

Prirodoslovno-matemati ki fakultet

UGROŽENOST JADRANSKOG MORA

INVAZIVNIM VRSTAMA

(EFFECTS OF INVASIVE SPECIES ON VULNERABILITY OF THE ADRIATIC SEA)

Ime i prezime studentice: Vanja Njegovan

Studijski program: Znanosti o okolišu (Environmental Sciences)

Mentor: doc. dr. sc. Petar Kružić

Zagreb, 2014.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	3
2. BIORAZNOLIKOST JADRANSKOG MORA .....	3
3. NAJVIŠI UNOSI INVAZIVNIH VRSTA U JADRANSKO MORE .....	4
4. INVAZIVNE VRSTE JADRANSKOG MORA .....	5
4.1. Vrsta <i>Caulerpa taxifolia</i> .....	8
4.2. Vrsta <i>Caulerpa racemosa</i> .....	9
4.3. Vrsta <i>Womersleyella setacea</i> .....	10
4.4. Vrsta <i>Pinctada radiata</i> .....	11
5. UTJECAJ INVAZIVNIH VRSTA JADRANA .....	11
5.1. UTJECAJ NA BIORAZNOLIKOST .....	12
5.2. UTJECAJ NA SOCIOEKONOMSKE PRILIKE .....	12
5.3. UTJECAJ NA ZDRAVLJE I INFRASTRUKTURU .....	12
6. METODE KONTROLE, SPREČAVANJA ŠIRENJA I UKLANJANJE .....	14
7. ZAKLJUČAK .....	15
8. LITERATURA .....	16
9. SAŽETAK .....	17
10. SUMMARY .....	17

## 1.UVOD

Sve ve im zanimanjem ovjeka za prirodu i njezinu raznolikost 1992. godine na konvenciji u Rio de Janeiro-u usvaja se pojam o biološkoj raznolikosti. Taj pojam govori o sveukupnoj raznolikosti živog svijeta na planetu Zemlji. Pove anim obrazovanjem i osviještenoš u ljudske populacije pridaje se velika važnost bioraznolikosti odre enih prostora te njezino racionalno korištenje. Posljedica toga su brojna istraživanja koja se provode u odre enim biomima. Smatra se, globalno gledaju i da su invazivne vrste drugi najve i uzrok smanjenja bioraznolikosti staništa i vrsta koje obitavaju na njima.

Autohtone vrste su vrste koje prirodno obitavaju na nekom podru ju. Za razliku od autohtonih vrsta strana vrsta je vrsta koja prirodno ne obitava u odre enom ekosustavu ve je namjernim ili slu ajnim putem unesena u podru je gdje prirodno ne obitava. Krene li se strana vrsta širiti na novom podru ju, trošiti izvor hrane autohtonim vrstama, uzrokovati smanjenje bioraznolikosti tog podru ja, biti uzrok socioekonomskih posljedica u iskoristivosti prostora tada se ona naziva invazivnom vrstom. Na temelju procjene invazivnosti vrste iste se svrstavaju na pojedine liste. S obzirom na potencijal invazivnosti vrsta se može smjestiti na dvije liste, crnu i bijelu, dok je siva lista rje e zastupljena. Invazivne vrste na crnoj listi karakterizirane su kao vrste koje bi mogle prouzrokovati veliku štetu nekom biomu. S druge strane invazivne vrste bijele liste prema dugogodišnjim istraživanjima ne predstavljaju veliku opasnost za odreno podru je u usporedbi sa vrstama crne liste. Na sivoj listi nalaze se vrste koje se ne mogu smjetiti ni na crnu ni na bijelu listu zbog manjka podataka o njihovoj biologiji i ekologiji (<http://www.invazivnevrste.hr/>).

## 2.BIORAZNOLIKOST JADRANSKOG MORA

Bioraznolikost flore i faune Jadranskog mora uvelike je sli na bioraznolikosti flore i faune Sredozemnog mora. Jedinostvena izoliranost i položaj Jadrana omogu io je i razvitak endemskih vrsta toga podru ja. Naime, unato velikoj sli nosti u vrstama postoje vrste koje žive samo u Sredozemnom moru te ih u Jadranu jedino susre emo kroz povremene migracije. 50 % jadranskih vrsta pripada mediteransko-atlantskoj fauni, 30 % sredozemnim endemskim vrstama dok ostatak pripada mediteransko-indopacifi kim, kozmopolitskim vrstama. Najviše sredozemnih endema možemo prona i na jugu Jadrana dok prema sjeveru obitavaju jadranski endemi. Zbog velikih

klimatskih oscilacija kroz nestabilnu geološku prošlost određene vrste iz toplih razdoblja (miocena) o uvale su se i danas. Kako se se izmjenjivali topli i hladni periodi nad našim podnebljem isto tako su se o uvale i neke borealne vrste iz dioba pliocena kada je vladalo jedno od ledenih doba. U doba pliocena hlaćenjem tadašnjeg tropskog Jadranskog mora te postankom umjerenog Jadranskog mora prevladavale su vrste altansko-mediteranskog područja koje također i dan danas prevladavaju. Neke od njih su rasprostranjene po cijelom Jadranu poput trpa *Holothria tubulosa* (Gmelin, 1791) te velikih rakova poput jastoga (*Palinurus elephas* Fabricius, 1787) te hlapa (*Homarus gammarus* Linnaeus, 1758) Jedna od borealnih vrsta koja danas obitava u sjevernom Jadranu je škamp (*Nephrops norvegicus* L., 1758). Termofilne vrste koje su u prošlosti obitavale u tropskom Jadranskom moru poput zvjezdača (*Hacelia attenuata* Gray, 1840) te ježinca (*Centrostephanus longispinus* Philippi, 1845) su prilično rijetke. Karakterističan oblik Jadranskog mora te njegova oceanografska svojstva imaju za posljedicu svojstvenu preraspodjelu vrsta. Generalno za sjeverni Jadran možemo reći da prevladavaju sjevernoatlanske, borealne i jadranske endemske vrste dok u srednjem i južnom Jadranu ponajviše žive termofilne vrste koje pripadaju sredozemnim endemskim vrstama. Kozmopolitske i eurivalentne vrste koje mogu podnijeti velike oscilacije određenih fizičkih i kemijskih parametara Jadranskog mora žive na njegovom cijelom području (Turk i sur. 2011).

