Prostorna rasprostranjenost i ekološka obilježja hridinskog ježinca (Paracentrotus lividus (Lamarck, 1816)) i crnog ježinca (Arbacia lixula (Linnaeus, 1758)) istočne obale Jadranskog mora

Žuljević, Ena

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:537265

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno - matematički fakultet

Biološki odsjek

Ena Žuljević

Prostorna rasprostranjenost i ekološka obilježja hridinskog ježinca (*Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)) i crnog ježinca (*Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)) istočne obale Jadranskog mora

Diplomski rad

Zagreb, 2020

Ovaj rad, izrađen u Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno – matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Petra Kružića, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno - matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja Magistra Eksperimentalne biologije.

Najiskrenije zahvale

Ponajprije mentoru izv. prof. dr. sc. Petru Kružiću ovom prilikom iskazujem zahvalnost na svim dobronamjernim savjetima i stručnom vodstvu pri izradi ovog diplomskog rada.

Jedno veliko hvala, mag. oecol et prot. nat. Hrvoju Čižmeku koji je imao dovoljno strpljenja, razumijevanja i, u trenucima kada je bilo najpotrebnije, usmjeravao me i savjetovao kako bi ostvarila ideju koju sam zamislila.

Iznimno sam zahvalna Barbari, Sonji i Mariji, na svim lijepim uspomenama s terenskog djela istraživanja, druženju i podršci koja mi je u tim trenucima puno značila.

Jedno posebno hvala mojim profesorima i svim kolegama koji su direktno ili indirektno utjecali na mene svojim riječima, djelima i pojavom, a samnom proživjeli moje studentske dane puni razumijevanja, podrške i uvijek bili spremni pomoći.

Najveću zahvalnost moram iskazati mojim roditeljima, na svemu što su napravili za moju dobrobit i uspjeh, na naučenim brojnim životnim lekcijama koje su me kroz godine oblikovale u osobu koja sam danas, a uvijek su bili i ostali moja sigurna luka i najveća podrška.

Baki i sestri, jedno veliko hvala što su uvijek ostale pozitivne i tjerale me naprijed.

I Niki, zato što je bio moja svijetla točka u trenucima kada mi je najviše značilo, uvijek vjerovao u mene i skupa samnom veselio se svakom mom novom uspjehu.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek Diplomski rad

Prostorna rasprostranjenost i ekološka obilježja hridinskog ježinca (*Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)) i crnog ježinca (*Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)) istočne obale Jadranskog mora

Ena Žuljević

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Golobrst je područje morskog dna gdje prirodno bioraznolika područja bogata fotofilnim algama, pod utjecajem različitih faktora, postaju degradirana staništa kojim dominiraju inkrustrirane alge i gusta populacija morskih ježinaca. Razlozi nastanka golobrsta nisu još dovoljno istraženi, ali najčešći razlog zbog kojeg dolazi do promjene i održavanja takvog stanja, u svijetu, je utjecaj ježinaca. U Jadranskom moru *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* brštenjem algi mogu kompletno transformirati stanište ukoliko se stvore povoljni uvjeti za njihov razvoj. Istraživanje se provodilo na 13 lokacija istočne obale Jadranskog mora gdje se pratila količina golobrsta, veličine te vrste jedinki koje žive na ispitivanim područjima. Cilj rada bio je dobiti objektivnu sliku trenutnog stanja staništa, iz kojeg možemo pretpostaviti ekološke međuodnose i količinu vanjskih utjecaja te moguće buduće promjene stanja, a kroz višegodišnje istraživanje moći usporediti rezultate i stvoriti novi plan upravljanja ovim životnim zajednicama. Rezultati su pokazali da su sve ispitivane lokacije gusto naseljene ježincima (min. 1.41 jed/m^2) gdje većina ima dobro razvijeni golobrst. Najbrojniji su bili ježinci veličina 31 – 50 mm i 11 – 30 mm, a na lokalitetima u većem broju dominirala je vrsta *P. lividus*. Uočena je razlika u brojnosti i rasprostranjenosti zbog utjecaja predatorskih i kompetitorskih vrsta te staništa.

(72 stranice, 78 slika, 15 tablica, 49 literaturnih navoda, 3 priloga, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: golobrst, brštenje, morski ježinci, Jadransko more, metoda kvadrata

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

Ocjenitelji: izv. prof. dr. sc. Petar Kružić; red. prof. doc. sc. Sven Jelaska; izv. prof. dc. sc. Zoran Tadić

Rad prihvaćen: 19. veljače 2020.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation thesis

Spatial distribution and ecological features of purple sea urchin (*Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)) and black sea urchin (*Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)) on the eastern coast of Adriatic Sea

Ena Žuljević

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Barren grounds are an area of the seabed where naturally biodiversified areas rich in photophilic algae, influenced by various factors, become degraded into habitats dominated by encrusted algae and dense populations of sea urchins. The reasons for the occurrence of barren grounds have not yet been sufficiently investigated, but the most common reason in the world for changing and maintaining this condition is the influence of the urchins. In the Adriatic Sea, *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* can completely transform their habitat if there are favorable conditions for their development by feeding on algae. The study was conducted in 13 locations on the east coast of the Adriatic Sea. We monitored the amount of barren grounds, the size and species of individuals living in the tested areas. The goals of the paper were to obtain an objective current habitat status, from which we can assume ecological relations, the amount of external influences, possible future changes in the situation and through many years of research to be able to compare the results and create a new plan for managing these living communities. The results showed that all study sites were densely populated by sea urchins (min. 1.41 units/m^2) where most had well-developed barren grounds. The most common were sea urchins 31 - 50 mm and 11 - 30 mm in size, and the sites were mainly dominated by *P. lividus*. Differences in abundance and distribution were observed due to the influence of predatory and competitor species and habitat.

(72 pages, 78 figures, 15 tables, 49 references, 3 contributions, original language: Croatian)

The work is stored in the Central Biological Library.

Keywords: barren grounds, algae grazing, sea urchins, Adriatic Sea, square method

Supervisor: Dr. Petar Kružić, Asst. Prof.

Rewievers: Dr. Petar Kružić, Asst. Prof.: Dr. Sven Jelaska, Prof.; Dr. Zoran Tadić, Asst. Prof.

Paper accepted: February 19th, 2020

Sadržaj

1. Uvod ... 1
   1.1. Morski ježinci (Echinoidea) ... 1
   1.2. Prethodna istraživanja ježinaca u Jadranu ... 5
   1.3. Cilj istraživanja ... 7
2. Područje istraživanja ... 9
3. Materijali i metode ... 17
   3.1. Metode istraživanja populacije ježinaca ... 17
   3.2. Metode obrade podataka ... 19
4. Rezultati ... 21
   4.1. Analiza pojedinačnih lokaliteta ... 21
      4.1.1. Barbariga ... 21
      4.1.2. Valbiska ... 23
      4.1.3. Lošinj ... 26
      4.1.4. Lun ... 28
      4.1.5. Ist ... 31
      4.1.6. Pag ... 33
      4.1.7. Kornat ... 36
      4.1.8. Drage ... 38
      4.1.9. Žirje ... 41
      4.1.10. Šolta ... 43
      4.1.11. Bol ... 46
      4.1.12. Drvenik ... 48
      4.1.13. Mljet ... 51
   4.2. Usporedba broja, omjera i vrsta ježinaca na svim postajama istočne obale Jadranskog mora ... 53
      4.2.1. Broj jedinki u odnosu na golobrst ... 54
      4.2.2. Broj i omjer vrsta u odnosu na golobrst ... 57
      4.2.3. Gustoća naseljenosti jedinki po m^2 u odnosu na golobrst ... 59
5. Rasprava ... 62
6. Zaključak ... 67
7. Literatura ... 68
8. Prilozi ... 73
9. Životopis ... 75

1. Uvod

1.1. Morski ježinci (Echinoidea)

Bodljikaši (koljeno: Echinodermata) su deuterostomične radijalno simetrične životinje s trodijelnom građom tijela. Obilježava ih pentaradijalna simetrija koja se razvila kao prilagodba na sesilni i polusesilni način života u bentalu. Svi bodljikaši su isključivo morski organizmi. Naseljavaju sve dubine, od plitkog mora pa do područja hadala. Uz 6 000 recentnih vrsta, opisano je oko 13 000 fosilnih vrsta. Recentne vrste se dijele na šest razreda: Asterioidea (zvjezdače), Ophiuroidea (zmijače), Echinoidea (ježinci), Holothuroidea (trpovi), Crinoidea (stapčari) i Concentricycloidea.

Razred Echinoidea (ježinci) imaju manje ili više kuglasti oblik tijela koji podupire čvrsti endoskelet, a s obzirom na građu tijela dijelimo ih na dvije velike skupine: pravilnjaci (Regularia) i nepravilnjaci (Irregularia). Oralna površina je uvijek okrenuta prema podlozi, a aboralna prema gore. Čahura ježinca izgrađena je od pravilnih pločica (osikula) organiziranih u 10 dvoredova koji se pružaju od oralnog prema aboralnom polju. Skeletne pločice na sebi nose zglobne kvržice bodlji. Ambulakralne (tubularne) nožice su perforirane parnim porama za prolaz amulakralnih nožica što je jedinstvena osobina ovog razreda. Alterniranje pet ambulakralnih s pet interambulakralnih dvoredova pločica odražava pentaradijalnu simetriju.

Specifično obilježje probavila ježinaca je žvakalo ili Aristotelova svjetiljka, kompleksni sustav zubića, odnosno cirkumfarinksnih osikula i mišića. Aristotelova svjetiljka reducirana je samo kod dijela ježinaca nepravilnjaka. Pet velikih trokutastih vapnenačkih pločica (piramide) vezane su zajedno transverzalnim mišićima. S unutrašnje strane svake piramide pruža se jedna duga zubna pruga koja se na oralnoj strani produžuje u iznimno tvrd, zašiljen zub. Aboralni dio zubne pruge je zavijen i smješten u zubnoj vrećici, koja je područje rasta zuba. Uz zubiće i piramide postoji još nekoliko pravilno raspoređenih kalcificiranih osikula s aboralne strane žvakala. Radom žvakala, ježinci mogu strugati hranu s površine, hvatati je, vući i raskidati, a neki radom žvakala buše stijene. Zubni materijal se neprekidno stvara da bi se nadoknadilo njihovo trošenje. Uglavnom se hrane algama, mada mogu uzimati i raznu drugu hranu biljnog i životinjskog porijekla.

Samo probavilo započinje ustima, slijedi usna šupljina i ždrijelo, koji su okruženi Aristotelovom svjetiljkom, te jednjak. Jednjak se spušta prema dolje, nakon čega slijedi želudac. Na spoju jednjaka i želudca može se nalaziti slijepa vrećica cekuma. Želudac se kružno pruža kroz tjelesnu šupljinu pridržavan mezenterama te se zaokreće za 180° i prelazi u crijevo. Crijevo se također pruža kružno kroz tjelesnu šupljinu te prelazi u vertikalno položeno stražnje crijevo. Nuscrijevo ili sifon počinje na spoju jednjaka i želudca te se ponovno spaja s crijevom na spoju želudca i crijeva. Dugo probavilo ježinaca ukazuje na njihovu specijalizaciju kao herbivora (Habdija i sur., 2011).

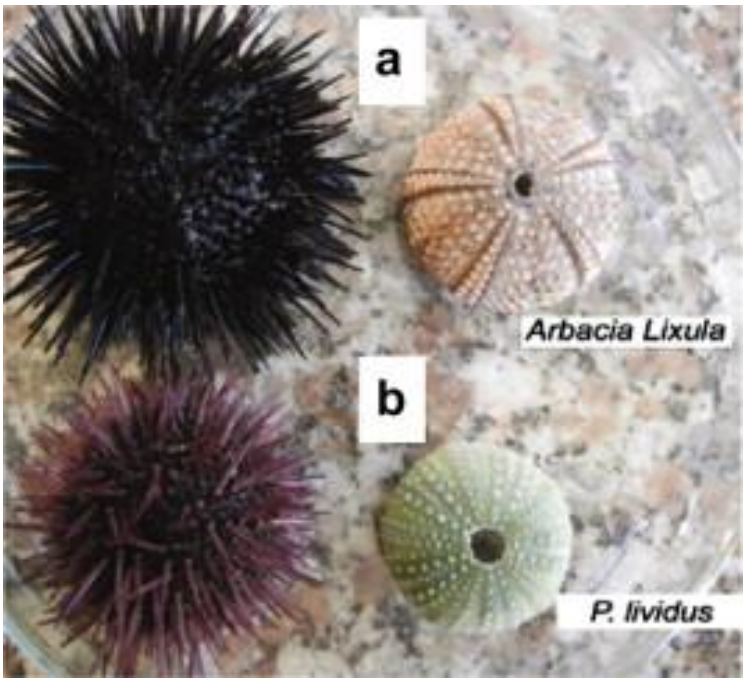
Paracentrotus lividus se hrani brštenjem raznih vrsta mekanih algi, dok inkrustrirane alge u pravilu izbjegava. U nedostatku algi ježinac se može hraniti i drugim morskim organizama poput jednostaničnih fotosintetskih organizama, spužvama, žarnjacima, kopepodima te drugim ježincima i uglavnom se hrani noću. *P. lividus* dijeli stanište s crnim ježincem *Arbacia lixula*. Iako dijele stanište, vidljiva je zonacija ovih dviju vrsta gdje *A. lixula* u pravilu naseljava plića područja, a *P. lividus* dublja. *A. Lixula* se uglavnom hrani struganjem inkrustriranih algi, dok *P. lividus* preferira brštenje busenastih algi, a može se hraniti i donesenim materijalom koji može biti sastavljen od ostataka algi i listova posidonije – vrsta *Posidonia oceanica* (Boudouresque i Verlaque, 2001).

P. lividus je u direktnoj kompeticiji s ribom salpom, *Sarpa salpa*, koja je herbivor i hrani se sličnim algama kao i ježinac. Danju se slabo kreće, i to uglavnom od jednog do drugog skloništa. Noćna aktivnost mu je puno izraženija, ali to vrijedi samo za sredozemnu i atlantsku populaciju. Uzduž obala Irske, ovaj ježinac aktivniji je danju što je adaptacija na lokalne prevladavajuće predatore koji imaju izraženiju noćnu aktivnost. Moguće je da vrsta *P. lividus* ima sposobnost "učenja" jer su istraživanja pokazala da ježinac na neki način adaptira razdoblje svoje aktivnosti prema tjelesnim tekućinama razbijenih ježinaca uslijed djelovanja predatora. Drugim riječima, ako je danju veći pritisak predatora i više otvorenih ježinaca, aktivnost ježinaca će biti veća noću. Brzina kretanja ove vrste za vrijeme najveće aktivnost iznosi 40 cm/h, a brzina se povećava što je ježinac veći. Ukupna udaljenost koju ježinac može prijeći unutar 24 sata je od 0 do 260 cm, s prosjekom od 50 cm (Boudouresque i Verlaque, 2001).

Glavni predatori hridinskog ježinca su ribe šarag *Diplodus sargus*, fratar *Diplodus vulgaris*, vrana *Labrus merula* i knez *Coris julis*, rakovi *Maja crispata* i puž *Hexaplex trunculus*. Ovi organizmi su velikim dijelom uzrok smrtnosti kod ježinca, a osim predatora za smrtnost ježinaca su značajni i paraziti i bolesti. Poznata bolest čiji su uzročnici bakterije iz roda *Aeromonas* i *Vibrio* je ćelavost morskih ježinaca koja je prouzrokovala masovnu smrtnost hridinskog ježinca širom Sredozemnog mora. Od parazitskih organizama su poznati metilji *Macvicaria crassigula* koji nastanjuje ambulakralni sustav djelujući na kretanje ježinaca te *Zoogonus mirus* koji nastanjuje mišiće Aristotelove svjetiljke te djeluje na sposobnost ishrane ježinca (Boudouresque i Verlaque, 2001).

Brzina rasta ježinca najviše ovisi o temperaturi mora, kvaliteti hrane i o razvoju gonada. U Sredozemnom moru hridinski ježinci najbrže rastu na temperaturama između 12 i 18°C. Na eksponiranim područjima s malo dostupne hrane, rast je sporiji. Vrste na različitim staništima pokazuju veliku raznolikost promjera i odgovarajuće dobi: jedinka promjera od 40 mm na atlantskoj obali Europe može biti stara 2,5 godine, dok jedinka slične veličine u zapadnom Mediteranu može biti stara čak 4 godine (Sellem i sur., 2000, Allain, 1978). Regis (1979) koji radi u Marseilleu (Francuska) izvijestio je o pojedincu promjera 42 mm koji je imao 11 godina, dok su Turon i sur. (1995) promatrali u Španjolskoj jedinku staru 40 mm stariju od 5 godina. Jedinke od 2 cm se prema prosjeku smatraju dvogodišnjacima, a jedinke od 4 cm se smatraju četverogodišnjacima ili petogodišnjacima. Nakon toga se brzina rasta smanjuje te jedinke od 7 cm mogu biti stare nekoliko desetljeća (Boudouresque i Verlaque, 2001). (Prilog 1)

U literaturi se navodi da se u Jadranskom moru hridinski ježinci razmnožavaju od proljeća do jeseni (Boudouresque i Verlaque, 2001). Međutim, istraživanjima koja su provedena u Bistrini, na vrlo ograničenom području, utvrđeno je da se hridinski ježinci razmnožavaju od ožujka do lipnja (Tomšić i sur., 2010).

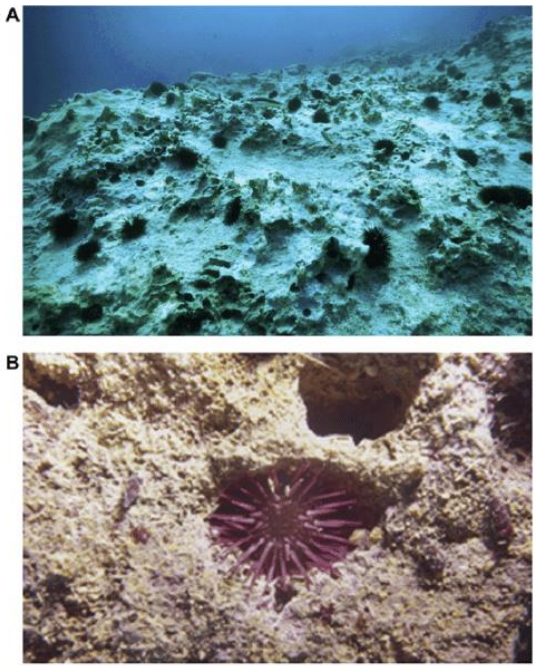


Slika 1. Morfološke razlike praznih ljuštura između dvije vrste ježinaca. A – *Arbacia lixula,* B – *Paracentrotus lividus*. Preuzeto sa: Elmasry i sur., 2013.

Paracentrotus lividus i *Arbacia lixula* (Echinodermata: Echinoidea) najčešći su morski ježinci koji se nalaze duž obala Sredozemlja. Nalazimo ih u velikom broju u litoralnoj zoni, do 80 metara dubine, a gustoća im je vrlo različita od mjesta do mjesta, prema složenosti supstrata (prisutnost pukotina i zaklona), dubini, ekspoziciji, sastavu algi, prisutnosti grabežljivcima i ljudskim aktivnostima. Ključne su vrste u trofičkoj ekologiji sklopa fotofilnih algi (Tortonese i Vadon, 1987.) jer predstavljaju glavne kontrolne čimbenike dinamike, strukture i sastava sklopa makroalgi (Palacin i sur. 1998, Sala i sur. 1998) zahvaljujući njihovoj ispaši. Kad su prisutni u velikom broju i gusto naseljeni, morski ježinci mogu utjecati na nastanak i održavati golobrste (Lowrence 1975, Verlaque i sur. 1987; Fanelli i sur. 1994) i na njima skupine inkrustriranih koraljnih algi s malom primarnom proizvodnjom. Razlog tome je njihova neselektivna ispaša na novim naseljenim organizmima (Fanelli i sur. 1994, McClanahan i sur. 1995), također na golim dijelovima stvorenim ljudskim aktivnostima, kao u slučaju izlova prstaca, vrste *Litophaga lithophaga* (Guidetti i sur. 2003). Obilni pokrov inkrustriranih koralinskih algi ima izravan negativan učinak na rekolonizaciju golobrsta okolnim algama koje stvaraju travnjake (Bulleri i

sur. 2002). Uz to, prisutnost golih supstrata može imati štetne učinke na nekoliko vrsta obalnih riba koje koriste makroalge za utočište, mriještenje i naseljavanje (Guidetti i sur. 2002, 2003).

Naselja vrste *Cystoseira* (Fucales) obuhvaćaju oko 39% obalne linije Jadranskog mora. Na nekoliko područja u SZ Mediteranskom moru njihove populacije se smanjuju (Thibaut i sur., 2005) i trenutno se nalaze na IUCN-ovoj crvenoj listi makroalgi i cvjetnica Republike Hrvatske (Antolić i sur. 2011). GIS podaci o rasprostranjenosti i učestalosti ovih vrsta mogu biti prvi korak u monitoringu njihove evolucije iako trenutno ne postoje podaci o njihovom konzervacijskom statusu u istočnom Jadranskom moru. Prekomjerno brštenje morskih ježinaca uočeno je na 23% obalne linije kao jedna od najvećih prijetnji naseljima algi (Nikolić i sur., 2013). Taj proces direktno je povezan s prelovom predatorskih vrsta morskih ježinaca (Sala i sur., 1998), ali je u stvarnosti taj proces puno složeniji (Cardona i sur., 2007; Sala i sur., 2012) i golobrsti u netaknutom plitkom obalnom području u Hrvatskoj trebalo bi povezati s nekim drugim procesima. Praćenje područja golobrsta trebalo bi uključiti u program praćenja metodologijom CARLIT, ali u ovom trenutku još se raspravlja o razini osjetljivosti koja bi se trebala dodijeliti ovoj kategoriji. Monitoring područja s uočenim golobrstom u kombinaciji s monitoringom populacija *Cystoseira* mogle bi pomoći pri razumijevanju dinamike zajednica u plitkom obalnom pojasu i trebalo bi predstavljati konzervacijski prioritet. (Nikolić i sur.,2013)



Slika 2. (A) Područje golobrsta na lokaciji Strea (Italija), s morskim ježincima i praznim rupama prstaca. (autor fotografije: P. Guidetti); (B) juvenilni morski ježinac (*Paracentrotus lividus*) koji se skriva u praznoj rupi prstaca (autor fotografije: C. Viva). Preuzeto iz: Guidetti i sur., 2003.

1.2. Prethodna istraživanja ježinaca u Jadranu

Guidetti i Bussotti (1998) provode istraživanje ihtiološke faune stjenovitog dna zaljeva Cavtat (Južna Hrvatska, Istočno Jadransko more) u svibnju i lipnju 1998. nerazornom metodom vizualnog cenzusa. Popisi su napravljeni na dvije stanice (A i B) karakterizirane različitim izlaganjem hidrodinamici i različitim uvjetima supstrata. Specifično bogatstvo i gustoće riba nisu pokazali značajnu razliku između dviju stanica. S druge strane, demografska i trofička struktura te relativna gustoća nekih vrsta značajno se razlikuju. Uočeno je značajno veća gustoća morskih ježinaca i donjeg pokrivača algi, te su sve kategorije bile zastupljene na stanici A, a na stanici B bile su najbrojnije ribe. Ribe skupine Labridae koje jedu plankton su bile bolje zastupljene u B, dok su Sparidae iz roda *Diplodus* i juvenilne jedinke mnogih vrsta mnogobrojnije u blizini stanice A. Utjecaj karakteristika okoliša na rasprostranjenost različitih vrsta riba i malih jedinki, kao i o povezanosti algi, morskih ježinaca (brštenja) i riba još su se trebale istražiti. Istraživanje povijesnih podataka (Iveša i sur, 2016) sugeriralo je da obrasci eutrofikacije mogu dugoročno fluktuirati u populacijama *Cystoseira* na istočnoj obali Istre (sjeverno Jadransko more, Hrvatska). Tokovi sjevernih talijanskih rijeka, koji teku oko 100 km zapadno od područja gdje je provedeno istraživanje, uglavnom moduliraju razine eutrofikacije sjevernog Jadranskog mora. Regresija populacija od 1970-ih do 1990-ih odgovarala je povećanoj razini eutrofikacije na ispitnom području. Tijekom kasnih 1990-ih, gustoća morskih ježinaca, koji su snažni makroalgi grabežljivci, smanjila se, vjerojatno zbog intenzivnog stvaranja agregata pelagične sluzi što je rezultiralo masovnim epizodama smrtnosti makrozoobentnih vrsta. Tijekom razdoblja 2000–2013. anoligotrofifikacija sjevernog Jadrana bila je osnova za oporavak vrste *Cystoseira*, čija su obilježja od 2009. do 2013. bila slična onima koja su karakterizirala mediteranske populacije *Cystoseira*.

Tomšić i sur. (2010) prikazali su rezultate istraživanja populacije hridinskog ježinca, *Paracentrotus lividus* iz uvale Bistrina u Malostonskom zaljevu. Istraživani parametri bili su: rast, učestalost dužinskih klasa i reprodukcijske značajke. Uzorkovanje je obavljano jednom mjesečno, ronjenjem do dubine od 3 metra. Učestalost dužinskih klasa kućice kolebala se između 10 i 65 mm, gdje je glavnina populacije unutar razreda, 30-45 mm. Izračunati su Von Bertalanfijevi parametri rasta, a procijenjena najveća starost je bila 15.06 godina. Godišnja raspodjela gonadosomatskog indeksa pokazala je maksimalnu vrijednost u travnju, a GSI se kolebao između 1.33±0.96% u rujnu do 4.83±2.02% u travnju. Pomoću usporedbe parametara VBGF dobivenih za razna mjesta na Sredozemlju, očito je da ježinci na istočnom Jadranu dosežu veću veličinu nego u ostalim područjima Sredozemlja, ali pokazuju sporiji rast (niska vrijednost K). Obe činjenice govore da ribolov na te vrste nije razvijen kao u ostalim područjima tako da je jedinkama dopušteno da narastu do većih veličina. Vrste na različitim staništima pokazale su veliku raznolikost promjera i odgovarajuće dobi: jedinka promjera od 40 mm na atlantskoj obali Europe može biti stara 2,5 godine, dok jedinka slične veličine u zapadnom Mediteranu može biti stara čak 4 godine (Sellem i sur., 2000, Allain, 1978). Regis (1979) u Marseilleu (Francuska) je izvijestio o pojedincu promjera 42 mm koji je imao 11 godina, dok su Turon i sur. (1995) promatrali u Španjolskoj jedinku staru 40 mm stariju od 5 godina.

