

# Ugroženost ježinaca u jadranskom moru

---

Okički, Lea

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:336594>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

UGROŽENOST JEŽINACA U JADRANSKOM MORU  
ENDANGERMENT OF SEA URCHINS IN THE ADRIATIC  
SEA

Seminarski rad

Lea Okićki

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu

Undergraduate Study of Environmental Sciences

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

Zagreb, 2021.

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. <b>BIOLOGIJA I EKOLOGIJA JEŽINACA</b> .....	2
2.1 Sistematika .....	2
2.2 Građa tijela .....	2
3. <b>GOLOBRST</b> .....	4
4. <b>ČESTE VRSTE U JADRANU</b> .....	6
4.1 <i>Paracentrotus lividus</i> .....	6
4.2 <i>Arbacia lixula</i> .....	7
4.3 <i>Sphaerechinus granularis</i> .....	8
5. <b>METODOLOGIJA PRAĆENJA STANJA JEŽINACA</b> .....	8
6. <b>IZLOV JEŽINACA</b> .....	10
7. <b>ZAKLJUČAK</b> .....	12
8. <b>LITERATURA</b> .....	13
9. <b>SAŽETAK</b> .....	16
10. <b>SUMMARY</b> .....	16

## 1. UVOD

Ježinci su globalno rasprostranjeni, a u Jadranskom moru čine važan dio obalnih ekosustava. Biljojedi su i stoga čine jedan od glavnih čimbenika koji određuje količinu i rasprostranjenost algi i morskih trava u plitkomorskim ekosustavima. Imaju veliku važnost u oblikovanju bentoskih zajednica na obalama Mediterana. (Wangensteen, 2013).

Vrlo su rasprostranjeni te se nalaze širom svijeta u oceanima, u toploj ili hladnoj vodi. Trenutno im ne prijete neposredna opasnost nestajanja ili ugroženosti uopće. Međutim, u prošlosti su morski ježevi podlagali masovnoj smrtnosti zbog povećane količine zagađenja u oceanima i zbog povećane količine ribolova. Uragani i porast temperature vode također su izbrisali veliku količinu morskih ježinaca. Morski ježinci vrlo su osjetljivi na promjene, a s globalnim zatopljenjem, koje mijenja temperaturu oceana i povećava količinu tropskih oluja, mogli bi postati ugroženi u budućnosti. [L1]

U Jadranu je zabilježena 21 vrsta, a najrasprostranjenije su tri : hridinski ježinac (*Paracentrotus lividus*) (Slika 3.), crni ježinac (*Arbacia lixula*) (Slika 4.) i pjegavi ježinac (*Sphaerechinus granularis*) (Slika 5.), uz još neke poput bodljikavog morskog turbana (*Cidaris cidaris*), patuljastog ježinca (*Pasmmechinus microturculatus*) i kuglastog ježinaca (*Gracilechinus acutus*).

Ekološka uloga vrste *Arbacia lixula* ne može se u potpunosti razumjeti osim u kontekstu njene interakcije s uobičajenom europskom jestivom vrstom ježinca *Paracentrotus lividus*. Oba ježinca dijele staništa i rasprostranjenost u njima, do razine da su tradicionalni ribari dugo smatrali da predstavljaju mužjaka i ženku iste vrste. Obje vrste, kada se nalaze u području s ograničenim resursima, zauzimaju različite trofičke niše. Crni ježinac najčešće zauzima plića područja, a hridinski nešto dublja. (Wangensteen, 2013).

Nekoliko grabežljivaca, poput riba, jastoga ili morskih zvijezda, u stanju je prijetiti ovim vrstama. Međutim, samo rijetke vrste grabežljivaca učinkovito kontroliraju populacije ježinaca. Sukladno tome, uklanjanje grabežljivih kralježnjaka ribolovom može rezultirati povećanim populacijama ovih vrsta ježinaca, pokrećući stvaranje golih područja morskog dna tj. golobrsta. (Bonaviri i sur., 2009). U Sredozemnom moru dvije vrste su odgovorne za nastanak i održavanje golobrsta: hridinski ježinac *Paracentrotus lividus* i crni ježinac *Arbacia lixula*. (Cvitković i sur., 2017)

Golobrst je naziv za područje morskog dna gdje prirodno prevladavaju guste populacije fotofilnih algi, a koje pod utjecajem gustih populacija morskih ježinaca postaje degradirano.

