

Prostorna varijacija strukturnih i morfoloških karakteristika livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (L.) Delile južnog dijela Istre

Sudulić, Ilenia

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:792639>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-21**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Ilenia Sudulić

Prostorna varijacija strukturnih i morfoloških karakteristika
livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (L.) Delile južnog
dijela Istre

Diplomski rad

Zagreb, 2021.

Ovaj rad izrađen je u Laboratoriju za biologiju mora na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Petra Kružića. Predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra Ekologije i zaštite prirode.

ZAHVALE

Iznimno veliku zahvalnost dugujem svom mentoru izv. prof. dr. sc. Petru Kružiću koji se, od samog upisa na Fakultet pa sve do danas, pokazao kao izvrstan profesor, mentor, ali i prijatelj. Hvala Vam na ukazanom povjerenju, pomoći, stručnoj suradnji, strpljenju, izdvojenom vremenu za moje neprestane upite te na prihvaćanju mentorstva. Također, želim Vam se zahvaliti na danim savjetima tijekom cijelog studiranja kao i tijekom izrade diplomskog rada. *Last but not least* hvala Vam što ste od prvog dana vjerovali u mene.

Zahvalnost izražavam i svim profesorima i profesoricama studija na ogromnom trudu i pruženom znanju tijekom cijelog školovanja. Hvala i dr. sc. Mileni Mičić te svim djelatnicima Aquariuma Pula koji su doprinijeli stečenom znanju u polju morske biologije i akvaristike.

Također, zahvaljujem se svim svojim kolegama koji su obogatili jedan važan dio mog života te naposljetku uljepšali najteže studentske dane. Hvala vam što ste uvijek bili tu za mene, vjerovali i bodrili me iz dana u dan. Zajedno smo nadvladali sve prepreke; od ogromnih pauza između predavanja do bezbrojnih ponavljanja prije ispita. Hvala i svim svojim prijateljima koji me već godinama trpe i koji su bili velika podrška tijekom studija.

Najveću zaslugu pripisujem svojim roditeljima, sestri i nonetima koji su uvijek bili tu uz mene, upućivali na pravi put i bez kojih ovo postignuće ne bi bilo moguće.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno – matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

Prostorna varijacija strukturnih i morfoloških karakteristika livada morske cvjetnice

Posidonia oceanica (L.) Delile južnog dijela Istre

Ilenia Sudulić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Livade endemske vrste *Posidonia oceanica* (L.) Delile najveći je ekosustav Sredozemnog mora koji se prostire uzduž najrazvijenije stepenice Jadrana koju karakterizira niska razina kolebanja temperature, saliniteta i stalna izmjena morskih voda. Uslijed velike raznolikosti vrsta, biocenoza infralitoralnih alga i biocenoza livada morskih cvjetnica dvije su najugroženije biocenoze uvelike zbog izraženog antropogenog utjecaja koji je pridonio smanjenju pokrova ove zaštićene vrste. Cilj istraživanja je procijeniti kvalitetu i stupanj ugroženosti livada endemske morske cvjetnice *P. oceanica* na petnaest različitih postaja unutar južnog dijela istarskog poluotoka: zaštićeno područje Nacionalnog parka Brijuni i Javne ustanove Kamenjak, te nezaštićeno područje uz naselja Banjole i Medulin. Dobiveni podaci služit će za daljnji monitoring navedenih staništa kao i za procjenu mogućih negativnih utjecaja koji ugrožavaju kvalitetu morske cvjetnice. Porocjenila se zastupljenost pojedinih vrsta unutar livada, posebno onih ugroženih i zakonom zaštićenih, a dugoročni cilj projekta je aktivna zaštita morskih vrsta i staništa najproduktivnijeg morskog ekosustava koji predstavlja jednu od glavnih žarišta biološke raznolikosti u Sredozemnom moru. Prema tablici kategorizacije morskih cvjetnica sve istraživane livade kategorizirane su kao „livade vrlo rijetke gustoće“ osim livade postaja Polje i Porer koje pripadaju kategoriji „livada rijetke gustoće“. Naime, uspoređujući najučestalije čimbenike ugroženosti, ustanovljeno je da NP Brijuni ima najbolji oblik zaštite.

Rad sadrži: 77 stranica, 28 slika, 22 tablice, 136 literaturnih navoda. Jezik izvornika: hrvatski.

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: morska cvjetnica, *Posidonia oceanica*, Istra, Jadransko more

Voditelj: Dr. sc. Petar Kružić, izv. prof.

Ocjenitelji:

Rad prihvaćen:

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology

Graduation Thesis

Spatial variation in *Posidonia oceanica* (L.) Delile structural and morphological features of the southern part of Istria peninsula

Ilenia Sudulić

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Meadows of the endemic species *Posidonia oceanica* (L.) Delile is the largest marine ecosystem of the Mediterranean Sea inhabiting the most developed marine zone of the Adriatic Sea which is characterized by low levels of temperature and salinity fluctuations but also by the constant exchange of sea water. Due to the great diversity of species, the biocenosis of infralittoral algae and the biocenosis of seagrass meadows are the two most endangered biocenoses as a consequences of anthropogenic activities that reduced the total cover of this protected species. The aim of the research is to assess the quality and the level of endangerment of the endemic *P. oceanica* at fifteen different stations within the southern part of the Istrian peninsula: the protected area of National Park Brijuni and Kamenjak Public Institution, and the unprotected area of Banjole and Medulin. The obtained data will be used for further monitoring of these habitats as well as for the assessment of possible negative impacts that threaten the quality of *P. oceanica*. The research is also focused on assessing the presence of certain species within the meadows, especially those which are endangered and legally protected. The long-term goal of the project is the active protection of marine species and habitats of the most productive marine ecosystem, which is one of the main hotspots of biodiversity in the Mediterranean Sea. According to the table of categorization of sea meadows, all meadows are categorized as "meadows of very low density" except for the meadows of Polje and Porer which belong to the category of "meadows of low density". Comparing the most common vulnerability factors, it was found that NP Brijuni has the best form of protection.

Thesis contains: 77 pages, 28 figures, 22 tables, 136 references. Original in: Croatian.

Thesis deposited in the Central Biological Library.

Key words: marine phanerogame, *Posidonia oceanica*, Istria, Adriatic Sea

Supervisor: Dr. Petar Kružić, Assoc. Prof.

Reviewers:

Thesis accepted:

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Morske cvjetnice	1
1.1.1. Morska cvjetnica <i>Zostera marina</i> Linneaeus	2
1.1.2. Morska cvjetnica <i>Zostera noltii</i> Hornemann	3
1.1.3. Morska cvjetnica <i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Asherson	3
1.1.4. Morska cvjetnica <i>Posidonia oceanica</i> (Linneaeus) Delile	4
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	13
3. MATERIJALI I METODE	14
3.1. Morfološke karakteristike <i>Posidonia oceanica</i>	14
3.2. Statistička obrada podataka	15
3.3. Područje istraživanja	15
3.3.1. Javna ustanova Kamenjak – Donji Kamenjak	16
3.3.2. Nacionalni park Brijuni	18
3.3.3. Naselja Banjole i Medulin	20
4. REZULTATI	23
4.1. Broj izdanaka	23
4.2. Broj listova po izdanku	26
4.3. Dužina listova	29
4.4. Širina listova	32
4.5. Biomasa epifitskih alga	35
4.6. Utvrđene vrste unutar livada <i>Posidonia oceanica</i> na istraživanim postajama	38
4.7. Ugroženost livada <i>Posidonia oceanica</i> na istraživanim postajama	41
5. RASPRAVA	45
6. ZAKLJUČCI	50
7. LITERATURA	51
PRILOG	64

1. UVOD

1.1. Morske cvjetnice

Morske cvjetnice su tijekom Krede, posljednjeg geološkog razdoblja mezozoika, pokrenule kolonizaciju morskog ekosustava (den Hartog, 1970) u kojemu su razvile široki niz prilagodbi neophodne za preživljavanje u novom okolišu (Borum i sur., 2004). Kolonizirale su područja umjerenih i tropskih mora (Short i sur., 2007), nastanivši pjeskoviti i muljeviti sediment infralitoralne stepenice, a u iznimnim slučajevima naselile su i kamenita dna (Short i Wyllie-Echeverria, 1996). Osim slanih voda, cvjetnice su naselile i brakične vode (Short i sur., 2007). Tvoreći guste livade, zauzele su važnu ulogu u održavanju bioraznolikosti morskog ekosustava (Duarte, 2000) pružajući organizmima novo stanište za razmnožavanje, za rast i/ili za hranjenje (Heck i Orth, 1980). Jedan je primjer zaštićeni morski sisavac *Dugong dugon* (Müller, 1776), jedini živi predstavnik porodice Dugongidae, čiji glavni izvor hrane predstavljaju morske cvjetnice (Duarte, 2000). Pored navedenog, livade predstavljaju potencijalna skloništa od predatora za znatan broj morskih vrsta (Borum i sur., 2004) ali su i stanište za nekoliko zaštićenih vrsta. Tako se u livadama *Posidonia oceanica* (L.) Delile vrlo često pronalazi jedan od trenutno najugroženijih jadranskih školjkaša, plemenita periska *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) (Duarte, 2000). Cvjetnice su priznate kao jedan od najproduktivnijih ekosustava na svijetu (McRoy i McMillan, 1997) zahvaljujući visokoj proizvodnji kisika i organske tvari putem sunčeve energije (Borum i sur., 2004). Svrstavaju se u skupini vaskularnih biljaka (Tracheophyta) čiji rizomi onemogućavaju eroziju sedimenta (Hughes i sur., 2009), čine osnovu hranidbenog lanca (Short i sur., 2011), štite obalu od erozije (Boudouresque i sur., 2012), smanjuju utjecaj hidrodinamizma (Chen i sur., 2007) te su izvrstan biološki indikator za procjenu kvalitete vode (Orlando-Bonaca i sur., 2015) glede njihove osjetljivosti na promjene u okolišu, rasprostranjenosti i sesilnom načinu života (Short i Wyllie-Echeverria, 1996; Pergent-Martini i Pergent, 2000). Morske cvjetnice mogu utjecati i na povećanju prozirnosti vodenog stupca (Borum i sur., 2004).

Zostera marina Linnaeus (morska svilina), *Zostera noltii* Hornemann (patuljasta svilina), *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson (čvorasta morska resa) i *Posidonia oceanica* (L.) Delile (endemična posidonija) su četiri vrste morskih cvjetnica koje nastanjuju Sredozemno more (Domac, 1994) od ukupnih šezdeset opisanih vrsta (Short i sur., 2007). Od navedenih, najraširenije vrste cvjetnica u Sredozemlju su *P. oceanica* i *C. nodosa* koje nastanjuju pjeskoviti sediment (Buia i Mazzella, 1991). Za veliku većinu svjetsko

rasprostranjenih cvjetnica nedostaju ekološka istraživanja koja pružaju detaljan pregled stanja i distribucije njihovih populacija (Duarte i sur., 2008). Premda su cvjetnice široko rasprostranjene u mnogim dijelovima svijeta, uočen je pad populacija (Waycott i sur., 2009) pretežno kao posljedica intenzivnog antropogenog utjecaja (Orth i sur., 2006.). Stoga, prema Zakonu o zaštiti prirode (NN, 114/2013), *Zostera marina* Linneaeus, *Zostera noltii* Hornemann, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson i *Posidonia oceanica* (Linneaeus) Delile su strogo zaštićene vrste u RH.

1.1.1. Morska cvjetnica *Zostera marina* Linneaeus

Zostera marina Linneaeus ili morska svilina (Slika 1) tvori guste livade duž obale Atlantskog oceana (Green i Short, 2003) te u vodama Baltičkog i Sjevernog mora gdje preživljava neovisno o prevladavajućim niskim temperaturama. U Sredozemnom moru stvara male livade. Nastanjuje infralitoralnu stepenicu do 15 m dubine, a česti je stanovnik laguna. Izdanci morske sviline nose 3 do 7 listova koji mogu biti dugi od 30 do 60 cm dok njihova širina varira u rasponu od 2 do 10 mm (Borum i sur., 2004). Početkom 1930-ih godina, u sjevernom Atlantskom oceanu, morska svilina je doživjela veliki pad brojnosti populacije uslijed *westing disease* (den Hartog, 1987). Ubraja se među najugroženije morske ekosustave (Duarte, 2009) zbog 30 %-tne stope opadanja populacije u proteklih 30 godina (Waycott i sur., 2009).



Slika 1. Morska cvjetnica *Zostera marina* Linneaeus (preuzeto: Xu i sur., 2016)

1.1.2. Morska cvjetnica *Zostera noltii* Hornemann

Zostera noltii Hornemann ili patuljasta svilina (Slika 2) nastanjuje infralitoralnu stepenicu Sredozemnog mora (den Hartog, 1970), a česti je stanovnik Crnog mora, Azovskog mora, Aralskog jezera, Kaspijskog jezera i sjevernog Atlantika (Green i Short, 2003).



Slika 2. Morska cvjetnica *Zostera noltii* Hornemann (preuzeto: luirig.altervista.org)

Izdanci patuljaste sviline posjeduju od 2 do 5 tankih listića koji izvrsno podnose izloženost zraku (Borum i sur., 2004). Listovi mogu biti dugi od 6 do 22 cm, široki od 0.5 do 1.5 mm (Phillips i Meñez, 1988), a rizomi poprimaju dužinu od 5 do 35 mm (Borum i sur., 2004). Za razliku od *Z. marina*, *Z. noltii* ima kraće i uže listove (den Hartog, 1970).

1.1.3. Morska cvjetnica *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asherson

Cvjetnica *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asherson ili čvorasta morska resa (Slika 3) široko je rasprostranjena u Sredozemlju i uz afričke obale sjevernog Atlantskog oceana (den Hartog, 1970; Borum i sur., 2004) od 0.2 do 18 m dubine (Caye i Meinesz, 1985) na

pjeskovitom i/ili muljevitom sedimentu (Cancemi i sur., 2002). Izdanci *C. nodosa* posjeduju 2 do 5 lista. Listovi mogu biti široki od 2 do 4 mm te dugi od 10 do 45 cm (Reyes i Sanson, 1994). Livade čvoraste morske rese često rastu nadomak livade *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, *Zostera noltii* Hornemann ili uz zelenu algu *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux (Caye i Meinesz, 1985). *C. nodosa* je često stanište za strogo zaštićenu vrstu (NN, 114/2013) *Hippocampus hippocampus* (Linnaeus, 1758) - konjić kratkokljunić (Relini, 2000).

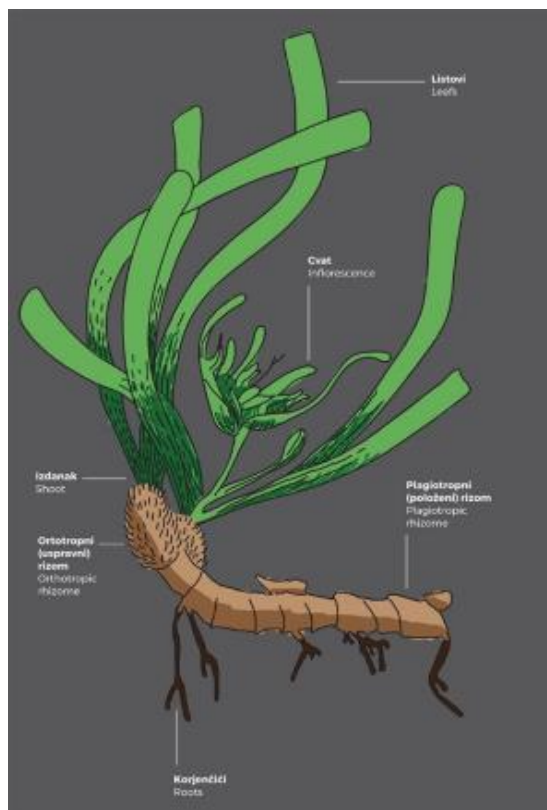


Slika 3. Morska cvjetnica *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asherson (preuzeto: algaebase.org)

1.1.4. Morska cvjetnica *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile

Posidonia oceanica (L.) Delile prema sistematici pripada carstvu Plantae (biljke), koljenu Tracheophyta (vaskularne biljke), redu Alismatales (žabočunolike), porodici Posidoniaceae i rodu *Posidonia* (www.marinespecies.org). Osim *P. oceanica*, u porodici *Posidonia* ubrajaju se osam endemskih australskih vrsta: *P. angustifolia* Cambridge & J. Kuo, *P. australis* J.D. Hooker, *P. coriacea* Cambridge & Kuo, *P. denhartogii* Kuo & Cambridge, *P. kirkmanii* Kuo & Cambridge, *P. ostenfeldii* den Hartog, *P. robertsoniae* Kuo & Cambridge i *P. sinuosa* Cambridge & Kuo (Cambridge i Kuo, 1979; Kuo i Cambridge, 1984). Ime roda *Posidonia* nadovezuje se uz grčku mitologiju i grčke riječi *Poseidōn*, bog mora i zemljotresa (Cabioc'h i sur., 1995).

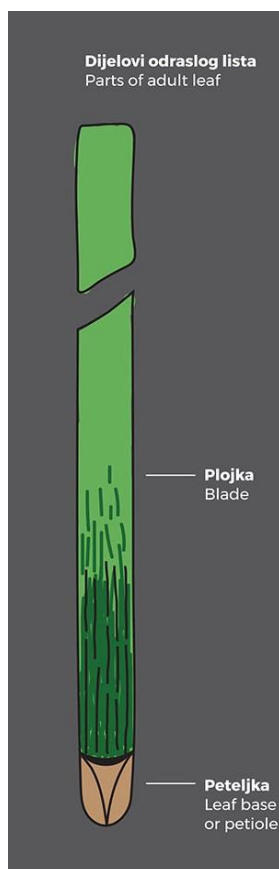
P. oceanica je endemska vrsta Sredozemnog mora (den Hartog, 1970), a poznata je imenima poput posidonija, oceanski porost, perušina, lažina ili morska voga (www.haop.hr). Najproduktivniji je ekosistem u Sredozemnom moru (Short i Wyllie-Echeverria, 1996) koji nastanjuje fotofilnu infralitoralnu stepenicu od donje granice oseke do najviše 40 m dubine (Boudouresque i sur., 2012). U Sredozemnom moru, livade *P. oceanica* prekrivaju površinu od 50 000 km² (Bethoux i Copin-Montégut, 1986) dok su u Jadranu najbrojnije populacije zabilježene u srednjem i južnom dijelu (Bakran-Petricioli, 2011). Najvažniji ograničavajući faktor za određivanje donje granice *P. oceanica* je sunčeva svjetlost (Elkalay i sur., 2003). Uslijed snižavanja prozirnosti vodenog stupca, kompenzacijska dubina i donja granica livade *P. oceanica* zauzimaju pliće dijelove infralitoralne stepenice u rasponu od 15 do 10 m (Boudouresque i sur., 2012) posljedično smanjujući brzinu rasta lista i gustoću izdanaka unutar livade (Ruiz i Romero, 2001). Prema istraživanju Mayot i sur. (2005), temperatura morske vode također utječe na određivanje donje granice cvjetnice. Povoljni ekološki uvjeti u infralitoralnom pojasu omogućavaju razvitak fotofilnih alga najčešće na kamenitoj podlozi i morskih cvjetnica na muljevito-pjeskovita dna (Bakran-Petricioli, 2007). U Jadranu, infralitoralnu stepenicu karakteriziraju niske razine kolebanja temperature, saliniteta ali i konstantna izmjena morskih voda (Short i Coles, 2001).



Slika 4. Morfologija vrste *Posidonia oceanica* (preuzeto: www.geopark-vis.com)

Vrsta *P. oceanica* pripada skupini kritosjemenjača (Magnoliophyta), a kao takva posjeduje vlastito korijenje, stabljiku ili rizom te list (Slika 4). Korijen, sa širinom od 3 do 4 mm (Borum i sur., 2004) i duljinom do 70 cm (Boudouresque i sur., 2012), čvrsto se zakorjenjuje na muljevito-pjeskovita dna i preuzima hranjive tvari iz sedimenta (Bonanno i Di Martino, 2017). Nalazi se pričvršćen na rizom koji, ovisno o položaju, može biti ortotropni ili plagiotropni (Slika 4). Ortotropni ili uspravni rizom ostvaruje spori rast i mali broj korijena, a razvija duge i uspravne listove. Listovi mogu dosegnuti 1 m dužine. Za razliku od ortotropnih, plagiotropni ili položeni rizom raste brže, razvija veći broj korijena dok su listovi kraći i zakrivljeni (Molinier i Picard, 1952). Naslage isprepletenih rizoma, korijenje i sediment u međuprostorima sačinjavaju biokonstrukciju koja se naziva „matte“ (Blanc, 1958) ili podmorska terasa (Bakran-Petricioli, 2011). U jednom stoljeću, podmorska terasa može narasti najviše do 1 m visine (Molinier i Picard, 1952). Takvi isprepleteni rizomi stabiliziraju pješčani sediment i sprječavaju njegovu eroziju (Bakran-Petricioli, 2011). Na samom vrhu ortotropnih i plagiotropnih rizoma rastu izdanci s 4 do 8 listova (Panayotidis i Giraud, 1981). Površina svakog lista je prekrivena s više od 16 paralelnih žila (Carpaneto i sur., 2004). Poznato je da *P. oceanica* razvija guste livade sa 300 do 1000 izdanaka po m² (Romero, 1985). Listovi su široki 1 cm i dugi su od 30 do 80 cm. Juvenilni list je svaki list čija se dužina nalazi u rasponu od 0 do 5 cm (Boudouresque i sur., 2012). Morfološki, odrasli list dijeli se u dvije zasebne jedinice: baza ili peteljka i plojka (Slika 5). Plojka je tamnozeleno boje, posjeduje blago zaobljeni vrh i jedini je dio lista koji obavlja proces fotosinteze. Starenjem poprima smeđu boju, u jesen otpada (Bakran-Petricioli, 2011), a uginulo lišće ponajprije se akumulira unutar livade (Boudouresque i sur., 2012) te potom uzduž obale u obliku jednometarskih „banquettes“ nakupina ili smeđih loptica „Neptune balls“ koje mogu biti sferičnog ili ovalnog oblika (Cannon, 1979). Tijekom jeseni, izraženi hidrodinamizam i povremene oluje pospješuju prijenos većih količina lišća na obližnjim obalama (Boudouresque i sur., 2012). Vrlo često, takve nakupine uginulih lišća nejednakih razvojnih stadija narušavaju estetski izgled mnogih turističkih plaža (Ochieng i Erftemeijer, 1999) premda su odražaj izvrsne kakvoće morske vode, a ujedno štite obalu od erozije. Izvor su ugljika i nutrijenata koji, putem hranidbenog lanca, prelaze iz organizma u organizam. Danas su „banquettes“, zbog mehaničkog uklanjanja i kao posljedica regresija livada *P. oceanica*, rijetka pojava. Povremeno pojačani hidrodinamizam prouzrokuje eroziju podmorskih terasa ugrožavajući vitalnost livade. Erozijom, podmorske terase mogu doseći morsku površinu. Peteljka ne vrši fotosintezu a, nakon otpadanja plojke, ostaje pričvršćena za rizom više od 4600 godina (Boudouresque i sur., 2012). Iz navedenog razloga, mjerenje debljine peteljke je česta praksa u lepidokronološkim analizama (Pirc, 1983). Osim određivanja

starosti livade, lepidokronološkom analizom utvrđuje se brzina rasta rizoma, prosječan broj novonastalih lista po izdanku svakih godinu dana, procjenjuje se primarna produkcija kao i razinu onečišćenja u prošlosti (Boudouresque i sur., 2012). Izdanci mogu ostati pričvršćeni za rizome nekoliko desetljeća (Marbà i sur., 2005), dok je životni vijek livade otprilike od 1000 godina (Mateo i sur., 1997). Stoga, smatra se da je *P. oceanica* dugovječna endemska morska cvjetnica Sredozemlja (Marbà i sur., 2005). Glede spore degradacije morfoloških dijelova posidonije, omogućen je opstanak korijenja, rizoma i listova unutar podmorske terase do nekoliko stoljeća (Boudouresque i sur., 2012).