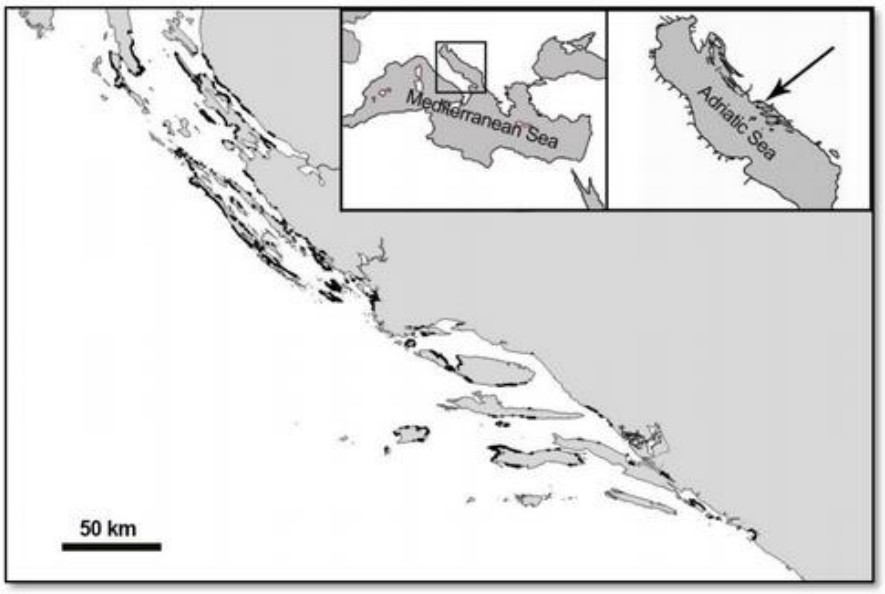
Tijekom vrlo opsežnog projekta za potrebe primjene Okvirne direktive o vodama (ODV) (2000/60/EC; 2455/2001/EC), koja se široko koristi u zapadnom Sredozemnom moru, sa svrhom praćenja stanja priobalnih voda, znanstvenici iz Instituta za oceanografiju i ribarstvo

(IOR) ustanovili su da golobrst zahvaća značajna područja uzduž hrvatske obale. Primorska kartografija je vrijedan alat koji koristi plitke vode nastanjene populacijama makroalgi za praćenje zdravlja ekosustava i kvalitete vode. Ova nerazorna metoda temelji se na vizualnom promatranju vrste i duljine obale koju prekrivaju obalne zajednice što žive na kamenu u gornjem sublittoralnom pojasu. Nikolić i sur. (2013) predstavljaju prvu široku primjenu CARLIT-a u Jadranskom moru. Referentne vrijednosti izračunate posebno za hrvatsku obalu (Istočno Jadransko more) osiguravaju točan izračun ekološkog stanja. Izmjerene vrijednosti omjera ekološke kvalitete (EQR) pokazuju dobru linearnu vezu s pojednostavljenim indeksom upotrebe zemljišta (LUSI) i na odgovarajući način odražavaju povećanje koncentracija hranjivih tvari. Rezultati sugeriraju da se ova metoda može koristiti kao pouzdan alat za biomonitoring u Istočnom Jadranu. Ova studija je naglasila da šume roda *Cystoseira* uspijevaju u 39% anketirane obalne linije, a čini se da je 23% obale podvrgnuto prekomjernoj ispaši morskih ježinaca. Takvi rezultati pružaju prostorno točne podatke o rasprostranjenosti različitih gornjih sublittoralnih zajednica i povezanog ekološkog statusa, koje se mogu koristiti u budućim planovima upravljanja za poboljšanje kvalitete vode. Ova metoda se provodi od 2011. godine uz pomoć gumenog čamca koji plovi u neposrednoj blizini obale, pri čemu se bilježe zajednice najplićeg infralitorala i njihove promjene. Od samog početka monitoringa se prati i utjecaj ježinaca na fotofilne zajednice na istraživanom području. Zbog metodoloških ograničenja nije bilo moguće razlikovati utjecaj crnog ježinca od hridinskog ježinca na morsko dno pa je njihov utjecaj promatran kumulativno. I jedan i drugi ježinac su se od početka istraživanja pojavljivali zajedno s uobičajenom zonacijom, gdje je crni ježinac zauzimao plića područja, a hridinski dublja. Utjecaj ježinaca te razvoj golobrsta unutar fotofilne zajednice od površine do 2 m dubine je razlučen u tri kategorije:

1. Kategorija: golo kamenje s ježincima zahvaća do 30% površine dna,
2. Kategorija: golo kamenje s ježincima zahvaća od 30% - 60% površine dna,
3. Kategorija: golo kamenje s ježincima zahvaća više od 60% površine dna.

Utjecaj ježinaca je kartiran uzduž 1955,5 km obale. Rezultati ukazuju na vrlo veliki utjecaj ježinaca na fotofilne zajednice: 35,61% istražene obale je pod utjecajem ježinaca. Najveći dio pripada 3. kategoriji koja predstavlja najveći utjecaj ježinaca (Nikolić i sur., 2013) (Slika 3)

Ukupna istražena obala:	**1 955,5 km**		
Obala pod utjecajem hranjenja ježinaca	Kategorija 1	124,3 km	6,35%
	Kategorija 2	154,0 km	7,88%
	Kategorija 3	418,1 km	21,38%
	Zbroj svih kategorija	***696,4 km***	***35,61%***



Slika 3. Područje istraživanja metodom CARLIT; podebljana linija označava obalu za koju je procijenjen utjecaj ježinaca na fotofilne zajednice i utjecaj ježinaca prema pojedinim kategorijama. Preuzeto iz: Nikolić i sur., 2017.

1.3. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je dobiti objektivnu sliku trenutnog stanja staništa i uzorkovanih populacija morskih ježinaca. U žarište interesa stavljena su područja golobrsta duž istočne obale Jadranskog mora na kojima najčešće obitavaju dvije vrste najviše odgovorne za njihov nastanak: hridinski ježinac - *Paracentrotus lividus* i crni ježinac - *Arbacia lixula*. Promjenjivi uvjeti okoliša koji omogućavaju pojavu i prisustvo ježinaca, te brštenje i smanjene stope predacije, trebali bi za posljedicu imati povećanje broja ježinaca svih vrsta i veličina. U drugom slučaju, nekadašnja staništa prstaca (*Litophaga litophaga*) nakon devastacije predstavljaju povoljno stanište za razvoj malenih ježinaca u praznim rupama čak i ukoliko broj predatora nije minimalan (Guidetti i sur.

2003) pa analizom i identifikacijom takvih mjesta možemo naći ćemo prirodna mrjestilišta koja mogu biti ključna za održavanje golobrsta na tom području. Analizom učestalosti pojavljivanja, brojnosti i veličini jedinki trebali bi dobiti uvid u međusobne odnose vrsta *P. lividus* i *A. lixula,* a usporedbom rezultata s pojedinačnih lokaliteta više informacija o samoj ekologiji vrste i količini utjecaja koju ima na nastanak i održavanje golobrsta. Istraživanje količine golobrsta u odnosu na ostale faktore, te usporedbom po lokacijama, pružit će nam se informacije koje mogu biti ključne za daljnja istraživanja na ovim lokalitetima vezana za samu biologiju i ekologiju, kao i za moguću eksploataciju ovih vrsta u svrhu očuvanja bioraznolikosti.

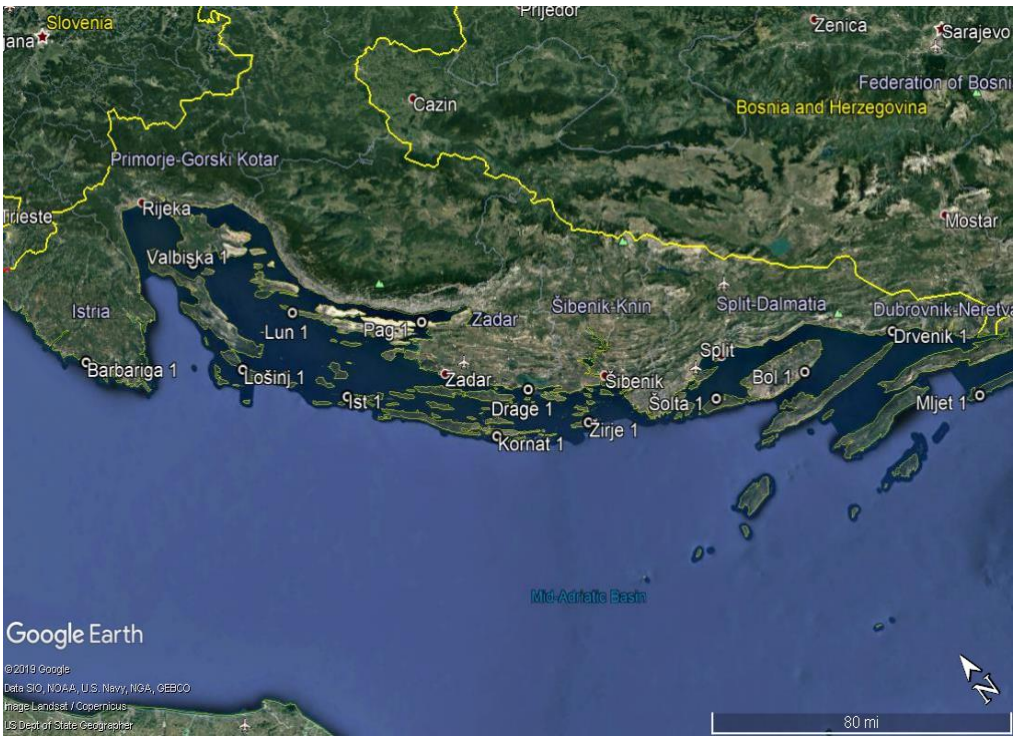
U ovom trenutku, svi morski ježinci se nalaze na popisu zavičajnih vrsta zaštićenih zakonom Republike Hrvatske, a svako njihovo sakupljanje mora biti dozvoljeno i evidentirano. Upravo zato postoji mogućnost da kroz višegodišnje istraživanje ovom metodologijom može aktivno pratiti promjena prirodnog stanja populacija i okoliša bez velikih vanjskih utjecaja, ali ujedno i usporediti rezultate, te stvoriti novi plan upravljanja ovim životnim zajednicama. Aktivni plan upravljanja za posljedicu bi mogao imati samo pozitivne aspekte, od nove gospodarske prilike do očuvanja i održavanja prirodnih ekosustava i bioraznolikosti.

2. Područje istraživanja

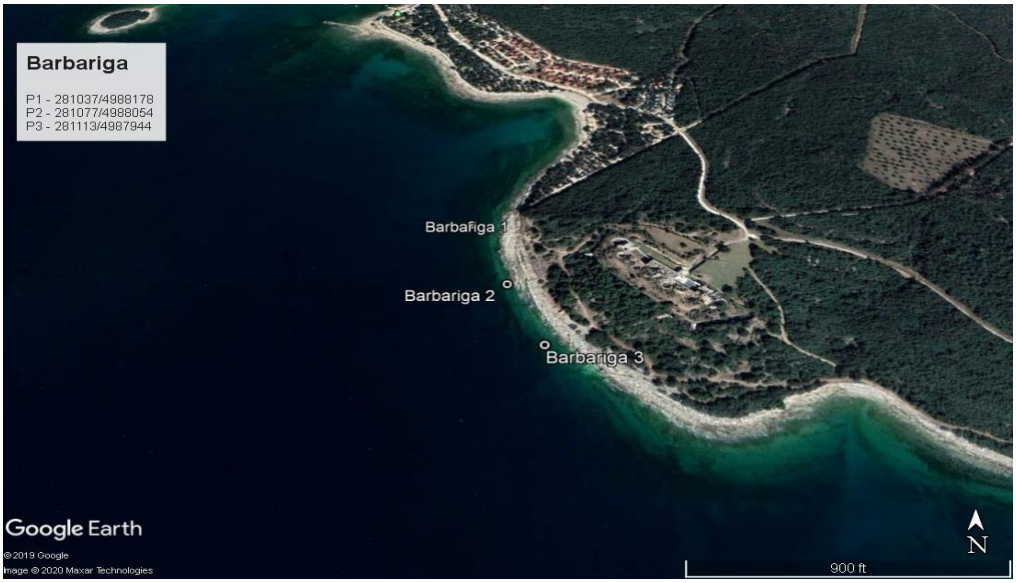
Za istraživanje populacija hridinskog ježinca (*Paracentrotus* lividus) i crnog ježinca (*Arbacia lixula*) odabrano je 13 lokaliteta ravnomjerno raspoređenih uzduž hrvatske obale, a pri odabiru lokaliteta korištena je karta rasprostranjenosti golobrsta koja je dobivena iz programa praćenja kvalitete mora za potrebe Okvirne direktive o vodama (Nikolić i sur. 2013) jer lokaliteti predstavljaju područja s razvijenim golobrstom i gustom populacijom ježinaca. Koordinate početne i završne točke lokaliteta prikazani su u Tablici 1., svi lokaliteti na Slici 4, a detaljnije područje gdje se nalaze postaje gdje je provedeno istraživanje na Slikama 5-17. Neki od zadanih lokaliteta (Ist – Slika 9, Paški most – Slika 10) bili su razdvojeni u dva potpodručja zbog ograničene dužine obale.

Tablica 1. Geografske koordinate početne i krajnje točke lokaliteta koji su bili predloženi za istraživanje; na svakom su izabrane 3 postaje međusobno udaljene minimalno 100m.

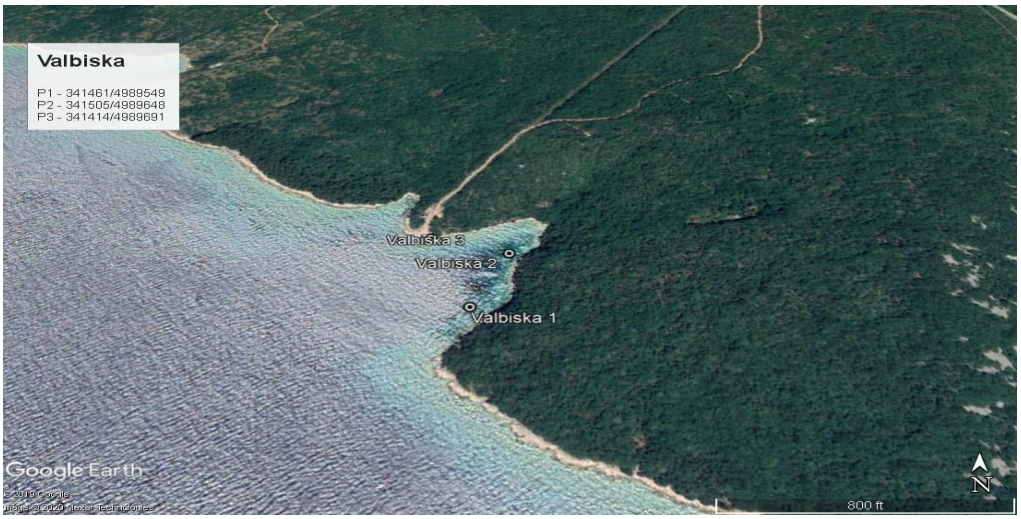
Lokaliteti	Koordinate	
	širina	dužina
Bol 1-početna točka	43.260295°	16.708040°
Bol 2-završna točka	43.262630°	16.745959°
Drvenik 1-početna točka	43.152939°	17.244713°
Drvenik 2-završna točka	43.164375°	17.215326°
Šolta 1-početna točka	43.400519°	16.295960°
Šolta 2-završna točka	43.409445°	16.270114°
Žirje 1-početna točka	43.654423°	15.676625°
Žirje 2-završna točka	43.634665°	15.720144°
Kornat 1-početna točka	43.827765°	15.262164°
Kornat 2-završna točka	43.810508°	15.296675°
Drage 1-početna točka	43.886641°	15.528770°
Drage 2-završna točka	43.871772°	15.553397°
Ist 1-početna točka	44.266350°	14.772255°
Ist 2-završna točka	44.264896°	14.791218°
Ist 3-početna točka	44.280029°	14.759575°
Ist 4-završna točka	44.291736°	14.750909°
Paški most 1-početna točka	44.347419°	15.247531°
Paški most 2-završna točka	44.333871°	15.257531°
Paški most 3-početna točka	44.325641°	15.275142°
Paški most 4-završna točka	44.311922°	15.309910°
Lun 1-početna točka	44.669206°	14.752620°
Lun 2-završna točka	44.646088°	14.773695°
Lošinj 1-početna točka	44.596105°	14.385518°
Lošinj 2-završna točka	44.637267°	14.359711°
Valbiska 1-početna točka	45.024238°	14.493923°
Valbiska 2-završna točka	45.036039°	14.475874°
Barbariga 1-početna točka	44.998844°	13.723640°
Barbariga 2-završna točka	44.985056°	13.753905°
Mljet 1-početna točka	42.766607°	17.387565°
Mljet 2-završna točka	42.756377°	17.409323°



Slika 4. Lokaliteti na kojima se provodilo istraživanje.



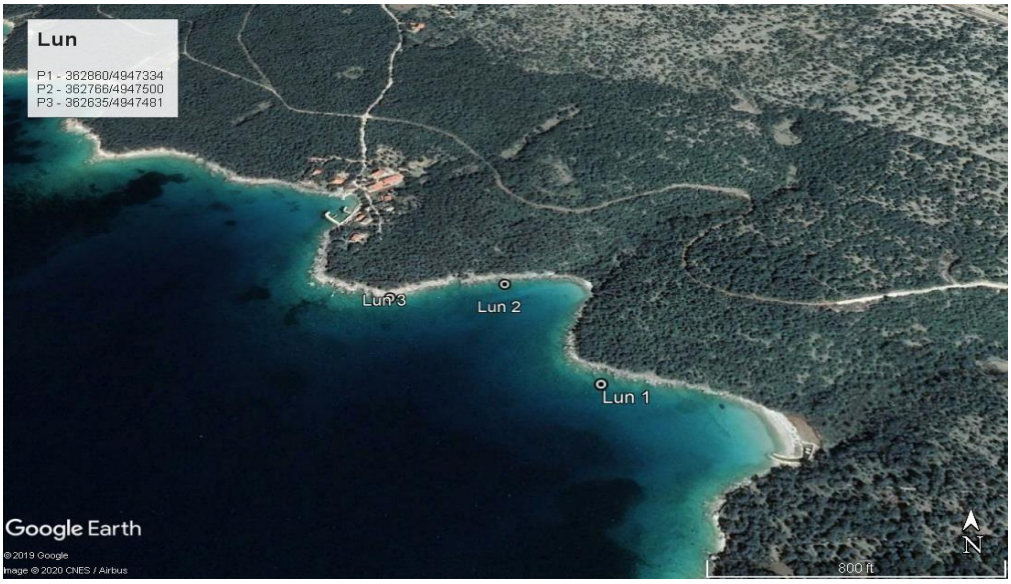
Slika 5. Lokaliteti svih postaja – Barbariga.



Slika 6. Lokaliteti svih postaja – Valbiska.



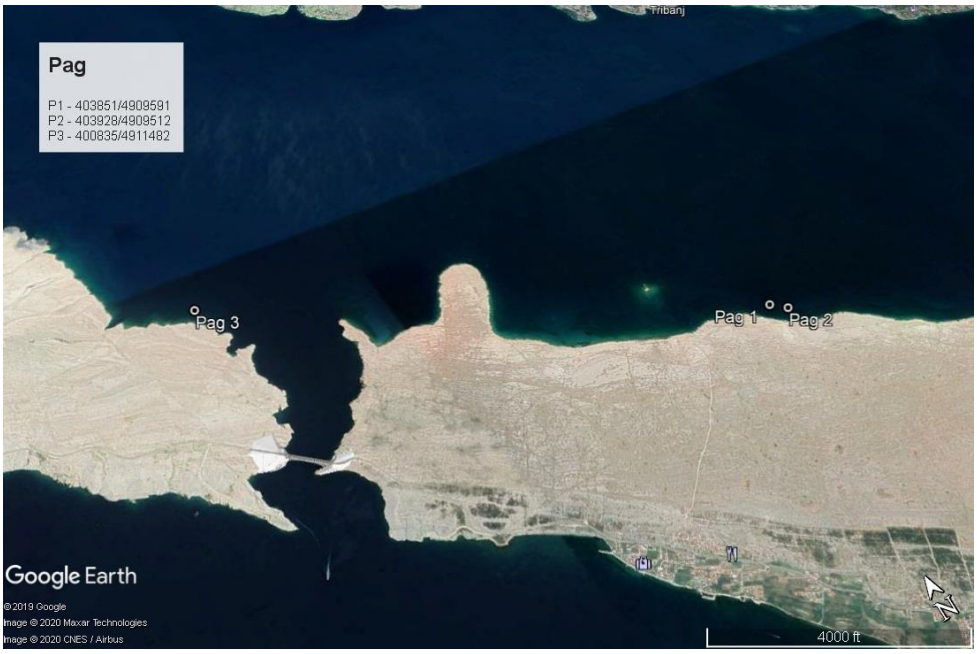
Slika 7. Lokaliteti svih postaja – Lošinj.



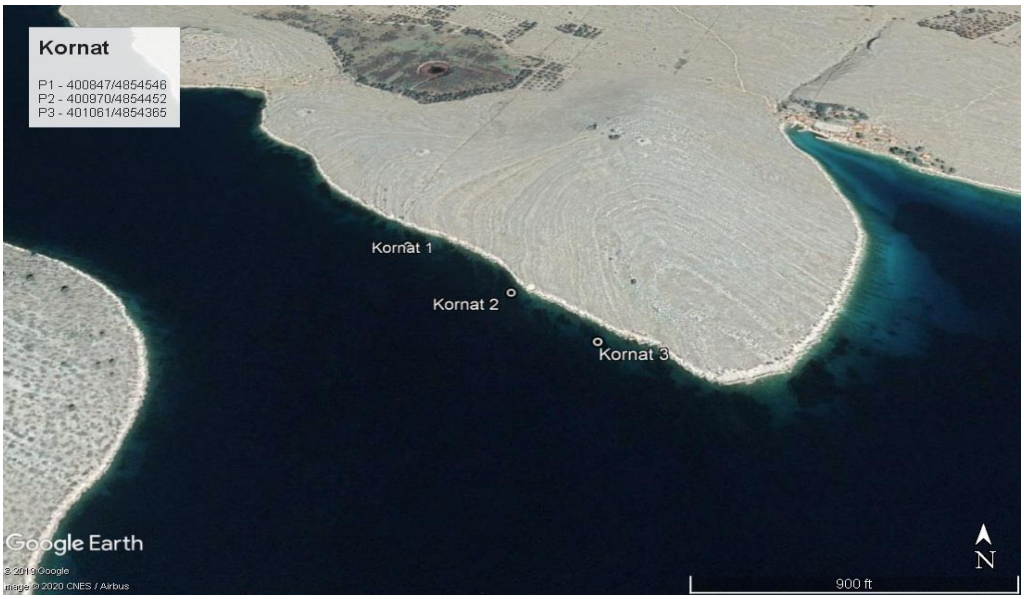
Slika 8. Lokaliteti svih postaja – Lun.



Slika 9. Lokaliteti svih postaja – Ist.



Slika 10. Lokaliteti svih postaja – Pag.



Slika 11. Lokaliteti svih postaja – Kornat.



Slika 12. Lokaliteti svih postaja – Drage.



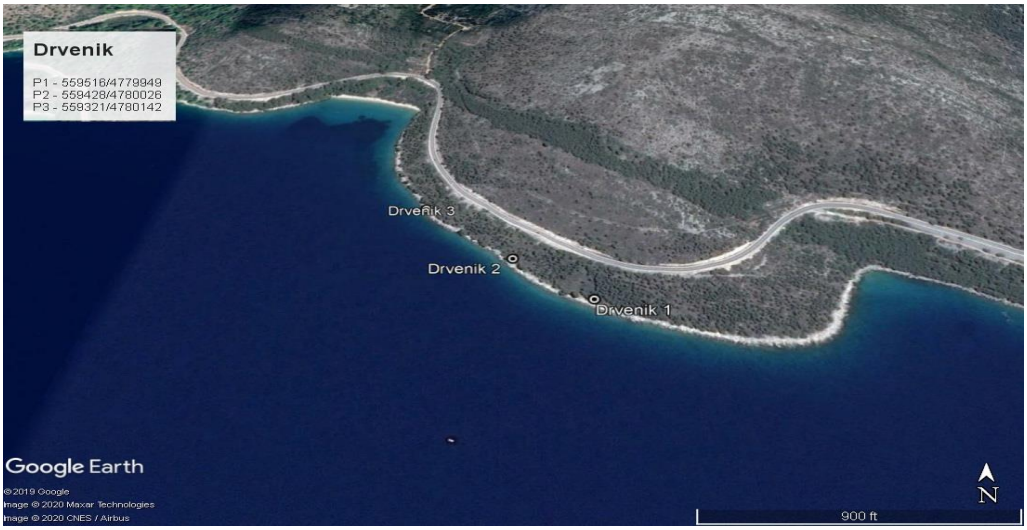
Slika 13. Lokaliteti svih postaja – Žirje.



Slika 14. Lokaliteti svih postaja – Šolta.



Slika 15. Lokaliteti svih postaja – Bol.



Slika 16. Lokaliteti svih postaja – Drvenik.



Slika 17. Lokaliteti svih postaja – Mljet.

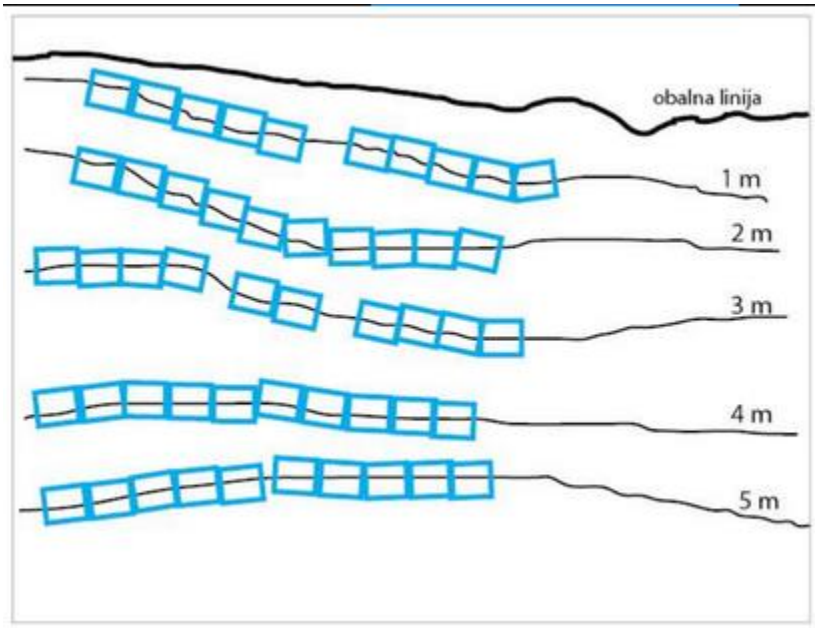
3. Materijali i metode

3.1. Metode istraživanja populacije ježinaca

Istraživanje se provodilo na 13 lokaliteta ravnomjerno raspoređenih uzduž hrvatske obale, a pri odabiru lokaliteta korištena je karta rasprostranjenosti golobrsta koja je dobivena iz programa praćenja kvalitete mora za potrebe Okvirne direktive o vodama (Slika 3). Lokaliteti koji su se istraživali predstavljaju područja s razvijenim golobrstom i gustom populacijom ježinaca. Metodologija CARLIT (Nikolić i sur., 2013) kojom je napravljena karta rasprostranjenosti golobrsta temeljila se na promatranju iz gumenjaka tako da ne postoje podaci o točnim gustoćama ježinaca i sastavu vrsta, ali je na svim područjima s golobrstom procijenjeno da se radi o populacijama s velikom gustoćom ježinaca. Lokacije su odabrane i zbog strateški bitne važnosti jer oni, zbog velike brojnosti ježinaca, predstavljaju značajna prirodna mrijestilišta.

Na svakom zadanom lokalitetu bilo je potrebno odabrati tri postaje međusobno udaljene minimalno 100 m. Neki od zadanih lokaliteta (Ist, Paški most) bili su razdvojeni u dva potpodručja zbog ograničene dužine obale. Na tim potpodručjima bilo je potrebno odabrati jednu odnosno dvije postaje tako da je ukupni broj postaja po lokalitetu tri. Postaje su morale biti odabrane na čvrstom kamenitom dnu blagog nagiba s dobro razvijenim golobrstom. Osim vrste *P. lividus* koji je ciljana vrsta, također je bilo potrebno pratiti i stanje populacije vrste *Arbacia lixula* čije brojnosti i veličine mogu ovisiti o gustoći hridinskog ježinca.

Na svakoj postaji, gustoća i promjeri čahure ježinaca, bez bodlji, određivali su se unutar kvadrata dimenzija 0,5 m x 0,5 m. Mjerenja su se obavljala po transektima paralelnim s obalom i postavljenim na pet dubina: 1, 2, 3, 4 i 5 m dubine (Slika 18). Na svakoj dubini kvadrat se nasumično postavio na morsko dno te se dalje prebacivao u određenom smjeru 10 puta po transektu usporedo s obalnom linijom kako je shematski prikazano na Slici 17. U slučaju prepreke na morskom dnu koja bi dovela do promjene dubine (kamen, procjep) kvadrat je bio prebačen do najbližeg mjesta s ciljanom dubinom te dalje nastavljeno s njegovim prebacivanjem. Time se za pojedinu dubinu dobio pregledani transekt površine 0,5 m x 5 m.



Slika 18. Shematski prikaz programa praćenja ježinaca po dubinskim transektima i kvadratima dimenzija 0,5 m x 0,5 m na jednoj postaji. Ukoliko je moguće, transekt je potrebno napraviti kontinuirano. U slučaju prepreke na morskom dnu koja bi dovela do promjene dubine (kamen, procjep) kvadrat se može prebaciti do najbližeg mjesta s ciljanom dubinom te dalje nastaviti s njegovim prebacivanjem kao što je slučaj s dubinom od 1 i 3 m na prikazanoj shemi.

