

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO - MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

**INVAZIVNE MORSKE VRSTE U SREDOZEMNOM MORU**

**INVASIVE MARINE SPECIES IN THE MEDITERRANEAN SEA**

SEMINARSKI RAD

Aleksandra Krizmanić

Preddiplomski studij znanosti o okolišu

(Undergraduate Study of Environmental Science)

Mentor: izv. prof. dr. sc. Petar Kružić

Zagreb, rujan 2016.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	3
2. METODE ISTRAŽIVANJA INVAZIVNIH VRSTA.....	5
3. INVAZIVNE VRSTE ALGI I BILJAKA .....	8
4. INVAZIVNE VRSTE BESKRALJEŠNJAKA I KRALJEŠNJAKA.....	11
5. ZAKLJUČAK .....	12
6. LITERATURA .....	13
7. SAŽETAK .....	15
8. SUMMARY .....	16

## 1. UVOD

Još od otkrića Novog svijeta problem unošenja i širenja stranih invazivnih vrsta u Sredozemno more raste, usporedo sve većim i ubrzanim razvojem transporta i trgovine te velikim migracijama ljudi. U 20. stoljeću dostiže svoj vrhunac, a stručnjaci smatraju da danas, uz izravno uništavanje staništa, najveću prijetnju njihovoj bio raznolikosti predstavljaju upravo invazivne vrste ([www.invazivnevrste.hr](http://www.invazivnevrste.hr)). Prema Zakonu o zaštiti prirode, invazivna strana vrsta definira se kao strana vrsta čije naseljavanje ili širenje ugrožava bio raznolikost ili zdravlje ljudi ili uzrokuje gospodarsku štetu ([www.dzrp.hr](http://www.dzrp.hr) prema [www.narodne-novine.nn.hr](http://www.narodne-novine.nn.hr)). Upravo se materijalni gubitci prema recentnim podacima Europske komisije procjenjuju na 12 milijardi eura godišnje. Naime, toliki je iznos potreban kako bi se sanirali infrastruktura, gubitak ribljih stokova i smanjeni prinosi usjeva ([www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)). Stoga ni ne začuđuje činjenica kako se posljednjih desetljeća pokušavaju pronaći razna rješenja u suzbijanju tog gorućeg problema ne samo u Europi, već i u ostatku svijeta.

Veliki europski međudržavni projekt DAISIE (*Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe*), koji se financira iz sredstava Europske komisije, sadržava podatke o biološkim invazijama na području Europe, a izradili su je eksperti iz tog područja. Napravili su i popis onih najinvazivnijih 100 vrsta, a pružaju i informacije o prevenciji i kontroli invazije, kao i podatke o svih 12122 invazivnih vrsta raširenih diljem Europe ([www.europe-aliens.org](http://www.europe-aliens.org)). Taj popis 100 najinvazivnijih vrsta ima i nedostataka. Naime, jedna studija navodi kako su morski fitobentos i fitoplanktona prilično dobro istraženi, ali da se manje pažnje posvećuje utjecaju kralješnjaka, a još manje na beskralješnjaka. Ipak, popis ukazuje na potrebu za daljnjim istraživanjima njihova utjecaja na cijeli ekosustav, kao i za gradnju još bolje, jače i efikasnije suradnje svih zemalja, a može poslužiti i kao temelj za odabir indikatora vrsta u Sredozemlju (Streftaris i Zenetos, 2006.).

Sredozemno more okruženo je Europom na sjeveru, Azijom na istoku, odnosno jugoistoku te Afrikom na jugu, dok Gibraltarska vrata na zapadu pružaju izlaz na Atlantik. Otvaranje Sueskog kanala 1869. godine otvoren je put mnoštvu invazivnih vrsta koje su nastanile ovo more. Samo je u posljednjih nekoliko desetljeća više od 900 novih invazivnih vrsta pristiglo na obalne krajeve istočnog Sredozemlja.