Slika 5. Dijelovi odraslog lista vrste *Posidonia oceanica* (preuzeto: www.geopark-vis.com)

P. oceanica je zahvaljujući rizomima (Bakran-Petricioli, 2011) i ostalim dijelovima biljke razvila nespolan (vegetativan) način razmnožavanja (Capiomont i sur., 1996) posredstvom klonova (Marbà i Duarte, 1998). Ustanovljeno je da je vegetativno razmnožavanje najčešći (Molinier i Picard, 1952) i najprikladniji način širenja posidonije (Pergent-Martini i Pasqualini, 2000). Kao i prave kopnene kritosjemenjače, *P. oceanica* je uspostavila dodatan način razmnožavanja - spolno razmnožavanje (Orth i sur., 2004). Monocitna je vrsta (Balestri i

sur., 2003) čija cvatnja započinje u rujnu ili listopadu uslijed smanjenja temperature morske vode (Balestri, 2004). Iznimku čini *P. oceanica* dubljih dijelova infralitorala koja cvate kasnije, u studenom (Buia i Mazzella, 1991), što ukazuje da cvatnja primarno ovisi o prostornim i vremenskim uvjetima (Balestri, 2004). U hladnijim vodama sjeverozapadnog Sredozemlja, cvatnja *P. oceanica* ne odvija se svake godine. Intenzivna cvjetanja vrste u cijelom Sredozemnom moru zabilježene su 1971., 1982., 1993., 1997. i 2003. godina (Boudouresque i sur., 2012). Posidonija razvija 3 do 5 cvjetova skupljeni u cvat (Remizowa i sur., 2012). Iz dvospolnih cvjetova nastaje nezreli plod koji dozrijeva nakon 4 do 6 mjeseca (Buia i Mazzella, 1991). Dozrijevanjem, odvaja se od matične biljke. Poradi lagane građe i prisutnosti mjehura u unutrašnjoj građi (Bakran-Petricioli, 2011), plod učinkovito pluta na površini morske vode više od 15 dana (Meinesz i sur., 2009). Uobičajena boja ploda je tamno zelena, tamno smeđa ili crna (Boudouresque i sur., 2012), a često se zbog sličnosti sa maslinom naziva „morska maslina“ (Borum i sur., 2004). U unutrašnjosti svakog zrelog ploda krije se jedna sjemenka (Balestri i Cinelli, 2003) koju plod oslobađa u razdoblju između ožujka i lipnja (Buia i Mazzella, 1991). Oslobađanjem, sjemenka tone na morsko dno te klija nakon nekoliko dana (Caye i Meinesz, 1984). Iako je u biologiji spolno razmnožavanje dominantna strategija razmnožavanja, kod posidonije uočen je niski uspjeh takve vrste razmnožavanja (Buia i Piraino, 1989; Díaz-Almela i sur., 2006). Premda nedostaju istraživanja (Williams, 1995), neuspjeh spolnog razmnožavanja često se propisuje predaciji (Piazzi i sur., 2000) ili tonjenju sjemenke na nepogodna područja za razvoj livada (Buia i Mazzella, 1991). Polen i zreloplutajući plod rasprostranjuju se na većim udaljenostima (>100 km) posredstvom vjetrova, valovima i/ili morskim strujama (Micheli i sur., 2010). Takva vrsta razmnožavanja omogućuje morskoj livadi kolonizaciju novih i udaljenijih područja, rekolonizaciju (Alberte i sur., 1994; Jover i sur., 2003) i povećanje genetske varijabilnosti (Procaccini i sur., 2007).

Utvrđeno je da smanjeni salinitet, intenzivno onečišćenje mora (Bakran-Petricioli, 2011) i eutrofikacija negativno utječu na rast livade (Kružić, 2008). Prema Ben Alaya (1972), gornja granica tolerancije saliniteta za *P. oceanica* iznosi 41‰ što dokazuje rasprostranjenost cvjetnice u hipersalinskim lagunama Tunisa i Libije. Osim saliniteta (33 - 41‰), za uspješan razvitak livade neophodna je optimalna temperatura morske vode. Posidonija se razvija pri temperaturi od 9 do 29.2°C (Boudouresque i sur., 2012). Onečišćenje vodenog stupca i sedimenta prouzročeno pesticidima, herbicidima, deterdžentima, teškim metalima, sredstvima protiv obraštaja i srodnim antropogenim elementima značajno utječe na stanje očuvanosti morske cvjetnice (Pérès i Picard, 1975). Spororastuća je vrsta (Marbà i Duarte, 1998) koja u

godinu dana može narasti od 1 do 7 cm (Caye, 1982) čime se pojašnjava otežani oporavak ugroženih populacija (Platini, 2000). Za potpuni razvitak i/ili oporavak livade potrebno je od 100 do 1000 godina (Duarte, 1995; Kendrick i sur., 2005). Iako je zaštićena vrsta u većini država Sredozemlja (Pergent-Martini i sur., 2006), svakih godinu dana broj populacija se smanjuje za 1.5% (Waycott i sur., 2009). Prvi padovi brojnosti u Sredozemnom moru zamijećeni su 1950-ih godina u blizini većih urbanih sredina i lukama Španjolske, Italije i Francuske (Pérès i Picard, 1975; Boudouresque i Meinesz, 1982; Pérès, 1984) te je do 2005. godine zabilježena 60%-a regresija (Ardizzone i sur., 2006). U Marseille je, u posljednja dva stoljeća, zabilježena 90%-ni pad brojnosti livada (Boudouresque, 1996). Takvo smanjenje propisuje se povećanju stanovništva uz obalno područje koji je pridonio povećanju antropogenog utjecaja na morski ekosustav (Orth i sur., 2006; Waycott i sur., 2009; Boudouresque i sur., 2012).

Utjecaj čovjeka na ekosustav može biti direktan ili indirektan. Primjeri direktnog utjecaja su sidrenje plovila i nezakonito koćarenje dok se u indirektnu utjecaje ubrajaju marikultura, izgradnja luka i kanalizacijski ispusti (Ardizzone i Pelusi, 1984; Meinesz i sur., 1991; Sánchez-Jerez i Ramos-Esplà, 1996). *P. oceanica* nastanjuje muljevito-pjeskoviti sediment koji nerijetko predstavlja pogodnu podlogu za sidrenje plovila (González-Correa i sur., 2007). Sidrenjem, oštećuju se rizomi morske cvjetnice dok se povlačenjem sidra iščupaju podmorske terase (Boudouresque i sur., 2012). Prema istraživanju Charbonnel (1996) otkinuto je 88 000 izdanaka/godina *P. oceanica* na površini od 1.4 hektara. Ozbiljnost štete koja se vrši na livadama prvenstveno ovisi o vrsti sidra; najmanji utjecaj ostvaruje se uz *Hall anchor* (Milazzo i sur., 2004). Pravilnik o zaštiti i očuvanju Zaštićenih morskih područja (MPAs) sadrži odredbe za upravljanje i reguliranje aktivnosti na moru u MPAs (www.iucn.org) koje uvjetuju broj plovila u MPAs, određuju pogodna sidrišta i definiraju prikladno razdoblje u godini za sidrenje plovila s namjenom očuvanja morskog okoliša i smanjenja utjecaja sidrenja na morskim cvjetnicama (Milazzo i sur., 2002b). Pored sidrenja, znatan utjecaj koji se često ogleda na degradaciju morske cvjetnice pridonose i ostale ljudske aktivnosti kao što su ribolov koćama (Guillén i sur., 1994) i dinamitom, te obalni turizam (Borum i sur., 2004). U većini ribolovnih mora Sredozemlja, kao i u Hrvatskoj, na snazi je zabrana ribolova pridnenim povlačnim mrežama (koća) na dubinama od 0 do 50 m unutar pojasa od 30 Nm od obale (Ardizzone i Pelusi, 1984; NN, 6/2006). Utvrđeno je da koće oštećuju izdanke *P. oceanica* koje nastanjuju na dubinama u rasponu od 15 do 30 m (Ardizzone i Migliulo, 1982) smanjujući gustoću livade za 40 %. Istraživanjem je ustanovljeno da jedno koćarenje može iščupati od 100 do 1000 kg izdanaka (Ardizzone i Pelusi, 1984). Nedugo zatim, izdanci plutaju na površini vodenog stupca

povećavajući količinu otpada uz obalu (Boudouresque i sur., 2012). Uzduž sjeverozapadne obale Sredozemlja zabilježene su velike regresije *P. oceanica* kao posljedica eksploziva iz Drugog svjetskog rata i nezakonitog ribolova dinamitom (Pergent-Martini, 1994; Charbonnel, 1996; Pasqualini i sur., 1999). Regresije livada posidonije uočene su naročito u blizini kaveznih instalacija (do 300 m) zbog intenzivnog uzgoja morskih organizama (Pergent-Martini i sur., 2006; Rountos i sur., 2012). Prisutnost kaveza djelom sprječava prodiranje sunčeve svjetlosti do većih dubina (Ruiz i Romero, 2001), a razgradnjom organske tvari smanjuje se koncentracija kisika pridnenog sloja što posljedično prouzročuje anoksiju sedimenta (Delgado i sur., 1999). Zbog veće koncentracije nutrijenata, povećava se abundancija epifita što posljedično smanjuje sposobnost fotosintetiziranja za *P. oceanica* (Pergent i sur., 1999). Učestala izgradnja plaža i luka poradi značajnog rasta turističke potražnje prouzročila je smanjenje i nestanak livada (Ruiz i sur., 2009; Marbà i sur., 2014). Dodatnu prijetnju za morske cvjetnice predstavljaju kanalizacijski ispusti (Pergent-Martini i sur., 2006), protuzakoniti ribolov (Ruiz i sur., 1993), invazivne vrste (Marbà i sur., 2014) i u manjoj mjeri klimatske promijene (Boudouresque i sur., 2009; Boudouresque i sur., 2012). Poznato je da su otpadne vode jedan od glavnih izvora zagađivača za morski okoliš (UNEP/MAP, 2012). Od invazivnih vrsta, najveću opasnost predstavlja tropska australska vrsta *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh. Slučajno je introducirana 1984. godine u sjeverozapadnom Sredozemlju (Monako, Francuska) prilikom čišćenja akvarija (Meinesz i Hesse, 1991). Iz Monaka se, 2000-ih godina, proširila duž cijelog Sredozemlja (Meinesz i sur., 2001), a u Hrvatskoj prvi je put zabilježena 1994. godine (Zuljevic i sur., 1998). Kolonizirala je različite vrste supstrata plićih dijelova, uključujući muljevito-pjeskovito sediment gdje obitava u kompeticiji s *P. oceanica* (Boudouresque i sur., 1995).

Livade morske cvjetnice *P. oceanica* su najproduktivniji ekosustav na zemlji (Boudouresque i sur., 2012) koji predstavlja sklonište, hranilište i mrijestilište za mnogobrojne svojte (Heck i Orth, 1980). Značajne su zbog iznimno velike heterogenosti između biljnih (više od 400) i životinjskih (nekoliko tisuća) vrsta što ih čini jednim od glavnih žarišta biološke raznolikosti u Sredozemnom moru (Boudouresque i sur., 2012). Sveukupnu raznolikost unutar livade sačinjavaju sesilne i vaginalne morske vrste. Listovi *P. oceanica* pružaju supstrat za mnogobrojne epibionte poput kalcificirane crvene alge roda *Hydrolithon*, mahovnjaka *Electra posidoniae*, obrubnjaka *Sertularia perpusilla*, puževa *Bittium reticulatum* i *Rissoa* spp., raka *Pisa nodipes* i zvjezdače *Asterina pancerii*. Najčešće vrste koje pronalaze sklonište, mrijestilište ili hranilište između listova su ribe *Sarpa salpa*, *Symphodus ocellatus* i *Symphodus rostratus* (Bakran-Petricioli, 2011), pripadnici porodica Gobiidae, Labridae, Serranidae,

Sparidae (Kalogirou i sur., 2012), morski konjići *Hippocampus hippocampus* i *Hippocampus ramulosus* (Goffredo i sur., 2004), kozica *Hippolyte inermis* (Guillen, 1990) te šilo *Nerophis maculatus* i *Syngnathus acus* (Kalogirou i sur., 2012). Dijelove između izdanaka i rizoma naseljavaju bodljikaš *Paracentrotus lividus*, crvena zvjezdača *Echinaster sepositus*, trp *Holothuria tubulosa* i najveći jadranski školjkaš *Pinna nobilis*, a u sedimentu obitava školjkaš *Venus verrucosa*. Morsku cvjetnicu *P. oceanica* obilježava scijafilna morska vegetacija koja naseljava zasjenjene dijelove gdje su najčešći predstavnici crvene alge roda *Peyssonnelia* i zelena alga *Flabellia petiolata* (Bakran-Petricioli, 2011). Kao i ostale morske cvjetnice, *P. oceanica* fotosintetskom aktivnošću doprinosi oksigenaciji morske vode (Borum i sur., 2004), a procjenjuje se da livada koja nastanjuje na dubini od 10 m proizvodi više od 14 L/m² kisika u 24 sata (Bay, 1978). Baza je hranidbene mreže (Gobert i sur., 2006) zahvaljujući visokoj primarnoj produkciji: posidonija prosječno proizvodi 420-1300 g suhe mase m²/godina, a epifiti 100-500 g suhe mase m²/godina. Približno 10% organske tvari koja nastaje primarnom produkcijom izvor je hrane za herbivorne organizme (hridinski ježinac *Paracentrotus lividus* i riba salpa *Sarpa salpa*) koji se hrane epifitima dok se najveći postotak organske tvari zadržava u uginulim listovima. Hranjenjem se organska tvar prenosi do viših trofičkih razina hranidbenog lanca. No, izražena kolonizacija listova epibiontima vrlo često može imati negativan učinak za rast *P. oceanica* (Boudouresque i sur., 2012). Zbog izraženog antropogenog utjecaja i izuzetne ekološke i biološke važnosti kojim posidonija pridonosi u funkcioniranju ekosustava, *P. oceanica* ima status autohtone strogo zaštićene vrste u Hrvatskoj (NN, 114/2013).

Poradi široke rasprostranjenosti (Pasqualini i sur., 1998), dugovječnosti, jednostavnog uzorkovanja, sposobnosti akumuliranja širokog spektra ksenobiotika (Boudouresque i sur., 2012) i zbog osjetljivosti na promjene u okolišu (Delgado i sur., 1999) koriste se kao indikator za procjenu biološke kvalitete vode Sredozemlja (Linton i Warner, 2003; MacArthur i Boland, 2006; Gera i sur., 2012) ali i kao indikator za utvrđivanje koncentracije teških metala u vodenom stupcu (Pergent-Martini, 1998). *P. oceanica* je, kao i veliki dio vrsta koje pripadaju skupini Magnoliophyta, otporna na onečišćenje uzrokovano metalima (Boudouresque i sur., 2012). Poznato je da se teški metali akumuliraju u rizomima (Catsiki i sur., 1987) čija je vrijednost u proporcionalnom odnosu s koncentracijom metala u morskoj vodi (Augier, 1985). Uporaba *P. oceanica* u svakodnevnom životu datira od prapovijesti (Boudouresque i Meinesz, 1982). Prije 100 000 godina, uginulo lišće koristilo se za punjenje madraca (Boudouresque i Meinesz, 1982) dok su stari Grci upotrebljavali „*Neptune balls*“ za izradu cipela (Täckholm i Drar, 1954). U

sjevernoj Africi suho lišće se rabilo za gradnju krovova (Le Floch, 1983) ili za termičku i zvučnu izolaciju (Boudouresque i Meinesz, 1982). U Sredozemlju lišće *P. oceanica* se upotrebljavalo za zaštitu prilikom transporta staklenih predmeta (Boudouresque i Meinesz, 1982), kao gnojivo (Kouki i sur., 2012) ali i kao hrana za životinje (Molinier i Pellegrini, 1966). Egipćani su koristili posidoniju u ljekovite svrhe ponajviše za liječenje grlobolje i različitih kožnih bolesti (Cazzuola, 1880).

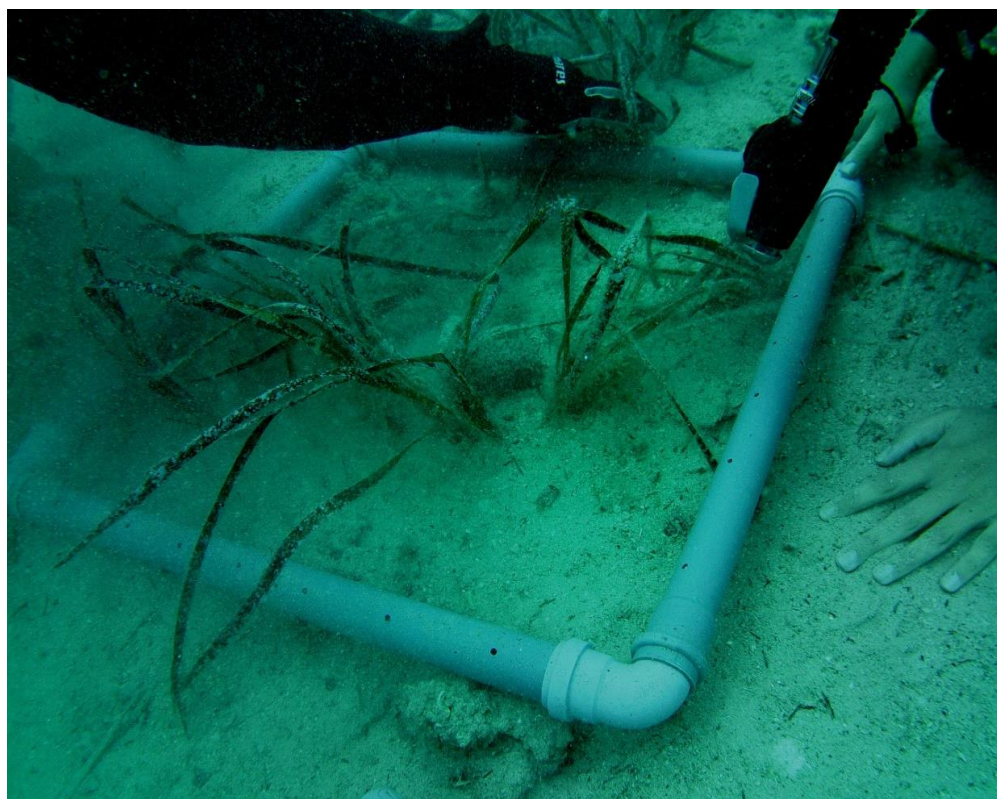
2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja je procijeniti kvalitetu i stupanj ugroženosti livada endemske morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (L.) Delile na petnaest različitih postaja unutar područja južnog dijela istarskog poluotoka: zaštićena područja Nacionalnog parka Brijuni i Javne ustanove Kamenjak, te nezaštićeno područje uz naselja Banjole i Medulin. Sa svrhom utvrđivanja stanja zakonom zaštićenih livada, usporedit će se morfološke karakteristike naselja morske cvjetnice istraživanih postaja južnog dijela Istre. Dobiveni podaci služit će za daljnji monitoring navedenih staništa kao i za procjenu mogućih negativnih utjecaja koji ugrožavaju kvalitetu morske cvjetnice *P. oceanica*. Istraživanje će se također usredotočiti na procjeni zastupljenosti pojedinih vrsta unutar livada, posebno onih ugroženih i zakonom zaštićenih kao što je plemenita periska *Pinna nobilis*.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Morfološke karakteristike *Posidonia oceanica*

Za određivanje stanja i morfoloških karakteristika naselja određuje se gustoća livade. Gustoća se definira kao broj izdanaka po m², a procijenjena je *in situ* pomoću nasumičnog postavljenog kvadratnog okvira površine 50 x 50 cm (Slika 6) s najmanje tri ponavljanja na pojedinoj postaji.



Slika 6. Kvadratni okvir površine 50 x 50 cm.

Uz broj izdanaka po kvadratnom metru, procijenjeni su i ostali parametri nužni za monitoring morfoloških karakteristika morske cvjetnice: broj listova po izdanku, dužina i širina listova te biomasa epifitskih alga. Širina listova izmjerena je pomoću pomične mjerke. Iz istog lista izolirane su epifitske alge; sastrugane su skalpelom sa cijelog lista (5 listova po izdanku, minimum 10 ponavljanja), sušene 48 sati pri 75°C te je izmjerena masa suhe težine po izdanku (Cancemi i sur., 2003). Za određivanje kvalitete livada *P. oceanica* korištena je tablica (Tablica 1) kategorizacije morskih cvjetnica prema Pergent i sur. (1995). Tijekom terenskog istraživanja procjenivala se i heterogenost faune unutar staništa posidonije, s naglaskom na utvrđivanje

zastupljenosti ugroženih i zakonom zaštićenih vrsta kao što je plemenita periska *Pinna nobilis*. Utvrđeno je „nulto stanje“ na istraživanim postajama.

Tablica 1. Tablica kategorizacije morskih cvjetnica (Pergent i sur., 1995).

	Broj izdanaka po m ²	Kategorija
Tip 1	više od 700	Vrlo gusta livada
Tip 2	400 - 700	Gusta livada
Tip 3	300 - 400	Livada rijetke gustoće
Tip 4	150 - 300	Livada vrlo rijetke gustoće
Tip 5	50 - 150	Livada loše kvalitete

3.2. Statistička obrada podataka

Za određivanje sličnosti istraživanih postaja sukladno morfometrijskim karakteristikama naselja *P. oceanica*, dobiveni rezultati obrađeni su korištenjem statističkog programa STATISTICA 14.0. Postaje su uspoređene na temelju euklidske udaljenosti, linijska udaljenost između dviju postaja, te je na temelju euklidske udaljenosti provedena hijerarhijska klaster analiza *single linkage* metodom. Klaster analiza je vrsta multivarijatnih tehnika statističke analize koja utvrđuje homogene grupe varijabli. Vizualni je prikaz u metričkom sustavu. One-way ANOVA i Tukey test korišteni su za utvrđivanje statističke razlike morfoloških karakteristika livada između istraživanih postaja.

