetu i topologiji antropogenog utjecaja.

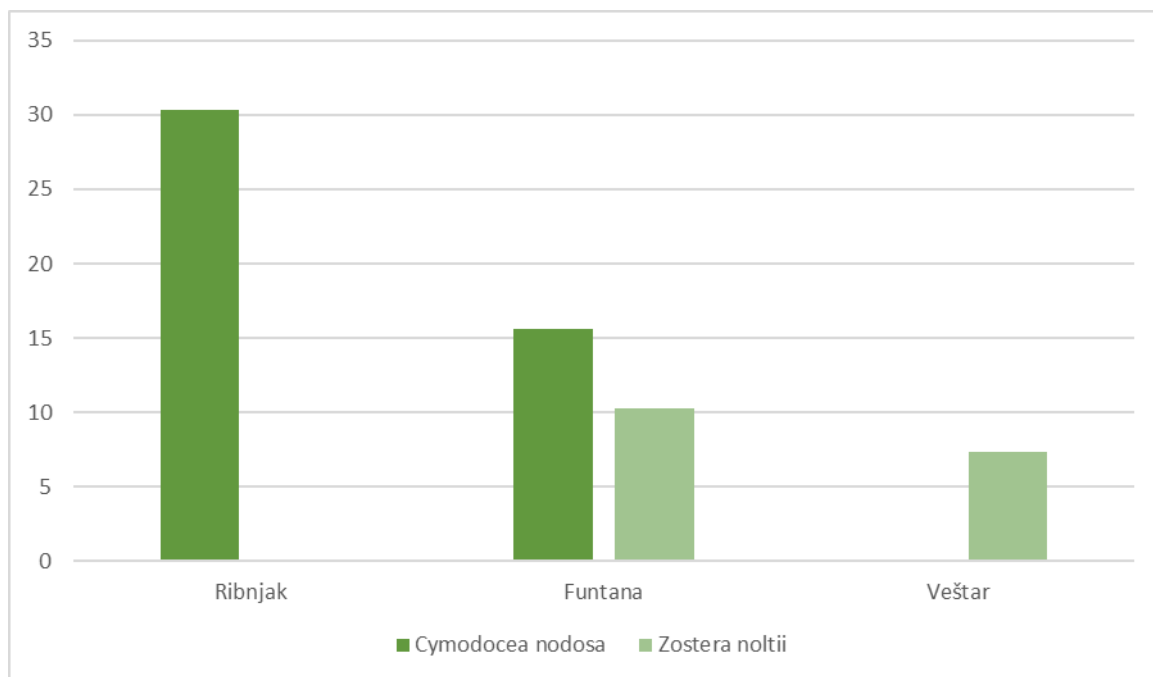
U uvali Ribnjak nalazi se livada cvjetnice *C. nodosa*, u uvali Veštar nalazimo vrstu *Z. noltii*, dok u Funtani pronalazimo zasebne livade, jednu sačinjenu od vrste *C. nodosa* te drugu sačinjenu od vrste *Z. noltii*. Promatrajući sve tri lokacije, dobiveni podatci se mogu usporediti u svrhu praćenja stanja livada cvjetnica. U uvali Funtana livada cvjetnice *C. nodosa* ima manji broj listova po kvadratu od livade koju nalazimo u uvali Ribnjak. Sa druge strane livada cvjetnice *Z. noltii* u uvali Funtana ima puno veći prosječni broj listova po kvadratu od livade u uvali Veštar (Graf 1.).



Graf 1. prikaz broja listova po vrsti i lokaciji

Osim što livada cvjetnice *C. nodosa* ima veći broj listova, također listovi su duži u usporedbi sa livadom ove vrste koju nalazimo u uvali Funtana. Već prema ovim podatcima se može uočiti postepena degradacija livade u Funtani s obzirom na livadu u uvali Ribnjak.

Na isti način se mogu usporediti livade vrste *Z. noltii* u uvalama Funtana i Veštar. Livada ove cvjetnice u uvali Funtana ima duže listove od livade koja se nalazi u uvali Veštar. Dakle, osim većeg prosječnog broja listova po kvadratu, prosječna dužina listova je također veća na livadi cvjetnice *Z. noltii* u uvali Funtana u usporedbi sa livadom ove vrste koju nalazimo na lokaciji Veštar. Promatrajući dobivene podatke sa ove dvije lokacije također je primijećena degradacija livade cvjetnice *Z. noltii* u uvali Veštar (Graf 2.).

