

Sakupljači ličinki školjkaša u Nacionalnom parku Brijuni kao sredstvo prikupljanja mlađi plemenite periske (*Pinna nobilis*)

Naranda, Martina

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:497958>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-29**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Martina Naranda

**Sakupljači ličinki školjkaša u Nacionalnom
parku Brijuni kao sredstvo prikupljanja
mlađi plemenite periske (*Pinna nobilis*)**

Diplomski rad

Zagreb, 2022.

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Martina Naranda

**Bivalve larval collectors in Brijuni National
Park as a means of noble pen shell (*Pinna
nobilis*) juvenile collection**

Master thesis

Zagreb, 2022

Ovaj rad je izrađen u Laboratoriju za biologiju mora na Zoologijskom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Tatjane Bakran-Petricioli. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra ekologije i zaštite prirode.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

Sakupljači ličinki školjkaša u Nacionalnom parku Brijuni kao sredstvo prikupljanja mlađi plemenite periske (*Pinna nobilis*)

Martina Naranda

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Sakupljači ličinki školjkaša, prvenstveno namijenjeni za hvatanje mlađi kritično ugrožene plemenite periske, postavljeni su 2020. na dvije lokacije unutar Nacionalnog parka Brijuni, u uvali Javorike i u uvali Pisak. Postavljeno po 3 replikata na 2, 4, 6, 8 i 10 metara dubine (Javorike) te na 2 i 4 m dubine (Pisak). Ciljevi rada bili su utvrditi brojnost i veličinu juvenilnih periski, utvrditi kvalitativni i kvantitativni sastav obraštajne zajednice na sakupljačima te rezultate usporediti sa sličnim istraživanjem provedenim 2019. godine. U uvali Javorike zabilježeno je 40, a u uvali Pisak 11 jedinki juvenilne periske. Prosječno po sakupljaču zabilježeno je 2,86 (Javorike), odnosno 2,75 (Pisak) juvenilnih periski, veličine od 0,4 do 2,5 cm (Javorike), odnosno od 0,8 do 3,4 cm (Pisak). Smanjenje broja juvenilnih periski te smanjenje njihove maksimalne veličine u usporedbi s rezultatima 2019. može se povezati s manje odraslih jedinki koje se razmnožavaju u okolini te sa sporijim rastom juvenilnih jedinki na sakupljačima. U obraštajnoj zajednici u Javorikama zabilježene su 42 svojte (12.667 jedinki) među kojima su najbrojniji školjkaši (90% udjela), zatim rakovi (8%). U uvali Pisak zabilježeno je 38 svojti (5.098 jedinke), također su najbrojniji školjkaši (88% udjela), puževi (6%) te rakovi (5%). Na obje lokacije najbrojnija je invazivni školjkaš *Anadara transversa* (8.988 odnosno 4.093 jedinke) koja time utječe na prihvat juvenilnih periski kao i na indekse raznolikosti zajednice.

Ključne riječi: masovni pomori, kritično ugrožena vrsta, obraštajni organizmi, invazivne vrste (44 stranica, 29 slika, 9 tablica, 34 literaturna navoda, 10 str. priloga, jezik izvornika: hrvatski)
Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Mentorica: izv. prof. dr. sc. Tatjana Bakran-Petricioli

Ocjenitelji:

Izv. prof. dr. sc. Tatjana Bakran-Petricioli

Prof. dr. sc. Sven Jelaska

Izv. prof. dr. sc. Zoran Tadić

Rad prihvaćen: 8. rujna 2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Master thesis

Bivalve larval collectors in Brijuni National Park as a means of noble pen shell (*Pinna nobilis*) juvenile collection

Martina Naranda

Rooseveltovtrg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Bivalve larval collectors, primarily aimed for noble pen shell juvenile collection, were set in 2020 in two locations within the National Park Brijuni, in Javorike Cove and in Pisak Cove. Three replicates were set at 2, 4, 6, 8 and 10 m depth (Javorike) and at 2 and 4 m depth (Pisak). Aims of the research were to determine number and size of juvenile pen shells, to determine qualitative and quantitative composition of fouling community and to compare results with similar research made in 2019. In Javorike Cove 40 and in Pisak Cove 11 individuals of juvenile noble pen shells were noted. Average of 2.86 (Javorike), and 2.75 (Pisak) juvenile pen shells per collector were noted, sizes 0.4 to 2.5 cm (Javorike), and 0.8 to 3.4 cm (Pisak). Reduction in the number of juvenile pen shells and the reduction of their maximal size in comparison with the results of 2019 survey could be connected with smaller number of spawning adults in the surrounding and with the slower growth of juveniles in collectors. In the fouling community in Javorike 42 taxa (12.667 individuals) were determined among which the bivalves were the most numerous (90% share), then crustaceans (8%). In Pisak Cove 38 taxa (5.098 individuals) were determined, among which bivalves also were the most numerous (88% share), then gastropods (6%) and crustaceans (5%). On both locations the most numerous was invasive bivalve *Anadara transversa* (8.988 and 4.093 individuals respectively), which in that way affect the attachment of juvenile pen shells as well as community diversity indices.

Keywords: mass mortalities, critically endangered species, fouling organisms, invasive species (44 pages, 29 figures, 9 tables, 34 references, 10 pages of Appendix, original in: Croatian)
Thesis is deposited in the Central Biological Library.

Mentor: Assoc. Prof. Tatjana Bakran-Petricioli

Reviewers:

Assoc. Prof. Tatjana Bakran-Petricioli, PhD

Prof. Sven Jelaska, PhD

Assoc. Prof. Zoran Tadić, PhD

Thesis accepted: September 8, 2022

ZAHVALA

Prvenstveno zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Tatjani Bakran-Petricioli na velikoj pomoći oko diplomskog rada, njezinom strpljenju i prenesenom znanju proteklih godina. Također hvala kolegici Dajani Kujundžić za veliku pomoć u laboratorijskom dijelu ovog istraživanja. Hvala i dr. sc. Silviji Kipson koja je uložila značajan trud vezano uz postavljanje sakupljača za ličinke plemenite periske na našoj obali Jadrana.

Zahvaljujem svim prijateljima i prijateljicama koji su uvijek tu za mene i bez kojih moje studentsko doba ne bi bilo toliko zabavno i lagano.

Na kraju veliko hvala mojim roditeljima, baki i djedu bez kojih sve ovo ne bi bilo moguće, koji su bili uz mene u padovima i usponima jer bez njihove potpore i ljubavi ne bih bila ovakva osoba kakva sam danas.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Biološka i ekološka obilježja plemenite periske (<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758)	1
1.2. Masovni pomori plemenite periske u Sredozemnom moru	2
1.3. Mjere za spašavanje plemenite periske	3
1.4. Cilj istraživanja	6
2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	7
3. MATERIJAL I METODE	8
3.1. Postavljanje i podizanje sakupljača za ličinke školjkaša	8
3.2. Mjerenje temperature mora	12
3.3. Determinacija vrsta	12
3.4. Statistička obrada podataka i izrada grafičkih prikaza	13
4. REZULTATI	15
4.1. Sastav i brojnost organizama na sakupljačima	15
4.2. Plemenita periska u sakupljačima ličinki	17
4.3. Najbrojnije vrste školjkaša na sakupljačima	20
4.4. Raznolikost obraštajne zajednice na sakupljačima	30
4.5. Temperatura mora	31
5. RASPRAVA	35
6. ZAKLJUČCI	39
LITERATURA	41
PRILOZI	I
ŽIVOTOPIS	X

1. UVOD

1.1. Biološka i ekološka obilježja plemenite periske (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758)

Plemenita periska (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758) najveći je i najpoznatiji endemski mediteranski školjkaš. Ljudi je poznaju i koriste od antičkih vremena, primarno za hranu ali i za proizvodnju nakita (biseri, sedef iz ljuštura) te za izradu posebnih tkanina od bisusnih niti. Ova vrsta pripada nadporodici Pinnoidea, porodici Pinnidae te rodu *Pinna*. Uglavnom nastanjuje sedimentna dna, često s livadama morskih cvjetnica (Acarli i sur., 2020; Box i sur., 2020; Garcia-March i sur., 2007; Rabaoui i sur., 2011; Zavodnik i sur., 1991), a zabilježena je na dubinama od 0,5 m do 60 m, u temperaturnom rasponu od 7 do 28°C, te salinitetnom od 34-40 PSU (Butler i sur., 2015; Zavodnik i sur., 1991). U Jadranskom moru najčešće obitava između 2 i 30 m dubine te je u Hrvatskoj neposredno prije masovnih pomora bila široko rasprostranjena i mjestimice vrlo brojna (Slika 1). Može narasti do 120 cm duljine te se pojavljuje u cijelom Jadranu (Zavodnik i sur., 1991). Ima oblik šiljastog trokuta, svijetlo smeđe je boje s time da je gotovo uvijek prekrivena spužvama, školjkašima i raznim drugim organizmima. Kao i mnogi drugi školjkaši i periska proizvodi bisusne niti pomoću kojih se čvrsto veže za sediment. Plemenita periska je sukcesivni hermafrodit s asinkronim sazrijevanjem gameta, oplodnja je vanjska, a ličinka je pelagijska (Basso i sur. 2015). Ličinka u planktonu provede i do mjesec dana (IUCN, 2019). Plemenita periska razmnožava se u ljetnim mjesecima.

Ova vrsta ima važnu ulogu u ekosustavu kao filtrator mora, kroz nju dnevno prođe 2000 litara mora, a na njenim ljušturama zbog njihove veličine obitavaju brojne druge vrste organizama (Slika 1). Pogotovo je važna zato jer njene ljušture predstavljaju čvrstu podlogu na sedimentnim dnima na kojima je najčešća. Ova je vrsta u našem moru zaštićena još od 1977. godine kada je donesen zakon kojim se zabranjuje njeno vađenje i bilo kakvo ugrožavanje. Ova je vrsta zakonom zaštićena gotovo u cijelom Sredozemlju, a od 2019. godine, zbog široke pojave masovnih pomora proglašena je kritično ugroženom (IUCN, 2019).



Slika 1. Plemenite periske u uvali Javorike, Veli Brijun, snimljeno 2019. godine (lijevo 4. svibnja, desno 24. listopada 2019.), prije masovnih pomora koji su 2020. zahvatili i sjeverni Jadran (snimio Donat Petricioli).

1.2. Masovni pomori plemenite periske u Sredozemnom moru

U zadnjih šest godina je na području cijelog svog areala periska izložena dramatičnim masovnim pomorima (mortalitet i do 100 %). Masovni pomori su prvi put zabilježeni u jesen 2016. godine u zapadnom Sredozemlju (Vázquez-Luis i sur., 2017). Početkom 2019. godine masovni pomori zabilježeni su i u Jadranu (Čižmek i sur., 2020) te su do jeseni 2019. zahvatili dvije trećine Jadrana. Tijekom 2020. godine masovni pomori plemenite periske zahvatili su i sjeverni Jadran (Slika 2).

Populacije plemenite periske već su se prije smanjile zbog antropogenih aktivnosti, uključujući ilegalno vađenje školjkaša, rekreacijski i komercijalni ribolov koji oštećuje ljušture, ribolov pridnenim mrežama i kočama te slučajno ubijanje jedinki sidrenjem (Vicente i Moreteau, 1991). Međutim, masovni pomori ove vrste povezuju se s patogenima: truskovcem vrste *Haplosporidium pinnae* koji je identificiran kao do sada nepoznata vrsta roda *Haplosporidium* (Catanese i sur., 2018) te bakterijama roda *Mycobacterium*, koje također imaju smrtonosan učinak na plemenitu

perisku (Carella i sur., 2019; 2020). Haplosporidi su vrlo patogeni za morske i slatkovodne beskralježnjake te kao posljedicu imaju visoku stopu smrtnosti. Ovi paraziti napadaju probavne žlijezde što ometa apsorpciju hrane te uzrokuje tešku disfunkciju i u konačnici smrt domaćina (Darriba, 2017; Catanese i sur., 2018).