Za određivanje sličnosti postaja ovisno o utvrđenim vrstama flore i faune unutar livada *P. oceanica* napravljen je Bray-Curtis-ov indeks sličnosti u statističkom programu Primer 6.0, te je na temelju Bray-Curtis-ovog indeksa sličnosti provedena hijerarhijska klaster analiza *complete linkage* metodom. Navedeni statistički program poslužio je i za izradu MDS grafa (analiza više-dimenzijskog grupiranja) koji se temelji na prisutnosti pojedinih utvrđenih vrsta (Bray-Curtis matrica sličnosti; prisutne/neprisutne vrste).

3.3. Područje istraživanja

Istraživanja su obavljena u lipnju i rujnu 2020. godine na ukupno petnaest postaja južnog dijela Istre, raspodijeljene između područja Javne ustanove Kamenjak (Slika 7), Nacionalnog parka Brijuni (Slika 9) te područja uz naselja Banjole (Slika 11) i Medulin (Slika 12) korištenjem autonomne ronilačke opreme do dubine od 15 metara.

3.3.1. Javna ustanova Kamenjak – Donji Kamenjak

Osnovana 2004. godine, Javna ustanova Kamenjak usmjerena je ka upravljanju zaštićenim prirodnim vrijednostima te očuvanju i održavanju biološke, krajobrazne i geološke raznolikosti unutar područja općine Medulin, uključujući značajne krajobrazne Gornjeg i Donjeg Kamenjaka. Donji Kamenjak je područje ekološke mreže Europa 2000 koja je usredotočena na zaštitu staništa i ugroženih vrsta. Područje je obilježeno sredozemnom klimom gdje prevladavaju suha ljeta i blage zime s manjom količinom padalina. Akvatorij Donjeg Kamenjaka je obogaćen brojnim manjim otocima i uvalama s različitim tipovima morskog dna koji pružaju adekvatno stanište za veliki broj organizama. Slika 7. prikazuje istraživane postaje unutar područja Javne ustanove Kamenjak.

Uvala Polje (44°47'07"N, 13°55'11"E)

U središnjem dijelu uvale Polje, pri dubini od 4 do 15 metara, zabilježena su manja naselja *P. oceanica*.

Otočić Fenoliga (44°46'06"N, 13°54'02"E)

Livade morske cvjetnice zabilježene su na dubini od 6 do 14 metara u sjevernom dijelu otočića Fenoliga. Jake pridnene struje obilježavaju istraživanu postaju.

Otočić Porer (44°45'24"N, 13°53'30"E)

P. oceanica zabilježena je na dubini od 6 do 15 metara u jugoistočnom dijelu otočića Porer. Jake pridnene struje i snažni vjetrovi (bura i jugo) značajka su postaje.

Rt Franina (44°46'10"N, 13°55'28"E)

Istraživana postaja nalazi se u jugoistočnom dijelu Javne ustanove Kamenjak. Livade morske cvjetnice zabilježene su na dubini od 7 do 10 metara.

Otočić Šekovac (44°46'45"N, 13°55'31"E)

U sjevernom dijelu otočića Šekovac, pri dubini od 5 do 8 metara, zabilježene su livade *P. oceanica*.

Uvala Škokovica (44°47'10"N, 13°55'10"E)

Manje livade posidonije nalaze se u istočnom dijelu uvale Škokovica od 6 do 8 metara dubine. Jake pridnene struje obilježavaju istraživanu postaju.



Slika 7. Istraživane postaje unutar zaštićenog područja Istarske županije, Javna ustanova Kamenjak.



Slika 8. Livada morske cvjetnice *P.oceanica* na postaji Uvala Polje (JU Kamenjak).

3.3.2. Nacionalni park Brijuni

U jugozapadnom dijelu Istarskog poluotoka smješten je Nacionalni park (NP) Brijuni. Godine 1983. proglašen je nacionalnim parkom, poznatom kategorijom zaštite prema Zakonu o zaštiti prirode (NN, 80/2013), a objedinjuje četrnaest istarskih otoka: Veliki Brijuni, Mali Brijun, Sv. Marko, Gaz, Okrugljak, Supin, Supinić, Galija, Grunj, Vanga, Pusti otok, Vrsar, Sv. Jerolim i Kozada. Od ukupnih 3.395,00 ha, more zauzima 80% zaštićene površine Nacionalnog parka. Brijunski arhipelag obilježen je sredozemnom klimom s prosječnom temperaturom mora od 22 do 25°C tijekom cijelog ljeta. Kamenite obale s različitim tipovima morskog dna, batimetrija i karakterističan hidrodinamizam pridonose velikoj raznolikosti biljnog i životinjskog svijeta Jadranskog mora (preuzeto: www.np-brijuni.hr). Slika 9. prikazuje istraživane postaje unutar područja Nacionalnog parka Brijuni: otočić Grunj, Kastrum, otok Vrsar i uvala Soline.

Otočić Grunj (44°54'50"N, 13°43'17"E)

U istočnom dijelu otočića Grunj, pri dubini od 6 do 12 metara, zabilježene su livade *P. oceanica*. Izražen je utjecaj pridnenih struja.

Uvala Kastrum (44°54'35"N, 13°45'16"E)

Manje livade posidonije nalaze se u središnjem dijelu uvale Kastrum od 4 do 7 metara dubine. Jake pridnene struje obilježavaju istraživanu postaju.

Otočić Vrsar (44°54'01"N, 13°44'31"E)

Livade morske cvjetnice zabilježene su na dubini od 6 do 11 metara u jugozapadnom dijelu otočića Vrsar, a jake pridnene struje značajka su istraživane postaje.

Uvala Soline (44°54'20"N, 13°45'52"E)

U unutrašnjem dijelu uvale Soline, na dubini od 4 do 8 metara, zabilježene su livade *P. oceanica*.



Slika 9. Područje istraživanja unutar zaštićenog područja Istarske županije, Nacionalni park Brijuni.



Slika 10. Livada morske cvjetnice *P.oceanica* na postaji Uvala Soline (NP Brijuni).

3.3.3. Naselja Banjole i Medulin

U južnom dijelu Istarske županije nalaze se dva nezaštićena područja; naselje Banjole i naselje Medulin. Slika 10. prikazuje istraživane postaje unutar naselja Banjole: otočić Fraškarić i uvala Paltana, a slika 11. prikazuje postaje unutar naselja Medulin: Rt Kašteja, otočić Bodulaš i otočić Levan.

Područje Banjola

Otočić Fraškarić (44°49'29"N, 13°50'32"E)

U sjevernom dijelu otočića Fraškarić, od 5 do 7 metara dubine, nalazi se *P.oceanica*. Livada je pod utjecajem jakih pridnenih struja.

Uvala Paltana (44°45'27"N, 13°53'28"E)

Istraživana postaja nalazi se na južnoj strani uvale Paltana. Livada morske cvjetnice zabilježene su na dubini od 3 do 10 metara.



Slika 11. Područje istraživanja unutar nezaštićenog područja Istarske županije, naselje Banjole

Područje Medulina

Rt Kašteja (44°48'09"N, 13°55'47"E)

Livade morske cvjetnice zabilježene su na dubini od 4 do 8 metara u južnom dijelu Rt-a Kašteja, a slabe pridnene struje značajka su istraživane postaje.

Otočić Bodulaš (44°47'27"N, 13°56'39"E)

P. oceanica zabilježena je na dubini od 5 do 10 metara u zapadnom dijelu otočića Bodulaš, a slabe pridnene struje obilježavaju postaju.

Otočić Levan (44°48'01"N, 13°58'56"E)

Livade posidonije nalaze se u sjevernom dijelu otočića Levan od 3 do 10 metara dubine. Slabe pridnene struje značajka su istraživane postaje.



Slika 12. Područje istraživanja unutar nezaštićenog područja Istarske županije, naselje Medulin



Slika 13. Livada morske cvjetnice *P.oceanica* na postaji otočića Bodulaš (naselje Medulin)

4. REZULTATI

4.1. Broj izdanaka

Unutar postaja južnog dijela istarskog poluotoka, najveće srednje vrijednosti broja izdanaka *P. oceanica* po kvadratnom metru zabilježene su na postajama Porer (378,42; s.d. = 41,32), Polje (301,08; s.d. = 37,99) i Fraškarić (251,58; s.d. = 35,12) dok su najmanje srednje vrijednosti utvrđene na postajama Kastrum (123,94; s.d. = 18,37), Rt Kašteja (151,58; s.d. = 11,94) i Paltana (191,00; s.d. = 10,97). Na postaji Porer zabilježen je ujedno i najveći broj izdanaka po kvadratnom metru (441), a najmanji (95) na postaji Kastrum (Slika 14).

Na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Javne ustanove Kamenjak (Tablica 2), najveća srednja vrijednost broja izdanaka *P. oceanica* po kvadratnom metru (378,42; s.d. = 41,32) utvrđena je na postaji Porer gdje je ujedno zabilježen i najveći broj izdanaka (441). Najmanja srednja vrijednost (210,50; s.d. = 15,73) utvrđena je na postaji Škokovica dok je najmanji broj izdanaka (156) zabilježen na postaji Šekovac. U Nacionalnom parku Brijuni (Tablica 3), najveća srednja vrijednost (237,33; s.d. = 32,98) i najveći broj izdanaka (282) po kvadratnom metru zabilježeni su na postaji Grunj. Najmanja srednja vrijednost (123,94; s.d. = 18,37) utvrđena je na postaji Kastrum gdje je ujedno zabilježen i najmanji broj izdanaka po kvadratnom metru (95). Unutar nezaštićenog područja Istarske županije (Tablica 4), najveća srednja vrijednost broja izdanaka *P. oceanica* po kvadratnom metru (251,58; s.d. = 35,12) utvrđena je na postaji Fraškarić, a najveći broj izdanaka (336) zabilježen je na postaji Levan. Najmanja srednja vrijednost (151,58; s.d. = 11,94) utvrđena je na postaji Rt Kašteja gdje je ujedno zabilježen i najmanji broj izdanaka (129). Prema tablici (Tablica 1) kategorizacije morskih cvjetnica (Pergent i sur., 1995), livade *P. oceanica* na postajama Porer i Polje (Tablica 2) kategorizirane su kao „livade rijetke gustoće“, a livada na postaji Kastrum (Tablica 3) kategorizirana je kao „livada loše kvalitete“. Preostale livade unutar zaštićenog (Tablica 2 i 3) i nezaštićenog (Tablica 4) područja pripadaju kategoriji „livada vrlo rijetke gustoće“.

Dendrogram temeljen na euklidskoj udaljenosti (Slika 15) izdvojio je istraživane postaje s najvećim prosječnim brojem izdanaka po kvadratnom metru (Porer, Polje i Fraškarić). Značajna statistička razlika utvrđena je u broju izdanaka posidonije po kvadratnom metru između postaja (one-way ANOVA, $p < 0,001$). Gustoća livade posidonije na postajama Kastrum i Rt Kašteja značajno je manja od ostalih istraživanih postaja (Tukey test, $p < 0,05$).

Tablica 2. Vrijednosti broja izdanaka po kvadratnom metru (m²) livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Javna ustanova Kamenjak. Kategorija gustoće izdanaka određena je prema tablicama kategorizacije morskih cvjetnica (Pergent i sur., 1995).

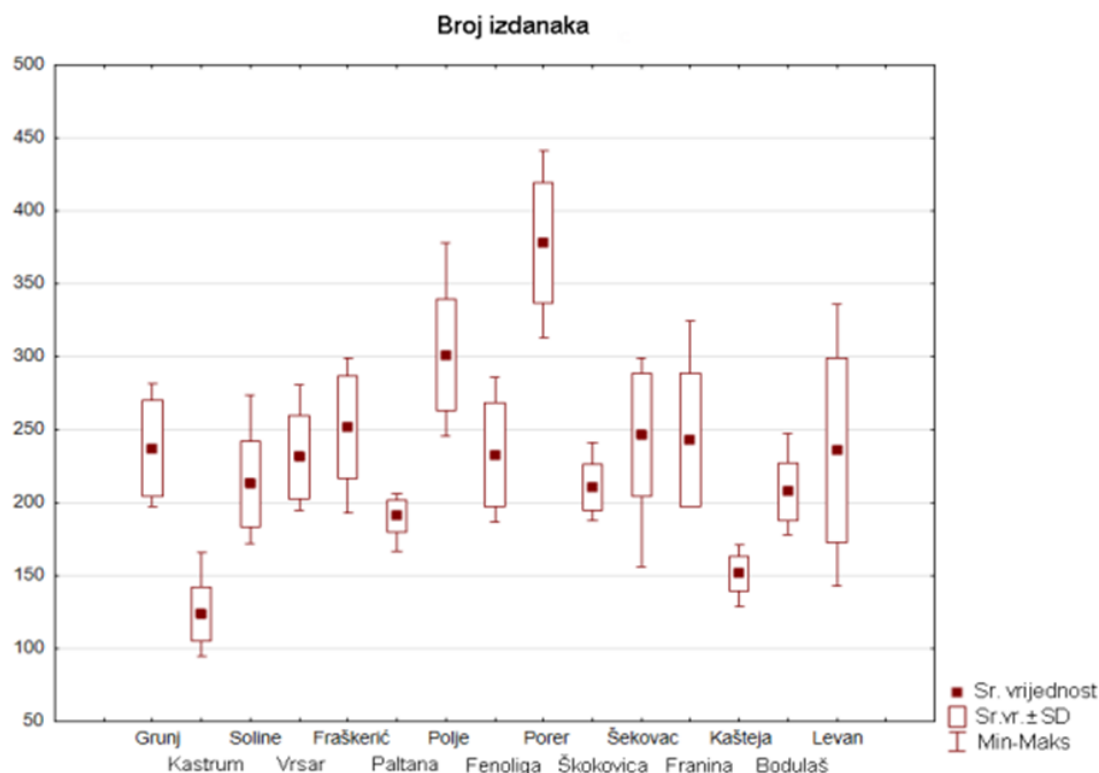
Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Kategorija gustoće izdanaka
Polje	246	378	301,08	37,99	Livada rijetke gustoće
Fenoliga	187	286	232,75	35,42	Livada vrlo rijetke gustoće
Porer	313	441	378,42	41,32	Livada rijetke gustoće
Franina	197	325	242,92	45,79	Livada vrlo rijetke gustoće
Šekovac	156	299	246,61	42,13	Livada vrlo rijetke gustoće
Škokovica	188	241	210,50	15,73	Livada vrlo rijetke gustoće

Tablica 3. Vrijednosti broja izdanaka po kvadratnom metru (m²) livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Nacionalni park Brijuni. Kategorija gustoće izdanaka određena je prema tablicama kategorizacije morskih cvjetnica (Pergent i sur., 1995).

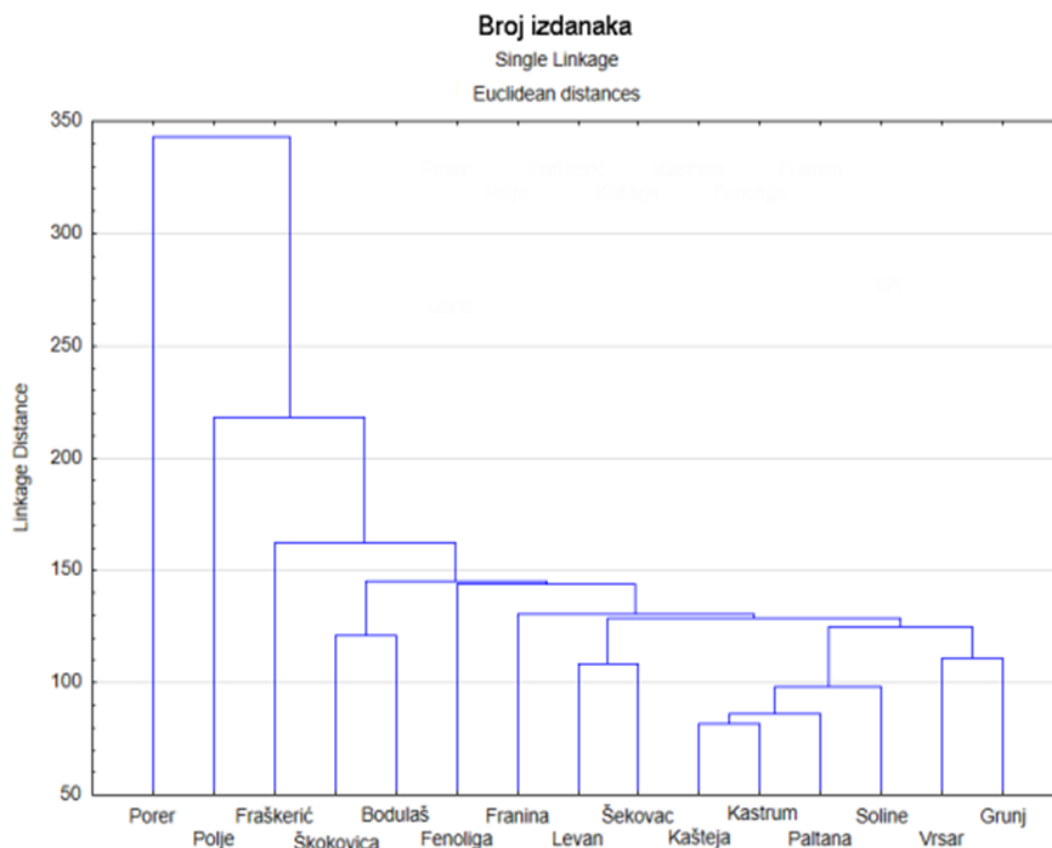
Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Kategorija gustoće izdanaka
Grunj	197	282	237,33	32,98	Livada vrlo rijetke gustoće
Kastrum	95	166	123,94	18,37	Livada loše kvalitete
Vrsar	195	281	231,58	28,49	Livada vrlo rijetke gustoće
Soline	172	274	213,17	29,33	Livada vrlo rijetke gustoće

Tablica 4. Vrijednosti broja izdanaka po kvadratnom metru (m²) livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar nezaštićenog područja Istarske županije, naselje Banjole i naselje Medulin. Kategorija gustoće izdanaka određena je prema tablicama kategorizacije morskih cvjetnica (Pergent i sur., 1995).

Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Kategorija gustoće izdanaka
Fraškerić	193	299	251,58	35,12	Livada vrlo rijetke gustoće
Paltana	167	206	191,00	10,97	Livada vrlo rijetke gustoće
Rt Kašteja	129	171	151,58	11,94	Livada vrlo rijetke gustoće
Bodulaš	178	247	207,50	19,73	Livada vrlo rijetke gustoće
Levan	143	336	236,33	63,15	Livada vrlo rijetke gustoće



Slika 14. Broj izdanaka po kvadratnom metru (m²) livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog (JU Kamenjak i NP Brijuni) i nezaštićenog (naselja Banjole i Medulin) područja Istarske županije.



Slika 15. Dendrogram euklidske udaljenosti istraživanih postaja unutar zaštićenog (JU Kamenjak i NP Brijuni) i nezaštićenog (naselja Banjole i Medulin) područja Istarske županije prema broju izdanaka po kvadratnom metru (m^2) livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*.

4.2. Broj listova po izdanku

Unutar postaja južnog dijela istarskog poluotoka, najveće srednje vrijednosti broja listova po izdanku livada morske cvjetnice *P. oceanica* zabilježene su na postajama Kastrum (8,58; s.d. = 0,67), Škokovica (8,58; s.d. = 1,00) i Bodulaš (8,17; s.d. = 0,48) dok su najmanje srednje vrijednosti utvrđene na postajama Šekovac (5,74; s.d. = 0,70), Fenoliga (6,07; s.d. = 1,73) i Paltana (6,08; s.d. = 0,67). Na postajama Fenoliga, Franina, Škokovica i Kastrum zabilježene su najveće vrijednosti broja listova po izdanku (10), a najmanje vrijednosti (4) zabilježene su na postajama Fenoliga, Franina i Šekovac (Slika 16).

Na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Javne ustanove Kamenjak (Tablica 5), najveća srednja vrijednost broja listova po izdanku *P. oceanica* (8,58; s.d. = 1,00) utvrđena je na postaji Škokovica gdje je ujedno zabilježen i najveći broj listova (10). Na

postajama Franina i Fenoliga utvrđeno je 10 listova po izdanku. Najmanja srednja vrijednost (5,74; s.d. = 0,70) utvrđena je na postaji Šekovac dok je najmanji broj listova po izdanku (4) zabilježen na postajama Fenoliga, Franina i Šekovac. U Nacionalnom parku Brijuni (Tablica 6), najveća srednja vrijednost (8,58; s.d. = 0,67) i najveći broj listova po izdanku (10) zabilježeni su na postaji Kastrum. Najmanja srednja vrijednost (7,67; s.d. = 1,22) utvrđena je na postaji Grunj gdje je ujedno zabilježen i najmanji broj listova po izdanku (5). Unutar nezaštićenog područja Istarske županije (Tablica 7), najveća srednja vrijednost listova po izdanku *P. oceanica* (8,17; s.d. = 0,48) utvrđena je na postaji Bodulaš, a najveći broj listova po izdanku (9) zabilježen je na postajama Rt Kašteja, Bodulaš i Levan. Najmanja srednja vrijednost (6,08; s.d. = 0,67) utvrđena je na postaji Paltana gdje je ujedno zabilježen i najmanji broj listova po izdanku (5).

Broj listova ne pokazuje direktno stanje livade posidonije; pokazatelj je fertilnosti izdanaka. Stoga, zbog malog raspona podataka između postaja te često visoke standardne devijacije, rezultati na dendrogramu (Slika 17) ne pokazuju značajne razlike između istraživanih postaja. Naime, dendrogram euklidske udaljenosti izdvojio je istraživane postaje s najvećim prosječnim brojem izdanaka po kvadratnom metru (Škokovica, Kastrum i Bodulaš) te odvojio postaje s najmanjim vrijednostima (Paltana i Fenoliga).

Značajna statistička razlika utvrđena je u broju izdanaka posidonije po kvadratnom metru između istraživanih postaja (one-way ANOVA, $p < 0,001$).

Tablica 5. Vrijednosti broja listova po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Javna ustanova Kamenjak.