Istraživanja na Mediteranu često se bave temom usporedbe između vrsta *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula*. Studije utemeljene na analizi sadržaja crijeva rezultirale su stavom da se *A. lixula* hranila uglavnom inkrustiranim algama dok se *P. lividus* uglavnom hranio mesnatim makroalgama i lišćem morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. (Wangensteen, 2013). *P. lividus* rado se hrani svim dijelovima morske trave: živim lišćem s ili bez epifita, mrtvim lišćem, pa čak i rizomima i korijenjem. (Boudouresque i Verlaque, 2001).

## 2. BIOLOGIJA I EKOLOGIJA JEŽINACA

### 2.1 Sistematika

Baze podataka o morfološkim karakteristikama i sekvencama gena koje su sve veće i sve obuhvatnije, rezultirale su velikim napretkom u našem razumijevanju filogenetskih odnosa unutar koljena bodljikaša (*Echinodermata*). Koljeno danas živućih bodljikaša dijeli se na nekoliko razreda, a to su: *Echinoidea* (ježinci), *Holothuroidea* (trpovi), *Asteroidea* (zvjezdace), *Ophiuroidea* (zmijače), *Crinoidea* (stapčari) i *Concentricycloidea*.

Fosilni zapisi o ježincima počinju u ranom Gornjem Ordoviciju, otprilike prije 460 milijuna godina. Ježinci se tako prvi put pojavljuju nešto kasnije od stapčara, zvjezdaca i zmijača, a približno u isto vrijeme s najranijim zapisima o trpovima. Paleozojski ostaci ježinaca su rijetki i očuvani samo u posebnim taložnim uvjetima, slijedom toga što njihov kostur nije bio krut kao danas. (Smith i Kroh, 2013).

### 2.2 Građa tijela

Bodljikaši (*Echinodermata*) su deuterostomični beskralježnjaci. Isključivo su morski organizmi, mogu se pronaći na svim dubinama, a žive sesilnim ili polusesilnim načinom života na morskom dnu. S obzirom na građu tijela, dijele se u dvije skupine: pravilnjaci (*Regularia*) i nepravilnjaci (*Irregularia*). Radijalna, odnosno pentaradijalna simetrija, razvila se tijekom evolucije sjedilačkog načina života gdje se svi dijelovi tijela nalaze u 5 segmenata oko oralno-aboralne osi. Oralna strana je okrenuta prema morskom dnu, a aboralna prema površini. U ličinačkom stadiju pak, ličinke ehinopluteusi bilateralno su simetrične i slobodno plutaju nošene

morskim strujama (planktonske), a pri kraju svog razvoja, i do mjesec dana nakon, spuštaju se na morsko dno.

Vodožilni (ambulakralni) sustav ježinaca sastoji se od niza kanala ispunjenih vodom. Sadrži prstenasti kanal koji je kalcificiran i okružuje usta. Otvara se prema van ili u tjelesnu šupljinu kroz kameni kanal i sitastu pločicu, nazvanu madrepora pločica. Madrepora pločica služi za izjednačavanje tlaka unutar sustava s tlakom okolne vode. Pet radijalnih kanala grana se od prstenastog kanala koji se nastavljaju u bočne kanale i završavaju ambulakralnim nožicama. Ambulakralne nožice služe za pokretanje, prihvaćanje za podlogu, ekskreciju, a neke imaju i osjetilnu funkciju.

Kostur ježinaca sastoji se od međusobno povezanih ploča osikula i bodlji od kalcijevog karbonata. Sastoji se od 10 usko pripijenih pločica koje su zaobljene i spajaju usni i aboralni kraj. Pet redova ambulakralnih ploča ima pore za prolazak ambulakralnih nožica i izmjenjuje se s pet interambulakralnih ploča koje imaju zglobne kvržice, na koja se nadovezuju bodlje. Baza svake bodlje je konkavna, a na nju se spajaju mišići koji pokreću bodlju. Bodlje su dio endoskeleta, prekrivene tankim slojem epiderme, često su oštre, ponekad šuplje i mogu sadržavati otrov. Služe za podupiranje i podizanje tijela ježinca s podloge, te imaju određenu sposobnost regeneracije, ako se bodlja ošteti ili potpuno izgubi, morski ježinac može ju obnoviti.

U pogledu prehrane, ježinci imaju neobične prilagodbe. Hrane se stružuci alge sa stijena pomoću pet velikih zuba, poredanih u strukturi poznatoj kao Aristotelova svjetiljka. Mogu izbaciti aparat za žvakanje, odnosno Aristotelovu svjetiljku iz usta. Ona se sastoji od 35 osikula koje su pričvršćene mišićima i usitnjuju hranu kako bi bila spremna za gutanje. Usna šupljina vodi do ždrijela, jednjaka i dugog, zavijenog crijeva koje završava aboralno anusom.