Slika 2. Mrtve plemenite periske u uvali Javorike, Veli Brijun, snimljeno 9. lipnja 2020. godine kad su masovni pomori već zahvatili i sjeverni Jadran; lijevo ljušture nedavno uginule životinje, desno strvinari upravo jedu uginulu životinju (snimio Donat Petricioli).

1.3. Mjere za spašavanje plemenite periske

Gubitkom ključnih vrsta u ekosustavu može doći do poremećaja u zajednicama, a posljedično tome to se može odraziti i na procese u morskom ekosustavu. Smatra se kako je Sredozemno more prirodni laboratorij za istraživanje ovih procesa (Lejeusne i sur., 2010). Postoje različite akcije kako bi se zaštitilo određeno područje, stanište ili vrste.

Plemenita periska je zakonom strogo zaštićena vrsta diljem Mediterana. Zbog masovnih pomora 2019. godine je kritično ugroženom vrstom (IUCN, 2019). Masovni pomori pokazali su da o ovoj vrlo poznatoj vrsti još uvijek malo znamo. Znanstvenici širom Sredozemlja nastoje primijeniti različite metode u cilju spašavanja plemenite periske.

Mjere koje se provode u cilju očuvanja (spašavanja) plemenite periske uključuju praćenje stanja preostalih populacija/jedinki kako bi se više saznalo o biologiji plemenite periske ali i da bismo bolje razumjeli širenje bolesti. Također, kao mjera zaštite provode se akcije da se nađene žive jedinke transportiraju u kontrolirane uvjete te ih se prati i istražuje (Garcia-March i sur., 2020; Kersting i sur. 2020), da se vidi kako se ponašaju te se zaraženim jedinkama pokušava pomoći da se oporave. Uloženi su naponi i da se zdrave jedinke transplantiraju iz područja visoke smrtnosti u područja niže smrtnosti (Katsanevakis, 2016) no ove su se akcije do sada pokazale uglavnom neuspješnima.

Jedna od metoda je i postavljanje sakupljača za ličinke školjkaša (Kersting i sur., 2020). Obrasci naseljavanja školjkaša ovise o prostorno-vremenskim kolebanjima okolišnih čimbenika i o tipu sakupljača (Prato i sur., 2016), što rezultira različitom dobnom strukturom prihvaćenih školjkaša (Cabanellas-Reboredo i sur., 2009; Kersting i Garcia-March, 2017). Postavljanje sakupljača za prikupljanje mladi plemenite periske posebno je važno raditi u sjevernom Jadranu gdje su masovni pomori zadnje zabilježeni i gdje još uvijek postoji veća vjerojatnost da se nađe pokoja živa adulta plemenita periska u prirodi. Ovakva istraživanja trebala bi doprinijeti procjeni koliko ovaj pristup može pomoći u spašavanju plemenite periske od izumiranja (Garcia-March i sur., 2020; Kersting i sur. 2020).

U Hrvatskoj Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja od 2019. godine provodi akciju „Jeste li vidjeli plemenitu perisku?“, u kojoj pozivaju građane da dojavljuju opažanja potencijalno živih jedinki plemenite periske (www.haop.hr). Ova se akcija provodi cijelu godinu, no u ljetnim mjesecima je najveća mogućnost uočavanja periski u njihovom prirodnom staništu. Ministarstvo također od 2020. koordinira provedbu projekta „Očuvanje plemenite periske (*Pinna nobilis*) u Jadranskom moru“ kojeg sufinancira Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, a u kojem sudjeluje niz akademskih institucija, istraživačkih instituta, županijskih javnih ustanova za zaštićena područja, te udruga. Tijekom 2021. je kroz projektne aktivnosti potvrđeno 17 živih jedinki na različitim lokacijama duž Jadrana, od kojih je šest zaštićeno kavezom. Tijekom 2022. je potvrđeno samo 11 živih jedinki u hrvatskom dijelu Jadrana jer su neke od uočenih ipak uginule u

međuvremenu. Kako visoke temperature mora izrazito pogoduju parazitu, ostaje za vidjeti koliko će živih jedinki ostati na kraju toplog dijela godine. U sklopu projekta se postavljaju i sakupljači za prihvatanje ličinki plemenite periske. Prikupljene juvenilne plemenite periske izuzimaju se iz prirode i održavaju u karantenskim akvarijima. Tijekom 2021. je postavljeno više sakupljača na 54 lokacije u hrvatskom dijelu Jadranskog mora te je prikupljeno 52 juvenilnih jedinki (www.haop.hr), mahom u sjevernom Jadranu.

Malobrojne žive jedinke, koje su možda i otporne na zarazu, ključne su za eventualni oporavak populacija plemenite periske te za njen opstanak. Zato ih je potrebno pronalaziti, bilježiti, pratiti i po potrebi dodatno zaštititi. U tome dojavu građana, stručnjaka i znanstvenika o opažanjima živih jedinki plemenite periske u prirodi igraju važnu ulogu.

1.4. Ciljevi istraživanja

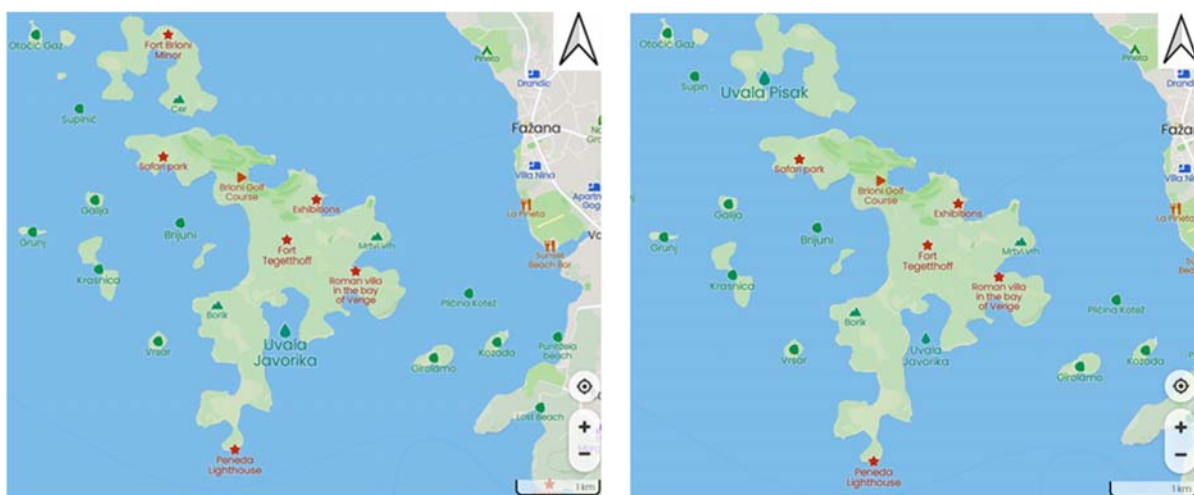
Ciljevi ovog diplomskog rada su

- utvrditi broj i veličinu, te stanje juvenilnih plemenitih periski na sakupljačima ličinki u dvije uvale na području Nacionalnog parka Brijuni, a sve žive juvenilne periske sa sakupljačima dostaviti u Aquarium Pula na daljnje održavanje
- usporediti brojnost i veličinu juvenilnih periski u sakupljačima s rezultatima sličnog istraživanja provedenog 2019. godine na području Nacionalnog parka Brijuni
- odrediti i usporediti brojnost, sastav i raznolikost makrobentosa u obraštaju na sakupljačima ličinki školjkaša u dvije istraživane uvale, rezultate također usporediti s rezultatima istraživanja 2019. godine
- odrediti prisutnost alohtonih organizama na sakupljačima ličinki školjkaša u obje uvale
- na temelju dobivenih rezultata procijeniti ulogu sakupljača ličinki školjkaša u zaštiti plemenite periske

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Nacionalni park Brijuni je zaštićeno područje u sjevernom dijelu Jadranskog mora, u Istarskoj županiji. Sastoji se od 14 otoka i otočića ukupne površine 33,9 km². Dva najveća i najrazvedenija otoka su Veliki (Veli) Brijun i Mali Brijun. Na otocima prevladavaju slojevi vapnenca na kojima je debeli sloj karbonatnog smeđeg tla. Klima na Brijunima je mediteranska s mnogo sunca i topline te s relativno puno vlage u zraku. Od ukupnog zaštićenog područja podmorje čini gotovo 80%. Podmorje Brijuna obiluje različitim staništima kao i različitim vrstama organizama. Podmorje Nacionalnog parka Brijuni je također uvršteno u mrežu Natura 2000, najveću ekološku mrežu zaštićenih područja na svijetu.

Istraživanje je napravljeno na dvije lokacije unutar Nacionalnog parka: u uvali Javorike na Velom Brijunu te u uvali Pisak na Malom Brijunu (Slika 3). Sakupljači ličinki školjkaša postavljeni su u infralitoralnu obje uvale. Točne koordinate mjesta na kojem su postavljeni sakupljači su za uvalu Javorike 44° 54' 13,54"N i 13° 45' 41,47"E, a za uvalu Pisak 44° 55' 54,35"N i 13° 44' 12,61"E.



Slika 3. Lokacije unutar Nacionalnog parka Brijuni na kojima je napravljeno istraživanje: u uvali Javorike na Velom Brijunu (lijevo) te u uvali Pisak na Malom Brijunu (desno) (karta preuzeta s <https://mapcarta.com/N726748739>).

3. MATERIJAL I METODE

Ovo je istraživanje započeto u sklopu međunarodnog Horizon 2020 projekta Marine Ecosystem Restoration in Changing European Seas (MERCES), te nastavljeno u sklopu nacionalne inicijative PinnAdriaNet u koju je uključeno i Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zavod za zaštitu okoliša i prirode. Slično istraživanje je provedeno 2019. godine na manjem broju sakupljača (svega 9; Kujundžić, 2022).

3.1. Postavljanje i podizanje sakupljača za ličinke školjkaša

Sakupljači za ličinke školjkaša napravljeni su od mrežastih polipropilenskih vreća za povrće veličine 60 x 40 cm, kupljenih u obližnjem trgovačkom centru. Pojedini sakupljač se sastojao od jedne takve vreće u koju su umetnute tri rahlo naborane vreće. U uvali Javorike postavljena su tri replikata sa sakupljačima postavljenim na dva, četiri, šest, osam i deset metara dubine (ukupno 15 sakupljača), a u uvali Pisak su postavljena tri replikata sa sakupljačima na dva i četiri metra dubine (ukupno 6 sakupljača). Ukupno je na obje lokacije postavljen 21 sakupljač. Priprema sakupljača napravljena je na kopnu (Slika 4), a nakon toga su ronionci transportirali sakupljače na lokaciju i postavili ih u more (Slike 5 i 6). U uvali Javorike sakupljači su postavljeni 14. lipnja 2020., a u uvali Pisak 10. lipnja 2020. godine. Sakupljači su bili pričvršćeni na konop na kojem je na dnu bio kamen kao sidro, a pri površini prazna plastična boca kao plovak kako bi održavala konop u vertikalnom položaju (Slika 6).