Mjerenja pod morem obavljala su dva ronioca. Nakon što se utvrdila povoljna točka za zarone, ronioci su se zajedno spustili na 1 m. Jedan ronilac ostao je na toj dubini i krenuo postavljati prvi transekt, a kada je gotov spustio se na dubinu 2 m i tamo postavio idući transekt. Drugi ronilac krenuo je okomito od obale i našao dubinu od 5 m te je od tamo krenuo njegov prvi transekt, a potom našao dubinu 4 m i tamo krenuo postavljati svoj drugi transekt. Ronioci su skupa odrađivali postaju na 3 m. Oba ronioca procjenjivali su površinu golobrsta na kvadratu tako da su procjenu dali u postotnim vrijednostima površine golobrsta na kvadratu. Dakle, 0% je označavalo potpunu prekrivenost dna unutar kvadrata s makroalgama, dok 100% predstavljalo potpuni izostanak makroalgi. Oznake za djelomičnu prekrivenost golobrstom bile su: 25%, 50%, 75% i 90%. Kada je zapisao količinu golobrsta na kvadratu, ronilac je uzimao ježince i mjerio im promjere čahure pomičnom mjerkom (plastična izvedba mikrometra). Mjerku, namještenu u granice promjera čahure koju je netom izmjerio, očitavao je i zapisivao vrijednost (red veličine mm) te bilježio vrstu izmjerenog ježinca. Svi podaci zabilježeni tijekom zarona upisivali su se olovkom na bijele ronilačke pločice po shemi prikazanoj u Prilogu 2. Budući da trebalo mjeriti sve dostupne ježince unutar kvadrata, nisu se smjele zanemariti male jedinke koje mogu naseljavati rupe izvađenih prstaca (*Litophaga litophaga*), a vidljive su bile roniocu. Ove su se jedinke također morale prebrojati i zapisati kumulativno kao broj jedinki manjih od 1 cm, kao i izmjeriti i zabilježiti uginule jedinke odnosno čahure bez bodlji i vrstu.

Na jednoj postaji potrebno bilo je obraditi ukupno 50 kvadrata: po 10 na svakoj od pet dubina. Slijedom navedenog na svakom lokalitetu bilo je potrebno obraditi ukupno 150 kvadrata: po 50 na svakoj od tri postaje. Površina svakog transekt iznosila je najmanje 2.5 m^2, dok je površina cijele uzorkovane postaje tada bila 12.5 m^2, odnosno ukupna uzorkovana površina iznosila je 37.5m^2. Prema procjenama, za obradu jedne postaje bio je potreban otprilike 1 h ronjenja.

3.2. Metode obrade podataka

Dobiveni podaci (količina golobrsta, vrsta i veličina čahure ježinaca) nakon obavljenog zarona (Prilog 2) upisivali su se u Microsoft Office Excel tablice ovisno o transektu (dubini) te kvadratu na kojem su bili identificirani po shemi u Prilogu 3. Uz podatke o zabilježenoj količini golobrsta, veličini izmjerene čahure i vrste ježinca, pridruženi su im bili podaci o točnoj lokaciji gdje su se uzorkovali ježinci, vrijeme i datum, kao i ronilac koji ih je obrađivao. Uz dvije vrste koje su se istraživale u ovom radu, tijekom terenskog istraživanja mjerile su se i veličine treće vrste *Sphaerechinus granularis* koja se povremeno pojavljivala jer obitava na istom području, međutim za potrebe ovog istraživanja nije bila od relativne važnosti pa je izostavljena iz daljnjih analiza. Također, ukoliko bi na istraživanom području bile uočene predatorske i kompetitivne vrste dvije vrste ježinaca koji se istražuju, te podaci o staništu (npr. naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica*), bile su zapisivane u posebnu rubriku "Napomena".

Za potrebe lakše analize podataka, podaci o veličinama ježinaca, iz tablica – Prilog 3, bili su grupirani u 5 zasebnih kategorija ovisno o njihovoj veličini, a odvojeni po vrstama. U prvu kategoriju, ovisno o vrsti, bili su grupirani svi juvenilni ježinci veličine manje od 10 mm; drugu kategoriju činili su ježinci koji su bili veličine veće od 10 mm do promjera čahure od 30 mm; treća kategorija bili su ježinci veličinskog razreda većeg od 30 mm do 50 mm promjera čahure; četvrta kategorija sastojala se od ježinaca koji su svojom veličinom bili veći od 50 mm; peta kategorija obuhvaćala je sve zabilježene prazne čahure ježinaca, odnosno uginule jedinke neovisno o veličini.

Golobrst je bio zasebna kategorija čija se vrijednost izračunavala, zasebno za svaku od dubina na postaji, putem prosječnog postotka golobrsta na svih 10 kvadrata određenog transekta. Potom su se istim principom računale vrijednost prosječnog golobrsta za svaku od postaja (50 kvadrata; 10 kvadrata na 5 dubina), te naposljetku lokalitet (150 kvadrata; 30 kvadrata za svaku od 5 dubina) kako bi međusobno bili uspoređivani.

Podaci o golobrstu i broju jedinki u određenim veličinskim kategorijama unosili su se u zasebne tablice (Tablica 2 – 14) u programu Microsoft Office Excel. Svi dobiveni podaci za neki lokalitet potom su se sortirali ovisno o postaji, dubini (transektu) na kojoj su bili zabilježeni i lokalitetu. Idući korak u analizi podataka bio je dobiti prosječne i postotne vrijednosti svih prethodno spomenutih zabilježenih podataka kako bi dobili objektivnu sliku stanja populacija ježinaca i količine golobrsta na određenoj lokaciji. Sve tablice s podacima lokaliteta obrađivali su se na način kako bi bili reprezentativno prikazani grafovima distribucije veličinskih kategorija

i vrsta po dubini u odnosu na prosječnu izračunanu vrijednost golobrsta, kao i odnos vrsta i veličinskih kategorija na cijelom lokalitetu. Za potrebe međusobne usporedbe odnosa rezultata svih lokaliteta, podaci su bili ponovno sortirani, a potom prikazani grafovima na kojima su bile sve dobivene vrijednosti za veličine, vrste jedinki i golobrst. Za podatke o gustoći naseljenosti jedinkama ježinaca, sveukupni broj jedinki i broj jedinki određene vrste po postajama i lokalitetu ponovno su sortirani pa podijeljeni s površinom transekta (12,5 m^2), odnosno (37,5 m^2) za lokalitet, da bi dobili prosječne vrijednosti. Podaci o gustoći naseljenosti jedinkama ježinaca po m^2 prikazani su na zajedničkom grafičkom prikazu zajedno s količinom golobrsta kako bi dobili podatke o eventualnoj korelaciji ova dva čimbenika.

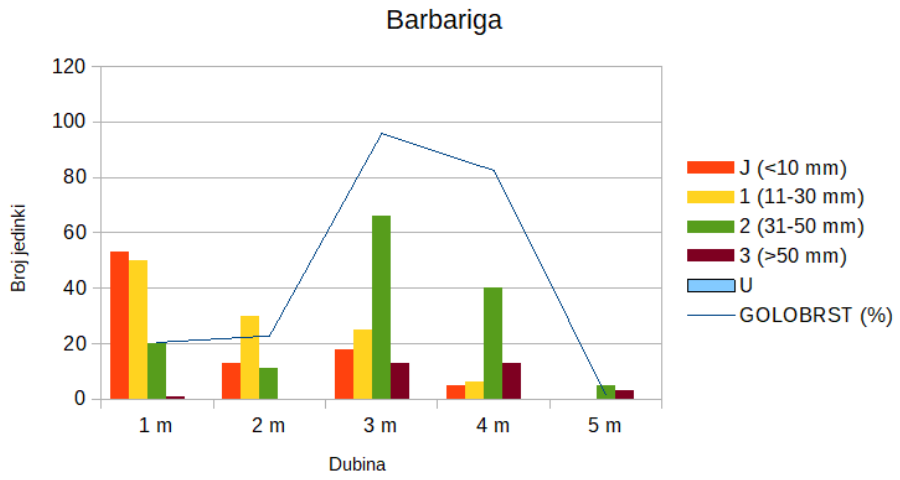
4. Rezultati

4.1. Analiza pojedinačnih lokaliteta

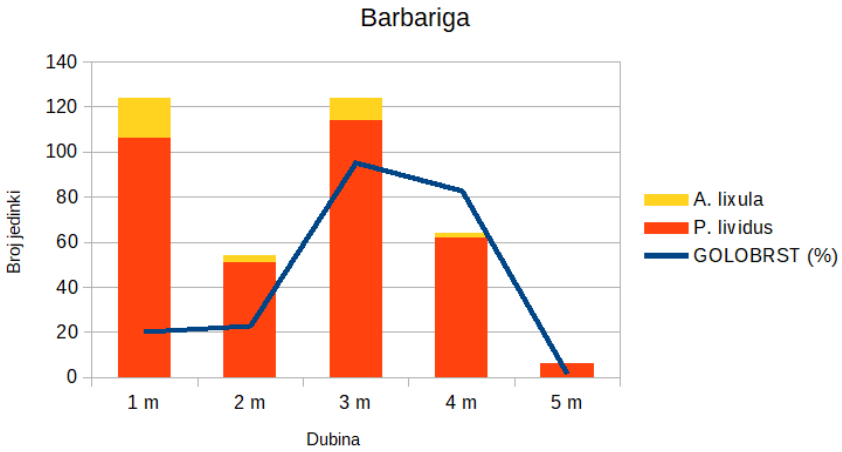
4.1.1. Barbariga

Tablica 2. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* za mjesto Barbariga.

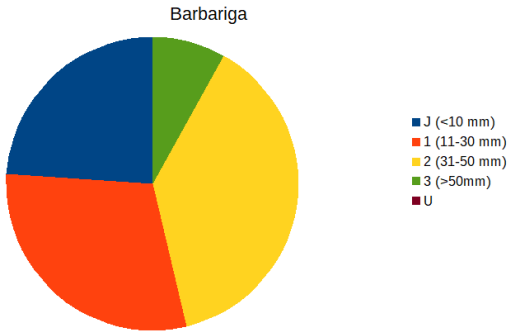
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	6.00%	51	43	6	1		101	101	
1	2	1.00%		1	1			2	2	
1	3	99.00%		4	17	6		27	22	5
1	4	76,5%		3	8	4		15	15	
1	5	2,5%			3			3	3	
		37.00%	51	51	35	11	0	148	143	5
2	1	40.00%		3	13			16	3	13
2	2	52,5%	7	20	7			34	32	2
2	3	95.00%	8	6	29	3		46	44	4
2	4	78,5%	1	2	14	3		20	20	
2	5	0.00%				2		2		
		53,2%	16	31	63	8	0	118	99	19
3	1	15,5%	2	4	1			7	2	5
3	2	15.00%	6	9	3			18	17	1
3	3	93,5%	10	15	20	4		49	48	1
3	4	92,5%	4	1	18	6		29	27	2
3	5	2,5%			2	1		3	3	
		43,8%	22	29	44	11	0	106	97	9
	UKUPNO:		89	111	142	30	0	372	339	33
		44.67%	23.92%	29.84%	38.17%	8.06%	0.00%		91.13%	8.87%



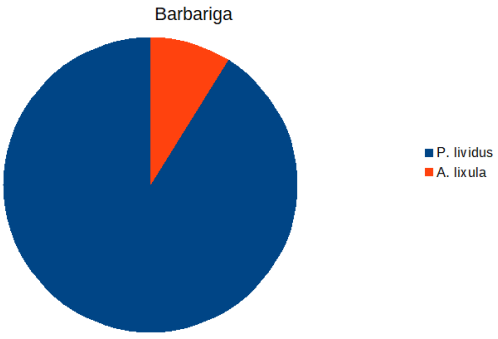
Slika 19. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki, podijeljeni u 5 zasebnih veličinskih kategorija, i prosječne količine golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Barbariga.



Slika 20. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A.lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Barbariga.



Slika 21. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Barbariga (n=372).



Slika 22. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Barbariga (n=372); *P. lividus* – 91.13% : *A. lixula* – 8.87%

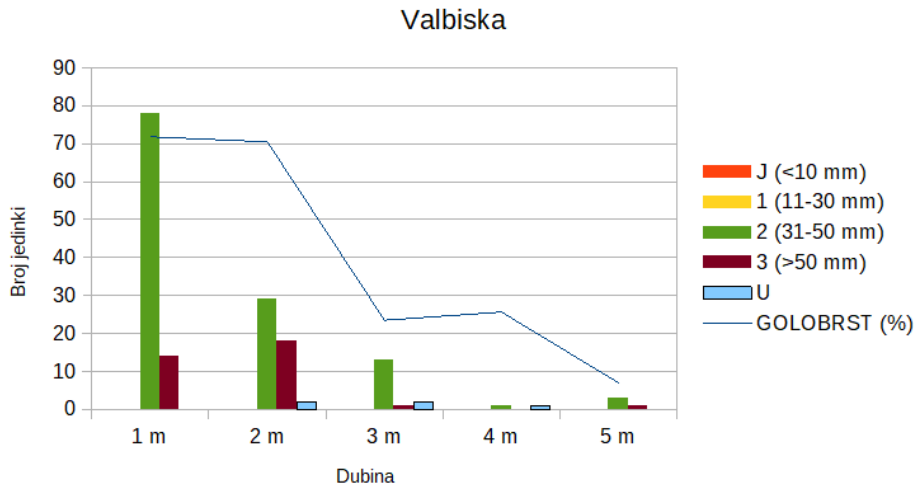
Analiza populacija po dubini i količini golobrsta pokazala je da se na lokaciji Barbariga promjer čahura ježinaca povećavao od transekta 1 prema transektu 4, a golobrst je prelazio vrijednosti preko 50% samo na dubinama 3 i 4 m. Najzastupljenija skupina na dubini od 1 m bili su juvenilni ježinci, na dubini 2 m ježinci kategorije 1, a na dubini od 3 – 5 m ježinci kategorije 2. Brojnost ježinaca najmanja je na dubini 5 m. Omjer dviju vrsta na različitim dubinama nije proporcionalan, ali uočava se velika dominacija vrste hridinskog ježinca, dok je najveću zastupljenost vrste crnog ježinca imala je dubina od 1 m. Na cijeloj lokaciji omjeri iznose 91,13 % za hridinskog ježinca i 8,87 % za crnog ježinca. Jedinke koje su pripadale pod veličinske kategorije juvenilnih ježinaca te kategorije 1 i 2 na zadanom lokalitetu, imale su vrijednosti u približno jednakim omjerima, s malo izraženijem povećanim postotkom kategorije 2.

Na prvoj postaji i transektu na 1 m dubine, primijećene su male alge koje prekrivaju površinu kamena i prazne rupe koje je nekad naseljavala vrsta *Litophaga litophaga* – prstac. Na trećoj postaji na transektu na dubini od 5 m podloga je bila šljunak.

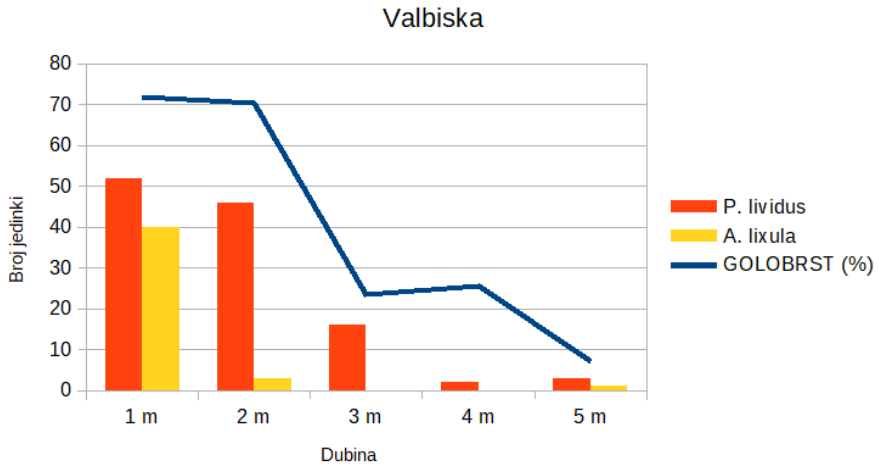
4.1.2. Valbiska

Tablica 3. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* za mjesto Valbiska.

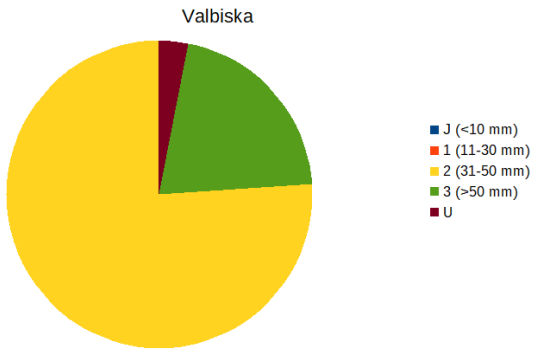
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50 mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	31.00%			2	10		12	10	2
1	2	21.50%			2	6	1	9	6	3
1	3	0.00%						0		
1	4	0.00%						0		
1	5	7,5%			1			1		1
		12.00%	0	0	5	16	1	22	16	6
2	1	100.00%			52	1		53	35	18
2	2	98.00%			10	4	1	15	15	
2	3	70.50%			13	1	1	15	15	
2	4	77.00%			1		1	2	2	
2	5	12.5%%			1	1		2	2	
		71.60%	0	0	77	7	3	87	69	18
3	1	84.50%			24	3		27	7	20
3	2	92%%			17	8		25	25	
3	3	0.00%					1	1	1	
3	4	0.00%						0		
3	5	1.00%			1			1	1	
		35.50%	0	0	42	11	1	54	34	20
	UKUPNO		0	0	124	34	5	163	119	44
		39.70%	0.00%	0.00%	76.07%	20.86%	3.07%		73.01%	26.99%



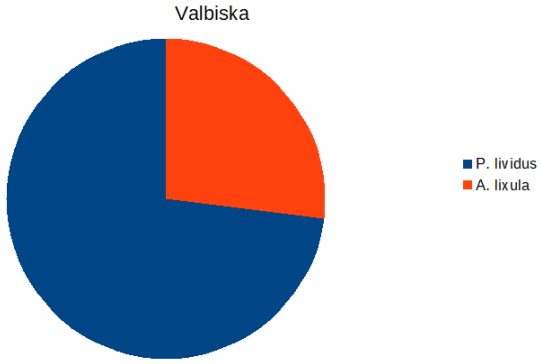
Slika 23. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki, podijeljeni u 5 zasebnih veličinskih kategorija, i prosječne količine golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Valbiska.



Slika 24. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Valbiska.



Slika 25. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Valbiska (n=163).



Slika 26. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Valbiska (n=163); *P. lividus* – 73.01 % : *A. lixula* – 26.99 %.

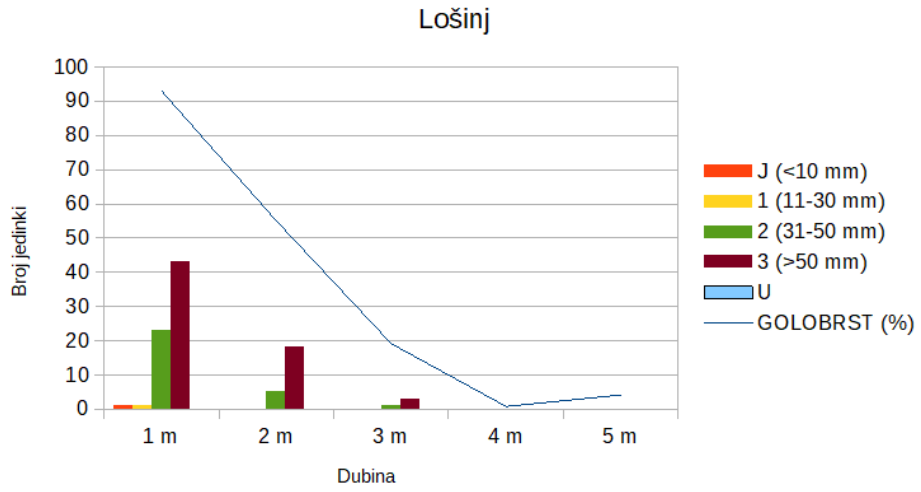
Analiza populacija po dubini i količini golobrsta na lokaciji Valbiska pokazala je opadanje prosječne količine golobrsta s obzirom na dubinu te su najveće vrijednosti bile zabilježene na prve dvije dubine i iznosile su preko 70%. Na cijeloj lokaciji nisu bile zabilježene juvenilne jedinke ni jedinke veličinske kategorije 1. Na svim dubinama prevladavale su jedinke veličinske kategorije 2 i 3 (osim na dubini 4 m gdje nisu zabilježene jedinke kategorije 3) te su se na dubinama od 2 do 4 m pojavljivale prazne čahure ježinaca. Broj zabilježenih jedinki kategorije 2 je bio veći u odnosu na kategoriju 3, i to u odnosu 70:20. Moglo se primijetiti rapidno opadanje broja zabilježenih jedinki kategorije 2 kako se povećavala dubina na kojoj se radio transekt. Omjer vrsta bio je različit za svaku od dubina, ali u pravilu je jedinki vrste *P. lividus* uvijek bilo više zabilježenih, a broj jedinki opadao kako se dubina povećavala. Na dubini od 1 m broj jedinki vrste *A. lixula* znatno je bio veći nego na ostalim dubinama, dok na dubini od 3 i 4 m jedinke nisu uopće bile zabilježene.

Na postaji 1, transektima 3 i 4, primijećen je sediment preko kamena, a na transektu 5 predatorska vrsta *Coris julis*. Na Postaji 2, transekt 3, uočena je predatorska vrsta morske zvjezdače *Marthasterias glacialis*.

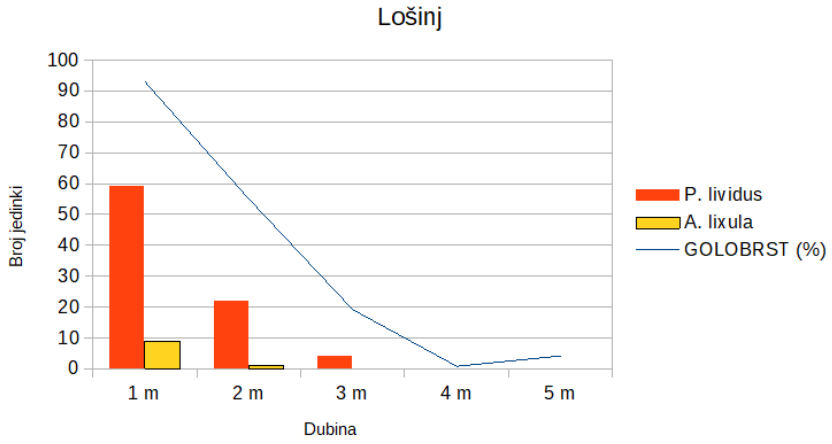
4.1.3. Lošinj

Tablica 4. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* za mjesto Lošinj.

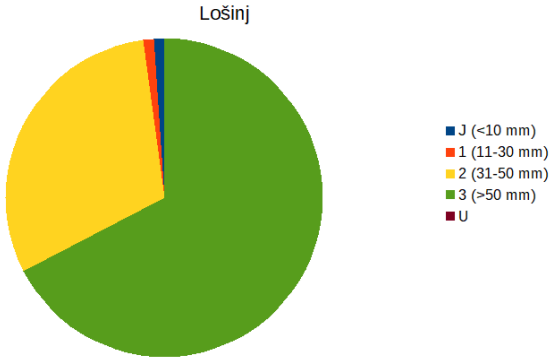
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50 mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	86.00%	1		7	19		27	22	5
1	2	89.00%				6		6	6	
1	3	28.50%			1	1		2	2	
1	4	0.00%						0		
1	5	7,50%						0		
		42.20%	1	0	8	26	0	35	30	5
2	1	100.00%			9	13		22	19	3
2	2	24.50%			1	1		2	2	
2	3	100.00%				1		1	1	
2	4	2.50%						0		
2	5	5.00%				1		1	1	
		28.40%	0	0	10	15	0	26	23	3
3	1	93.00%		1	7	11		19	18	1
3	2	51.50%			4	11		15	14	1
3	3	19.00%				1		1	1	
3	4	0.00%						0		
3	5	0.00%						0		
		32.70%	0	1	11	23	0	35	33	2
	UKUPNO		1	1	29	64	0	96	86	10
		34.43%	1.05%	1.05%	30.53%	67.37%	0.00%		89.58%	10.42%



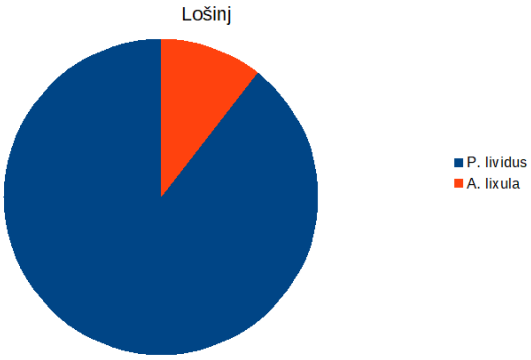
Slika 27. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki, podijeljeni u 5 zasebnih veličinskih kategorija, i prosječne količine golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Lošinj.



Slika 28. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Lošinj.



Slika 29. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Lošinj (n=95).



Slika 30. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Lošinj (n=95); *P. lividus* – 89.58% : *A. lixula* – 10.42%.

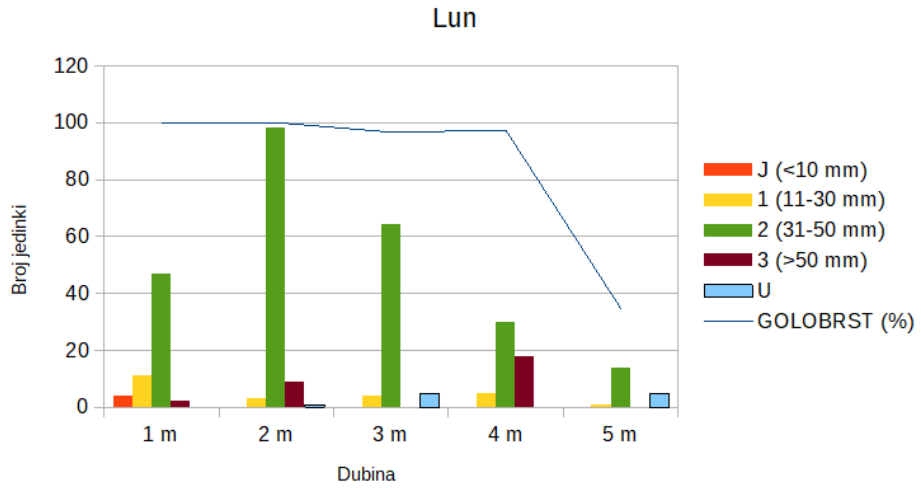
Analiza populacija po dubini i količini golobrsta na lokaciji Lošinj pokazala je da prosječna količina golobrsta rapidno opada s dubinom, u korelaciji s brojem jedinki. Na svim transektima na dubini od 4 i 5 m bila je zabilježena samo jedna odrasla jedinka na postaji 2. Na dubini od 1 m zabilježen je mali broj juvenilnih i jedinki veličinskog razreda kategorije 1. Na dubinama 1 – 3 m su prevladavale jedinke koje pripadaju veličinskom razredu 3 i 2, a na samom lokalitetu u omjeru 30:60. Omjer vrsta hridinskog i ljubičastog ježinca na lokalitetu bio je približno 90:10, a brojnost jedinki opadala je s dubinom. Na dubini od 3 m nisu bile zabilježene jedinke vrste *A. lixula*.

Na postajama 1 i 2 zabilježene su jedinke predatorske vrste *Diplodus vulgaris*.

