Rasprostranjenost i ekologija endemske makroalge Fucus virsoides J.Agardh na području Poreča, Funtane i Vrsara

Gljušćić, Edi

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:137:639406

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI

SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ ZNANOST O MORU

Edi Gljušćić

RASPROSTRANJENOST I EKOLOGIJA ENDEMSKE MAKROALGE *FUCUS VIRSOIDES* J. AGARDH NA PODRUČJU POREČA, FUNTANE I VRSARA

ZAVRŠNI RAD

Rovinj, 2016.

SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI

SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ ZNANOST O MORU

Edi Gljušćić

RASPROSTRANJENOST I EKOLOGIJA ENDEMSKE MAKROALGE *FUCUS VIRSOIDES* J. AGARDH NA PODRUČJU POREČA, FUNTANE I VRSARA

ZAVRŠNI RAD

JMBAG: 79-ZM

Status: Redovni student

Kolegij: Ekologija morskih algi i invazivne vrste

Mentor: Doc. dr. sc. Ljiljana Iveša

Rovinj, 2016.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani Edi Gljušćić, kandidat za prvostupnika (baccalaureus) ″Znanosti o moru″ ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student: Edi Gljušćić

_____

U Puli, 13. rujna 2016.

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

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

Mentor: Doc. dr. sc. Ljiljana Iveša

Povjerenstvo za ocjenjivanje i obranu:

Mentor: Doc. dr. sc. Ljiljana Iveša

Predsjednik: Doc. dr. sc. Gioconda Millotti

Član: Izv. prof. dr. sc. Tamara Đakovac

Datum i mjesto obrane završnog rada: 13. rujna 2016., CIM Rovinj.

Rad je rezultat samostalnog istraživačkog rada.

Edi Gljušćić

_____

Zahvala

Izrazio bih prije svega, veliku zahvalnost mentorici dr. sc. Ljiljani Iveša na nesebičnoj pomoći i dobroj volji bez kojih ovaj rad ne bi bio napisan. Zahvaljujem se također, njezinim kolegama dr. sc Massimu Devescoviju te dr. sc Tamari Đakovac na podršci i konstruktivnim savjetima, kao i doc. dr. sc. Giocondi Millotti. Zahvale bih proširio i na ostale djelatnike Laboratorija za ekologiju i sistematiku bentosa te cijelog CIM-a Rovinj na svim velikim i malim stvarima koje su bile esencijalne za moje obrazovanje i za izradu rada. Također bih zahvalio svojim kolegicama i kolegama na podršci i svakoj pomoći pri radu. Na kraju bih još posebno zahvalio roditeljima i obitelji bez kojih, moga obrazovanja ne bi bilo.

Sadržaj

1. Uvod 1

1.1. Taksonomija vrste *Fucus virsodies* J.Agardh 2

1.2. Morfologija jadranskog fukusa 2

1.3. Ekologija smeđe alge *Fucus virsoides* 3

1.4. Korištenje jadranskog fukusa 5

1.5. Cilj istraživanja 5

2. Materijali i metode 6

2.1. Kartiranje naselja smeđe alge *Fucus virsoides* 6

2.2. Metode uzorkovanja i mjerenja 7

2.3. Istraživane postaje 8

2.4. Rast talusa vrste *Fucus virsoides* u kamenim bazenima 20

3. Rezultati 21

3.1. Kartirana naselja jadranskog fukusa 21

3.2. Rast fukusa u kamenim bazenima 27

3.3. Abundancija jedinki fukusa 28

3.4. Morfometrija jedinki fukusa 31

3.5. Ostale karakteristike talusa i naselja fukusa na postajama 32

3.6. Flora i fauna 34

4. Diskusija 36

5. Zaključak 41

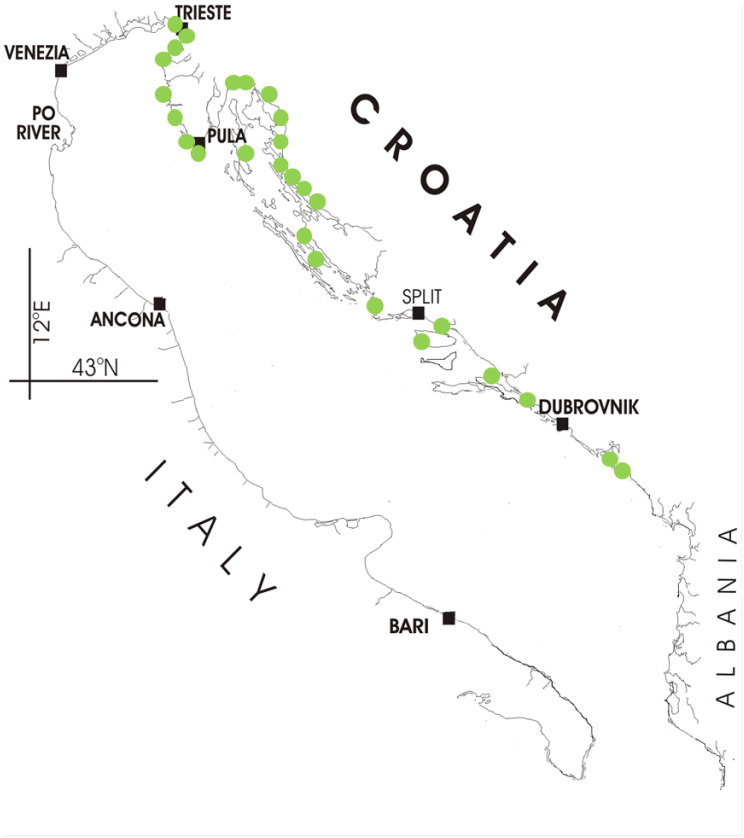
6. Literatura 42

7. Temeljna dokumentacijska kartica 45

8. Basic documentation card 46

1. Uvod

Većina znanja i podataka o biologiji jadranske alge *Fucus virsoides* J. Agardh dolazi od Josipa Lindarića koji je prije svoje egzekucije 1941. napisao iscrpnu studiju o biologiji i ekologiji jadranskog fukusa. Smeđa alga *Fucus virsoides* (hrv. „jadranski bračić“) je endem u Jadranu i uglavnom se nalazi na sjevernom dijelu istočne obale (Guiry i Guiry, 2016). Vrsta je rasprostranjena od Venecije, duž hrvatske i crnogorske (Slika 1; Lindarić, 1941) pa sve do albanske obale gdje je iznimno rijetka (Mačić, 2006). Do nedavno se smatralo, a i danas da je vrsta *F. virsoides* indikator čiste vode i odsutnosti antropogenog učinka na okoliš, međutim, istraživanja potvrđuju da fukus zapravo tolerira određeni stupanj onečišćenja i eutrofikaciju (Boero i sur., 2008) te da se ne može smatrati indikatorom stanja morske vode (Orlando-Bonaca i sur., 2013). U RH, alga *F. virsoides* je zaštićena vrsta zbog sve rjeđe prisutnosti na obalama, zbog uništavanja prirodne kamenite obale, ali i zbog promjene klime te zagrijavanja mora. Za jadranski fukus se također smatra da je reliktna vrsta iz proteklog ledenog doba (Boero i sur., 2008) te da je današnja rasprostranjenost i veličina pojasa fukusa u Jadranu tek dio nekadašnje.



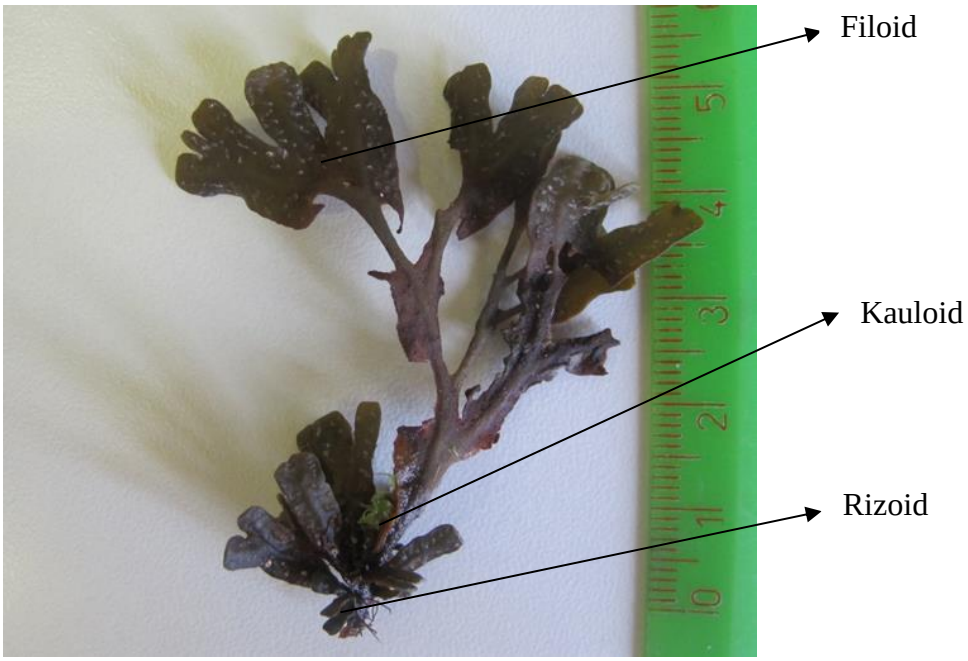
Slika 1. Karta rasprostranjenosti alge *Fucus virsoides* prema Lindariću (1949).

1.1. Taksonomija vrste *Fucus virsodies* J.Agardh

Vrsta *Fucus virsoides* je smeđa alga (Razred Phaeophyceae) reda *Fucales* u kojem u Jadranu još dolaze i svojte unutar rodova *Cystoseira* i *Sargassum.* Nazivlje jadranskog fukusa je došlo u pitanje kada je francuski algolog Sauvageau 1908. poistovjetio jadranski fukus s atlantskom vrstom *Fucus platycarpus* var. *spiralis.* Međutim, Sauvageau je i sam primijetio specifičnu rasprostranjenost i izolaciju jadranskog fukusa pa je naknadno i napustio svoju tvrdnju (Lindarić, 1949), a *F. virsoides* je ostao kao prihvaćeni naziv (Guiry i Guiry, 2016). Vouk, redaktor časopisa Acta Botanica 1941. (Lindarić, 1949) objašnjava kako je jasno iz Lindarićeve studije da se naziv „bračić“ nije koristio u govoru te da, kao umanjenica od riječi „brak“ (što označava morsku lokvicu), ne odnosi se na prirodno stanište alge *F. virsoides* koje je u pravilu u pojasu plime i oseke, najčešće izvan lokvica. Zbog toga, naziv nema ni logičkog ni stvarnog razloga, međutim to je jedna od tek nekoliko morskih makroalgi koje imaju hrvatsko ime, a naziv je u međuvremenu, od 40-ih godina zaživio. Ipak, u ovom radu kao neformalno, netaksonomsko ime koristi se „jadranski fukus“.

1.2. Morfologija jadranskog fukusa

Jadranski fukus, kao i sve srodne vrste, pripada višim, morfološki i anatomski vrlo diferenciranim makroalgama, a njegov se talus može raščlaniti u 3 različita djela (Slika 2; Lindarić, 1949): Bazalnu ploču (rizoid) obično konusnog ili spljoštenog, tanjurastog oblika; stabalce (kauloid) koji je na donjem djelu klasičnog, valjkastog oblika, a prema vrhovima spljošten zbog širenja u filoide, koji zauzimaju najveći dio talusa i sastoje se od dihotomski razgranatih segmenata. Sredinom svakog filoida prolazi centralno rebro koje ide sve do vegetacijskih vrhova.



Slika 2. Prikaz talusa alge *Fucus virsoides*.

Fucus virsoides je tamno do svjetlo smeđe boje ponekad i sa zelenkastom primjesom. Može narasti i veći od 20 cm, ali najčešće veličine je oko 7-10 cm. Vrsta ima i naprednu sposobnost regeneracije tkiva tako da svaka ozljeda filoida koja zahvaća centralno rebro, rezultira mladim ograncima (proliferacijama). Ukoliko centralno rebro nije ozlijeđeno, ne nastaju proliferacije (Lindarić 1949). Fukus spada u podrazred *Cyclosporeae*, za koji je karakteristično da je gametofit reduciran na gamete, a oplodnja se događa u vodenom stupcu.

1.3. Ekologija smeđe alge *Fucus virsoides*

Lindarić (1949) je detaljno opisao ekologiju jadranskog fukusa. Vrsta *Fucus virsoides* je mediolitoralna alga koja naseljava područja od gornjeg pa do donjeg mediolitorala što je čini amfibijskom vrstom. Preferira zaštićene uvale i zaljeve bez većeg mlataranja valova. Izloženost valovima, kao jedan od najvažnijih faktora koji utječu na razvoj vegetacijskog pojasa fukusa, opisuje i Munda (1972). Jadranski fukus preferira prosječnu izloženost valovima, dok je na izloženijim ili u izrazito zaštićenim uvalama obično zakržljalog oblika i sterilan (Munda, 1972). Raste na škrapovitim stijenama, ali i na kamenju koje je nepomično te ponekad i na umjetnoj betonskoj podlozi. Nadalje, *F. virsoides* je eurifotična vrsta koja zahtjeva veću količinu svjetla, ali to svjetlo također djeluje antagonistički na rast alge iz razloga što insolacija uzrokuje brz gubitak vlage i tekućine, što posredno, uzrokuje i gubitak sposobnosti asimilacije tj. fotosinteze. Naime, fukus iskorištava maksimum svjetla neposredno prije te neposredno nakon oseke dok

su talusi još vlažni (Lindarić, 1949). Po pitanju temperature, alga *F. virsoides* je specifična zato što se samo na osnovi temperature vode ne može odrediti njena ekološka temperaturna valencija, budući da provodi duže periode na suhom. Jadranski fukus je euritermna vrsta s optimumom pomaknutim prema nižim temperaturama. Međutim za određivanje prave temperaturne valencije jadranskog fukusa, potrebno je poznavati kretanje temperature vode i zraka u vegetacijskoj zoni jadranskog fukusa (Lindarić, 1949). Vrsta *F. virsoides* također pokazuje i svoj mikroeurihalini tip valencije (Lindarić, 1949) zato što je poznato da preferira staništa s dotokom slatke vode (Slika 3) koja može utjecati na smanjenje temperature i saliniteta te povećani donos nutrijenata. Vegetacijski pojas u kojem je vrsta *F. virsoides* raširen ovisi o svim gore spomenutim ekološkim parametrima. Međutim, posebno važan parametar za distribuciju fukusa je nagib obale. Ako je naselje fukusa na relativno strmoj obali, pojas fukusa će biti uzak zbog manje površine imerzne zone. Ukoliko je obala pretežito horizontalna, vegetacijski pojas fukusa bit će širi.



Slika 3. Naselje vrste *Fucus virsoides* blizu cijevi ispusta oborinskih voda. Lokacija: Plava laguna, Poreč.

1.4. Korištenje jadranskog fukusa

Vrsta *Fucus virsoides* je potencijalni indikator stanja okoliša (Božić, 2010). U literaturi, zabilježena je u područjima izvan, ali i pod antropogenim utjecajem, stoga nije na listi vrsta za klasifikaciju ekološkog stanja morske vode (Nikolić i sur., 2013). Jadranski fukus se može koristiti i kao test organizam za monitoring teških metala i posebno radionuklida poput ^{129}I i ^{137}Cs (Pavičić-Hamer i Barišić, 2011; Oster i Stibilj, 2008). Budući da je vrsta *F. virsoides* ugrožena i zaštićena (UNEP-PAM-RAC/SPA, 2012), takva se istraživanja više ne provode. Nadalje, jadranski fukus ne sadrži znatne količine tvari kao npr. proteini, manitol, masti i alginati, stoga ne predstavlja izvor sirovina i tvari za prehranu i industriju (Munda, 1972).

1.5. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja bio je: kartirati naselja jadranskog fukusa na području Poreča, Funtane i Vrsara, istražiti abundanciju i morfometriju vrste na izabranim postajama te upoznati popratnu biotu (Slika 4) u naseljima fukusa.