Sakupljači ličinki podignuti su na obje lokacije između 19. i 22. prosinca 2022. godine, što znači da su u moru bili malo dulje od šest mjeseci. Nakon podizanja svaka je vreća (pojedini sakupljač) odvojeno potopljena u kadicu s morskom vodom, kako ne bi došlo do oštećenja organizama u obraštaju (Slika 7). Vrlo brzo nakon toga svi su sakupljači detaljno pregledani i sav obraštaj koji je bio na njima spremljen je u odvojene posude i fiksiran u 96%-tnom etilnom alkoholu za daljnju obradu u laboratoriju (Slika 8). Sve žive juvenilne plemenite periske koje su pronađene u sakupljačima (Slika 9) pažljivo su odvojene u čistu morsku vodu, izmjerene te transportirane u Aquarium Pula. Transportirane su u čvrstim plastičnim vrećicama sa morskom vodom

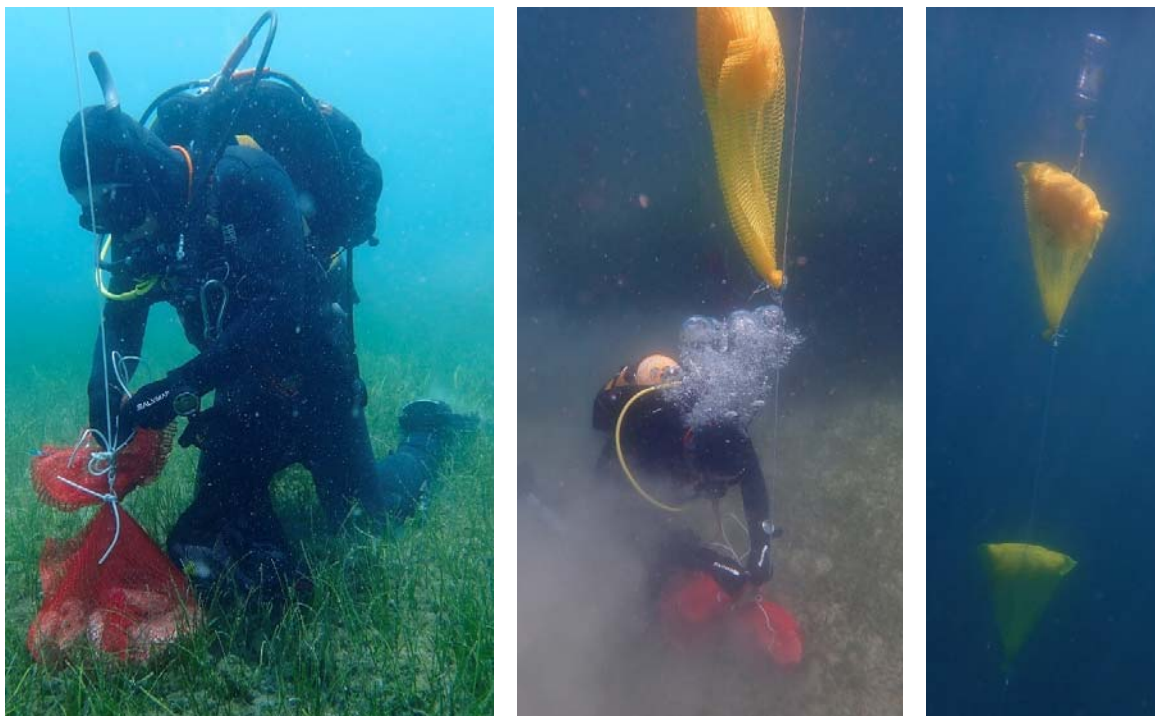
nadopunjenim čistim kisikom, u prenosivom hladnjaku te su isti dan predane djelatnicima Aquariuma Pula (Slika 10).



Slika 4. Pažljiva priprema sakupljača za ličinke školjkaša na kopnu prije stavljanja u more, lijevo: pripremljeni sakupljači za uvalu Pisak na Malom Brijunu, desno priprema sakupljača za uvalu Javorike na Velom Brijunu, lipanj 2020. godine (snimila Tatjana Bakran-Petricioli).



Slika 5. Transport sakupljača za ličinke školjkaša na mjesto postavljanja u more u uvali Javorike u lipnju 2020. godine (snimila Tatjana Bakran-Petricioli).



Slika 6. Postavljanje sakupljača za ličinke školjkaša u more u uvali Pisak na Malom Brijunu u lipnju 2020. godine, lijevo: ronilac postavlja sidrište, sredina: vidi se prvi sakupljač postavljan 2 m iznad dna; desno: sakupljači u stupcu vode, na vrhu je plovak tj. plastična boca sa zrakom (snimio Mirko Belošević).



Slika 7. Vađenje sakupljača za ličinke školjkaša u Uvali Javorike u prosincu 2020. godine: svaki je sakupljač stavljen u posebnu kadicu da se ne oštete organizmi u obraštaju (snimila Tatjana Bakran-Petricioli)



Slika 8. Odvajanje organizama iz sakupljača za ličinke školjkaša: juvenilne plemenite periske su posebno odvajane, a ostali organizmi su fiksirani u etilnom alkoholu za daljnju obradu u laboratoriju, desno je prikazan samo manji dio prikupljenih uzoraka (snimila Tatjana Bakran-Petricioli).



Slika 9. Juvenilna plemenita periska na mreži sakupljača za ličinke školjkaša. Žive jedinice plemenite periske su posebno odvajane, pažljivo pod vodom izmjerene, stavljene u svježu morsku vodu te kasnije pripremljene za transport u Aquarium Pula (snimila Tatjana Bakran-Petricioli).



Slika 10. Žive juvenilne jedinke plemenite periske su stavljeni u svježu morskou vodu u čvrste plastične vrećice koje su nadopunjene čistim kisikom (lijevo). Tako pripremljene za transport u prenosivom hladnjaku još isti dan su predane djelatnicima Aquariumu Pula (desno; snimila Tatjana Bakran-Petricioli).

3.2. Mjerenje temperature mora

Temperatura mora mjerena je na tri lokacije unutar istraživaniog područja u uvali Javorike na Velom Brijunu: na dubinama 6 i 12 m unutar naselja cimodoceje te na dubini 12 m na području bez vegetacije (pješčano dno). Za mjerenje su korišteni mali temperaturni snimači HOBO® UA-002-64 Data Logger Pendant® Temperature/Light 64K američke tvrtke Onset® Computers, koji mogu dulje vrijeme bilježiti temperaturu mora i spremati podatke u memoriju uređaja. Mjerači su mjerili temperaturu mora svakih sat vremena na 6 m dubine od travnja 2018. do lipnja 2020. godine, a na 12 m dubine od svibnja 2018. do lipnja 2020. godine.

3.3. Determinacija vrsta

Determinacija vrsta napravljena je u Laboratoriju za Biologiju mora na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Pri determinaciji sam koristila nekoliko priručnika: Falciai i Menervini (1996), Milišić (1991), Poppe i Goto (1983), Riedl (1983, 1986) i Teble 1966. Validnost imena vrsta provjerena je na mrežnim stranicama World Register of Marine Species: WoRMS (www.marinespecies.org).

3.4. Statistička obrada podataka i izrada grafičkih prikaza

Za potrebu statističke analize i crtanja grafičkih prikaza svi kvalitativni i kvantitativni rezultati su upisani u tablice u programu Microsoft Excel. Da bi usporedili raznolikost na sakupljačima izračunati su Shannonov indeks raznolikosti (H), Shannonov indeks ujednačenosti (E_H) te Simpsonov indeks raznolikosti (D).

Shannonov indeks (H) koristi se za kvantificiranje specifične bioraznolikosti. Indeks uzima u obzir broj svojti u promatranoj zajednici, u ovom slučaju u uzorku (bogatstvo vrsta) i relativnu brojnost jedinki svake pojedine svojte u uzorku (ujednačenost vrsta). Minimalna vrijednost može biti nula što ukazuje na monokulturu, to je u slučaju da je u uzorku prisutna samo jedna vrsta. Vrijednosti koje su niže od dva ukazuju na nisku raznolikost vrsta, dok vrijednosti koje iznose tri ukazuju na veoma visoku raznolikost. Shannonov indeks raznolikosti korišten je za određivanje raznolikosti vrsta koje su se naselile u obraštaju na sakupljačima.

$$H = -\sum p_i * \ln(p_i)$$

H = Shannonov indeks raznolikosti

\sum = zbroj jedinki svih svojti

ln = prirodni logaritam

p_i = udio jedne vrste unutar ukupnog broja jedinki u zajednici

Shannonov indeks ujednačenosti (E_H) vrsta unutar zajednice daje nam informaciju kolika je sličnost abundancije različitih vrsta u istoj zajednici. Vrijednost je od 0 do 1, gdje 1 označava potpunu ujednačenost abundancija različitih vrsta u zajednici.

$$E_H = H / \ln(S)$$

E_H = Shannonov indeks ujednačenosti

H = Shannonov indeks raznolikosti

\ln = prirodni logaritam

S = ukupan broj svih vrsta unutar zajednice

Za kvantificiranje bioraznolikosti korišten je još i Simpsonov indeks raznolikosti (D). Njegove se vrijednosti također kreću od 0 do 1, gdje vrijednosti bliže 1 označavaju veću bioraznolikost zajednice. Kada je vrijednost 1 onda su jedinke sve iste vrste.

$$D = 1 - \sum (n/N)^2$$

D = Simpsonov indeks raznolikosti

n = brojnost jedinki određene vrste

N = ukupna brojnost svih jedinki zajednice

4. REZULTATI

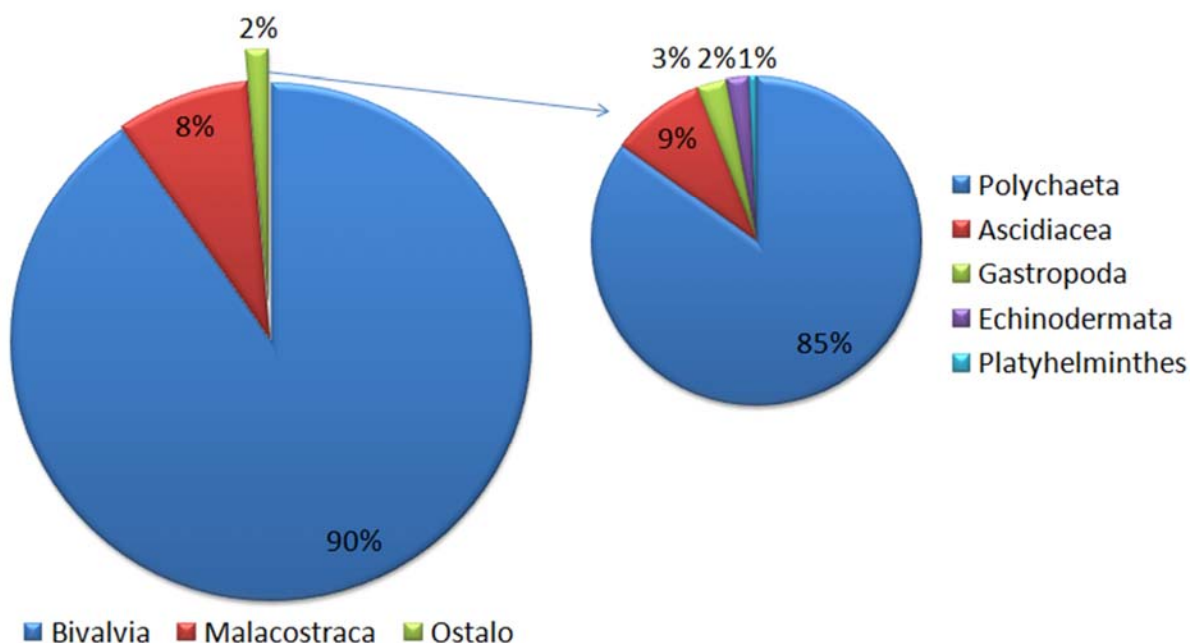
4.1. Sastav i brojnost organizama na sakupljačima

Ukupno je u sakupljačima za ličinke školjkaša u Nacionalnom parku Brijuni, u uvali Javorike na Velom Brijunu i u uvali Pisak na Malom Brijunu identificirano 49 svojti. U uvali Javorike nađeno je 11 svojti koje ne nalazimo u uvali Pisak dok je u uvali Pisak nađeno 6 svojti kojih nema u uvali Javorike (Tablica 1 u Prilogu 1).