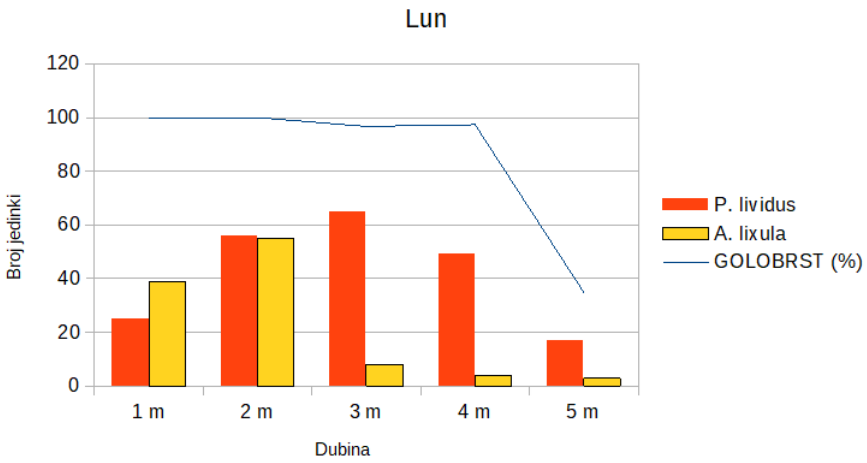
4.1.4. Lun

Tablica 5. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* za mjesto Lun.

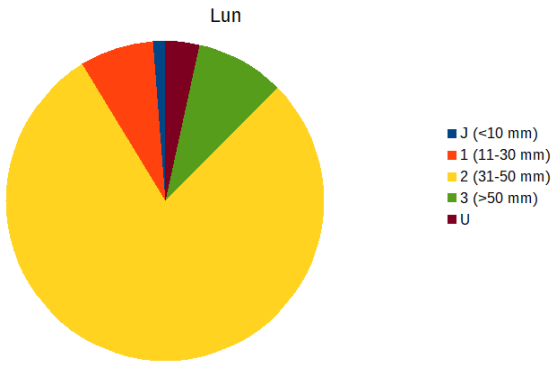
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50 mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	100.00%	3	9	20			32	9	23
1	2	100.00%		3	48	1	1	53	25	28
1	3	90.00%		3	17		2	22	19	3
1	4	93.00%		4		17		21	18	3
1	5	56.00%		1	7		4	12	10	2
		87.80%	3	20	92	18	7	140	81	59
2	1	100.00%	1	2	11			14	10	4
2	2	100.00%			36	1		37	22	15
2	3	100.00%		1	20		3	24	21	3
2	4	99.00%		1	20	1		22	21	1
2	5	0.00%			1		1	2	2	
		79.80%	1	4	88	2	4	99	76	23
3	1	100.00%			16	2		18	6	12
3	2	100.00%			14	7		21	9	12
3	3	100.00%			27			27	25	2
3	4	100.00%			10			10	10	
3	5	48.50%			6			6	5	1
		89.70%	0	0	73	9	0	82	55	27
	UKUPNO		4	24	253	29	11	321	212	109
		85.77%	1.25%	7.48%	78.82%	9.03%	3.43%		66.04%	33.96%



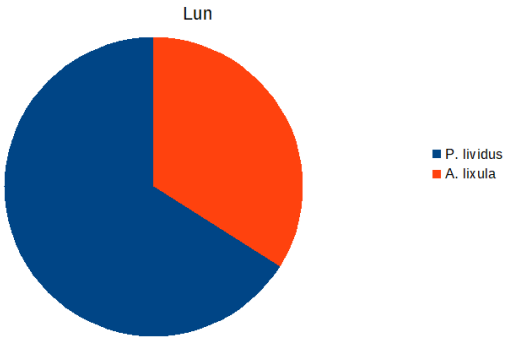
Slika 31. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Lun.



Slika 32. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A.lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim transektima (dubinama 1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Lun.



Slika 33. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Lun (n=321).



Slika 34. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Lun (n=321); *P. lividus* – 66.04% : *A. lixula* – 33.96%.

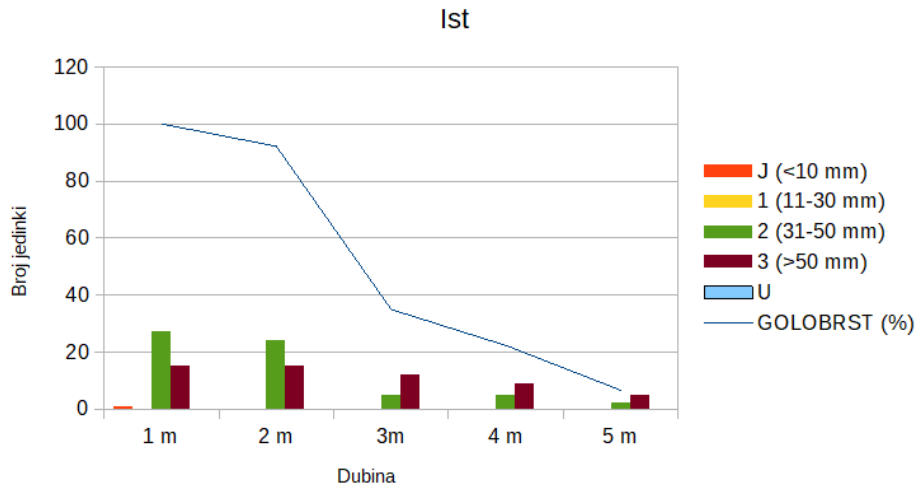
Analiza populacija po dubini i količini golobrsta na lokaciji Lun pokazala je da je količina prosječno zabilježenog golobrsta na dubinama 1 – 4 m bila veća od 95 %, iznimka je samo dubina od 5 m gdje su vrijednosti golobrsta bila puno niže i iznosile približno 35 %. Na svim dubinama uočena je najveća brojnosti jedinki koje pripadaju veličinskoj kategoriji 2. Na dubini od 2 m bila je najveća i opadala je s dubinom, dok je na 1 m bila nešto manja od brojnosti zabilježene na dubini 3 m. Juvenilne jedinke zabilježene su na dubini 1 m, a uginule jedinke na dubinama 3 i 5. Veličinska kategorija 1 bila je zastupljena na svim dubinama, ali njena zastupljenost nije prelazila više od 3%. Veličinska kategorija 3 zabilježena je na dubinama 1, 2 i 4 m, a njena brojnost se povećavala s dubinom. Omjer vrsta pokazuje prevladavanje vrste hridinskog ježinca na svim dubinama, osim na 1 m, a najveća brojnost zabilježena je na 3 m pa je opadala bliže površini i prema dubini. Crni ježinac najbrojniji je bio na dubini 2 m, u omjeru 50:50, dok je njegova brojnost nešto manja na 1 m, a rapidno opadala na dubinama 3 – 5 m. Ukupna zastupljenost hridinskog ježinca bila je oko 66 %, a ljubičastog oko 34 %.

Na postaji 1, transekt 3, uočene su juvenilne jedinke predatorske vrste *Diplodus vulgaris*. Na postaji 3, transekt 5, golobrst se nije mogao izračunati (upisana kao 0 %) jer je površina dna bila prekrivena sedimentom.

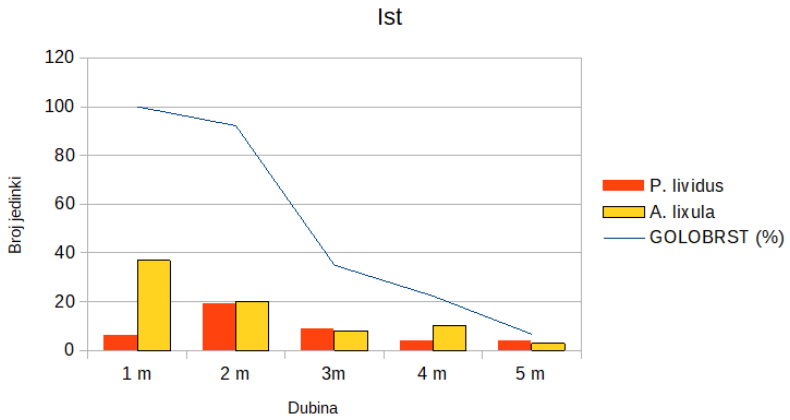
4.1.5. Ist

Tablica 6. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* za mjesto Ist.

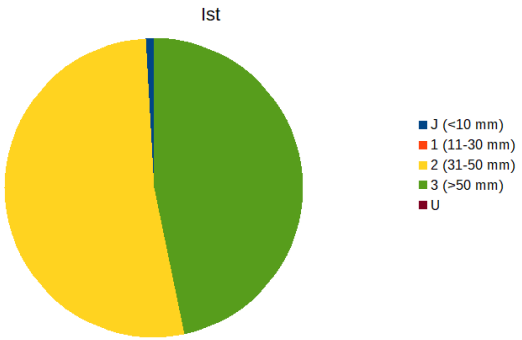
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50 mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	100.00%			10	9		19	3	16
1	2	86.50%			8	7		15	8	7
1	3	55.00%			3	5		8	5	3
1	4	39.50%			3	6		9	4	5
1	5	3.00%			2	4		6	4	2
		56.80%	0	0	26	31	0	57	24	33
2	1	100.00%			7	4		11	1	10
2	2	95.50%			3	4		7	5	2
2	3	8.50%				3		3	2	1
2	4	25.50%			2	2		4		4
2	5	17%%				1		1		1
		49.30%	0	0	12	14	0	26	8	18
3	1	100.00%	1		10	2		13	2	11
3	2	94.50%			13	4		17	6	11
3	3	41.50%			2	4		6	2	4
3	4	2.00%				1		1		1
3	5	0.00%						0		
		47.60%	1	0	25	11	0	37	10	27
	UKUPNO		1	0	63	56	0	120	42	78
		51.23%	0.83%	0.00%	52.50%	46.67%	0.00%		35.00%	65.00%



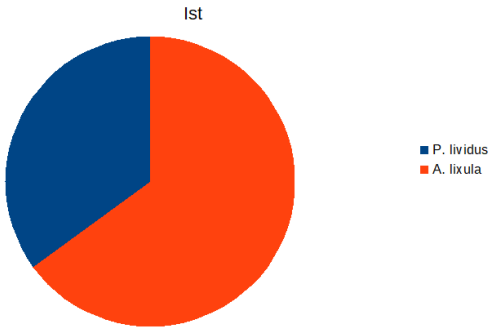
Slika 35. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki, podijeljeni u 5 zasebnih veličinskih kategorija, i prosječne količine golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Ist.



Slika 36. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A.lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim transektima (dubinama 1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Ist.



Slika 37. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Ist (n=120).



Slika 38. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Ist (n=120); *P. lividus* – 35% : *A. lixula* – 65%.

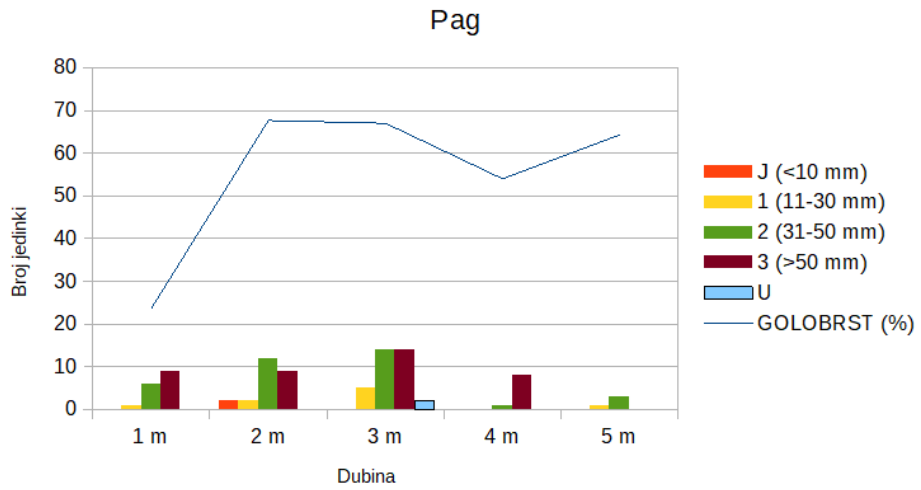
Analiza populacija po dubini i količini golobrsta na lokaciji Ist ukazivala je na rapidno opadanje prosječne količine golobrsta između dubine 2 i 3 , gdje je na dubini 1 i 2 m golobrst iznosio više od 90%, dok na dubini 3 m on pada na svega 35% i smanjuje se s dubinom. Mali broj juvenilnih jedinki zabilježen je samo na dubini od 1 m, a uginule jedinke i veličinska kategorija 1 uopće nisu bile zabilježene. Najveću brojnost imale su jedinke veličinske kategorije 2, a potom i kategorije 3, te je njihova brojnost opadala s dubinom. Omjer vrsta hridinskog i ljubičastog ježinca na lokalitetu bio je 35:65, a najveća brojnost vrste *A. lixula* bila je zabilježena na dubini od 1 m te je postupno opadala prema dubini. Najveća brojnost vrste *P. lividus* zabilježena je na 2 m, a njegova brojnost također je opadala s dubinom, te je na 1 m bila niža nego na 2 i 3 m dubine.

Na lokaciji 3, transektu 3, primijećene su predatorske vrste; juvenilne jedinke vrste *Coris julis* i *Diplodus vulgaris.*

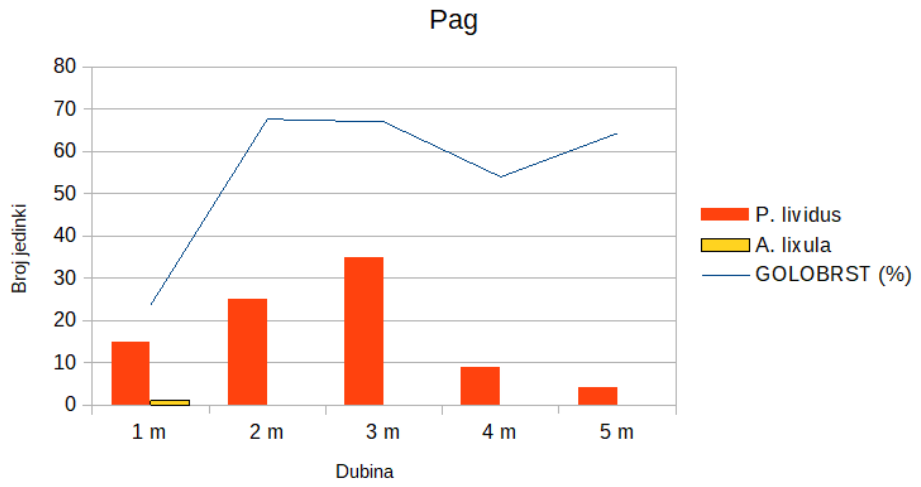
4.1.6. Pag

Tablica 7. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* za mjesto Pag.

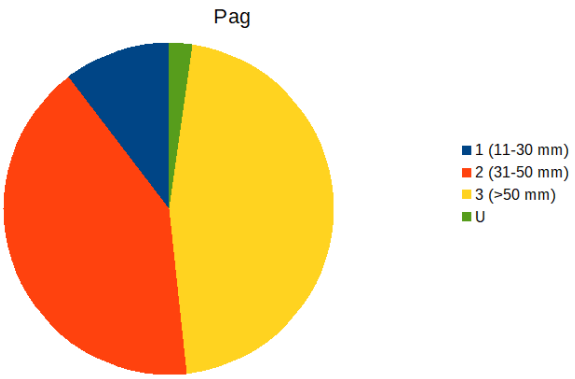
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50 mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	20.50%		1	3	4		8	8	
1	2	100.00%			3	6		9	9	
1	3	100.00%			9	9		18	18	
1	4	49.50%			1			1	1	
1	5	62.50%		1	3			4	4	
		66.50%	0	2	19	19	0	40	40	0
2	1	40.00%			3	3		6	5	1
2	2	100.00%	2	2	6	1		11	11	
2	3	95.50%		5	5	3	2	15	15	
2	4	24.50%						0		
2	5	77.00%						0		
		67.40%	2	7	14	7	2	32	31	1
3	1	10.50%				2		2	2	
3	2	3.00%			3	2		5	5	
3	3	5.50%				2		2	2	
3	4	88.00%				8		8	8	
3	5	53.50%						0		
		32.10%	0	0	3	14	0	17	17	0
	UKUPNO		2	9	36	40	2	89	88	1
		55.33%	2.25%	10.11%	40.45%	44.94%	2.25%		98.88%	1.12%



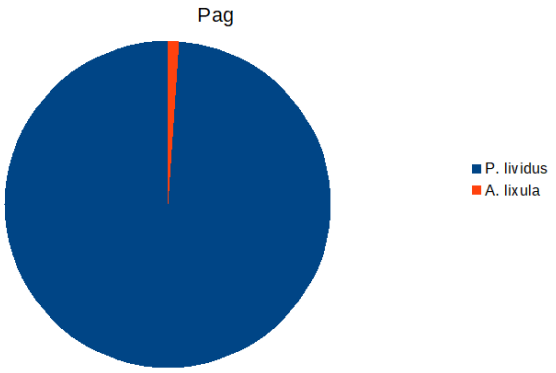
Slika 39. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki, podijeljeni u 5 zasebnih veličinskih kategorija, i prosječne količine golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Pag.



Slika 40. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Pag.



Slika 41. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Pag (n=89).



Slika 42. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Pag (n=89); *P. lividus* – 98.88% : *A. lixula* – 1.12%.

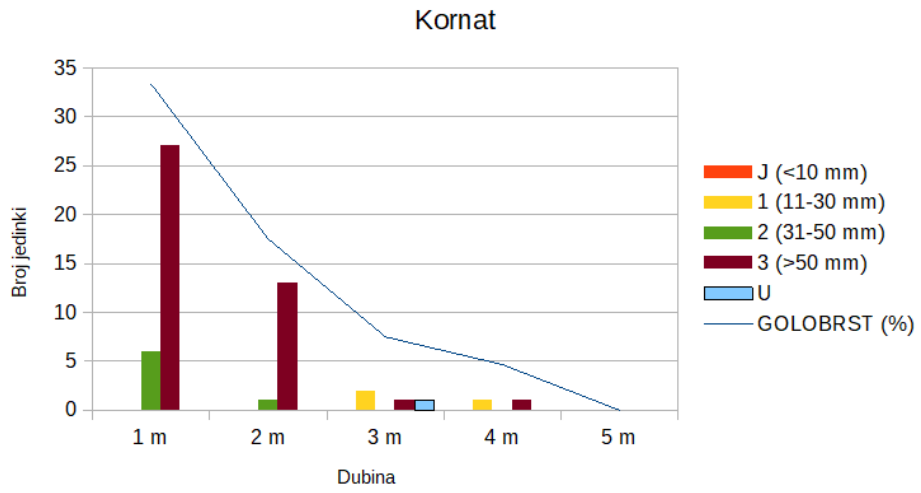
Analiza populacija po dubini i količini golobrsta na lokaciji Pag pokazala je da je prosječna količina golobrsta relativno niska na dubini od 1 m, a ostale dubine imaju vrijednosti golobrsta između 50 i 70 %. Juvenilne jedinke zabilježene su samo na dubini 2 m, dok je samo na dubini 3 m bio zabilježen mali broj uginulih jedinki. Veličinska kategorija 1 zabilježena je u malom broju na svim dubinama osim na 4 m, dok je veličinska kategorija 3 zabilježena na svim dubinama osim dubine 5 m, i to u relativno velikom broju u odnosu na ostale kategorije. Na dubini od 3 m kategorija 2 i 3 bile su zastupljene u omjeru 50:50. Kategorija 2 bila je zastupljena na svim dubinama, a primijećen je porast broja jedinki od 1 – 3 m, dok su na dubini od 4 i 5 m njihova brojnost nije toliko velika. Na dubini od 2 m veću brojnost je imala kategorija 2 nego kategorija 3. Omjer vrsta na ovom lokalitetu iznosio je oko 99:1 u korist vrste *P. lividus*, jer je druga vrsta bila zastupljena u malom broju samo na dubini od 1 m.

Na postaji 1, transektu 5, uočene su jedinke predatorske vrste *Marthasterias glacialis*.

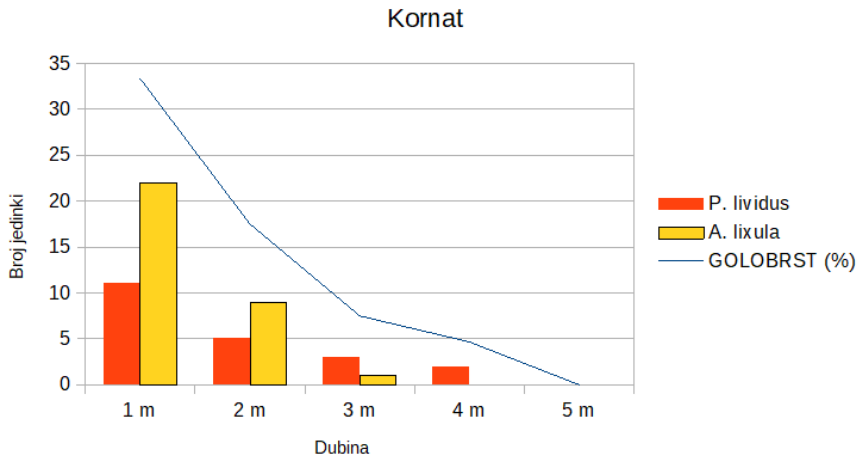
4.1.7. Kornat

Tablica 8. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* za mjesto Kornat.

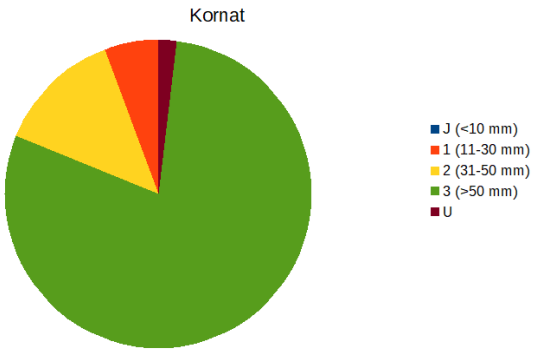
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50 mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	6.50%			1	8		9	7	2
1	2	1.00%				1		1		1
1	3	19.00%						0		
1	4	100.00%						0		
1	5	0.00%						0		
		7.30%	0	0	1	9	0	10	7	3
2	1	57.00%			5	9		14	1	13
2	2	19.50%			1	8		9	3	6
2	3	3.50%		2		1	1	4	3	1
2	4	0.00%		1				1	1	
2	5	0.00%						0		
		16.00%	0	3	6	18	1	28	8	20
3	1	36.50%				10		10	3	7
3	2	32.00%				4		4	2	2
3	3	0.00%						0		
3	4	4.00%				1		1	1	
3	5	0.00%						0		
		14.50%	0	0	0	15	0	15	6	9
	UKUPNO		0	3	7	42	1	53	21	32
		12.60%	0.00%	5.66%	13.21%	79.25%	1.89%		39.62%	60.38%



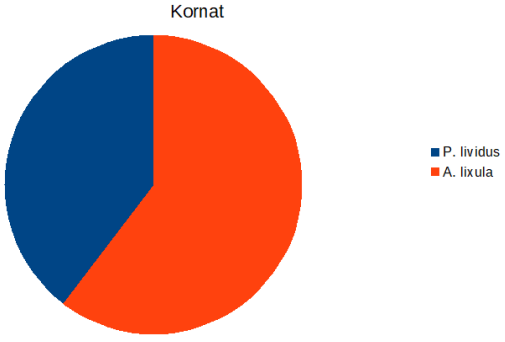
Slika 43. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki, podijeljeni u 5 zasebnih veličinskih kategorija, i prosječne količine golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Kornat.



Slika 44. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Kornat.



Slika 45. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Kornat (n=53).



Slika 46. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Kornat (n=53); *P. lividus* – 39.62% : *A. lixula* – 60.38%.

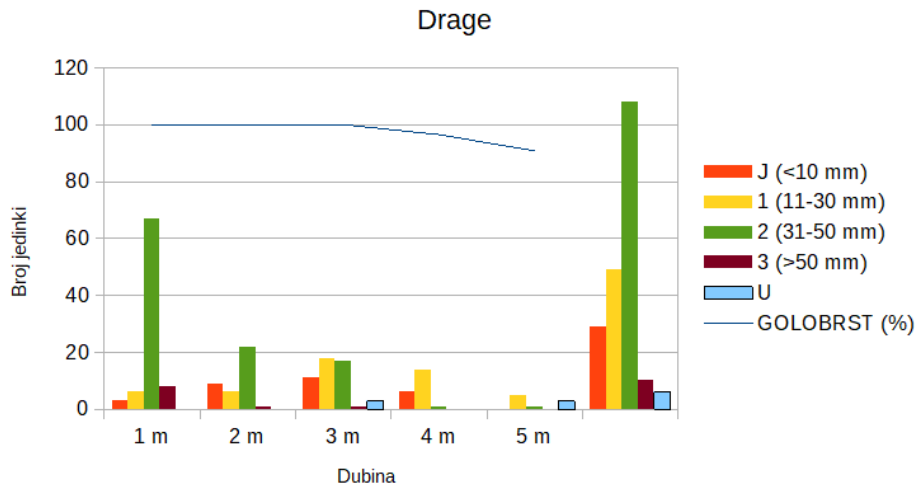
Analiza populacija po dubini i količini golobrsta na lokaciji Kornat pokazala je eksponencijalan pad u vrijednostima prosječne količine golobrsta ovisno o dubini i najmanju brojnost zabilježenih jedinki na svim lokalitetima. Na dubini od 5 m nije bilo zabilježenih jedinki, a prosječna vrijednost golobrsta je iznosila 0 %. Uginule jedinke zabilježene su samo na dubini od 3 m i to u relativno malenom broju, a juvenilne jedinke nisu ni bile uočene. Veličinska kategorija 1 pojavljuje se samo na dubinama od 3 i 4 m, dok je veličinska kategorija 2 zastupljena samo na dubinama od 1 i 2 m. Najzastupljenija veličinska kategorija 3 pojavljuje se na 4 dubine, a svakoj od prisutnih kategorija brojnost opada s dubinom. Omjer vrsta na lokalitetu približno je 40:60 u korist vrste *A. lixula*, a obe vrste pokazuju opadanje ukupnog broja jedinki s dubinom. Na dubini od 4 m nisu zabilježene jedinke crnog ježinca.

Na postaji 1, transekt 4, uočena je predatorska vrsta *C. julis*. Na postaji 2, transekti 4 i 5, zabilježene su livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Na postaji 3, transekt 1, uočena je predatorska vrsta *Marthasterias glacialis*.

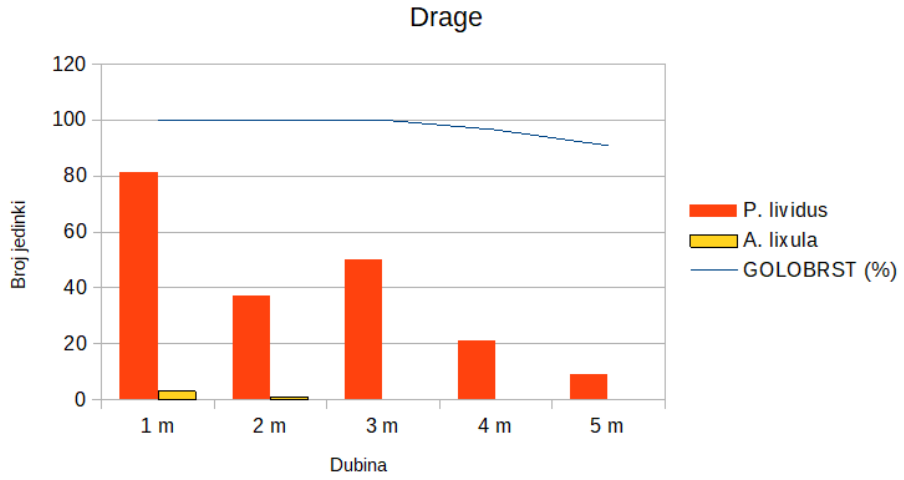
4.1.8. Drage

Tablica 9. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* za mjesto Drage.