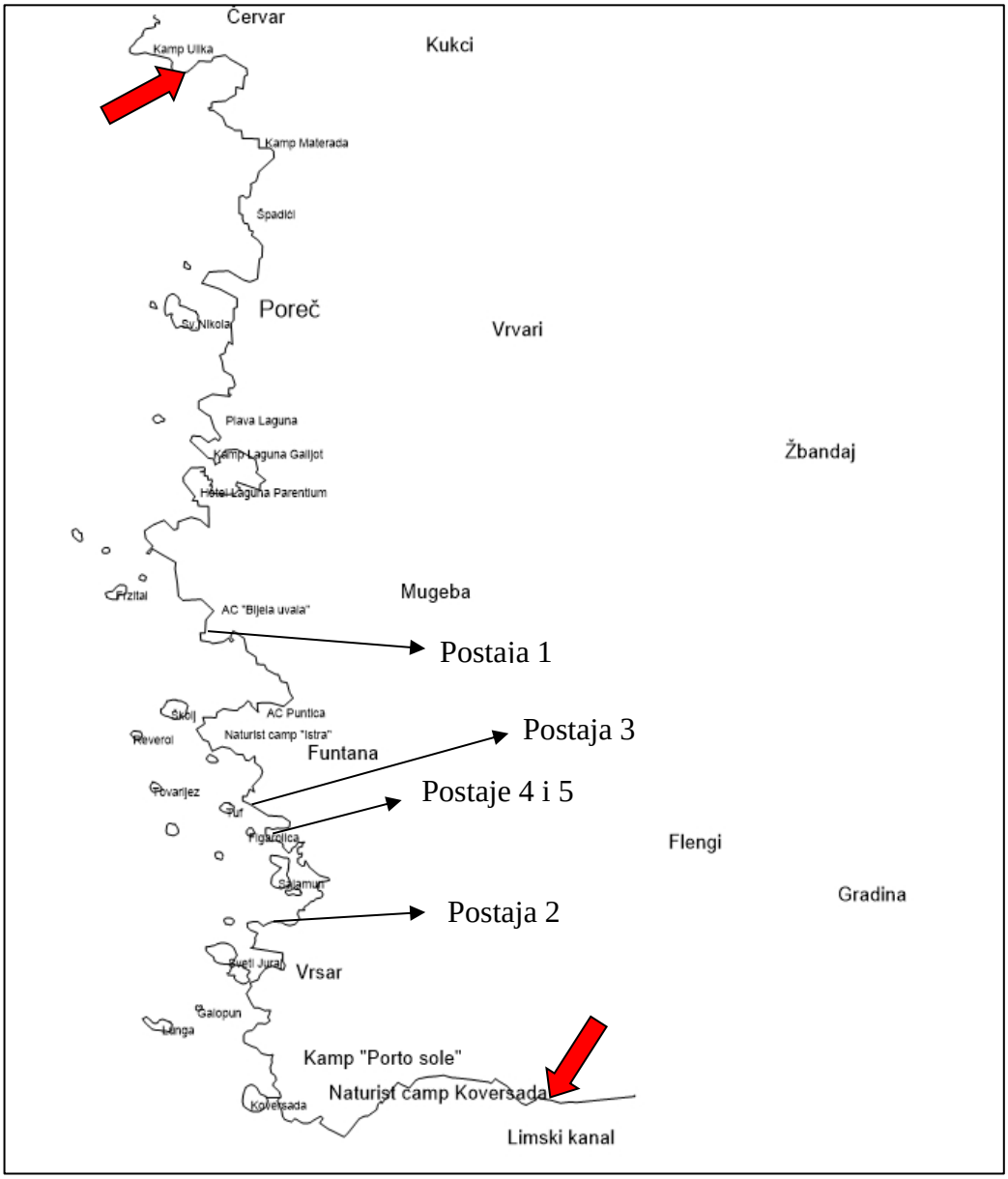


Slika 4. Vrsta *Fucus virsoides* s popratnim vrstama makroalgi.

2. Materijali i metode

2.1. Kartiranje naselja smeđe alge *Fucus virsoides*

Rasprostranjenost naselja jadranskog fukusa odredila se vizualnim opažanjem duž 29 km obale od Materade (Poreč) do Limskog kanala (Vrsar) uz pomoć aplikacije Google Earth tijekom lipnja 2016. godine (Slika 5). Za prikaz zabilježenih naselja fukusa na istraženom području koristila se aplikacija Surfer (Golden Software).



Slika 5. Područje na zapadnoj obali Istre na kojoj je provedeno kartiranje vrste *Fucus virsoides*. Crvenim strelicama je označeno područje unutar kojeg je provedeno kartiranje. Na karti su označene i postaje na kojima je provedeno uzorkovanje fukusa. Karta je originalno u mjerilu od 1:75000.

2.2. Metode uzorkovanja i mjerenja

Od svih zabilježenih naselja jadranskog fukusa, odabrano je 5 reprezentativnih naselja tj. postaja (Slika 5) u kojima je određena *in situ* abundancija i morfometrija vrste *Fucus virsoides*. Odabrane postaje su: AC Bijela uvala (Postaja 1), Valkanela jug (Postaja 2), Funtana resorts (Postaja 3), AC Valkanela Sj. 1 (Postaja 4) i AC Valkanela Sj. 2 (Postaja 5). Postaje 4 i 5 su neposredno jedna do druge i predstavljaju 2 kontinuirana naselja značajne veličine i biomase. U odabranim postajama, unutar kontinuiranog naselja fukusa uzorkovanje je provedeno u 10 nasumičnih kvadrata veličine 20x20 cm (Slika 6). Unutar svakog kvadrata određena je postotna pokrovnost i brojnost vrste *F. virsoides* te kvalitativna analiza flore i faune (kvadrat veličine 20x20 cm je podijeljen na 25 kvadratića). Algama je utvrđena postotna pokrovnost, a makrofauni frekvencija. Unutar istih kvadrata određene su sljedeće karakteristike naselja fukusa: tragovi predacije (odgrizeni vrhovi filoida), stupanj regeneracije talusa, prisutnost epifita na talusima i količina sedimenta. Prosječna dužina talusa fukusa po postaji određena je na temelju mjerenja najdužeg filoida u 20 nasumično odabranih jedinki fukusa. U istraženom području, osim navedenih 5 postaja tj. naselja fukusa, sva ostala zabilježena naselja bila su izuzetno prorijeđena ili točkasta.

Tip naselja fukusa u istraženom području razvrstan je po sljedećim kategorijama:

- kontinuirano naselje (Kategorija 5)
- kontinuirano do mozaično naselje (Kategorija 4)
- mozaično naselje (Kategorija 3)
- prorijeđeno do mozaično naselje (Kategorija 2)
- prorijeđeno naselje (Kategorija 1)

Karakteristike talusa i naselja fukusa kao tragovi predacije (odgrizeni vrhovi filoida), stupanj regeneracije talusa, prisutnost epifita na talusima i količina sedimenta određene su sljedećim kategorijama (Cormaci i sur., 2004):

1: Prisutno (0-5%)
2: Prisutno u značajnijoj količini (6-25%)
3: Srednje velika količina (26-50%)
4: Vrlo velika količina (51-75%)
5: Izrazito velika količina (76-100%)

Kategorija „+: ≤ 1%“ je implementirana u kategoriju „1“.

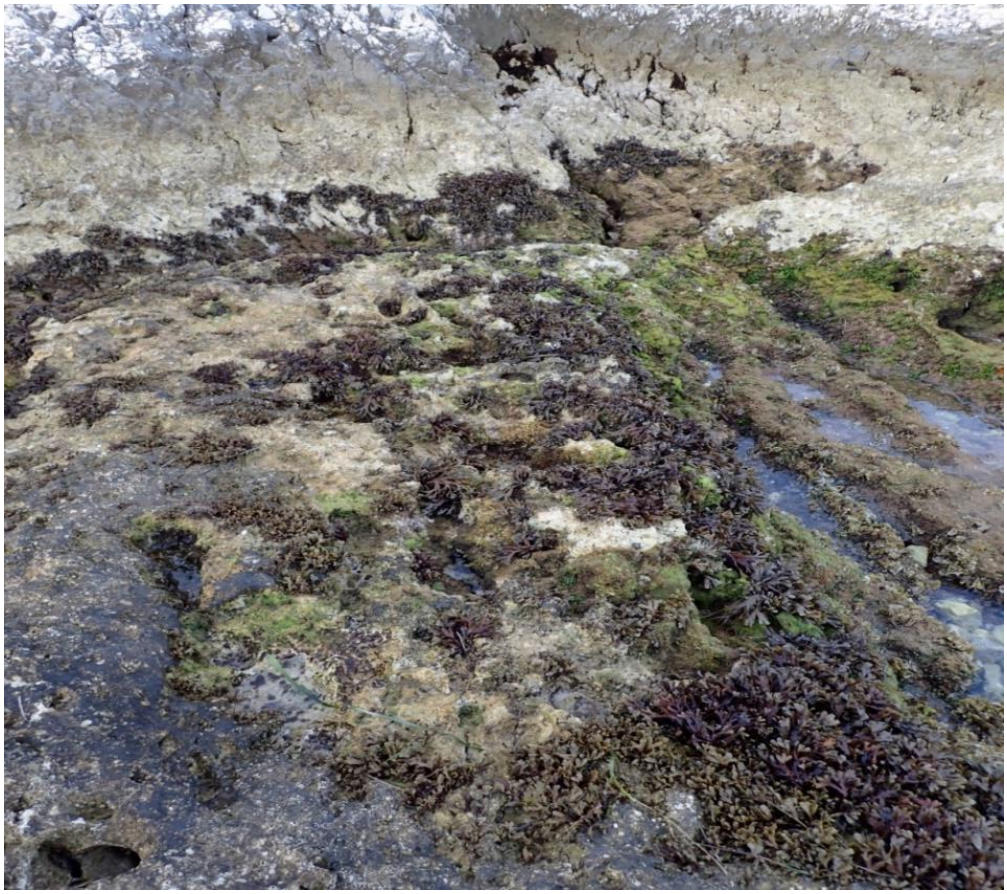


Slika 6. Uzorkovanje alge *Fucus virsoides* unutar kvadrata 20x20 cm.

2.3. Istraživane postaje

Naselja fukusa u istraženim postajama su se razlikovala u dimenziji, abundanciji alge i tipu naselja.

Naselje fukusa na postaji AC Bijela uvala (Postaja 1) (Slika 7) je površine 12,51 m^2. Nadmorska visina do koje se fukus vertikalno prostirao u zoni plime i oseke bila je od 15 do 20 cm, a naselje je bilo kontinuirano bez većih znakova degradacije (Kategorija 5). Na postaji je zabilježeno prisustvo puževa *Patella caerulea* i *Phorcus turbinatus* koji su brstioci te brahiurnih rakova *Pachygrapsus marmoratus* i blenida *Salaria pavo* koji su potencijalni predatori; *P. marmoratus* je oportunist i strvinar, *S. pavo* je u pravilu predator na male račiće, ali može također parcijalno konzumirati i biljnu hranu. Također je zabilježeno i prisustvo invazivne zelene alge *Caulerpa cylindracea* koja je tek došla u doticaj s vegetacijskim pojasom fukusa (Slika 8). Na ovoj postaji uočen je znatan udio jedinki fukusa koje rastu na vertikalnoj podlozi (Slika 9).



Slika 7. Naselje vrste *Fucus virsoides* na postaji AC Bijela uvala (Postaja 1).



Slika 8. Invazivna alga *Caulerpa cylindracea* (dolje lijevo prema sredini) u naselju alge *Fucus virsoides* (gore desno).



Slika 9. Vrsta *Fucus virsoides* na vertikalnoj podlozi.

Naselje vrste *Fucus virsoides* na postaji Valkanela jug (Postaja 2) bilo je manjih dimenzija, 4,2 m^2. Protezalo se na horizontalnoj podlozi čineći mozaično i prorijeđeno naselje (Kategorija 2), bez značajnog broja mladih jedinki (Slika 10). Ovo naselje sadržavalo je manji broj, uglavnom starijih jedinki ponegdje gusto pokrivenih epifitskim vrstama rodova *Cladophora* i *Ulva*. Od faune zabilježeno je prisustvo brstioca, puža *Patella caerulea* i sitnih školjkaša *Mytilaster minimus*, a potencijalni predatori nisu zabilježeni. Naselje je pod intenzivnim antropogenim utjecajem jer se nalazi na plaži u turističkom kampu. Rizici uključuju, ne samo onečišćenje vode i obale, već i mehaničko oštećivanje i nasipavanje te vađenje talusa zbog „estetskih razloga“.



Slika 10. Naselje vrste *Fucus virsoides* na postaji Valkanela jug (Postaja 2).

Naselje jadranskog fukusa na postaji Funtana resorts (Postaja 3) se nalazi na području turističkog naselja „Funtana“. Poprilično je izloženo valovima jer je usmjereno ka otvorenom moru. Prosječna površina naselja je 12,2 m^2 i mozaičnog je tipa (Kategorija 3) na pretežno horizontalnoj podlozi (Slike 11 i 12). Većina podloge na staništu je bila pokrivena sluzavim biofilmom (dijatomeje) (Slika 13). Prisutnost životinja bila je minimalna, a od ostalih algi dominirale su vrste rodova *Cladophora* i *Gelidium*. Vrsta *Ulva lactuca* se pojavljivala samo kao epifit i to u maloj frekvenciji. Jedinke fukusa uglavnom su bile starije s izraženim proliferacijama (regeneracija tkiva) dok mlade jedinke nisu uopće zabilježene.



Slika 11. Naselje vrste *Fucus virsoides* na postaji Funtana resorts (Postaja 3) lijeva strana.



Slika 12. Naselje vrste *Fucus virsoides* na postaji Funtana resorts (Postaja 3) desna strana.



Slika 13. Stijene prikrivene sluzavim algama na Postaji 3.

Naselja fukusa na postajama AC Valkanela Sj. 1 i 2 (Postaje 4 i 5) su toliko blizu da se mogu promatrati i kao jedno naselje parcijalno odvojeno fizičkom barijerom (Slika 15). Oba su naselja kontinuirana i gusta (Kategorija 5) s većim brojem jedinki koje rastu na vertikalnoj podlozi protežući se do nadmorske visine u rasponu od 10 do 20 cm. U naselju je zabilježena veća frekvencija brstioca i potencijalnih predatora fukusa. Posebno je zanimljivo i da su puževi vrste *Patella caerulea* na sebi nosili jedinke fukusa kao epifite (Slika 14).



Slika 14. Vrsta *Fucus virsoides* kao epifit na priljepku *Patella caerulea*.



Slika 15. Naselje fukusa na postaji AC Valkanela Sj. 1 (Postaja 4). Strelica označava naselje na postaji AC Valkanela Sj. 2 (Postaja 5) koje je pregrađeno stijenama.

Naselje fukusa na postaji 4 (Slika 16) površine je 15,84 m^2 i razlikuje se od ostalih po tome što jedino ima jedinke na umjetnoj podlozi. U istom je naselju zabilježena prisutnost invazivne alge *Caulerpa cylindracea*, međutim nema znakova prerastanja jedinki fukusa. Uočio se i veći broj potencijalnih predatora *Pachygrapsus marmoratus,* a prvi puta se naišlo i na tragove predacije nad fukusom (Slika 20). U naselju je prisutan znatan broj epifita, prvenstveno algi roda *Cladophora* (Slika 17) te nešto rjeđe, alge *Ulva lactuca*. U pojedinim bačenim kvadratima mogao se izbrojati i veći broj mladih jedinki fukusa što bi moglo ukazivati na stabilno stanje naselja koje se već nalazi na doista povoljnoj lokaciji jer je zaštićeno od direktnih udara valova, pod utjecajem je malih dotoka slatke vode (oborine i usluge kampa npr. WC, tuširanje i sl.) te ima povoljnu insolaciju.



Slika 16. Naselje fukusa na postaji AC Valkanela Sj. 1 (Postaja 4).



Slika 17. Prisustvo epifita na talusima fukusa.

Naselje fukusa na postaji AC Valkanela Sj. 2 (Postaja 5) (Slika 18) je površine 25,6 m^2 i ima najveću zabilježenu gustoću jedinki te izuzetno velik broj mladih (juvenilnih i ovogodišnjih) jedinki, što bi mogao biti pozitivan znak širenja naselja. Naselje naoko izgleda mozaično, no centralni su mu dijelovi izrazito napučeni, posebno mladim jedinkama koje rastu u iznimnoj gustoći (preko 200 mladih jedinki u kvadratu) (Slika 19). I periferni dijelovi naselja sadrže mlade jedinke što također, kao i pojedinačni izolirani talusi, ukazuje na moguće širenje naselja. Procesu širenja bi potencijalno mogli pridonijeti i puževi *Patella caerulea* koji na sebi ponekad nose jednu ili više jedinki jadranskog fukusa kao epifit (Slika 14).



Slika 18. Naselje fukusa na postaji AC Valkanela Sj. 2 (Postaja 5).