Na sakupljačima ličinki školjkaša u uvali Javorike identificirane su 42 svojte makrobentosa (Tablica 1 u Prilogu 1). Prevladavaju školjkaši sa 17 vrsta, te rakovi s 8 svojti. Ostale svojte su u manjoj mjeri prisutne u obraštaju.

Ukupna brojnost u svim replikatima bila je 12.667 jedinki. U sakupljačima na dva metara dubine bilo je ukupno 6.685 jedinki, na četiri metra 3.541, na šest metara 1.186, na osam metara 918 te na deset metara 337 jedinki. Prosječan broj po sakupljaču iznosio je $904,8 \pm 877,4$ jedinki, a prosječan broj jedinki u sakupljačima po dubinama bio je: na dva metara dubine 2.228,3, na četiri metra 1.180,3, na šest metara 395,3, na osam metara 306, te na deset metara 168,5 jedinki.

Što se tiče udjela organizama po brojnosti, u sakupljačima u uvali Javorike ističe se razred Bivalvia s ukupno 90% (11.379 jedinki; Slika 11). Razred Malacostraca zauzima 8% udjela (1.111 jedinke). Ostali udjel od 2% zauzimaju drugi organizmi u obraštaju (177 jedinki) od kojih je najviše bilo Polychaeta (149 jedinke, 84% relativnog udjela), zatim Ascidiacea (16 jedinki, 9% relativnog udjela), te Gastropoda (4 jedinke, 3% relativnog udjela), Echinodermata (3 jedinke 2% relativnog udjela) i Platyhelminthes (1 jedinka, 1% relativnog udjela).



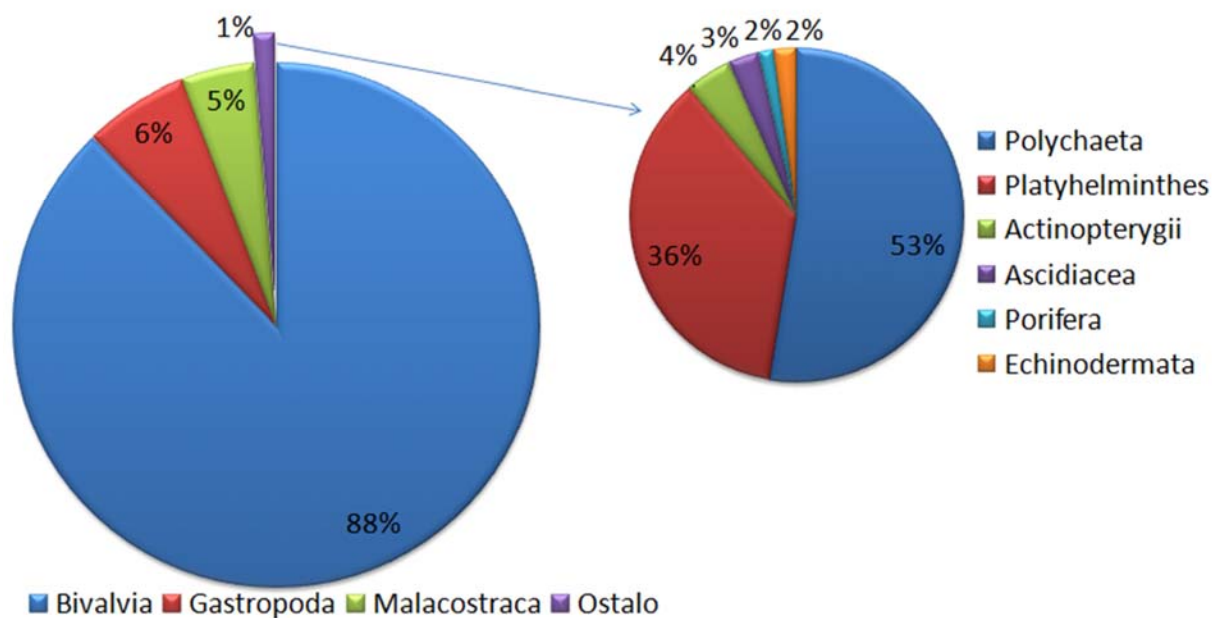
Slika 11. Udio organizama (u postocima) različitih skupina u ukupnoj brojnosti na sakupljačima ličinki u uvali Javorike

Na sakupljačima ličinki školjkaša u uvali Pisak na Malom Brijunu identificirano je 38 svojiti makrobentosa (Tablica 2 u Prilogu 1). Kao i u uvali Javorike prevladavaju mekušci: 15 vrsta školjkaša i 2 vrste puževa te rakovi s 9 svojiti. Ostali organizmi u obraštaju na sakupljačima prisutni su s malim brojem svojiti.

Ukupna brojnost jedinki u svim replikatima iznosi 5.098 jedinki. Na dva metra dubine zabilježene su 3.993 jedinke, a na četiri metra dubine 1.105 jedinke. Prosječan broj jedinki po sakupljaču iznosi $849,7 \pm 866,5$ dok po dubini prosječan broj na dva metra bio 1.331 jedinka, a na četiri metra 368,3 jedinke.

Udjel organizama po brojnosti u sakupljačima sličan je kao i u uvali Javorike: prevladava razred Bivalvia 88% (4.472 jedinki), zatim razred Gastropoda 6% (329 jedinke) te razred Malacostraca 5% (229 jedinke; Slika 12). Preostalih 1% zauzimaju ostali organizmi koji su u manjim udjelima nađeni na obraštaju: Polychaeta (36 jedinki, 53% relativnog udjela), Platyhelminthes (25 jedinki, 36% relativnog udjela), Actinopterygii (3 jedinke, 4% relativnog udjela), Ascidiacea (2 jedinke,

3% relativnog udjela), Porifera (1 jedinka, 2% relativnog udjela) te Echinodermata (1 jedinka, 2% relativnog udjela).



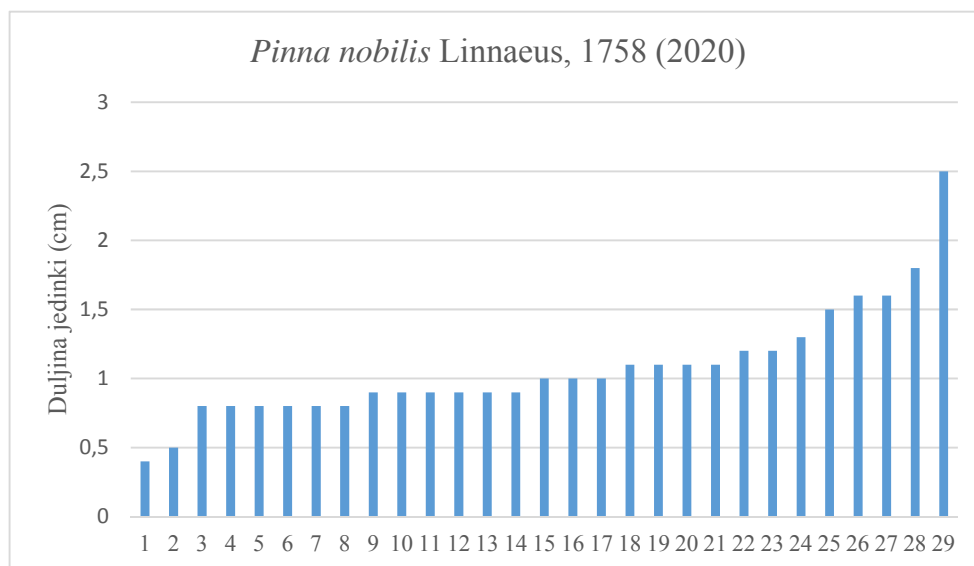
Slika 12. Udio organizama (u postocima) različitih skupina u ukupnoj brojnosti na sakupljačima ličinki u uvali Pisak

4.2. Plemenita periska u sakupljačima ličinki

Ukupno je u ovom istraživanju, provedenom 2020. godine, nađeno 40 juvenilnih plemenitih periski u sakupljačima ličinki u uvali Javorike, od toga je 11 periski bilo oštećeno te ih nije bilo moguće izmjeriti. Jedinke koje su bile cijele, njih 29, izmjerene su i njihova veličina (duljina) je prikazana na Slici 13.

U uvali Javorike postavljeno je ukupno 15 sakupljača (3 x 5), na 5 pregledanih sakupljača nije bilo periski, a 1 je sakupljač potonuo na dno i nije bio upotrebljiv za analizu. Ako uzmemo u obzir sve

juvenilne periske zabilježene u sakupljačima u uvali Javorike (40) onda je na 14 analiziranih sakupljača bilo prosječno 2,86 juvenilnih plemenitih periski po sakupljaču.

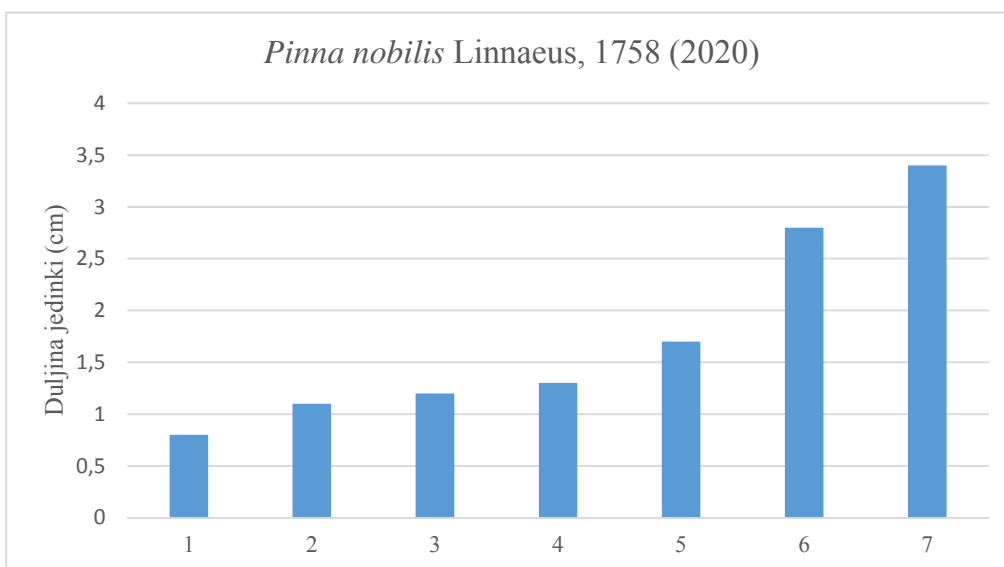


Slika 13. Duljina juvenilnih jedinki plemenite periske na sakupljačima u uvali Javorike (n = 29).