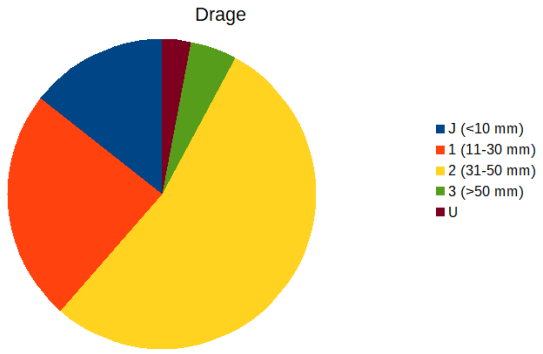
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50 mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	100.00%	3	2	19	2		26	24	2
1	2	100.00%	9	3	8	1		21	20	1
1	3	100.00%	3	5	12	1		21	21	
1	4	100.00%	5	3				8	8	
1	5	100.00%						0		
		100.00%	20	13	39	4	0	76	73	3
2	1	100.00%			27	3		30	29	1
2	2	100.00%		1	9			10	10	
2	3	100.00%	8	12	5		3	28	28	
2	4	100.00%	1	11	1			13	13	
2	5	100.00%		5	1		3	9	9	
		100.00%	9	29	43	3	6	90	89	1
3	1	100.00%		4	21	3		28	28	
3	2	100.00%		2	5			7	7	
3	3	100.00%		1				1	1	
3	4	89.50%						0		
3	5	72.50%						0		
		92.40%	0	7	26	3	0	36	36	0
	UKUPNO		29	49	108	10	6	202	198	4
		97.47%	14.36%	24.26%	53.47%	4.95%	2.97%		98.02%	1.98%



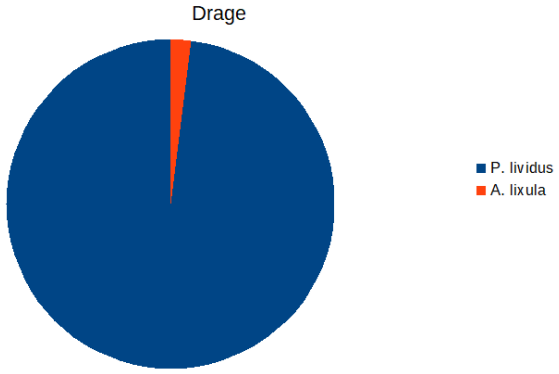
Slika 47. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki, podijeljeni u 5 zasebnih veličinskih kategorija, i prosječne količine golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Drage.



Slika 48. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Drage.



Slika 49. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Drage (n=202).



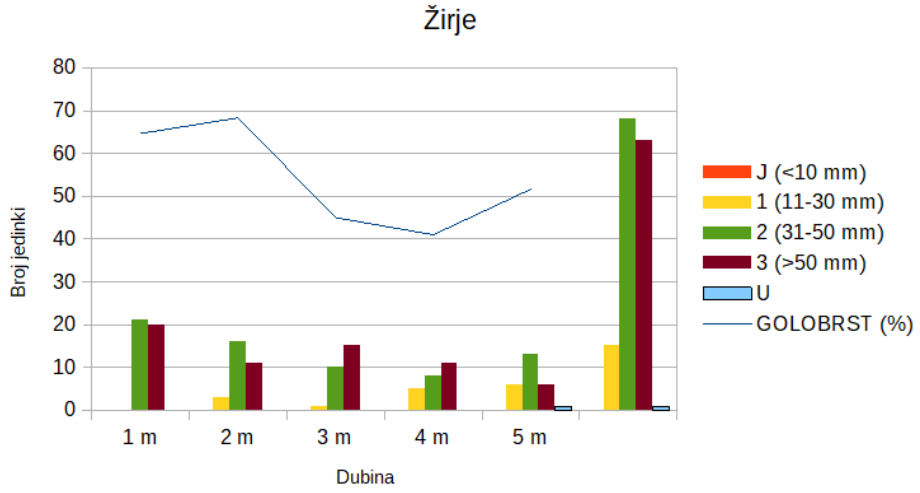
Slika 50. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Drage (n=202); *P. lividus* – 98.02% : *A. lixula* – 1.98%.

Analiza populacija po dubini i količini golobrsta pokazala je da je lokacija Drage na svim dubinama imala vrijednosti golobrsta preko 90% i veliki broj ježinaca manjih veličina. Najbrojnija veličinska kategorija 2 imala je preko 50% zastupljenosti na lokalitetu, prisutna je bila na svim dubinama, a uočeno je opadanje brojnosti jedinki s dubinom. Kategorija 1 bila je druga najzastupljenija na lokalitetu te na dubini od 3 m imala je najveću brojnost koja je polako opada bliže obali i u dubinu. Juvenilne jedinke pokazivale su sličnu distribuciju po dubini kao kategorija 1, međutim nismo ih nalazili na dubini od 5 m. Veličinska kategorija 3 pojavljivala se samo na dubini 1 – 3 m i ukupna zastupljenost na lokalitetu nije joj bila veća od 2 %, a uginule jedinke bile su zabilježene samo na dubini od 3 i 5 m. Omjer vrsta na ovom lokalitetu bio je 98:2 u korist vrste *P. lividus*, te je uočeno opadanje brojnosti jedinki s obzirom na dubinu, uz malo iznimku na 3 m dubine. Vrsta *A. lixula* bila je zabilježena samo na 1 i 2 m dubine.

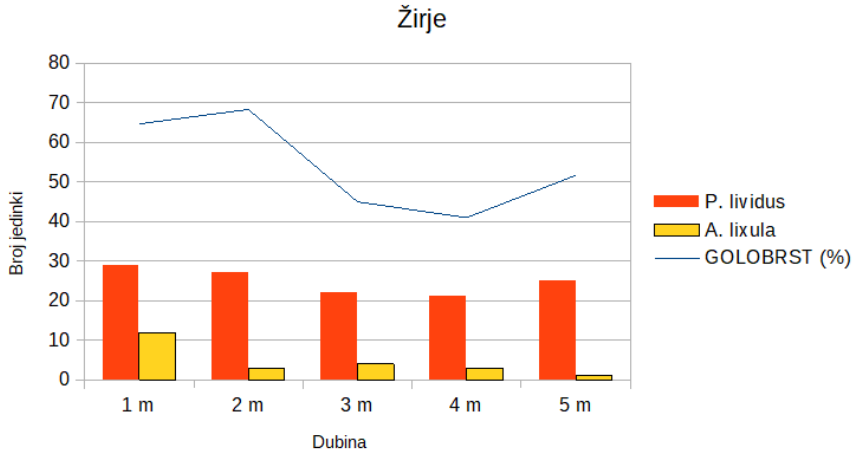
4.1.9. Žirje

Tablica 10. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* za mjesto Žirje.

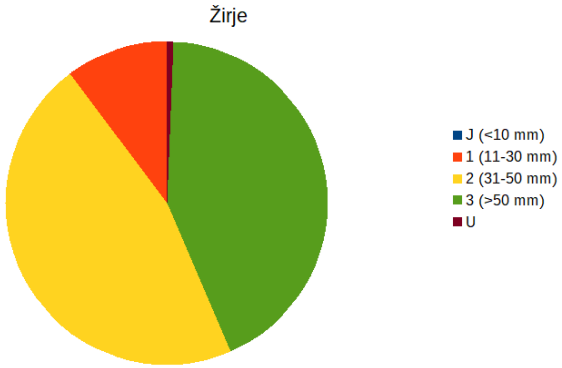
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50 mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	71.00%			21	9		30	19	11
1	2	40.50%			13	6		19	18	1
1	3	16.50%		1	7	9		17	14	3
1	4	60.50%		5	8	6		19	19	
1	5	48.50%		6	13	5	1	25	24	1
		47.40%	0	12	62	35	1	110	94	16
2	1	24.00%				5		5	4	1
2	2	95.50%		1				1	1	
2	3	55.50%				4		4	3	1
2	4	31.00%				2		2	1	1
2	5	19.50%				1		1	1	
		45.10%	0	1	0	12	0	13	10	3
3	1	99.00%				6		6	6	
3	2	69.00%		2	3	5		10	8	2
3	3	63.00%			3	2		5	5	
3	4	31.50%				3		3	1	2
3	5	87.00%						0		
		69.90%	0	2	6	16	0	24	20	4
	UKUPNO		0	15	68	63	1	147	124	23
		54.13%	0.00%	10.20%	46.26%	42.86%	0.68%		84.35%	15.65%



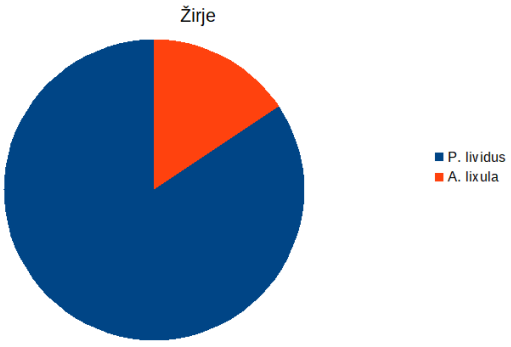
Slika 51. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki, podijeljeni u 5 zasebnih veličinskih kategorija, i prosječne količine golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Žirje.



Slika 52. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Žirje.



Slika 53. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Žirje (n=147).



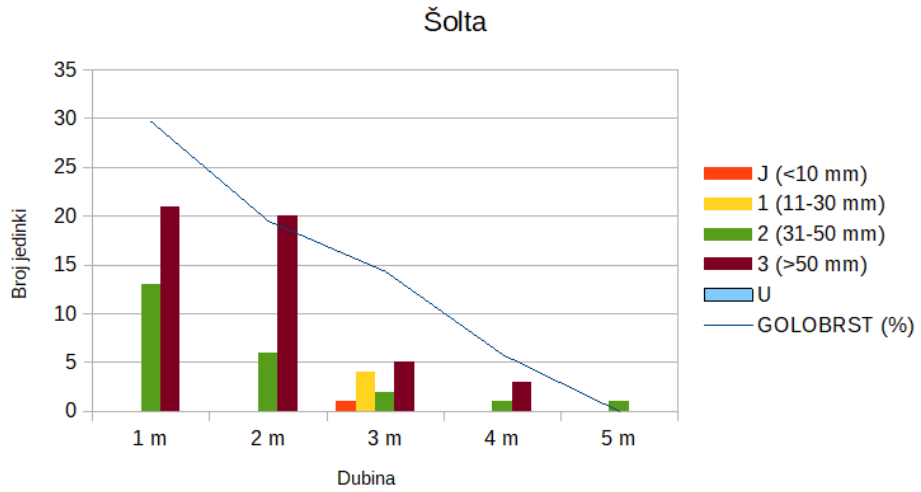
Slika 54. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Žirje (n=147); *P. lividus* – 84.35% : *A. lixula* – 15.65%).

Analiza populacija po dubini i količini golobrsta na lokaciji Žirje pokazala je da su prosječne vrijednosti golobrsta varirale od 40 – 70 % na svim dubinama, a na prve dvije dubine vrijednosti su bile najveće. Nisu zabilježene juvenilne jedinke, a na dubini 5 m zabilježena je samo jedna prazna čahura ježinca. Veličinska kategorija 1 javljala se u najmanjem postotku na svim dubinama, osim na 1 m gdje nije bila zabilježena. Preostale kategorije 2 i 3 pojavljivale su se na svakoj od dubina u različitim omjerima; na dubini od 1 m omjer je bio približno 50:50 (kao prosječan omjer te dvije kategorije na cijeloj postaji), na dubini 2 i 5 m bilo je više jedinki u kategoriji 2, a na dubini 3 i 4 m bilo je više jedinki u kategoriji 3. Omjer vrsta na ispitivanoj lokaciji iznosio je 84:16 u korist vrste *P. lividus*, koja je prevladavala na svim dubinama, dok je vrsta *A. lixula* bila u znatno manjem postotku također bila zabilježena na svim lokacijama i njena brojnost je opadala s dubinom.

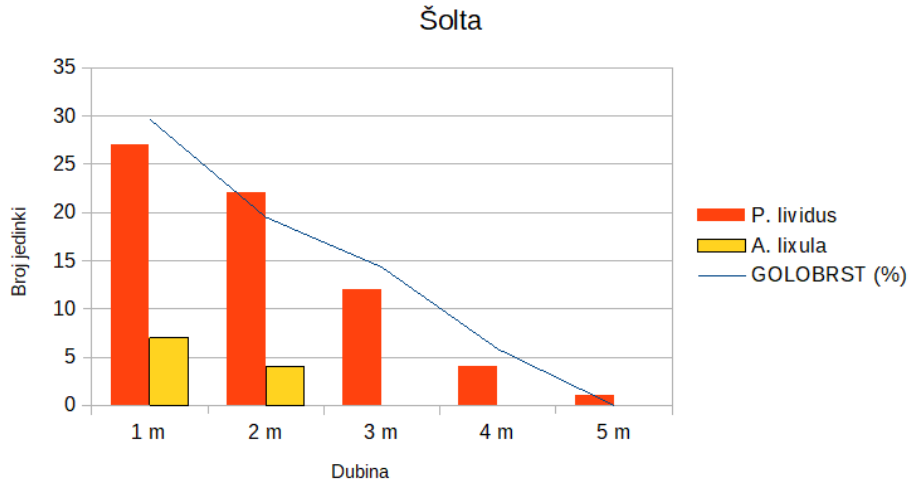
4.1.10. Šolta

Tablica 11. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* za mjesto Šolta.

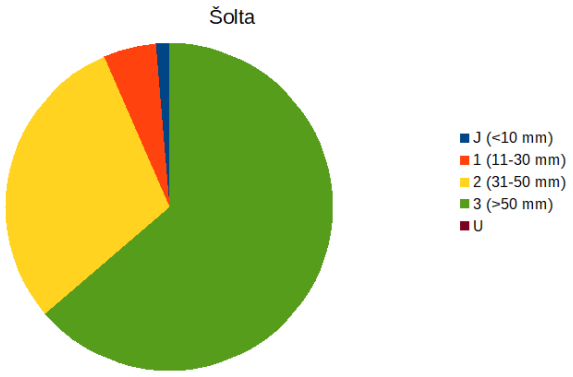
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50 mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	16.50%			6	10		16	15	1
1	2	1.00%			1	4		5	5	
1	3	3.50%			2	3		5	5	
1	4	5.00%			1	1		2	2	
1	5	0.00%						0		
		5.20%	0	0	10	18	0	28	27	1
2	1	17.50%				6		6	2	4
2	2	13.50%				8		8	5	3
2	3	34.50%	1	4		2		7	7	
2	4	12.50%				2		2	2	
2	5	0.00%			1			1	1	
		15.60%	1	4	1	18	0	24	17	7
3	1	55.00%			7	5		12	10	2
3	2	44.00%			5	8		13	12	1
3	3	5.00%						0		
3	4	0.00%						0		
3	5	0.00%						0		
		20.80%	0	0	12	13	0	25	22	3
	UKUPNO		1	4	23	49	0	77	66	11
		13.87%	1.30%	5.19%	29.87%	63.64%	0.00%		85.71%	14.29%



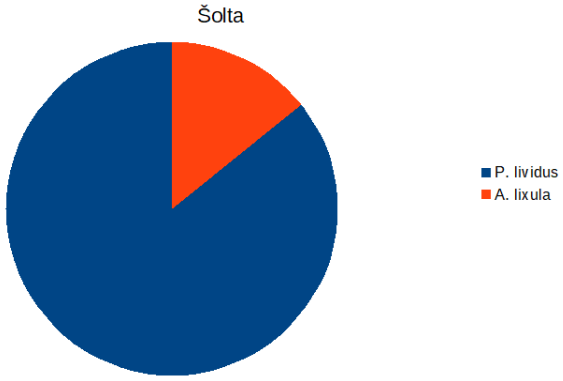
Slika 55. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki, podijeljeni u 5 zasebnih veličinskih kategorija, i prosječne količine golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Šolta.



Slika 56. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Šolta.



Slika 57. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Šolta (n=77).



Slika 58. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Šolta (n=77); *P. lividus* – 85.71% : *A. lixula* – 14.29%.

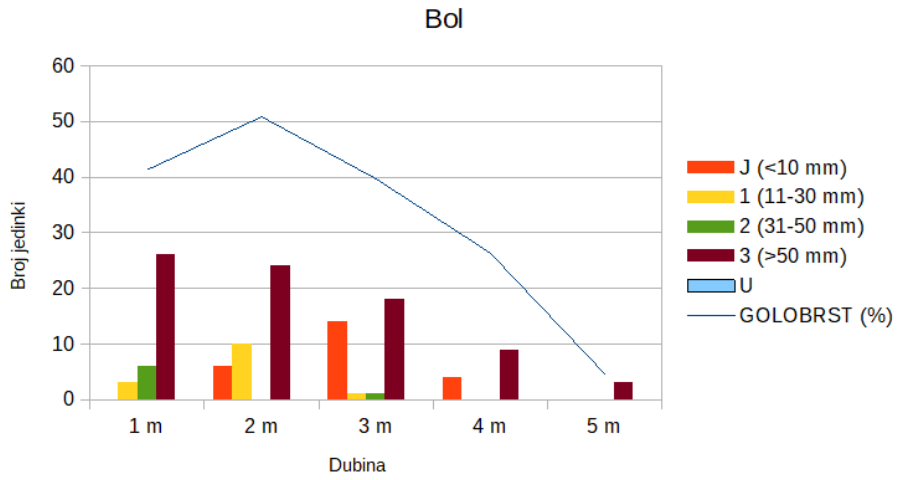
Analiza populacija po dubini i količini golobrsta na lokaciji Šolta pokazuju prosječne vrijednosti golobrsta od maksimalnih 30% kako rapidno opadaju ovisno o dubini. Uginule jedinke na ovom lokalitetu nisu bile zabilježene, a na dubini od 3 m uočena je samo jedna juvenilna jedinka i manji broj jedinki veličinske kategorije 1. Kategorija 3 imala je najveću brojnost na dubinama 1 – 4 m, vidljivo veću na prva dva metra, a opadala je s dubinom i nije zabilježena na 5 m dubine. Veličinska kategorija 2 bila je druga najzastupljenija kategorija i pojavljivala se na svim dubinama, a analizom brojnosti utvrđeno je da njen broj opada s dubinom. Omjer vrsta na lokaciji iznosio je 86:14 u korist hridinskog ježinca koji se pojavljivao na svim dubinama, za razliku od vrste *A. lixula* koja je bila zabilježena samo na prva dva metra dubine. Kod obe vrste uočili smo opadanje brojnosti ovisno o dubini.

Na svim postajama zabilježene su jedinke porodice ljuskavki (Sparidae). Na prvoj i drugoj postaji, transekt 1, zabilježena je predatorska vrsta *M. glacialis*, kao i na trećoj postaji na transektu 3.

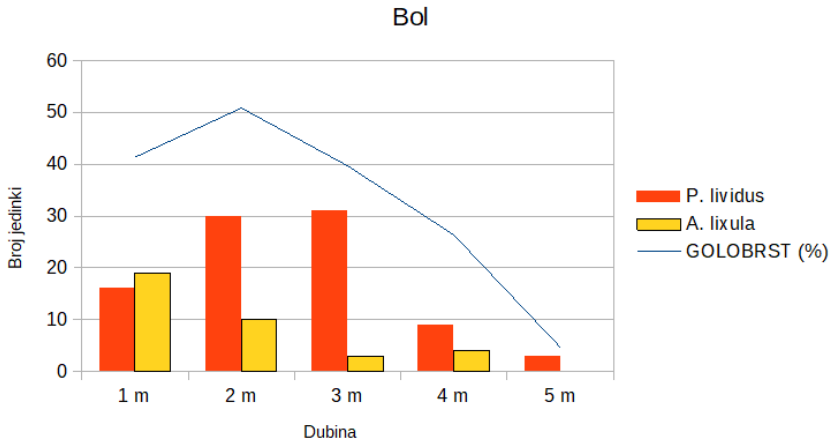
4.1.11. Bol

Tablica 12. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* za mjesto Bol.

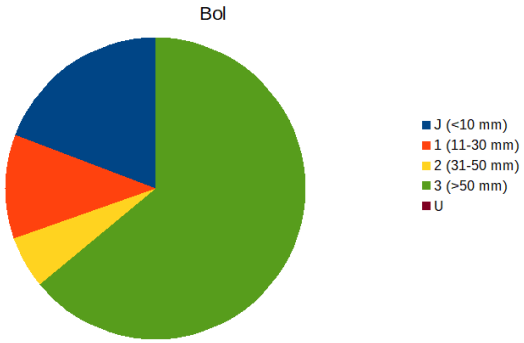
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50 mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	42.50%			2	10		12	7	5
1	2	30.50%	3	4		7		14	14	
1	3	46.50%	5	1		6		12	9	3
1	4	43.00%	4			5		9	5	4
1	5	3.00%						0		
		33.10%	12	5	2	28	0	47	35	12
2	1	12.00%				6		6	4	2
2	2	53.00%		1		9		10	7	3
2	3	32.00%	8		1	6		15	15	
2	4	24.50%				2		2	2	
2	5	6.00%				3		3	3	
		25.50%	8	1	1	26	0	36	31	5
3	1	69.50%		3	4	10		17	5	12
3	2	69.00%	3	5		8		16	9	7
3	3	40.50%	1			6		7	7	
3	4	11.50%				2		2	2	
3	5	5.00%						0		
		39.10%	4	8	4	26	0	42	23	19
	UKUPNO		24	14	7	80	0	125	89	36
		32.57%	19.20%	11.20%	5.60%	64.00%	0.00%		71.20%	28.80%



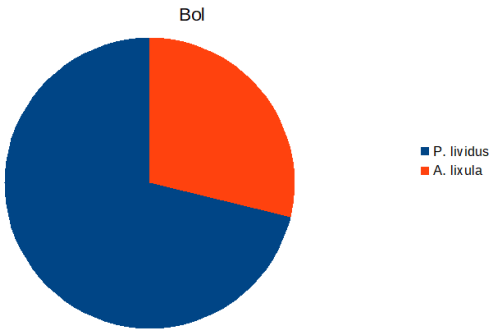
Slika 59. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki, podijeljeni u 5 zasebnih veličinskih kategorija, i prosječne količine golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Bol.



Slika 60. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Bol.



Slika 61. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Bol (n=125).



Slika 62. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Bol (n=125); *P. lividus* – 71.2% : *A. lixula* – 29.8%.

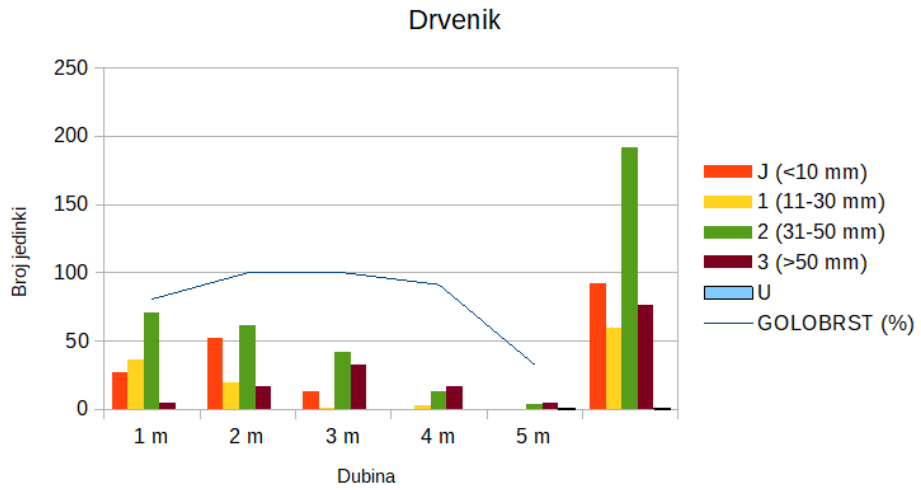
Analiza populacija po dubini i količini golobrsta pokazuje da je na lokalitetu Bol najveća izmjerena prosječna količina golobrsta bila na dubini 2 m i iznosila je nešto preko 50 %. Juvenilne jedinke zabilježene su na dubinama 2 – 4 m, a najveću brojnost imale su na 3 m Uginule jedinke nisu bile zabilježene, a veličinska kategorija 1 pojavljivala se samo na dubini 1 – 3 m s najvećom brojnosti na 2 m. Veličinska kategorija 2 zabilježena je samo na dubini 1 i 3 m u relativno malenom broju, dok je kategorija 3 bila najzastupljenija na svim postajama i njena brojnost opadala je s dubinom. . Omjer vrsta na lokalitetu Bol iznosio je 71:29 u korist vrste hridinskog ježinca koji se pojavljivao na svim dubinama, za razliku od vrste *A. lixula* koja nije bila zabilježena na dubini od 5 m. Najveću brojnost hridinski ježinac imao je na dubini 2 i 3 m, dok je crni ježinac prevladavao na dubini od 1 m, a brojnost se smanjivala ovisno o dubini.

Na postaji 2, transekt 3, uočene su jedinke porodica ljuskavki (Sparidae).

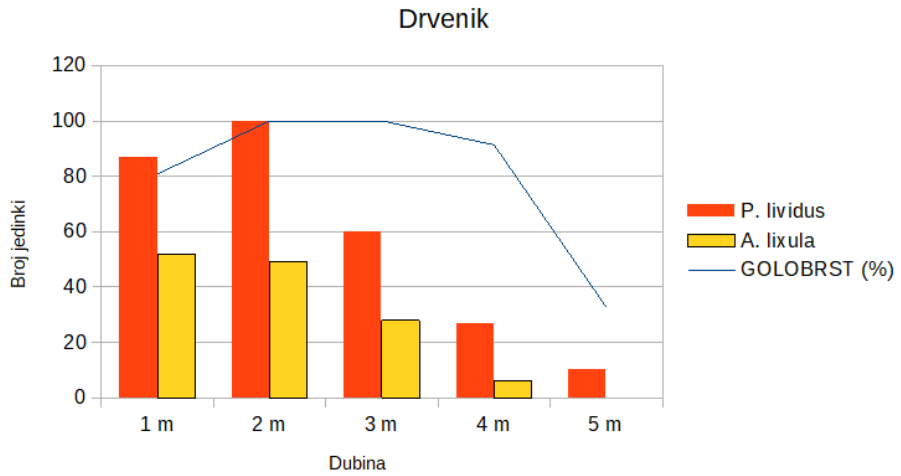
4.1.12. Drvenik

Tablica 13. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* za mjesto Drvenik.

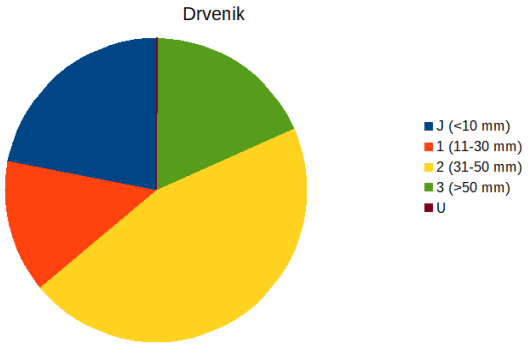
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50 mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	98.00%	10	18	34	1		63	46	17
1	2	100.00%	19	10	18	5		52	37	15
1	3	100.00%	4	1	13	4		22	15	7
1	4	98.00%			3	6		9	8	1
1	5	69.00%				2	1	3	3	
		93.00%	33	29	68	18	1	149	109	40
2	1	100.00%	7	12	24	1		44	19	25
2	2	100.00%	22	6	18	6		52	42	10
2	3	100.00%	2		14	14		30	22	8
2	4	97.00%		3	8	9		20	15	5
2	5	29.00%			4	3		7	7	
		85.20%	31	21	68	33	0	153	105	48
3	1	44.50%	10	6	13	3		32	22	10
3	2	100.00%	11	3	25	6		45	21	24
3	3	100.00%	7		15	14		36	23	13
3	4	79.00%			2	2		4	4	
3	5	0.00%						0		
		64.70%	28	9	55	25	0	117	70	47
	UKUPNO		92	59	191	76	1	419	284	135
		80.97%	21.96%	14.08%	45.58%	18.14%	0.24%		67.78%	32.22%



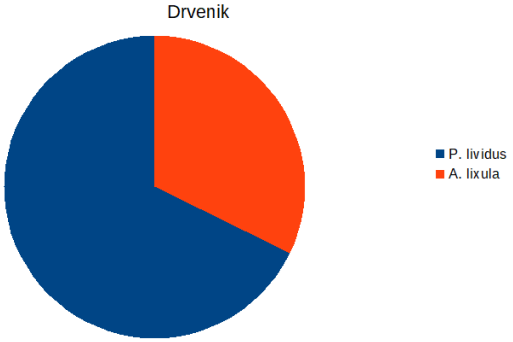
Slika 63. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki, podijeljeni u 5 zasebnih veličinskih kategorija, i prosječne količine golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Drvenik.



Slika 64. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Drvenik.



Slika 65. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Drvenik (n=419).



Slika 66. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Drvenik (n=419); *P. lividus* – 67.78% : *A. lixula – 32.22%*.