Slika 19. Velik broj mladih jedinki fukusa unutar kvadrata 20x20 cm na postaji AC Valkanela Sj. 2 (Postaja 5).

Još jedna karakteristika ovog naselja fukusa su dosta česti znakovi predacije. Predacija se prepoznaje po ozljedama talusa koje nalikuju na rezove škarama (Slika 20), bez regeneracije tkiva. Takve ozljede talusa fukusa nisu se susretale u prve 3 postaje i tek minimalno u postaji 4, što ukazuje na aktivnu predaciju. Kao što je već spomenuto, potencijalni predatori uključuju rakove (*Pachygrapsus marmoratus, Calcinus* sp.), ali i ribe (*Salaria pavo* i *Sarpa salpa*). Oštećenje tkiva, naime, može nastati i prilikom hranjenja nad epifitima koji rastu na talusu fukusa što je čest slučaj kod vrsta rodova *Cystoseira* i *Sargassum*. Uzročnici takvih ozljeda mogu biti i veći organizmi poput rakova *Eriphia verrucosa* i *Carcinus aestuarii*. U ovom naselju epifiti su bili brojni, od kojih najbrojniji unutar rodova *Cladophora* i *Ulva*. U odnosu na prijašnje postaje, na ovoj postaji je uočena znatna količina sedimenta u naselju (Slika 21), koji je ponegdje pokrivao kamenje te kratke kauloide fukusa. Međutim, oštećenja talusa zbog povećane količine sedimenta nisu zamijećena.



Slika 20. Znakovi predacije na talusima fukusa.



Slika 21. Prisutnost sedimenta u naselju fukusa na postaji AC Valkanela Sj. 2 (Postaja 5).

2.4. Rast talusa vrste *Fucus virsoides* u kamenim bazenima

Paralelno s kartiranjem i istraživanjem naselja *in situ*, proveo se eksperiment rasta jedinki u kamenim bazenima u Centru za istraživanje mora Rovinj. Na terenu je sakupljeno 10 jedinki fukusa s dužim kauloidom kako bi se mogli pričvrstiti za vapnenačku podlogu (kirmenjak) dvokomponentnim ljepilom. Jedinke su postavljene u bazen koji je imao stalan dotok svježe morske vode. Kroz 6 tjedana, jednom tjedno, mjerila se visina talusa kako bi se dobio uvid u brzinu rasta (Slika 22)



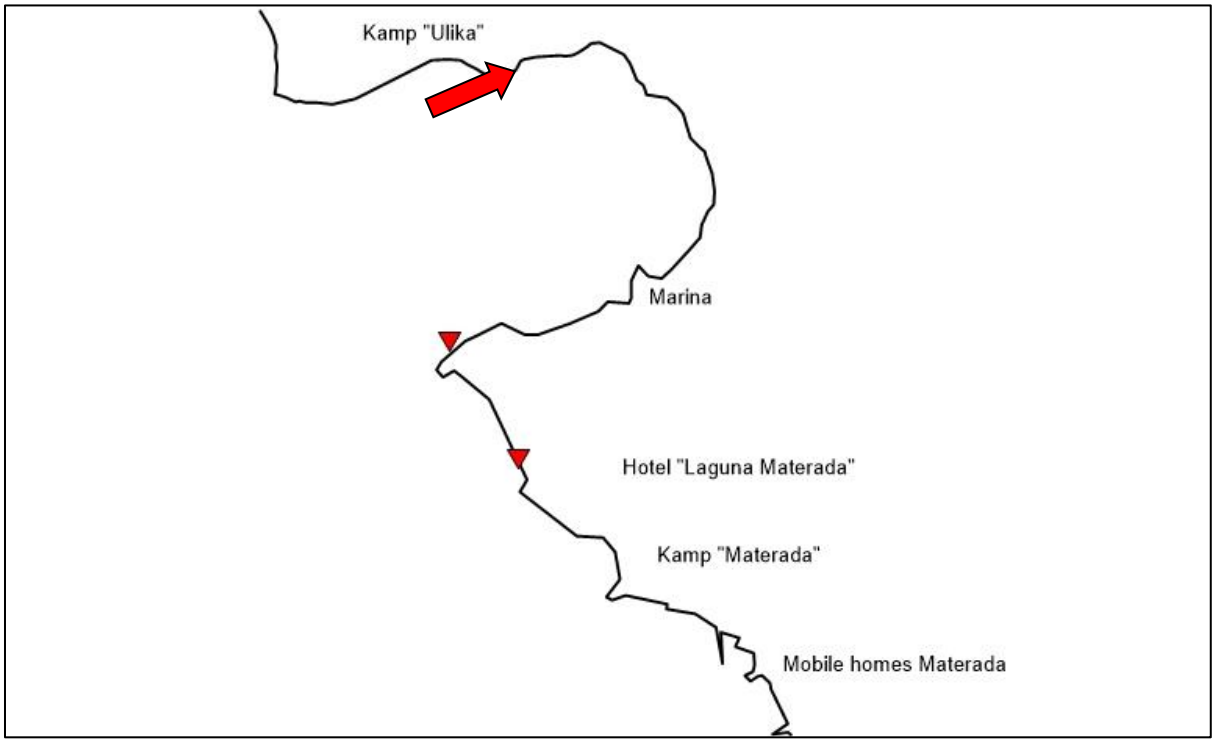
Slika 22. Eksperiment rasta fukusa u bazenima CIM-a Rovinj.

3. Rezultati

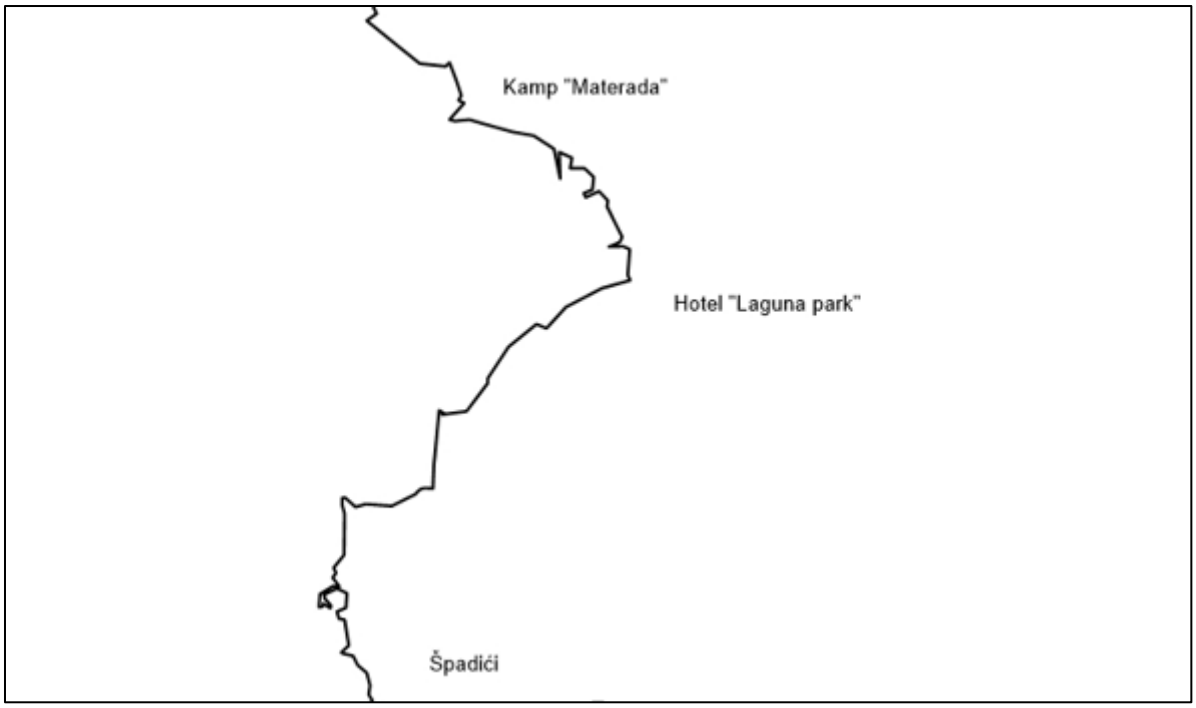
Cjelokupni sirovi podaci i karte distribucije naselja fukusa se nalaze u originalnim datotekama na priloženom nosaču podataka.

3.1. Kartirana naselja jadranskog fukusa

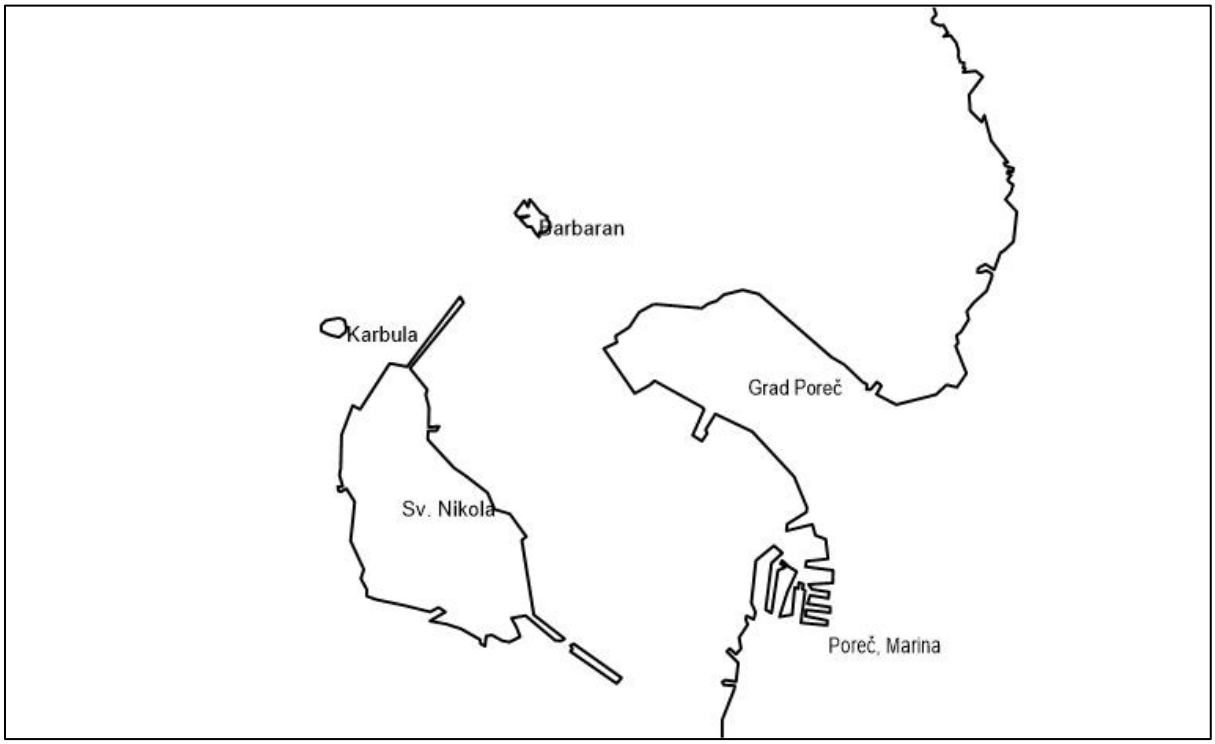
Na području Poreča ukupno je utvrđena prisutnost 7 naselja vrste *Fucus virsoides* (Slike 23-28). Sva naselja su bila rijetko naseljena jedinkama fukusa, stoga ova naselja nisu uzeta kao postaje za uzorkovanje.



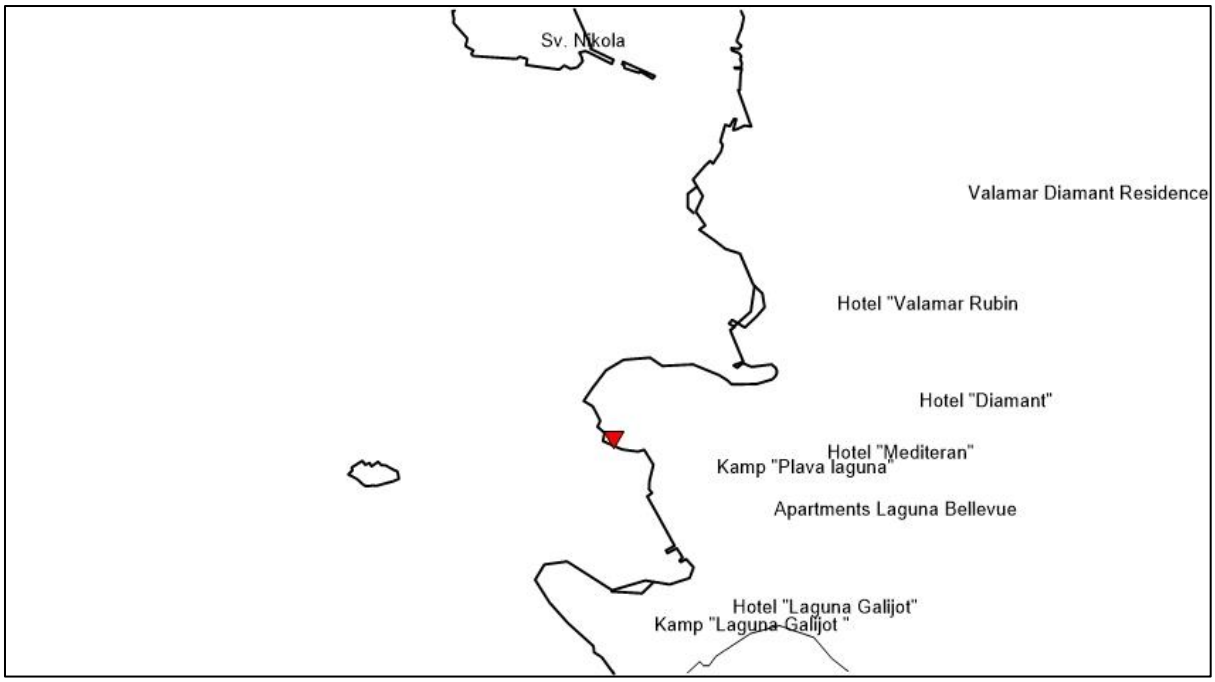
Slika 23. Naselja jadranskog fukusa zabilježena od Materade do Špadića (područje Poreča). Strelica označava početak kartiranog područja. Trokutićima su označena zabilježena naselja fukusa.



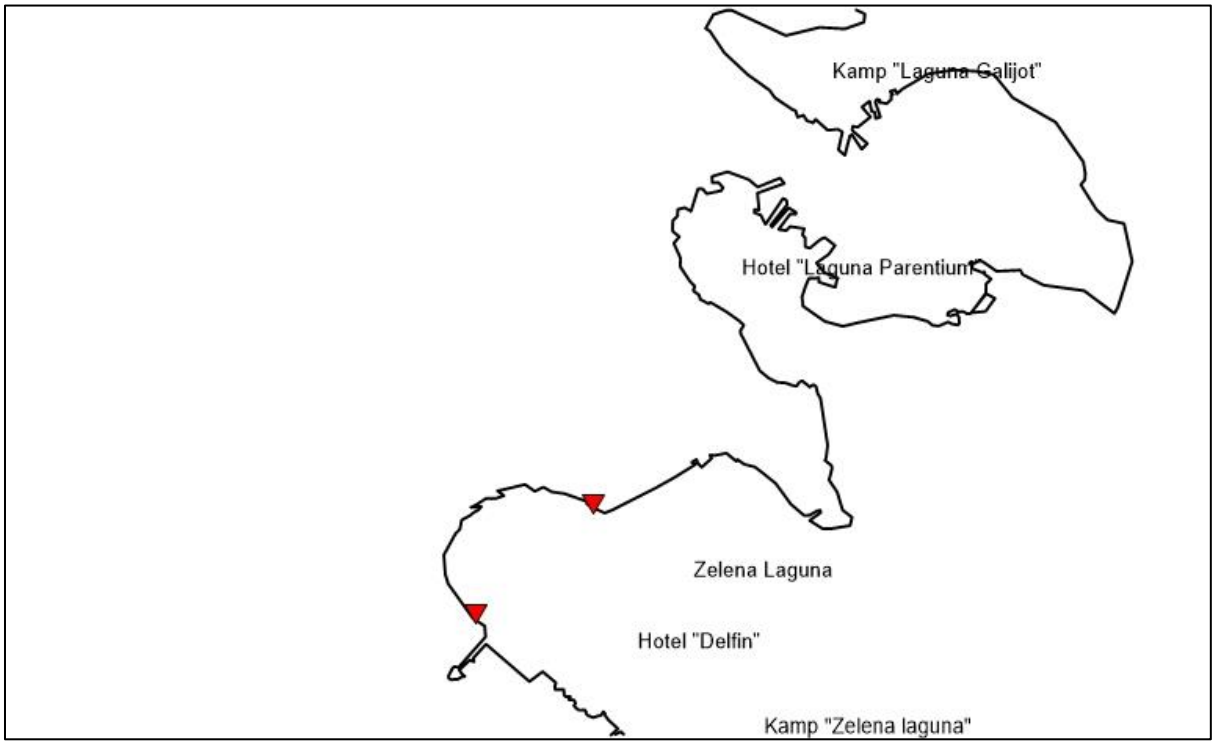
Slika 24. Područje grada Poreča bez zabilježenih naselja jadranskog fukusa.