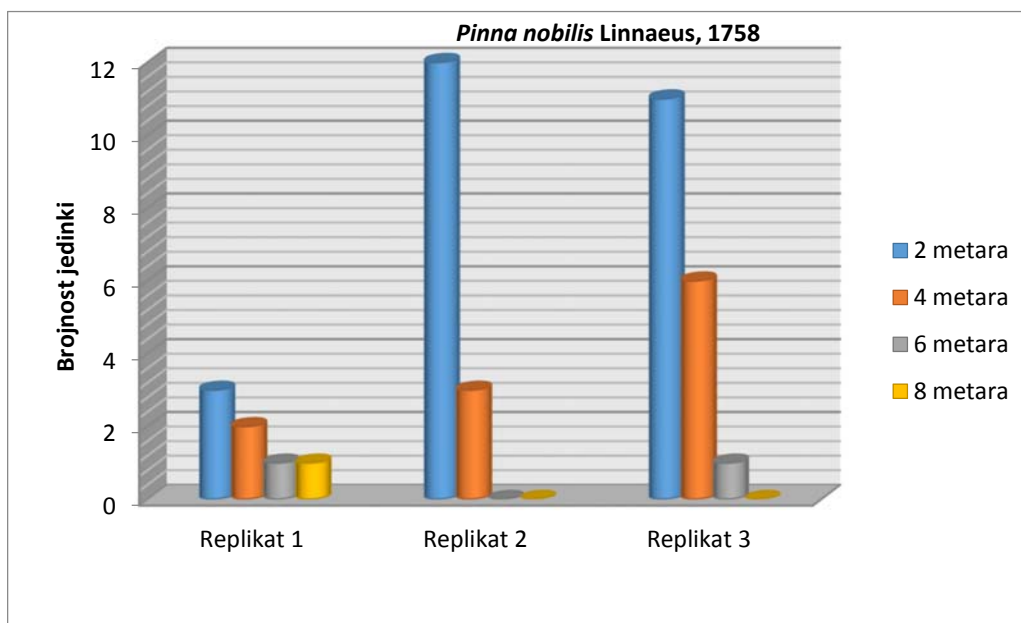
Na sakupljačima u uvali Pisak ukupno je nađeno 11 juvenilnih periski od čega je 4 bilo oštećeno te ih nije bilo moguće izmjeriti. Izmjereno je 7 neoštećenih jedinki i njihova veličina (duljina) je prikazana na Slici 14.

U uvali Pisak je postavljeno ukupno 6 sakupljača (3 x 2), dva sakupljača su potonula na dno i nisu bila upotrebljiva za analizu prihvata ličinki juvenilnih periski. Na četiri sakupljača koje je bilo moguće analizirati bila je bar po jedna juvenilna periska. Ako uzmemo u obzir sve juvenilne periske zabilježene u sakupljačima u uvali Pisak (11) onda je na 4 analizirana sakupljača bilo prosječno 2,75 juvenilnih plemenitih periski po sakupljaču.

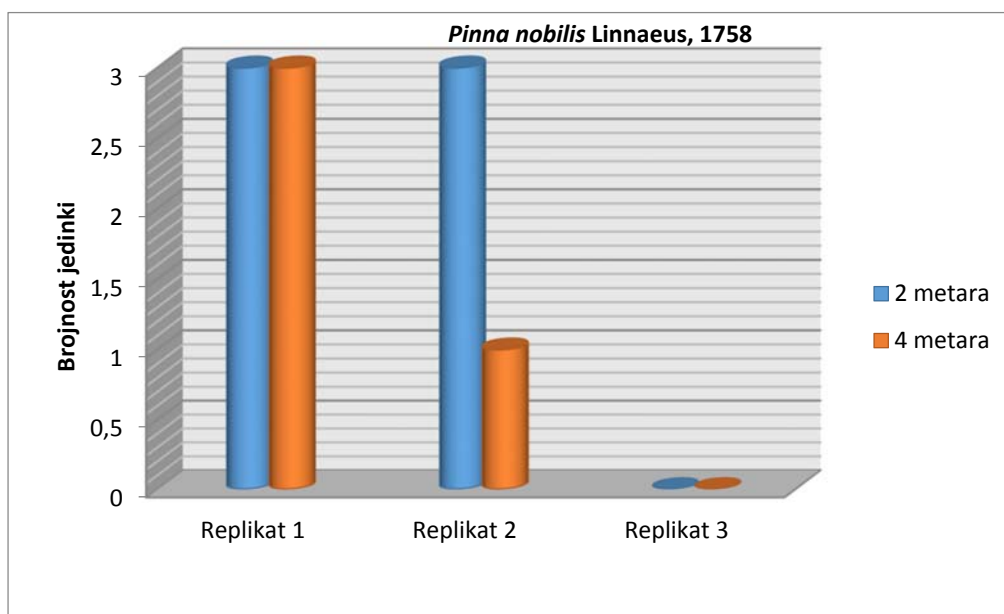
Brojnost jedinki plemenite periske po replikatima i dubinama u uvali Javorike prikazana je na Slici 15, a u uvali Pisak na Slici 16.



Slika 14. Duljina juvenilnih jedinki plemenite periske na sakupljačima u uvali Pisak (n = 7).



Slika 15. Brojnost jedinki plemenite periske po replikatima i dubinama u uvali Javorike (n = 40).



Slici 16. Brojnost jedinki plemenite periske po replikatima i dubinama u uvali Pisak (n = 10)

4.3. Najbrojnije vrste školjkaša na sakupljačima

U sakupljačima u uvali Javorike na 2 metra dubine najbrojnija vrsta bila je *Anadara transversa* (Say, 1882), više od 30 puta brojnija od prve sljedeće vrste. Sljedeće po brojnosti bile su vrste *Musculus costulatus* (Risso, 1826) i *Limaria tuberculata* (Olivi, 1792) (Tablica 1).

Tablica 1. Brojnost vrsta školjkaša na sakupljačima u uvali Javorike na 2 metra dubine

Vrsta	Ukupan broj jedinki na 2 metra dubine
<i>Anadara transversa</i> (Say, 1882)	5832
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	182
<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	107
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	79
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	65
<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	51
<i>Mytilaster minimus</i> (Poli, 1795)	51
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	48
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819	31
<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	26
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	13
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	10
<i>Acanthocardia echinata</i> (Linnaeus, 1758)	3
<i>Flexopecten hyalinus</i> (Poli, 1795)	1
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	1

Vrsta *Anadara transversa* (Say, 1882) bila je također najbrojnija na sakupljačima na dubini od 4 metra. Iza nje slijede vrste *Limaria tuberculata* (Olivi, 1792) i *Musculus costulatus* (Risso, 1826) (Tablica 2).

Tablica 2. Brojnost vrsta školjkaša na sakupljačima u uvali Javorike na 4 metra dubine

Vrsta	Ukupan broj jedinki na 4 metra dubine
<i>Anadara transversa</i> (Say, 1882)	5677
<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	130
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	98
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	85
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	80
<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	31
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	27
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	18
<i>Mytilaster minimus</i> (Poli, 1795)	15
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	13
<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	11
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819	7
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	3
<i>Flexopecten hyalinus</i> (Poli, 1795)	2
<i>Pecten jacobaeus</i> (Linnaeus, 1758)	1

Na dubini od šest metara i dalje je najbrojnija vrsta na sakupljačima *Anadara transversa* (Say, 1882), zatim slijede *Limaria tuberculata* (Olivi, 1792) i *Limaria hians* (Gmelin, 1791) (Tablica 3).

Tablica 3. Brojnost vrsta školjkaša na sakupljačima u uvali Javorike na 6 metara dubine

Vrsta	Ukupan broj jedinki na 6 metara dubine
<i>Anadara transversa</i> (Say, 1882)	338
<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	239
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	75
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	75
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	66
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	37
<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	22
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	12
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	9
<i>Mytilaster minimus</i> (Poli, 1795)	6
<i>Flexopecten hyalinus</i> (Poli, 1795)	3
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819	3
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	2
<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	2

Na dubini od osam metara po brojnošću prevladava *Limaria tuberculata* (Olivi, 1792). Iza nje su po brojnosti vrste *Anadara transversa* (Say, 1882) i *Musculus costulatus* (Risso, 1826) (Tablica 4).

Tablica 4. Brojnost vrsta školjkaša na sakupljačima u uvali Javorike na 8 metara dubine

Vrsta	Ukupan broj jedinki na 8 metara dubine
<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	245
<i>Anadara transversa</i> (Say, 1882)	141
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	74
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	38
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	27
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	27
<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	9
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	2
<i>Mytilaster minimus</i> (Poli, 1795)	2
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	1
<i>Flexopecten hyalinus</i> (Poli, 1795)	1
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	1
<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	1

Na dubini od deset metara manja je brojnost vrsta nego kod ostalih dubina. Najveću brojnost ima vrsta *Limaria tuberculata* (Olivi, 1792). Slijede vrste *Musculus costulatus* (Risso, 1826) i *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791) (Tablica 5).

Tablica 5. Brojnost vrsta školjkaša na sakupljačima u uvali Javorike na 10 metara dubine

Vrsta	Ukupan broj jedinki na 10 metara dubine
<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	80
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	47
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	38
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	30
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	15
<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	3
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	3
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	3
<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	1

U uvali Pisak na sakupljačima na 2 metra dubine najbrojnija vrsta bila je *Anadara transversa* (Say, 1822), kao i u uvali Javorike. Ona je ovdje bila više od 100 puta brojnija nego prva sljedeća vrsta po brojnosti. Slijede vrste *Limaria hians* (Gmelin, 1791) i *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791) (Tablica 6).

Tablica 6. Brojnost vrsta školjkaša na sakupljačima u uvali Pisak na 2 metra dubine

Vrsta	Ukupan broj jedinki na 2 metra dubine
<i>Anadara transversa</i> (Say, 1822)	3524
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	32
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	28
<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	21
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	19
<i>Mytilaster minimus</i> (Poli, 1795)	17
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	13
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	10
<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	9
<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	7
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	3
<i>Flexopecten hyalinus</i> (Poli, 1795)	1
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	1
<i>Modiolus adriaticus</i> Lamarck, 1819	1

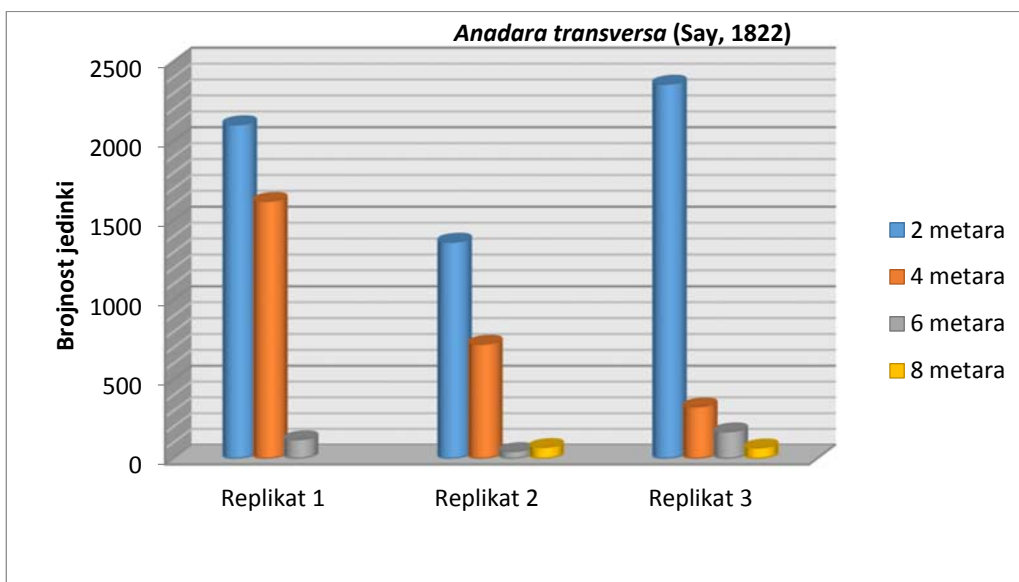
Na dubini 4 metra najbrojnija vrsta je također bila *Anadara transversa* (Say, 1822). Zatim slijede vrste *Limaria hians* (Gmelin, 1791), *Limaria tuberculata* (Olivi, 1792) te *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791) (Tablica 7).