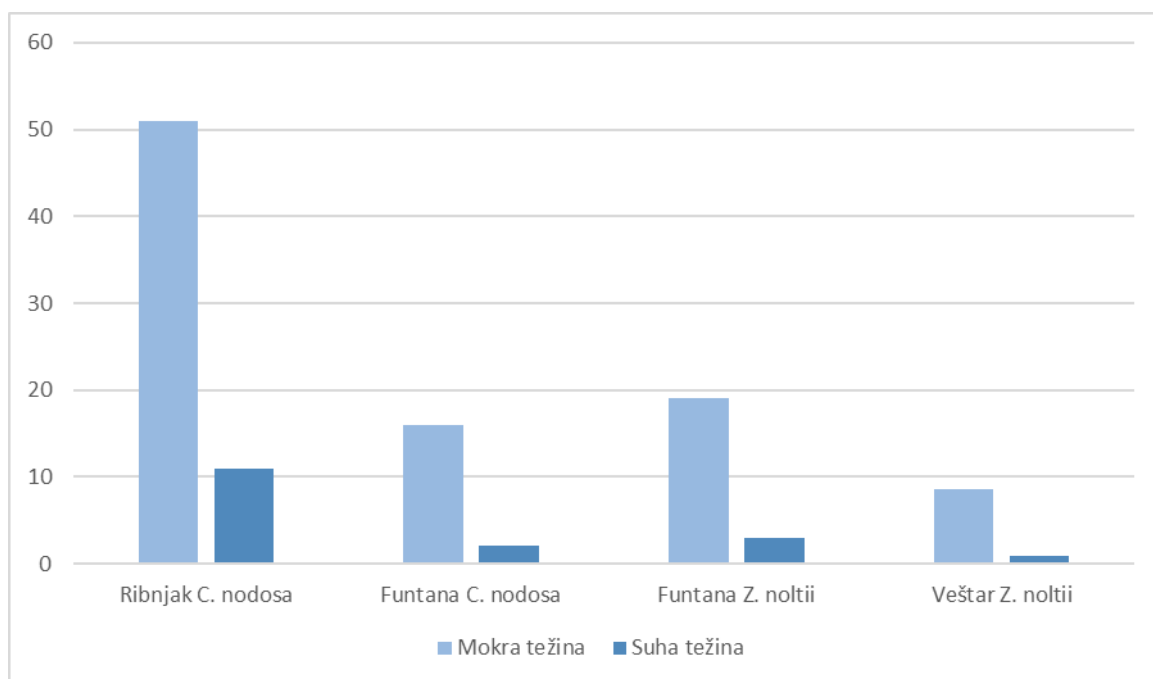


Graf 2. prikaz dužine listova prema vrsti i lokaciji

Osim prema broju i dužini listova, stanje livada cvjetnica može se pratiti i prema težini biljke, ali i alga pronađenih u uzetom kvadratu. Nakon prikupljanja uzoraka sa svih lokacija oni su obrađeni na način da su se razdvojile cvjetnice od algi te su cvjetnicama odvojeni listovi od rizoma, a potom su svi segmenti vagani u mokroj i suhoj težini kao što je opisano u poglavlju materijali i metode (Graf 3.; Graf 4.).

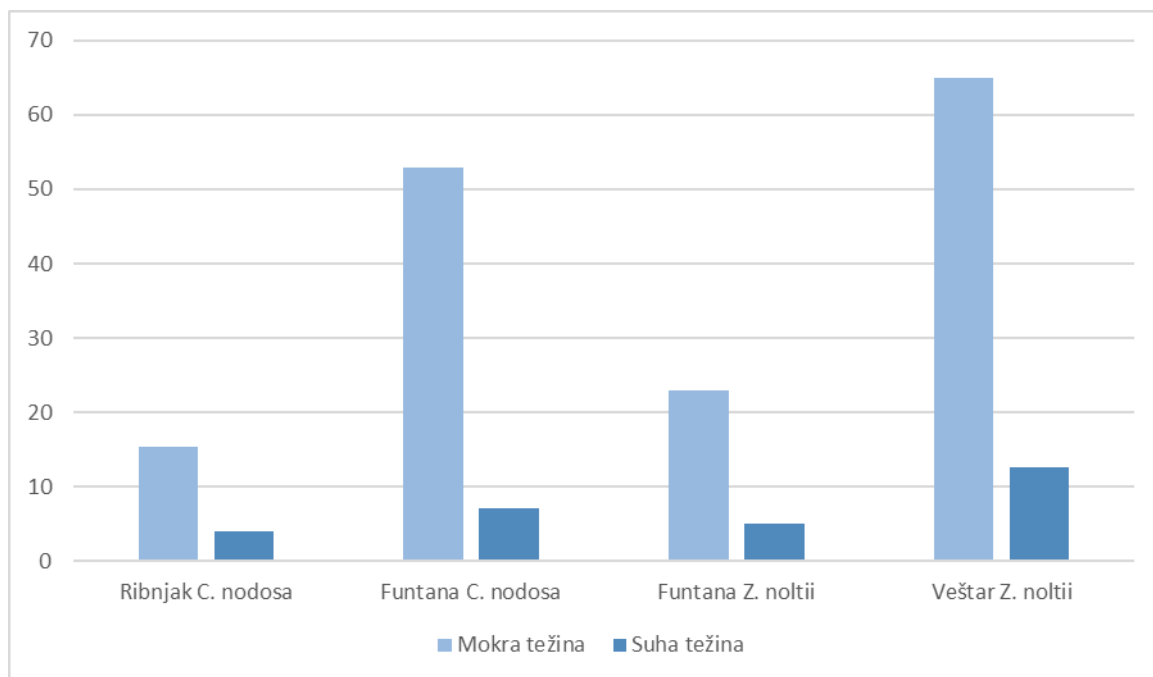
Prema podacima dobivenim iz mjerenja težine može se vidjeti jer u kvadratu veća masa algi ili cvjetnica. Prema ovim rezultatima se da zaključiti koliko je livada prorijeđena odnosno koliko je omjer cvjetnica i algi u određenom kvadratu. Potom se gleda koje vrste algi se nalaze uz cvjetnice te kojih ima najviše. Uobičajeno je da se na livadama cvjetnica nalaze i neke alge, ali one bi trebale biti u manjini s obzirom na ukupnu masu cvjetnica.