### 3. NARUŠENJE I UNOSA INVAZIVNIH VRSTA U JADRANSKO MORE

Pomicanjem tektonskih ploča te polaganim isušivanjem starog toplog Tetis mora nastalo je današnje Sredozemno more. Tektonikom te približavanjem Euroazijske te Afričke tektonske ploče Sredozemno more ostalo je povezano sa Atlantskim oceanom preko uskog gibraltarskog prolaza. U prošlosti to je bila jedina poveznica sa zatvorenim Sredozemnim morem te je logično za očekivati da su u Sredozemnom moru prisutne biljke i životinje koje obitavaju u području istočnog Atlantika. Sredozemno more se nakon duge geografske razdvojenosti 1869. godine nanovo povezalo sa Indijskim oceanom prokopavanjem Sueskog kanala. Time je stvoren uzak i važan prolaz koji omogućuje organizmima Indijskog oceana širenje i migraciju u smjeru Sredozemnog mora (Turk i sur. 2011).

Takve organizme nazivamo lesepsijskim migrantima u čast francuskom projektantu Sueskog kanala Ferdinandu de Lessepsu. U početku migracija lesepsijskih organizama bila je spora no nakon izgradnje Asuanske brane te gotovog izjednačavanja saliniteta Levantskog bazena Sredozemnog mora sa salinitetom Crvenog mora migracija se uvelike povećala. Kako bi novopridošli organizmi preživjeli moraju pronaći slobodnu ekološku nišu, slobodan izvor hrane, biti otporni na fizikalne i kemijske promjene toga prostora itd. Mnogi organizmi koji su se doselili iz Crvenog mora pronašli

su odgovarajuće uvjete za razmnožavanje i opstanak te dan danas žive u Jadranskom moru. Toan broj lesepsijskih migranata koji obitavaju u Jadranskom moru nije poznat. Meunarodna organizacija za znanstveno istraživanje Sredozemnog mora (CIESM) provodi kontinuirana istraživanja te posjeduje podatke o invazivnim vrstama koje se pojavljuju ili obitavaju na prostoru Sredozemnog mora i Jadrana (Turk i sur. 2011).

Postoje četiri glavne grupe invazivnih vrsta Sredozemnog mora s obzirom na područje iz kojeg dolaze, organizmi iz mauritanijsko senegalske provincije, lesepsijski migranti iz indopacifičke provincije, organizmi uneseni putem balastnih voda s plovila koji mogu dolaziti iz bilo kojeg svjetskog mora i organizmi slučajno uneseni. Zadnje dvije kategorije su jako problematične jer u njih najviše pripadaju planktonski organizmi koji su izrazito agresivni i jako mogu naštetiti domaćoj flori i fauni. Prema zadnjim podacima o invazivnim vrstama u Jadranskom moru prema CIESMu posljednjih godina se uvelike povećao njihov broj te se smatra da će se taj broj još i povećati zbog stalnog zagrijavanja Jadrana (Turk i sur. 2011).

#### 4. INVAZIVNE VRSTE JADRANSKOG MORA

Na temelju provedenih studija i istraživanja pothvata zabilježeno je ukupno 113 invazivnih vrsta u Jadranskom moru. Determinirano je 15 fitoplanktonskih vrsta, 16 zooplanktonskih vrsta, 16 vrsta makroalga, 44 vrste zoobentosa, te 22 vrste riba. Od tih 113 vrsta, 64 vrste su unesene namjerno ili slučajno djelovanjem čovjeka, dok su ostale 52 vrste posljedica klimatskih promjena. Svi prikupljeni podaci pregledno su priloženi i prikazani dvijema tablicama (Tablica 1 i 2).

**Table 1.** List of non indigenous species introduced in the Eastern Adriatic Sea (Croatia) by human or unknown vectors. Legend: Location: NA- Northern Adriatic, MA- Middle Adriatic, SA- Southern Adriatic; Vector: AQ- aquaculture, LM- Lessepsian migrant, SH- shipping, UN- unknown; Status: C- casual, E- established, S- spreading.