Tablica 7. Brojnost vrsta školjkaša na sakupljačima u uvali Pisak na 4 m dubine

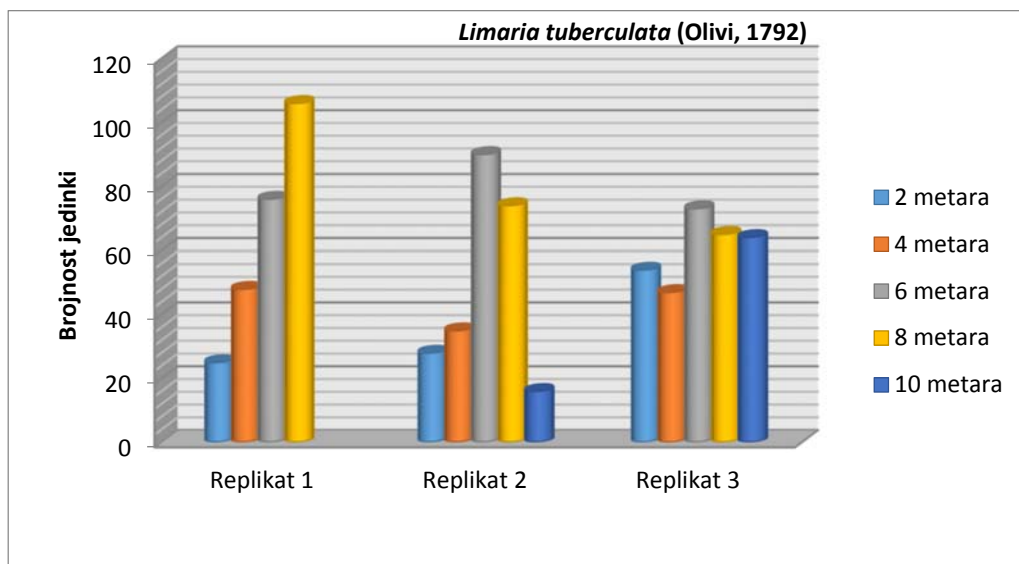
Vrsta	Ukupan broj jedinki na 4 metra dubine
<i>Anadara transversa</i> (Say, 1822)	569
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	84
<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	51
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	43
<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	7
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	7
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	7
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	6
<i>Mytilaster minimus</i> (Poli, 1795)	4
<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	4
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	3
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	3
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819	1

Brojnost jedinki po replikatima i dubinama prikazana je za najbrojnije školjkaše na sakupljačima u uvali Javorike: Slike 17 do 21 i u uvali Pisak: Slike 22 do 26. To su bile vrste *Anadara transversa* (Say, 1822), *Limaria hians* (Gmelin, 1791), *Limaria tuberculata* (Olivi, 1792), *Musculus costulatus* (Risso, 1826) te *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791).

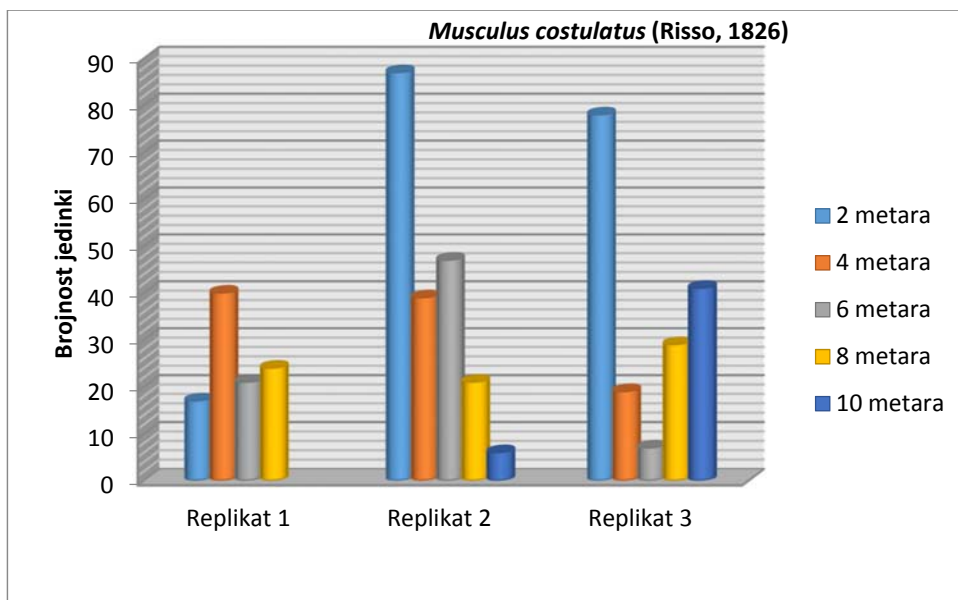
Veličine (duljine) najbrojnih školjkaša u sakupljačima prikazane su u Prilogu 2 (Prilog 2 - Tablica 1, Prilog 2 - Slike 1 do 4).



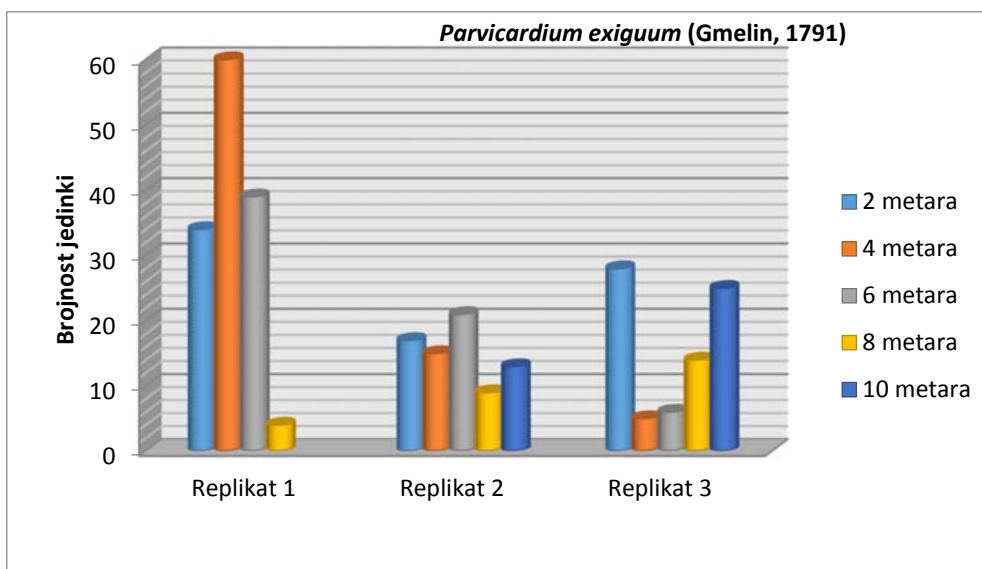
Slika 17. Brojnost jedinki vrste *Anadara transversa* po replikatima i dubinama u uvali Javorike (n =8988).



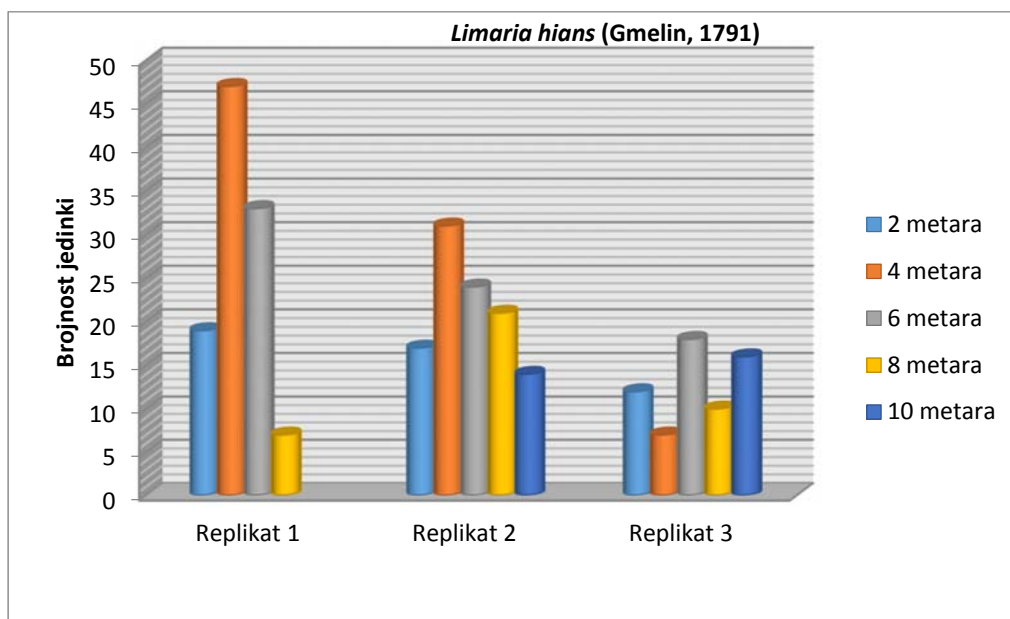
Slika 18. Brojnost jedinki vrste *Limaria tuberculata* po replikatima i dubinama u uvali Javorike (n =801).



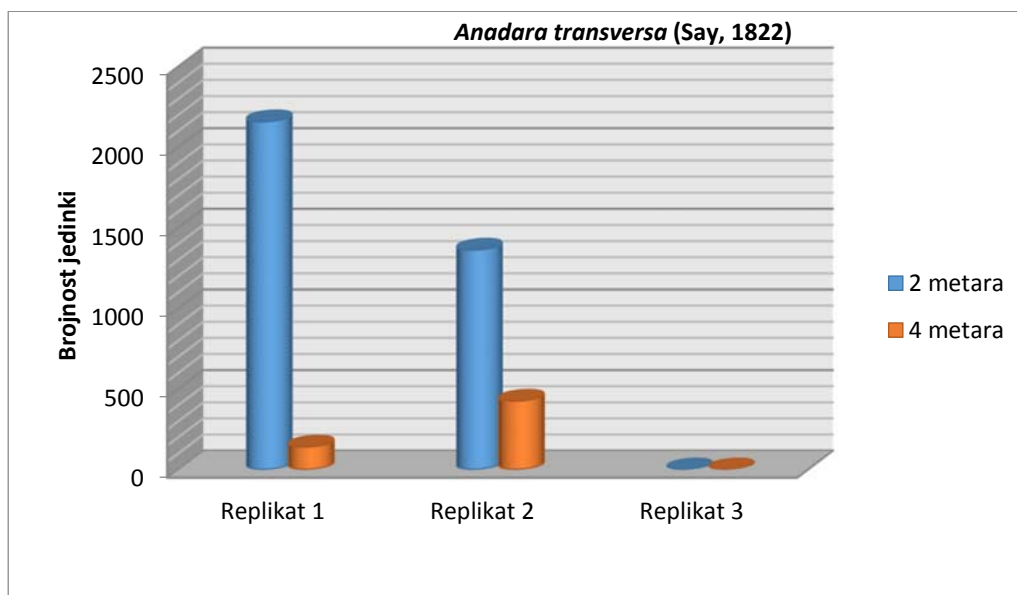
Slika 19. Brojnost jedinki vrste *Musculus costulatus* po replikatima i dubinama u uvali Javorike (n =476).