Ukoliko to nije slučaj te ukoliko se primijeti da je određena vrsta prisutna u velikom broju, može se doći do zaključka da ta alga ima negativan utjecaj na cvjetnicu te da su u međusobnoj kompeticiji za prostor. Prema podacima o mokroj i suhoj težini da se zaključiti da alga *C. cylindracea* ima negativan učinak na livadu cvjetnice *C. nodosa* u uvali Funtana.



Graf 3. prikaz mokre i suhe težine listova

Uspoređujući težinu između listova i rizoma vidi se opće stanje biljke te se, uzimajući u obzir i dužinu listova, može vidjeti koliko je cvjetnica oštećena. Ukoliko je težina rizoma daleko veća od težine listova dolazi se do zaključka da listovi bivaju uništeni te se ne stižu oporavljati.



Graf 4. prikaz mokre i suhe težine rizoma

Nadalje, na livade cvjetnica utječu mnogi prirodni parametri, ali i antropogeni čimbenici. Parametre koji se promatraju se dijele na biotičke i abiotičke.

Od abiotičkih čimbenika utjecaj na rast cvjetnica mogu imati salinitet, pH vode, gibanja vode, isušivanje, dubina i temperatura. Također na rast cvjetnica utječu i sezonske promjene. Najveći i najbrži rast cvjetnica odvija se u kasno proljeće i po ljeti kada su uvjeti najpogodniji za povećanje biomase ovih biljaka (Najdek i sur., 2020.).

Salinitet obično utječe na to koja će vrsta cvjetnice uspijevati na određenom području. Neke su vrste cvjetnica više eurihaline te mogu opstati na različitim salinitetima te na lokacijama na kojima salinitet varira. Pad i rast saliniteta može ovisiti o kišnoj sezoni, blizini ušća slatkovodnih voda tekućica te prisutnosti vulja na nekom području. Jedna od eurihalinih cvjetnica koja vrlo dobro podnosi ovakve promjene je *Z. noltii*. Neke cvjetnice su s druge strane umjereno tolerantne na niži salinitet poput vrste *C. nodosa* ili jako osjetljive kao što je *P. oceanica*. Ukoliko dođe do takvih promjena to može dovesti do degradacije livada i smanjenja biomase cvjetnica na nekoj lokaciji. Ukoliko je promjena saliniteta privremena i kratkog trajanja, neće doći do velikih promjena na toj livadi (primjerice pljuskovi u proljeće i

jesen), no ukoliko se vrijednosti saliniteta trajno promjene, cvjetnica može s vremenom u potpunosti nestati sa nekog područja. Isto vrijedi i za pH vode, ukoliko dođe do nagle dugotrajnije promjene u pH vode (primjerice zbog ispiranja tla ili ispusta otpadnih voda) livada može biti trajno degradirana.

Gibanje mora, dakle morske mijene, valovi i strujanja, također utječu na to koja će se cvjetnica nastaniti na nekom području te hoćemo li uopće na nekoj lokaciji pronaći livadu morskih cvjetnica. Ove bilje upravo zbog gibanja vode biraju zaštićene uvale za svoj rast. Veliki i jaki valovi mogu počupati cvjetnice i izbaciti ih na obalu, pogotovo ako se livada nalazi u vrlo plitkoj vodi (0,5 – 1m). Ukoliko su veliki razarajući valovi konstanta na nekoj lokaciji vjerojatno tamo nećemo pronaći cvjetnice. Livada se svejedno može smjestiti na lokaciju na kojoj su veliki valovi samo sezonska pojava, a ostatak godine je je na toj lokaciji miran.

Ukoliko je na nekoj lokaciji velika promjena razine mora tijekom plime i oseke, o tome nam može ovisiti hoće li se livada cvjetnica smjestiti na takvu lokaciju te koju ćemo vrstu pronaći na takvim mjestima. Neke cvjetnice dobro podnose isušivanje do 6 do 12 sati odnosno za vrijeme trajanja velikih oseka, pa ih možemo pronaći na takvim lokacijama na dubinama već od 0,5m. Cvjetnica koja dobro podnosi ovakve promjene je *Z. noltii*, dok *C. nodosa* slabo podnosi isušivanje i dugotrajne promjene ovog tipa bi mogle uništiti livadu. Upravo zato će se *C. nodosa* prije smjestiti na lokaciju sa manjim razlikama između morskih mijena te na nešto većoj dubini (od 1m pa na dalje).

Dubina također određuje šansu za pronalaskom određene vrste cvjetnice. Tako neke vrste preferiraju veće, a neke manje dubine. *C. nodosa* i *Z. noltii* pretežno rastu pri manjoj dubini pa ćemo tako cvjetnicu *C. nodosa* pronaći na dubinama do 40 m, a *Z. noltii* do svega 10 m. Neke cvjetnice možemo pronaći i na dubinama do 90 m, no to je vrlo rijetko. Razlog zašto livade cvjetnica rastu samo na malim dubinama je potreba za određenom količinom svjetlosti radi obavljanja fotosinteze.