Taxon	First record	Location	Vector	Status	Reference
<b>Pyrrhophyta (Dinophyceae)</b>					
<i>Ostreopsis ovata</i>	2006	NA	UN	C	Montuori et al., 2007
<b>Chlorophyta</b>					
<i>Caulerpa racemosa</i>	2000	MA	SH	E	Žuljević et al., 2003
<i>Caulerpa taxifolia</i>	1994	MA	SH	E	Špan et al., 1998
<i>Codium fragile</i> ssp. <i>fragile</i>	1983	NA	UN	E	UNEP MAP-RAC/SPA, 2013
<i>Ulva fasciata</i>	<1969	MA	UN	C	Ercegović, 1980
<b>Rhodophyta</b>					
<i>Acetabularia preuvoti</i>	2007	SA	TN	C	Despalatović et al., 2008
<i>Asparagopsis armata</i>	1997	NA	TN	S	Orlando-Bonacc, 2010
<i>Asparagopsis variiformis</i>	2007	SA	TN	C	Despalatović et al., 2008
<i>Chondria coerulescens</i>	1997	NA	UN	E	Ballell & Arko-Pipovac, 2003
<i>Chondria pygmaea</i>	1997	NA	LM	C	Sartoni & Rossi, 1998
<i>Lophocladia lallemandii</i>	1970	NA	UN	E	UNEP-MAP-RAC/SPA, 2013
<i>Polysiphonia paniculata</i>	1973	NA	UN	C	UNEP-MAP-RAC/SPA, 2013
<i>Tomostizyella setacea</i>	1997	NA	UN	E	Sartoni & Rossi, 1998
<b>Phaeophyta</b>					
<i>Colpomenia peregrina</i>	<1992		UN	C	Čabouček et al., 1992
<i>Desmarestia viridis</i>	1918	NA	UN	C	Occhipinti Ambrogi, 2002
<b>Foraminifera</b>					
<i>Coccolithopsis hemprichii</i>	1911	NA, SA	TN	S	UNEP-MAP-RAC/SPA, 2013
<i>Cushmanella striatopunctata</i>	1913	NA	TN	C	UNEP-MAP-RAC/SPA, 2013
<i>Elphidium striatopunctatum</i>	1911	NA	UN	C	UNEP MAP-RAC/SPA, 2013
<i>Planulina wuellerstorfi</i>	1910	NA	UN	C	UNEP MAP-RAC/SPA, 2013
<b>Cercaria</b>					
<i>Marchilia refringens</i>	1998	NA	TN	C	Zmčić et al., 2001
<b>Cnidaria</b>					
<b>Hydrozoa</b>					
<i>Arctostephania australis</i>	1967	SA	SH	E	Schmidt & Denovic, 1977
<i>Corymorpha ornata</i>	1973	SA	UN	C	Schmidt & Denović, 1977
<i>Euchelonia paradoxica</i>	1967	SA	SH	E	Schmidt & Denović, 1977
<i>Kulendrium carinatum</i>	<2000	-	UN	C	UNEP-MAP-RAC/SPA, 2013
<i>Kulendrium cf. merulum</i>	1969	-	UN	C	UNEP-MAP-RAC/SPA, 2013
<i>Halicsera digelovi</i>	2002	SA	UN	C	Benović et al., 2003
<i>Trichadra pudica</i>	1973	SA	TN	C	Schmidt & Denovic, 1977
<b>Mollusca</b>					
<b>Bivalvia</b>					
<i>Arcaularia transversa</i>	2011	NA	UN	C	Nerlovac et al., 2012
<i>Arcaularia senhousia</i>	2003	NA	UN	C	Crocetta, 2011
<i>Brachidontes pharaonis</i>	<2006	NA	SH	C	Hrs-Brcanko & Legac, 2006
<i>Bursatella leachi</i>	<1998	NA	LM	S	De Min & Vic, 1998
<i>Crassostrea gigas</i>	<1980	NA	SH	C	Hrs-Brcanko, 1983
<i>Pinctada insubrica radiata</i>	2006	NA	SH	C	Dogan & Nerlovac, 2008
<b>Gastropoda</b>					
<i>Aplysia dactylomela</i>	2006	MA	UN	S	Turk, 2006
<i>Halysia utleyi</i>	1988	NA	UN	C	Turk, 2000
<i>Melibe viridis</i>	2001	MA	TN	C	Despalatović et al., 2007
<i>Siphonaria pectinata</i>	2003	MA	SH	E	Despalatović et al., 2008
<b>Techina</b>					
<i>Ochetostoma erythrogrammon</i>	1962	NA	UN	C	Saiz Salinas & Ruthensteiner, 2005
<b>Annelida</b>					
<i>Picoponatus antiquarius</i>	2006	MA	SH	S	Mikuš et al., 2007
<i>Metasychis yanoi</i>	1931	UN	UN	C	UNEP MAP-RAC/SPA, 2013
<i>Neopendocapiteella brasiliensis</i>	<1983	NA	UN	E	Zavodnik et al., 1983
<i>Nereis persica</i>	1983	-	UN	C	UNEP-MAP-RAC/SPA, 2013
<b>Crustacea</b>					
<i>Arietulus parvovetus</i>	<1998	SA	SH	C	Haro & Kršinić, 1998
<i>Amphibalanus eburneus</i>	<1968	NA	SH	E	Zavodnik & Igić, 1968
<i>Amphibalanus improvisus</i>	<1986	NA	SH	E	Igić, 1986
<i>Balanus trigonus</i>	<1968	NA	SH	E	Igić, 2007
<i>Callinectes sapidus</i>	2004	SA	UN	E	Quefri et al., 2007
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	2001	NA	UN	C	Schubart, 2003
<i>Megabalanus tithinnabulum</i>	1947	NA	SH	E	Kolowarsky, 1947
<b>Hyazoa</b>					
<i>Bugula fuva</i>	<1998	NA	UN	C	Hayward & McKinney, 2002
<b>Chordata</b>					
<b>Pisces</b>					
<i>Cylopterus limopus</i>	2004	SA	SH	E	Dulčić & Golani, 2006
<i>Athera tonsomani</i>	2010	MA	SH	C	Dulčić et al., 2010
<i>Equulites (Lernaeolites) hanzingeri</i>	2000	SA	LM	C	Dulčić & Pallaoro, 2002
<i>Fistularia communis</i>	2006	SA	TM	E	Dulčić et al., 2008
<i>Fistularia tiliaris</i>	2011	MA	SH	C	Dulčić (unpublished data)
<i>Pagrus major</i>	2004	MA	AQ	E	Dulčić & Kraljević, 2007
<i>Pomus argenteus</i>	1986	NA	LM	C	Dulčić et al., 2004
<i>Paranibalis furcifer</i>	2011	MA	SH	C	Pečurević & Mikuš, 2012
<i>Stegastes badius</i>	2010	SA	LM	E	Dulčić et al., 2011a
<i>Stegastes rivulatus</i>	2000	SA	LM	C	Dulčić & Pallaoro, 2004
<i>Spirobrana chrysomanta</i>	2000	SA	LM	E	Pallaoro & Dulčić, 2001

**Tablica 1.** Popis autohtonih vrsta unesenih u isto ni Jadran djelovanjem ovjeka ili nepoznatog vektora. Legenda: Lokacija: NA- Sjeverni Jadran, MA- Srednji Jadran, SA- Južni Jadran Vektor: AQ-akvakultura LM- lesepsijski migranti, SH-pomorski prijevoz, UN-nepoznato; Status: C- povremeni, E- utvr eni, S- širenje ( Pe arevi i sur. 2013)

**Table 2.** List of introduced species which have expanded their distribution range in the Eastern Adriatic Sea (Croatia) due to climate change. Legend: Location: NA- Northern Adriatic, MA- Middle Adriatic, SA- Southern Adriatic; Species origin: AT- Atlantic, ME- Mediterranean, IP- Indo-Pacific; Status: C- casual, E- established, S- spreading.