Slika 25. Područje grada Poreča bez zabilježenih naselja jadranskog fukusa.

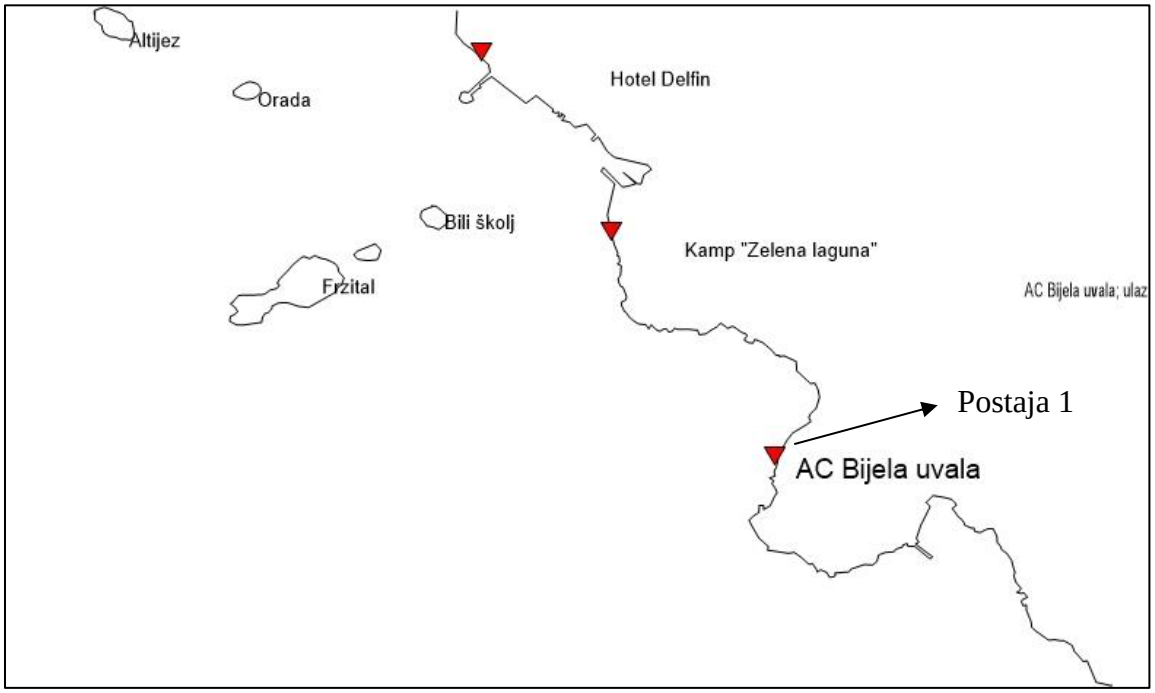


Slika 26. Naselje jadranskog fukusa zabilježeno od grada Poreča do Plave lagune (područje Poreča). Trokutićem je označeno zabilježeno naselje fukusa.

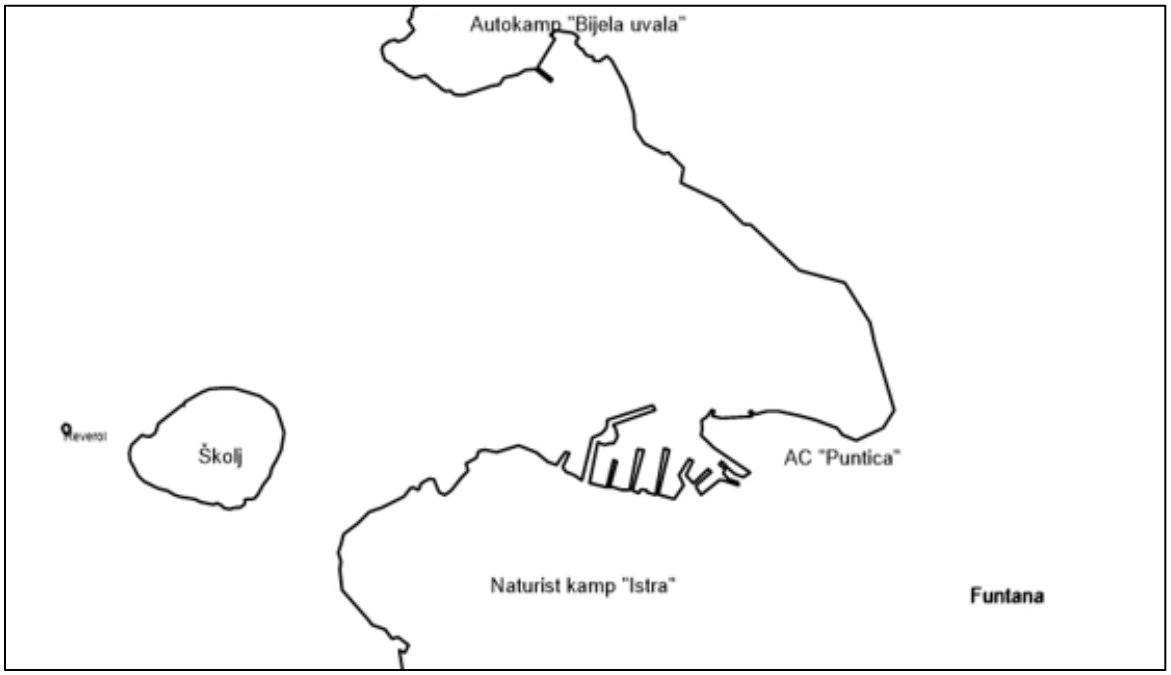


Slika 27. Naselja jadranskog fukusa zabilježena od Plave lagune do AC Zelena laguna (područje Poreča). Trokutićima su označena zabilježena naselja fukusa.

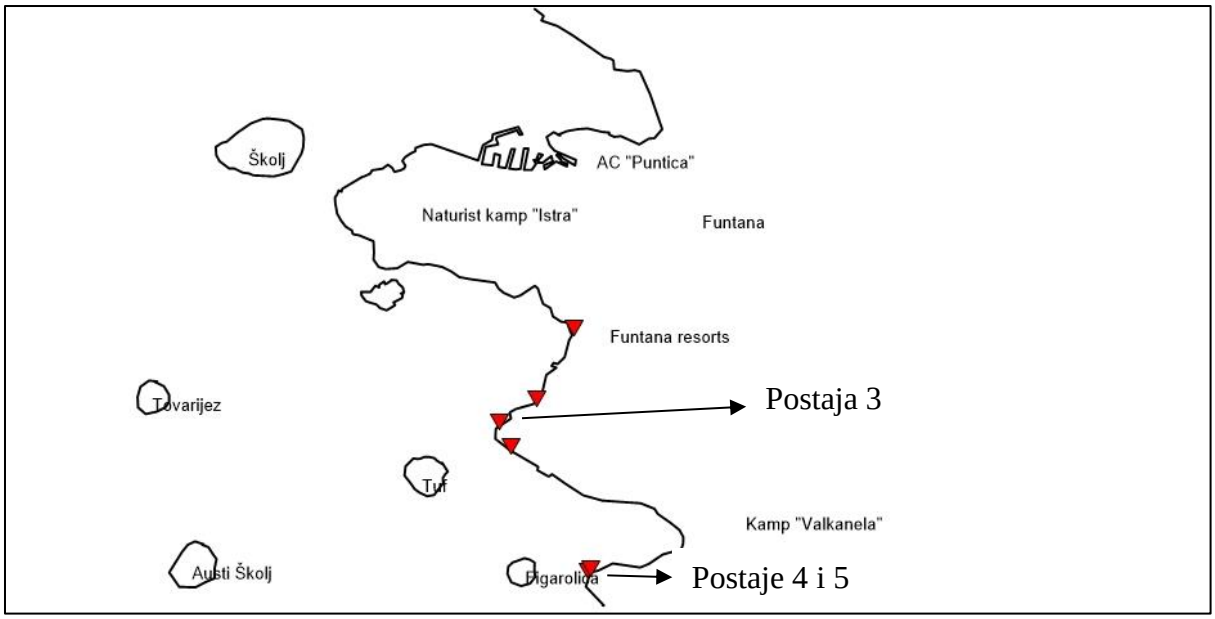
Na području Funtane ukupno je utvrđena prisutnost 7 naselja vrste *Fucus virsoides* (Slike 28-31). Većina kartiranih naselja su bila u iznenađujuće dobrom stanju s malim stupnjem degradacije, od kojih su čak 4 naselja bila reprezentativna za uzorkovanje fukusa.



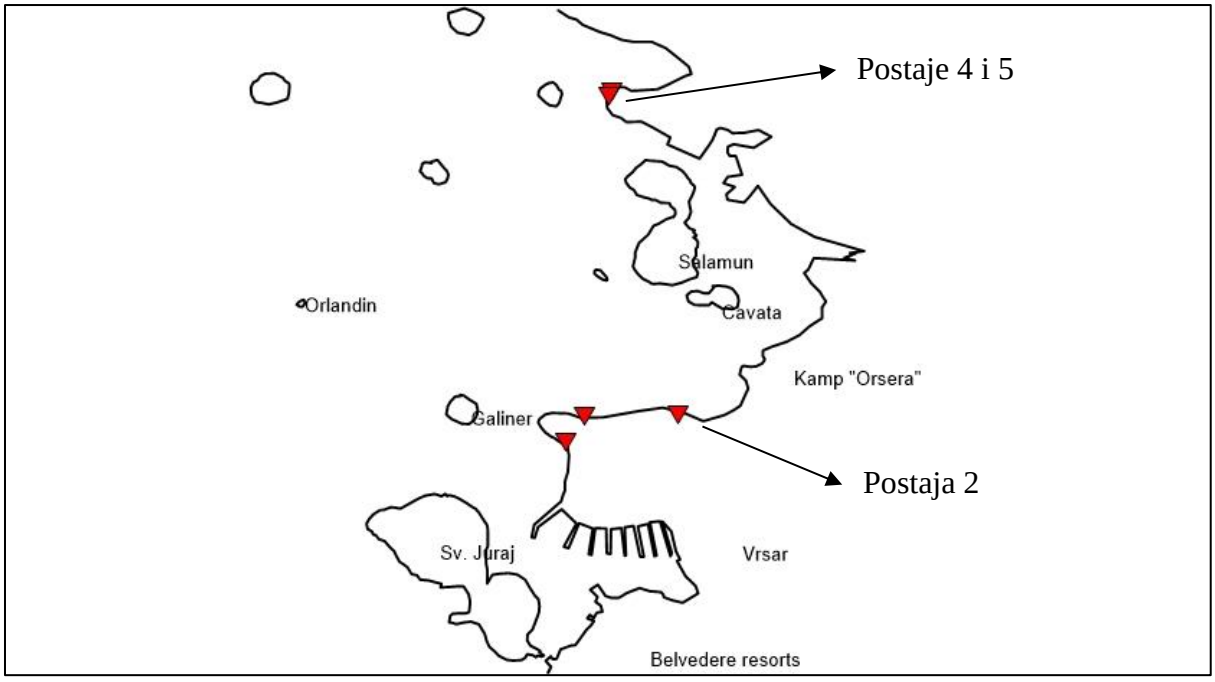
Slika 28. Naselja jadranskog fukusa zabilježena od AC Zelena laguna (područje Poreča) do AC Bijela uvala (područje Funtane). Trokutićima su označena zabilježena naselja fukusa.



Slika 29. Područje Funtane bez zabilježenih naselja jadranskog fukusa.

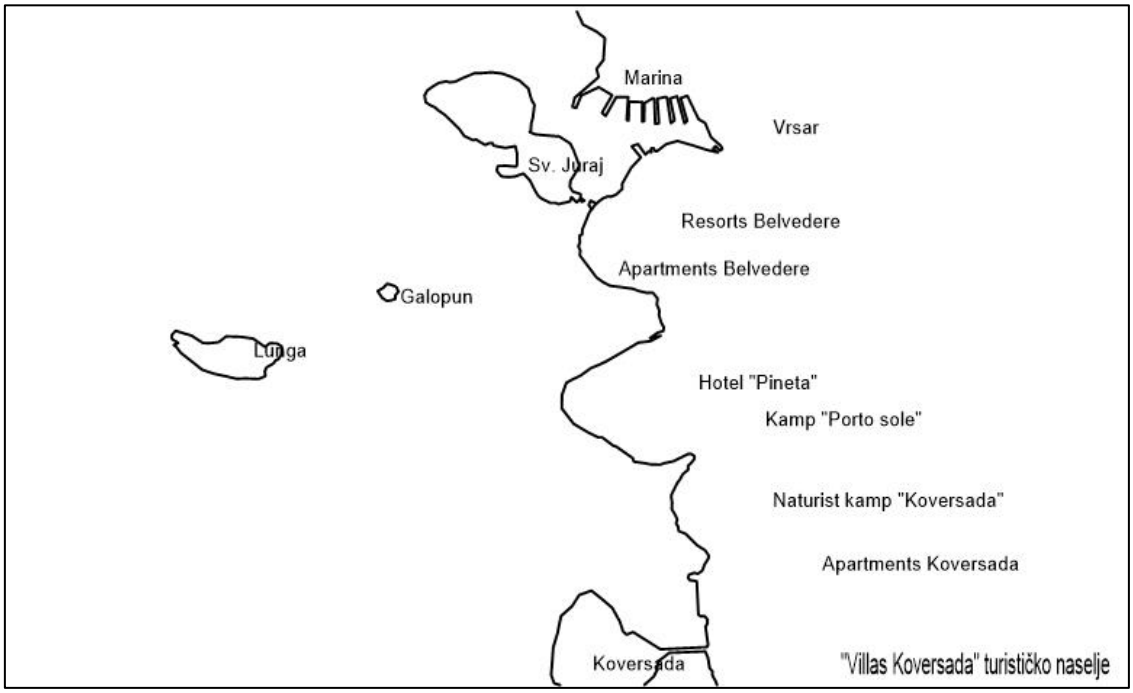


Slika 30. Naselja jadranskog fukusa zabilježena od AC Puntica do Kampa "Valkanela" (područje Funtane). Trokutićima su označena zabilježena naselja fukusa.

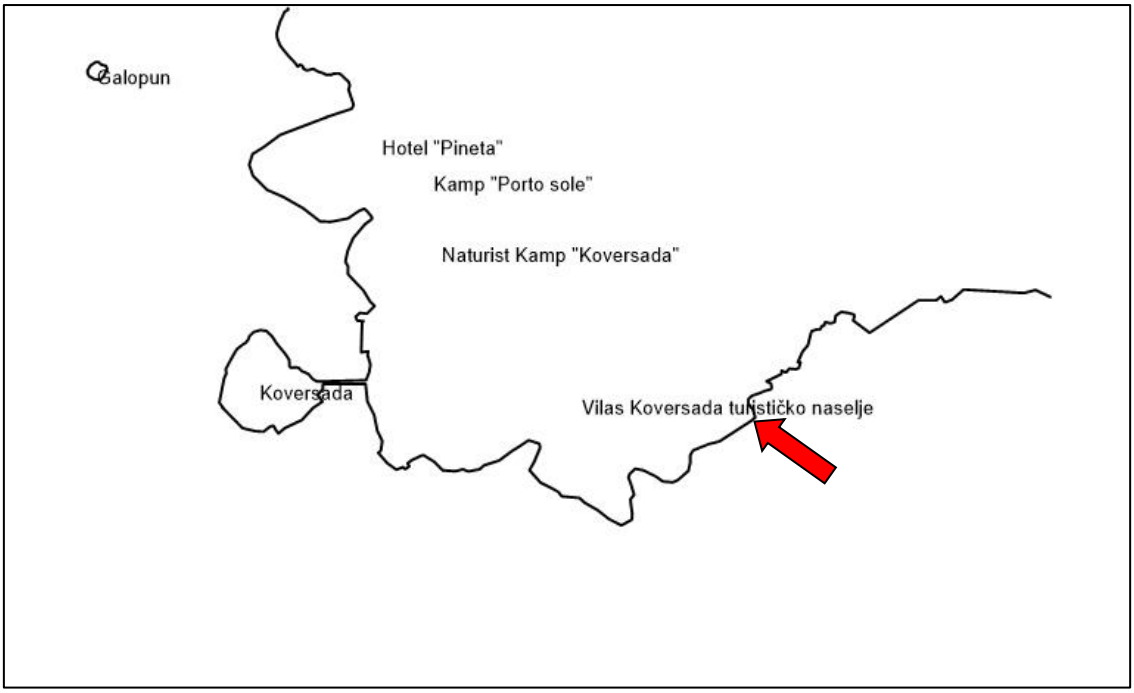


Slika 31. Naselja jadranskog fukusa zabilježena od sjevera Kampa "Valkanela" (područje Funtane) do Otoka Sv. Juraj (područje Vrsara). Trokutićima su označena zabilježena naselja fukusa.