Klimatske promjene, također, znatno utječu na porast problema oko politike invazivnih vrsta. Usko s time povezan je i čovjekov i prirodni utjecaj na rasprostiranje vrsta te uspostavljanje egzotičnih invazivnih vrsta na nekom području. Takve promjene okoliša osigurat će značajne izazove za strateško planiranje i upravljanje prirodnim, poljoprivrednim i urbanim prostorima. Za izgradnju elastičnosti unutar prirodnih i antropogenih sustava s promjenjivim klimatskim uvjetima, postoji potreba za integrativne politike zaštite okoliša koji podržava lokalne sposobnosti za upravljanje invazivne vrste u okviru mediteranskog krajolika (Bardsley i Edwards-Jones, 2007).

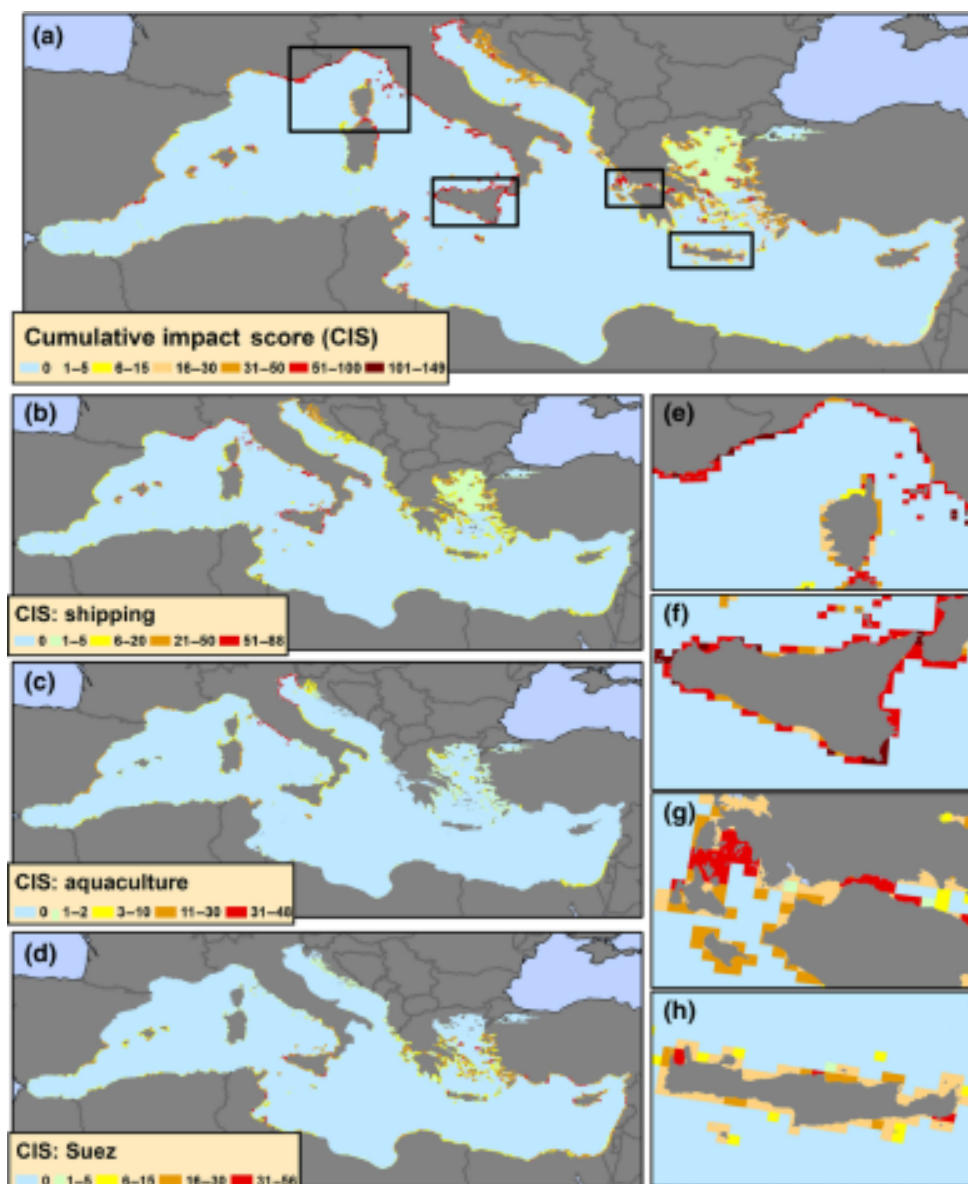
Sve u svemu, Sredozemno more ima najviše invazivnih vrsta od svih mora, a dodatan problem pričinjava činjenica da je vrstu koja već uspije formirati populaciju poslije jako teško istrijebiti ([www.livescience.com](http://www.livescience.com)). Stoga je veoma važno rano otkrivanje potencijalno invazivne vrste u ekosustavu te hitno djelovanje u obliku kontrole širenja te uklanjanja, obzirom da su to najčešće jedine učinkovite metode u borbi protiv njihovih štetnih učinaka ([www.dzzp.hr](http://www.dzzp.hr)).