Taxon	First record	Location	Species origin	Status	Reference
<b>Pyrrhophyta (Dinophyceae)</b>					
<i>Akazhova sanguinea</i>	<2011	SA, MA	AT	S	Čarić <i>et al.</i> , 2011
<i>Ceratoperdinium jeje</i>	2009	NA, MA	IP	C	Naučević Gladić <i>et al.</i> , 2006
<i>Gymnodinium abbreviatum</i>	2006	MA	AT	C	Skejić <i>et al.</i> , 2012
<i>Gymnodinium aguliforme</i>	2006	MA	AT	C	Skejić <i>et al.</i> , 2012
<i>Gymnodinium grammaticum</i>	2006	MA	AT	C	Skejić <i>et al.</i> , 2012
<i>Gymnodinium ussifordii</i>	2006	MA	AT	C	Skejić <i>et al.</i> , 2012
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	2006	MA	AT	C	Skejić <i>et al.</i> , 2012
<i>Gyrodinium aureolum</i>	2006	MA	AT	C	Skejić <i>et al.</i> , 2012
<i>Gyrodinium aureolum</i>	2006	MA	AT	C	Skejić <i>et al.</i> , 2012
<i>Gyrodinium pingue</i>	2006	MA	AT	C	Skejić <i>et al.</i> , 2012
<i>Neoceratomyx paradoxus</i>	2008	SA	AT	C	Barišić <i>et al.</i> , 2012
<i>Oenothera splendida</i>	2008	SA	AT	C	Barišić <i>et al.</i> , 2012
<i>Scaphodinium mirabile</i>	2002	SA	AT	S	Čalac, 2010
<i>Wolozynska neglecta</i>	2006	MA	AT	C	Skejić <i>et al.</i> , 2012
<b>Rhodophyta</b>					
<i>Parviphycus antipa</i>	1997	NA	AT, IP, ME	C	Sartoni & Bossi, 1998
<i>Polydora banyulensis</i>	1997	NA	ME	C	Sartoni & Bossi, 1998
<b>Cnidaria</b>					
<b>Anthozoa</b>					
<i>Alicia mirabilis</i>	1998	SA	AT, ME	C	Kružić, 2002
<i>Asiroides calycularis</i>	1899	NA	AT, ME	E	Zibrowius & Gröshaber, 1977
<i>Balanophyllia (Balanophyllia) rognia</i>	1998	SA	AT, ME	C	Kružić, 2002
<i>Caryophyllia (Caryophyllia) cyathus</i>	1998	SA	AT, ME	C	Kružić, 2002
<i>Cladocora debilis</i>	2002	SA	AT, ME	C	Kružić <i>et al.</i> , 2007
<i>Cladocoromma rolandi</i>	2002	SA	AT, ME	E	Kružić, 2008a
<i>Coenocyathus cylindricus</i>	1998	SA	AT, ME	C	Kružić, 2002
<i>Dendrophyllia ramosa</i>	1998	SA	AT, ME	C	Kružić, 2002
<i>Gygnis annulata</i>	1998	SA	AT, ME	C	Kružić, 2002
<i>Halicampodes purpureus</i>	1998	SA	AT	C	Kružić, 2002
<i>Sphaerocarpus (Sphaerocarpus) andrewianus</i>	1998	SA	AT, ME	C	Kružić, 2002
<b>Hydrozoa</b>					
<i>Leusia subtiloides</i>	1974	SA	AT	E	Barišić & Čarić, 2012
<i>Muggesia atlantica</i>	1974	SA	AT	E	Camolin & Kršinić, 2000
<i>Nobia decaroteniacalata</i>	2001	SA	AT	E	Barišić & Čarić, 2010
<b>Mollusca</b>					
<b>Bivalvia</b>					
<i>Idas zimpsoni</i>	2002	SA	AT	C	Bojotin <i>et al.</i> , 2002
<b>Gastropoda</b>					
<i>Desmoploca papilio</i>	1994	SA	AT	C	Barišić <i>et al.</i> , 2004
<i>Protiantia souleyeti</i>	1994	SA	AT, IP	C	Barišić <i>et al.</i> , 2004
<b>Sipuncula</b>					
<i>Aspidoziphon (Atrikos) mexicanus</i>	1986	NA	AT, ME	C	Mirna & Zavadnik, 1986
<i>Pleurotalosoma scudupis</i>	<1978	NA	IP	C	Mirna, 1978
<b>Annelida</b>					
<i>Hippolyte pridenaxiana</i>	2002	NA	AT, ME	C	Kružić, 2006
<i>Palaemonetes pallasii</i>	<2011	SA	AT	C	Barišić & Čarić, 2012
<i>Pontodora pelagica</i>	<2011	SA	AT, IP	C	Barišić & Čarić, 2012
<b>Crustacea</b>					
<i>Peniculus furcatus</i>	2008	MA	AT, IP	C	Vidulić <i>et al.</i> , 2008
<b>Chaetognatha</b>					
<i>Sagitta galera</i>	<2011	SA	IP	C	Barišić & Čarić, 2012
<b>Chordata</b>					
<b>Tunicata</b>					
<i>Thalia orientalis</i>	2006	SA	AT	E	Barišić <i>et al.</i> , 2009
<b>Pisces</b>					
<i>Aletris alexandrinus</i>	1974	MA	AT, ME	C	Dolčić, 2005
<i>Caranx crysos</i>	2008	NA	AT	C	Dolčić <i>et al.</i> , 2009b
<i>Caranx rhonchus</i>	2011	SA	AT	C	Kožul & Anđelić, 2013
<i>Eucalyptore acutirostris</i>	2010	MA	AT, ME	C	Lipej <i>et al.</i> , 2011
<i>Epinephelus aeneus</i>	1998	SA	AT, ME	S	Glumacina <i>et al.</i> , 2006
<i>Lagocephalus lagocephalus</i>	2004	SA	AT, IP	C	Dolčić & Pallaoro, 2006
<i>Lobotes variegatus</i>	2010	MA	AT, IP, ME	E	Dolčić & Dragičević, 2011a
<i>Myxopterygia rubra</i>	2000	SA	AT, ME	S	Glumacina <i>et al.</i> , 2002
<i>Plectropterygia mediterranea</i>	1994	NA	AT, ME	C	Topić <i>et al.</i> , 1995
<i>Sphaeroides pacificaster</i>	1992	NA	AT, IP	S	Pallaoro & Jardas, 1996
<i>Sphyrna viridensis</i>	2002	SA	AT, ME	E	Kožul <i>et al.</i> , 2005