Na području Vrsara ukupno je utvrđena prisutnost 3 naselja vrste *Fucus virsoides* (Slike 31-33). Sva 3 kartirana naselja bila su površinom mala i prorijeđena, uključujući i naselje na postaji 2, koje je uzeto kao reprezentativno naselje za uzorkovanje fukusa.



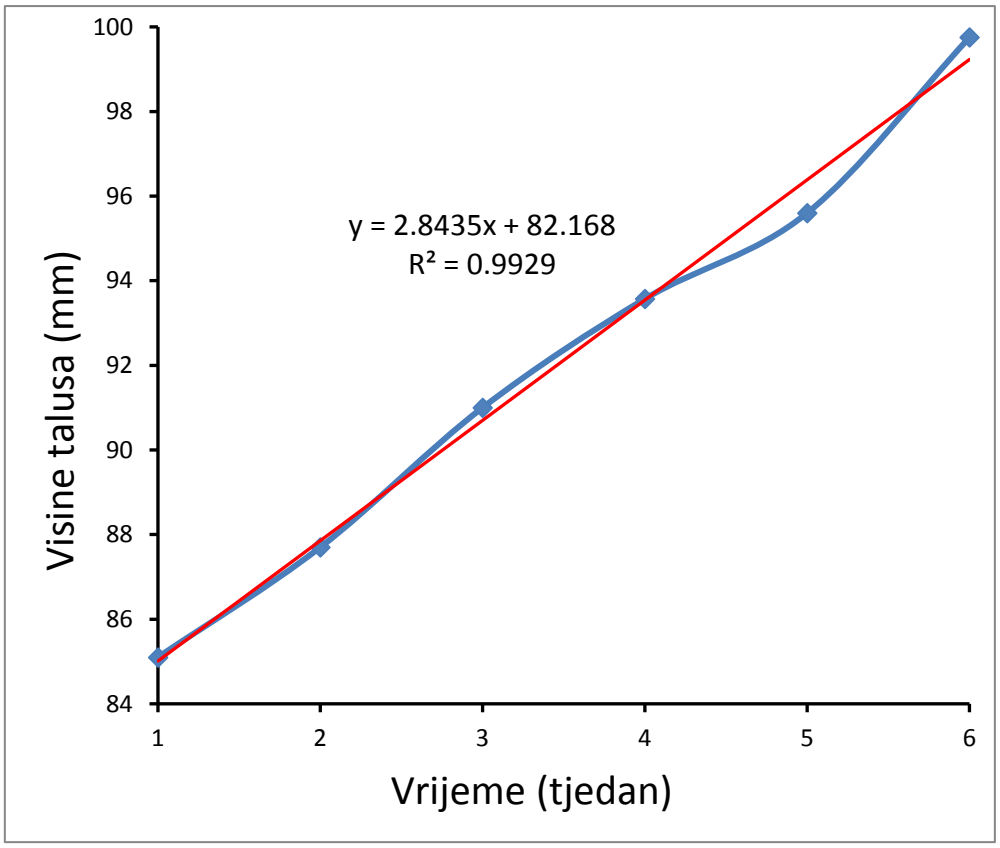
Slika 32. Područje od grada Vrsara do Kampa Koversada bez zabilježenih naselja fukusa.



Slika 33. Područje Kampa Koversada, turističkog naselja Vilas Koversada i početka Limskog kanala (područje Vrsara) bez zabilježenih naselja fukusa. Strelica označava kraj kartiranog područja.

3.2. Rast fukusa u kamenim bazenima

Kroz 6 tjedana zamijećen je i izmjeren je rast talusa pokusnih jedinki *Fucus virsoides*. Od prosječne visine talusa u prvom tjednu od 85,1 mm (n=10), jedinke su kroz 6 tjedana narasle do prosječne visine od 99,8 mm (n=4; opstale jedinke) (Slika 34). Broj jedinki s vremenom opada zbog odvajanja gornjeg dijela talusa od podloge (kidanja kauloida) što je onemogućavalo mjerenje najdužih filoida i zaustavilo eksperiment na šestom tjednu. Rast u kontroliranim uvjetima također govori o adaptabilnosti ove alge te o mogućnosti kultivacije za različite potrebe istraživanja.



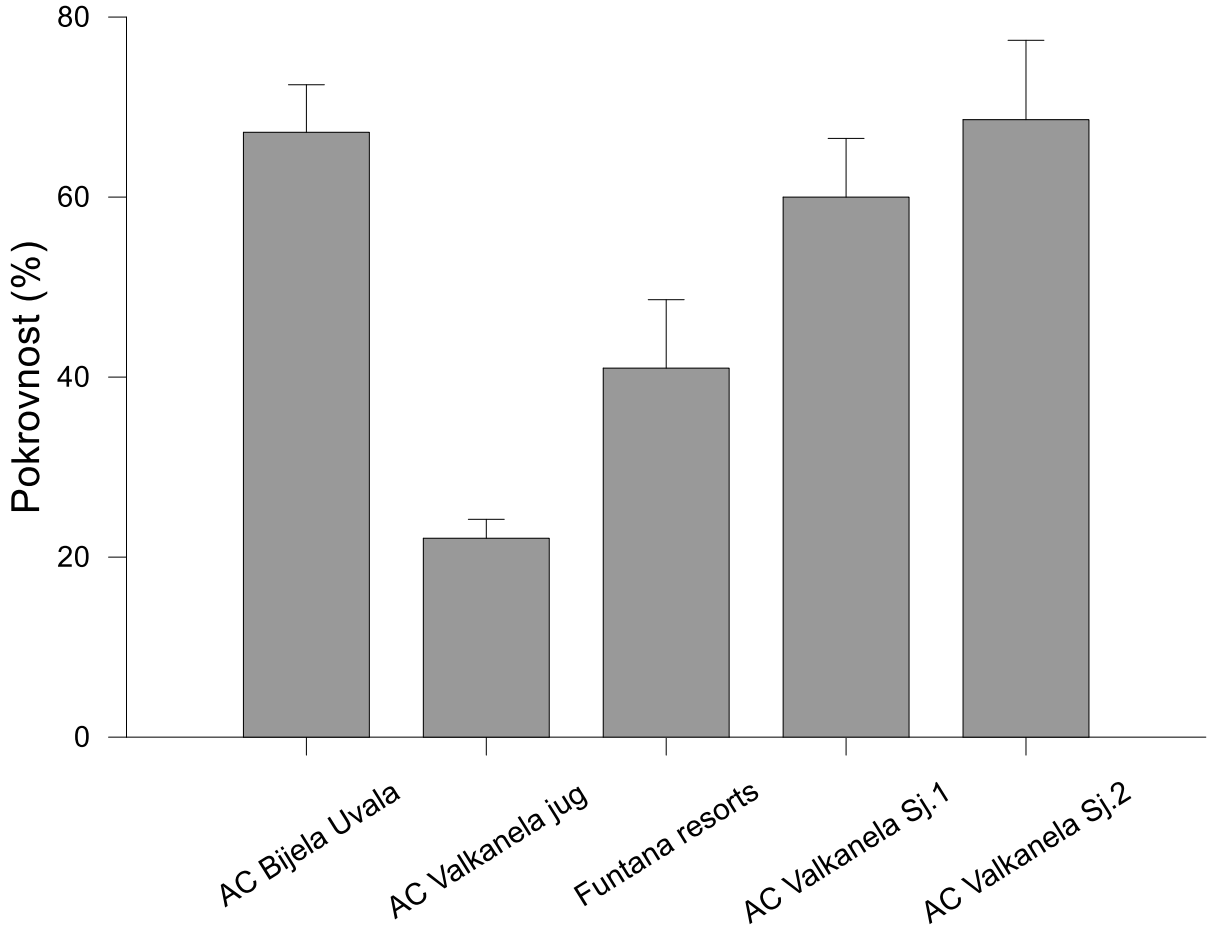
Slika 34. Grafički prikaz prosječnog rasta 10 jedinki *Fucus virsoides* kroz 6 tjedana u prirodnoj morskoj vodi (NSW) u kamenim bazenima bez simulacije plime i oseke i bez doziranja hranjivih soli te bez umjetnog osvjetljenja.

Nakon izvršenog eksperimenta, većina se talusa prebacilo u susjedni bazen dok su neki ostavljeni kako bi se potencijalno prihvatili. Nakon otprilike 45 dana, zamijetilo se kako na dnu bazena raste velik broj mladih talusa fukusa, visine cca 1-2 cm, bez dihotomskog razgranjenja. Neplanirani produkti eksperimenta rasta, potvrđuju da se, u određenim uvjetima (otvoreni sustav, isključeni predatori, čišćenje sedimenta), reprodukcija fukusa može i inducirati te maksimizirati.

3.3. Abundancija jedinki fukusa

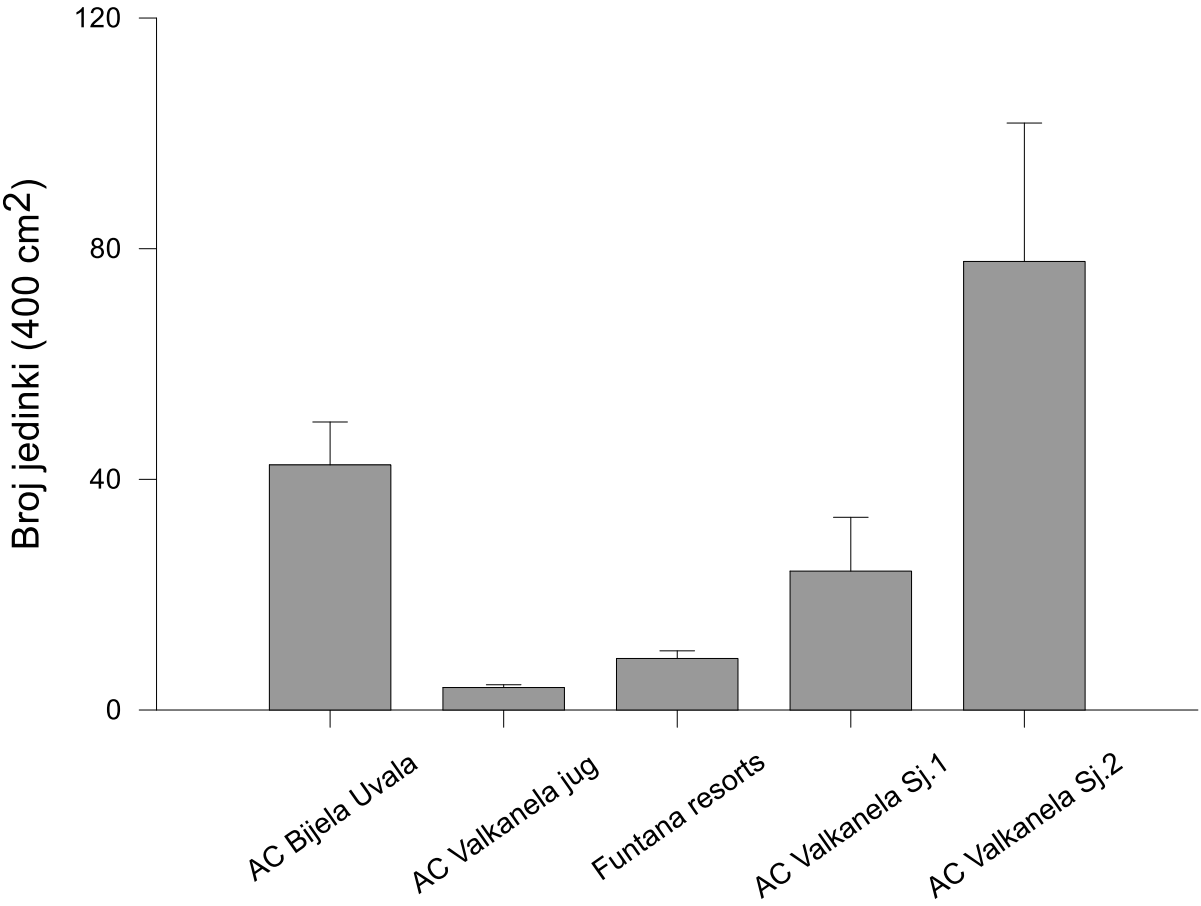
Abundancija naselja fukusa u istraženom području prikazana je na temelju brojnosti juvenilnih jedinki, ukupnoj brojnosti jedinki te pokrovnosti.

Najviša pokrovnost jedinki fukusa utvrđena je na postaji AC Valkanela Sj. 2 (Postaja 5) i iznosila je 68,6 %, a najniža pokrovnost je izmjerena je na postaji AC Valkanela jug (Postaja 2) i iznosila je 22,1 % (Slika 35).

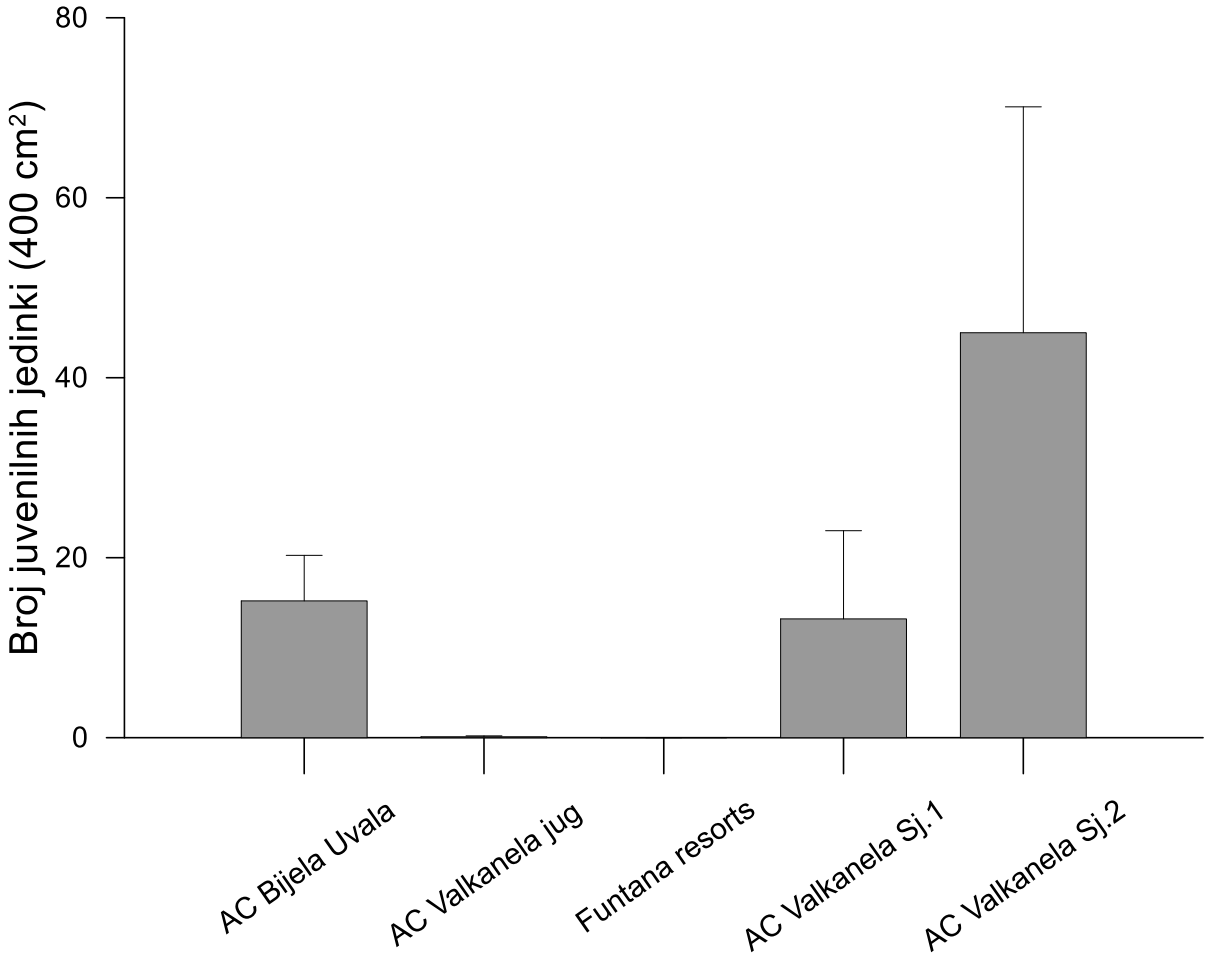


Slika 35. Prosječna pokrovnost jedinki *Fucus virsoides* po postajama. Podaci predstavljaju prosječnu vrijednost i standardnu pogrešku od 10 replikata.