Temperatura ima više sezonski utjecaj na livade cvjetnica. Tijekom ljetne sezone kada je temperatura vode viša te ima više sunčanih sati, cvjetnice najbrže rastu te im se naglo povećava biomasa, dok zimi kada su temperature niže, njihov rast stagnira ili je vrlo usporen.

Što se tiče biotičkih čimbenika, to se odnosi na ostalu floru i faunu nekog područja, odnosno na međudjelovanje svih organizama u nekom ekosustavu. Tu ubrajamo kompeticiju za prostor, svjetlo, kisik i CO₂ te potrebne hranjive tvari i životinje koje se mogu hraniti cvjetnicama. Najveću ulogu ovdje ima kompeticija za prostor sa ostalim sesilnim organizmima, odnosno točnije sa algama. Cvjetnice mogu biti asociirane sa mnogim drugim vrstama autohtonih algi, posebice scijafilnih algi kojima odgovara nastanjivati se u sjeni cvjetnica na livadama.

Problem koji se može pojaviti je nastanjivanje alohtonih vrsta koje kompeticijom za prostor mogu potisnuti cvjetnice te uzrokovati prorjeđivanje i degradaciju livade. Takve alge koje ne žive mutualistički, već u kompeticiji sa cvjetnicama, nazivamo invazivne alge. Jedan od takvih rodova koji se pojavio u Jadranu je *Caulerpa* sp.

Na obiđenim lokacijama tijekom terenskog rada, na livadi cvjetnice *C. nodosa* u Funtani pronađena je invazivna vrsta alge *Caulerpa cylindracea*. Na toj lokaciji je u posljednjih nekoliko godina zabilježena degradacija livade upravo zbog prisutnosti ove alge. Već 2017. godine primijećen je smanjeni porast biomase na livadi uz prisutnost ove alge, a 2018. godine izmjerena biomasa je bila još i manja nego prethodne godine (Najdek i sur., 2020.). Ako ove podatke usporedimo sa podacima sa terenskog rada iz 2020. godine možemo primijetiti da se livada i dalje prorjeđuje zbog prisutnosti invazivne alge *C. cylindracea*.

Osim navedenih biotičkih i abiotičkih čimbenika, veliki utjecaj na livade cvjetnica na ovim lokacijama imaju i antropogeni čimbenici. S obzirom da u ove livade u blizini ili na samim plažama, veliki negativan učinak ima turistička sezona.

Najviše je devastirana livada *Z. noltii* na lokaciji Veštar. Ova se livada direktno nalazi na plaži koja je vrlo pogodna kupcima zbog popularnog pješčanog sedimenta. Stoga zbog velike količine ljudi dolazi do gaženja ili čak namjernog čupanja ovih biljaka što je vidno prorijedilo livadu na toj lokaciji. Osim toga plaža je nasipana umjetnim materijalom (šljunkom) koji nije pogodan za rast cvjetnica koje trebaju fini sediment kako bi se mogle ukorijeniti. Na ovoj lokaciji su listovi cvjetnice kraći nego u Funtani gdje ima manje kupaca te prostor na kojem je livada nije nasipavan. Osim manjih listova izdanci su rjeđi te je rizom izraženiji.

Na lokaciji Funtana, osim utjecaja invazivne alge, na degradaciju i povlačenje livade utječe i činjenica da je plaža u blizini livade cvjetnice *C. nodosa* recentno nasipana

sa riječnim šljunčanim materijalom. Na lokaciji Funtana smještene su dvije livade cvjetnica, na livadi *Z. noltii* ne primjećuje se velika degradacija jer je područje dovoljno udaljeno od umjetnih plaža. Uz to sniženi salinitet kod livade *Z. noltii* ne odgovara invazivnoj algi *C. cylindracea* pa se ona tamo nije nastanila.

Svega 20 do 30 metara dalje nalazi se livada cvjetnice *C. nodosa* na kojoj je salinitet zajedno sa ostalim uvjetima pogodan za algu *C. cylindracea*, a livada se nalazi neposredno uz plažu pa na nju utječe i prisutnost ljudi. Uspoređujući ove dvije livade možemo točno vidjeti štetni učinak ljudi te invazivnih organizama na livade cvjetnica.

Na lokaciji Ribnjak zamijećen je najmanji antropogeni utjecaj jer lokacija na kojoj se smjestila livada cvjetnice *C. nodosa* nije toliko atraktivna kupaćima zbog svojih muljevitih obala i dna.

Još neki od antropogenih učinaka koji mogu imati negativan utjecaj na livade morskih cvjetnica su; nautički turizam zbog neispravnog sidrenja koje može prorijediti livadu; ispuštanje otpadnih voda u blizini livada cvjetnica što može dovesti do promjene parametara poput pH, zamutiti vodu i onemogućiti dovoljan prodor svjetlosti te uzrokovati smanjenje kisika i hipoksične uvijete; izgrađivanje i nasipavanje obale.