Tabli

ca 2. Popis unesenih vrsta koje su se rasprostranile na području isto nog Jadrana kao posljedica klimatskih promjena, Legenda: Lokacija: NA- Sjeverni Jadran, MA- Srednji Jadran, SA- Južni Jadran; Pdjrijetlo vrste: AT- Atlantski ocean, ME- Sredozemlje, IP- Indopacifik; Status: C- povremeni, E- utvr eni, S- širenje ( Pe arevi i sur. 2013)

Jedne od najagresivnijih invazivnih vrsta cijelog Mediterana su zasigurno *Caulerpa taxifolia* ((M. Vahl) C. Agardh, 1817) (sl. 1). te *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* ((Forsskål,) J. Agardh, 1873) (sl. 2). iz porodice *Caulerpaceae*.

Njihovo brzo i kontinuirano širenje uzrok je uništavanja strukture i funkcije autohtonih ekosistema te smanjenje njegove bioraznolikosti koja predstavlja veliki ekološki problem. Smatraju se izrazito opasnim i invazivnim s obzirom da su odlični kolonizatori naseljenih i nenaseljenih područja, izrazito su tolerantne vrste na stresne događaje, te mogu preživjeti velike oscilacije fizičkih i kemijskih parametara prostora u kojem žive (Streftaris i sur. 2006).

#### 4.1. Vrsta *Caulerpa taxifolia*



**Slika 1.** Vrsta *Caulerpa taxifolia* (<http://www.aegeandivingcollege.com>)

Prema kategoriziranim podacima vrsta *Caulerpa taxifolia* smještena je na popis invazivnih vrsta unesene djelovanjem ovjeka ili nepoznatog vektora (Tablica 1). Njezino prirodno stanište su tropska mora u kojima tvori manje zajednice. U tropskim morima nije uzrok ekoloških problema jer njezino širenje drže pod kontrolom kompetitivne vrste te herbivori koji se njome hrane. Njezina prva pojavnost u Sredozmnom moru bila je u akvarijima koji su predstavljali floru i faunu tropskih mora. Njezina uloga bila je ukrasna te se ljudskom nepažnjom počela širiti prema prirodnim staništima. Prva mala kolonija od metra kvadratnog slučajno unesena 1984. godine od strane Oceanografskog muzeja u Monaku do 1992. godine proširila se na više od 6000 hektara. Prekrila je više od 13 000 hektara morske obale 6 država, Monako, Francusku, Italiju, Hrvatsku, Španjolsku te



Tunis do 2000. godine. Vjeruje se da njezinom rasprostranjenju uvelike pridonose sidra brodova, mreže za ribolov jer ih prenose na velike udaljenosti. Opasnost koju predstavlja za ekosustave krije se u njezinoj toksičnosti, visokom ekološkom fitnessu te naseljavanju svih supstrata i litoralnih zona. Toksične supstance poput terpenoida sintetizira u većoj koncentraciji nego u tropskim morima. Toksin inhibira rast smeđe alge vrste *Cystoseira barbata* (L., 1840) te crvene alge *Gracilaria bursa-pastoris* (Silva, 1830). Smatra se da je on uzrok superiornosti u konkurenciji sa ostalim autohtonim algama. Osim na autohtone alge negativan u inak ima i na pojedine vrste fitoplanktona. Također toksin im pruža jednu vrstu zaštite od herbivora (Streftaris i sur. 2006).

Na prostoru Jadranskog mora posebno ugrožena je vrsta morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (L.). Povlačenje i smrtnost populacija posidonije u nekim prostorima čak dolazi do 45 % (Streftaris i sur. 2006). Najveća područja koje je zauzela je veliki dio dna u Starogradskom Zaljevu na otoku Hvaru (Turk 2011).