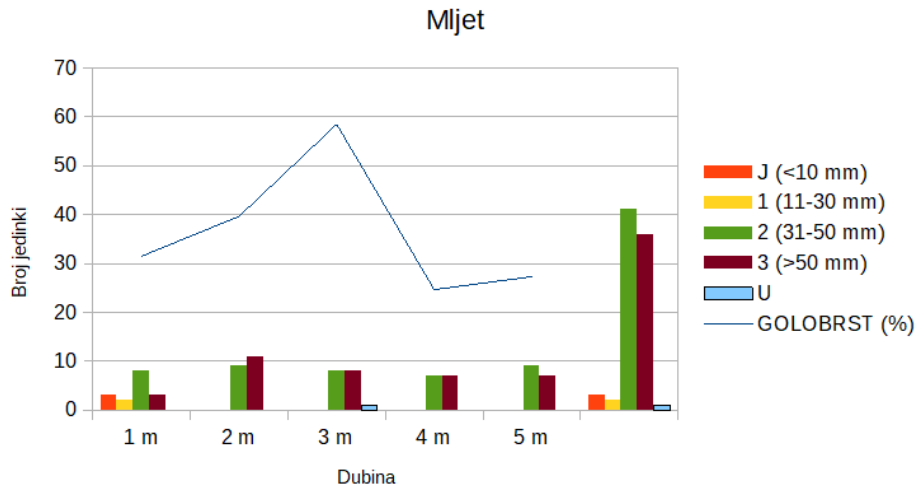
Analiza populacija po dubini i količini golobrsta na lokaciji Drvenik pokazuje veliku razliku u prosječnoj količini golobrsta na dubinama 1 – 4 m, gdje iznosi preko 80 %, dok na dubini od 5 m pada na nešto više od 30 %. Broj jedinki na nekom lokalitetu je najveći zabilježeni tijekom ovog istraživanja. Juvenilne jedinke zabilježene su na dubini 1 – 3 m, a najveću brojnost imale su na dubini 2 m. Veličinska kategorija 1, ne računajući uginule jedinke, bila je najmanje zastupljena, a nije se pojavljivala samo na dubini od 5 m. Veličinska kategorija 2 bila je najbrojnija na cijelom lokalitetu, a posebno na dubini 1 m te joj je postupno opadala brojnost s obzirom na dubinu. Veličinska kategorija 3 bila je zastupljena na svim dubinama, a najveću brojnost imala je na 3 m te joj se brojnost postupno smanjivala bliže obali i ovisno o dubini. Samo jedna uginula jedinka bila je zabilježena na 5 m dubine.

Na sve tri postaje zabilježeno je da su se ježinci lako odvajali od podloge.

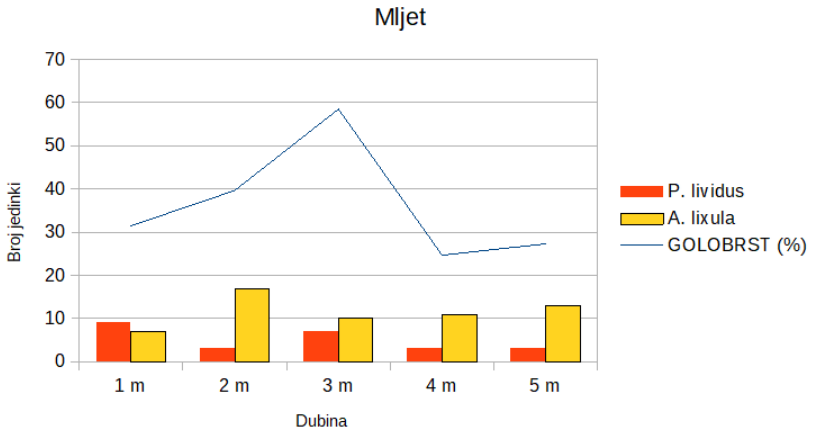
4.1.13. Mljet

Tablica 14. Postotne vrijednosti količine golobrsta, broj jedinki ježinaca po veličinskim kategorijama i ukupni postotak, sveukupni broj zabilježenih jedinki te broj i postotak jedinki vrste *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* za mjesto Mljet.

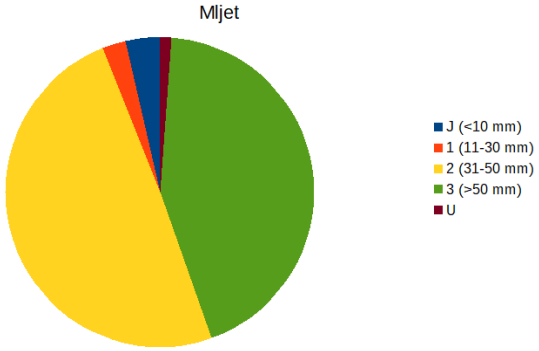
POSTAJA	DUBINA	GOLOBRST	J (<10 mm)	1 (11-30 mm)	2 (31-50 mm)	3 (>50 mm)	U	UKUPNO	*P. lividus*	*A. lixula*
1	1	77.50%			4	2		6	6	
1	2	66.00%			3	5		8	1	7
1	3	84.50%			1	3		4	4	
1	4	95.00%				3		3	3	
1	5	21.50%			6	5		11	3	8
		51.80%	0	0	14	18	0	32	17	15
2	1	0.00%						0		
2	2	12.00%			2	1		3	2	1
2	3	3.00%					1	1	1	
2	4	21.50%			1			1		1
2	5	30.50%			2	1		3		3
		13.40%	0	0	5	2	1	8	3	5
3	1	17.00%	3	2	4	1		10	3	7
3	2	41.00%			4	5		9		9
3	3	88.00%			7	5		12	2	10
3	4	43.00%			6	4		10		10
3	5	30.00%			1	1		2		2
		43.80%	3	2	22	16	0	43	5	38
	UKUPNO		3	2	41	36	1	83	25	58
		36.33%	3.61%	2.41%	49.40%	43.37%	1.20%		30.12%	69.88%



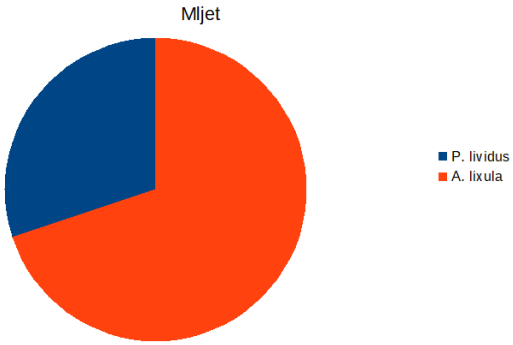
Slika 67. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki, podijeljeni u 5 zasebnih veličinskih kategorija, i prosječne količine golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Mljet.



Slika 68. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki vrste *P. lividus* i *A. lixula* u odnosu na količinu golobrsta (u postotnim vrijednostima) na različitim dubinama (1, 2, 3, 4, 5 m) postaje Mljet.



Slika 69. Omjer (u postotnim vrijednostima) veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) svih ježinaca determiniranih na postaji Mljet (n=83).



Slika 70. Omjer (u postotnim vrijednostima) dvije različite vrste morskih ježinaca determiniranih na postaji Mljet (n=83); *P. lividus* – 30.12% : *A. lixula* – *69.88%*.

Analiza populacija po dubini i količini golobrsta na lokaciji Mljet pokazuje da su prosječne vrijednosti golobrsta na dubinama 1 – 3 m varirale između 30 – 60 %, dok su na dubinama 4 i 5 m vrijednosti golobrsta bile između 20 – 30 %. Na dubini od 3 m identificirana je jedna prazna čahura ježinca, a na dubini od 1 m nekoliko juvenilnih i jedinki koje pripadaju veličinskom razredu 1. Na svim dubinama najviše su bile zastupljene jedinke veličinske kategorije 2, ali nisu se puno razlikovale u brojnosti od veličinske kategorije 3 koje su također zabilježene na svim dubinama. Obe kategorije bile su zastupljene u omjeru 50:50 na dubinama 3 i 4 m, dok su na dubinama 1 i 5 m prevladavale jedinke veličinskog razreda 2. Samo na dubini od 2 m uočen je veći broj jedinki kategorije 3 u odnosu na kategoriju 2. Omjer vrsta za ovu lokaciju iznosio je 30:70 u korist vrste crnog ježinca koji je na dubinama 2 – 4 m bio učestaliji nego vrsta *P. lividus*.

Na postaji 2, transekt 3, uočene su vrste *Sarpa salpa* koje su u kompeticiji s morskim ježincima te predatorske vrste *Diplodus vulgaris*.

4.2. Usporedba broja, omjera i vrsta ježinaca na svim postajama istočne obale Jadranskog mora

Na dubini od 1 m na većini lokaliteta u ukupno zabilježenom broju dominirala je vrsta *P. lividus*, a najveću brojnost imale su jedinke koje smo svrstali u veličinsku kategoriju 2 (31-50 mm). Iznimke su bile postaje Lošinj, Pag, Kornat i Bol gdje je veću brojnost imala kategorija 3 (>50 mm), dok je na postaji Barbariga zabilježen najveći broj juvenilnih ježinaca manjih od 10 mm. Na lokalitetima Ist, Kornat i Bol po ukupnoj brojnosti dominirala je vrsta *A. lixula*. Golobrst na dubini 1 m na većini lokaliteta bio je manje od 50%, osim na lokalitetima Lošinj, Lun, Ist, Drage i Žirje.

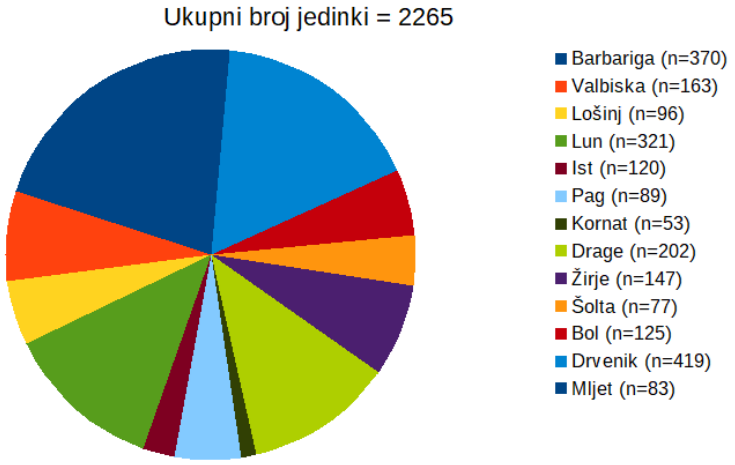
Na dubini od 2 m na većini lokaliteta u ukupno zabilježenom broju dominirala je vrsta *P. lividus*, a najveću brojnost imale su jedinke koje smo svrstali u veličinsku kategoriju 2 (31-50 mm). Iznimke su bile postaje Lošinj, Kornat, Šolta, Bol i Mljet gdje je veću brojnost imala kategorija 3 (>50 mm), dok je na postaji Barbariga zabilježena najbrojnija kategorija 1 (11-30 mm). Na lokalitetima Ist, Kornat i Mljet po ukupnoj brojnosti dominirala je vrsta i *A. lixula*. Golobrst na dubini 2 m na većini lokaliteta bio je veći od 60%, osim na lokalitetima Barbariga, Kornat, Šolta i Mljet.

Na dubini od 3 m na većini lokaliteta u ukupno zabilježenom broju dominirala je vrsta *P. lividus*, osim na lokalitetu Mljet. Najveću brojnost imale su jedinke koje smo svrstali u veličinsku kategoriju 3 (>50 mm), a iznimke su bile postaje Barbariga, Valbiska, Lun i Drvenik gdje je veću brojnost imala kategorija 2 (31-50 mm), postaje Kornat i Drage imale su najveću brojnost kategorije 1 (11-30 mm), dok su na postajama Pag i Mljet zabilježene jednako brojne kategorije 2 i 3. Golobrst na dubini 3 m na većini lokaliteta bio je manji od 50%, osim na lokalitetima Barbariga, Pag, Drage, Drvenik i Mljet.

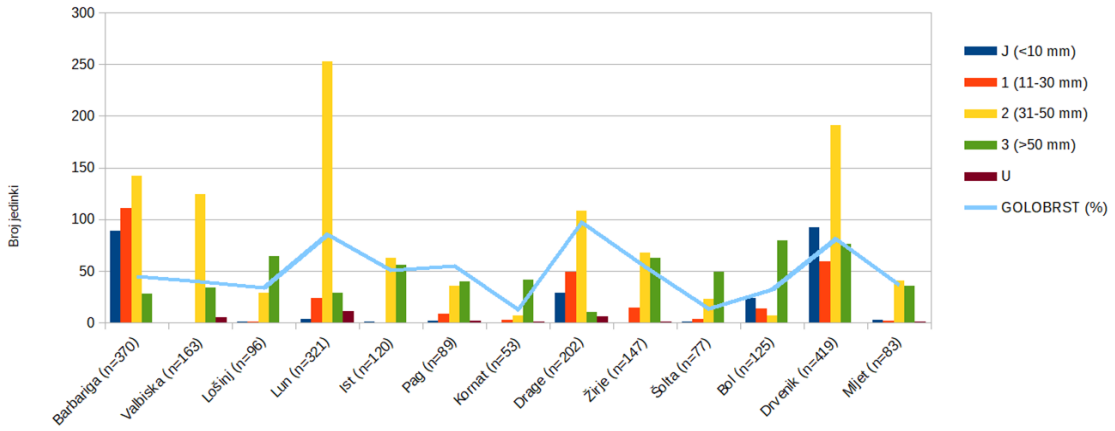
Na dubini od 4 m na većini lokaliteta u ukupno zabilježenom broju dominirala je vrsta *P. lividus*, a najveću brojnost imale su jedinke koje smo svrstali u veličinsku kategoriju 3 (>50 mm). Iznimke su bile postaje Barbariga, Valbiska i Lun gdje je veću brojnost imala kategorija 2 (31-50 mm) i lokalitet Drage gdje je zabilježena najbrojnija kategorija 1 (11-30 mm). Na lokalitetu Lošinj nije bilo zabilježenih jedinki, a lokalitet Kornat imao je brojčano jednako zastupljene kategorije 1 i 3, Mljet kategorije 2 i 3. Na lokalitetima Ist i Mljet po ukupnoj brojnosti dominirala je vrsta i *A. lixula*. Golobrst na dubini 4 m na većini lokaliteta bio je veći od 50%, osim na lokalitetima Barbariga, Kornat, Šolta i Mljet.

Na dubini od 5 m na većini lokaliteta u ukupno zabilježenom broju dominirala je vrsta *P. lividus*, osim na lokalitetu Mljet. Najveću brojnost imale su jedinke koje smo svrstali u veličinsku kategoriju 2 (31-50 mm), a iznimke su bile postaje Ist i Bol gdje je veću brojnost imala kategorija 3 (>50 mm), dok je na lokalitetu Drage zabilježena najveća brojnost kategorije 1 (11-30 mm). Postaje Lošinj i Kornat nisu imale zabilježene jedinke na ovoj dubini. Golobrst na dubini 5 m na većini lokaliteta bio je manji od 20%, osim na lokalitetima Lun, Pag, Drage, Žirje, Drvenik i Mljet.

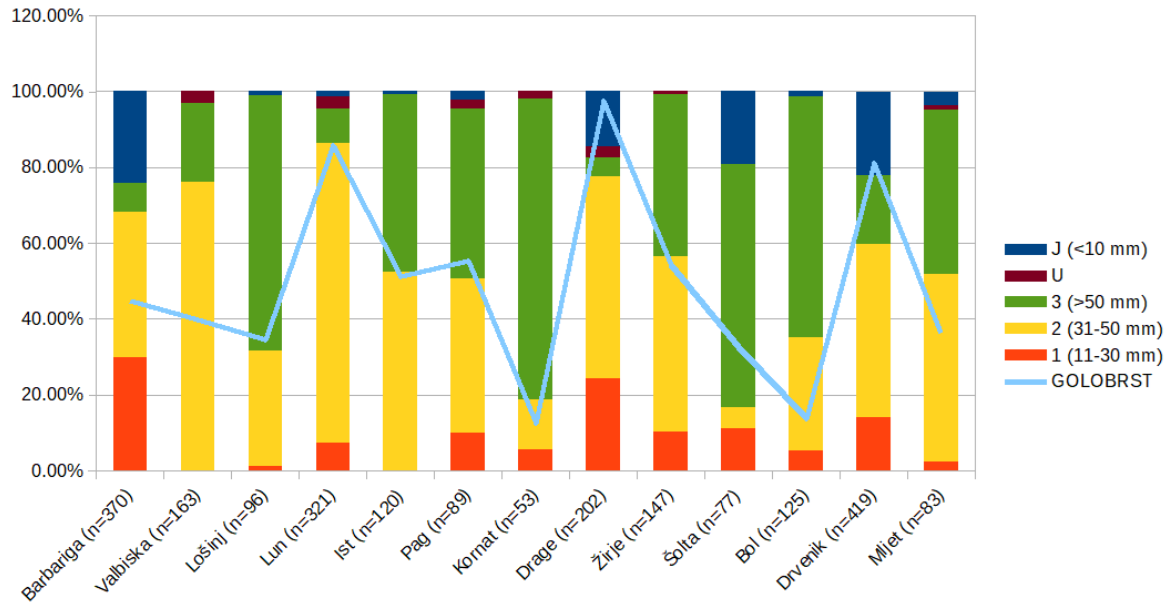
4.2.1. Broj jedinki u odnosu na golobrst



Slika 71. Grafički prikaz ukupnog broja zabilježenih jedinki na nekom lokalitetu u odnosu na ukupan broj zabilježenih jedinki tijekom istraživanja.



Slika 72. Grafički prikaz ukupnog broja jedinki podijeljeni u pet zasebnih veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) na različitim lokalitetima u odnosu na golobrst koji je prikazan kao prosječna vrijednost (u %) za svaku od lokacija.



Slika 73. Grafički prikaz različitih veličinskih kategorija (J, 1, 2, 3, U) u postotnim omjerima za svaku od lokacija i prosječne vrijednosti golobrsta (u %) za svaku od lokacija.

Dobiveni podaci pokazuju vrijednosti golobrsta veće od 50% na lokacijama: Lun, Ist, Pag, Drage, Žirje i Drvenik. Najveći postotak golobrsta na nekoj lokaciji imao je lokalitet Drage – 97,47 %, dva lokaliteta imali su prosječne vrijednosti golobrsta većeg od 80%: lokalitet Lun – 85,77 % i lokalitet Drvenik – 80,97 %. Najmanji postotak imao je lokalitet Kornat – 12,6 % i lokalitet Šolta – 13,87 %.

Najveći ukupni zabilježeni broj jedinki bio je na lokalitetu Drvenik i iznosio je 419 jedinki, potom slijedi Barbariga s 370 jedinki, lokalitet Lun s 321 jedinkom i lokalitet Drage s 202 jedinke. Lokaliteti koji su imali manje od 100 zabilježenih jedinki bili su: Lošinj, Pag, Kornat, Šolta i Mljet, dok su ostali imali između 100 – 200 jedinki. Najveća brojnost juvenilnih ježinaca (veličinska kategorija J) zabilježena je na lokalitetu Drvenik – 92 jedinke i na lokalitetu Barbariga – 89 jedinki, potom slijede Drage s 29 i Bol s 24 zabilježene jedinke. Ostali lokaliteti nisu imali ili su imali manje od 10 zabilježenih jedinki te kategorije. Najveću brojnost jedinki kategorije 1 (11-30 mm) imao je lokalitet Barbariga – 111 jedinka, potom slijede Drvenik – 59, Drage – 49, Lun – 24. Lokalitet Žirje imao je 15, a Bol 14 zabilježenih jedinki kategorije 1, dok svi ostali lokaliteti nisu imali ili su imali manje od 10. Kategorija 2 (31-50mm) najzastupljenija je kategorija na većini lokacija (iznimke su: Lošinj, Pag, Kornat, Šolta i Bol), a najveću zastupljenost jedinki te kategorije ima Lun – 253, potom slijede: Drvenik – 191, Barbariga – 142, Valbiska – 124 i Drage – 108 jedinki. Lokaliteti s najmanjim brojem jedinki ove kategorije 2 su Kornat i Bol koji broje samo 7 jedinki, dok ostali lokaliteti (Lošinj, Ist, Pag, Žirje, Šolta i Mljet) varirali su između 23 – 68 jedinki. Najveću zastupljenost kategorije 3 (> 50 mm) zabilježen imao je Bol – 80, a najmanju Drage – 10, dok su ostale lokacije varirale u vrijednostima 28 – 76 zabilježenih jedinki. Na istraživanim lokalitetima nije zabilježen velik broj praznih ljuštura ježinaca (kategorija U), međutim ipak najveći broj imala je lokacija Lun – 11, Drage – 6, Valbiska – 5, Pag – 2, a na lokacijama Kornat, Žirje i Mljet zabilježena je samo jedna uginula jedinka na svim postajama. Ostale postaje nisu imale zabilježene uginule jedinke.

Juvenilni ježinci bili su najbrojniji na postajama Barbariga (24.5%), Drvenik (22.01%), Šolta (19.20%) i Drage (14.36%). Na postajama Valbiska, Kornat i Žirje nisu bili zabilježeni juvenilni ježinci, a ostale postaje imale su manje od 4% zabilježene kategorije.

Jedinke veličinske kategorije 1 (11-30 mm) bile su u najvećem postotku zabilježene na lokalitetima Barbariga (30%) i Drage (24,26%), a postotak između 10-20% zabilježenih jedinki utvrđene su na lokalitetima Drvenik, Šolta, Žirje i Pag. Jedino na lokalitetima Valbiska i Ist nije bilo pronađenih ježinaca koji su pripadali ovoj kategoriji. Ako povežemo ove rezultate sa zastupljenosti juvenilnih ježinaca, mogli bismo tvrditi da se jedino na lokalitetima Valbiska i Ist ne događa intenzivan mrijest ježinaca, ili barem nije bio primijećen tijekom ovog istraživanja.

Veličinska kategorija 2 (31-50 mm) bila je prisutna na svim lokalitetima, a najmanju zastupljenost imali su lokaliteti Kornat (13.21%) i Šolta (5.6%) što bi se moglo objasniti razlikom u broju ukupno determiniranih ježinaca na tim lokalitetima.

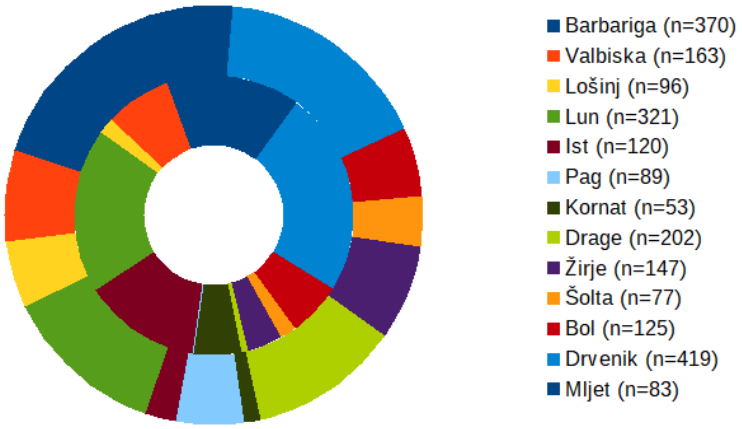
Veličinska kategorija 3 (>50mm) bila je najbrojnija na lokalitetima Kornat (79.25%), Lošinj(67.37%), Šolta (64%), Bol (63.64%) te na lokalitetima Ist, Pag, Mljet i Žirje iznosila je nešto više od 40%. Najveću razliku vidimo na lokalitetima Drvenik (18.18%), Lun (9.03%), Barbariga (7.57%) i Drage (4.95%).

Uginule jedinke bile su zabilježene u najvećem postotku na lokalitetu Lun (3,43%), dok su na lokalitetima Valbiska, Drage, Pag, Kornat i Mljet bile više od 1%, te na lokalitetu Žirje 0.68%. Na ostalim lokalitetima (Barbariga, Lošinj, Ist, Šolta, Bol, Drvenik) uopće nisu bile zabilježene. S obzirom na mali postotak, mogli bismo pretpostaviti da se na svim ispitivanim

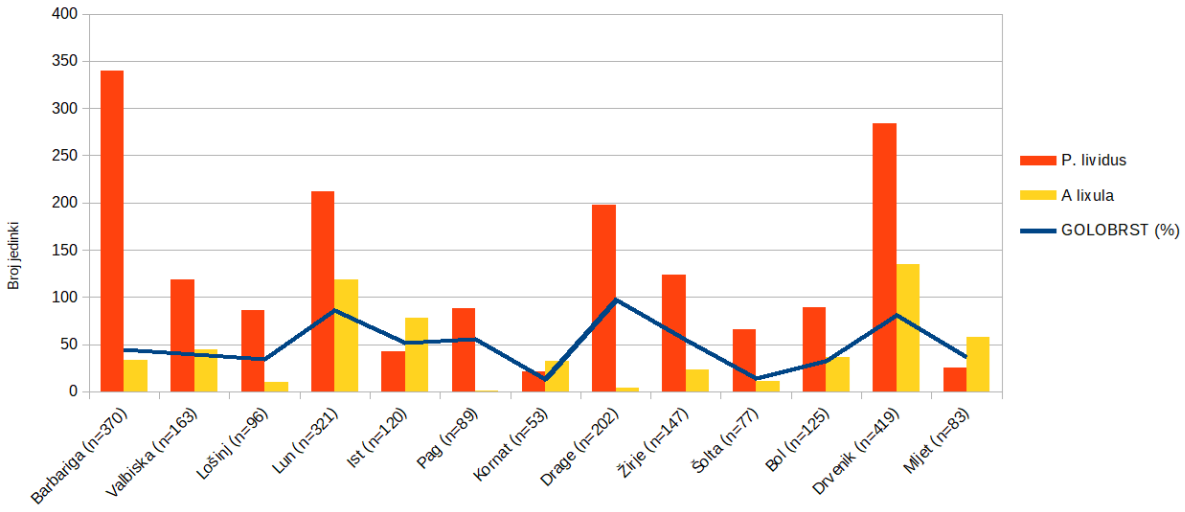
lokalitetima radi o stabilnim i zdravim populacijama koje bi mogle biti samo pod utjecajem kompeticije i predacije što neće bitno utjecati na njihovu ukupnu brojnost i stabilnost.

Na lokalitetu Barbariga primijećeno je da su se omjeri juvenilnih ježinaca te veličinskih kategorija 1 i 2 pokazale poprilično ujednačene i iznosile su oko 30%. Lokalitete Valbiska, Lošinj, Ist i Mljet odlikovao je potpuni izostanak ili jako malen broj juvenilnih i ježinaca veličinske kategorije 1. Na lokalitetima Ist, Pag, Žirje i Mljet najčešće veličinske kategorije ježinaca 2 i 3 kretale su se u približnom omjeru 50:50. Veličinska kategorija 2 bila je zastupljena preko 75% na lokalitetima Valbiska i Lun, a na lokalitetu Kornat oko 80% bila je zastupljena veličinska kategorija 3.

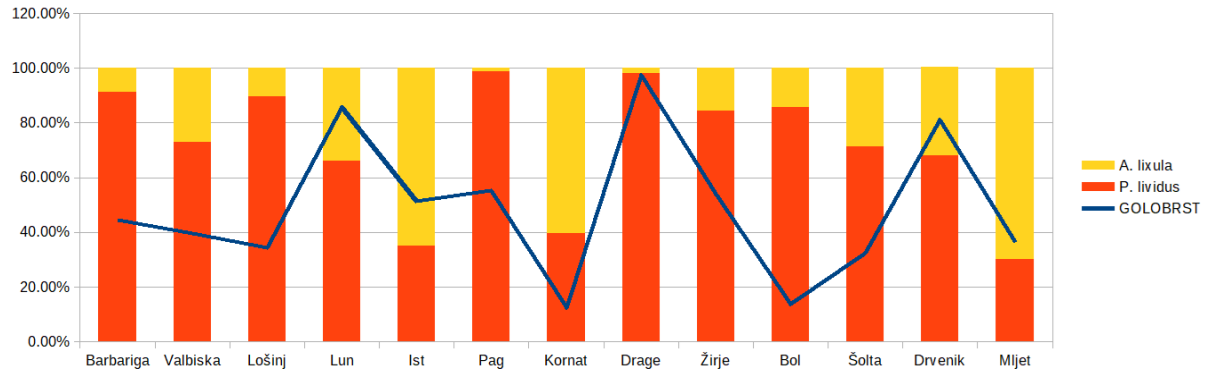
4.2.2. Broj i omjer vrsta u odnosu na golobrst



Slika 74. Grafički prikaz količine zabilježenih vrsta (u %) za svaku postaju u ukupnom broju zabilježenih jedinki tijekom istraživanja. Unutarnji krug – vrsta *Arbacia lixula*, vanjski krug – vrsta *Paracentrotus lividus*.