## 2. METODE ISTRAŽIVANJA INVAZIVNIH VRSTA

Posljednjih se nekoliko godina radi na poboljšanju metoda borbe protiv invazivnih vrsta. Znanstvenici pokušavaju pronaći one najefikasnije i najjednostavnije za primjenu. Dakako, prvi je korak njihovo temeljito proučavanje, a kasnije i stvaranje jedinstvenog popisa najinvazivnijih prema objektivnim i jedinstvenim kriterijima na području čitave Europe. Naravno, korisno je upotrijebiti već postojeće popise invazivnih, odnosno stranih vrsta.

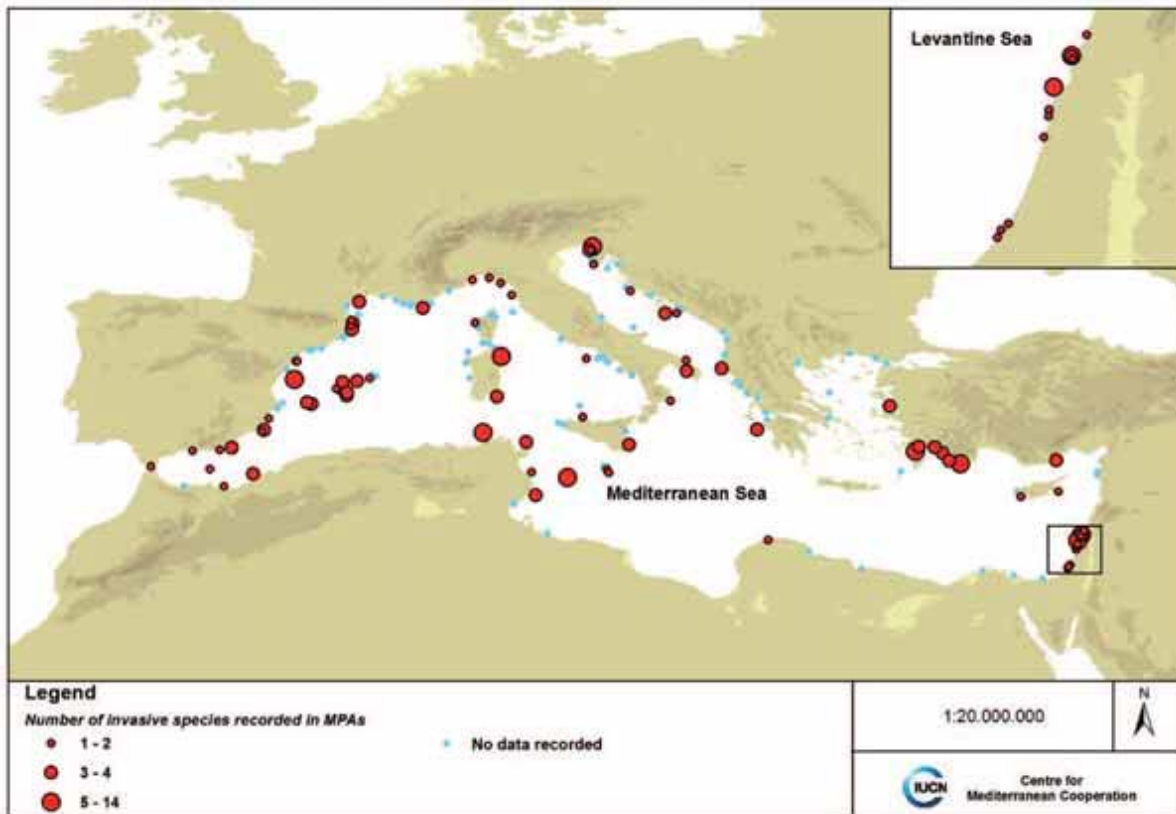
Skupina talijanskih znanstvenika predlaže standardni kriterije za sastavljanje popisa morskih invazivnih vrste. Naime, napravili su analizu morskih stranih vrsta na temelju nacionalnih i regionalnih podataka, koji donose propise o prevenciji i upravljanju invazivnim vrstama. Ipak, napominju kako u postojećim sustavima podataka kriteriji za uključivanje zapisa su rijetko eksplicitno navedeni, a često su i nedosljedni u svojim definicijama, prostornim i vremenskim okvirima i sveobuhvatnosti. Potrebno je dogovoriti jedinstvena načela kojima bi, na temelju čvrstih i transparentnih znanstvenim kriterijima, služila donošenju pravih odluka prema provjerenim i usporedivim podacima. Nakon meta-analize na evidenciji morskih stranih vrsta u Sredozemnom moru, preporučuju kritički pristup u prikupljanju podataka, stoga su identificirane tri kategorije nesigurnosti: vrsta, njena stvarna pojava na tom području te status strane vrste. U predlaganju vodećih načela važno je ne samo standardizirati takve skupove podataka, nego im je cilj potaknuti i raspravu o logičkim, jedinstvenim i transparentnim kriterijima, kako bi se potkrijepile tvrdnje o pojedinim stranim vrstama (Marchini i sur., 2015.).