#### 4.2 Vrsta *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*



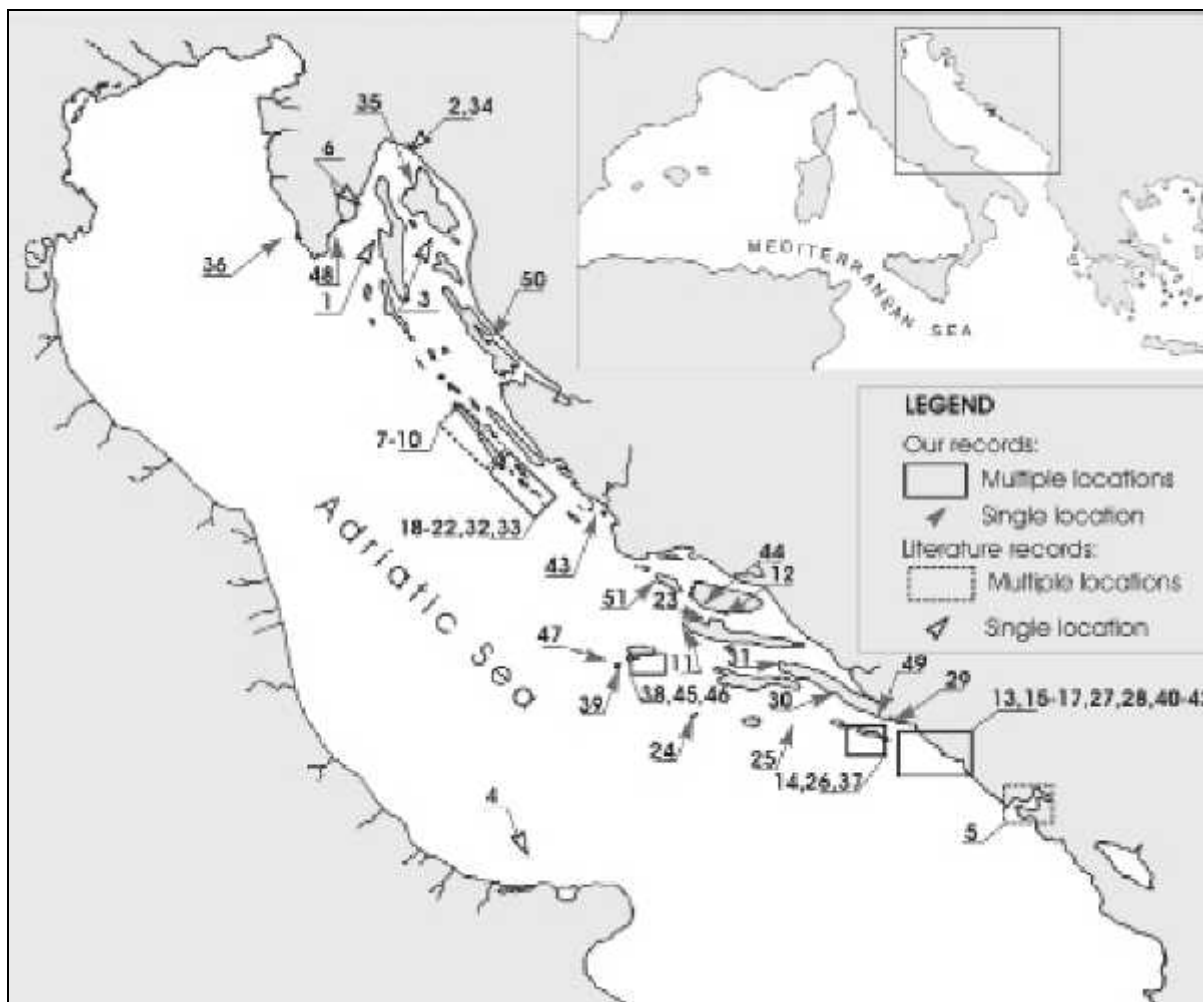
**Slika 2.** Vrsta *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (www.hjbc.hacettepe.edu.tr)

Vrsta *Caulerpa racemosa* smještena je na popis invazivnih vrsta uvođenjem u ovjeku ili nepoznatog vektora (Tablica 1). Tropska područja su prirodna staništa ove vrste. Prvi je puta detektirana na području Tunisa 1926. godine, vjerojatno se proširila kao migrant iz Crvenog mora. Nije smatrana tipičnom invazivnom vrstom sve do 1990. godine kada je pronađena na području Libije njezin novi oblik *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* za koji se odredilo da je genetički australskog podrijetla. *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* je jedna od vodećih invazivnih vrsta

Jadranskog mora. Agresivnija je i brže se širi ak i od vrste *Caulerpe taxifolia*, uzrok je velikih modifikacija benti kih populacija te ima negativan utjecaj na ljudske aktivnosti. Nedavna istraživanja dokazala su da ova invazivna vrsta smanjuje brojnost i raznolikost autohtonih algi. 2000.godine *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* je po prvi puta zabilježena u Hrvatskoj te je od tada prona ena na 43 mjesta duž Jadranskog mora (Kišević i sur. 2011).

#### 4.3.Vrsta *Womersleyella setacea*

Tropska alga po prvi puta zabilježena u Jadranskom moru 1997. godine u blizini otoka Cres. Nedugo nakon toga zabilježena je i kod rta Oštrog i Rabac te kod Dugog Otoka. Smatra se da je cijela obala Jadranskog mora pod njezinim utjecajem (sl.3.).



**Slika 3.** Pojavnost vrste *Womersleyella setacea* duž Jadranskog mora (Nikolić i sur. 2010)

Još nije poznat na in na koji je ušla u prostor Mediterana, te Jadranskog mora iako, naga a se da se mogla proširiti obraštaju i trupove brodova. Zabilježena je na dubinama od 7 do 72 metara. Najopsežnije populacije zabilježene su na 15 do 40 metara dubine. *Womersleyella setacea* raste na

svim supstratima od pijeska do kamena. Tako er zabilježeno je da živi kao epifit na ostalim makroalgama. Najvažnija invazivna karakteristika ove vrste koja tvori busenaste formacije je konstantna stabilnost populacija tijekom svake tri godišnja doba. Do sada su pronađene samo sterilne jedinice koje nemaju reproduktivnih struktura. Jedini reproduktivni organi pronađeni kod ove vrste su tetrasporangiji (Nikolić i sur. 2010).

#### 4.4 Vrsta *Pinctada radiata*



**Slika 4.** Vrsta *Pinctada radiata* (<http://www.idscaro.net>)

Vrsta *Pinctada radiata* (Leach, 1814) (sl.4.) iz porodice *Pteriidae* poznata kao biserna školjka invazivna je vrsta Jadranskog mora. Način unosa još uvijek nije poznat, ali se smatra da je moguć unos putem Sueskog kanala, aktivnostima vezanim za akvakulturu te pomorskim prijevozom. Vrsta je najčešće pronađena na muljevitim supstratima na dubinama od 5 do 25 metara (Dogan i sur. 2008).