Za izmjenu plinova imaju pet pari škrga na peristomijalnoj membrani. U tome im djelomično pomažu ambulakralne nožice. Razdvojena su spola i imaju 5 gonada koje se nalaze na unutarnjem zidu interambulakralne ploče. Gamete se izbacuju u vodu, a oplodnja je vanjska. Vrijeme kada se odrasli morski ježinci počnu razmnožavati je u dobi od 2-5 godina. (Miller-Harley, 2001) (Habdija i sur.,2011.).

### 3. GOLOBRST

Među brojnim biljojedima koji naseljavaju šume algi, ježinci imaju ključnu ulogu u određivanju strukture i stabilnosti zajednice. Destruktivna ispaša ježinaca rezultira degradacijom staništa dovodeći do minimalne populacije algi i guste populacije ježinaca. Takvo stanište na morskom dnu nazivamo golobrst.

Ježinci stvaraju velike probleme šumama kelpa, podvodnom sustavu algi koji se smatra najdinamičnijim primjerom biološke raznolikosti i svrstava se među najproduktivnije zajednice umjerenih mora na svijetu. Visoka produktivnost i velika biomasa kelpa i drugih makro algi podržavaju velik broj riba i beskralježnjaka, koji alge koriste kao izvor hrane i kao stanište. (Scheibling i sur., 1999).



Slika 1. i 2. Primjeri golobrsta uzrokovanog hranjenjem ježinaca

Aktivna ispaša algi (primarnih proizvođača) od strane biljojeda (primarnih potrošača) ključan je ekološki proces koji igra glavnu ulogu u rasporedu i bioraznolikosti morskih ekosustava.

Iako se u svijetu oscilacije populacija morskih ježinaca prate na mnogo lokacija, opća dinamika propadanja i oporavka populacija algi na tim područjima nije toliko istražena. Poznata je činjenica da, ako ježinci svojom ispašom uklone značajniji postotak biomase algi, te populacije gotovo je nemoguće obnoviti. U slučaju nedostatka hrane na nekom području, ježinci jednostavno mogu prilagoditi svoje prehrambene navike na manje hranjive vrste algi ili neke beskralježnjake. Iznenaduje podatak da rastuće populacije ježinaca ne doživljaju slom zbog smanjene količine hrane već unatoč tome nastavljaju rasti. Formiranje golobrsta zbog ispaše ježinaca znatno smanjuje

bioraznolikost nekog područja, te ježinci na njemu prevladavaju. Jednom formirani golobrsti teško se vraćaju u prvobitno stanje, te često ostaju pusti i više desetljeća. Pojedini ježinci mogu ostati na tako nepovoljnom morskom dnu i do 50 godina. Nažalost, vrlo je malo studija koje uspoređuju količinu morskih ježinaca kroz duži period. (Ling i sur., 2014) Neke vrste mogu čak pokazati iznimnu dugovječnost i doživjeti preko 100 godina. (Amir i sur., 2020)

Kao i većina organizama, morski ježinci neophodni su za opstanak ostalih organizama u hranidbenom lancu. Dio su prehrane mnogim grabežljivcima, te ukoliko bi se njihova populacija naglo smanjila, mnoge bi životinje ostale bez izvora hrane. Grabežljivci koji se hrane morskim ježincima su morske vidre, zvijezde, razne ribe i ljudi. Neke od ključnih vrsta riba su šarag *Diplodus sargus sargus* i fratar *Diplodus vulgari*, koje se vrlo učinkovito hrane morskim ježincima čak i u adultnoj fazi i vrste *Coris julis* i *Thalassoma pavo* koje preferiraju juvenilne jedinke promjera čahure manjeg od 1cm. (Guidetti i Dulcic, 2007) Broj grabežljivaca bi trebao biti takav da postoji zdrava ravnoteža broja jedinki, vrlo je važno da se populacija morskih ježeva ne smanji niti poveća. [L1] Dakle, iako su morski ježevi važni za opstanak ekosustava, oni u velikom broju mogu postati štetni.