ZAKLJUČAK

- Utvrđeno je da je livada cvjetnice *C. nodosa* u uvali Ribnjak najgušća i najbolje razvijena. U toj uvali prevladava sitnozrnati sediment, a hidrodinamika je relativno niska.
- Antropogeni utjecaj na cvjetnice u uvali Ribnjak bio je najmanji u odnosu na druge promatrane lokacije zbog manjeg turističkog pritiska.
- Na lokaciji Veštar livada se razvila na pjeskovitom sedimentu i jako je prorijeđena i mozaično raspoređena.
- Na lokaciji Veštar utvrđena je najveća degradacija livade cvjetnice *Z. noltii* ponajviše radi gaženja i čupanja kupaća, dizanja sedimenta i unosa slatke vode s kopna koja može sadržavati deterdžente.
- Na lokaciji Funtana livada cvjetnice *C. nodosa* razvila se na pjeskovito muljevitom sedimentu te je u najplićem dijelu jako degradirana biomasom koja se smanjuje iz godine u godinu. Livada je pod stalnim antropogenim pritiskom pogotovo zbog izgradnje nove umjetne plaže koja je destabilizirala najplići dio livade i otvorila prostor za naseljavanje invazivne alge. *C. cylindracea* koja vrši značajnu kompeticiju i postepeno pokriva sve veće areale.
- Na lokaciji Funtana livada cvjetnice *Z. noltii* razvila se na pretežno muljevitom sedimentu s manjim udjelom pijeska te je pod manjim antropogenim pritiskom, ali potencijalno je izložena prijetnji od onečišćenja kopnenim vodama koje se u tu uvalu slijevaju. Livada je mjestimice malo prorijeđena pogotovo na rubovima.

LITERATURA:

Borum J. M., Greve T. M., Durate C. M., Krause-Jensen D. 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project. 88 str.

Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M. 2004. Seagrass systems. Società italiana di biologia marina, 11: 133-183

Ciceran M. 2013. Fauna naselja morske cvjetnice *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson u uvali Ribnjak (Medulinsko područje, Istra). Diplomski rad, Prirodoslovno – matematički fakultet, Zagreb

Den Hartog C. 1970. The sea-grasses of the world. North-Holland publishing company 59: 1

Gamulin M. 2019. Utjecaj invazivne alge *Caulerpa cylindracea* Sonder za bentonska staništa u Nacionalnom parku Mljet. Diplomski rad, Prirodoslovno – matematički fakultet, Zagreb, 52 str.

Hemminga M.A. and Duarte C. 2000. Seagrass ecology. American Society of Limnology and Oceanography 47: 2. Press. Stranice.

Najdek M., Korlević M., Paliaga P., Markovski M., Ivančić I., Iveša Lj., Felja I. and 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: 602055

Premante N. 2015. Kartiranje naselja morskih cvjetnica u priobalju južne Istre. Završni rad, Sveučilite Jurja Dobrile, Rovinj.

Žuljević, A. 1997. Pojava, širenje i ukljanjanje tropske alge *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C.Agardh u Malinskoj (Otok Krk). *Pomorski zbornik* (0554-6397) 35, 259-269 str.

Javna ustanova Kamenjak, 2021. <https://kamenjak.hr/hr/ekoloska-mreza/akvatorij-zapadne-istre>, 12.4.2021.

Interreg Italy – Croatia Adriadapt 2021. <https://adriadapt.eu/hr/adaptation-options/dohranjivanje-plaze/> 8.7.2021.

PRILOG

LOKACIJA: Uvala Ribnjak

DATUM: 06.07.2020

Cymodocea nodosa

KVADRAT 1. Dužina listova (cm)

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 53,2 | 39,6 | 49,8 | 41 | 39,6 | 45,3 | 49,4 | 43,4 | 41,6 | 49,7 |
| 16,8 | 46,5 | 40,5 | 24,3 | 50,6 | 46,7 | 34,1 | 33,5 | 40,6 | 34,8 |
| 41 | 47,6 | 38,7 | 37,4 | 44,7 | 44,5 | 18,2 | 23,2 | 36 | 31,5 |
| 47,3 | 24 | 24,1 | 34,3 | 36,2 | 44,4 | 27,6 | 18,8 | 28,5 | 32,5 |
| 14,6 | 35,4 | 21,6 | 21,3 | 30 | 34,3 | 19 | 27,6 | 27 | 31,5 |
| 16 | 14,8 | 31,5 | 31,8 | 22,5 | 9,7 | 16,4 | 14,5 | 28 | 19,5 |
| 24 | 24,5 | 32,8 | 14,9 | 15,9 | 26,3 | 21,6 | 29,2 | 30,2 | 25,7 |
| 12 | 29,9 | 15,4 | 14,2 | 25,3 | 29,2 | 27,5 | 17 | 40,9 | 24 |
| 14,3 | 14,2 | 26,2 | 12,9 | 17,5 | 29,2 | 12,1 | 7,3 | 12,4 | 22,5 |
| 8 | | | | | | | | | |