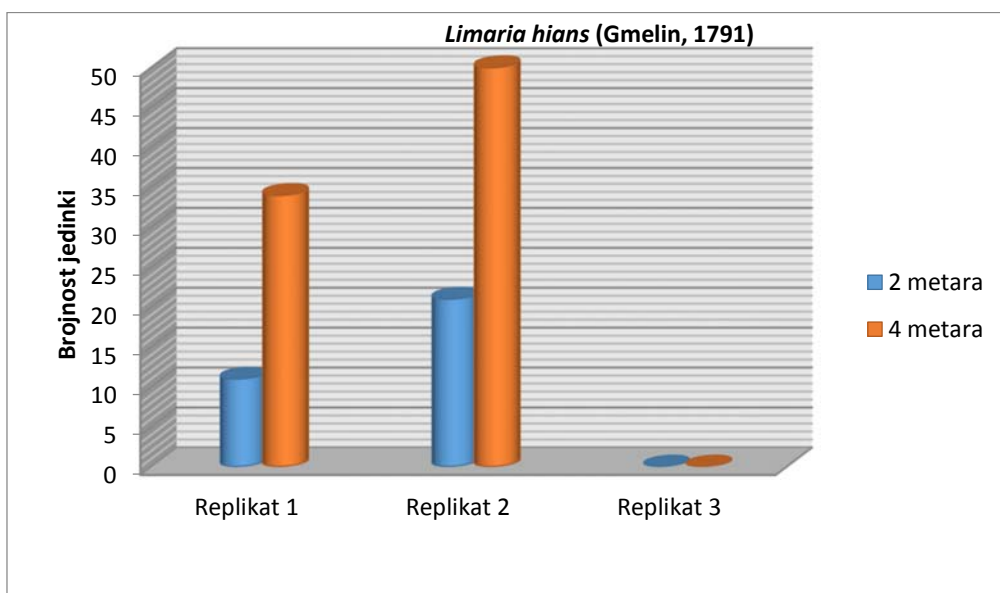
Slika 20. Brojnost jedinki vrste *Parvicardium exiguum* po replikatima i dubinama u uvali Javorike (n =290).



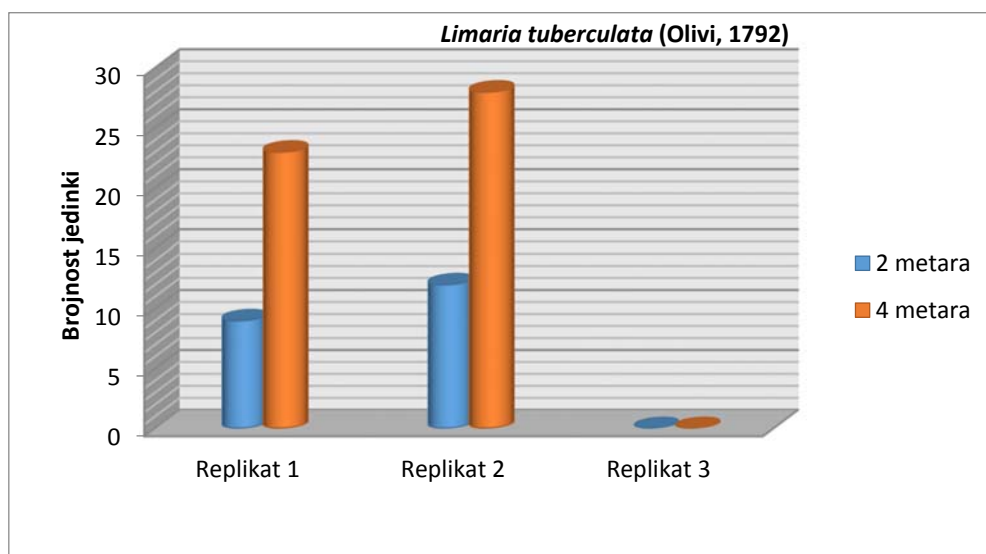
Slika 21. Brojnost jedinki vrste *Limaria hians* po replikatima i dubinama u uvali Javorike (n =276).



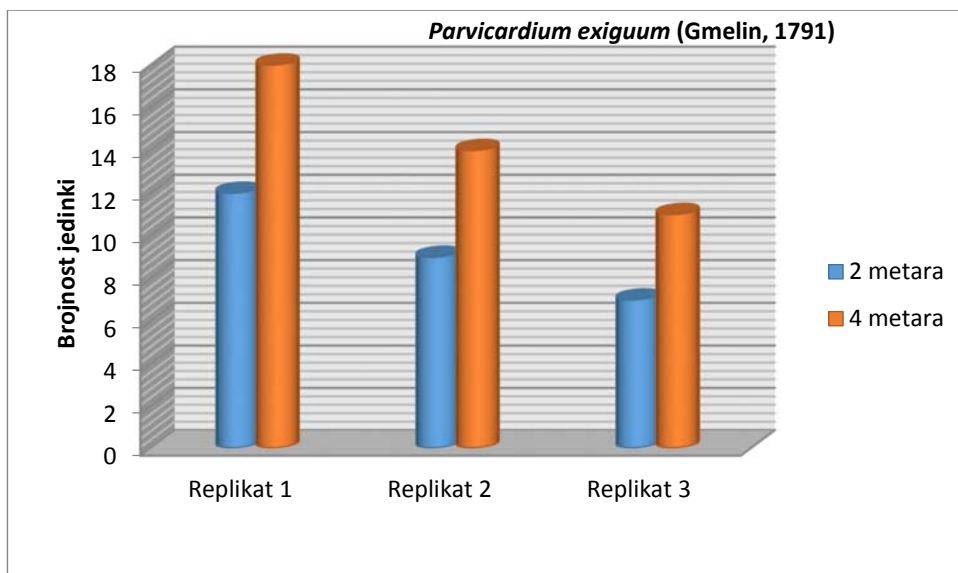
Slika 22. Brojnost jedinki vrste *Anadara transversa* po replikatima i dubinama u uvali Pisak (n =4093).



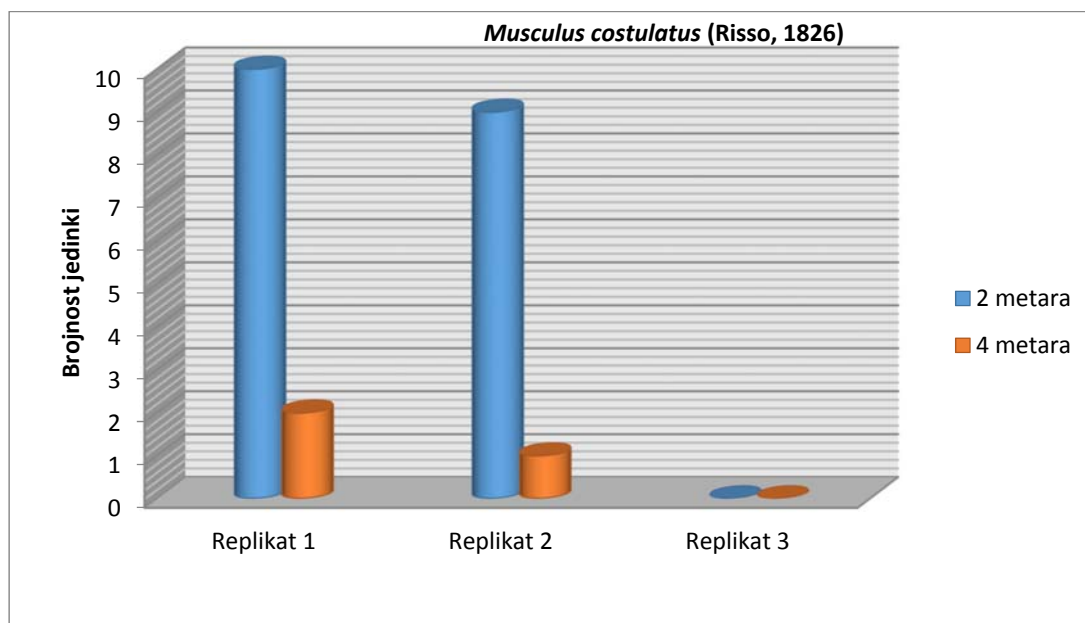
Slika 23. Brojnost jedinki vrste *Limaria hians* po replikatima i dubinama u uvali Pisak (n =116).



Slika 24. Brojnost jedinki vrste *Limaria tuberculata* po replikatima i dubinama u uvali Pisak (n =72).



Slika 25. Brojnost jedinki vrste *Parvicardium exiguum* po replikatima i dubinama u uvali Pisak (n =71).



Slika 26. Brojnost jedinki vrste *Musculus costulatus* po replikatima i dubinama u uvali Pisak (n =22).

4.4. Raznolikost obraštajne zajednice na sakupljačima

Raznolikost kao i ujednačenost obraštajne zajednice na sakupljačima ličinki za uvalu Javorike prikazana je u Tablici 8, a za uvalu Pisak u Tablici 9. Indeksi su izračunati za svaku lokaciju za ukupnu obraštajnu zajednicu, a zatim za svaku dubinu posebno.

Tablica 8. Raznolikost i ujednačenost obraštajne zajednice na sakupljačima ličinki u uvali Javorike.

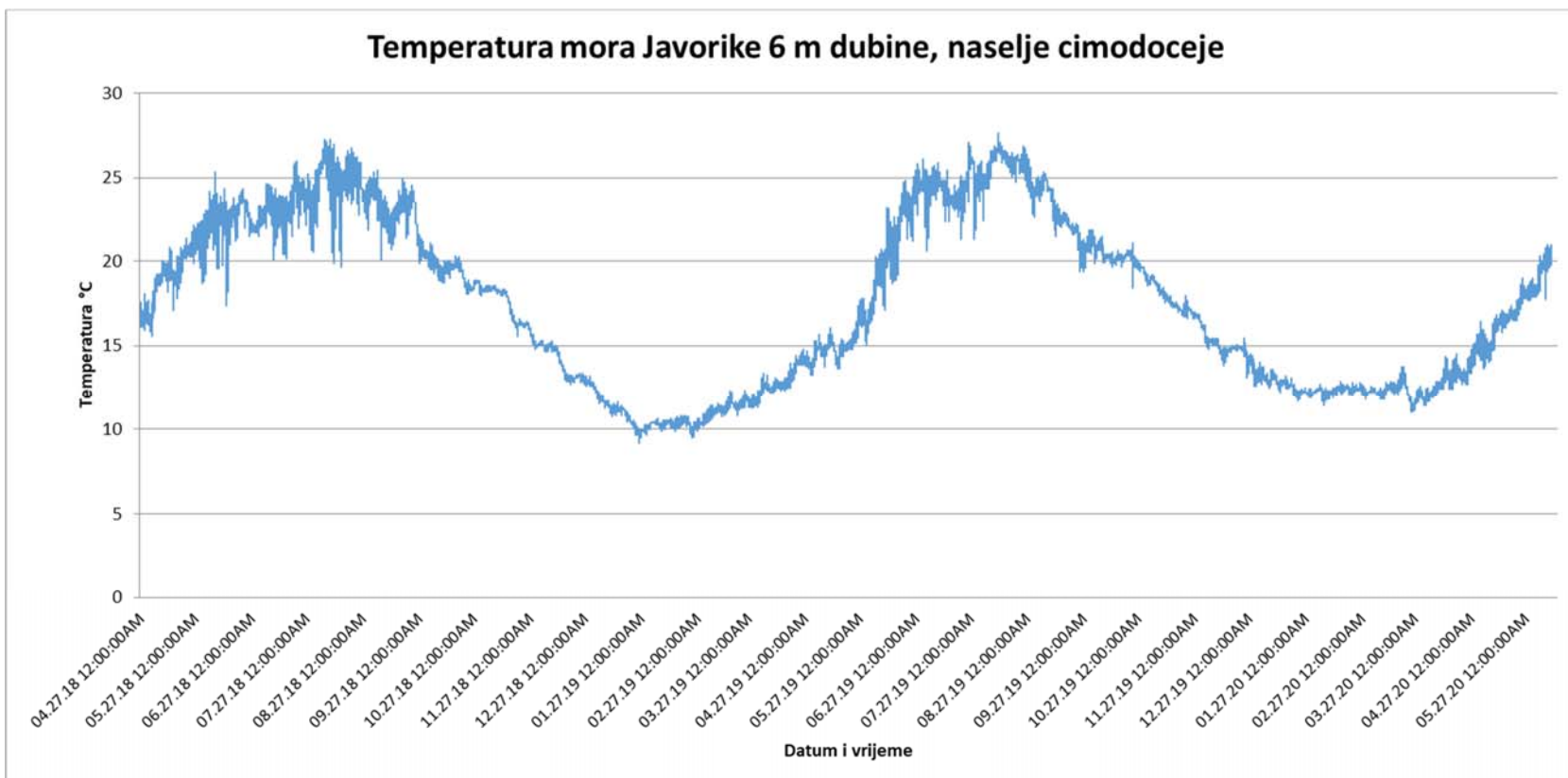
Indeks	Dubina	Ukupno	2 m	4 m	6 m	8 m	10 m
Shannonov indeks raznolikosti (H)		1,29	0,69	1,13	2,14	2,09	2,14
Shannonov indeks ujednačenosti (E_H)		0,36	0,23	0,35	0,67	0,74	0,77
Simpsonov indeks raznolikosti (D)		0,49	0,24	0,42	0,83	0,84	0,86

Tablica 9. Raznolikost i ujednačenost obraštajne zajednice na sakupljačima ličinki u uvali Pisak.