Drugi, pak, tim od nekoliko znanstvenika provodi to u djelo i predstavlja metodu kartiranja kumulativnih utjecaja invazivnih stranih vrsta CIMPAL (*Cumulative IMPacts of invasive ALien species*) na morske ekosustave. Prema tom modelu, zbirni rezultati utjecaja procjenjuju se na temelju raspodjele invazivnih vrsta i ekosustava te veličini ekoloških utjecaja i snaga takvog dokaza. U studiji slučaja Sredozemnog mora, veličina učinka procijenjena je za kombinaciju 60 invazivnih vrsta na 13 staništa, za svaki dio od  $10 \times 10$  km bazena. Invazivne vrste su rangirani na temelju njihova doprinosa na zbirni rezultat utjecaja preko Sredozemlja, a indeks može imati vrijednost između 0 i 1 (Katsanevakis i sur., 2016).



**Slika 1.** Karta Sredozemnog mora (a) s prikazom rezultata CIMPAL metode provedene za 60 invazivnih vrsta na 13 staništa. Prikazane su mogućim načinima koje su uvedene u nova staništa: (b) plovnim putevima, (c) akvakulturom, (d) Sueskim kanalom. Izdvojene su uvećane slike manjih područja: (e) Ligursko more i Korzika, (f) Sicilija, (g) grčko-jonski arhipelag, (h) Kreta (Katsanevakis i sur., 2016.).

Međunarodni savez za očuvanje prirode (IUCN) je, pak, 2013. godine Strategiju za monitoring morskih invazivnih vrsta u mediteranskim zaštićenim područjima. Sadrži upravo prije spominjane metode, strategiju i politiku borbe protiv invazivnih vrsta te popis istih. Donose i takozvanu „Crnu listu morskih invazivnih vrsta“, koje su veoma štetne u nekim ili mnogim područjima, a mogu se lako detektirati, kako bi se čim prije spriječio njihov brzošireći loš utjecaj (Otero i sur., 2013).



Slika 2. Invazivne vrste u zaštićenim područjima Mediterana (MPAs) (Otero i sur., 2013).