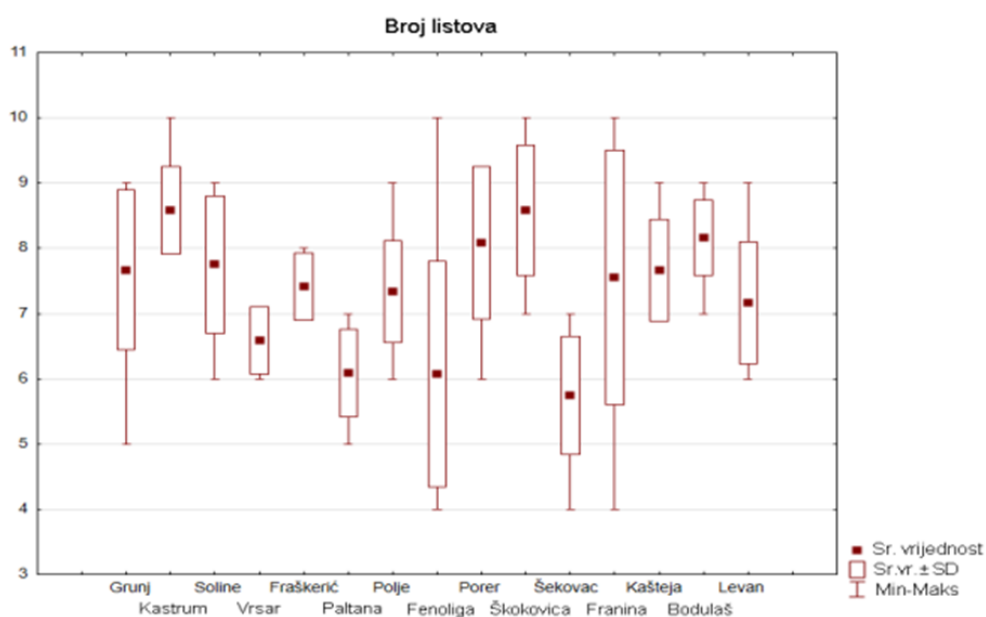
Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Polje	6	9	7,33	0,78
Fenoliga	4	10	6,07	1,73
Porer	6	9	8,08	1,16
Franina	4	10	7,56	0,80
Šekovac	4	7	5,74	0,70
Škokovica	7	10	8,58	1,00

Tablica 6. Vrijednosti broja listova po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Nacionalni park Brijuni.

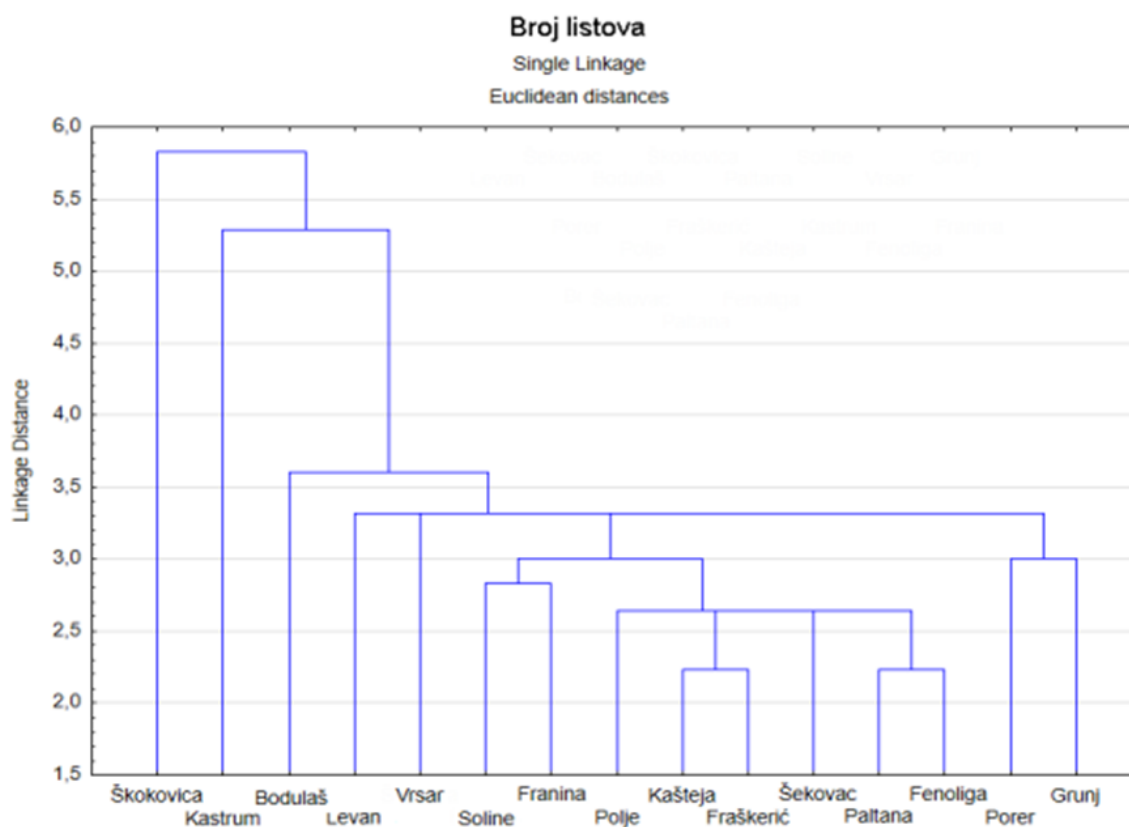
Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Grunj	5	9	7,67	1,22
Kastrum	8	10	8,58	0,67
Vrsar	6	7	6,58	0,51
Soline	6	9	7,75	1,06

Tablica 7. Vrijednosti broja listova po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar nezaštićenog područja Istarske županije, naselje Banjole i naselje Medulin.

Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Fraškerić	7	8	7,42	0,51
Paltana	5	7	6,08	0,67
Rt Kašteja	7	9	7,67	0,80
Bodulaš	7	9	8,17	0,48
Levan	6	9	7,17	0,10



Slika 16. Broj listova po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog (JU Kamenjak i NP Brijuni) i nezaštićenog (naselja Banjole i Medulin) područja Istarske županije.



Slika 17. Dendrogram euklidske udaljenosti istraživanih postaja unutar zaštićenog (JU Kamenjak i NP Brijuni) i nezastićenog (naselja Banjole i Medulin) područja Istarske županije prema broju listova po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*.

4.3. Dužina listova

Unutar postaja južnog dijela istarskog poluotoka, najveće srednje vrijednosti dužine listova po izdanku livada morske cvjetnice *P. oceanica* zabilježene su na postajama Polje (126,51; s.d. = 12,53 cm), Soline (119,33; s.d. = 8,91 cm) i Rt Kašteja (92,93; s.d. = 6,90 cm) dok su najmanje srednje vrijednosti utvrđene na postajama Paltana (39,99; s.d. = 8,55 cm), Kastrum (51,28; s.d. = 9,37cm) i Levan (57,70; s.d. = 6,70 cm). Na postaji Polje zabilježena je najveća vrijednost dužine lista po izdanku (145 cm), a najmanja vrijednost (33 cm) zabilježena je na postaji Paltana (Slika 18).

Na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Javne ustanove Kamenjak (Tablica 8), najveća srednja vrijednost dužine listova po izdanku *P. oceanica* (126,51; s.d. = 12,53 cm) utvrđena je na postaji Polje gdje je ujedno zabilježena i najveća vrijednost dužine listova po izdanku (145 cm). Najmanja srednja vrijednost (65,08; s.d. = 6,53 cm) utvrđena je na postaji Fenoliga gdje je zabilježena i najmanja vrijednost dužine listova po izdanku (54 cm).

U Nacionalnom parku Brijuni (Tablica 9), najveća srednja vrijednost (119,33; s.d. = 8,91 cm) i najveća vrijednost dužine listova po izdanku (131 cm) zabilježene su na postaji Soline. Najmanja srednja vrijednost (51,28; s.d. = 9,37 cm) i najmanja vrijednost dužine listova (35 cm) zabilježene su na postaji Kastrum. Unutar nezaštićenog područja Istarske županije (Tablica 10), najveća srednja vrijednost dužine listova po izdanku *P. oceanica* (92,93; s.d. = 6,90 cm) utvrđena je na postaji Rt Kašteja gdje je zabilježena i najveća dužina listova po izdanku (107 cm). Najmanja srednja vrijednost (39,99; s.d. = 8,55 cm) utvrđena je na postaji Paltana gdje je ujedno zabilježena i najmanja dužina listova po izdanku (33 cm).

Dendrogram temeljen na euklidskoj udaljenosti izdvojio je posebno istraživane postaje s najvećom prosječnom dužinom listova po izdanku (Polje, Soline i Porer), kao i odvajanje postaja sa najmanjim vrijednostima (Fenoliga i Kastrum) (Slika 19).

Značajna statistička razlika utvrđena je u prosječnoj dužini listova posidonije između istraživanih postaja (one-way ANOVA, $p < 0,001$).

Tablica 8. Vrijednosti dužine listova (izražene u centimetrima) po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Javna ustanova Kamenjak.

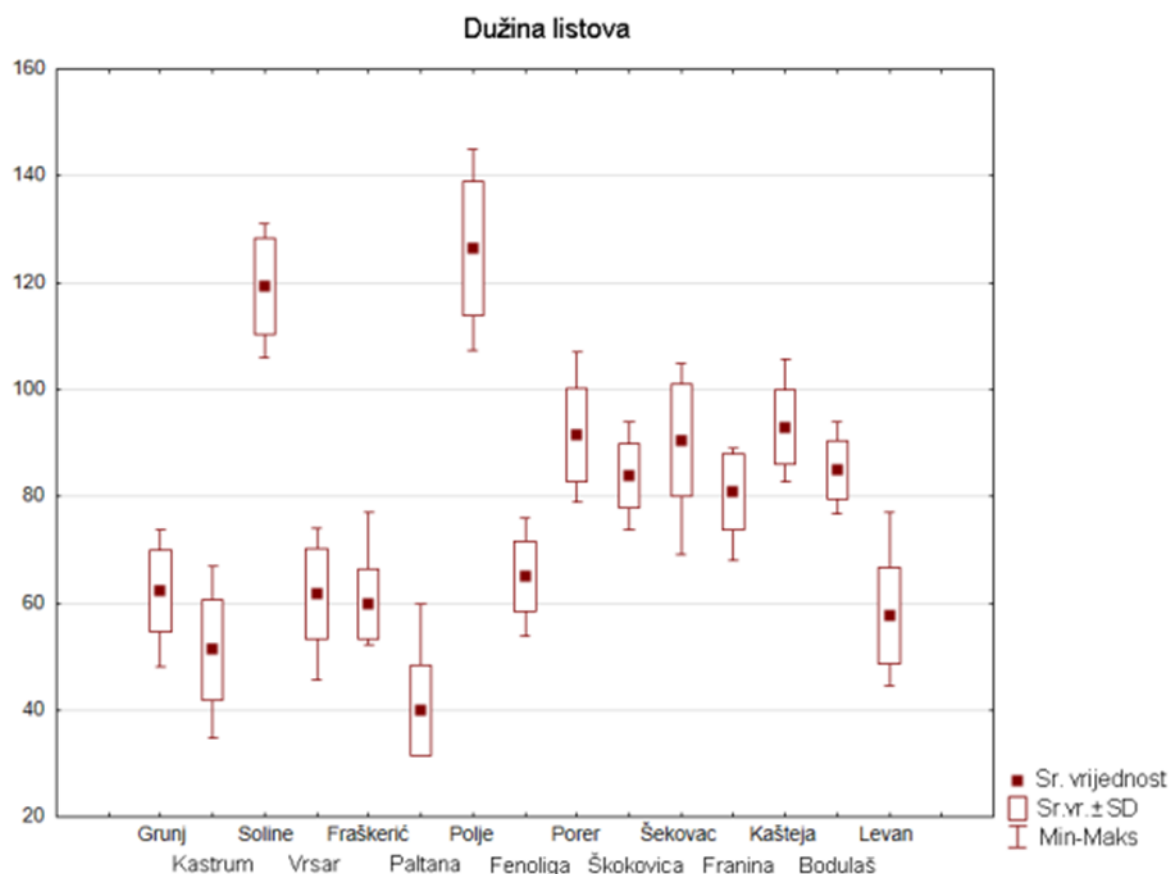
Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Polje	107	145	126,51	12,53
Fenoliga	54	76	65,08	6,53
Porer	79	107	91,58	8,77
Franina	68	89	80,92	8,10
Šekovac	69	105	90,50	6,90
Škokovica	74	94	83,98	6,00

Tablica 9. Vrijednosti dužine listova (izražene u centimetrima) po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Nacionalni park Brijuni.

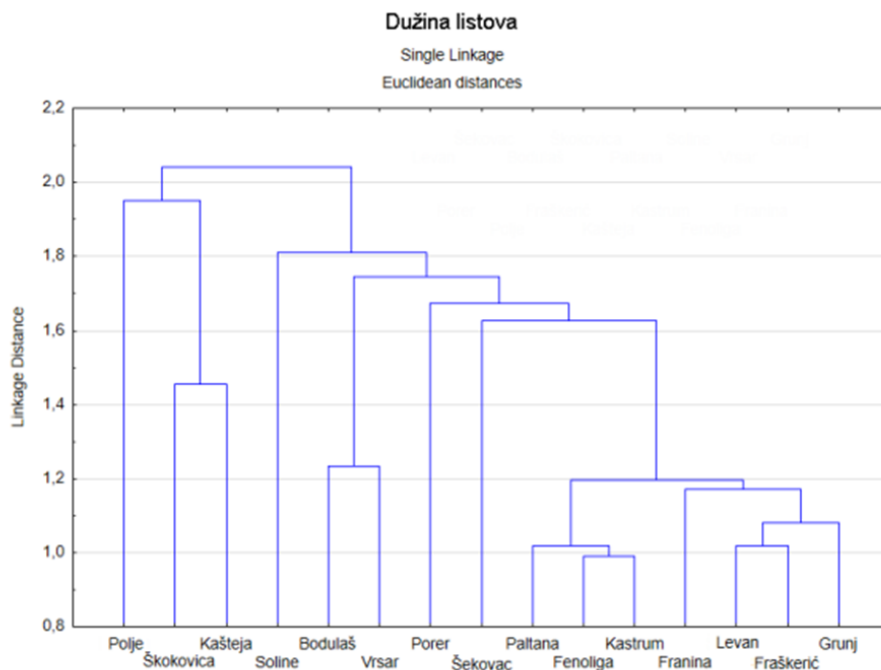
Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Grunj	48	74	62,43	7,63
Kastrum	35	67	51,28	9,37
Vrsar	46	74	61,71	8,45
Soline	106	131	119,33	8,91

Tablica 10. Vrijednosti dužine listova (izražene u centimetrima) po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar nezaštićenog područja Istarske županije, naselje Banjole i naselje Medulin.

Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Fraškerić	52	77	59,89	6,58
Paltana	33	60	39,99	8,55
Rt Kašteja	83	107	92,93	6,90
Bodulaš	77	94	84,90	4,57
Levan	45	77	57,70	6,70



Slika 18. Dužina listova (u centimetrima) po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog (JU Kamenjak i NP Brijuni) i nezaštićenog (naselja Banjole i Medulin) područja Istarske županije.



Slika 19. Dendrogram euklidske udaljenosti istraživanih postaja unutar zaštićenog (JU Kamenjak i NP Brijuni) i nezaštićenog (naselja Banjole i Medulin) područja Istarske županije prema dužini listova po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*.

4.4. Širina listova

Unutar postaja južnog dijela istarskog poluotoka, najveće srednje vrijednosti širine listova po izdanku livada morske cvjetnice *P. oceanica* zabilježene su na postajama Škokovica (9,29; s.d. = 0,19 mm), Fraškić (9,28; s.d. = 0,52 mm) i Grunj (9,12; s.d. = 0,29 mm) dok su najmanje srednje vrijednosti utvrđene na postajama Polje (7,59; s.d. = 0,28 mm), Bodulaš (7,66; s.d. = 0,22 mm) i Levan (7,70; s.d. = 0,39 mm). Na postaji Fraškić zabilježena je najveća vrijednost širine lista po izdanku (9,9 mm), a najmanja vrijednost (6,9 mm) zabilježena je na postaji Levan (Slika 20).

Na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Javne ustanove Kamenjak (Tablica 11), najveća srednja vrijednost širine listova po izdanku *P. oceanica* (9,29; s.d. = 0,19 mm) utvrđena je na postaji Škokovica, a najveća vrijednost širine listova po izdanku (9,8 mm) zabilježena je postaji Šekovac. Najmanja srednja vrijednost (7,59; s.d. = 0,28 mm) utvrđena je na postaji Polje gdje je zabilježena i najmanja vrijednost širine listova po izdanku (7,1 mm). U Nacionalnom parku Brijuni (Tablica 12), najveća srednja vrijednost dužine listova po izdanku *P. oceanica* (9,12; s.d. = 0,29 mm) zabilježena je na postaji Grunj, a najveća vrijednost dužine

listova (9,4 mm) zabilježena je na postajama Grunj, Kastrum i Vrsar. Najmanja srednja vrijednost dužine listova po izdanku zabilježena je na postajama Kastrum (8,79; s.d. = 0,43 mm) i Soline (8,79; s.d. = 0,61 mm) dok je najmanja vrijednost dužine listova (8,2 mm) utvrđena na postaji Vrsar. Unutar nezaštićenog područja Istarske županije (Tablica 13), najveća srednja vrijednost širina listova po izdanku *P. oceanica* (9,28; s.d. = 0,52 mm) utvrđena je na postaji Fraškarić gdje je zabilježena i najveća širina listova po izdanku (9,9 mm). Najmanja srednja vrijednost (7,66; s.d. = 0,22 mm) utvrđena je na postaji Bodulaš, a najmanja širina listova po izdanku (7,3 mm) zabilježena je na postaji Rt Kašteja.

Zbog malog raspona podataka, te visoke standardne devijacije rezultati na dendrogramu ne pokazuju značajnije razlike u prosječnoj širini listova između istraživanih postaja (Slika 21). Izdvajaju se postaje sa većim vrijednostima (Škokovica, Vrsar, Grunj i Fraškarić). Također, nije utvrđena značajna statistička razlika u prosječnoj širini listova između istraživanih postaja (one-way ANOVA, $p=0,097$).

Tablica 11. Vrijednosti širine listova (izražene u milimetrima) po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Javna ustanova Kamenjak.

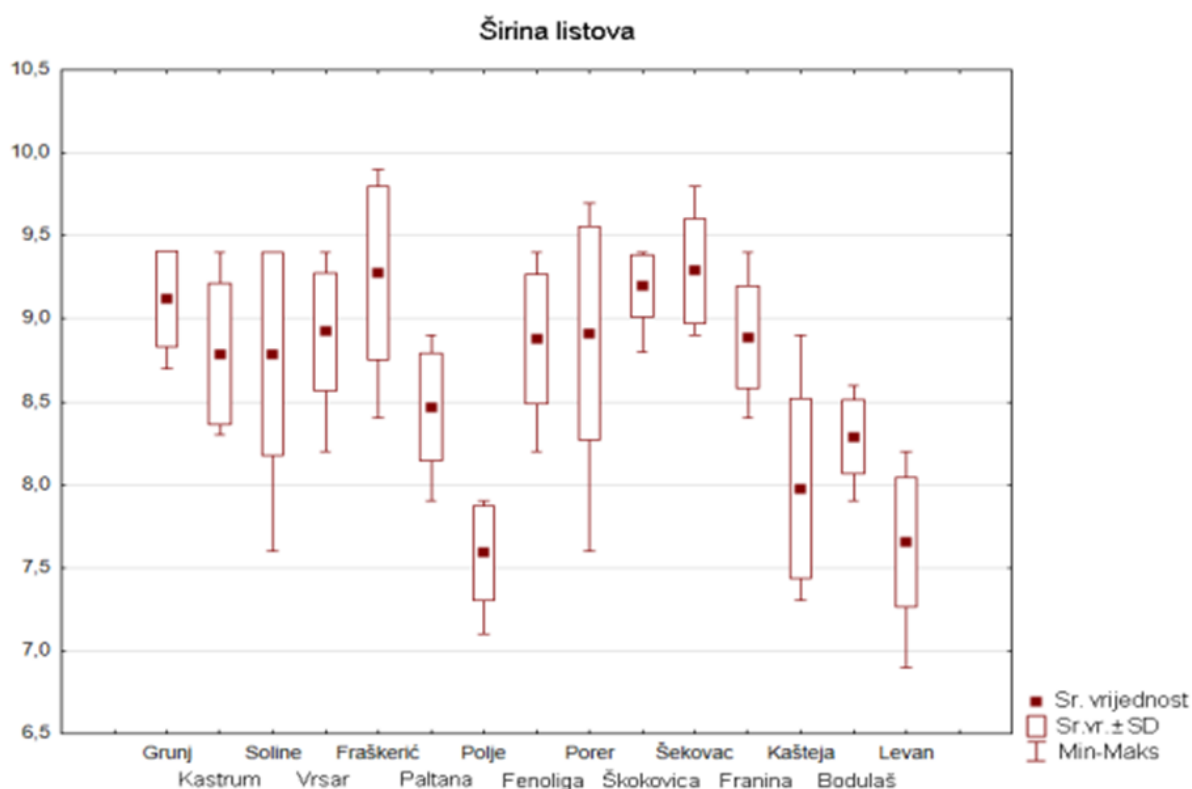
Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Polje	7,1	7,9	7,59	0,28
Fenoliga	8,2	9,4	8,88	0,39
Porer	7,6	9,7	8,91	0,64
Franina	8,4	9,4	7,98	0,31
Šekovac	8,9	9,8	8,89	0,31
Škokovica	8,8	9,4	9,29	0,19

Tablica 12. Vrijednosti širine listova (izražene u milimetrima) po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Nacionalni park Brijuni.

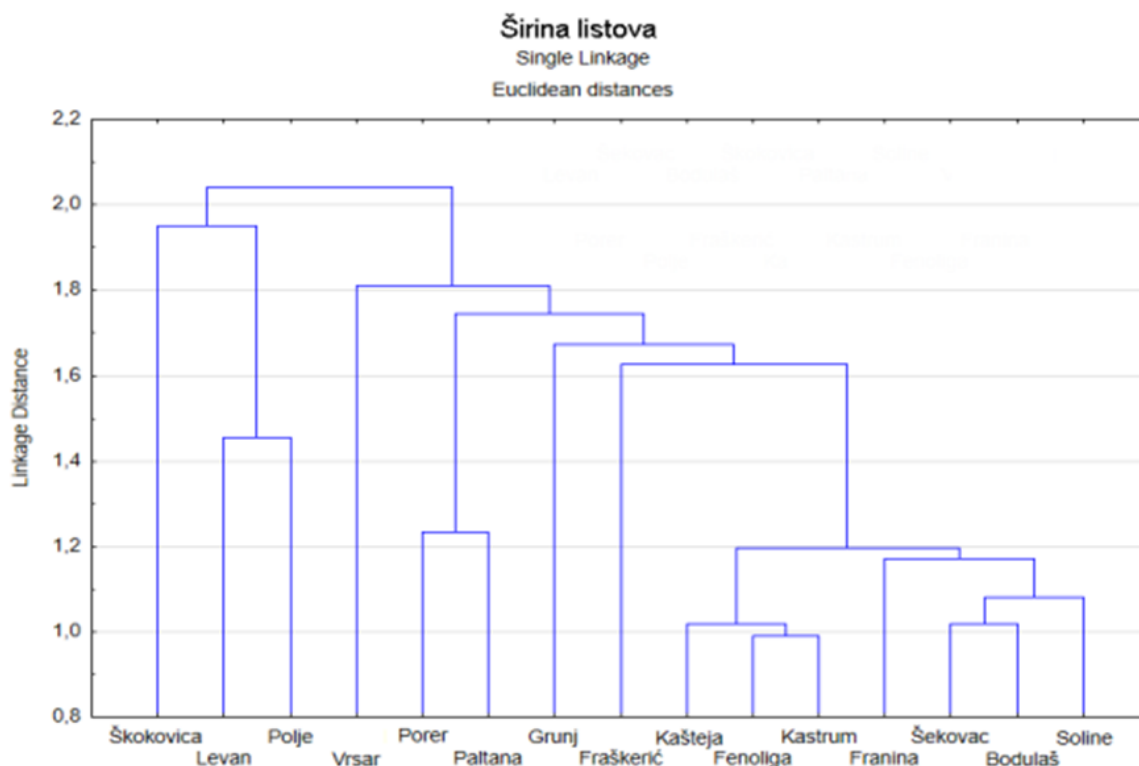
Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Grunj	8,7	9,4	9,12	0,29
Kastrum	8,3	9,4	8,79	0,43
Vrsar	8,2	9,4	8,92	0,35
Soline	7,6	9,3	8,79	0,61

Tablica 13. Vrijednosti širine listova (izražene u milimetrima) po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar nezaštićenog područja Istarske županije, naselje Banjole i naselje Medulin.

Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Fraškerić	8,4	9,9	9,28	0,52
Paltana	7,9	8,9	8,47	0,32
Rt Kašteja	7,3	8,9	8,29	0,54
Bodulaš	7,9	8,6	7,66	0,22
Levan	6,9	8,2	7,70	0,39



Slika 20. Širina listova (u milimetrima) po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog (JU Kamenjak i NP Brijuni) i nezaštićenog (naselja Banjole i Medulin) područja Istarske županije.



Slika 21. Dendrogram euklidske udaljenosti istraživanih postaja unutar zaštićenog (Javna ustanova Kamenjak i Nacionalni park Brijuni) i nezaštićenog (naselja Banjole i Medulin) područja Istarske županije prema širini listova po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*.

4.5. Biomasa epifitskih alga

Unutar postaja južnog dijela istarskog poluotoka, najveće srednje vrijednosti biomase epifitskih alga po izdanku livada morske cvjetnice *P. oceanica* zabilježene su na postajama Soline (136,63; s.d. = 26,19 mg), Polje (128,83; s.d. = 16,85 mg) i Kastrum (123,29; s.d. = 13,72 mg) dok su najmanje srednje vrijednosti utvrđene na postajama Porer (12,93; s.d. = 4,77 mg), Franina (28,26; s.d. = 10,33 mg) i Rt Kašteja (32,74; s.d. = 7,59 mg). Na postaji Soline zabilježena je najveća vrijednost biomase epifitskih alga po izdanku (189,9 mg suhe težine/izdanak), a najmanja vrijednost (6,9 mg suhe težine/izdanak) zabilježena je na postaji Porer (Slika 22).

Na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Javne ustanove Kamenjak (Tablica 14), najveća srednja vrijednost biomase epifitskih alga po izdanku *P. oceanica* (128,83; s.d. = 16,85 mg) utvrđena je na postaji Polje gdje je ujedno zabilježena i najveća vrijednost biomase epifitskih alga po izdanku (178,6 mg suhe težine/izdanak). Najmanja

srednja vrijednost (12,93; s.d. = 4,77 mg) i najmanja vrijednost (6,9 mg suhe težine/izdanak) biomase epifitskih alga po izdanku zabilježene su na postaji Porer. U Nacionalnom parku Brijuni (Tablica 15), najveća srednja vrijednost biomase epifitskih alga po izdanku (136,63; s.d. = 26,19 mg) zabilježena je na postaji Soline gdje je ujedno zabilježena i najveća vrijednost biomase epifitskih alga po izdanku (189,9 mg suhe težine/izdanak). Najmanja srednja vrijednost (34,45; s.d. = 12,01 mg) i najmanja vrijednost (16,2 mg suhe težine/izdanak) biomase epifitskih alga po izdanku zabilježene su na postaji Vrsar. Unutar nezaštićenog područja Istarske županije (Tablica 16), najveća srednja vrijednost biomase epifitskih alga po izdanku *P. oceanica* (82,47; s.d. = 7,42 mg) utvrđena je na postaji Bodulaš, a najveća vrijednost biomase epifitskih alga (109,2 mg suhe težine/izdanak) zabilježena je na postaji Levan. Najmanja srednja vrijednost (32,74; s.d. = 7,59 mg) utvrđena je na postaji Rt Kašteja, a najmanja biomasa epifitskih alga (po izdanku 21,7 mg suhe težine/izdanak) zabilježena je na postaji Paltana.

Tablica 14. Vrijednosti biomase epifitskih alga (izražene u miligramima suhe težine po izdanku) po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Javna ustanova Kamenjak.

Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Polje	116,9	178,6	128,83	16,85
Fenoliga	27,3	68,4	43,21	12,67
Porer	6,9	22,7	12,93	4,77
Franina	12,8	42,7	28,26	10,33
Šekovac	19,7	44,6	33,48	7,24
Škokovica	69,4	109,3	89,58	12,85

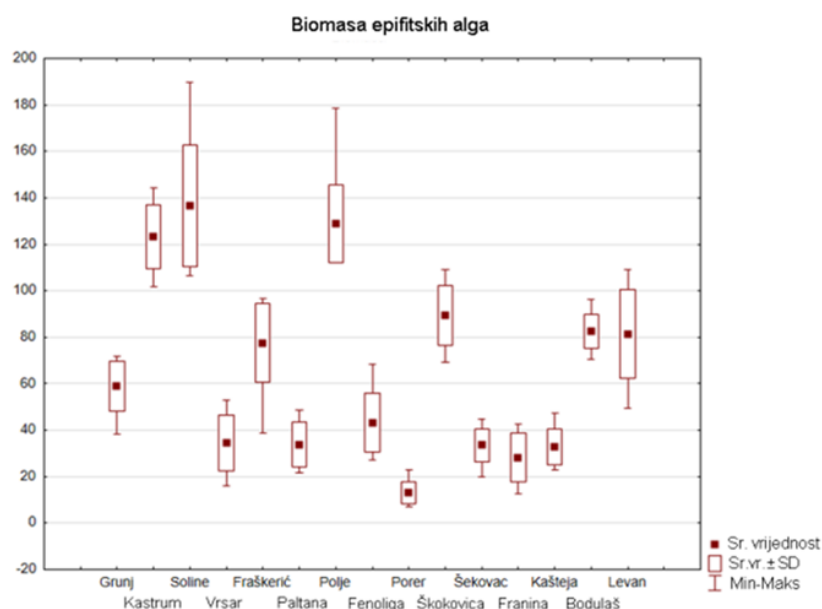
Tablica 15. Vrijednosti biomase epifitskih alga (izražene u miligramima suhe težine po izdanku) po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Nacionalni park Brijuni.

Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Grunj	38,3	71,8	58,98	10,58
Kastrum	101,7	144,3	123,29	13,72
Vrsar	16,2	52,8	34,45	12,01
Soline	106,5	189,9	136,63	26,19

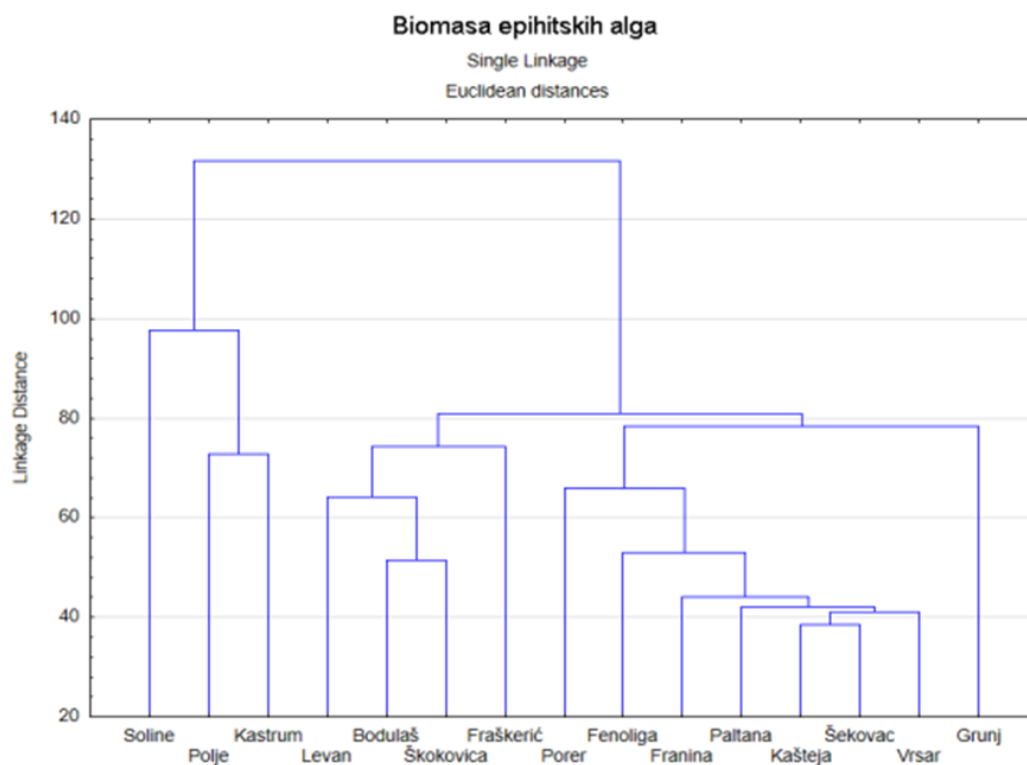
Tablica 16. Vrijednosti biomase epifitskih alga (izražene u miligramima suhe težine po izdanku) po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar nezaštićenog područja Istarske županije, naselje Banjole i naselje Medulin.

Postaje	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Fraškerić	38,9	98,5	77,51	16,80
Paltana	21,7	48,5	33,82	9,81
Rt Kašteja	22,9	47,3	32,74	7,59
Bodulaš	70,6	96,3	82,47	7,42
Levan	49,3	109,2	79,60	18,88

Dendrogram temeljen na euklidskoj udaljenosti izdvojio je posebno istraživane postaje s najvećom prosječnom biomasom epifitskih alga na listovima posidonije (Soline, Polje i Kastrum) kao i odvajanje postaja sa najmanjim vrijednostima (Porer, Franina i Kašteja) (Slika 23). Značajna statistička razlika utvrđena je u biomasu epifitskih alga na listovima između istraživanih postaja (one-way ANOVA, $p < 0,001$). Biomasa epifitskih alga na postajama Porer i Franina značajno je manja od ostalih istraživanih postaja (Tukey test, $p < 0,05$).



Slika 22. Vrijednosti biomase epifitskih alga (izražene u miligramima suhe težine po izdanku) po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog (JU Kamenjak i NP Brijuni) i nezaštićenog (naselja Banjole i Medulin) područja Istarske županije.



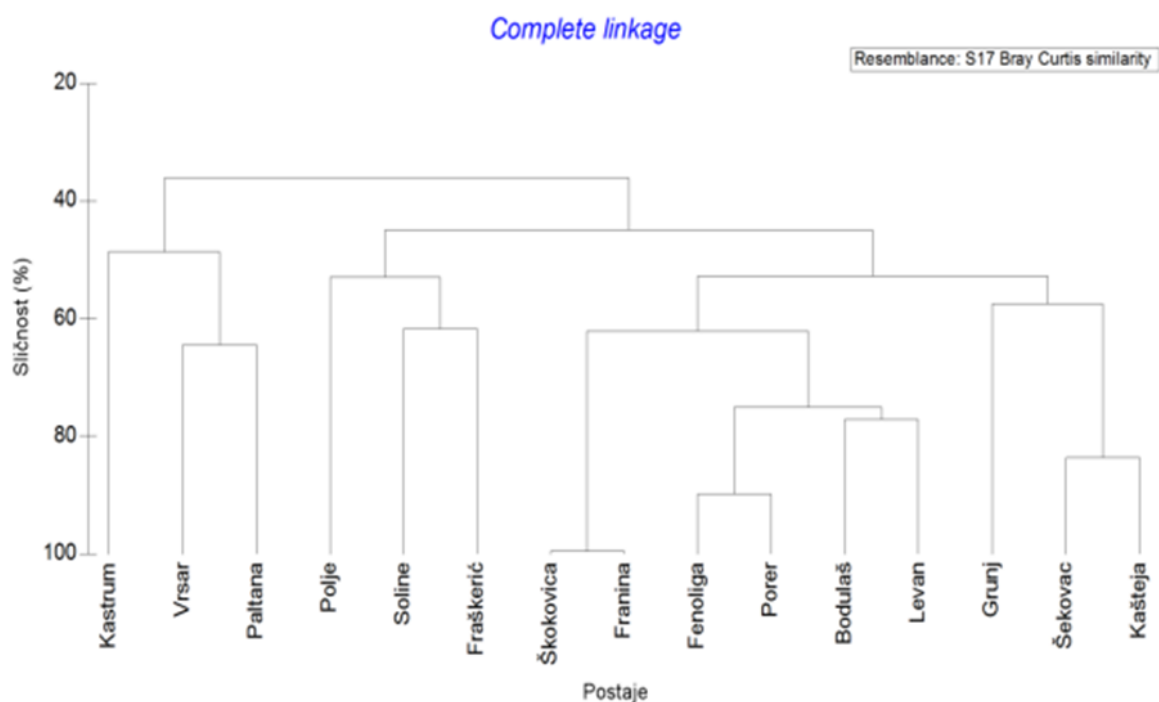
Slika 23. Dendrogram euklidske udaljenosti istraživanih postaja unutar zaštićenog (Javna ustanova Kamenjak i Nacionalni park Brijuni) i nezaštićenog (naselja Banjole i Medulin) područja Istarske županije prema biomasi epifitskih alga po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*.

4.6. Utvrđene vrste unutar livada *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama

Na istraživanim postajama utvrđeni su različiti pripadnici morske flore i faune koji se nalaze vezani uz livade posidonije, ukupno njih 218. U livadama posidonije na svim je postajama ukupno zabilježeno 34 vrsta alga, 11 vrsta spužvi, 17 vrsta žarnjaka (7 koralja, 10 obrubnjaka), 1 vrsta vrpčara, 1 vrsta štrcaljca, 54 vrsta mekušaca (23 školjkaša, 29 puževa i 2 glavonošca), 16 vrsta mnogočetinaša, 13 vrsta rakova, 15 vrsta mahovnjaka, 20 vrsta bodljikaša, 9 vrsta plaštenjaka i 27 vrsta riba (Prilog 2). Brojnost utvrđenih vrsta na istraživanim postajama (Tablica 17,18 i 19) unutar područja južnog dijela Istre najveća je na postaji Porer. Dendrogram temeljen na euklidskoj udaljenosti (Slika 24) izdvojio je posebno istraživane postaje s najvećim postokom sličnosti (Kastrum, Vrsar, Paltana). Na svim postajama utvrđena je spužva *Aplysina aerophoba*, dok su na većini postaja utvrđene alge *Acetabularia acetabulum*, *Codium bursa*, *Flabellia petiolata*, *Halimeda tuna*, *Padina pavonica*, *Amphiroa rigida*, *Lithothamnion corallioides*, puževi *Alvania cimex*, *Bittium reticulatum*, *Conus mediterraneus*,

školjkaš *Pinna nobilis*, mahovnjak *Calpensia nobilis*, zvjezdača *Astropecten aranciatus*, zmijača *Ophiothrix fragilis*, mješčičnice *Aplidium conicum*, *Phallusia mammilata*, te riba *Sarpa salpa*. Zakonom zaštićeni školjkaš *Pinna nobilis* utvrđen je na gotovo svim postajama; prilikom istraživanja u 6. mjesecu utvrđene su samo tri žive jedinke na postaji Polje no, tijekom istraživanja u 9. mjesecu nije utvrđena niti jedna živa jedinka.

Ovisno o vrstama utvrđenih unutar livada morske cvjetnice *P. oceanica*, Bray-Curtis koeficijent sličnosti (Prilog 1) prikazuje najveću sličnost (99,57%) između postaja Franina i Škokovica. Veći postoci sličnosti zabilježeni su između postaja Porer i Fenoliga (89,81%), Levan i Porer (85,61%) te postaje Kašteja i Šekovac (83,56%). Ovisno o vrstama utvrđenih unutar livada *P. oceanica* najmanji postoci sličnosti zabilježeni su između postaja Kašteja i Paltana (36,17%), Fraškarić i Kastrum (38,46%), Bodulaš i Paltana (38,58%), Kašteja i Kastrum (41,45%) te između postaja Franina i Paltana (42,86%).



Slika 24. Dendrogram klaster analize flore i faune istraživanih postaja unutar zaštićenog (Javna ustanova Kamenjak i Nacionalni park Brijuni) i nezaštićenog (naselja Banjole i Medulin) područja Istarske županije.

Tablica 17. Brojnost utvrđenih vrsta na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Javna ustanova Kamenjak.

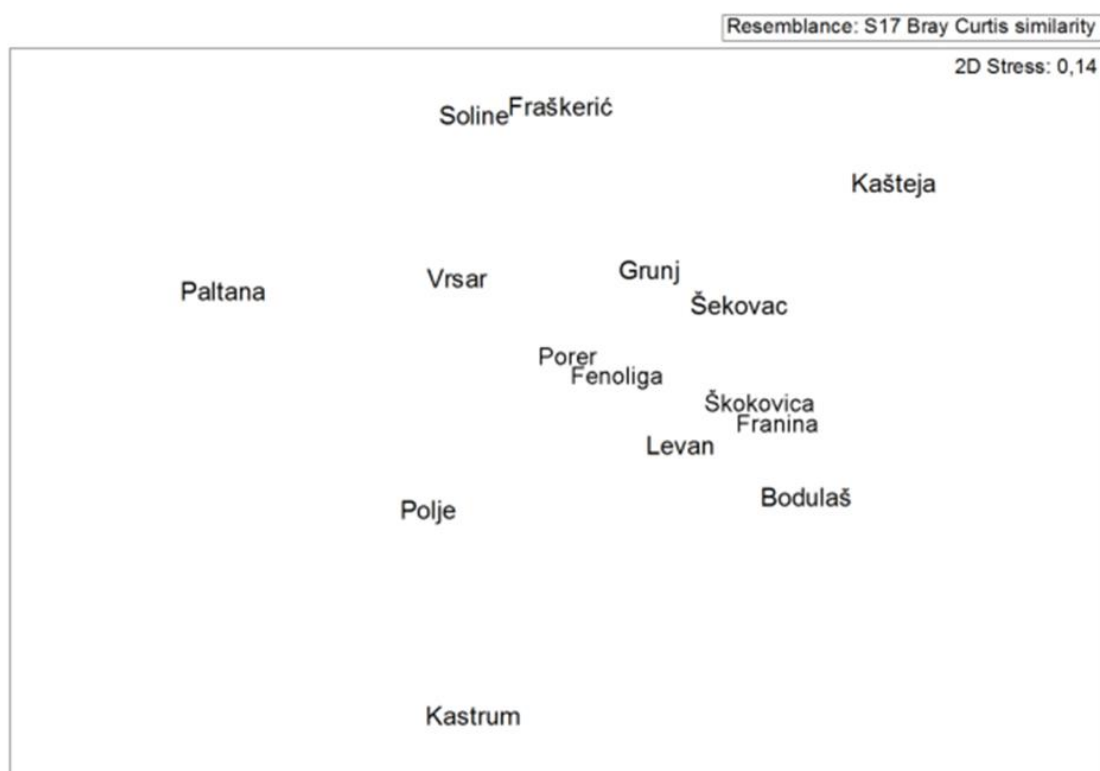
	Polje	Fenoliga	Porer	Franina	Šekovac	Škokovica
Brojnost vrsta	115	156	158	116	131	115

Tablica 18. Brojnost utvrđenih vrsta na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Nacionalni park Brijuni.

	Grunj	Kastrum	Vrsar	Soline
Brojnost vrsta	139	99	126	108

Tablica 19. Brojnost utvrđenih vrsta na istraživanim postajama unutar nezaštićenog područja Istarske županije naselje Banjole i naselje Medulin.

	Fraškerić	Paltana	Rt Kašteja	Bodulaš	Levan
Brojnost vrsta	109	94	94	103	121



Slika 25. MDS graf flore i faune istraživanih postaja unutar zaštićenog (Javna ustanova Kamenjak i Nacionalni park Brijuni) i nezaštićenog (naselja Banjole i Medulin) područja Istarske županije.

4.7. Ugroženost livada *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama

Kanalizacijski ispušt jedna je od najvećih prijetnji za morski okoliš kao i za sve vrste koje u njemu obitavaju. Postaje unutar zaštićenog područja Javne ustanove Kamenjak nisu zabilježile prisutnost kanalizacijskog ispusta (Tablica 20), dok je umjerena opasnost utvrđena na jednoj postaji Nacionalnog parka Brijuni, Kastrum (Tablica 21) te na postajama Bodulaš i Levan (Tablica 22). Najjači negativan utjecaj kanalizacijskog ispusta utvrđen je na postajama nezaštićenog područja Istarske županije; Paltana i Rt Kašteja (Tablica 22). Paltana, smještena u naselju Banjole, uvala je s lučicom unutar koje se nalazi podmoski kanalizacijski ispušt. U blizini grada Medulina nalazi se postaja Rt Kašteja koja je pod jakim utjecajem kanalizacijskog ispusta popularnog turističkog odredišta, autokamp Medulin. Ribolovni alati poput mreža, parangala, udica i vrša imaju direktan utjecaj na ugroženost livada *P. oceanica*. Najjači negativan utjecaj utvrđen je na postajama Javne ustanove Kamenjak; Fenoliga i Porer (Tablica 20) gdje su ribolovni alati direktno položeni na livadama. Otočić Fenoliga poznata je destinacija za udičarenje. Unutar postaja Nacionalnog parka Brijuni nije zabilježen negativan utjecaj ribolovnih alata (Tablica 21). Odbačeni kruti otpad oblik je antropogenog utjecaja koji je zabilježen na svim istraživanim postajama (Tablica 20, 21 i 22). Uočeni su metalni, stakleni i plastični predmeti te veliki broj automobilskih/kamionskih guma (Slika 26). Sjedilački organizmi naselili su odbačene predmete morskog dna. *P. oceanica* nastanjuje muljevito-pjeskoviti sediment koji predstavlja pogodnu podlogu za sidrenje plovila. Sidrenjem se mehanički oštećuju rizomi morske cvjetnice a najveći utjecaj zabilježen je na postajama koje se nalaze u uvalama i/ili pored turističkih odredišta poput Polje (Slika 27), Fenoliga, Šekovac i Škokovica smješteni u JU Kamenjak (Tablica 20) te Fraškarić (Slika 28), Paltana i Rt Kašteja smješteni unutar nezaštićenog područja Istre (Tablica 22). U NP Brijuni nije uočen utjecaj sidrenja (Tablica 21). Na svim istraživanim postajama zabilježena je prisutnost strane invazivne alge *Caulerpa cylindracea* (Tablica 20, 21 i 22).