KVADRAT 2. Dužina listova (cm)

| | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 44,4 | 44,2 | 49,4 | 44 | 30,5 | 19,4 | 35,9 | 47,4 | 43,2 | 20,3 | 45,4 |
| 21,7 | 42 | 51,9 | 36,2 | 43,5 | 30,9 | 32,5 | 39,8 | 25,9 | 36,5 | 46,3 |
| 35,2 | 36,5 | 30,9 | 43,6 | 27,5 | 45,9 | 25,3 | 40,4 | 30,5 | 30,6 | 34,5 |
| 34,9 | 30,6 | 41 | 30,1 | 23,2 | 34,4 | 38,8 | 14,9 | 31,9 | 38,8 | 43,9 |
| 41 | 30,8 | 40,8 | 27,4 | 32,7 | 29,3 | 42,5 | 27,6 | 41,1 | 25,5 | 44 |
| 41,1 | 36,9 | 46,1 | 20,4 | 30,6 | 38 | 30,3 | 39,4 | 32,6 | 36,9 | 36 |
| 25,7 | 44 | 20,9 | 24,9 | 26,7 | 17,1 | 44 | 24,7 | 27,1 | 45,2 | 32,2 |
| 18,9 | 34,1 | 21,5 | 38,4 | 27,2 | 27,1 | 29,6 | 20,2 | 32 | 18,5 | 25,5 |
| 37,4 | 23,7 | 29 | 33,2 | 24,1 | 23 | 30,2 | 26,1 | 31,8 | 18,6 | 19,2 |
| 32,3 | 19 | 19,9 | 22,4 | 18,9 | 19,7 | 33,1 | 22,4 | 14,1 | 35,2 | |

KVADRAT 3. Dužina listova (cm)

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 48,5 | 41,1 | 38,2 | 40,6 | 40,9 | 7,7 | 44,3 | 42,6 | 39,3 | 31,2 |
| 26,8 | 25,4 | 36,2 | 24,3 | 47,7 | 31,1 | 47,3 | 36,6 | 43,6 | 22,6 |
| 42,1 | 26,6 | 34,6 | 45,1 | 31,5 | 41,6 | 34,1 | 41,1 | 42,5 | 36,6 |
| 34,1 | 37 | 34,2 | 33,7 | 19,9 | 27,3 | 36,3 | 45,8 | 33,4 | 31,1 |
| 18,6 | 35,1 | 47,6 | 23 | 21,1 | 32,2 | 18,4 | 19,3 | 30,9 | 24,5 |
| 42,7 | 32,6 | 29,7 | 25,7 | 31,7 | 9,7 | 20,7 | 17,3 | 19,9 | 14,8 |
| 41,3 | 36,8 | 30,5 | 17 | 16,9 | 28,6 | 24,7 | 13,3 | 35,1 | 39,3 |
| 18,6 | 25,2 | 21,2 | 39,4 | 23,1 | 25,6 | 37,4 | 39,9 | 29,5 | 33,2 |
| 42,1 | 15,9 | 25,1 | 24,3 | 23,6 | 23,3 | 21,6 | 28,9 | 25,6 | 14,5 |
| 41,4 | 27,7 | 19 | 20,5 | 18,4 | 18,9 | 19,1 | 31,3 | 20 | |

LOKACIJA: Funtana

DATUM: 08.07.2020

Cymodocea nodosa

KVADRAT 1. Dužina listova (cm)

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 21 | 19 | 18,5 | 16,1 | 18 | 24,5 | 20,5 | 21,4 | 17,2 | 14,3 |
| 17,2 | 18 | 16,2 | 17 | 20,5 | 22,4 | 9,2 | 13,1 | 21,4 | 18,5 |
| 12,9 | 16,9 | 19,1 | 17,2 | 18,5 | 18,5 | 16,4 | 18,1 | 17,4 | 17,1 |
| 11,3 | 20,4 | 12 | 20,3 | 14,1 | 17,1 | 24,1 | 16,9 | 21,2 | 19,1 |
| 18,9 | 17,2 | 16,9 | 17,2 | 15,9 | 17,9 | 18,3 | 16,1 | 16,6 | 11,2 |
| 11,2 | 13 | | | | | | | | |

KVADRAT 2. Dužina listova (cm)

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 17,1 | 8 | 11,5 | 19,4 | 16 | 15,1 | 19,8 | 11 | 11,2 | 20,5 |
| 14,1 | 14,4 | 22,6 | 12,2 | 17,3 | 16 | 9,3 | 9,9 | 16,2 | 7,5 |
| 12,7 | 22,6 | 17,4 | 10 | 29,4 | 18,8 | 13,1 | 17,8 | 20,3 | 13,6 |
| 14,9 | 19,5 | 12 | 14,1 | 3,1 | 15 | 13,3 | 11,8 | 22,1 | 11,6 |
| 12 | 14 | 10,8 | 14,5 | 8,7 | 15,5 | 12,4 | 9,3 | 6,9 | 12,6 |
| 13 | 12,7 | | | | | | | | |

KVADRAT 3. Dužina listova (cm)

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 20,2 | 15,5 | 14,3 | 15,9 | 18,4 | 12 | 19,4 | 18,2 | 15,2 | 15,4 |
| 19,2 | 16 | 19,1 | 16 | 15,4 | 14,9 | 16,3 | 6,3 | 17,1 | 21,7 |
| 14,4 | 14,2 | 21,6 | 12,3 | 19 | 20,7 | 16,4 | 5,3 | 4,2 | 14 |
| 14,9 | 15,2 | 14,1 | 11,1 | 18,2 | 11,3 | | | | |

Zostera noltii

KVADRAT 1. Dužina listova (cm)