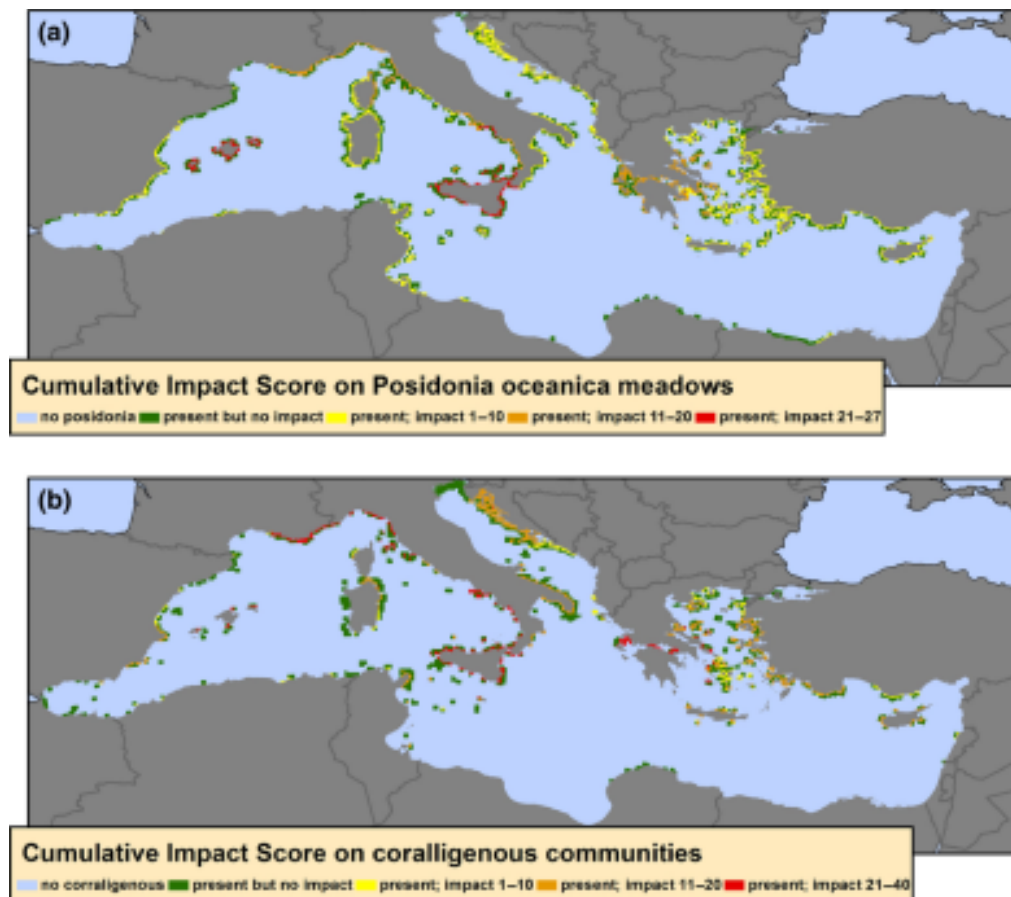
### 3. INVAZIVNE VRSTE ALGI I BILJAKA

*Caulerpa cylindracea* invazivna je vrsta na području zapadne obale Istre, na dubini do 10m. Jedna studija hrvatskih znanstvenika opisuje kako dobro podnosi zimske temperature, a njeno širenje ovisi o dugoročnim fluktuacijama temperature. Rado se nastanjuje i širi u urbanim prostorima pod velikim antropogenim utjecajem (Iveša i sur., 2015).

U drugom su radu obilje i raznolikost *Vibrio* dovedeni u vezu s površinama zelene alge *Caulerpa cylindracea*, a analiza se provodila u različitim fazama razvoja algi. *Vibrio* sojevi izdvojeni iz *C. cylindracea* jesu: *Vibrio tubiashii*, *Vibrio neptunius*, *Vibrio rotiferianus*, *Vibrio communis*, *Vibrio owensii*, *Vibrio jasicida*, *Vibrio harveyi*, *Vibrio maritimus*, *Vibrio diabolicus*, *Vibrio campbellii*, *Vibrio pomeroyi*, *Vibrio crassostreae* i *Vibrio aestivus*. Iako su neke od vrsta mogu biti patogeni za bentoske morske organizama, ne smatra ih se patogenima za čovjeka. Samo nekoliko izoliranih *Vibrio* (*V. campbellii*, *V. aestivus*, *V. pomeroyi* i *V. crassostreae*) imaju sporadičnu prisutnost na površinama algi, tj. da pronađeni su samo u jednom uzorkovanju, dok se većina izolata nalaze u sva četiri uzorkovanja. Udruženje ovih posljednjih *Vibrio* vrsta i površine *C. cylindracea* vjerojatno pomaže uspješnom širenju alge.