## 5. UTJECAJ INVAZIVNIH VRSTA JADRANA

Odrediti da li je jedna vrsta invazivna poprilično je teško. Još je teže odrediti koja invazivna vrsta ima veći utjecaj na bioraznolikost određenog prostora i koja zaslužuje najveće mjere opreza. Jedan od kriterija za odabir najagresivnijih invazivnih vrsta Jadrana bazira se na IUCNovim kriterijima. Najčešći kriteriji su utjecaj na bioraznolikost, socioekonomske prilike te zdravlje i infrastrukturu.

## 5.1 UTJECAJ NA BIORAZNOLIKOST

Generalno, invazivne vrste predstavljaju veliku prijetnju bioraznolikosti utječu i na autohtone vrste, ekosistem da li direktno mijenjaju i njegovu hidrologiju, kruženje nutrijenata i ostalih procesa ili indirektno mijenjaju i cijeli ekosistem, njegovu strukturu i funkciju hrane i seplijenom autohtonih vrsta, zauzimaju i njihov prostor te istiskivaju i ih iz prirodnog ekosistema. Tako er utječu na jedinstvenu bioraznolikost endemskih vrsta izoliranih ekosistema i zaštiti njih podruja. Stalni prodori invazivnih vrsta imaju za posljedicu njihovo širenje te zauzimanje sveve ih podruja. Utjecaj invazivnih vrsta na ekosustave poveao se poveanjem mobilnosti, bolje povezanosti me u državama, stalnom trgovinom i turizmom. Nije nepoznato da dolazi do hibridizacije egzotičnih vrsta sa autohtonim te i na taj način smanjuju bioraznolikost prostora (Streftaris i sur. 2006).

## 5.2 UTJECAJ NA SOCIOEKONOMSKE PRILIKE

Konstantno širenje invazivnih vrsta jednako utječe i na socioekonomske prilike togaprostora. Najčešće je to u obliku uništavanja ribolova te akvakulture. Drastično se smanjuju doprinosi u ribarstvu direktno ili indirektno (npr. uneseni nametnici). Samim time slabe ekonomsko i gospodarsko stanje države, povećava se nezaposlenost te se smanjuje životni standard. Tako er velike biomase invazivnih vrsta zahtijevaju veći napor u išetnju opreme za ribolov. Rijetko utjecaj invazivnih vrsta može imati i pozitivnu posljedicu na socioekonomske prilike, kao poveanje zaposlenosti u programima i studijama o invazivnim vrstama. Steeno znanje o procesima koji vladaju u ekosistemima te njihova dinamika i interakcija tako er je jedan od pozitivnih utjecaja (Streftaris i sur. 2006).

## 5.3 UTJECAJ NA ZDRAVLJE I INFRASTRUKTURU

Utjecaj na zdravlje te sanitarne infrastrukture oituje se u nenamjernom unosu toksičnih vrsta, različitih patogena, te parazita koji uvelike mogu ugroziti ljudsko zdravlje ako na vrijeme nisu otkriveni i uklonjeni. Toksini kao produkti metabolizma invazivnih vrsta esto znaju zagaditi ili promijeniti kvalitetu vode. Jedan primjer je novopridošla vrsta *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) (sl.5.). U adultnom obliku doseže 60 cm. Otrovnaj kao i ostale jedinke iz porodice napuhaa. Tkivo joj sadrži neurotoksin tetrodotoksin koji je uzrok trovanja hranom i u nekim sluajevima smrtnosti.



**Slika 5.** Vrsta *Lagocephalus sceleratus* (<http://www.kugelfischforum.de>)

*Plotosus lineatus* (Thunberg, 1787) (Sl.6.) je vrsta ribe koja je poznata po svojoj izrazitoj otrovnosti. Otrovnne žlijezde nalaze se na području leđne i prsne bodlje. Prijavljeno je nekoliko slučajeva trovanja tim toksinom na području Mediterana.



**Slika 6.** Vrsta *Plotosus lineatus* (<http://www.diverosa.com>)

Isto tako mogu utjecati na infrastrukture i građevine modificiraju i njihov početni izgled i funkciju. Jedan primjer je za čišćenje vodovodnih cijevi te obraštaja u raznim ventilatorskim i klimatskim sustavima. Mehaničko uklanjanje nakupljenih obraštaja i biomasa na raznim infrastrukturama financijski je teret (Streftaris i sur. 2006).

## 6. METODE KONTROLE, SPRE AVANJA ŠIRENJA I UKLANJANJE

Regulacija, monitoring i pojava oprez bitne su stavke u kontroli i spreavanju širenja invazivnih vrsta. Obrazovanje i naglašavanje ove problematike među ribarima, moreplovcima te rekreativcima uvelike pridonosi smanjenju unosa invazivnih vrsta u Jadransko more. Oprez koji je izrazito bitan u zaštiti enim područja jima jednako tako je bitan i u ostatku Jadrana. Prevencija unosa novih invazivnih vrsta trebala bi biti prioritet. Iskustvo je pokazalo da jednom kada dođe do invazije vrste brze mjere kontrole mogu spriječiti njezino daljnje širenje, iako nikada nisu u potpunosti učinkovite i zahtijevaju znatne i dugotrajne napore. Vodeće smjernice usvojene na Konvenciji o biološkoj raznolikosti naglašavaju da bi prevencija trebala biti prioritetna, nakon koje slijedi rana detekcija egzotične vrste, brza reakcija nadležnih institucija te na kraju istrebljivanje vrste ako bude potrebno (<https://www.iucn.org>).

Prema načinu kontrole, spreavanja širenja te uklanjanja invazivnih vrsta razlikuju se tri metode.

Prva metoda uklanjanja je mehaničko uklanjanje. Kod metode mehaničkog uklanjanja mehaničkim postupcima se iskorjenjuju egzotične vrste sa zahvaćenih područja. Neki načini mehaničkog uklanjanja su intenzivna košnja i upanje mladica, primjena UV zračenja, odstrel, lov zamkama, ograničavanje prostora. Mehaničke metode dobro su primjenjive na vrstama ograničene rasprostranjenosti te one koje se lako opažaju. Već uinko nemaju na vrstama koje se teško love, te koje se brzo razmnožavaju poput invazivnih beskralježnjaka. Zbog tih prednosti i posljedica mehaničke metode uklanjanja se ne primjenjuju na primjeru Jadranskog mora.