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 15 | 16,5 | 14,2 | 13,8 | 14,8 | 16 | 16,2 | 4,4 | 15,6 | 10,3 |
| 16,5 | 14,2 | 15,7 | 13,6 | 10,4 | 14 | 18,1 | 14,4 | 13,5 | 15 |
| 14,4 | 15,3 | 14 | 15 | 15,6 | 14,7 | 16,2 | 15,1 | 16,1 | 13,4 |
| 14,9 | 8,8 | 12,8 | 14 | 11,7 | 13,5 | 14,1 | 13,2 | 15,1 | 14,2 |
| 14,3 | 13,3 | 15,4 | 14,4 | 7,2 | 13,4 | 14,1 | 9,1 | 14,6 | 7,5 |
| 13,4 | 12,2 | 10,3 | 11,9 | 13,6 | 12,7 | 13,5 | 12,6 | 13,1 | 14,2 |
| 11,5 | 19,9 | 15,3 | 19 | 9,8 | 12,2 | 12,7 | 6,3 | 11,2 | 9,6 |
| 17 | 11,6 | 14,5 | 12 | 11,4 | 14,1 | 12,4 | 12,8 | 17 | 13,2 |
| 13,4 | 16 | 12,3 | 12,2 | 11 | 13,2 | 16,8 | 10,8 | 15,3 | 12,9 |
| 16 | 8,9 | 15,5 | 12,5 | 13,4 | 13,4 | 13,1 | 15,2 | 14,2 | 12,2 |
| 9,8 | 13 | 15,4 | 12,3 | 14,4 | 14,2 | 9,2 | 15,4 | 10,3 | 14,2 |
| 15,6 | 12,3 | 10,2 | 10,9 | 9,3 | 11,7 | 12,1 | 11,3 | 10,8 | 9,3 |
| 11,5 | 12,2 | 14,3 | 16,1 | 15,3 | 15,4 | 8,9 | 9,3 | 10,5 | 10,7 |
| 16,2 | 11,3 | 12,4 | 14,9 | 14,1 | 11,2 | 10,3 | 15,1 | 8,6 | 10,3 |
| 12,3 | 15,4 | 11,8 | 11,4 | 11,3 | 10,8 | 9,5 | 16,2 | 15,5 | 10,3 |
| 12,3 | 12,4 | 11,5 | 12,7 | 12,6 | 10,2 | 9,3 | 9,5 | 10,4 | 9,4 |
| 8,2 | 7,1 | 14,8 | 15,2 | 7,3 | 8,9 | 9,4 | 7,2 | 14,5 | 15,1 |
| 7,8 | 8,3 | 8,4 | 9,1 | 11,4 | 9,5 | 8,5 | 15 | 13 | 12,3 |
| 14,1 | 12,4 | 12,5 | 13,3 | 8,9 | 11,1 | 8,3 | 12 | 7,2 | 11 |
| 13,4 | 8,1 | 6 | 6,8 | 14,4 | 8,5 | 8,3 | 7 | 6,3 | |

KVADRAT 2. Dužina listova (cm)

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 12,7 | 17 | 16,8 | 14,1 | 15,9 | 9,4 | 8,2 | 10,5 | 20,1 | 13,2 |
| 6,5 | 7,2 | 9,6 | 9,4 | 6,6 | 10,8 | 13,7 | 11,6 | 15,7 | 5,4 |
| 8,2 | 5,5 | 11,9 | 8,5 | 11,4 | 13,1 | 10,9 | 12,8 | 13,7 | 9,7 |
| 13 | 16,5 | 12 | 20,4 | 13 | 10,8 | 10 | 13,3 | 10,1 | 17,2 |
| 8,9 | 8,6 | 12,5 | 7,4 | 12,1 | 9 | 8,9 | 5,1 | 6,2 | 9,2 |
| 9,4 | 12,2 | 6,2 | 6,7 | 10,7 | 11 | 15 | 12 | 6 | 5 |
| 11,8 | 13,1 | 6,4 | 13,9 | 7,6 | 10,2 | 12,9 | 15,3 | 8,7 | 15,1 |
| 12,8 | 8,9 | 12 | 11,4 | 13,6 | 6,4 | 6,5 | 7,8 | 9,9 | 5,3 |
| 5,1 | 7,3 | 9,2 | 11,8 | 8,7 | 8,9 | 13,5 | 7,7 | 10,6 | 12,8 |
| 6,7 | 8,4 | 11,3 | 9,2 | 13,5 | 10,4 | 17,2 | 12,5 | 9 | 11,9 |
| 14,8 | 18,6 | 7,4 | 8 | 4,1 | 5,7 | 13 | 8,2 | 9,7 | 8,6 |
| 7,2 | 12 | 15,6 | 5,6 | 8,2 | 8,3 | 9,6 | 15,4 | 16,5 | 12,3 |
| 8,9 | 8,2 | 6,6 | 10 | 21 | 19,5 | 18,9 | 16,4 | 10,1 | 13,9 |
| 14 | 9,2 | 6,2 | 5,4 | 5,2 | 18,4 | 10 | 10,5 | 12 | 12,9 |
| 13,1 | 10,2 | 5,1 | 11,6 | 12 | 4,4 | 12,1 | 6,6 | 11,8 | 17,4 |
| 11,5 | 7,1 | 9,7 | 13,3 | 13,8 | 19 | 14,4 | 15,3 | 16,5 | 8,4 |
| 8,2 | 4,6 | 11,7 | 12,5 | 12,1 | 12 | 12 | 8,1 | 7 | 10,9 |
| 14,4 | 9,5 | 11,1 | 10,9 | 14,3 | 14,6 | 10,1 | 12 | 12,1 | 11,5 |
| 14 | 11,1 | 8 | 8,2 | 9,9 | 5,4 | 6,4 | 11 | 11,9 | 14,6 |
| 10,5 | 7 | 8,2 | 12,3 | 13,4 | 9,6 | 9,7 | 10,2 | 10,3 | 14,1 |
| 15 | 15,9 | 16,1 | 11,2 | 8,8 | 8,9 | 5,1 | 5,6 | 8 | 8 |
| 9,3 | 12,5 | 14,2 | 3,1 | 8,1 | 9,6 | 6,9 | 7,2 | 10,1 | 12,2 |
| 8,6 | 7,6 | 8,9 | 12,3 | 17,8 | 11,3 | 11,9 | 12 | 12,2 | 9,2 |
| 4,6 | 4,8 | 15 | 14 | 14,1 | 6 | 6,1 | 9 | 10,7 | 8,3 |
| 7 | 14,3 | 7 | 7,1 | 15 | 11,7 | 7,2 | 8,2 | 8,4 | 8,6 |
| 9,1 | 11,2 | 7,2 | 15,4 | 15,8 | 6,4 | 6,6 | 7 | 14,3 | 18,5 |
| 11 | 11,1 | 5,2 | 13,6 | 5,2 | 11,7 | 13 | 9,3 | 14,5 | 14,2 |
| 11,1 | 7,5 | 8,9 | 9,1 | 7 | 7,2 | 7,8 | 7,1 | 7 | 11,6 |
| 12 | 10,8 | 11,3 | 11,5 | 12 | 10,6 | 10,4 | 12 | 12,1 | |