Još jedna vrsta alge, *Caulerpa taxifolia*, slučajno unesena u moru pored Monaka, prilično je invazivna i ima štetan utjecaj. Širenje stalnih livada alga nastavlja se iz godine u godinu prekrivajući sva raspoloživa područja morskog dna. Malo po malo, ova alga prevladava ili istiskuje sve ostale alge, a i životinje, ponajviše one pričvršćene (koralje, spužve...) ([www.akvarij.net](http://www.akvarij.net)).





**Slika 3.** Štetni utjecaj invazivnih vrsta na livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (Katsanevakis i sur., 2016.).

Budući da obje vrste tropskih alga u Jadranu nemaju prirodnog neprijatelja mogu se nekontrolirano širiti što dovodi do drastičnih promjena biološke, ekološke i krajobrazne raznolikosti morskog dna. Tropske alge roda *Caulerpa* izrazito su velika opasnost za morsku cvjetnicu *Posidonia oceanica* (www.mppi.hr).

*Asparagopsis armata*, također je jedna veoma invazivna alga koja je u konkurenciji za stanište i svjetlost s autohtonim vrstama, nativna je na području zapadne Australije. U Sredozemlje je uvedena balsatnim vodama. Invazivna je i alga iz istog roda, *Asparagopsis taxiformis* te *Acrothamnion preissi*. Važno je spomenuti i *Codium fragile* koji stvara materijalne štete u infrastrukturi akvakulture i mijenja strukturu sedimenata za koje se pričvršćuje. Na primjeru studije provedene u Španjolskoj, gdje obitavaju tri vrste iz roda *Codium*, od kojih su dvije nativne - *C. tomentosum* i *C. vermilaria*. zabilježena najveća pojavnost upravo invazivne i alohtone *Codium fragile*. Ona nastanjuje one dijelove koji imaju i stresnije uvjete i općenito potiskuje autohtone vrste (Rojo i sur.,2014.). Važno je

spomenuti još invazivnih vrsta algi poput *Womersleyella setacea*, *Styopodium schrimperi*, *Lophocladia lallemandii*, od kojih potonja, također, poput algi iz roda *Caulerpa* ima štetni utjecaj na posidoniju (Otero i sur., 2013).

U usporedbi učinaka *L. lallemandii* i *C. racemosa* u odnosu na *P. oceanica* u slučaju hranjenja ježinaca, rezultati studije pokazali su puno više antioksidacijskih enzima i veću aktivnost glutathion S-transferaze te je koncentracija GSH bila značajno viša u ježinaca hranjenih stranca algi u usporedbi s kontrolnom skupinom hranjenom *P. oceanica*. Ovaj odgovor je bio intenzivniji u skupini hranjene *L. lallemandii* odnosu na *C. racemosa*. Može se zaključiti kako invazivne alge *C. racemosa* i *L. lallemandii* izazivaju antioksidativni odgovor u *P. lividus* bez evidentnog oksidativnog oštećenja (Tejada i sur., 2012.).

Glede invazivnih vrsta biljaka, važno je spomenuti vrstu s popisa onih 100 najgorih u Sredozemnom moru – *Halophila stipulacea*. Eurihalina je to vrsta koja opasno prijete populacijama *Posidonia oceanica* i *Cymodocea nodosa* te organizama u suživotu s te dvije vrste (Otero i sur., 2013).