Tablica 20. Ugroženost livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Javna ustanova Kamenjak.

Postaje	Kanalizacija	Ribolovni alati	Krupni otpad	Sidrenje	Alga <i>Caulerpa cylindracea</i>
Polje	Nema	Umjereno	Umjereno	Jako	Prisutna

Fenoliga	Nema	Jako	Umjereno	Jako	Prisutna
Porer	Nema	Jako	Umjereno	Umjereno	Prisutna
Franina	Nema	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Prisutna
Šekovac	Nema	Umjereno	Umjereno	Jako	Prisutna
Škokovica	Nema	Umjereno	Umjereno	Jako	Prisutna

Tablica 21. Ugroženost livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar zaštićenog područja Istarske županije, Nacionalni park Brijuni.

Postaje	Kanalizacija	Ribolovni alati	Krupni otpad	Sidrenje	Alga <i>Caulerpa cylindracea</i>
Grunj	Nema	Nema	Umjereno	Nema	Prisutna
Kastrum	Umjereno	Nema	Umjereno	Nema	Prisutna
Vrsar	Nema	Nema	Umjereno	Nema	Prisutna
Soline	Nema	Nema	Umjereno	Nema	Prisutna

Tablica 22. Ugroženost livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama unutar nezaštićenog područja Istarske županije, naselje Banjole i naselje Medulin.

Postaje	Kanalizacija	Ribolovni alati	Krupni otpad	Sidrenje	Alga <i>Caulerpa cylindracea</i>
Fraškerić	Nema	Umjereno	Umjereno	Jako	Prisutna
Paltana	Jako	Umjereno	Umjereno	Jako	Prisutna
Rt Kašteja	Jako	Umjereno	Umjereno	Jako	Prisutna
Bodulaš	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Prisutna
Levan	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Prisutna



Slika 26. Otpad uz livadu *P. oceanica* na postaji Paltana (nezaštićeno područje Istarske županije, naselje Banjole).



Slika 27. Lanac sidra uz livadu *P. oceanica* na postaji Polje (zaštićeno područje Istarske županije, Javna ustanova Kamenjak).



Slika 28. Oštećena livada *P. oceanica* zbog sidrenja plovila na postaji Fraškerić (nezaštićeno područje Istarske županije, naselje Banjole).

5. RASPRAVA

Čovjek je najveći neprijatelj morskog okoliša; učestala izgradnja plaža, neprekidan razvoj obalnog turizma, sidrenje plovila, nezakoniti ribolov, marikultura, kanalizacijski ispusti kao i različiti oblici onečišćenja samo su nekoliko od brojnih prijetnji morske flore i faune. Osim intenzivnog antropogenog utjecaja, značajnu ulogu na dosad neviđeni pad biološke raznolikosti uvelike imaju klimatske promjene i strane invazivne vrste. Zabrinjavajući je podatak da je za potpuni razvitak i/ili oporavak ugroženih livada potrebno od 100 do 1000 godina (Duarte, 1995; Kendrick i sur., 2005).

Prema kategorizaciji morskih cvjetnica (Pergent i sur., 1995), livade *P. oceanica* zaštićenog područja Javne ustanove Kamenjak kategorizirane su kao „livade vrlo rijetke gustoće“. Iznimku čine livade postaja Polje i Porer koje, zbog visoke srednje vrijednosti broja izdanaka po kvadratnom metru, pripadaju kategoriji „livada rijetke gustoće“. Uz gustoću izdanaka po kvadratnom metru, dužina listova je česti pokazatelj kvalitete livada; livade postaje Polje obilježile su najveću srednju vrijednost. Otočić Porer najudaljenija je postaja JU Kamenjak koju obilježava najveća srednja vrijednost broja izdanaka ali i najmanja srednja vrijednost biomase epifitskih alga zbog smanjene koncentracije hranjivih tvari i jakih pridenih struja koje „čiste“ područje. Livade su utvrđene na dubini od 6 do 15 metara u jugoistočnom dijelu otoka uz jaki pritisak ribolovnih alata. Uvala Polje je lučica za sidrenje brojnih plovila, a *P. oceanica* nastanjuje pjeskovito-muljeviti sediment pri dubini od 4 do 15 metara gdje je ujedno uočen jak utjecaj sidrenja. Poznato je da sidrenje ima izrazito pogubne posljedice za bentonsku floru i faunu što je ujedno posljedica izrazito niske srednje vrijednosti broja izdanaka po kvadratnom metru na postaji Škokovica. Unatoč niskoj vrijednosti broja izdanaka, postaja je zabilježila najveću srednju vrijednost broja listova i širine listova po izdanku. Unutar svih šest postaja JU Kamenjak zamijećen je umjereni antropogeni pritisak u vidu odbačenog krutog otpada te prisutnost invazivne alge *Caulerpa cylindracea* koja je u stalnoj kompeticiji za prostor s *P. oceanica*.

Livade *P. oceanica* zaštićenog područja Nacionalnog parka Brijuni kategorizirane su kao „livade vrlo rijetke gustoće“. Iznimku čini livada postaje Kastrum koja pripada kategoriji „livada loše kvalitete“ zbog izrazito niske srednje vrijednosti broja izdanaka po kvadratnom metru, kao posljedica umjerenog kanalizacijskog ispusta hotela koji nije zamijećen na preostalim postajama. Livade su zabilježene na dubini od 4 do 7 metara, a obilježava ih najveća srednja vrijednost broja listova po izdanku, najmanja srednja vrijednost dužine listova i širine listova po izdanku. S primarnim ciljem očuvanja prirodne i kulture baštine, područje NP Brijuni

zonirano je u 4 osnovne jedinice: zona vrlo stroge zaštite, zona stroge zaštite, zona usmjerene zaštite i zona korištenja. Postaja Soline primjer je zone vrlo stroge zaštite unutar koje nije dozvoljen ljudski utjecaj izuzevši aktivnosti poput monitoringa i/ili znanstvenih istraživanja (Javna ustanova Nacionalni park Brijuni – Plan upravljanja, 2016). Zahvaljujući strogoj zaštiti, u uvali Soline nije zabilježen utjecaj ribolovnih alata kao ni sidrenja, a postaja je obilježena najvećom srednjom vrijednosti biomase epifitskih alga. Grunj, Vrsar i Kastrum zone su usmjerene zaštite unutar kojih su zabranjene ribolovne aktivnosti i sidrenje (Javna ustanova Nacionalni park Brijuni – Plan upravljanja, 2016). Unutar svih četiri postaja NP Brijuni zamijećen je umjereni antropogeni pritisak u vidu odbačenog krutog otpada te prisutnost invazivne alge *Caulerpa cylindracea* koja je u stalnoj kompeticiji za prostor s *P. oceanica*.

Prema tablici kategorizacije morskih cvjetnica (Pergent i sur., 1995), livade *P. oceanica* nezaštićenog područja naselja Banjole i Medulin kategorizirane su kao „livade vrlo rijetke gustoće“. Sve postaje su obilježene umjerenim utjecajem ribolovnih alata i krupnog otpada te prisutnosti strane invazivne alge *Caulerpa cylindracea*. Uz odsutnosti kanalizacijskog ispusta, postaja Fraškarić obilježila je najveću srednju vrijednost izdanaka po kvadratnom metru ali i najveću srednju vrijednost širine listova po izdanku. Najmanja srednja vrijednost izdanaka po kvadratnom metru zabilježena je na postaji Rt Kašteja zbog blizine kanalizacijskog ispusta autokampa Medulin. Kašteja ujedno predstavlja područje s najvećom srednjom vrijednost dužine listova i najmanjom vrijednost biomase epifitskih alga.

Vrste koje su slučajno ili namjerno unešene izvan područja prirodne rasprostranjenosti, a imaju negativan učinak na biološku raznolikost područja nazivaju se strane invazivne vrste. Posljednjih je godina, najveću pažnju privukao rebraš *Mnemiopsis leidyi* poznatiji kao morski orah. Prozirnim i želatinoznim tijelom privukao je pozornost brojnih kupaca 2016. godine kada je ova vrsta započela svoje nekontrolirano razmnožavanje. Naime, prvi je put zabilježena 2005. godine u Tršćanskom zaljevu. Vrsta je unešena balastnim vodama diljem Sredozemnog mora gdje ima negativan ekološki utjecaj na riblji fond (www.civ.iptpo.hr). Tijekom istraživanja u 9. mjesecu, *Mnemiopsis leidyi* utvrđen je na svim istraživanim postajama u relativno malim populacijama. Osim morskog oraha, utvrđena je i prisutnost lesepsijske invazivne alge *Caulerpa cylindracea*, hrvatskog naziva grozdasta kaulerpa (Lipkin, 1972). Ubraja se u 100 najinvazivnijih vrsta koja, svojim rastom, potiskuje razvitak rijetkih i „nezdravih“ livada posidonije (Piazzi i sur., 2001b). Iako je plavi rak *Callinectes sapidus* široko rasprostranjen u južnom dijelu Istre, njegove populacije nisu zabilježene prilikom istraživanja.

Uslijed velike raznolikosti vrsta, biocenoza infralitoralnih alga i biocenoza livada morskih cvjetnica dvije su najugroženije biocenoze uvelike zbog snažnog utjecaja turizma.

Zanimljive su lokacije za mnoge ronioce koji, perajama i ronilačkim bocama, često uništavaju kolonije koralja i mahovnjaka te nerijetko ugrožavaju i livade morskih cvjetnica (IUCN stupanj ugroženosti - DT 1.3; 6.1). Za bolju i adekvatnu zaštitu podvodnog svijeta nužno je ograničiti dopušteni broj ronioca i/ili dozvoliti ronjenje isključivo iskusnijima. Ribolovni alati prijetnja su za bentonsku floru i faunu (IUCN stupanj ugroženosti – DT 5.4), stoga je neophodna njihova potpuna zabrana. Za uspješno smanjenje utjecaja sidrenja prijeko potrebno je označavanje pogodnih mjesta za sidrenje i/ili postavljanje kamenih blokova sa bovama za sidrenje plovila. Edukacijom građana ali i učestalijim ekološkim akcijama prikupljanja nepropisnog odbačenog otpada, može se uvelike smanjiti količina odbačenog krutog otpada unutar gore navedenih biocenoza (IUCN stupanj ugroženosti – DT 9.1.3).

Prema dobivenim podacima, na postaji Porer utvrđena je dobra očuvanost *P. oceanica*. Zahvaljujući stalnim jakim pridnenim morskim strujama i snažnim vjetrovima (jugo i bura), zabilježene su niske vrijednosti biomase epifitskih alga što ukazuje na nisku razinu cvjetanja alga na listovima posidonije ali i unutar biocenoze fotofilnih alga. Strujanje koje obilježava postaju Porer doprinosi boljoj izmjeni vodenih masa, smanjenoj količini hranjivih tvari te naposljetku povećanju prozirnosti morske vode. Dužina listova izdanaka pokazatelj je da su ekološki uvjeti stabilni i pogodni za uspješan razvitak livade. Najveća srednja vrijednost dužine listova zabilježena je na postaji Polje koja predstavlja jednu od boljih očuvanih livada prema kategoriji gustoće izdanaka na istraživanim postajama. U uvali Paltana, postaja s najvećim antropogenim utjecajem, zabilježena je najniža srednja vrijednost dužine listova.

Smatra se da je eutrofikacija glavni uzročnik smanjenja pokrova livada morskih cvjetnica diljem svijeta ali i u sjevernom Jadranu. Velike koncentracije fosfora i/ili dušika utječu na rast fitoplanktona i biljnih epifita koji posljedično smanjuju mogućnost prodora svjetlosti do lisnog mezofila posidonije (Green i Short, 2003). Zbog nemogućnosti fotosintetiziranja, listovi otpadaju, a s vremenom gustoća izdanaka livada opada (Klap i sur., 2000). Obraštaj listova dostiže svoj maksimum tijekom proljeća i ljeta kada prevladavaju visoke temperature mora s jakom količinom sunčeve svjetlosti. Količina biljnih epifita može biti manja zbog prisutnosti herbivornih organizama koji se njime hrane.

Livade morske cvjetnice *P. oceanica* najproduktivniji su ekosustav (Boudouresque i sur., 2012) koji čini sklonište, hranilište i mrijestilište za brojne sesilne, vagilne, nektonske i epifitske vrste (Heck i Orth, 1980). Najveća brojnost vrsta utvrđena je na postaji Porer dok je biološka raznolikost najmanja na postajama Paltana i Rt Kašteja. Podaci ukazuju da gušće livade podržavaju veći broj vrsta što je izravni pokazatelj jedinstvenosti i važnosti livada posidonije. Tijekom istraživanja, na listovima su zamijećeni izgrizeni vrhovi; posljedica su pojačanog

hranjenja prisutnih herbivornih riba (prvenstveno salpa *Sarpa salpa*), česti stanovnici livada. Prirodno je oštećenje koje ne ugrožava život *P. oceanica*. Za utvrđivanje brojnosti vrsta unutar staništa potrebno je dugoročno praćenje (monitoring) prisutnosti vrsta. Jedan od najpoznatijih stanovnika livada *P. oceanica* je zasigurno plemenita periska (*Pinna nobilis*), najveći i trenutno najugroženiji školjkaš Sredozemlja kojemu prijeti potpuno izumiranje (Duerte, 2000). Međutim, ilegalni izlov jedinki nije jedina prijetnja koja ugrožava život ove dugoživuće vrste. Godine 2016. zabilježen je prvi pomor plemenitih periski na istočnoj obali Španjolske, a 2019. godine u hrvatskom dijelu Jadrana. Smatra se da su *Haplosporidium pinnae* i *Mycobacterium sherrisii* mogući uzročnici pomora najljepšeg školjkaša svijeta (www.iucn.org). Do nedavno su istraživane postaje bile sigurno i pogodno stanište za plemenitu perisku (Premate, 2015), no prilikom istraživanja nisu utvrđene žive jedinke. Bioraznolikost sjevernog Jadrana ugrožena je urbanizacijom te naposljetku neprestanim razvojem turizma; gradnjom i nasipavanjem priobalne zone uništavaju se brojna staništa koji zauzimaju neprocjenjivu ulogu u održavanju ravnoteže morskog ekosustava.

Područje otočića Porer ali i ostala područja JU Kamenjak, zbog iznimne ljepote podmorske flore i faune, velike bioraznolikosti vrsta te niza vrsta koje su zakonom zaštićene (morska cvjetnica *P. oceanica*, periska *Pinna nobilis*, koralj *Cladocora caespitosa*) zaslužuju viši stupanj zaštite. Zonacija podmorja JU Kamenjak, poput NP Brijuni, moglo bi uvelike utjecati na očuvanju prirode i mora. Nužna je zabrana ribolova, korištenja ribolovnih alata kao i sidrenja unutar područja poradi negativnog utjecaja na bentosku floru i faunu. Osim zabrane korištenja prirodnih resursa mora, potrebno je dozvoliti ronjenje autonomnim ronilačkim aparatom isključivo uz stručnu pratnju. Ukoliko područje predstavlja ključno stanište za mrijest morskih organizama, neophodna je zabrana svih aktivnosti koje narušavaju prirodne biološke procese morskog ekosustava. Istraživanje provedeno u nezaštićenom južnom dijelu Istarske županije pokazalo je da kanalizacijski ispušt znatno utječe na gubitku postojeće flore i faune područja.

Prema Zakonu o zaštiti prirode (NN, 114/2013), livada morske cvjetnice *P. oceanica* je, uz preostale tri vrste cvjetnica, strogo zaštićena vrsta u RH zbog sve veće osjetljivosti i ugroženosti. Ključna je vrsta raznih istraživanja koji se usredotočuju na kartiranju njene rasprostranjenosti ali i određivanja starosti listova. Istraživanja su utvrdila drastičan pad brojnosti izdanaka. Gustoća livada uvelike ovisi o dubini (Pergent i sur., 1995) kao i o utjecaju brojnih antropogenih aktivnosti. Regresija brojnosti izdanaka svoj maksimum dostigla je na postaji Kastrum. Nedavno započeti projekt SAPAS (Sigurno sidrenje i zaštita morske cvjetnice u Jadranskom moru) doprinosi očuvanju *P. oceanica* u Jadranskom moru postavljanjem

ekoloških prihvatljivih sidrišta kao i transplantacijom morske cvjetnice u uvalama koje su nekad činile njeno pogodno stanište (www.otoci.eu).

Dugoročni cilj projekta je aktivna zaštita morskih vrsta i staništa najproduktivnijeg morskog ekosustava. Prvi korak ka uspješnom spašavanju ugroženih vrsta Jadrana, ali i šire, je osvješćivanje šire javnosti na potrebu očuvanja osjetljivih i ugroženih vrsta kojima prijeti izumiranje. Čovjek i njegove aktivnosti glavni su uzrok sve većeg pada biološke raznolikosti planeta Zemlje te je stoga neophodna edukacija i upoznavanje zajednice s glavnim problematikama s kojima se svakodnevno susrećemo. Morska cvjetnica *Posidonia oceanica* nije jedina vrsta u Sredozemnom moru čije su populacije u drastičnom padu. Nestankom ove vrste, odumrijet će jedno od najznačajnijih staništa za hranjenje i mrijest brojnih organizama, ali i najveća „tvornica kisika“, koja u 24 sata, osigurava 14 L/m² kisika (Bay, 1978) za sve stanovnike podvodnog svijeta. Na taj se način potiče jedna neprekidna kaskada koja će, iz dana u dan, dovesti do potpunog izumiranja prirode o kojoj ovisimo i bez koje život ne postoji.

6. ZAKLJUČCI

- Prema kategorizaciji morskih cvjetnica sve istraživane livade pripadaju „livadama vrlo rijetke gustoće“ osim livade postaja Polje i Porer koje pripadaju kategoriji „livada rijetke gustoće“. Najveći broj izdanaka po kvadratnom metru livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* zabilježen je na postaji Porer (378), a najmanji na postaji Kastrum (95).
- Najveća vrijednost biomase epifitskih alga po izdanku livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* zabilježena je na postaji Soline (189,9 mg suhe težine/izdanak), a najmanja na postaji Porer (6,9 mg suhe težine/izdanak).
- Najveća brojnost vrsta utvrđena je na postaji Porer (158), a najmanja na postajama Paltana i Rt Kašteja (94).
- Zakonom zaštićeni školjkaš *Pinna nobilis* utvrđen je na gotovo svim postajama; prilikom istraživanja u 6. mjesecu utvrđene su samo tri žive jedinke na postaji Polje dok, tijekom istraživanja u 9. mjesecu nije utvrđena niti jedna živa jedinka.
- Uspoređujući najučestalije čimbenike ugroženosti, ustanovljeno je da NP Brijuni ima najbolji oblik zaštite livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*.
- Pet najučestalijih čimbenika koji ugrožavaju livade morskih cvjetnica južnog dijela istarskog poluotoka su: kanalizacijski ispusti, ribolovni alati, krupni otpad, sidrenje te prisutnost invazivnih vrsta. (prvenstveno zelena alga *Caulerpa cylindracea*).
- Neophodna je bolja zaštita ali i osvješćivanje šire javnosti na potrebu očuvanja livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*.

7. LITERATURA

- Alberte, R.S., Suba, G.K., Procaccini, G., Zimmerman, R.C., Fain, S.R., 1994. Assessment of genetic diversity of seagrass population using DNA fingerprinting: implications for population stability and management. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91 (1): 1049-1053.
- Ardizzone, G., Migliulo, A., 1982. Modizione di una prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile del medio Tirreno sottoposta ad attivita di pesca a strascico. *Il Naturalista siciliano* 3 (4): 509-515.
- Ardizzone, G.D., Pelusi, P., 1984. Yield and damage evaluation of bottom trawling on *Posidonia* meadows. In: Boudouresque, C.F., de Grissac, A.J., Oliver, J. (Eds.), *International Workshop on Posidonia oceanica Beds*. GIS Posidonie Publications, Marseille, 63-72.
- Ardizzone D., Belluscio A., Maiorano L., 2006. Long – term change in the structure of a *Posidonia oceanica* landscape and its reference for monitoring plan. *Marine Ecology* 27 (1): 299-309.
- Augier, H., 1985. L'herbier à *Posidonia oceanica*, son importance pour le littoral méditerranéen, sa valeur comme indicateur biologique de l'état de santé de la mer, son utilisation dans la surveillance du milieu, les bilans écologiques et les études d'impact. *Vie marine* 7 (1): 85-113.
- Bakran-Petricioli, T., 2007. Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 15-16.
- Bakran-Petricioli, T., 2011. Priručnik za određivanje morskih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 54.
- Balestri, E., 2004. Flowering of the seagrass *Posidonia oceanica* in a north-western Mediterranean coastal area: temporal and spatial variations. *Marine Biology* 145 (1): 61-68.
- Balestri, E., Cinelli, F., 2003. Sexual reproductive success in *Posidonia oceanica*. *Aquatic Botany* 75 (1): 21-32.

- Balestri, E., Cinelli, F., Lardicci, C., 2003. Spatial variation in *Posidonia oceanica* structural, morphological and dynamic features in a northwestern Mediterranean coastal area: a multi-scale analysis. *Marine Ecology Progress Series* 250 (1): 51-60.
- Bay, D., 1978. Etude in situ de la production primaire d'un herbier de Posidonies *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la baie de Calvi-Corse. Thèse de l'Université de Liège
- Blanc, J.J., 1958. Recherches de sédimentologie littorale et sous marine en Provence occidentale. Thèse Doctorat Etat, Université de Paris, Masson, 1-140.
- Ben Alaya, H., 1972. Répartition et conditions d'installation de *Posidonia oceanica* Delile et *Cymodocea nodosa* Asherson dans le golfe de Tunis. *Bulletin de l'Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche Salammbo* 2 (3): 331-416.
- Bethoux, J.P., Copin-Montégut, G., 1986. Biological fixation of atmospheric nitrogen in the Mediterranean Sea. *Limnology and Oceanography* 31 (1): 1353-1358.
- Bonanno, G., Di Martino, V., 2017. Trace element compartmentation in the seagrass *Posidonia oceanica* and biomonitoring applications. *Marine Pollution Bulletin* 116 (1-2): 196-203.
- Borum, J., Duarte, C.M., Krause-Jensen, D., Greve, T.M., 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project, 1-88.
- Boudouresque, C.F., 1996. Impact de l'homme et conservation du milieu marin en Méditerranée, 2^e édition, GIS Posidonie Publications, Marseille, 1-243.
- Boudouresque, C.F., Meinesz, A., 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. *Cah. Parc nation. Port-Cros, France* 4 (1): 1-79.
- Boudouresque, C.F., Meinesz, A., Ribera, M.A., Ballesteros, E., 1995. Spread of the green alga *Caulerpa taxifolia* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean: Possible consequences of a major ecological event. *Scientia Marina* 59 (1): 21-29.
- Boudouresque, C.F., Bernard, G., Pergent, G., Shili, A., Verlaque, M., 2009. Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. *Botanica Marina* 52 (1): 395-418.