Slika 75. Grafički prikaz broja zabilježenih jedinki vrste *P. lividus* i *A lixula* u odnosu na prosječnu količinu golobrsta (u %) izmjerenu za svakoj postaji.



Slika 76. Grafički prikaz omjera vrsta *P. lividus* i *A. lixula* prikazan u postotnim vrijednostima te prosječna količina golobrsta (u %) izmjerena na svakoj postaji.

Najveći zabilježeni broj jedinki vrste hridinskog ježinca imao je lokalitet Barbariga s više od 20% od ukupnog broja, a najmanji broj lokalitet Kornat s manje od 1,5 % od ukupnog broja zabilježenih jedinki vrste na svim lokalitetima. U slučaju crnog ježinca najveću brojnost imao je lokalitet Drvenik s približno 22 % od ukupnog boja, a najmanji broj lokalitet Pag s malo više od 0,15 % od ukupnog broja, zabilježenih jedinki vrste na svim lokalitetima. Na 8 od 13 lokaliteta (Barbariga, Lošinj, Lun, Pag, Drage, Žirje, Bol, Drvenik), vrstu *P. lividus* nalazili smo u većem broju nego vrstu *A. lixula*. Na lokacijama gdje je prosječni golobrst bio zabilježen na više od 50 % podloge (Lun, Ist, Pag, Drage, Žirje, Drvenik) na 5 od 6 lokacija brojnošću je prevladavala vrsta *P. lividus*, osim na lokalitetu Ist. Najveća razlika u broju i omjeru dviju identificiranih vrsta na nekom području uočili smo na lokalitetu Drage, koja je također imala i najveći postotak prosječnog golobrsta za neku lokaciju. Područja na kojima smo također uočili veliku razliku u

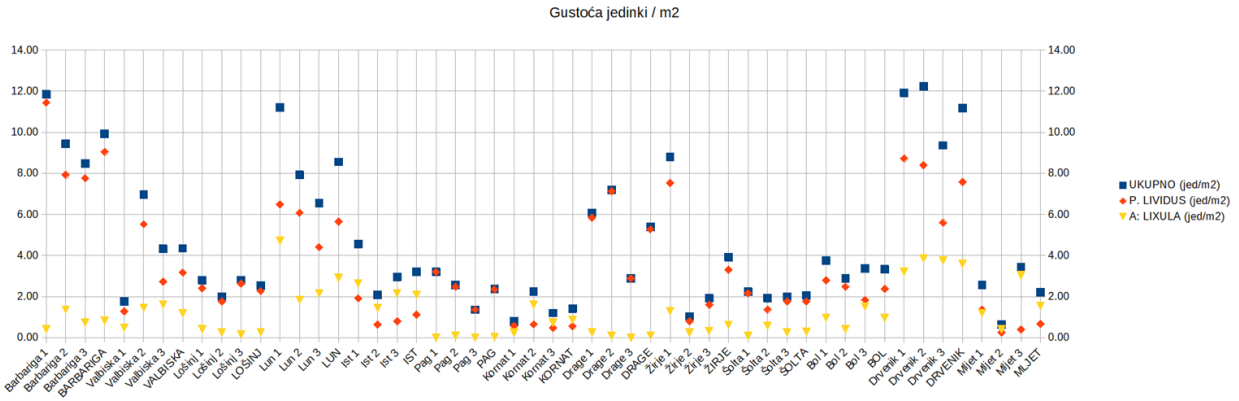
omjerima i broju različitih vrsta su Pag i Barbariga. Lokaliteti na kojima je po omjerima više dominirala vrsta *A. lixula* (Valbiska, Ist, Kornat, Mljet) imali su i brojčano najmanje zabilježenih jedinki vrste *P. lividus* u odnosu na ostale lokalitete.

Najveće razlike u omjeru vrsta bile su vidljive na lokaciji Pag gdje je od ukupnog broja jedinki (n=89) vrsta *A. lixula* bila zabilježena samo jednom, lokacija Drage koja od ukupnog broja jedinki (n=202) broji samo 4 jedinke vrste *A. lixula* i lokacija Barbariga gdje je omjer od ukupnog broja jedinki (n=370) bio približno 1:11 u korist vrste *P. lividus*.

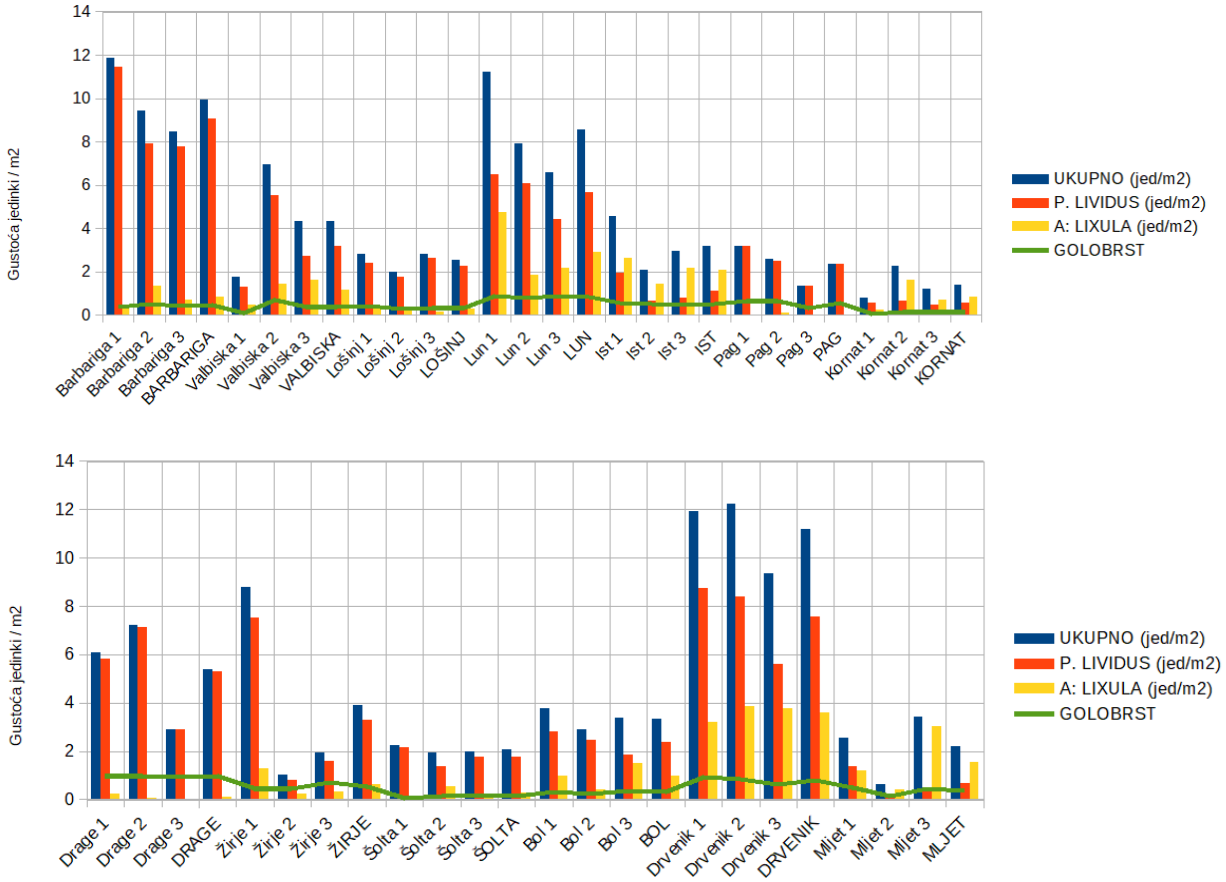
4.2.3. Gustoća naseljenosti jedinki po m^2 u odnosu na golobrst

Tablica 15. Gustoća ukupnog broja jedinki, gustoća jedinki vrste *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* na svim postajama nekog lokaliteta, i prosječna gustoća u odnosu na golobrst, svih istraživanih lokaliteta na istočnoj obali Jadranskog mora.

POSTAJA	UKUPNO (jed/m2)	P. LIVIDUS (jed/m2)	A. LIXULA (jed/m2)	GOLOBRST
Barbariga 1	11.84	11.44	0.40	37.00%
Barbariga 2	9.44	7.92	1.36	53.20%
Barbariga 3	8.48	7.76	0.72	43.80%
BARBARIGA	**9.92**	**9.04**	**0.83**	**44.67%**
Valbiska 1	1.76	1.28	0.48	12.00%
Valbiska 2	6.96	5.52	1.44	71.60%
Valbiska 3	4.32	2.72	1.60	35.50%
VALBISKA	**4.35**	**3.17**	**1.17**	**39.70%**
Lošinj 1	2.80	2.40	0.40	42.20%
Lošinj 2	2.00	1.76	0.24	28.40%
Lošinj 3	2.80	2.64	0.16	32.70%
LOŠINJ	**2.53**	**2.27**	**0.27**	**34.43%**
Lun 1	11.20	6.48	4.72	87.80%
Lun 2	7.92	6.08	1.84	79.80%
Lun 3	6.56	4.40	2.16	89.70%
LUN	**8.56**	**5.65**	**2.91**	**85.77%**
Ist 1	4.56	1.92	2.64	56.80%
Ist 2	2.08	0.64	1.44	49.30%
Ist 3	2.96	0.80	2.16	47.60%
IST	**3.20**	**1.12**	**2.08**	**51.23%**
Pag 1	3.20	3.20	0.00	66.50%
Pag 2	2.56	2.48	0.08	67.40%
Pag 3	1.36	1.36	0.00	32.10%
PAG	**2.37**	**2.35**	**0.03**	**55.33%**
Kornat 1	0.80	0.56	0.24	7.30%
Kornat 2	2.24	0.64	1.60	16.00%
Kornat 3	1.20	0.48	0.72	14.50%
KORNAT	**1.41**	**0.56**	**0.85**	**12.60%**
Drage 1	6.08	5.84	0.24	100.00%
Drage 2	7.20	7.12	0.08	100.00%
Drage 3	2.88	2.88	0.00	92.40%
DRAGE	**5.39**	**5.28**	**0.11**	**97.47%**
Žirje 1	8.80	7.52	1.28	47.40%
Žirje 2	1.04	0.80	0.24	45.10%
Žirje 3	1.92	1.60	0.32	69.90%
ŽIRJE	**3.92**	**3.31**	**0.61**	**54.13%**
Šolta 1	2.24	2.16	0.08	5.20%
Šolta 2	1.92	1.36	0.56	15.60%
Šolta 3	2.00	1.76	0.24	20.80%
ŠOLTA	**2.05**	**1.76**	**0.29**	**13.87%**
Bol 1	3.76	2.80	0.96	33.10%
Bol 2	2.88	2.48	0.40	25.50%
Bol 3	3.36	1.84	1.52	39.10%
BOL	**3.33**	**2.37**	**0.96**	**32.57%**
Drvenik 1	11.92	8.72	3.20	93.00%
Drvenik 2	12.24	8.40	3.84	85.20%
Drvenik 3	9.36	5.60	3.76	64.70%
DRVENIK	**11.17**	**7.57**	**3.60**	**80.97%**
Mljet 1	2.56	1.36	1.20	51.80%
Mljet 2	0.64	0.24	0.40	13.40%
Mljet 3	3.44	0.40	3.04	43.80%
MLJET	**2.21**	**0.67**	**1.55**	**36.33%**



Slika 77. Grafički prikaz ukupne gustoće jedinki, vrsta *P. lividus i A. lixula* i prosječnih vrijednosti na svim postajama lokaliteta na istočnoj obali Jadranskog mora.



Slika 78. Grafički prikaz ukupne gustoće jedinki, vrsta *P. lividus i A. lixula* i prosječnih vrijednosti na svim postajama lokaliteta na istočnoj obali Jadranskog mora u odnosu na prosječni golobrst.

Analiza gustoće jedinki po m^2 pokazala je da je lokalitet s najvećom ukupnom gustoćom jedinki bio Drvenik s 11.17 jed/m^2, a najmanja gustoća zabilježena je na lokalitetu Kornat – 1.41 jed/m^2. Najveća gustoća jedinki vrste *P. lividus* na nekom području zabilježena je na lokaciji Barbariga i iznosila je 9.04 jed/m^2, dok je najmanja gustoća bila na lokaciji Kornat – 0.56 jed/m^2. Najveća zabilježena gustoća jedinki vrste *A. lixula* na nekom području uočena je na lokalitetu Drvenik i iznosila je 3.60 jed/m^2, dok je najmanja gustoća bila na lokaciji Kornat – 0.03 jed/m^2. Područja s ukupnom gustoćom većom od 5 jed/m^2 su: Drvenik, Barbariga, Lun i Drage; 3 od 4 lokacije imaju prosječni golobrst veći od 50%, jedina iznimka je lokalitet Barbariga – 44,67 %. Ostala područja gdje je prosječni golobrst bio iznad 50 % imaju redom sljedeće vrijednosti gustoće: Pag – 2.37 jed/m^2, Žirje - 3.39 jed/m^2 i Ist – 3,20 jed/m^2. Na lokacijama gdje je golobrst manji od 50% na lokalitetu, vrijednosti relativne gustoće su: Kornat – 1.41 jed/m^2, Šolta - 2.05 jed/m^2, Bol – 3.33 jed/m^2, Lošinj - 2.53 jed/m^2, Mljet – 2.21 jed/m^2 i Valbiska – 4,35 jed/m^2.

Mogli bismo pretpostaviti da su sve ispitivane lokacije pod snažnim utjecajem ježinaca koji oblikuju okoliš u kojem žive i direktno utječu na pojavu i održavanje golobrsta, ali nije bilo moguće sa sigurnošću tvrditi da postoji određena donja granica na kojoj relativna gustoća jedinki utječe na pojavu golobrsta jer rezultati variraju; npr. na lokalitetu Pag relativna gustoća iznosila je 2.37 jed/m^2, a golobrst je bio 55.33%, dok je na lokalitetu Bol relativna gustoća iznosila 3.33 jed/m^2, a golobrst svega 32,57%.

5. Rasprava

Prethodnim istraživanjima (Nikolić i sur, 2013) uočena je česta pojava golobrsta na oko 63% obalnog pojasa u Jadranskom moru i gubitak naselja vrste *Cystoseira spp.*. Analizom podatka koji su dobiveni tijekom ovog istraživanja, provedenog u svibnju 2019. godine, utvrđivala se povezanost morskih ježinaca s pojavom golobrsta na 13 lokaliteta ravnomjerno raspodijeljenih duž istočne obale Jadranskog mora. Istraživanja su se provodila na 5 dubina; od 1 – 5 m, gdje se ispitivao broj jedinki vrsta *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* te postotak golobrsta na istraživanim lokalitetima metodom kvadrata. Na nekim mjestima zabilježena je i treća vrsta *Sphaerechinus granularis* međutim, pregledom literature (Sala i sur, 1998) pretpostavlja se da ta vrsta nije ključna za nastanak i održavanje golobrsta pa su ti podaci isključeni iz ovog istraživanja.

Područja na kojima nije razvijen golobrst imaju relativno malu gustoću, često manju od 0,5 hridinskih ježinca na 1 m^2 (Bonaviri i sur, 2011), ali takav slučaj nije bio zabilježen na ispitivanim lokacijama, te je najmanju relativnu gustoću jedinki po m^2 imala je postaja Kornat – 1.41 jed/m^2. Podaci o prosječnoj količini golobrsta na ispitivanim područjima pokazuju da 6 mjesta ima zabilježene vrijednosti golobrsta preko 50 % na cijelom lokalitetu, najmanje zabilježene prosječne vrijednosti golobrsta izmjerene su na lokalitetima Šolta (13.87%) i Kornat (12.6%), dok sve ostale lokacije imaju vrijednosti golobrsta veće od 20%. Brojnosti jedinka na ispitivanim područjima bile su najveće na lokalitetu Drvenik – 419, Barbariga – 370 i Lun – 321, a lokaliteti s najmanjim brojem zabilježenih jedinki bili su Šolta – 77 i Kornat – 53. Ovakvi rezultati mogli bi ukazivati na direktnu povezanost količine golobrsta s ukupnom brojnosti jedinki, ali s obzirom na male varijacije u rezultatima morali smo ispitati i relativne gustoće jedinki različitih vrsta u odnosu na količinu golobrsta.

Rezultati su pokazali manje vrijednosti relativne gustoće kod vrste *A. lixula* nego što je primijećeno kod vrste *P. lividus* na većini lokaliteta, a iznimke su samo tri lokacije: Ist, Kornat i Mljet. Na lokalitetu Ist *A. lixula* bila je zastupljenija u omjeru 2:1, na lokalitetu Kornat 3:2, dok je na lokalitetu Mljet omjer bio veći i iznosio je približno 3:1 u korist vrste *A. lixula*. Guidetti (2004) tvrdi da u plitkim mediteranskim kamenitim grebenima intenzivno (i neregulirano) iskorištavanje smanjuje prosječnu veličinu i biomasu vrste *P. lividus*. Pored toga, na mjestu gdje se nalazi *P. lividus*, neiskorjenjivi jestivi morski jež *A. lixula* pokazao je značajno veću prosječnu gustoću i biomasu. *A. lixula* na većini lokaliteta ima relativnu gustoću manja od 1 jed/m^2, a iznimke su već spomenuti lokaliteti (Ist, Kornat, Mljet) i lokaliteti Drvenik gdje je zabilježena najveća gustoća 3.6 jed/m^2 te Lun – 2.91 jed/m^2. S obzirom na rezultate i na svakom lokalitetu zastupljene jedinke vrste *P. lividus*, vrijednosti prosječne gustoće jedinki vrste *A. lixula* lokaliteta Drvenik i Lun mogu se objasniti većom ukupnom brojnosti jedinki na nekom području pa time i većom relativnom gustoćom određene vrste.

Bonaviri (2015) je putem terenskih i laboratorijskih istraživanja dokazao da je upravo *P. lividus* puno učinkovitiji u brštenju alge *Cystoseira spp.* za razliku od vrste *A. Lixula,* iako analize sadržaja pronađenih u probavnom sustavu pokazuju da obje vrste konzumiraju istu algu, ali vidljive su razlike ovisno o gustoći naseljenosti i prisutnim resursima. Također, opće je

poznato da mnogi morski ježinci pokazuju selekciju prema nekim vrstama algi u odnosu na druge, a povezano je s nutritivnom vrijednošću i fizičko-kemijskim procesima hrane (Frantzis i Remare, 1992). Manipulacija hranom putem različitih načina hranjenja (Aristotelova svjetiljka i tubularne nožice) imaju važnu ulogu u tome koje će alge biti preferirane u odnosu na to koliko su dostupne i koliki napor treba uložiti za doći do tog resuresa (Lawrence, 2013). Santos i Flammang (2005, 2007) navode da se *P. lividus* i *A. lixula* razlikuju morfološki: *P. lividus* ima kraće, ali gušće postavljene bodlje, duže aboralne tubularne nožice i slabiju Aristotelovu svjetiljku u odnosu na vrstu *A.lixula* i takve razlike vjerojatno utječu na njihov način hranjenja. Rezultati istraživanja Bonaviri (2015) jasno pokazuju da se vrsta *P.lividus* hrani pretežito pažljivijim brštenjem i hvatanjem nanosa alge *Cystosiera spp*. aboralnim tubularnim nožicama. *A. lixula,* koja ima jaču Aristotelovu svjetiljku i tubularne nožice isključivo na oralnoj strani, hrani se putem struganja (Privitera i sur, 2008) oko talusa vrste *Cystosiera spp.* najvjerojatnije u potrazi za sesilnim plijenom na kamenu. Bonaviri (2015) također tvrdi da razlike u postupanju s plijenom tijekom hranjenja ova dva morska ježinca postoje i zbog razlika u načinu kretanja. *P. lividus* je bolje adaptiran za penetrirati, penjati se i rušiti taluse vrste *Cystosiera spp.* kao rezultat njegove superiorne mobilnosti (Agnetta i sur, 2013). S obzirom na rezultate odnosa broja vrsta i njihovog omjera, možemo pretpostaviti da veći utjecaj na prosječnu količinu golobrsta na ispitivanim mjestima ima vrsta *P. lividus* (Bonaviri i sur., 2015)

Prisutnost kompetitora i predatora također utječu na omjer i brojnost vrsta. Guidetti (2004) tvrdi da je raspodjela veličine vrste *P. lividus* u nazočnosti intenzivne predacije od strane riba obično bimodalna, jer juvenilne jedinke (<2 cm) ostaju zaklonjene, a primjerci veći od 4–5 cm imaju tendenciju da progresivno bježe od predatora, kao što se to obično događa kod drugih vrsta morskog ježinca u drugim regijama (Scheibling, 1996). Naši rezultati pokazuju da predatorske i kompetitorske vrste nisu bile zabilježene samo na lokalitetima Barbariga, Drage, Žirje i Drvenik, što ne mora značiti da one tamo ne obitavaju, ali u trenutku istraživanja nisu bile prisutne. Neke varijacije u rezultatima mogli bi se iz tog razloga objasniti prisutnošću predatorskih i kompetitorskih vrsta, ali najveći broj determiniranih ježinaca na svim lokalitetima i dubinama pripadao veličinskoj kategoriji 2 (31-50 mm) koji odgovaraju starosti od minimalno 2 god (Boudouresque i Verlaque, 2001), a na svim dubinama u najvećem broju dominirala je vrsta *P. lividus*. Lokaliteti koji su se posebno isticali bili su Barbariga, Lošinj, Ist, Kornat i Mljet.

Lokalitet Barbariga odlikuje neobična brojnost juvenilnih jedinki ježinaca na 1 m dubine, mladih ježinaca kategorije 1 (11-30mm) na 2 m dubine, a ostalim dubinama dominiraju ježinci kategorije 2 (31-50 mm). Dominantna vrsta na svim dubinama bila je *P. lividus*. Razlog tome mogao bi biti što mladi ježinci nastanjuju prazne rupe u kojima su nekad živjeli prstaci (*Litophaga litophaga*) i na tim mjestima pronalaze svoj zaklon od predatora kao što su uočili Fanelli i sur. (1994) i Guidetti i sur. (2004). Na taj način povećava se brojnost ježinaca, što je vidljivo iz ukupnog broja zabilježenih jedinki na ovom lokalitetu, koji će se intenzivno hraniti mladim algama na površini i trajno održavati područje golobrsta (Guidetti i sur., 2003). Ovaj lokalitet mogao bi biti područje prirodnog mrijestilišta koji bi predstavljao priliku za nova istraživanje reprodukcije, ekologije i morfologije jer predstavljaju izvor juvenilnih ježinaca za okolna područja, a budući da ličinke hridinskog ježinca provode tri tjedna u planktonu (Boudouresque i Velasque, 2001), ova područje može biti bitno i za značajno prostorno širenje

vrste. Guidetti (2002) je na temelju preliminarnih rezultata primijetio da su morski ježinci (uglavnom *A. lixula* i *P. lividus*) izuzetno obilni na stjenovitim supstratima pod utjecajem krivolova na prstace. Budući da se pokazalo da morski ježinci imaju važan utjecaj na morske bentoske zajednice (Bulleri, Benedetti-Cecchi i Cinelli, 1999), čini se da je sve očiglednije da mogu spriječiti oporavak populacija na morskom dnu tijekom njihove neselektivne ispaše na tek naseljene organizme. Guidetti (2004) također tvrdi da stjenovite podloge koje su pod utjecajem krivolova na prstace mogu dugo ostati bez sesilnih beskralježnjaka i makroalgi, što može imati posljedice za one koji ovo stanište koriste za utočište, hranu, mrijest i naseljavanje juvenilnih jedinki. Pretpostavljamo da bi postaja Barbariga bila pravi primjer takvog staništa gdje je, kao posljedica, zabilježena pojava malenih algi na površini kamena gdje su ježinci bili uzorkovani.

Lokalitet Lošinj odlikuje najveća brojnost ježinaca vrste *P. lividus* koji pripadaju kategoriji 3 (>50 mm), a na dubinama od 4 do 5 m postoji samo jedna zabilježena jedinka. Prosječne vrijednosti golobrsta rapidno opadaju ovisno o dubini u korelaciji s brojem jedinki. Ukupni broj zabilježenih jedinki bio je 95 pa s obzirom na ovakve rezultate, i zabilježene juvenilne jedinke predatorske vrste *Diplodus vulgaris,* mogli bismo pretpostaviti da prisutnost predatora uvjetuje ukupnu brojnost ježinaca, a prisutnost velikih veličina ježinaca koji su puno bolje adaptirani na takve uvjete mogao bi biti razlog zašto ne postoji velik broj juvenilnih i mladih jedinki (Boudouresque i Verlaque, 2001). Velika brojnost jedinki veličinske kategorije 3 može dati naslutiti da je ovaj lokalitet ipak pod malim antropogenim utjecajem (Guidetti, 2004).

Lokalitet Ist odlikuje veća brojnost vrste *A. lixula* koja dominira na dubinama 1, 2 i 4 m, a uočeno je i rapidno opadanje prosječne vrijednosti golobrsta ovisno o dubini – od 100% na dubini od 1 m, do oko 5 % na dubini 5 m. Na dubinama 1- 3 m uočeno je da dominiraju ježinci koji pripadaju veličinskoj kategoriji 2 (31-50 mm), dok na dubini od 4 – 5 m dominiraju ježinci veličinskog razreda 3 (>50 mm), a samo na postaji 3 je uočena jedna juvenilna jedinka na 1 m dubine dok veličinske kategorije 1 uopće nije bilo. Na lokalitetu su zabilježene predatorske vrste *Coris julis* i *Diplodus vulgaris,* koji mogu vršiti veći pritisak na juvenilne i mlade jedinke vrste *P. lividus*, što bi onda moglo objasniti odudaranje rezultata s obzirom na omjer vrsta i brojnost jedinki (120) ovog lokaliteta u odnosu na ostale (Boudouresque i Verlaque, 2001). Vrsta *P. lividus* vjerojatno, s obzirom na raspodjelu po dubini, traži zaklon dalje od obale zbog uvjeta koji vladaju u tom okolišu (Bounaviri i sur., 2011), ali možemo uzeti u obzir da bi razlog tome mogao bi biti i nekakav antropogeni utjecaj (Guidetti, 2004).

Lokalitet Kornat odlikuje najmanji broj zabilježenih jedinki (n=53) i najmanje prosječne vrijednosti golobrsta u odnosu na druga istraživana područja. Na dubini od 1 m uočeno je oko 30% golobrsta, a vrijednost postupno opada do dubine 5 m gdje je golobrst 0% i nije bilo zabilježenih jedinki. Na lokalitetu dominiraju jedinke vrste *A. lixula*, a najviše jedinki pripada veličinskoj kategoriji 3 (>50 mm). Juvenilne jedinke nisu zabilježene, a ostale veličinske kategorije zabilježene su u puno manjem broju. Na lokalitetu su zabilježene livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica*, koje mogu pružiti izvor hrane za neke ježince (Bodouresque i Velaque, 2001), na postaji 2, te predatorska vrsta *Coris julis* na postaji 1 i predatorska vrsta *Marthasterias glacialis* na postaji 3. S obzirom na brojnost i raspodjelu ježinaca te uočene predatorske vrste na ovoj postaji, mogli bismo pretpostaviti da je razlog ovakvim rezultatima,

kao i na postaji Ist, upravo veći pritisak od strane predatora na juvenilne i mlade jedinke, a vrsta *A. lixula* bolje podnosi taj pritisak kao i život na manjim dubinama bliže obalnom pojasu (Bonaviri i sur., 2011). Upravo iz ovih razloga lokaliteti Kornat i Ist možda ne bi trebali biti predloženi za eksploataciju vrste *P. lividus* u neko dogledno vrijeme.