#### 4. INVAZIVNE VRSTE BESKRALJEŠNJAKA I KRALJEŠNJAKA

Od 47 životinja na „Crnoj listi morskih invazivnih vrsta“ IUCN-a, preko 30 vrsta otpada na beskralješnjake i kralješnjake. Dvije pripadaju skupini žarnjaka, od kojih je jedna koralj, *Oculina patagonica*, koji narušava stabilnost populacija algi te je u sukobu s autohtonom *Cladocora caespitosa*. Tu je još i morski puž, *Aplysia dactylomela*, nekoliko vrsta školjaka i rakova, rebraš *Mnemiopsis leidyi*, a najviše ima riba i to 15 vrsta.

Glede beskralješnjaka, odnosno rakova, vjerojatno je najzvučnije ime *Percnon gibessi*. Vrsta koja je sad već raširena gotovo cijelim Mediteranom (Baleari, Sicilija, Turska, Tunis...), a inače je nativna na području Atlantika od Floride do Brazila, iako ju se može naći i u Kaliforniji i Čileu. Budući da je herbivor, odnosno hrani se algama, logično je zaključiti kako je u kompeticiji za hranu s morskim ježevima i *Pachygrapsus marmoratus*, omnivornim rakom koji se također hrani algama i kojemu nalikuju te s rakom *Ephibia verucossa*.

*Fistularia commersonii* smatra se jednom od prvih invazivnih vrsta na području Mediterana. Znanstvenici su pokušali rekonstruirati tijek njene invazije, kako bi procijenili stope širenja i konstruirali pravilan ekološki model temeljen na šest biofizičkih varijabli. Rezultati su pokazali da kolonizacija Sredozemnog mora odvijala paralelno uz južni i sjeverni rub bazena brzinama od 1,000-1,500 km po godini. Također su otkrili da preferira obalna područja s nižom koncentracijom klorofila a i višim salinitetom. Stoga joj mora poput, primjerice Jadranskog, ili u blizini delte Nila nisu odgovarali, dok su joj jako odgovarali Tirensko i Levantinsko more (Azzuro i sur., 2012).

U drugom je, pak, znanstvenom radu ispitivan ekološki i socijalni utjecaj *Lagocephalus sceleratus*, na području istočnog Mediterana- otoku Rodosu. U ranim fazama života hrani se beskralješnjacima - sipom, školjkama, hobotnicama. Također, smatra ju se ribarskom štetočinom s obzirom da sadrži štetni tetrodotoksin, inače letalan za čovjeka, zbog čega je posebno važno upozoriti stanovništvo na njenu opasnost (Kalogirou i sur.,2013.).

## 5. ZAKLJUČAK

Morske se vrste sve više prenose u neprirodna, strana područja. Neke od njih mogu postati invazivne, odnosno izazivati neželjene učinke na okoliš, gospodarstvo i / ili ljudsko zdravlje. Nenativna vrsta može se uvesti kroz niz vektora, uključujući utovar, trgovinu, plovnih koridora (kao što su kanali), i na druge, slučajne načine. Učinci invazivnih morskih vrsta mogu biti dramatične i nepovratne i odraziti se na mnoge sfere društva i bio raznolikosti. Njihov štetni utjecaj može biti ekonomski, socijalni, pa čak i zdravstveni. Generalno gledano, najčešći je ipak onaj da se narušava prirodna ravnoteža i da u kompeticiji za prostor i hranu gube autohtone, obično ne toliko „otporne“ vrste kao egzotične strane vrste.

Kontrola invazivnih vrsta i smanjivanje njihova utjecaja na zavičajne vrste i cjelokupne ekosustave danas je jedan od najvećih izazov zaštite prirode u Europi. Stranu invazivnu vrstu, nažalost, gotovo nikad nije moguće ukloniti iz staništa u koje se proširila, osim na otocima te na ograničenim dijelovima kopna jer je to uglavnom ekonomski neisplativo. Ono što je od iznimne važnosti jest da je potrebno rano otkrivanje prisutnosti potencijalno invazivne vrste u ekosustavu, a hitne mjere kontrole širenja i uklanjanja najčešće su jedine učinkovite mjere borbe protiv takvih vrsta.