- Boudouresque, C.F., Bernard, G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Diviacco, G., Meinesz, A., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Ruitton, S., Tunesi, L., 2012. Protection and conservation of *Posidonia oceanica* meadows. Tunis: RAMOGE and RAC/SPA.
- Buia, M.C., Piraino, S., 1989. Record of a *Posidonia oceanica* L. Delile seedling in the Egadi Island, Sicily, Italy. *Posidonia Newsletters* 2 (1): 19-22.
- Buia, M.C., Mazzella, L., 1991. Reproductive phenology of the Mediterranean seagrasses *Posidonia oceanica* (L.) Delile, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers and *Zostera noltii* Hornem, *Aquatic Botany* 40 (1): 343-362.
- Cabioc'h, J., Floc'h, J.Y., Boudouresque, C.F., Meinesz, A., Verlaque, M., 1995. Guía de las algas de los mares de Europa: Atlántico y Mediterráneo.
- Cambridge, M.L., Kuo, J., 1979. Two new species of seagrasses from Australia, *Posidonia sinuosa* and *Pongustifolia* (Posidoniaceae). *Aquatic Botany* 6 (1): 307-328.
- Cancemi, G., Buia, M.C., Mazzella, L., 2002. Structure and growth dynamics of *Cymodocea nodosa* meadows. *Scientia Marina* 66 (1): 365-373.
- Cannon, J.F.M., 1979. An experimental investigation of *Posidonia* balls. *Aquatic Botany* 6 (1): 407-410.
- Capiomont, A., Sandmeier, M., Caye, G., Meinesz, A., 1996. Enzyme polymorphism in *Posidonia oceanica*, a seagrass endemic to the Mediterranean. *Aquatic Botany* 54 (1): 265-277.
- Carpaneto, A., Naso, A., Paganetto, A., Cornara, L., Pesce, E.-R., Gambale, F., 2004. Properties of ion channels in the protoplasts of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Plant, Cell and Environment* 27 (3): 279-292.
- Catsiki, V.A., Panayotidis, P., Papathanassiou, E., 1987. Bioaccumulation of heavy metals by seagrasses in Greek coastal waters. *Posidonia Newsletter* 1 (2): 21-30.
- Cazzuola, F., 1880. Le piante utili e nocive agli uomini e agli animali.
- Caye, G., 1982. Etude sur la croissance de la Posidonie, *Posidonia oceanica* (L.) Delile, formation des feuilles et croissance des tiges au cours d'une année. *Téthys* 10 (3): 229-235.
- Caye, G., Meinesz, A., 1984. Observation sur la floraison et la fructification de *Posidonia oceanica* dans la baie de Villefranche et en Corse du Sud. In: Boudouresque, C.F.,

- Jeudy de Grissac, A., Olivier, J. (Eds.), Proceedings of International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, GIS Posidonie Publication, Marseilles, France, 193-201.
- Caye, G., Meinesz, A., 1985. Observations on the vegetative development, flowering and seeding of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson on the Mediterranean coasts of France. *Aquatic Botany* 22 (1): 277-289.
- Charbonnel, E., 1996. Cartographie de l'herbier de Posidonie et évaluation de l'impact de la plaisance dans deux calanques de l'Ile de Riou (Marseille, France). Contrat Ville de Marseille, Direction de l'Environnement et des Déchets & GIS Posidonie, GIS Posidonie Publications, France,: 1-54.
- Chen, S.N., Sanford, L.P., Koch, E.W., Shi, F., North, E.W., 2007. A nearshore model to investigate the effects of seagrass bed geometry on wave attenuation and suspended sediment transport. *Estuaries Coasts* 30 (2): 296-310.
- Delgado, O., Ruiz, J., Pérez, M., Romero, J., Ballesteros, E., 1999. Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation. *Oceanologica Acta* 22 (1): 109-117.
- den Hartog, C., 1970. The seagrasses of the world. North Holland Publishing Company, Amsterdam.
- den Hartog, C., 1987. "Wasting disease" and other dynamic phenomena in *Zostera* beds. *Aquatic Botany* 27 (1): 3-14.
- Díaz-Almela, E., Marbà, N., Álvarez, E., Balestri, E., Ruiz-Fernández, J.M., Duarte C.M., 2006. Patterns of seagrass (*Posidonia oceanica*) flowering in the western Mediterranean. *Marine Biology* 148 (1): 723-742.
- Domac, R., 1994. Flora Hrvatske. Školska knjiga, Zagreb.
- Duarte, C.M., 1995. Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes. *Ophelia*, 41 (1): 87-112.
- Duarte, C.M., 2000. Marine biodiversity and ecosystem services: an elusive link. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 250 (1-2): 117-131.
- Duarte, C.M., 2009. Global Loss of Coastal Habitats: Rates, Causes and Consequences. Fundacion BBVA: Madrid.

- Duarte, C.M., Dennison, W.C., Orth, R.J.W., Carruthers, T.J.B., 2008. The charisma of coastal ecosystems: addressing the imbalance. *Estuaries Coasts* 31 (2): 233-238.
- Elkalay, K., Frangoulis, C., Skliris, N., Goffart, A., Gobert, S., Lepoint, G., Hecq, J.H., 2003. A model of the seasonal dynamics of biomass and production of the seagrass *Posidonia oceanica* in the Bay of Calvi (Northwestern Mediterranean). *Ecological Modelling* 167 (1-2): 1-18.
- Fee, E.J., Hecky, R.E., Kasian, S.E.M., Cruikshank, D.R., 1996. Effects of lake size, water clarity, and climatic variability on mixing depths in Canadian Shield lakes. *Limnology and Oceanography* 41 (1): 912-920.
- Gera, A., Alcoverro, T., Mascaró, O., Pérez, M., Romero, J., 2012. Exploring the utility of *Posidonia oceanica* chlorophyll fluorescence as an indicator of water quality within the European Water Framework Directive. *Environmental Monitoring and Assessment* 184 (1): 3675-3686.
- Gobert, S., Cambridge, M.L., Velimirov, B., Pergent, G., Lepoint, G., Bouqueneau, J.M., Dauby, M., Pergent-Martini, P., Walker, D.I., 2006. Biology of *Posidonia*. In: Larkum, A.W.D., Orth, R.J., Duarte, C.M. (Eds) *Seagrasses: biology, ecology and conservation*. Springer Verlag, Berlin, 387-408.
- Goffredo, S., Piccinetti, C., Zaccanti, F., 2004. Volunteers in Marine Conservation Monitoring: a study of the distribution of seahorses carried out in collaboration with recreational scuba divers. *Conservation Biology*, 18 (6): 1492-1503.
- González-Correa, J.M., Bayle Sempere, J.T., Sánchez-Jerez, P., Valle, C., 2007. *Posidonia oceanica* meadows are not declining globally. Analysis of population dynamics in marine protected areas of the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 336 (1): 111-119.
- Green, E.P., Short, F.T., 2003. *World Atlas of Seagrasses*. University of California Press, Berkeley, USA, 207.
- Guillen, J.E., 1990. *Guía ilustrada de los crustáceos decápodos del litoral alicantino*. Alicante: Instituto de Cultura Juan Gil Albert, Diputación de Alicante. 316.

- Guillén J.E., Ramos, A.A., Martínez, L., Sánchez-Lizaso J.L., 1994. Antitrawling reefs and the protection of *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows in the western Mediterranean Sea: demand and aims. *Bulletin of Marine Science* 55 (1): 645-650.
- Heck, K.L. and R.J. Orth, 1980. Seagrass habitats: the roles of habitat complexity, competition and predation in structuring associated fish and motile macroinvertebrate assemblages. *In: V. S. Kennedy, editor. Estuarine perspectives. Academic Press, 469-494.*
- Hughes, A.R., Williams, S.L., Duarte, C.M., Heck, K.L., Waycott, M., 2009. Associations of concern: declining seagrasses and threatened dependent species. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7 (1): 242-246.
- Javna ustanova Nacionalni park Brijuni – Plan upravljanja (2016.- 2025.), 2016. Str: 117-122.
- Jover, M.A., Castillo-Agudo, L., Garcia-Carrascosa, M., Segura, L., 2003. Random amplified polymorphism DNA assessment in diversity in western random Mediterranean populations of the seagrass *Posidonia oceanica*. *American Journal of Botany* 90 (1): 364-369.
- Kalogirou, S., Wennhage, H., Pihl, L., 2012. Non-indigenous species in Mediterranean fish assemblages: Contrasting feeding guilds of *Posidonia oceanica* meadows and sandy habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 96 (1): 209-218.
- Kendrick, G., Marbà, N., Duarte, C.M., 2005. Modelling formation of complex topography by the seagrass *Posidonia oceanica*. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 65 (1): 717-725.
- Klap, V. A., Hemminga, M. A., Boon, J. J., 2000. Retention of lignin in seagrasses: angiosperms that returned to the sea. *Marine Ecology Progress Series* 194 (1): 1-11.
- Kouki, S., Saidi, N., Ben Rajeb, A., Brahmi, M., Bellila, A., Fumio, M., Hefiene, A., Jedidi, N., Downer, J., Ouzari, H., 2012. Control of Fusarium Wilt of Tomato Caused by *Fusarium oxysporum* F. Sp. *Radicis – Lycopersici* Using Mixture of Vegetable and *Posidonia oceanica* Compost. *Applied and Environmental Soil Science*, 1-11.
- Kružić, P., 2008. Variations in *Posidonia oceanica* meadow structure along the coast of the Dugi Otok Island (eastern Adriatic Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 88 (05): 883-892.

- Kuo, J., Cambridge, M.L., 1984. A taxonomic study of the *Posidonia ostenfeldii* complex (Posidoniaceae) with description of four new Australian seagrasses. *Aquatic Botany* 20 (1): 267-295.
- Le Floch, E., 1983. Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne. Publications scientifiques tunisiennes. Programme flore et végétation tunisiennes, deuxième partie. Imprimerie Officielle de la République Tunisienne, Tunisie.
- Linton, D.M., Warner, G.F., 2003. Biological indicators in the Caribbean coastal zone and their role in integrated coastal management. *Ocean & Coastal Management* 46 (3-4): 261-276.
- Lipkin, Y., 1972. Contribution to the knowledge of Suez Canal migration. Marine algal and sea-grass flora of the Suez Canal (The significance of this flora to the understanding of the recent migration through the Canal). *Israel Journal of Zoology* 21 (1): 405-446
- MacArthur, L.C., Boland, J.W., 2006. The economic contribution of seagrass to secondary production in South Australia. *Ecological Modelling* 196 (1): 163-172.
- Marbà, N., Duarte, C.M., 1998. Rhizome elongation and seagrass clonal growth. *Marine Ecology Progress Series* 174 (1): 269-280.
- Marbà, N., Duarte, C.M., Díaz-Almela, E. J., Terrados, J., Álvarez, E., Martínez, R., Santiago R., Gacia, E., Grau A.M., 2005. Direct evidence of imbalanced seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot population dynamics along the Spanish Mediterranean. *Estuaries* 28 (1): 53-62.
- Marbà, N., Díaz-Almela, E., Duarte, C.M., 2014. Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*) loss between 1842 and 2009. *Biological Conservation* 176 (1): 183-190.
- Mateo, M.A., Romero, J., Pérez, M., Littler, M.M., Littler, D.S., 1997. Dynamics of millenary organic deposits resulting from the growth of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Estuarine Coastal and Shelf Sciences* 44 (1): 103-111.
- Mayot, N., Boudouresque, C.F., Leriche, A., 2005. Unexpected response of the seagrass *Posidonia oceanica* to a warm Water episode in the Northwestern Mediterranean Sea. *Comptes Rendus Biologies* 328 (3): 291-296.

- McRoy, C.P., McMillan, C., 1997. Production ecology and physiology of seagrass. *In*: McRoy, C.P., Helfferich, C. (Eds.), *Seagrass Ecosystems: a Scientific Perspective*. Dekker, New York, 53-81.
- Meinesz, A., Hesse, B., 1991. Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée Nord occidentale. *Oceanologica Acta* 14 (4): 415-426.
- Meinesz, A., Lefevre, J.R., Astier, J.M., 1991. Impact of coastal development on the infralittoral zone along the southern Mediterranean shore of continental France. *Marine Pollution Bulletin* 23 (1): 343-347.
- Meinesz, A., Belsher, T., Thibaut, T., Antolic, B., Mustapha, K.B., Boudouresque, C.F., Chiaverini, D., Cinelli, F., Cottalorda, J.M., Djellouli, A., El Abed, A., Orestano, C., Grau, A.M., Ivesa, L., Jaklin, A., Langar H., Massuti-Pascual, E., Peirano A., Tunesi, L., De Vaugelas, J., Zavodnik, N., Zuljevic, A., 2001. The introduced green alga *Caulerpa taxifolia* continues to spread in the Mediterranean. *Biological Invasions* 3 (1): 201-210.
- Meinesz, A., Cirik, Ş., Akcali, B., Javel, F., Migliaccio, M., Thibaut, T., Yükses, A., Procaccini, G., 2009. *Posidonia oceanica* in the Marmara Sea. *Aquatic Botany* 90 (1): 18-22.
- Micheli, C., Spinosa, S., Aliani, G., Gasparini, P., Molcard, A., Peirano, A., 2010. Genetic input by *Posidonia oceanica* (L.) Delile fruits dispersed by currents in the Ligurian Sea. *Plant Biosystems* 144 (1): 333-339.
- Milazzo, M., Chemello, R., Badalamenti, F., Camarda, R., Riggio, S., 2002b. The impact of human recreational activities in marine protected areas: what lessons should be learnt in the Mediterranean sea? *Marine Ecology* 5 (1): 980-990.
- Milazzo, M., Badalamenti, F., Ceccherelli, G., Chemello, R., 2004. Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean): effect of anchor types in different anchoring stages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 299 (1): 51-62.
- Molinier, R. Picard, J., 1952. Recherches sur les herbiers de phanérogames marines du littoral méditerranéen français. *Annales Institut Océanographique* (Paris), 27 (1): 157-234.

- Molinier, R., Pellegrini, M., 1966. Contribution à l'étude chimique des Phanérogames marine: composition en acides aminés des feuilles de Posidonies (*Posidonia oceanica* Delile). Médecine tropicale, 26 (4): 1-15.
- NN, 6/2006. Pravilnik o obavljanju gospodarskog ribolova na moru.
- NN, 114/2013. Zakon o zaštiti prirode.
- Ochieng, C.A., Erftemeijer, P.L.A., 1999. Accumulation of seagrass beach cast along the Kenyan coast: a quantitative assessment. Aquatic Botany 65 (1): 221-238.
- Orlando-Bonaca, M., Francé, J., Mavrič, B., Grego, M., Lipej, L., Flander-Putrlé, L., Šiško, M., Falace, A., 2015. A new index (MediSkew) for the assessment of the *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson meadow's status. Marine Environmental Research 110 (1): 132-141.
- Orth, R.J., Harwell, M.C., Inglis, G.I., 2004. Ecology of seagrass seeds and seagrass dispersal processes: Emerging paradigms. In: Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Dordrecht: Springer Netherlands, 111-33.
- Orth, R.J., Carruthers, T.J., Dennison, W.C., Duarte, C.M., Fourqurean, J.W., Heck, K.L., Hughes, A.R., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., Olyarnik, S., Short, F.T., Waycott, M., Williams, S.L., 2006. A global crisis for seagrass ecosystems. Bioscience 56 (1): 987-996.
- Panayotidis, P., Giraud, G., 1981. Sur un cycle de renouvellement des feuilles de *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans le golfe de Marseille. Vie Milieu, 31 (1): 129-136.
- Pasqualini, V., Pergent-Martini, C., Clabaut, P., Pergent, G., 1998. Mapping of *Posidonia oceanica* using aerial photographs and side-scan sonar: application of the island of Corsica (France). Estuarine, Coastal and Shelf Science 47 (3): 359-367.
- Pasqualini, V., Pergent-Martini, C., Pergent, G., 1999. Environmental impact identification along the Corsican coast (Mediterranean sea) using image processing. Aquatic Botany 65 (1-4): 311-320.
- Pérès, J.M., Picard, J., 1975, Causes de la rarefaction et de la disparition des herbiers de *Posidonia oceanica* sur les cotes françaises de Méditerranée, Aquatic Botany 1 (2): 133-139.

- Pérès, J.M., 1984. La régression des herbiers a *Posidonia oceanica*. In: Boudouresque, C.F., Meinesz, A., Fresi, E., Gravez, V. (Eds.), International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds 1. GIS Posidonie Publications, France, 1 (1): 445-454.
- Pergent, G., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: Etat des connaissances. *Mésogée*, 54 (1): 3-29.
- Pergent, G., Mendez, S., Pergent-Martini, C., Pasqualini, V., 1999. Preliminary data on the impact of fish farming facilities on *Posidonia oceanica* meadows in the Mediterranean. *Oceanologica Acta* 22 (1): 95-107.
- Pergent-Martini, C., 1994. Impact d'un rejet d'eaux usées sur l'herbier à *Posidonia oceanica*, avant et après la mise en service d'une station d'épuration. Thèse Doctorat, Université de Corsé, France: 1-191.
- Pergent, G., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: Etat des connaissances. *Mésogée* 54 (1): 3-29.
- Pergent-Martini, C., 1998. *Posidonia oceanica*: a biological indicator of past and present mercury contamination. *Marine Environmental Research* 45 (2): 101-111.
- Pergent-Martini, C., Pasqualini, V., 2000. Seagrass population dynamics before and after the setting up of a wastewater treatment plan. *Biologica Marina Mediterranea* 7 (1): 405-408.
- Pergent-Martini, C., Pergent, G., 2000. Are marine phanerogams a valuable tool in the evaluation of marine trace-metal contamination: example of the Mediterranean sea? *International Journal of Environment and Pollution* 13 (1-6): 126-147.
- Pergent-Martini, C., Boudouresque, C., Pasqualini, V., Pergent G., 2006. Impact of fish farming facilities on *Posidonia oceanica* meadows: a review. *Marine Ecology* 27 (1): 310-319.
- Phillips, R., Meñez. E., 1988. Seagrasses, *Smithsonian Contrib. Mar. Sci.*, 34, Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Piazzi, L., Balestri, E., Cinelli, F., 2000. Grazing on inflorescences of the seagrass *Posidonia oceanica*. *Botanica Marina* 43 (1): 581-584.

- Piazzzi, L., Ceccherelli, G., Cinelli, F., 2001b. Threat to macroalgal diversity: Effects of the introduced green alga *Caulerpa racemosa* in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series* 210 (1): 149-159.
- Pirc, H., 1983. Belowground biomass of *Posidonia oceanica* (L.) Delile and its importance to the growth dynamics. *In: Proceedings of the International Symposium on Aquatic Macrophytes*, Nijmegen, 177-181
- Platini, F., 2000. La protection des habitats aux herbiers en Méditerranée. Rapp. PNUE, PAM, CAR/ASP edit., PNUE Publication, Tunis.
- Premate, N., 2015. Kartiranje morskih cvjetnica u priobalju južne Istre, završni rad 1-3.
- Procaccini, G., Olsen, J.L., Reusch, T.B.H., 2007. Contribution of genetics and genomics to seagrass biology and conservation *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350 (1): 234-259.
- Relini, G., 2000. Nuovi contributi per la conservazione della biodiversità marina in Mediterraneo. *Biologia Marina Mediterranea* 7 (3): 173-211.
- Remizowa, M.V., Sokoloff, D.D., Calvo, S., Tomasello, A., Rudall, P.J., 2012. Flowers and inflorescences of the seagrass *Posidonia* (Posidoniaceae, Alismatales). *American Journal of Botany* 99 (1): 1592-1608.
- Reyes, J., Sanson, M., 1994. Morfología y anatomía de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en praderas de El Medano (S Tenerife, Islas Canarias). *Vieraea* 23 (1): 43-64.
- Romero, J., 1985. Estudio ecológico de las fanerógamas marinas de la costa catalana: producción primaria de *Posidonia oceanica* (L.) Delile en las islas Medes, Ph.D. thesis, Universitat de Barcelona, Spain.
- Rountos, K.J., Peterson B.J., Karakassis I., 2012. Indirect effects of fish cage aquaculture on shallow *Posidonia oceanica* seagrass patches in coastal Greek waters. *Aquaculture Environment Interactions* 2 (1): 105-115.
- Ruiz, J.M., Marín, A., Calvo, J.F., Ramírez Díaz, L., 1993. Interactions between a foodway and coastal constructions in Aguilas bay (southeastern Spain). *Ocean and Coastal Management* 19 (1): 241-262.

- Ruiz J. M., Romero J., 2001. Effects of in situ experimental shading on the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. Marine Ecology Progress Series 215 (1): 107-120.
- Ruíz, J.M., Boudouresque, C.F., Enríquez, S., 2009. Mediterranean seagrasses. Botanica Marina 52 (5): 369-381.
- Sánchez-Jerez, P., Ramos-Esplà, A.A., 1996. Detection of environmental impacts of bottom trawling on *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows: sensitivity of fish and macroinvertebrate communities. Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery 5 (1): 239-253.
- Short, F.T., Wyllie-Echeverria, S., 1996. Natural and human-induced disturbance of seagrasses. Environmental Conservation 23 (1): 17-27.
- Short, F.T., Coles, R.G., 2001. Global Seagrass Research Methods, Amsterdam, 1-473.
- Short, F.T., Carruthers, T., Dennison, W., Waycott, M., 2007. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 350 (1): 3-20.
- Short, F.T., Polidoro, B., Livingstone, S.R., Carpenter, K.E., Bandeira, S., Bujang, J.S., Calumpong, H.P., Carruthers, T.J.B., Coles, R.G., Dennison, W.C., Erftemeijer, P.L.A., Fortes, M.D., Freema, A.S., Jagtap, T.G., Kamal, A.H.M., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., La Nafie, Y.A., Nasution, I.M., Orth, R.J., Prathep, A., Sanciangco, J.C., van Tussenbroek, B., Vergara, S.G., Waycott, M., Zieman, J.C., 2011. Extinction risk assessment of the world's seagrass species. Biological Conservation 144 (7): 1961-1971.
- Täckholm, V., Drar, M., 1954. Flora of Egypt. Vol. III. Angiospermae, part Monocotyledones (Liliaceae - Musaceae). Bulletin of the Faculty of Science, Egypte, 1-648.
- UNEP/MAP, 2012. State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment, UNEP/MAP – Barcelona Convention, Athens, 32.
- Zuljević, A., Antolić, B., Span, A., 1998. Spread of the introduced tropical green alga *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh in Starigrad Bay (Island Hvar, Croatia). In: Boudouresque, C.F., Gravez, V., Meinesz, A., Palluy, F. (eds) Third International Workshop on *Caulerpa taxifolia*, Marseille, GIS Posidonie, 51-59.