Najveći broj jedinki je zabilježen na postaji AC Valkanela Sj. 2 (Postaja 5) i iznosio je 78 jedinki na 400 cm^2. Vrijednost je izuzetno visoka zbog velikog broja mladih tj. juvenilnih jedinki koji u prosijeku iznosi 45 jedinki na 400 cm^2 (Slike 36 i 37). Najniži broj jedinki je utvrđen na postaji AC Valkanela jug (Postaja 2) i iznosio je 4 jedinke na 400 cm^2, međutim u uzorkovanim kvadratima ipak se mogla pronaći pokoja juvenilna jedinka (Slika 37). Na postaji Funtana resorts (Postaja 3) nije pronađena nijedna juvenilna jedinka.



Slika 36. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki fukusa (odrasle+juvenilne+ovogodišnje) u istraženom području. Podaci predstavljaju prosječnu vrijednost i standardnu pogrešku od 10 replikata.

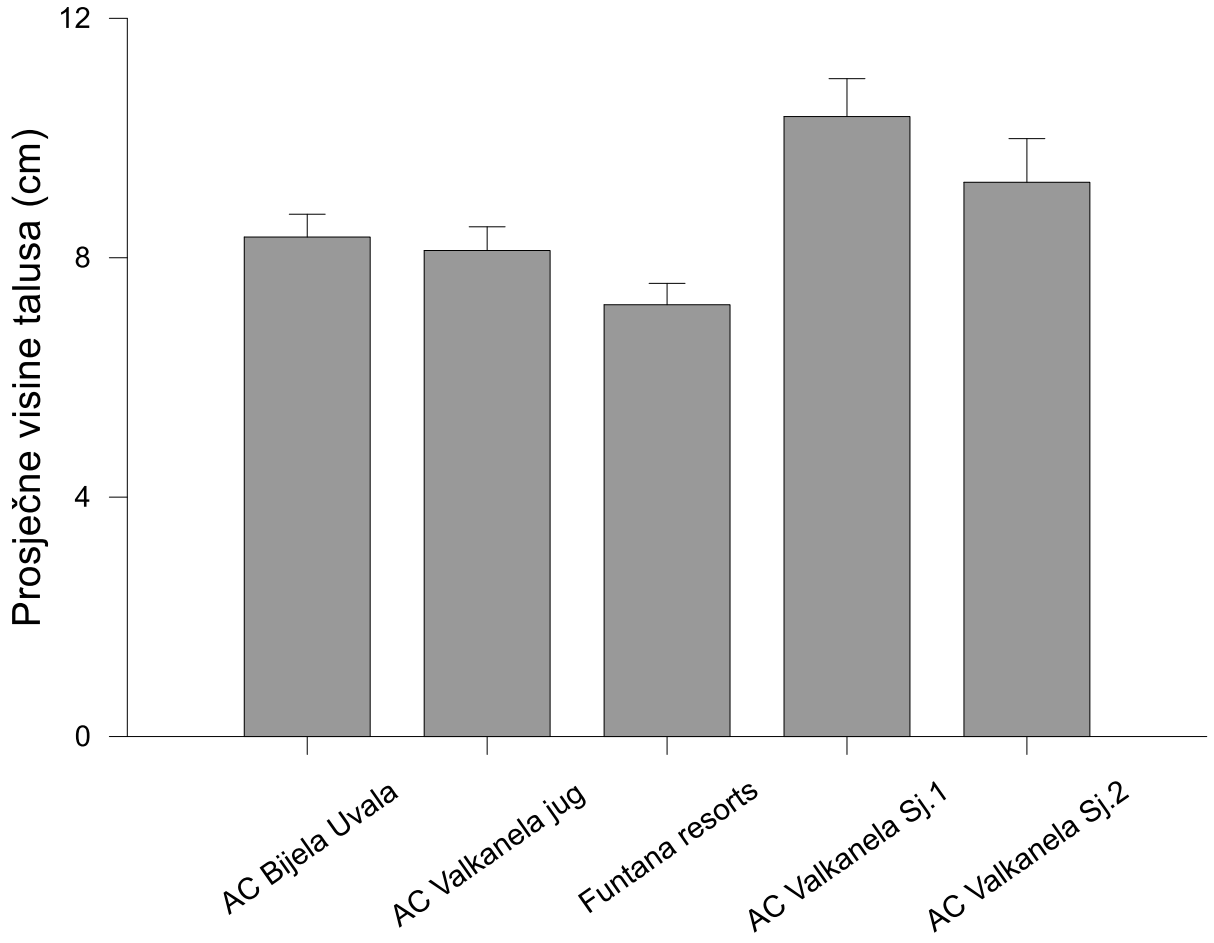


Slika 37. Grafički prikaz ukupnog broja juvenilnih jedinki fukusa (uključujući i ovogodišnje „mladice“) u istraženom području. Podaci predstavljaju prosječnu vrijednost i standardnu pogrešku od 10 replikata.

3.4. Morfometrija jedinki fukusa

Zbog ugroženosti i zaštićenosti jadranskog fukusa kao i prorijeđenih naselja i malog broja jedinki nisu se provela destruktivna uzorkovanja. Kao jedina morfometrijska karakteristika izmjerena je visina najdužeg filoida u 20 talusa fukusa po postaji.

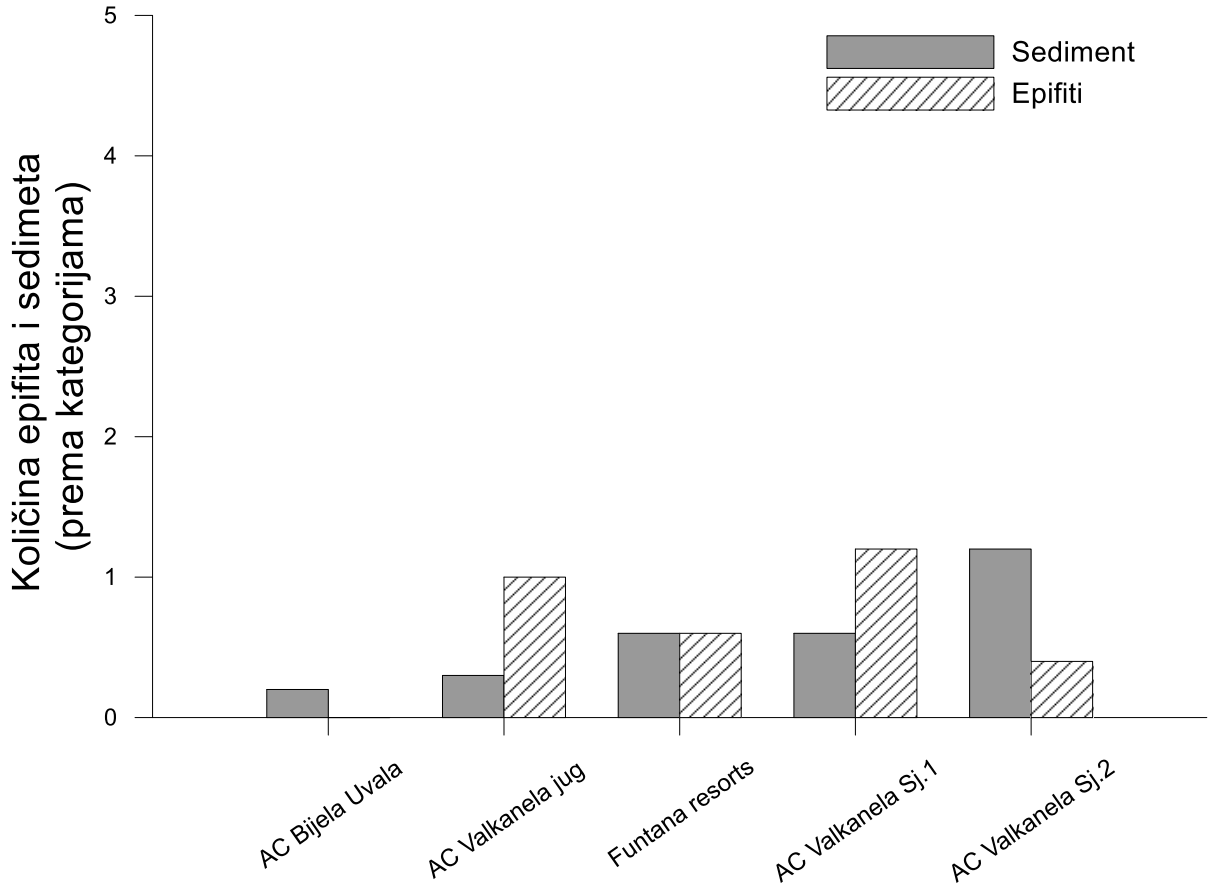
Najviša prosječna visina talusa je zabilježena na postaji AC Valkanela Sj. 1 (Postaja 4) i iznosila je 10,36 cm, nešto niže vrijednosti su zabilježene na svim ostalim postajama i kretale su se u rasponu od 7,21 do 9,26 cm (Slika 38). Prosječna visina svih 100 izmjerenih jedinki iznosila je 8,66 cm.



Slika 38. Grafički prikaz prosječnih visina (cm) talusa po postaji. Podaci predstavljaju prosječnu vrijednost 20 nasumičnih mjerenja visine talusa po postaji i standardnu pogrešku.

3.5. Ostale karakteristike talusa i naselja fukusa na postajama

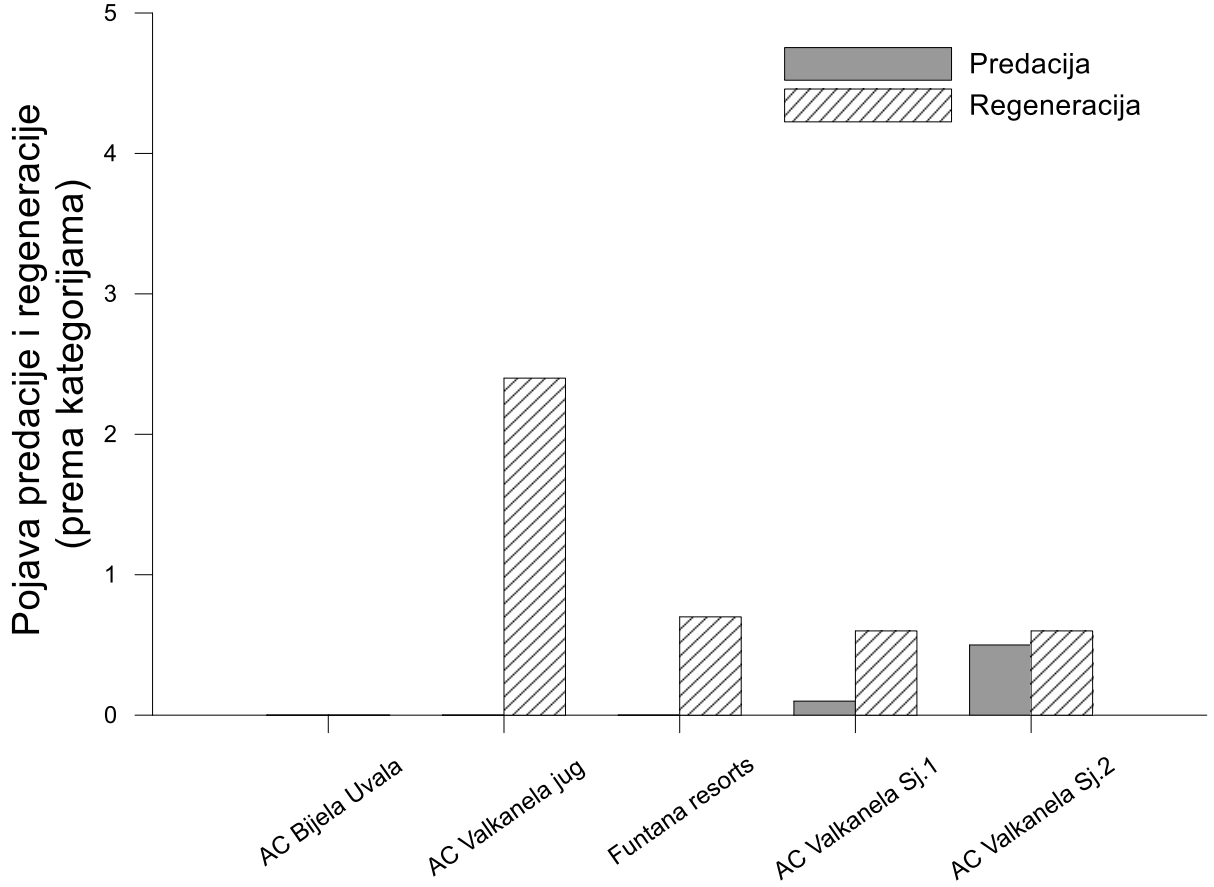
Najveće količine epifita zabilježene su na talusima fukusa na postaji AC Valkanela Sj. 1 (Postaja 4) i na postaji AC Valkanela jug (Postaja 2) (Slika 39). Najveća količina sedimenta zabilježena je na postaji Valkanela Sj. 2 (Postaja 5). Na postaji Funtana resorts (Postaja 3) količina epifita odgovara količini sedimenta. Moguća je poveznica između sedimenta koji pogoduje rastu svojti roda *Cladophora* i pojave tih istih algi kao epifita na talusima fukusa. Najmanja količina sedimenta, ali i epifita zabilježena je na postaji AC Bijela Uvala (Postaja 1).



Slika 39. Prosječni stupanj sedimentacije i epifita po postajama. Podaci predstavljaju prosječnu vrijednost od 10 replikata.

Učestalost pojave predacije na talusima fukusa zabilježena je jedino na postajama AC Valkanela Sj. 1 i 2 (Postaje 4 i 5) (Slika 40). Na temelju učestalosti pojava regeneracija ne možemo zaključiti da su regeneracije talusa posljedice predacije; primjerice na postaji AC Valkanela jug (Postaja 2) regeneracije su bile najučestalije, međutim ozljede talusa nisu mogle potjecati od predacije budući da na analiziranim talusima odgrizeni vrhovi nisu bili vidljivi. Većina oštećenja talusa na ovoj kao i na postaji Funtana resorts (Postaja 3) bila su mehaničkog

porijekla (npr. utjecaj valova, pomicanje oblutaka i umjetno nasipavanje). Na postaji AC Bijela Uvala (Postaja 1) nisu uočeni ni tragovi predacije ni regeneracije.