Svakako je potrebno još više raditi na istraživanjima invazivnih vrsta, međunarodnoj suradnji i edukaciji znanstvenika koji će razmjenjivati znanja o invazivnim vrstama. Potrebno je da sustav bude jedinstven za sve zemlje kako bi usporedba u identifikaciji i kasnije djelovanje bilo čim brže i jednostavnije. Jednako je važna i edukacija građana kako bi mogli prijavljivati alohtone vrste ili pak spriječiti njeno daljnje širenje.

## 6. LITERATURA

Azzurro, E., Soto, S., Garofalo, G., Maynou, F. (2013) *Fistularia commersonii* in the Mediterranean Sea: invasion history and distribution modeling based on presence-only records. *Biological Invasions*. 15, 977–990

Bardsley, D. K., Edward-Jones, G. (2007) Invasive species policy and climate change: social perceptions of environmental change in the Mediterranean. *Environmental Science & Policy*. 10. 230-242

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

Kalogirou, S. (2013) Ecological characteristics of the invasive pufferfish *Lagocephalus scleratus* (Gmelin, 1789) in the eastern Mediterranean Sea– a case study from Rhodes. *Mediterranean Marine Science*. 14. 251-260

Katsanevakis, S., Tempera, F., Teixeira, H. (2016) Mapping the impact of alien species on marine ecosystems: the Mediterranean Sea case study. *Diversity and Distributions*. 22. 694-707

Marchini, A. , Galil, B. S., Occhipinti-Ambrogi, A. (2015) Recommendations on standardizing lists of marine alien species: Lessons from the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 101. 267–273

Otero, M., Cebrian, E., Francour, P., Galil, B., Savini, D. (2013) Monitoring Marine Invasive Alien Species in Mediterranean Marine Protected Areas (MPAs): A strategy and practical guide for managers. IUCN. 136

Rizzo, L., Frascchetti, S., Alifano, P., Tredici, M.S., Stabili, L. (2016) Association of *Vibrio* community with the Atlantic Mediterranean invasive alga *Caulerpa cylindracea*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 475. 129-136

Rojo, I., Olabarria, C., Santamaria, M., Provan, J., Gallardo, T., Viejo, R. M. (2014) Coexistence of congeneric native and invasive species: The case of the green algae *Codium* spp. in northwestern Spain. *Marine Environmental Research*. 101. 135-144

Streftaris, N., Zenetos, A., (2006 ) Alien Marine Species in the Mediterranean - the 100 'Worst Invasives' and their Impact. *Mediterranean Marine Science*, 7. 87-118

Tejada, S., Deudero, S., Box, A., Sureda, A. (2013) Physiological response of the sea urchin *Paracentrotus lividus* fed with the seagrass *Posidonia oceanica* and the alien algae *Caulerpa racemosa* and *Lophocladia lallemandii*. *Marine Environmental Research*. 83. 48-53

**Web izvori:**

[www.akvarij.net](http://www.akvarij.net)

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

[www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)

[www.europe-aliens.org](http://www.europe-aliens.org)

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

[www.livescience.com](http://www.livescience.com)

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

[www.narodne-novine.nn.hr](http://www.narodne-novine.nn.hr)

## **7. SAŽETAK**

Invazivne su vrste danas jedna od najvećih prijetnji bio raznolikosti, stoga se svakog dana ulažu sve veći naponi u suzbijanju njihovih štetnih učinaka. Njihovo rano otkrivanje u ekosustavu te hitno djelovanje u obliku kontrole širenja te uklanjanja, ponekad su jedino što se može napraviti.

U ovome su radu opisane metode i znanstvene studije vezane uz neke od invazivnih vrsta. Također su spomenute i druge značajnije invazivne vrste biljaka, algi, beskralješnjaka i kralješnjaka u Sredozemnom moru.

## **8. SUMMARY**

These days, invasive species are one of the biggest threat on biodiversity, therefore each day there are needed bigger efforts to deal with its bad impacts. Its early detection in ecosystem is what is really important, as well as urgent activity in terms of control of its spreading then its removal, which is sometimes the only option you can make.

In this seminar are described methods and scientific researches about certain invasive species. There are also pointed out some of the other important invasive plants, algae, invertebrates and vertbrates in the Mediterranean.