#### 4. ČESTE VRSTE U JADRANU

##### 4.1 *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)

Hridinski morski ježinac *Paracentrotus lividus* uglavnom se javlja na čvrstim stijenama ili u livadama morske trave *Posidonia oceanica* i *Zostera marina*. Raspon boja je varijabilan, od crno-ljubičaste, ljubičaste, crveno-smeđe, tamno smeđe, žuto-smeđe do maslinasto zelene boje, te nije povezan s dubinom ili veličinom jedinke. Ova vrsta često obitava na obalnim zidovima gdje pronalazi udubine u koje se može sakriti, te koje pomoću svojih zubića dodatno oblikuje. Velika dostupnost skloništa za mlade jedinke može im omogućiti da pobjegnu predatorima. Do denudacije podloge može doći kao posljedica ljudske aktivnosti, kada krivolovci lome kamenje kako bi ilegalno sakupljali prstace *Lithophaga lithophaga*. Hridinski morski ježinci uglavnom su aktivni noću kako bi izbjegli veći pritisak predatora. U Mediteranu im glavne predatore čine ribe šarag *Diplodus sargus*, fratar *Diplodus vulgaris*, rakovi *Maja crispata* i puž *Hexaplex trunculus*. (Boudouresque i Verlaque, 2013).



Slika 3. *Paracentrotus lividus*

#### 4.2 *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)

Crni morski ježinac *Arbacia lixula* trenutno je jedan od najistaknutijih makro beskraljeznjaka u plitkim stjenovitim staništima Mediterana. To je morski ježinac jednolike crne boje epitela, relativno spljošten, s dugim, oštrim bodljama (Slika 4). Nastanjuje plitke obalne ekosustave (od 0 do oko 50 m dubine), najčešće se nalazi na okomitim stjenovitim površinama i na drugim staništima kao što su ravna stjenovita dna, pa čak i pijesak. (Wangensteen, 2013).

Smatra se termofilnom vrstom koja širi svoj areal nakon općeg porasta površinske temperature mora, posebno u mediteranskom području. Smatra se da je vrsta svejed jer analiza sadržaja crijeva otkriva pretežito nakupine vapnenačkih algi i sjedilačkih vrsta beskraljeznjaka u prehrani. (Cirino i sur., 2017).

Crni morski ježinac mrijesti se tijekom cijele godine, ali doseže vrhunac u ljetnim mjesecima. Spolnu zrelost doseže kada promjer jedinke dosegne raspon od 9 i 14 mm. (Gianguzza i Bonaviri, 2013)



Slika 4. *Arbacia lixula*

#### 4.3 *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816)

Pjegavi morski ježinac (*Sphaerechinus granularis*) karakterističnog je izgleda te se razlikuje od prethodne dvije vrste nešto većom čahurom, koja može doseći i do 12 cm. Bodlje su mu kratke, jednake dužine i tupe. Mogu biti ljubičaste kao i ostatak ježinca, a vrlo često imaju bijele vrhove ili su čak potpuno bijele. [L3]