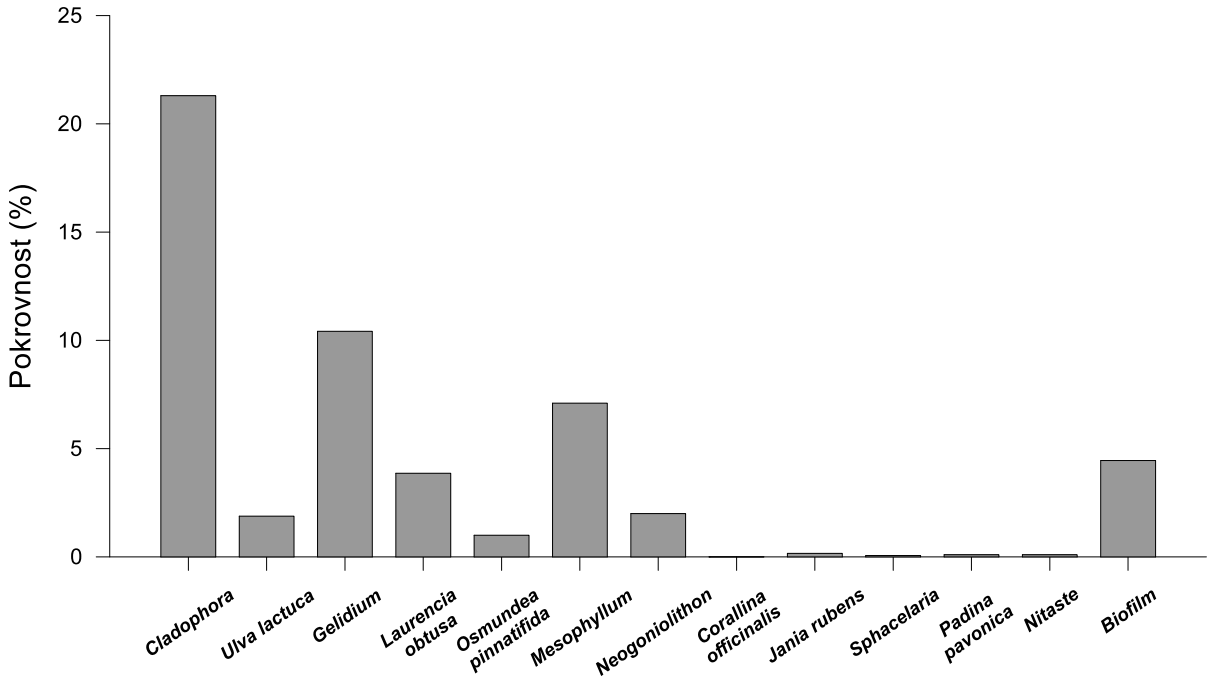


Slika 40. Prosječni stupanj predacije i regeneracije po postajama. Podaci predstavljaju prosječnu vrijednost od 10 replikata.

3.6. Flora i fauna

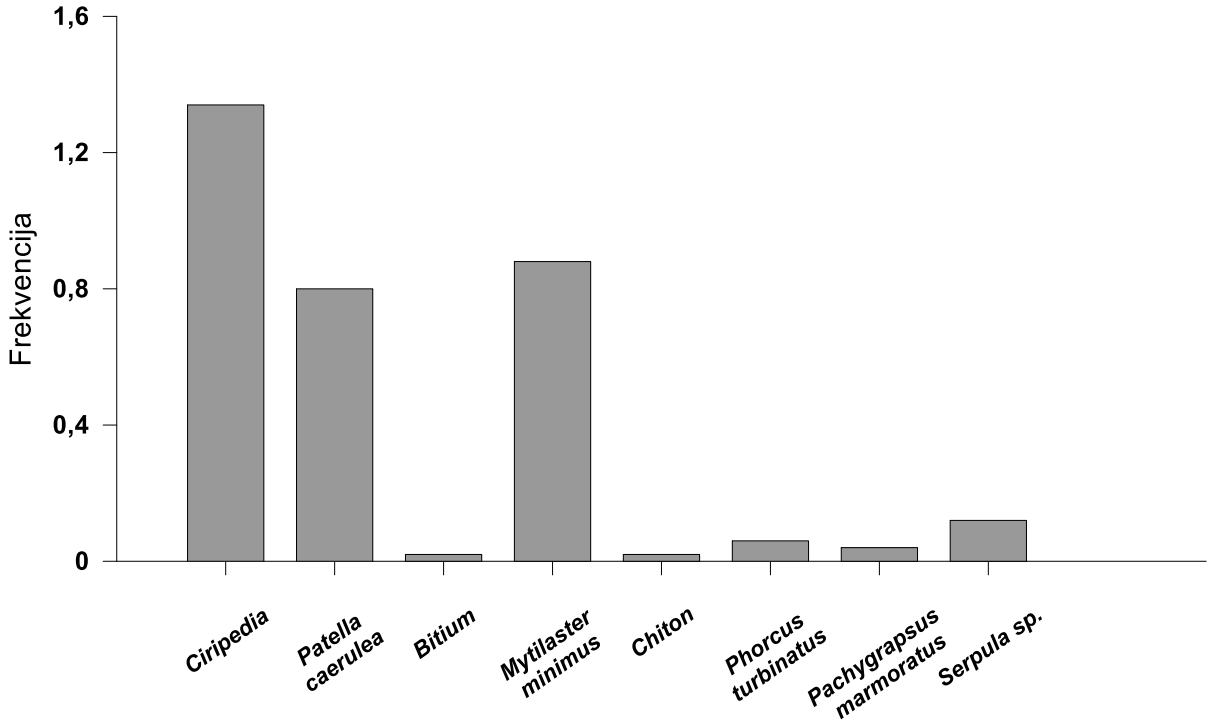
Pokrovnost i frekvencija flore i faune u naselju fukusa primarno je ovisila o izloženosti valovima i tipu naselja tj. stupnju degradacije naselja. Navedena je ukupna pokrovnost flore i frekvencija faune u svim istraženim postajama (Slika 41 i 42).

Pokrovnost pratećih vrsta algi varira u istraženom području zbog položaja i veličine naselja fukusa te oblika i tipa (stupanj degradacije) naselja u kojem fukus raste. U pravilu su dominirale alge rodova *Cladophora* i *Gelidium,* inkrustrirajuće alge, vrsta *Laurencia obtusa* te, specifično u naselju na postaji 3 (Funtana resorts), biofilm sluzavih mikroalgi (dijatomeje; Slika 13). Spomenute dominantne vrste makroalgi u naselju fukusa zauzimaju niži, prvi kat vegetacije. Jedino vrste roda *Cladophora* i u manjoj mjeri vrsta *Ulva lactuca* su zabilježene kao epifiti na talusima fukusa. Također je uočeno da se mnoge alge pojavljuju samo u jednom naselju pa čak u pojedinom, nasumično bačenom kvadratu.



Slika 41. Prosječna pokrovnost makroalgi u naselju fukusa na svim postajama. Podaci predstavljaju prosječnu vrijednost od 10 replikata na svakoj postaji (n = 50).

Frekvencija životinjskih vrsta bila je veoma mala. Zabilježeni predstavnici makrofaune mogu se podijeliti na brstioce, filtratore i potencijalne predatore. Brstioci su puževi i ostali organizmi koji brste mikroalge i sitne makroalge s površine supstrata. U filtratore bi spadali školjkaši i mnogočetinaši (suspenziofazi), a potencijalni predatori su brahiurni rakovi (*Pachygrapsus marmoratus* i *Eriphia verrucosa*) i rakovi samci (*Calcinus* sp.).



Slika 42. Prosječna frekvencija makrofaune u naselju fukusa na svim postajama. Podaci predstavljaju prosječnu vrijednost od 10 replikata na svakoj postaji (n = 50).

4. Diskusija

Naselja jadranskog fukusa povijesno su bila velika i abundantna, no kako se sve više razvijao turizam, promet i infrastruktura, očekivano je da ona više ne dostižu svoj nekadašnji opseg. Karakteristični pojas fukusa u mediolitoralu gotovo je pa nestao i postoje još uglavnom izolirana naselja (naselja tipa onih istraženih su postala rijetkost). Za fukus se donedavno smatralo da je indikator čiste vode, međutim, kao što je već spomenuto u uvodu, danas se jasno zna da on tolerira određeni stupanj onečišćenja mora i priobalja te da nije indikator stanja okoliša (Boero i sur., 2008; Nikolić i sur., 2013; Orlando-Bonaca i sur., 2013). Međutim, naselja ne stradavaju od onečišćenja pa čak ni od porasta temperature mora, na koju je fukus prilično osjetljiv. Najveću opasnost ipak predstavlja razaranje prirodne obale i nasipavanje za kupališta; primjerice okolica Pule, Poreča i Rovinja. Tip podloge bio je jednak ili vrlo sličan na svim postajama; škrapovita, stjenovita i vapnenačka podloga ponegdje pokrivena tankim slojem sedimenta. Na obali Poreča i Vrsara se ponegdje mogu vidjeti mala, već nepovratno uništena naselja zbog nasipavanja takve prirodne škrapovite, stjenovite obale za potrebe masovnog i elitnog turizma. Još jednu opasnost fukusu također predstavljaju studije koje uključuju destruktivne metode poput radioekologije (Pavičić-Hamer i Barišić, 2011), istraživanja teških metala i ostalih zagađivala u moru i potencijalno farmaceutska industrija, za koju je red *Fucales* posebno interesantan.

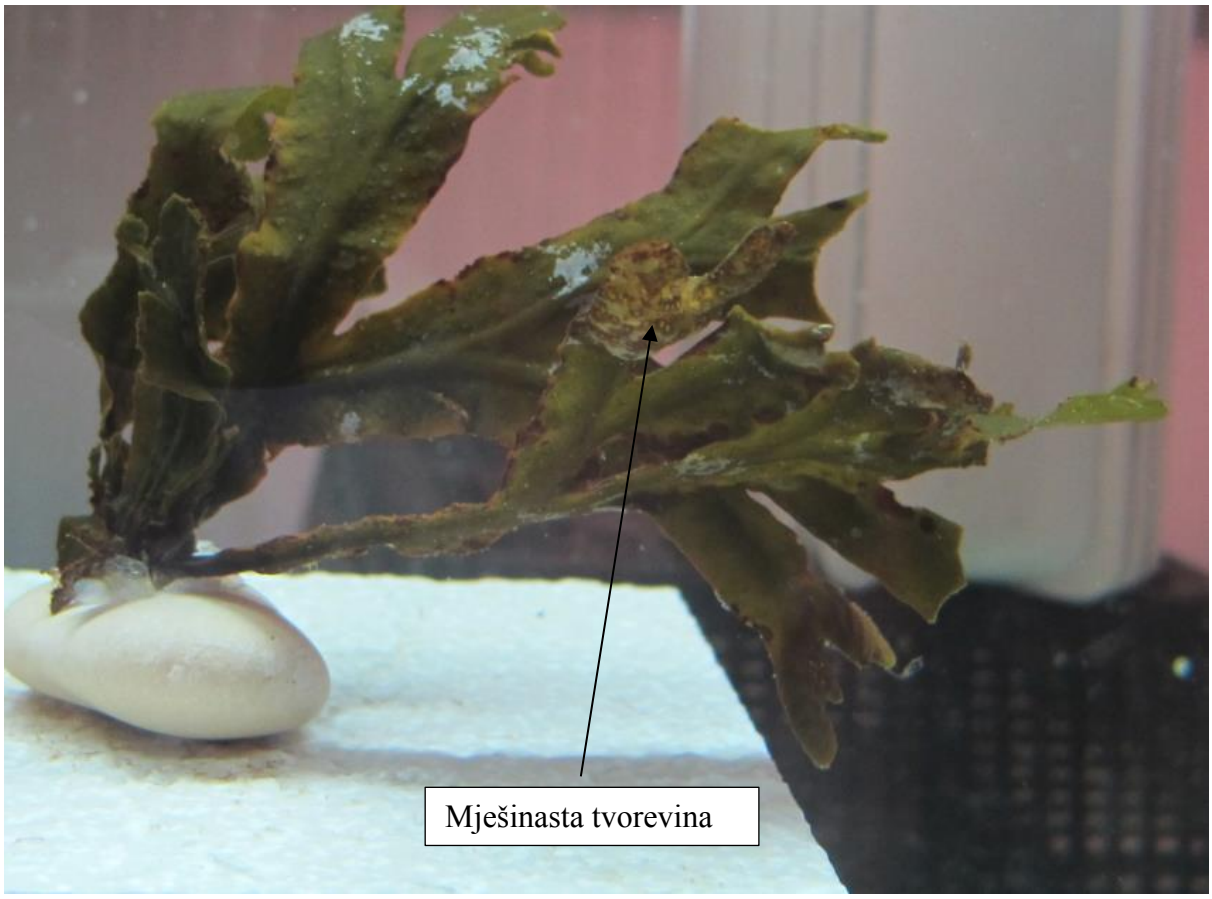
Staništa koja naseljava jadranski fukus su određena primarno prema ekspoziciji valova, nagibu obale i tipu supstrata na kojemu fukus može rasti. Važan je također i dotok slatke vode te trofičko stanje. Npr. u Tršćanskom zaljevu, distribucija vrste *Fucus virsoides* ovisi primarno o stabilnosti supstrata u mediolitoralu, o izloženosti valovima (zaštićenost uvale) i o dotoku slatke vode (Orlando-Bonaca i sur., 2013). No danas je izuzeto važan faktor i insolacija tj. količina sunčeve energije koju alga prima, koja može uzrokovati isušivanje alge.

U ovom istraživanju najveća abundancija fukusa je zabilježena u naseljima na području Funtane (AC Bijela uvala i AC Valkanela). Ta veća naselja su bila zaštićenija od direktnih udara valova, a imala su i potencijalno bitan dotok slatke vode iz obližnjih turističkih naselja kao i pogodnu insolaciju što je i potaklo rast većeg broja jedinki. U usporedbi s abundancijom na području grada Rovinja (Kučinar, 2014), brojnost jedinki fukusa ukazuje na znatno veći broj i bolji opstanak naselja na području Poreštine. Bitno je napomenuti da naselja koja su opisivale Munda (1972) i Kučinar (2014) na području Rovinja danas praktički i ne postoje. Prosječna visina talusa, određena u 100 nasumičnih jedinki fukusa na svim postajama iznosila je 8,66 cm što je

također više i od najveće prosječne visine talusa izmjerene po postaji u nekadašnjim naseljima na području grada Rovinja (Kučinar, 2014).

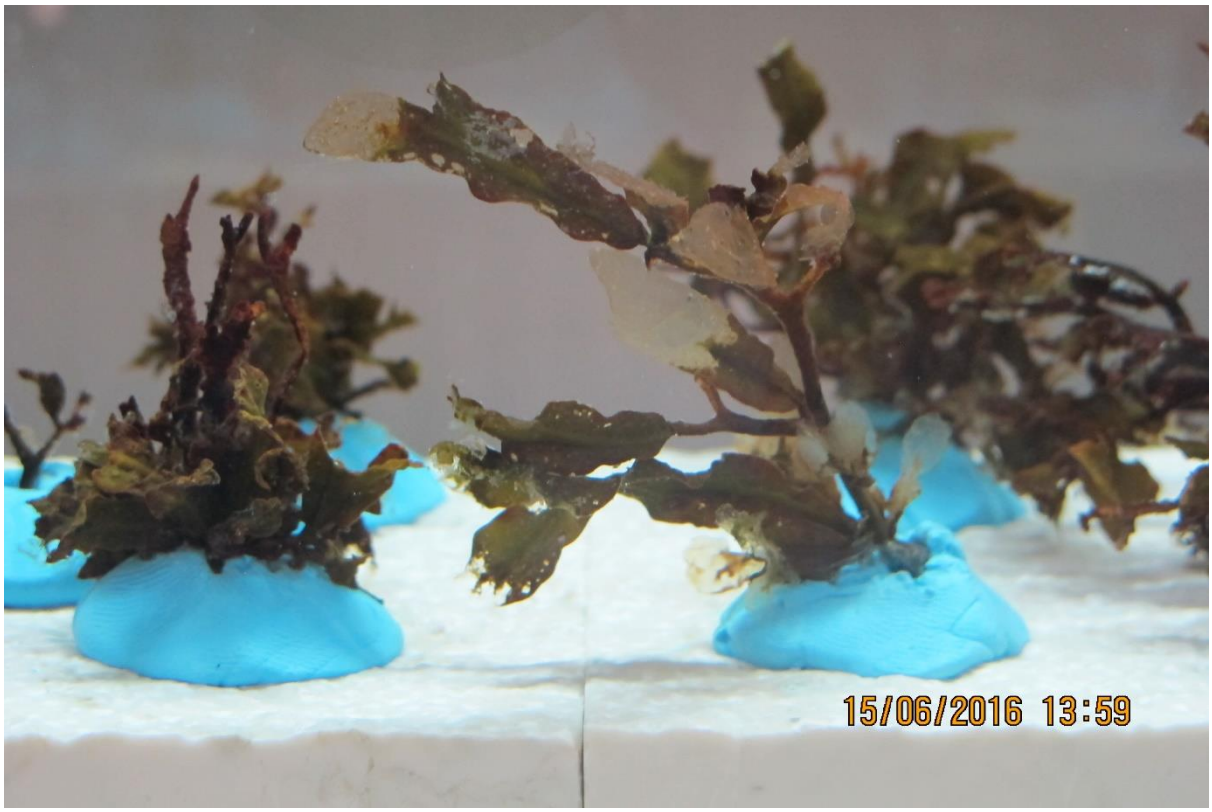
Ekološka valencija vrste *Fucus virsoides* opisuje vrstu kao eurihalinu, euritermnu, i eurifotičnu. Međutim, ti podaci potječu iz 30-ih i 40-ih godina prošlog stoljeća, a klima se intenzivno mijenja tako da ljetne temperature postaju sve više što može negativno djelovati na fukus. Naime, jadranski fukus tolerira velik raspon temperature kroz godinu, ali ljetni maksimumi postaju sve veći zbog zagrijavanja mora, ali i zraka. Optimalna se temperatura prelazi, što uzrokuje sterilnost i propadanje manje tolerantnih jedinki u staništu.