- Waycott, M., Duarte, C.M., Carruthers, T.J.B., Orth, R.J., Dennison, W.C., Olyarnik, S., Calladine, Ainsley, Fourqurean, J.W., Heck, K.L., Hughes, A.R., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., Short, F.T., Williams, S.L., 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (1): 12377-12381.
- Xu, S., Zhou, Y., Wang, P., Wang, F., Zhang, X., Gu, R., 2016. Salinity and temperature significantly influence seed germination, seedling establishment, and seedling growth of eelgrass *Zostera marina* L. *PeerJ* 4:e2697.
- www.algaebase.org (pristupljeno 9. srpnja 2020.)
- www.civ.iptpo.hr (pristupljeno 11. prosinca 2020.)
- www.geopark-vis.com (pristupljeno 18. srpnja 2020.)
- www.haop.hr (pristupljeno 4. srpnja 2020.)
- www.iucn.org (pristupljeno 19. srpnja 2020.; pristupljeno 13. prosinca 2020.)
- www.kamenjak.hr (pristupljeno 17. rujna 2020.)
- www.luirig.altervista.org/flora/taxa/index1.php?scientific-name=zostera+noltii (pristupljeno 07. srpnja 2020.)
- www.marinespecies.org (pristupljeno 04. srpnja 2020.)
- www.otoci.eu (pristupljeno 19. prosinca 2020.)

PRILOG

Prilog 1. Bray-Curtis koeficijent sličnosti prikazuje koliko zajedničkog u numeričkim vrijednostima (izraženo u postotcima) imaju istraživane postaje s obzirom na utvrđene vrste flore i faune na istraživanim postajama.

	Grunj	Kastrum	Soline	Vrsar	Fraškerić	Paltana	Polje	Fenoliga	Porer	Škokovica	Šekovac	Franina	Kašteja	Bodulaš	Levan
Grunj															
Kastrum	48,7395														
Soline	55,8704	46,3768													
Vrsar	57,3585	55,1111	61,5385												
Fraškerić	61,2903	38,4615	61,7512	62,1277											
Paltana	54,0773	48,7047	50,4950	64,5455	49,2611										
Polje	57,4803	51,4019	52,9148	56,4315	53,5714	46,8900									
Fenoliga	67,7966	57,2549	58,3333	65,2482	58,1132	52,8000	59,7786								
Porer	70,7071	59,1440	60,1504	69,7183	61,4232	56,3492	57,8755	89,8089							
Škokovica	61,4173	49,5327	51,1211	57,2614	51,7857	43,0622	58,2609	63,4686	66,6667						
Šekovac	69,6296	47,8261	56,0669	57,5875	60,8333	48,0000	56,0976	73,8676	74,7405	69,9187					
Franina	61,1765	49,3023	50,8929	57,0248	51,5556	42,8571	58,8745	63,9706	66,4234	99,5671	69,6356				
Kašteja	57,5107	41,4508	46,5347	50,9091	53,2020	36,1702	44,9761	60,0000	61,1111	57,4163	83,5556	57,1429			
Bodulaš	55,3719	48,5149	50,2370	52,4017	50,0000	38,5787	49,5413	78,7645	75,0958	62,3853	61,5385	62,1005	52,7919		
Levan	63,3205	52,9680	52,6316	60,1626	55,0218	48,5981	55,3191	76,0870	85,6115	63,8298	67,7291	63,5593	56,0748	77,1300	

Prilog 2. Popis vrsta vezanih uz livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica* utvrđenih na istraživanim postajama.

Vrsta	Grunj	Kastrum	Soline	Vrsar	Fraškerić	Paltana	Polje	Fenoliga	Porer	Škokovica	Šekovac	Franina	Kašteja	Bodulaš	Levan
<i>Acetabularia acetabulum</i> (Linnaeus) Silva	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen) C. Agardh	x		x					x	x	x	x	x		x	x
<i>Chaetomorpha linum</i> (Müller) Kützinger	x				x		x			x	x	x	x		
<i>Codium adhaerens</i> (Cabrera) C. Agardh		x		x	x	x		x	x						
<i>Codium bursa</i> (Linnaeus) Kützinger	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin,	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Halimeda tuna</i> (Ellis et Solander) Lamouroux		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Valonia macrophysa</i> Kützinger					x										
<i>Ulva rigida</i> C. Agardh	x		x	x		x				x		x			
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Roth) Derbe et Solier		x		x		x		x	x	x	x	x			
<i>Cutleria multifida</i> (J. E. Smith) Greville	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x			x
<i>Cystoseira adriatica</i> Sauvageau	x			x			x	x	x						x
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J. V. Lamouroux	x	x			x		x			x		x			
<i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy	x	x					x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Sargassum vulgare</i> C. Agardh	x			x	x	x			x						x
<i>Amphiroa cryptarthroia</i> Zanardini		x	x	x		x	x	x	x	x		x		x	x
<i>Amphiroa rigida</i> J. V. Lamouroux	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Botryocladia botryoides</i> (Wulfen) Feldmann							x			x	x	x			
<i>Catenella caespitosa</i> (Withering) L. M. Irvine	x			x		x		x	x	x	x	x		x	x
<i>Ceramium rubrum</i> C. Agardh		x	x				x	x	x		x		x	x	x
<i>Jania rubens</i> (Linnaeus) Lamouroux							x	x	x						
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) Lamouroux	x	x		x		x	x	x	x		x		x		x
<i>Lithophyllum racemus</i> (Lamarck) Foslie	x			x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lithothamnion corallioides</i> (P.L. Crouan)	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Mesophyllum lichenoides</i> (Ellis) Lemoine	x	x		x				x	x					x	x
<i>Nemalion helminthoides</i> (Vellay) Batters	x				x			x	x	x	x	x	x		
<i>Peyssonnelia polymorpha</i> (Zanardini) Schmitz	x	x				x		x	x		x				x
<i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh	x		x		x	x	x	x	x		x				
<i>Phymatolithon lenormandii</i> (Areschoug)	x	x		x		x		x	x	x	x	x	x		
<i>Phymatolithon calcareum</i> (Pallas) Adey	x		x	x	x	x	x		x	x		x			x
<i>Rytidophloeus tinctoria</i> (Clemente) C. Agardh	x				x			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i> Stackhouse		x		x	x	x		x	x	x		x			x
<i>Vidalia volubilis</i> (Linnaeus) J. Agardh		x	x				x	x			x				
<i>Wrangelia penicillata</i> C. Agardh	x			x	x	x		x	x	x	x	x			
<i>Anchinoe tenacior</i> Topsent, 1925	x	x	x	x	x	x		x	x		x		x		

Vrsta	Grunj	Kastrum	Soline	Vrsar	Fraškerić	Paltana	Polje	Fenoliga	Porcer	Škokovica	Šekovac	Franina	Kašteja	Bodulaš	Levan
<i>Aplysina aerophoba</i> Schmidt, 1862	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chondrilla nucula</i> Schmidt, 1862	x				x		x			x		x			
<i>Chondrosia reniformis</i> Nardo, 1847				x	x	x	x	x	x		x		x		
<i>Clathrina clathrus</i> Schmidt, 1872			x		x			x	x		x		x		
<i>Crambe crambe</i> (Schmidt, 1862)	x	x	x	x	x	x	x		x						
<i>Geodia gigas</i> Schmidt, 1862		x		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ircinia dendroides</i> (Schmidt, 1862)					x		x				x		x		
<i>Petrosia ficiformis</i> (Poirer, 1798)	x		x	x		x	x	x	x		x		x		
<i>Phorbas tenacior</i> (Topsent, 1925)				x		x		x	x	x		x		x	x
<i>Spirastrella cunctatrix</i> Schmidt, 1868	x		x	x	x	x	x			x		x			
<i>Aglaophenia elongata</i> Meneghini, 1845	x	x		x			x	x	x	x		x		x	x
<i>Aglaophenia pluma</i> (Linnaeus, 1758)	x	x			x		x				x		x		
<i>Antenella secundaria</i> (Gmelin, 1791)	x	x						x	x					x	x
<i>Clytia gracilis</i> (M. Sars, 1850)	x			x	x	x		x	x		x		x	x	
<i>Eudendrium racemosum</i> (Cavolini, 1785)		x	x	x		x	x		x	x		x			x
<i>Eudendrium ramosum</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x		x	x			x	x	x			
<i>Halecium halecinum</i> (Linnaeus, 1758)		x					x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Obelia dichotoma</i> (Linnaeus, 1758)	x			x		x				x	x	x	x		
<i>Plumularia setacea</i> (Linnaeus, 1758)			x				x	x							
<i>Nausithoe punctata</i> Kolliker, 1853								x	x		x		x	x	x
<i>Bunodactis verrucosa</i> (Pennant, 1777)	x	x		x		x	x	x	x					x	x
<i>Bunodeopsis strumosa</i> Andres, 1881	x			x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Calliactis parasitica</i> (Couch, 1842)	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x		x
<i>Cereus pedunculatus</i> (Pennant, 1777)	x	x		x			x	x	x	x		x		x	
<i>Cerianthus membranaceus</i> (Spallanzani, 1784)	x			x	x	x	x			x		x			
<i>Cribrinopsis crassa</i> (Andres, 1883)	x	x				x									
<i>Phymanthus pulcher</i> Andres, 1883	x				x	x	x	x	x	x		x		x	x
<i>Bonellia viridis</i> Rolando, 1821	x	x				x		x	x	x		x			
<i>Sipunculus nudus</i> Linnaeus, 1766	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x		
<i>Acanthochitona communis</i> J. Risso, 1826	x				x		x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Chiton olivaceus</i> Spengler, 1797		x		x	x	x		x	x		x		x	x	x
<i>Ischnochiton rissoi</i> (Payraudeau, 1826)		x	x				x			x		x			
<i>Alvania cimex</i> (Linnaeus, 1758)	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Alvania lineata</i> Risso, 1826	x	x	x	x	x	x	x	x			x		x		
<i>Berthella aurantiaca</i> (Risso, 1818).	x		x					x						x	
<i>Bittium latreillii</i> (Payraudeau, 1826)	x				x		x		x		x		x		x
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Vrsta	Grunj	Kastrum	Soline	Vrsar	Fraškerić	Paltana	Polje	Fenoliga	Poror	Škokovica	Šekovac	Franina	Kašteja	Bodulaš	Levan
<i>Bolinus brandaris</i> (Linnaeus, 1758)			x		x		x	x	x		x		x	x	x
<i>Calliostoma zizyphinus</i> (Linnaeus, 1767)	x		x	x	x	x									
<i>Cerithium vulgatum</i> Bruguière, 1792		x		x		x	x			x	x	x	x		
<i>Chromodoris luteorosea</i> (Rapp, 1827)					x		x								
<i>Clanculus corallinus</i> (Gmelin, 1791)	x		x	x				x	x		x		x		
<i>Clanculus cruciatus</i> (Linnaeus, 1758)		x		x		x		x	x						x
<i>Collumbella rustica</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			
<i>Conus mediterraneus</i> Hwass in Bruguière, 1792	x	x		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Conus ventricosus</i> Gmelin, 1791	x	x			x										
<i>Gibbula ardens</i> (Von Salis, 1793)	x	x					x	x		x		x			
<i>Gibbula varia</i> (Linnaeus, 1758)	x			x	x	x		x	x		x		x		x
<i>Haliotis tuberculata</i> Lamarck, 1822		x	x	x		x	x	x	x	x		x		x	x
<i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus, 1758)	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Melarhapha neritoides</i> (Linnaeus, 1758)		x									x		x		
<i>Monodonta turbinata</i> (Born, 1870)	x			x		x	x	x	x					x	x
<i>Muricopsis cristata</i> (Brocchi, 1814)		x	x							x	x	x	x		
<i>Rissoa variabilis</i> (Von Mühlfeldt, 1824)		x					x	x		x		x		x	
<i>Serpulorbis arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	x	x		x		x	x		x		x		x		x
<i>Tylodina perversa</i> (Gmelin & Linnaeus, 1791)				x	x								x		
<i>Vermetus triquetrus</i> Bivona Ant., 1832	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	
<i>Vexillum tricolor</i> (Gmelin, 1791)	x	x		x				x	x	x	x	x		x	x
<i>Abra alba</i> (Wood W., 1802)	x				x				x		x				x
<i>Acanthocardia tuberculata</i> (Linnaeus, 1758)	x	x				x		x	x	x	x	x		x	x
<i>Arca noae</i> Linnaeus, 1758	x				x		x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Barbatia barbata</i> (Linnaeus, 1758)	x	x		x		x	x								
<i>Callista chione</i> (Linnaeus, 1758)	x		x	x	x	x		x	x		x		x	x	x
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)	x				x			x	x		x		x		x
<i>Chama gryphoides</i> Linnaeus, 1758		x		x	x	x	x	x	x					x	x
<i>Chlamys glabra</i> (Linnaeus, 1758)		x	x				x	x	x		x		x		
<i>Chlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	x			x	x	x		x	x		x		x		
<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)		x	x	x	x		x	x	x						
<i>Gari depressa</i> (Pennant, 1777)			x	x	x			x	x	x	x	x			
<i>Gastrochaena dubia</i> (Pennant, 1777)			x	x				x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Glycymeris glycymeris</i> (Linnaeus, 1758)	x			x				x	x	x	x	x		x	x
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	x				x		x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819	x	x	x	x	x	x		x	x		x		x		
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758		x		x				x	x	x		x		x	x

Vrsta	Grunj	Kastrum	Soline	Vrsar	Fraškerić	Paltana	Polje	Fenoliga	Poror	Škokovica	Šekovac	Franina	Kašteja	Bodulaš	Levan
<i>Pecten jacobaeus</i> (Linnaeus, 1758)	x														
<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758		x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Striarca lactea</i> (Linnaeus, 1758)				x			x								
<i>Tellina tenuis</i> da Costa, 1778	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Teredo navalis</i> Linnaeus, 1758		x		x	x	x		x	x					x	x
<i>Venerupis pullastra</i> (Montagu, 1803)								x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Venus verrucosa</i> Linnaeus, 1758	x	x	x	x			x	x	x					x	x
<i>Octopus vulgaris</i> Lamarck, 1798	x		x		x			x	x	x	x	x		x	x
<i>Sepia officinalis</i> Linnaeus, 1758	x	x			x			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bispira mariae</i> Lo Bianco, 1893		x	x	x	x		x			x	x	x	x		
<i>Chaetopterus variopedatus</i> (Renier, 1804)	x			x					x	x	x	x	x		x
<i>Eunice aphroditois</i> (Pallas, 1788)		x	x	x		x		x	x					x	x
<i>Eupolymnia nebulosa</i> (Montagu, 1818)	x			x	x	x	x	x	x		x		x	x	x
<i>Lysidice ninetta</i> Audouin & Milne-Edwards, 1833		x		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Myxicola infundibulum</i> Montagu, 1915			x	x		x		x	x					x	
<i>Polycirrus aurantiacus</i> Grube 1860	x		x					x	x		x		x	x	x
<i>Pomatoceros triqueter</i> (Linnaeus, 1767)		x	x	x	x	x		x	x						x
<i>Protula intestinum</i> (Savigny, 1818)	x		x	x			x	x	x		x				x
<i>Protula tubularia</i> (Montagu, 1803)	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Sabella pavonina</i> Savigny, 1820							x								
<i>Sabella spallanzani</i> (Gmelin, 1791)	x	x	x			x	x	x	x	x		x		x	x
<i>Serpula concharum</i> Langerhans, 1880	x		x	x					x		x		x		
<i>Serpula vermicularis</i> (Linnaeus, 1767)	x		x		x	x	x	x	x					x	x
<i>Spirobranchus polytrema</i> (Philippi, 1844)	x		x			x	x		x						
<i>Spirorbis</i> sp.		x		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Balanus perforatus</i> Bruguière, 1789	x			x	x		x	x						x	
<i>Chthamalus depressus</i> (Poli, 1795)			x			x		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chthamalus stellatus</i> (Poli, 1795)		x	x	x	x		x		x						x
<i>Alpheus dentipes</i> Guérin, 1832			x	x	x			x	x					x	
<i>Eriphia verrucosa</i> (Forsk., 1775)		x	x	x				x	x					x	
<i>Galathea squamifera</i> Leach, 1814	x	x					x	x	x						x
<i>Galathea strigosa</i> (Linnaeus, 1767)	x			x	x			x			x		x	x	
<i>Pagurus prideaux</i> Leach, 1815	x	x	x	x	x	x			x						x
<i>Palaemon elegans</i> Risso, 1816		x		x			x	x							
<i>Periclimenes amethysteus</i> (Risso, 1827)	x							x			x		x		
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)			x		x			x	x	x	x	x	x	x	x

Vrsta	Grunj	Kastrum	Soline	Vrsar	Fraškerić	Paltana	Polje	Fenoliga	Porer	Škokovica	Šekovac	Franina	Kašteja	Bodulaš	Levan
<i>Processa</i> sp.				x				x							
<i>Scyllarides latus</i> (Latreille, 1802)	x		x	x	x			x	x	x	x	x	x		x
<i>Aetea sica</i> (Couch, 1844)		x		x	x	x	x	x	x					x	x
<i>Aetea truncata</i> (Landsborough, 1852)								x	x						
<i>Calpensia nobilis</i> (Esper, 1796)	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cellepora pumicosa</i> (Pallas, 1766)	x		x												
<i>Frondipora verrucosa</i> (Lamouroux, 1821)	x	x		x	x				x	x	x	x	x		x
<i>Homera frondiculata</i> Lamouroux, 1821			x	x	x		x	x	x					x	x
<i>Margaretta cereoides</i> (Ellis et Solander, 1786)	x			x					x	x		x			x
<i>Myriapora truncata</i> (Pallas, 1766)		x	x	x		x				x		x			
<i>Reptadeonella violacea</i> (Julien, 1903)	x				x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Reteporella feuerbornii</i> Hass, 1948		x						x	x	x		x			
<i>Schizobrachiella sanguinea</i> (Norman, 1868)			x	x		x	x	x	x					x	x
<i>Scrupocellaria scrupea</i> Busk, 1852	x	x	x					x	x					x	x
<i>Scrupocellaria reptans</i> (Linnaeus, 1767)		x	x	x	x			x	x		x		x	x	x
<i>Sertella septentrionalis</i> Harmer, 1933	x		x	x				x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Smittina cervicornis</i> (Pallas, 1766)	x	x	x							x	x	x	x		
<i>Antedon mediterranea</i> (Lamarck, 1816)							x			x		x			
<i>Holothuria forskali</i> Delle Chiaje, 1823	x	x	x			x		x	x		x		x		x
<i>Holothuria polii</i> Delle Chiaje, 1823	x		x	x				x	x						x
<i>Holothuria tubulosa</i> Gmelin, 1788	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758)	x		x			x	x			x	x	x			
<i>Brissus unicolor</i> (Leske, 1778)		x		x			x		x	x	x	x			x
<i>Echinocyamus pusillus</i> (Müller, 1776)	x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816)			x			x									
<i>Spatangus purpureus</i> (Müller, 1776)	x	x						x	x					x	x
<i>Sphaerechinus granularis</i> (Lamarck, 1816)	x		x	x	x	x	x	x			x		x		
<i>Asterina gibbosa</i> (Pennant, 1777)	x					x		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Astropecten aranciatus</i> (Linnaeus, 1758)			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Astropecten spinulosus</i> (Philippi, 1837)	x	x	x		x	x		x	x		x			x	x
<i>Coscinasterias tenuispina</i> (Lamarck, 1816)	x	x	x		x		x	x	x		x		x	x	x
<i>Echinaster sepositus</i> (Retzius, 1783)	x					x	x	x	x	x	x	x			x
<i>Marthasterias glacialis</i> (Linnaeus, 1758)	x		x		x			x	x	x		x		x	
<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	x	x				x					x		x		
<i>Ophioderma longicaudum</i> (Retzius, 1805)	x						x			x	x	x	x		
<i>Ophiothrix fragilis</i> (Abildgaard, 1789)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Ophiura albida</i> Forbes, 1839			x	x	x	x	x	x		x	x	x			

Vrsta	Grunj	Kastrum	Soline	Vrsar	Fraškerić	Paltana	Polje	Fenoliga	Poror	Škokovica	Šekovac	Franina	Kašteja	Bodulaš	Levan
<i>Aplidium conicum</i> (Olivi, 1792)	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Aplidium proliferum</i> (Milne-Edwards, 1841)	x		x		x	x									
<i>Ciona intestinalis</i> (Linnaeus, 1758)			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Diplosoma listerianum</i> (Milne Edwards, 1841)			x	x	x										
<i>Halocynthia papillosa</i> (Linnaeus, 1767)	x		x		x		x			x	x	x	x	x	x
<i>Microcosmus sabatieri</i> Roule, 1885		x	x	x	x	x	x		x	x		x			x
<i>Phallusia fumigata</i> (Grube, 1864)				x		x	x	x	x		x		x		
<i>Phallusia mammilata</i> (Cuvier, 1815)	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Sydnium elegans</i> (Giard, 1872)	x	x					x	x							
<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810			x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)		x	x	x		x									
<i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758)		x					x	x	x		x			x	x
<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758)	x		x	x	x	x	x				x				
<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Diplodus puntazzo</i> (Cetti, 1777)	x						x	x	x	x		x		x	
<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)								x	x	x	x	x	x	x	
<i>Diplodus vulgaris</i> (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	x		x	x	x		x								
<i>Gobius bucchichii</i> Steindachner, 1870	x	x				x		x	x	x	x	x		x	
<i>Gobius cruentatus</i> Gmelin, 1789			x	x	x		x			x		x			
<i>Gobius vittatus</i> Vinciguerra, 1883	x	x	x	x	x	x									
<i>Hippocampus guttulatus</i> Cuvier, 1829							x	x				x			
<i>Labrus merula</i> Linnaeus, 1758	x		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758	x	x						x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x				
<i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus, 1758)	x					x	x	x	x		x			x	x
<i>Parablennius rouxi</i> (Cocco, 1833)			x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758)	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Scorpaena notata</i> Rafinesque, 1810	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)	x						x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)	x		x		x			x	x					x	x
<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758)	x	x				x	x								
<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	x							x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Symphodus rostratus</i> (Bloch, 1797)	x		x		x		x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Thorogobius ephippitus</i> (Lowe, 1839)			x	x	x	x									
<i>Trigloporus lastoviza</i> (Bonnaterre, 1788)	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	
<i>Tripterygion tripteronotus</i> (Risso, 1810)	x		x		x	x		x	x		x			x	x

Životopis

Rođena sam 09. rujna 1995. godine u Puli gdje sam završila talijansku Osnovnu školu “Giuseppina Martinuzzi”. Godine 2010. upisala sam Opću gimnaziju Talijanske Srednje škole Dante Alighieri (Pula) te sam 2014. godine maturirala. Fakultetsko obrazovanje započinje preddiplomskim studijem Znanost o moru na Odjelu za prirodne i zdravstvene studije Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli iste godine. Isti sam studij završila 2018. godine obranivši rad pod naslovom “Postupak depuracije školjkaša” – mentor izv. prof. dr. sc. Ana Gavrilović, čime sam stekla titulu prvostupnice (baccalaurea) struke Znanosti o moru. Iste sam godine upisala Diplomski studij ekologije i zaštite prirode na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studija učlanila sam se u udrugu BIUS, volontirala u Centru za Invazivne vrste (CIV) - Institut za poljoprivredu i turizam Poreč te u Morskom obrazovnom centru Pula (MOC).