Lokalitet Mljet odlikuje veći broj vrste *A. lixula* koja dominira brojnošću na dubinama 2 – 5 m. Vrijednosti prosječnog golobrsta bili su najveći na dubini 3 m – 50%, i postupno su se smanjivali s dubinom i bliže obali. Na dubini od 3 – 4 m zabilježene su jednake brojnosti veličinskih kategorija 2 (31-50 mm) i 3 (>50 mm), dok su na dubini 1 i 5 m veće brojnosti jedinki kategorije 2, a na dubini od 2 m jedinke kategorije 3. Juvenilne i jedinke veličinske kategorije 1 (11-30mm) bile su zabilježene samo na dubini od 1 m na postaji 3. Na lokalitetu su uočene i zabilježene jedinke kompetitorske vrste *Sarpa salpa* i predatorske vrste *Diplodus vulgaris*. Ovakvu raspodjelu po veličinskim kategorijama opet bismo mogli pripisati prisustvu kompetitorskih i predatorskih vrsta (Boudouresque i Verlaque, 2001), a s obzirom na to da se radi o Nacionalnom parku mogli bismo isključiti direktni antropogeni utjecaj. Najposebnija karakteristika ovog lokaliteta je uočena dubinska raspodjela po vrstama suprotna svim ostalim lokalitetima, gdje je *A. lixula* naseljavala veće dubine u odnosu na vrstu *P. lividus*, a razlog tome mogao bi biti općenito mali broj determiniranih jedinki i dvostruko veća dominacija vrste *A. lixula* na tom cijelom lokalitetu.

Guidetti (2004) kaže je prosječna biomasa vrste *P. lividus* niža na lokacijama za koje je poznato da se tamo provodi ribolov, nego na kontrolnim mjestima, značajno odražavajući činjenicu da se gustoće morskih ježinaca nisu toliko razlikovale, ali su pokazivale manju prosječnu veličinu na lokalitetima gdje je aktivan i ribolov. Ovakvi rezultati mogu pokazivati da se na lokalitetima gdje je zabilježen pad zabilježenih jedinki vrste P. lividus može govoriti o mjestima gdje se intenzivno eksploatiraju te vrste (Boudouresque, 1987 i Guidetti, 2004). Podaci o prirodnom rasporedu i prisutnim populacijama naširoko se koriste u primijenjenoj ekologiji za otkrivanje antropogenog utjecaja na morske ekosustave (Warwick & Clarke, 1993). Opći pristup temelji se na mjerenju varijacija neke varijable koja vodi otkrivanju utjecaja i njegovom nadgledanju u vremenu i prostoru odgovarajućim dizajnom uzorkovanja. U Sredozemnom moru, sve veći antropogeni pritisak (npr. urbani i turistički razvoj) i upotreba destruktivnih ilegalnih ribolovnih tehnika uzrokovali su snažne posljedice za obalno okruženje tijekom posljednjih desetljeća (Ardizzone i Pelusi, 1984, Fanelli, Piraino, Belmonte, Geraci i Boero, 1994, UNEP, 1989 i Guidetti 2004).

P. lividus je komercijalna vrsta koja se uzgaja u nekoliko područja Sredozemlja i doprinosi održavanju lokalnog, malog ribolova (Kempf, 1962; Boudoresque, 1987). Kao i kod drugih vrsta morskih ježinaca, intenzivna berba može dovesti do drastičnih promjena u strukturi i sastavu zajednica može rezultirati općim gubitkom raznolikosti obalnih staništa (Himmelman i sur., 1983; Johnson i Mann, 1988; Andrew, 1993). Za ublažavanje neizravnih učinaka povezanih s prikupljanjem morskih ježinaca potrebne su odgovarajuće upravljačke odluke. Sakupljanje vrste *P. lividus* može imati indiretni utjecaj na vrstu *A. lixula* koja se ne koristi za konzumaciju. Relativno velike gustoće naseljenosti i biomasa vrste *A. lixula*, na nekom mjestu gdje se sakuplja vrsta *P. lividus*, sugeriraju da bi ova vrsta mogla imati koristi na nekom staništu i po pitanju

resursa koje dijeli s tom vrstom, iako još mnogi o tome raspravljaju (Benedetti-Cecchi i sur, 1998, Boudouresque i Verlaque, 2001). Bulleri i sur. (1999.) sugeriraju da se *P. lividus* treba brati prvenstveno na područjima gdje je prisutna i *A. lixula*, i time spriječiti neželjene promjene staništa.

Tomšić i sur. (2010) tvrde da ježinci na istočnom Jadranu dosežu veću veličinu nego u ostalim područjima Sredozemlja, ali pokazuju sporiji rast. Obe činjenice govore da ribolov na te vrste nije razvijen kao u ostalim područjima tako da je jedinkama dopušteno da narastu do većih veličina. Vrste na različitim staništima pokazale su veliku raznolikost promjera i odgovarajuće dobi: jedinka promjera od 40 mm na atlantskoj obali Europe može biti stara 2,5 godine, dok jedinka slične veličine u zapadnom Mediteranu može biti stara čak 4 godine (Sellem i sur., 2000, Allain, 1978). Regis (1979) koji radi u Marseilleu (Francuska) izvijestio je o pojedincu promjera 42 mm koji je imao 11 godina, dok su Turon i sur. (1995) promatrali u Španjolskoj jedinku staru 40 mm stariju od 5 godina. Pod pretpostavkom da se dopusti eksploatacija samo jedinki većih od 4 cm, populacija ježinaca na područjima pod utjecajem golobrsta bi trebala dugotrajno ostati brojna. U prijašnjim izvještajima (Gras, 1987, Le Direac, 1987) opažao se pad populacije *P. lividus* u smislu iscrpljivanja ekonomskog resursa, a ne ekoloških posljedica na populacije koje se sakupljaju, vjerojatno usredotočujući se uglavnom na morske ježince komercijalne veličine. Struktura populacija, kao što je to zabilježeno u južnoj Apuliji (Guidetti, 2004), pokazuju da bi ljudsko sakupljanje moglo uzrokovati smanjenje brojnosti *P. lividusa* velikih veličina, skraćujući dobnu strukturu sakupljenih jedinki. Nadalje, visoki reproduktivni potencijal vrste *P. lividus* može objasniti zašto se prosječna gustoća nije promijenila između mjesta gdje je nije aktivan ili je aktivan ribolov. Uzorci postaju seksualno zreli u znatno manjoj veličini od komercijalne (~4 cm) (Lozano i sur., 1995; Boudouresque i Verlaque, 2001), što jamči održavanje populacija (barem brojčano) u mjestima gdje se intenzivno eksploatiraju ježinci (Guidetti, 2004). U slučaju pojave bolesti ili utjecaja nekih drugih faktora osim eksploatacije, a koji bi mogli imati značajno negativni učinak na populaciju ježinaca lokalno i globalno u Jadranu, negativni bi se utjecaj na stanje populacije ponajprije uočio upravo na područjima s velikom gustoćom i tako bi se pravovremeno mogle poduzeti mjere koji bi eventualno imale za cilj zaštitu ježinaca (Cvitković i sur., 2017).

6. Zaključak

Tijekom ovog istraživanja provedenog u svibnju 2019. godine, na 13 lokaliteta ravnomjerno raspoređenih duž istočne obale Jadranskog mora, determinirano je ukupno 2 265 jedinki ježinaca koje su pripadale vrstama *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula.* S obzirom na broj jedinki možemo tvrditi da je istraživanje bilo uspješno provedeno i dobili smo rezultate koji su bili reprezentativni.

Istraživanjem je potvrđeno da se ciljana područja nalaze pod snažnim utjecajem ježinaca, koji svojim brštenjem uzrokuju i održavaju stanje golobrsta, i da njihov broj može relativno proporcionalno utjecati na količinu golobrsta na nekom području.

Relativna gustoća naseljenosti obje vrste ukazuje da ne postoji određena donja granica za koju se može tvrditi da uzrokuje samu pojavu golobrsta jer rezultati pokazuju da su sve lokacije gusto naseljene, a vrijednosti golobrsta su na 11 od 13 lokaliteta iznosile preko 20%.

Vidljiva je razlika u količini golobrsta povezanog s relativnom veličinom jedinki, te je zaključeno da ježinci veličine veće od 30 mm snažnije utječu na pojavu i količinu golobrsta, za razliku od juvenilnih i mladih jedinki koje su vjerojatno ključne za održavanje takvog stanja.

Rezultati pokazuju da vrsta *P. lividus* ima veći utjecaj na količinu zabilježenog golobrsta na nekom lokalitetu i brojnija je u odnosu na vrstu *A. lixula* na većini ispitivanih područja. Nije potvrđena zonacija vrsta po dubini, iako je potvrđena na par lokaliteta, ali količina podataka nije bila dovoljna da bismo mogli izvući nekakav konkretni zaključak.

Potvrđeno da utjecaji predacije i kompeticije utječu na brojnost i raspodjelu ježinaca na nekom području, kao i da devastacija nekadašnjeg staništa prstaca (*Litophaga litophaga*) pozitivno utječe na brojnost vrste juvenilnih ježinaca na tom području te različite podloge poput šljunka i sedimenta ne pogoduju naseljavanju ovih vrsta.

S obzirom na rezultate, dalo se zaključiti da su ovi lokaliteti prirodna mrjestilišta ovih vrsta i mogu predstavljati podlogu za nova istraživanja, a s obzirom na to da se radi o zdravim populacijama moguća je i eksploatacija ovih vrsta (većih od 4 cm) bez straha od narušavanja bioraznolikosti nekog područja.

7. Literatura

Agnetta, D., Bonaviri, C., Badalamenti, F., Scianna, C., Vizzini, S., Gianguzza, P. (2013) Functional traits of two co-occuring sea urchins across a barren/forest patch system. J. Sea Res. 76, 170-177. doi:10.1016/j.seares.2012.08.009.

Allain, J.Y. (1978) Áge et croissance de *Paracentrotus lividus* (Lamarck) et de *Psammechinus milaris* (Gmelin) des côtes nord de Bretagne (Echinoidea) (Growth and age of *Paracentrotus lividus* and *Psammechinus milaris* on the north coast of Bretagne). Cah. Biol. Mar., 19: 11–21.

Andrew, N.L. (1993) Spatial heterogeneity, sea urchin grazing, and habitat structure on reefs in temperate Australia. Ecology 74, 292–302.

Antolić, B., Nikolić, V., Žuljević, A. (2011) Crveni popis morskih algi i morskih cvjetnica Hrvatske, 61pp.

Ardizzone, G. D., Pelusi, P. (1984). Yield and damage evaluation of bottom trawling on *Posidonia oceanica* meadows. In C.F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac, & Olivier (Eds.), International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds (pp. 63–72). GIS Posidonie publishers

Benedetti-Cecchi, L., Bulleri, F., Cinelli, F. (1998) Density dependent foraging of sea urchins in shallow subtidal reefs on the west coast of Italy (western Mediterranean). Mar. Ecol. Prog. Ser. 163, 203–211.

Bonaviri, C., Vega Fernández, C., Fanelli, G., Badalamenti, F., Gianguzza, P. (2011) Leading role of the sea urchin *Arbacia lixula* in maintaining the barren state insouthwestern Mediterranean. Marine Biology 158(11):2505-2513. doi: 10.1007/s00227-011-1751-2.

Bonaviri, C., Badalamenti, F., Ceccherelli, G., Di Trapani, F., Bonaviri, C., Gianguzza, P. (2015) Role of two co-occurring Mediterranean sea urchins in the formation of barren from *Cystosiera* canopy. Estuarine, Costal and Shelf Science 152 (2015) 73-77.

Boudoresque, C.F. (1987) Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles.GIS Posidonie publ., Marseille

Boudouresque, C. F., Verlaque, M. (2001). Ecology of *Paracentrotus lividus*. Edible Sea Urchins: Biology and Ecology, 177–216. doi:10.1016/s0167-9309(01)80013-2

Bulleri, F., Benedetti-Cecchi, L., & Cinelli, F. (1999) Grazing by the sea urchins Arbacia lixula L. and Paracentrotus lividus Lam. in the Northwest Mediterranean. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 241(1), 81–95. doi:10.1016/s0022-0981(99)00073-8

Bulleri, F., Bertocci, I. & Micheli, F. (2002) Interplay of encrusting coralline algae and sea urchins in maintaining alternative habitats. Marine Ecology Progress Series, 243, 101-109.

Cardona, L., Sales, M., López, D. (2007) Changes in fish abundance do not cascade to sea urchins and erect algae in one of the most oligotrophic parts of the Mediterranean. Estuar. Coast. Shelf Sci. 72, 273–282

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 programaza praćenje populacije trpova i ježinaca. Institut za oceanografiju i ribarstvo, IOR Split, prosinac 2017.

Elmasrya, E., Omara, H. A., Abdel Razeka, F. A., El-Magd, M. A. (2013) Preliminary studies on habitat and diversityof some sea urchin species (Echinodermata: Echinoidea)on the southern Levantine basin of Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Research, 39, 303 – 311.

Fanelli, G., Piraino, S., Belmonte, G., Geraci, S. & Boero, F. (1994) Human predation along apulian roky coasts (SE Italy): desertification caused by *Lithophaga lithophaga* (Mollusca) fisheries. Marine Ecology Progress Series, 110,1-8.

Frantzis, A., Gremare, A. (1992) Ingestion, absorption, and growth rates od *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) fed different macrophytes. Mar. Ecol. Prog. Ser. 95,169-183.

Gras, G. (1987) Evolution des stocks de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* dans le quartier maritime de Marseille (France), soumis a une pˆeche intensive, entre les campagnes 1984–1985 et 1986–1987. In: Boudouresque, C.F. (Ed.), Colloque international sur Paracentrotus lividus et les oursins comestibles. GIS Posidonie Publ., Marseille, pp. 363–370.

Guidetti, P. I Bussotti, S (2000) Nearshore fish assemblages associated with shallow rocky habitats along the southern croatian coast (Eastern Adriatic Sea). Geography 2000.

Guidetti, P., Fanelli, G., Fraschetti, S., Terlizzi, A. & Boero F. (2002) Coastal fish indicate human induced changes in the Mediterranean littoral. Marine Environmental Research, 53, 7794.

Guidetti, P., Fraschetti, S., Terlizzi, A. & Boero, F. (2003) Distribution patterns of sea urchins and barrens in shallow Mediterranean rocky reefs impacted by the illegal fishery of the rock boring mollusc *Lithophaga lithophaga*. Marine Biology, 143, 1135-1142.

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.

Himmelman, J.H., Cardinal, A., Bourget, E. (1983) Community development following removal of urchins, *Strongylocentrotus droebachiensis*, from the rocky subtidal zone of the St. Lawrence estuary, eastern Canada. Oecologia 59, 27–39.

Iveša, L., Djakovac, T., Devescovi, M. (2016). Long-term fluctuations in Cystoseira populations along the west Istrian Coast (Croatia) related to eutrophication patterns in the

northern Adriatic Sea. Marine Pollution Bulletin, 106(1-2), 162–173. doi:10.1016/j.marpolbul.2016.03.010

Johnson, C.R., Mann, K.H. (1988) Diversity, patterns of adaptation, and stability of Nova Scotian kelp beds.Ecol. Monogr. 58, 129–154.

Kempf, M. (1962) Recherches d'ecologie comparee sur *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula*. Rec. Trav. Stn.Mar. Endoume, Fr. 25, 47–116.

Lawrence, J.M. (1975) On the relationships between marine plants and sea urchins. Oceanography and Marine Biology, 13, 213 286.

Lawrence, J.M. (2013) Edible Sea Urchins: Bioloy and Ecology, third ed. Elsevier, Amsterdam

Le Direac'h, J.P. (1987) La pˆeche des oursins en Méditerranée: historique, technique, legislation, production. In: Boudouresque, C.F. (Ed.), Colloque international sur Paracentrotus lividus et les oursins comestibles. GIS Posidonie Publ., Marseille, pp. 335–362.

Lozano, J., Galera, J., Lopez, S., Turon, X., Palacin, C., Morera, G. (1995) Biological cycles and recruitment of Paracentrotus lividus (Echinodermata: Echinoidea) in two contrasting habitats. Mar. Ecol. Prog. Ser. 122, 179–191.

McClanhan, T.R., Kamuruku, A.T., Muthiga, N.A., Gilagabher Yebo, M. & Obdura, D. (1995) Effect of sea urchin reductions on algae, coral, and fish population. Conservation Biology, 10, 136-154.

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. doi:10.1016/j.ecolind.2013.04.021

Palacin, G., Giribet, G., Carner, S., Dantart, L. & Turon, X. (1998) Low densities of sea urchins influence the structure of algal assemblages in the western Mediterranean. Journal of Sea Research, 39, 281-290.

Privitera, D., Chiantore, M., Mangialajo, L., Glavic, N., Kozul, W., Cattaneo-Vietti, R. (2008) Inter- and intra-specific competition between *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* in resource-limited areas. J. Sea Rea. 60, 184-192. doi:10.1016/j.jembe.2011.06.030

Régis, M.B. (1988) Impact et résultats de la Campagne "Sauvon l'oursin comestible: Paracentrotus lividus" (Echinodermata, Echinoida). In: Régis, M.B. (Ed.), Actes du VI Séminaire International sur les Echinodermes. Ile des Embiez (Var-France), 11–22 Septembre 1988, pp. 150–157.

Sala, E., Zabala, M. (1996) Fish predation and the structure of the sea urchin Paracentrotus lividus populations in the NW Mediterranean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 140, 71–81.

Sala, E., Ribes, M., Hereu, B., Zabala, M., Alv, V., Coma, R. & Garrabou, J. (1998) Temporal variability in abundance of the sea urchins Paracentrotus lividus and Arbacia lixula in the northwestern Mediterranean: comparison between a marine reserve and an unprotected area. Marine Ecology Progress Series, 168, 135-145.

Sala, E., Ballesteros, E., Dendrinos, P., DiFranco, A., Ferretti, F., Foley, D., Fraschetti, S., Friedlander, A., Garrabou, J., Güc ļüsoy, H., Guidetti, P., Halpern, B.S., Hereu, B., Karamanlidis, A.A., Kizilkaya, Z., Macpherson, E., Mangialajo, L., Mariani, S., Micheli, F., Pais, A., Riser, K., Rosenberg, A.A., Sales, M., Selkoe, K.A., Starr, R., Tomas, F., Zabala, M. (2012) The structure of mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. PLo SONE 7(2), e32742.

Santos, R., Flammang, P. (2005) Morphometry and mechanical design of tube foot stems in sea urchins: a comparative study. J. Exp. Biol. Ecol. 315, 211-223.

Santos, R., Flammang, P. (2007) Intra- and interspecific variation of attachment strength in sea urchins. Mar. Ecol. Prog. Ser. 332. 129-142.

Scheibling, R.E. (1996) The role of predation in regulating sea urchin populations in eastern Canada. Oceanol. Acta 19, 421– 430.

Sellem, A., Langar, H., Pesando, D. (2000) Age et croissance de l'oursin *Paracentrotus lividus* Lamarck, 1816 (Echinodermata-Echinoidea) dans le golfe de Tunis (Méditerranée) (Growth and age of sea urchin *Paracentrotus lividus* Lamarck, 1816 (Echinodermata-Echinoidea) from the gulf of Tunis (Mediterrannean). Ocean. Acta., 23(5): 607-613.

Thibaut, T., Pinedo, S., Torras, X., Ballesteros, E. (2005) Long-term decline of the populations of Fucales (*Cystoseira spp.* and *Sargassum spp.*) in the Albères coast (France, North-western Mediterranean). Mar.Poll.Bull.50, 1472–1489

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, p67-77. 11p.

Tortonese, E., Vadon, C. (1987) Oursins et Holothuries (Echinoderes). Fiches didentification des especes pou les besoins de la pŁche, Vol. I, MediterraneŁ-mer Noire, pp.715739. FAO, Rome

Turon, X., Giribert, G., Lopez, S., Palacin, C. (1995) Growth and population structure of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in two contrasting habitats. Mar. Ecol. Prog. Ser., 122: 193–204.

UNEP (1989). State of the Mediterranean marine environment. MAP Technical Reports Series, 28, Athens.

Verlaque, M. (1987) Relations entre *Paracentrotus lividus* (Lamarck) et le phytobenthos de Mediterranee occidentale. Colloque international sur Paracentrotus lividus et les oursinscomestibles (ed C.F. Boudoresque), pp. 536. GIS Posidonie Publ, Marseille.

Warwick, R. M., & Clarke, K. R. (1993). Increased variability as a symptom of stress in marine communities. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 172, 215–226.

8. Prilozi

Prilog 1. Relativna starost jedinki ježinaca vrste *Paracentrotus lividus* s obzirom na veličinu. Preuzeto iz: (Boudouresque i Verlaque, 2001)

Localities	Methods	Test diameter and corresponding age							References
		1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	
Cork, Ireland	R	–	2–3	3–4	3–5	4–7	–	–	Kitching and Thain (1983)
Bantry Bay, Ireland	R, S	–	1–2	2–3	3–5	6–7	–	–	Crapp and Willis (1975)
Brittany, France	A	1–1.5	1–2	1.5–>2.5	–	–	–	–	Grosjean et al. (1996)
Cascais, Portugal	R	–	–	├	3–7	5–8	–	–	Gago et al. (2003)
Tossa de Mar, Spain	R	1	3	4	5–6	7	–	>12	Turon et al. (1995)
Cubelles, Spain	R	1–2	3–4	5	7	11–12	–	–	Turon et al. (1995)
Marseilles, France	C	2	4	6–7	9	–	–	–	Régis (1978)
	B	–	–	6	9	11	–	–	Delmas (1992)
	A	1–2	2–3	–	–	–	–	–	Régis (1978)
Port-Cros, France	R	–	1–2	2–3	4	7	–	–	Azzolina (1988)
	C	–	2–3	3	5	–	–	–	Azzolina (1988)[a]
	C	–	1–2	2–3	4–5	–	–	–	Azzolina (1988)[b]
Villefranche, France	A	<1	1–2	–	–	–	–	–	Fenaux et al. (1987)
	A	0.5–1	2	–	–	–	–	–	Cellario and Fenaux (1990)
	S	1	1–2	2	3	4	–	–	Fenaux et al. (1987)
Urbinu, Corsica	A	<1	1–2	2–3	3–5	6–10	–	–	Fernandez (1996)[b]
Tunis, Tunisia	R	–	–	1–2	2–3	3–8	–	–	Sellem et al (2000)
Unknown	A	1	1–2	2–3	3	4–6	5–7	–	Grosjean et al (2003)

Method: A – aquarium experiments, B – Bhattacharya method, C – measure of growth within in situ cages, R – from rings in plates, S – size–frequency analysis.
Ages are, for the most part, interpolated from the authors' curves.
[a] Calculation via the Gompertz model.
[b] Calculation via the von Bertalanffy model.

Prilog 2. Primjer načina bilježenja mjerenja na transektu

Primjer načina bilježenja mjerenja na transektu (dubina; broj kvadrata „K"; postotak golobrsta „G"; izmjerene vrijednosti „A" - *Arbacia*, „P" - *Paracentrotus*", „S" - *Sphaerechinus*, „U" - uginule jedinke ili čahure; broj nedostupnih jedinki <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.

Dubina 2 m;

1. K; G 75%; P 3,1; P 4,1; A 2,1;A 2,5; A 2,6
2. K; G 100%; A 2,1; P 3,1; P 4,1, S 4,0; A 2,1; P 3,1; P 4,1
3. K; G 100%; P 4,1; P 3,1; P 4,1; A 2,1; S 4,1; P 3,1

……..

10. K; G 50%; P 3,6.

Prilog 3. Primjer Microsoft Office Excel tablice koja je služila za upis svih podataka s terenskih istraživanja

POSTAJA	KOORDINATE	RONILAC	DATUM	VRIJEME	TRANSEKT DUBINA	KVADRAT	GOLOBRST	PARACENTROTUS LIVIDUS	ARBACIA LIXULA	SPHAERECHINUS GRANULARIS	Napomena
1					1	1					
1					1	2					
1					1	3					
1					1	4					
1					1	5					
1					1	6					
1					1	7					
1					1	8					
1					1	9					
1					1	10					
1					2	1					
1					2	2					
1					2	3					
1					2	4					
1					2	5					
1					2	6					
1					2	7					
1					2	8					
1					2	9					
1					2	10					
1					3	1					
1					3	2					
1					3	3					
1					3	4					
1					3	5					
1					3	6					
1					3	7					
1					3	8					
1					3	9					
1					3	10					
1					4	1					
1					4	2					
1					4	3					
1					4	4					
1					4	5					
1					4	6					
1					4	7					
1					4	8					
1					4	9					
1					4	10					
1					5	1					
1					5	2					
1					5	3					
1					5	4					
1					5	5					
1					5	6					
1					5	7					
1					5	8					
1					5	9					
1					5	10					
2					1	1					
2					1	2					
2					1	3					
2					1	4					
2					1	5					
2					1	6					
2					1	7					
2					1	8					
2					1	9					
2					1	10					
2					2	1					
2					2	2					
2					2	3					
2					2	4					
2					2	5					
2					2	6					
2					2	7					
2					2	8					
2					2	9					
2					2	10					
2					3	1					
2					3	2					
2					3	3					
2					3	4					
2					3	5					
2					3	6					
2					3	7					
2					3	8					
2					3	9					
2					3	10					
2					4	1					
2					4	2					
2					4	3					
2					4	4					
2					4	5					
2					4	6					
2					4	7					
2					4	8					
2					4	9					
2					4	10					
2					5	1					
2					5	2					
2					5	3					
1					5	4					
2					5	5					
2					5	6					
2					5	7					
2					5	8					
2					5	9					
2					5	10					
3					1	1					
3					1	2					
3					1	3					
3					1	4					
3					1	5					
3					1	6					
3					1	7					
3					1	8					
3					1	9					
3					1	10					
3					2	1					
3					2	2					
3					2	3					
3					2	4					
3					2	5					
3					2	6					
3					2	7					
3					2	8					
3					2	9					
3					2	10					
3					3	1					
3					3	2					
3					3	3					
3					3	4					
3					3	5					
3					3	6					
3					3	7					
3					3	8					
3					3	9					
3					3	10					
3					4	1					
3					4	2					
3					4	3					
3					4	4					
3					4	5					
3					4	6					
3					4	7					
3					4	8					
3					4	9					
3					4	10					
3					5	1					
3					5	2					
3					5	3					
3					5	4					
3					5	5					
3					5	6					
3					5	7					
3					5	8					
3					5	9					
3					5	10					

9. Životopis

Osobni podaci:

Ime i prezime: Ena Žuljević

Datum i mjesto rođenja: 18. siječnja 1995., Zadar, Republika Hrvatska

E-mail adresa: en.zuljevic@gmail.com

Obrazovanje:

2017. – danas Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet, Biološki odsjek, Diplomski studij Eksperimentalna biologija, Modul Zoologija

2013. – 2017. Sveučilište u Splitu, Sveučilišni Odjel za studije mora, Preddiplomski studij Biologija i ekologija mora

2009. – 2013. Gimnazija Juraj Baraković, Zadar, smjer: prirodoslovno – matematički

Osobne vještine:

Jezici: engleski (aktivno), talijanski (pasivno)

Računalni programi: MS Office™ paket

Ostalo: Ronilačka iskaznica PSS – OWD (Open Water Diver) i PSS – AOWD (Advanced Open Water Diver), Dozvola za rad s laboratorijskim životinjama

Sudjelovanje u projektima:

2014. Sudjelovanje u „Noći muzeja“ u Prirodoslovnom muzeju u Splitu – kustos

2015. Ronilačka eko – akcija čišćenja „Mljet“, u organizaciji Ronilačkog kluba Nautilus, Split

2015. Ronilačka eko – akcija čišćenja „Lastovo“, u organizaciji Ronilačkog kluba Nautilus, Split

2016. Sudjelovanje u projektu „Tjedan otvorenih ventila”, Split

2016. Ronilačka eko – akcija čišćenja „Komarna“, u organizaciji Ronilačke udruge H-VIDRA, Split

2016. Ronilačka eko – akcija čišćenja „Trebižat“ (Bosna i Hercegovina), u organizaciji Ronilačke udruge H-VIDRA, Split

2016. Ronilačka eko – akcija čišćenja „Rogoznica”, u organizaciji Ronilačke udruge H-VIDRA, Split.

2017. Sudjelovanje u „Noći muzeja“ u Prirodoslovnom muzeju u Splitu – kustos

2018. Sudjelovanje u „Noći biologije“ pod vodstvom prof. dr. sc. Sanje Gottstein

Radno iskustvo:

2014. – 2016. Rad preko student Servisa – promotor za razne tvrtke

2016. – 2017. Rad preko Student Servisa – promotor za tvrtku „Lion Consulting“, Zagreb

2018. Rad preko Student servisa – trgovac za tvrtku „Vražap“