Vrsta *Fucus virsoides*, kao glacijalni relikt, je osuđen na izumiranje zbog stalnog porasta temperature mora. Njegova se distribucija ne može više pomicati sjevernije, temperature mora se ne smanjuju, a ljudski utjecaj je sve jači, unatoč velikoj težnji znanstvenog i civilnog društva da se on minimalizira. U sklopu eksperimenta rasta, testiralo se i preživljavanje fukusa u zatvorenom akvarijskom sustavu. Međutim, zbog kvara klima uređaja nije bilo moguće kontrolirati visoke ljetne temperature (i do 30 ^{o}C) i energetski „output“ od 2 pumpe (10 W i 18 W). Unatoč temeljitoj filtraciji i tjednoj izmjeni, početno 50%, a kasnije i do 95% vode, talusi su počeli postepeno propadati nakon 3 tjedna. Navedeni eksperiment je omogućio da se promatraju i uoče stadiji propadanja talusa pri visokoj temperaturi i pojave infekcija tzv. mješinastih tvorevina („tumora“; Slika 43) koje izgledaju poput velikih aerocista (Lindarić, 1949). Proces je kretao od, naoko, dobre prilagodbe na akvarijske uvjete. Zatim su mješinaste tvorevine („tumori“) počeli dodatno bubriti i poprimati drugačiju boju. U njima se nalazila sluzava, viskozna tekućina veoma neugodnog mirisa. Kroz koji dan, tumori su se počeli raspadati, a pokrivao ih je gusti sivkasti biofilm. Nakon potpunog raspada ostao je samo mrežasti matriks filoida (Slika 44). Nastanak „tumora“ i uzroke je podrobno opisao Lindarić (1949) u svom djelu „Studije o jadranskom fukusu“.



Slika 43. Mješinaste tvorevine na filoidima vrste *Fucus virsoides*

U daljnjem praćenju, unatoč tome što su pojedini talusi pokazivali znakove regeneracije, voda akvarija je počela dobivati blijedo smeđu boju (otopljena organska tvar) koja se nije pročišćavala filtracijom niti uklanjala temeljitom zamjenom vode. U akvarijskim uvjetima, preživljavanje fukusa se znatno može povećati kvalitetnom filtracijom vode („protein skimming“), regulacijom temperature i, kao i za sve druge alge, kvalitetnim izvorom svjetla. Iako je u prirodi izmjena plime i oseke veoma važna za rast i preživljavanje fukusa, u zatvorenom sustavu ili u otvorenom sustavu s isključenim predatorima, ta izmjena razine vode postaje manje važna i trebala bi znatno manje utjecati na rast i razvoj jedinki. Tu tezu potvrđuje i abundantno razmnožavanje fukusa u kamenim bazenima.

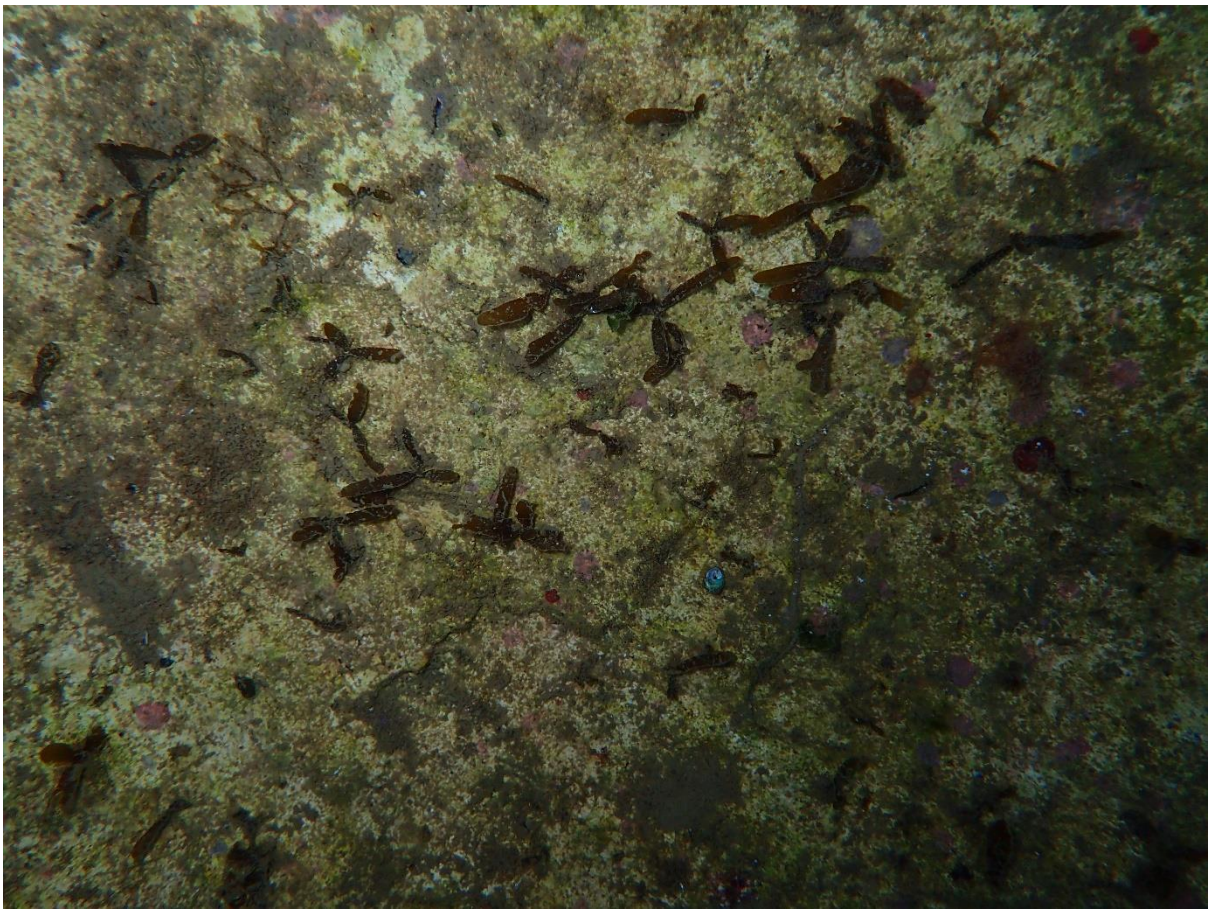


Slika 44. Potpuno raspadnuti „tumori“ na vrhovima filoida fukusa.

Uspješnost praćenja rasta jedinki fukusa u eksperimentalnim uvjetima (Rezultati, poglavlje 3.2.) bila bi veća ako bi se jedinke ili dijelovi talusa fukusa postavili u bazene na površinu morske vode pomoću plutača (ekspandirani polistiren), gdje bi filoidi bili okrenuti prema dnu bazena. Moguće je također *in vitro* praćenje rasta jedinki s malim dijelovima talusa fukusa slične mase. Iako postoje mnoge mogućnosti, nedestruktivna istraživanja bi trebala imati prioritet zbog sve veće devastacije staništa jadranskog fukusa. Također je bilo planirano i istraživanje biomase prema metodologiji za vrstu *Fucus serratus*, međutim, zbog ugroženosti i nepoznatih trendova rasta i širenja naselja, bilo bi opasno destruktivno sakupljati veći broj jedinki.

Budućnost za fukus kao mogući testni organizam predstavlja kultivacija u poluotvorenim sustavima ili ekstenzivno u divljini. U našem slučaju, nakon mjesec dana od kraja eksperimenta rasta, u bazenu su nikle mlade jedinke fukusa u relativno velikoj brojnosti (Slika 45). Budući da su takvi sustavi jednostavno održivi, moguće bi bilo kultivirati jadranski fukus za različite potrebe istraživanja. Npr. stalno praćenje prisutnosti određenih tvari (metali, radionuklidi i sl.) u morskoj vodi bazena u kojima oni rastu, a koja je porijeklom iz okolnog priobalja ili transplantacijom mladih jedinki na područja od interesa na široj prostornoj skali. Iako veoma opasna, reintrodukcija alge *Fucus virsoides* u prirodna staništa iz uzgoja bi, u ne tako dalekoj

budućnosti, mogla biti i jedino rješenje za uspješnu konzervaciju vrste, ali i vegetacijskog pojasa koji je već, gotovo pa i nestao, a s njime i stanište za druge mediolitoralne organizme.



Slika 45. Pojava mladih talusa fukusa u kamenim bazenima CIM-a Rovinj.

5. Zaključak

Distribucija endemske makroalge *Fucus virsoides* na području Poreštine, fokusirana je na okolicu Funtane i Vrsara. Kartiranje predstavlja prvu studiju takvog tipa na širem području Poreča jer naselja fukusa tamo do sada nisu bila kartirana. Iako je većina zabilježenih naselja visoko degradirana i u lošem stanju, veća naselja ohrabruju svojom veličinom i mogućim širenjem što se vidi iz ponegdje izuzetno velikog broja mladih jedinki (Postaje AC Valkanela Sj. 1 i 2).

Tip supstrata bio je gotovo isti na svim istraženim postajama, a činile su ga škrapovite stijene (eng. crevices) i nepomično kamenje ponegdje pokriveni tankim slojem pijeska ili sitnog šljunka. Ekspozicija valova također ima veoma važnu ulogu jer o njoj ovise oblik, veličina i plodnost pojedinih talusa i naselja kao cjeline.

Visina talusa fukusa na području Poreštine, u usporedbi s mjerenjima na području grada Rovinja 2014. godine ukazuju na puno uspješniji rast i preživljavanje vrste. Studija rasta i njeni slučajni nusprodukti daju do znanja da je rast populacija i stopa rasta jedinki mjerljiva te da se, pomoću iscrpnijih studija, može učiniti puno za opstanak te male reliktne vrste, velikog roda *Fucus*.

6. Literatura

Boero F., Féral J.P., Azzurro E., Cardin V., Riedel B., Despalatović M., Munda I., Moschella P., Zaouali J., Fonda Umani S., Theocharis A., Wiltshire K., Briand F. (2008): Climate warming and related changes in Mediterranean marine biota. N˚ 35 in CIESM Workshop Monographs, Monaco, 152 str

Božić B. (2010): The brown alga *Fucus virsoides* J. Agardh like a bioindicator. Bachelor's thesis, University o Zagreb, 7 str

Cormaci M., Furnari G., Giaccone G. (2004): Macrophytobenthos. U: Gambi M.C., Dappiano M. (ur.) Mediterranean marine benthos: A manual of methods for its sampling and study. 11(1). Società italiana di biologia marina, Genova, 217-246

Lindarić J. (1949): Studije o jadranskom fukusu (*Fucus virsoides*). Acta Botanica 12/13: 7-132

Kučinar I. (2014): Kartiranje naselja smeđe alge *Fucus virsoides* J. Agardh u priobalju Rovinja. Završni rad. Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, 26 str

Guiry M.D., Guiry G.M. (2016): AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. http://www.algaebase.org; searched on 11 August 2016

Mačić V. (2006): Distribution of seaweed *Fucus virsoides* J. Agardh in Boka Kotorska Bay (South Adriatic sea). Annales 16: 1-4

Munda I. (1972): Seasonal and ecologically conditioned variations in the *Fucus virsoides* association from the Istrian coast (Northern Adriatic). SAZU Ljubljana, 33 str

Nikolić V., Žuljević A., Mangialajo L., Antolić B., Kušpilić G., Ballesteros E. (2013): Cartography of littoral rocky-shore communities (CARLIT) as a tool for ecological quality assessment of coastal waters in the Eastern Adriatic Sea. Ecological Indicators 34: 87-93

Orlando-Bonaca M., Mannoni P.A., Poloniato D., Falace A. (2013): Assessment of *Fucus virsoides* distribution in the Gulf of Trieste (Adriatic Sea) and its relation to environmental variables. Botanica Marina 56(5-6): 451-459

Osterc A., Stibilj V. (2008): ^{127}I and $^{129}I/^{127}I$ isotopic ratio in marine alga *Fucus virsoides* from the north Adriatic Sea. Journal of Environmental Radioactivity 99(4): 757-765

Pavičić-Hamer D., Barišić D. (2011): ^{137}Cs distribution in the northern Adriatic Sea (2006-2010). Isotopes in Hydrology, Marine Ecosystems and Climate Change Studies, Vol. 2. Proceedings of the International Symposium: 519-526

UNEP-PAM-RAC/SPA. (2012): Protocol concerning specially protected areas and biological diversity in the Mediterranean. Annex II. List of Endangered or Threatened Species. Paris, France, 8–10 February 2012, 7 str

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli Završni rad

Sveučilišni preddiplomski studij

Znanost o moru

Rasprostranjenost i ekologija endemske makroalge *Fucus virsoides* J.Agardh na području Poreča, Funtane i Vrsara

Edi Gljušćić

Gljušćići 182A

7. Temeljna dokumentacijska kartica

SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI

SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ - ZNANOST O MORU

Rasprostranjenost i ekologija endemske makroalge *Fucus virsoides* J.Agardh na području Poreča, Funtane i Vrsara

Sažetak

Vrsta *Fucus virsoides*, smeđa mediolitoralna makroalga reda *Fucales*, je endemska vrsta u jadranskom moru i jedina vrsta svog roda koja stvara specifični fukoidni pojas u Mediteranu. Naselja jadranskog fukusa ubrzano nestaju zbog pretjeranog antropogenog utjecaja na morsku obalu. Ciljevi ovog istraživanja bili su kartirati sva naselja na području Poreča, Funtane i Vrsara, odrediti abundanciju i morfometriju u odabranim postajama te upoznati popratnu biotu u naseljima jadranskog fukusa. Nadalje, proveo se i eksperiment kako bi se odredila brzina rasta jedinki *F. virsoides* u kontroliranim uvjetima. Istraživanje je pokazalo da su većina naselja na kartiranom području u veoma degradiranom stanju osim naselja na 5 odabranih postaja na kojima je određena brojnost i pokrovnost jedinki fukusa, kao i pokrovnost i frekvencija popratne biote u naselju te specifične karakteristike naselja. Prijašnja kartiranja u tom području nisu bila izvršena. Najveća i najabundantnija naselja nalazila su se na postajama AC Bijela uvala (Postaja 1) i AC Valkanela Sj. 1 i 2 (Postaje 4 i 5). U usporedbi s prijašnjim istraživanjima na području Rovinja i južne obale Istre, izgleda da su naselja fukusa na sjevernom djelu istarske obale u boljem stanju. U nadi za uspješnu zaštitu vrste *F. virsoides* i njenog staništa, potrebna su daljnja kartiranja i detaljnija ekološka istraživanja.

8. Basic documentation card

JURAJ DOBRILA UNIVERSITY OF PULA

UNIVERSITY UNDERGRADUATED STUDY PROGRAMME - MARINE SCIENCE

Distribution and ecology of endemic macroalga *Fucus virsoides* J.Agardh in the area of Poreč, Funtana and Vrsar

Abstract

Fucus virsoides, a brown intertidal macroalgae of the order *Fucales*, is an endemic species in the Adriatic Sea and the only belt forming fucoid species in the Mediterranean. Due to excessive anthropogenic effects on the coastline, the Adriatic *Fucus* settlements are experiencing a rapid decrease in numbers. The goals of this study were to map every settlement of *F. virsoides* in the area of Poreč, Funtana and Vrsar, to assess the abundance, morphometric characteristics in selected stations and to explore accompanying biota living in *Fucus* settlements. In addition, an experiment was performed to assess the growth rate of *F. virsoides* in controlled conditions. The study has shown that most of the settlements in the mapped area were in severely degraded conditions, except for the five selected stations in which the abundance and coverage measurements for *Fucus* plants were taken. Furthermore, coverage and frequency measurements for the accompanying species found in the settlement and specific settlement conditions were assessed. To this date, no previous mapping procedures were undertaken in the area. The largest and the most abundant settlements were located on stations AC Bijela uvala (Station 1), and AC Valkanela Sj.1 and 2 (Stations 4 and 5). In comparison with previous studies performed along the Rovinj and the southern Istrian coastlines, *Fucus* settlements appear to be in better condition in the northern areas of the Istrian peninsula. In order to achieve a successful conservation of the species and its habitat, future mapping and more detailed ecological studies of *F. virsoides* are required.