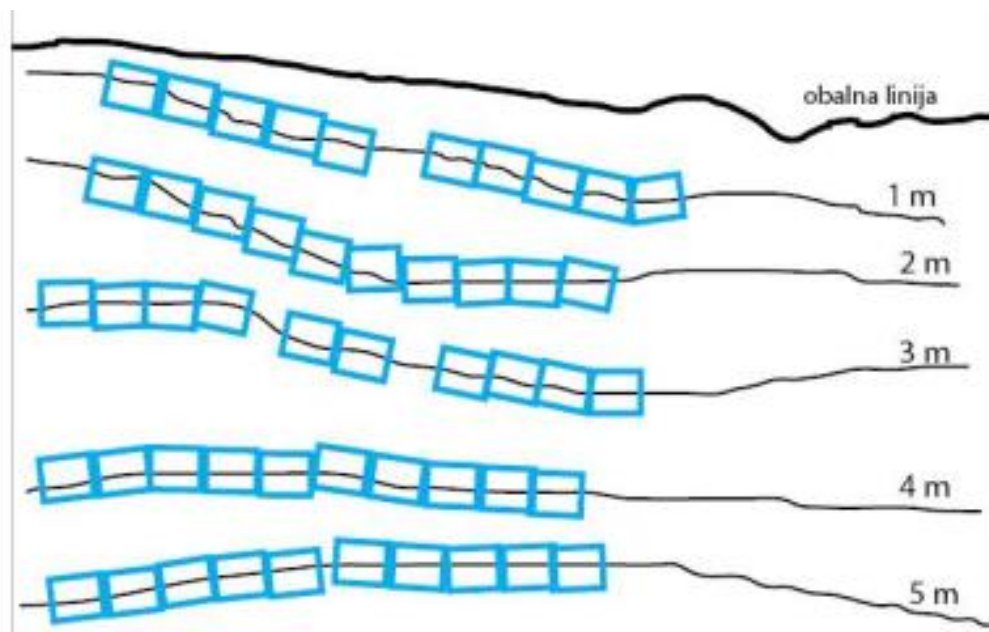


Slika 5. *Sphaerechinus granularis*

### 5. METODOLOGIJA PRAĆENJA STANJA JEŽINACA

Na svakom zadanom lokalitetu potrebno je odabrati tri postaje, međusobno udaljene minimalno 100 m, na kojima će se pratiti stanje ježinaca. Postaje moraju biti postavljene na čvrstom kamenitom dnu, blagog nagiba, s dobro razvijenim golobrstom. Nakon što se unutar određenog lokaliteta odredi pojedina postaja, ona mora biti postaja trajnog monitoringa s točno određenim koordinatama. Prati se stanje populacije hridinskog ježinca *Paracentrotus lividus* koji je ciljane vrsta, također crnog ježinca *Arbacia lixula* i pjegavog ježinca *Sphaerechinus granularis*, čija brojnost i veličina mogu ovisiti o gustoći hridinskog ježinca.





Slika 6. Shematski prikaz programa praćenja ježinaca po dubinskim transektima i kvadratima dimenzija 0,5 m x 0,5 m na jednoj postaji.

Na svakoj postaji, gustoća i promjeri čahure ježinaca, bez bodlji, određivat će se unutar kvadrata dimenzija 0,5 m x 0,5 m. Mjerenje se obavlja po transektima paralelnim s obalom i postavljenim na pet dubina: 1, 2, 3, 4 i 5 m dubine (Slika 6). Na svakoj dubini kvadrat će se nasumično postaviti na morsko dno te će se dalje prebacivati u određenom smjeru 10 puta po transektu usporedno s obalnom linijom.

Time se za pojedinu dubinu dobiva pregledani transekt površine 0,5 m x 5 m. Mjerenja pod morem obavljaju dva ronioca. Nakon postavljanja kvadrata, jedan ronioc procjenjuje površinu golobrsta na kvadratu. Procjenu daje u postotnim vrijednostima površine golobrsta na kvadratu. 0% označava potpunu prekrivenost dna unutar kvadrata s makroalgama, dok 100% predstavlja potpuni izostanak makroalgi.

Ronioc bilježi vrstu našdenih ježinaca, mjeri promjere čahure pomičnom mjerkom (plastična izvedba mikrometra) i zapisuje vrijednost (red veličine mm). Iako gustoća ježinaca ne ovisi o godišnjem dobu, program praćenja potrebno je svake godine obavljati u istom vremenskom razdoblju, a preporuka je da on bude između travnja i lipnja kada su optimalni uvjeti za terenski rad. (Cvitković i sur., 2017).

Primjer načina bilježenja mjerenja na transektu (dubina; broj kvadrata „K“; postotak golobrsta „G“; izmjerene vrijednosti „A“ - *Arbacia*, „P“ - *Paracentrotus*, „S“ - *Sphaerechinus*, „U“ - uginule jedinice ili čahure; broj nedostupnih jedinica <1cm:

Dubina 1 m;

1. K; G 75%; A 2,5; A 2,6; A 2,1; P 3,1; P 4,1; 15<1cm

2. K; G 90% A 2,1; P 3,1; P 4,1, S 4,0; A 2,1; P 3,1; P 4,1; 5<1cm

3. K; G 50%; P 3,1; P 4,1; A 2,1; S 4,1; P 3,1

.....

10. K; G 100%; P 3,6; P 4,6; A 2,1; S 4,6; P 3,1.

## 6. IZLOV JEŽINACA

Spolne žlijezde muških i ženskih ježinaca kulinarska su delicija u mnogim dijelovima svijeta. U mediteranskoj kuhinji *Paracentrotus lividus* često se jede sirov ili s limunom, a prisutan je i u talijanskim jelovnicima gdje se ponekad koristi u umacima za tjesteninu. Japanska potražnja za morskim ježevima izaziva zabrinutost zbog prekomjernog ulova. [L4]

Opskrba morskim ježincima širom svijeta smanjila se u posljednjih nekoliko godina, od vrhunca od oko 120 tisuća tona 1995. na sadašnju razinu od oko 75 tisuća tona. Tradicionalna tržišta kao što su Japan, Čile, SAD, i u manjoj mjeri Kanada, imaju smanjen ulov. Rusija i Peru isporučuju veće količine na globalno tržište nego 1995. godine, ali u posljednjih nekoliko godina nije se pojavio nijedan novi značajni sudionik.