KVADRAT 3. Dužina listova (cm)

| | | | | | | | | | |
|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10,9 | 6,7 | 7,2 | 5,6 | 8,8 | 10 | 7,9 | 7,2 | 13,4 | 8,3 |
| 3,1 | 9 | 10,9 | 7,2 | 10,6 | 8,7 | 10,4 | 6,3 | 9,5 | 9,2 |
| 6,2 | 9 | 9,2 | 9,2 | 9,3 | 10,4 | 10,5 | 11,2 | 7,2 | 11,6 |
| 7,9 | 7,4 | 5,3 | 2,9 | 5,7 | 15,7 | 7,6 | 7,8 | 7,7 | 6,3 |
| 5,2 | 5,4 | 4,8 | 12,4 | 5,4 | 6,9 | 8 | 5,3 | 6,5 | 12,2 |
| 5,2 | 7,9 | 9,3 | 7,8 | 7,6 | 8,3 | 9,2 | 9,4 | 7,3 | 7,6 |
| 6,2 | 6,3 | 5,3 | 12,1 | 11 | 4,8 | 7,4 | 7,2 | 8,1 | 5,3 |
| 8,7 | 8,3 | 4,2 | 9 | 8,1 | 9,3 | 9,2 | | | |

LOKACIJA: Veštar
DATUM 09.07.2020
Zostera noltii

KVADRAT 1. Dužina listova (cm)

| | | | | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
| 10,9 | 6,7 | 8,5 | 7,2 | 6 | 10,5 | 5,3 | 6,7 | 5,9 | 6,6 |
| 6,3 | 7,2 | 5,1 | 5 | 3,4 | 7,6 | 8,3 | 7,2 | 8 | 5,1 |
| 6,7 | 7,2 | 7 | 4,8 | 5,5 | 8 | 8,2 | 8,1 | 7,3 | 10,1 |
| 8,5 | 6,5 | 10 | 8,3 | 7,6 | 7,5 | 5,8 | 6,2 | 6,3 | 3,8 |
| 8,3 | 4,2 | 5,7 | 7 | 5,5 | 5,2 | 7,5 | 7,9 | 7 | 5 |
| 8,1 | 7,1 | 7,3 | 5,2 | 5 | 5,3 | 7,6 | 5,6 | 6,3 | 5,7 |
| 5 | 5,5 | 6,4 | 7 | 6,4 | 5,5 | 6,3 | 5,6 | 6,8 | 7 |
| 6,5 | 5,5 | 4,3 | 5,3 | 5 | 8 | 6,2 | 6,6 | 8,3 | 10,1 |
| 8,3 | 6,4 | 5,3 | 5,9 | 6,6 | 8,1 | 5,2 | 7,5 | 6,5 | 7,3 |
| 4,7 | 4,8 | 7 | 6,5 | 5,2 | 5 | 4,2 | | | |

KVADRAT 2. Dužina listova (cm)

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|------|------|
| 9 | 8,5 | 9,2 | 7,1 | 15,9 | 9 | 6,4 | 8,2 | 6,3 | 9,1 |
| 8,9 | 10,3 | 9,6 | 7,4 | 8,9 | 11 | 7 | 5,5 | 7,2 | 6,7 |
| 5,6 | 5,4 | 7,4 | 7,9 | 10,7 | 6,3 | 5,5 | 4,9 | 10,2 | 7,3 |
| 9,1 | 6,3 | 8,1 | 8,2 | 9,4 | 7,2 | 10 | 9,3 | 11,1 | 15,6 |
| 10,2 | 7,5 | 11,2 | 8 | 8,3 | 8,1 | 7,2 | 7 | 5,3 | 7,6 |
| 4,8 | 4,9 | 5,2 | | | | | | | |