Druga metoda uklanjanja je kemijsko uklanjanje. Pod kemijskim uklanjanjem podrazumijeva se korištenje kemijskih sredstava poput pesticida i insekticida kako bi se uklonile invazivne vrste na nekom području. Iako su kemijske metode učinkovite, njihova negativna karakteristika je što su neselektivne. Često znaju naškoditi vrstama koje nisu invazivne te time znaju uništiti i autohtone populacije. Sljedeća negativna karakteristika je što zahtijevaju veliku financijsku potporu. Isto tako često se dešava da tretirana vrsta razvije otpornost na kemijska sredstva koja više nemaju uinko na istu.

Treća metoda je biološka metoda uklanjanja. Biološka metoda podrazumijeva uklanjanje egzotične vrste pomoću drugih živih organizama. Organizmi koji iskorjenjuju egzotične vrste koriste ih za hranu ili im prenose bolesti. Ovoj metodi se treba jako oprezno pristupiti s obzirom da kontrolne vrste vrlo lako mogu prijeći u nove invazivne vrste tj. mogu poiniti čak i veći šteta od

trenutne invazivne vrste. Stoga, prije nego se ova metode krene koristiti potrebna su brojna istraživanja i studije kako se ne bi pojavila još veća šteta ([www.invazivnevrste.hr](http://www.invazivnevrste.hr)).

## 7. ZAKLJUČAK

Invazivne vrste jedna su od najvećih prijetnji bioraznolikosti. Sve ih je više u Jadranskom moru i one velike štete koje je teško popraviti ili je potrebno jako dugo vremena za njihovu obnovu. Neopreznim djelovanjem ovjeka mnoge invazivne vrste su unesene u Jadransko more koje prirodnim putem u njega nikad ne bi dospjele. Jedne od najagresivnijih invazivnih vrsta u Jadranskom moru koje one velike štete, nekontrolirano brzo se šire i, ponajviše autohtonim morskim cvjetnicama (*Posidonia oceanica*) su vrste iz porodice *Caulerpaceae*, *Caulerpa taxifolia* i *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*. Na pitanje na koji način iskorijeniti te prijeći novi unos egzotičnih vrsta Jadrana vode se brojne polemike s obzirom da svaka metoda ima pozitivne i negativne strane.

## 8. LITERATURA

A. Dogan, V. Nerlovi , 2008. *On the occurrence of Pinctada radiata (Mollusca: Bivalvia: Pteriidae), an alien species in Croatian waters.* Acta Adriat., 155 – 158

M. Kiševi , A. Smailbegovi , K. T. Gray, R. Andri evi , J. D. Craft, V. Petrov, D. Braj i , 2011. I. *Dragi evi Spectral reflectance profile of Caulerpa racemosa var. cylindracea and Caulerpa taxifolia in the Adriatic Sea.* Acta Adriat., 21 – 28.

V. Nikoli , A. Žuljevi , B. Antoli , M. Despalatovi , I. Cvitkovi , 2010. *Distribution of invasive red alga Womersleyella setacea (Hollenberg) R.E. Norris (Rhodophyta, Ceramiales) in the Adriatic Sea.* Acta Adriat., 195 – 202.

N. Streftaris, A. Zenetos, 2006. *Alien marine species in the Mediterranean - the 100 'Worst Invasives' and their Impact.* Mediterranean Marine Science Volume 7/1, 87-118.

T. Turk, M. Richter, P. Kružić , 2011. *Pod površinom Mediterana.* Školska knjiga, 30-35.

<http://www.aegeandivingcollege.com>

<http://www.diverrosa.com>

[www.hjbc.hacettepe.edu.tr](http://www.hjbc.hacettepe.edu.tr)

<http://www.idscaro.net>

[www.invazivnevrste.hr](http://www.invazivnevrste.hr).

<https://www.iucn.org>

<http://www.kugelfischforum.de>



## 9. SAŽETAK

Velike klimatske oscilacije te geološka aktivnost Zemlje odredila je jedinstven položaj i pružanje Jadranskog mora te njegovu bioraznolikost.

Prokopavanjem Sueskog kanala 1869. godine Sredozemno more nanovo se povezalo sa Crvenim morem, što je omogućilo migraciju lesepsijskim organizmima te naseljavanje područja koja im nisu bila prirodno stanište i ugrožavanje autohtonih vrsta i ekosistema. Osim Sueskim kanalom invazivne vrste su u Jadran dospjele direktno ili indirektno, no isto djelovanjem ovjeka. Zbog sve veće ugroženosti Jadranskog mora sve više istraživanja i studija se vodi u kojima glavnu ulogu imaju invazivne vrste te njihov utjecaj.

Prevenција je najbolja metoda kontrole invazivnih vrsta. Dobar monitoring prostora te brza reakcija na pojavu invadora najbolji su način očuvanja autohtonih vrsta od penetriranja invazivnih vrsta.

## 10. SUMMARY

Great climatic oscillations and geological activity of the Earth has set a unique position of the Adriatic Sea and its biodiversity.

Digging of the Suez Canal in 1869, the Mediterranean Sea was re-linked with the Red Sea which allowed the migration of the Lessepsian organisms and settlement on areas that they don't naturally populate. Also, their presence threatens native species and ecosystems. Except through the Suez Canal, invasive species entered the Adriatic Sea directly or indirectly, but often due to the action of man. Due to the increasing vulnerability of the Adriatic Sea more research and study is conducted in which main role have invasive species and their impact.

Prevention is the best method of controlling invasive species. Good monitoring of the space and rapid response to the possible occurrence of the invasive species are the best way to preserve indigenous species of penetration of invasive species.