Tržište ježinaca vrlo je tradicionalno, a Japan troši oko 80- 90% ukupne trenutne globalne ponude. U Europi je tržište također tradicionalno, uglavnom su to mediteranske zemlje, Italija, Francuska i Španjolska. Ponuda morskih ježinaca znatno je oscilirala u posljednjih nekoliko godina; ribolovna moć u mnogim zemljama opada zbog prekomjernog ulova. Uz to, veliki postotak ulova vrši se ilegalno bez dokaznog materijala. (Staefansson i sur., 2017).

Kako bi se potaknula obnova populacija divljih ježinaca, najčešće se provodi presađivanje odraslih ježinaca, iz područja gdje je postotak reprodukcije jako malen, u šume kelpa ili slično visokoproduktivno stanište.

Spolne žlijezde morskog ježinca najvrjednije su u ranoj fazi gametogeneze i neposredno prije nje, kada su žlijezde velike, ali još uvijek čvrste teksture. Njihova se vrijednost smanjuje kad u spolnim žlijezdama bude dovoljno spolnih stanica da promijene strukturu ikre. (Agatsuma, 2017.)

Parametri dobiveni iz raznih predjela Sredozemlja pokazuju da ježinci u Istočnom Jadranu dosežu veće dimenzije od ježinaca u ostalim područja Sredozemlja, ali pokazuju sporiji rast. Obje činjenice ukazuju na to da ribolov vrste nije razvijen kao u drugim područjima, stoga pojedine vrste mogu narasti veće. Poznato je da vrsta na raznim staništima pokazuje veliku raznolikost promjera i dobi: jedinka promjera 40 mm na atlantskoj obali Europe može biti stara 2,5 godine dok jedinka slične veličine u zapadnom Mediteranu može biti stara i 4 godine. (Tomšić i sur, 2010.)

Kočarenje, odnosno korištenje pridnenih mreža, jedna je od najštetnijih ribolovnih aktivnosti za staništa u bentosu. Oprema za kočarenje ne utječe samo na ciljane vrste, već i na cijeli ekosustav, zato što svaki prolaz koće oštećuje morsko dno i čini ga ne nastanjivim za buduće generacije. Uz planirani ulov koji je sam po sebi često iznad preporučenih količina za pojedine vrste, u mrežama budu zarobljene mnoge vrste koje nisu namjerno ulovljene i nisu ekonomski iskoristive (tzv. bycatch). Dugovječne ili krhke vrste dobri su pokazatelji utjecaja takve vrste ribolova na populacije ježinaca čija gustoća iz tog razloga može biti smanjena i do 68% . (González-Irusta i sur.)

Odrednice za upravljanje ribolovom pokušavaju definirati maksimalno održivi ulov postavljanjem ograničenja veličine jedinki, ribolovne sezone, količine ulova i vrste opreme. Ove metode često ne uzimaju u obzir varijacije u rastu populacije, reproduktivni učinak ili vjerojatnost prelaska granice održivog prinosa. Procjena odgovarajuće veličine ulova za komercijalne morske beskralješnjake integrira nekoliko bioloških aspekata, kao što su pojedinačna veličina u spolnom sazrijevanju, stopa rasta i odnos dužine i težine. (Martínez-Silva i sur., 2016)

U Republici Hrvatskoj za komercijalni izlov ježinaca izdaju se dozvole od strane Ministarstva zaštite okoliša i energetike. Uvjetima je, između ostalog, propisano da ježinci moraju biti veći od 4 cm u promjeru, ne smiju se vaditi na području Istre, te da nije dozvoljeno korištenje ronilica, ribolovnog alata i opreme već isključivo metoda ručnog sakupljanja ronjenjem. Kako bi se sve

provodilo po zakonu potrebno je voditi detaljnu evidenciju koja treba sadržavati: točne lokacije ulova, datume ulova, količine jedinki po lokaciji, ukupni ulov po ribolovnoj zoni, te fotodokumentaciju lokacija. [L5]

Prema Zakonu o potvrđivanju Konvencije o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa (Bernska konvencija), *Paracentrotus lividus* je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj, kao i u cijelom Mediteranu. Dozvole koncesionarima izdaju se na rok od jedne godine, ali koncesije nisu isplative i naposljetku većina izvađenih ježinaca završava na crnom tržištu. [L6]

## 7. ZAKLJUČAK

Na populacije ježinaca u Jadranskom moru, na njihovu ugroženost ili neugroženost utječe jako puno faktora i nije jednostavno utvrditi čiji utjecaj bi mogao biti presudan. Brojnost populacija ovisi o vrstama i količini predatorskih riba koje se hrane na tom području i o količini hrane koja je ježincima raspoloživa (postotku pokrivenosti dna algama ili pak golobrstom). Na brojnost također utječe zagađenje koje može slatkim vodama stići u morske ekosustave ili zagađenje uzrokovano ljudskom aktivnošću na obali. Jedan od faktora je svakako ponašanje ribara, odnosno dolazi li do prelova određenih vrsta, koriste li se dozvoljeni ribolovni alati i koliko često ježinci završavaju kao slučajni ulov u mrežama nakon prolaska velikih kočarica.

Klimatske promjene su isto jedan od faktora koji se mora uzeti u obzir za vrijeme ove evaluacije, zagrijavanjem i zakiseljavanjem mora može doći do uginuća određenog postotka populacija koje žive na većim dubinama i nisu navikle na nagle promjene u temperaturi. (Sherman, 2015)

Svi ti podaci su nam potrebni za kvalitetno predviđanje budućih promjena u distribuciji određenih vrsta kao odgovor na sveukupne promjene u njihovom okolišu. Dosadašnja istraživanja nam ne daju jasnu sliku o smjeru u kojem će se kretati brojnosti ježinaca u Jadranskom moru.

## 8. LITERATURA

- Amir, Yam & Insler, Maayan & Giller, Abram & Gutman, Danielle & Atzmon, Gil. (2020). Senescence and Longevity of Sea Urchins. *Genes*. 11. 573. 10.3390/genes11050573.
- Bonaviri, Chiara & Vega Fernandez, Tomas & Badalamenti, Fabio & Gianguzza, Paola & Di Lorenzo, Manfredi & Riggio, Silvano. (2009). Fish versus starfish predation in controlling sea urchin populations in Mediterranean rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*. 382. 129-138.
- Boudouresque, C. F., Verlaque, M. (2001). Ecology of *Paracentrotus lividus*. *Edible Sea Urchins: Biology and Ecology*, 177–216.
- Boudouresque, C. F., Verlaque, M. (2013). *Paracentrotus lividus*. *Sea Urchins: Biology and Ecology*, 3rd edition, *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Chapter 21. 298-311.
- Cirino, P. & Brunet, Christophe & Ciaravolo, Martina & Galasso, Christian & Musco, Luigi & Vega Fernandez, Tomas & Sansone, Clementina & Toscano, Alfonso. (2017). The Sea Urchin *Arbacia lixula*: A Novel Natural Source of Astaxanthin. *Marine Drugs*. 187.
- Cvitković I., Despalatović M., Žuljević A. (2017) Analiza dosadašnjih spoznaja i podataka o iskorištavanju trpova i ježinaca, s prijedlogom smjernica za očuvanje populacija, a vezanih uz njihovo uzimanje iz prirode i korištenje, te izrada programa za praćenje populacije trpova i ježinaca. Institut za oceanografiju i ribarstvo, IOR Split. 28-30.
- Gianguzza P., Bonaviri C. (2013). *Arbacia*. *Sea Urchins: Biology and Ecology*, 3rd edition, *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Chapter 19. 276-280.
- González-Irusta, José & Punzón, Antonio & Serrano, Alberto. (2012). Environmental and fisheries effects on *Gracilechinus acutus* (Echinodermata: Echinoidea) distribution: Is it a suitable bioindicator of trawling disturbance?. *ICES Journal of Marine Science*. 69. 1457-1465.
- Guidetti P., Dulcic J. 2007. Relationship among predatory fish, sea urchins and barrens in Mediterranean rocky reefs across a latitudinal gradient. *Marine Environmental Research*, 63: 168–184



- Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Špoljar, M., Matoničkin Kepčija, R., Vujčić Karlo, S., Miliša, M., Ostojić, A., Sertić Perić, M. (2011): Protista-Protozoa i Metazoa Invertebrata. Strukture i funkcije. Alfa d.d., Zagreb, ISBN 978-953-297-306-8, str.477-489.
- Ling, Scott & Scheibling, Robert & Rassweiler, Andrew & Johnson, Craig & Shears, Nick & Connell, Sean & Salomon, Anne & Norderhaug, Kjell & Perez-Matus, Alejandro & Hernández, José & Clemente, Sabrina & Blamey, Laura & Hereu, Bernat & Ballesteros, Enric & Sala, Enric & Garrabou, Joaquim & Cebrian, Emma & Zabala, M. & Fujita, Daisuke & Johnson, Ladd. (2014). Global regime shift dynamics of catastrophic sea urchin overgrazing. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*. 2-6.
- Martínez-Silva, Isabel & Sestelo, Marta & Bidegain, Gorka & Lorenzo-Arribas, Altea & Roca, Javier. (2016). Sea urchin growth. 5-10.
- Scheibling, RE, Hennigar, AW, Balch, T, 2011. Destructive grazing, epiphytism, and disease: the dynamics of sea urchin – kelp interactions in Nova Scotia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56(12): 2300-2314
- Sherman, Elizabeth. (2015). Can sea urchins beat the heat? Sea urchins, thermal tolerance and climate change. *PeerJ*. 3. 10.7717/peerj.1006.
- Smith A. B., Kroh A (2013). Phylogeny of Sea Urchins, *Sea Urchins: Biology and Ecology*, 3rd edition, *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Chapter 1, 4-14
- Staefansson, G, Kristinsson, H, Ziemer, N, Hannon, C, James, P, (2017). *Markets for Sea Urchins: A Review of Global Supply and Markets*. Skyrsla Matis, 42 pp.
- Stephen A. Miller, John P. Harley, 2001. *Zoology*. Fifth Edition. 241-248.
- Tomšić, S.; Conides, A.; Radić Dupčić, I.; Glamuzina, B. (2010) Growth, size class frequency and reproduction of purple sea urchin, *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) in Bistrina Bay (Adriatic Sea, Croatia). *Acta Adriatica* . 2010, Vol. 51 Issue 1, 72-78.
- Yukio Agatsuma. (2013). Stock Enhancement, *Sea Urchins: Biology and Ecology*, 3rd edition, *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Chapter 15, 213-215

Wangenstein, Owen. (2013). Biology and phylogeography of the black sea urchin *Arbacia lixula* (Echinoidea: Arbacioida). 23-35.

L1 – [http://tolweb.org/treehouses/?treehouse\\_id=4881](http://tolweb.org/treehouses/?treehouse_id=4881)

L2 - <https://ucmp.berkeley.edu/echinodermata/echinomm.html>

L3 - <http://www.habitas.org.uk/marinelife/species.asp?item=ZB3750>

L4 - <https://pogogi.com/sea-urchin-a-seafood-delicacy>

L5 - <https://morski.hr/2018/02/07/jezinci-drugdje-zasticeni-kod-nas-ih-skuplja-tko-stigne-pune-vrece-trpaju-u-automobile-i-voze-u-nepoznato/>

L6 - <https://morski.hr/2018/02/09/jezinci-2-gradani-prijavljaju-krivolov-nikome-jednom-ministarstvu-softver-u-kvaru-drugo-tvr-di-da-prijava-nema/>

## 9. SAŽETAK

Formiranje golobrsta zbog ispaše ježinaca znatno smanjuje bioraznolikost nekog područja na kojem oni prevladavaju. Iako su morski ježinci važni za opstanak ekosustava, oni mogu postati opasni u prevelikom broju. U Sredozemnom moru dvije vrste odgovorne su za nastanak i održavanje golobrsta: hridinski ježinac *Paracentrotus lividus* i crni ježinac *Arbacia lixula*.

Tradicionalno se koriste u prehrani mnogih azijskih zemalja, a u novije vrijeme i nekih europskih. Zalihe ježinaca su znatno smanjene u tim dijelovima svijeta, a glavni razlog je prelov. U Hrvatskoj, odnosno u Jadranskom moru, također postoji značajan izlov ježinaca, a najveći problem leži u lošoj provedbi zakonskih regulativa zaštite tih životinja.

Ježinci su vrlo rasprostranjeni i nalaze se u oceanima širom svijeta. Iako im trenutno ne prijete neposredna opasnost nestajanja, zbog već spomenutog problema pretjeranog izlova, u budućnosti postoji realna mogućnost da će postati ugroženi.

## 10. SUMMARY

The formation of barren grounds due to grazing of sea urchins significantly reduces the biodiversity of an area where they predominate. Although sea urchins are important for ecosystem survival, they can become dangerous in large numbers. In the Mediterranean, two species are responsible for the formation and maintenance of barren grounds: the purple sea urchin *Paracentrotus lividus* and the black sea urchin *Arbacia lixula*.

They are traditionally used in the diet of many Asian countries, and more recently some European ones. Sea urchin stocks are significantly reduced in these parts of the world, and the main reason is overexploitation. In Croatia, ie in the Adriatic Sea, there is also a significant catch of sea urchins and the biggest problem lies in the poor implementation of legal regulations for the protection of these animals.

Sea urchins are very widespread and are found in oceans around the world. Although they are not currently in imminent danger of extinction, due to the already mentioned problem of overexploitation, there is a real possibility that they will become endangered in the future.