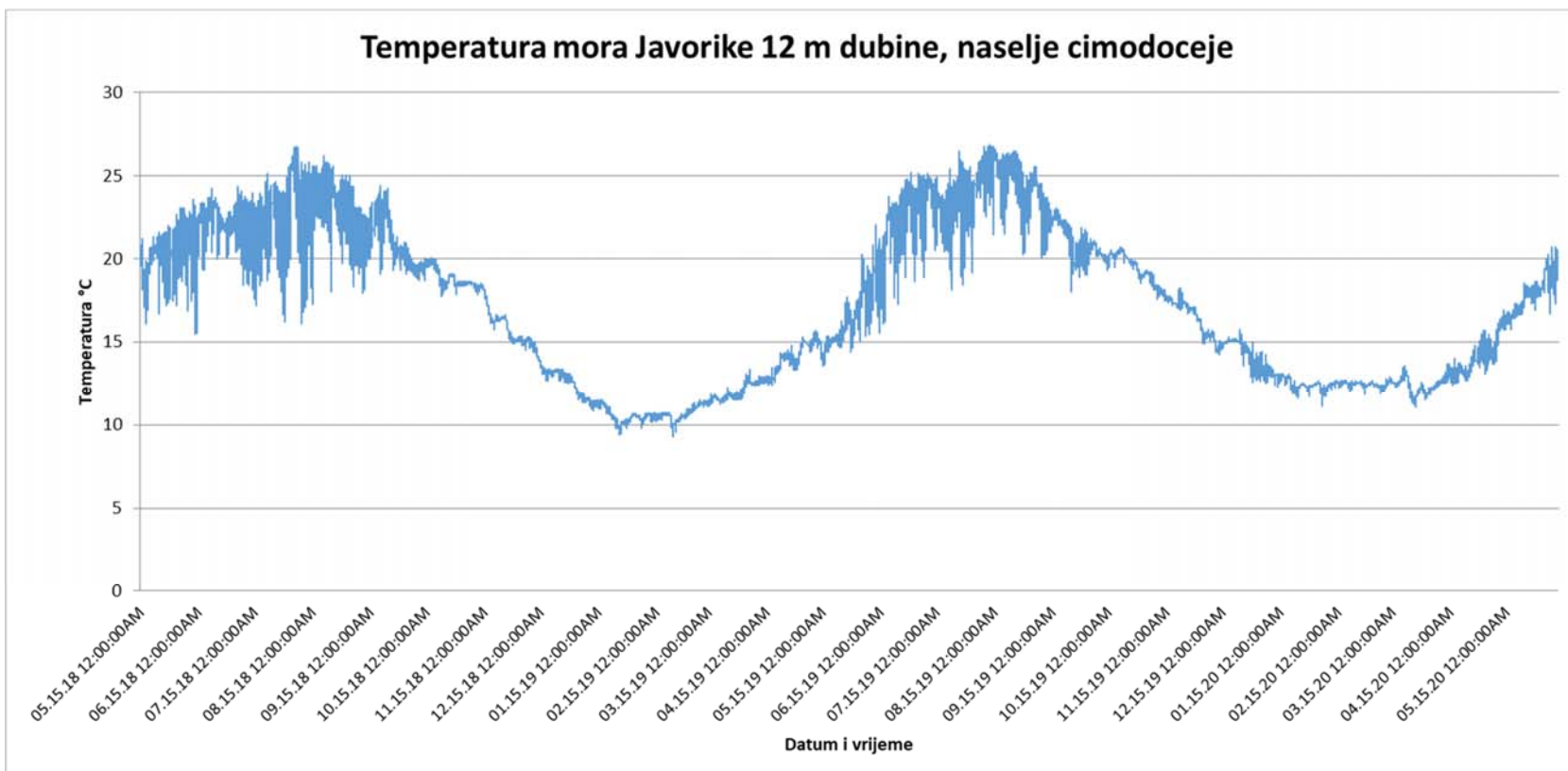
Indeks	Dubina	Ukupno	2 m	4 m
Shannonov indeks raznolikosti (H)		0,98	0,67	1,74
Shannonov indeks ujednačenosti (E_H)		0,28	0,19	0,54
Simpsonov indeks raznolikosti (D)		0,35	0,22	0,69

4.5. Temperatura mora

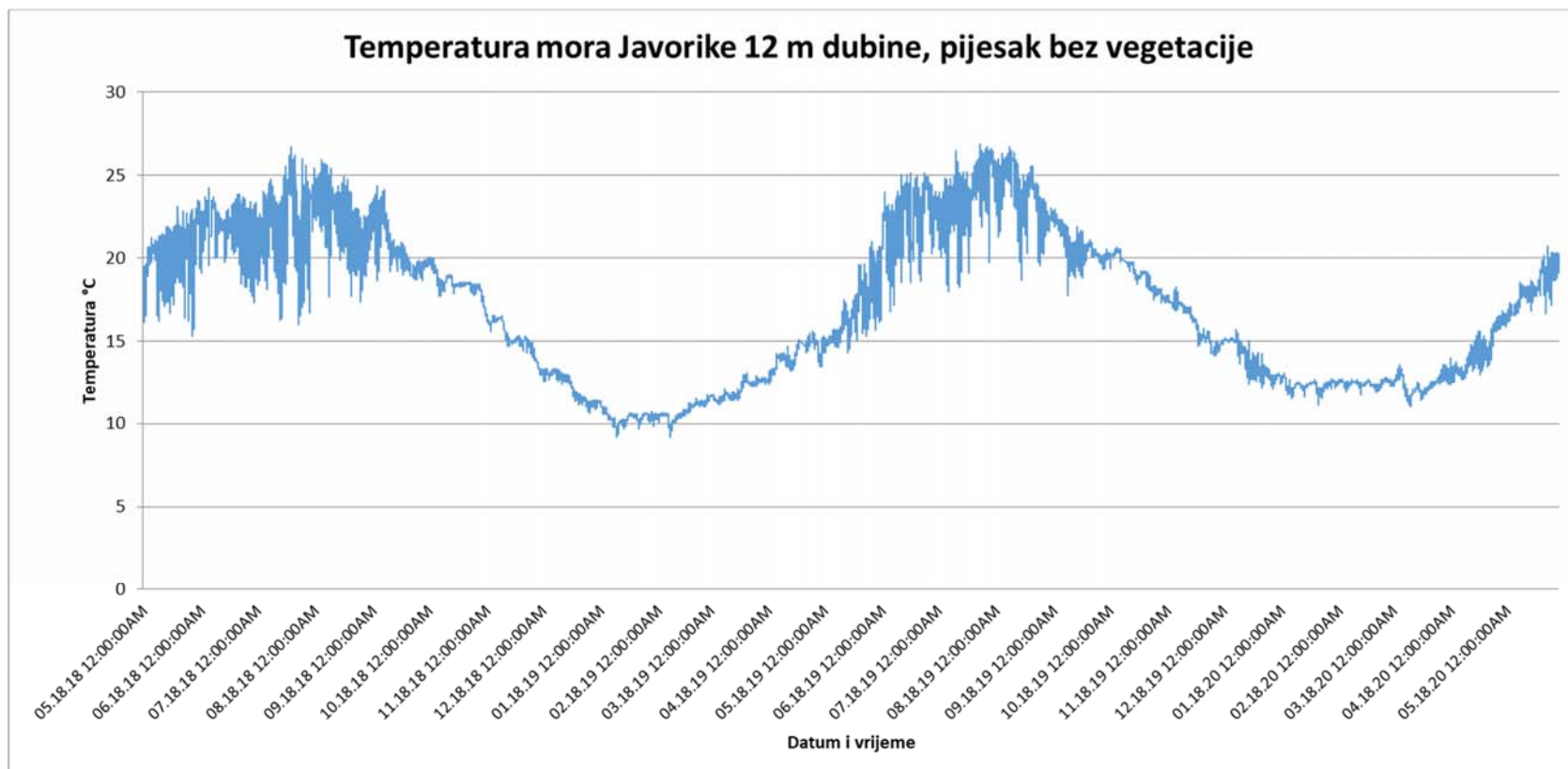
Rezultati mjerenja temperature mora u uvali Javorike mjereni kroz dvije godine (travanj 2018. do lipanj 2020. godine) prikazani su na Slikama 27 do 29. Na 6 m dubine u naselju cimodoceje najniža zabilježena temperatura bila je 9,2°C 26. siječnja 2019., a najviša 27,7 °C 11. kolovoza 2019. godine. Na 12 m dubine u naselju cimodoceje najniža zabilježena temperatura bila je 9,3°C 24. veljače 2019., a najviša 26,9 °C 12. kolovoza 2019. godine, a na 12 m dubine na dnu bez vegetacije najniža zabilježena temperatura bila je 9,2°C 26. siječnja i 24. veljače 2019., a najviša 26,9 °C 9. kolovoza 2019. godine.



Slika 27. Temperatura mora u uvali Javorike na 6 m dubine u naselju cimodočeje, zabilježena trajnim temperaturnim snimačima u periodu od dvije godine, od travnja 2018. do lipnja 2020. godine (interval bilježenja je bio 1 sat).



Slika 28. Temperatura mora u uvali Javorike na 12 m dubine u naselju cimodoceje, zabilježena trajnim temperaturnim snimačima u periodu od dvije godine, od svibnja 2018. do lipnja 2020. godine (interval bilježenja je bio 1 sat).



Slika 29. Temperatura mora u uvali Javorike na 12 m dubine na pijesku bez vegetacije, zabilježena trajnim temperaturnim snimačima u periodu od dvije godine, od svibnja 2018. do lipnja 2020. godine (interval bilježenja je bio 1 sat).

5. RASPRAVA

Istraživane lokacije u ovom radu: uvala Javorike na otoku Veli Brijun i uvala Pisak na otoku Mali Brijun, u sklopu su Nacionalnog parka Brijuni. To je bilo vrlo pogodno kao područje istraživanja jer na njima, s obzirom na zaštitu, nisu dozvoljene aktivnosti kao što su: kupanje, sidrenje, ribolov, što bi moglo utjecati na rezultate rada. Sakupljači za ličinke školjkaša postavljeni 2020. godine u okviru ovog rada bili su prvenstveno namijenjeni za praćenje mrijesta plemenite periske, no i ovdje se, kao i u radu Kujundžić (2022), koja je pratila naseljavanje na sakupljače u uvali Javorike 2019. godine, pokazalo da se u obraštaju naselilo puno drugih organizama. Ukupno je na obje lokacije zabilježeno 49 svojti u obraštaju (42 u uvali Javorike i 38 u uvali Pisak; Tablice 1 i 2 u Prilogu 1) dok je Kujundžić 2019. godine zabilježila 36 svojti u obraštaju sakupljača u uvali Javorike.

Na obje istraživane lokacije su u obraštaju po brojnosti i po broju vrsta prevladavali školjkaši. U uvali Javorike 90% udjela zauzimaju Bivalvia (17 vrsta), zatim slijede Malacostraca sa 8% udjela, a ostali dio (2%) su Polychaeta, Ascidiacea, Gastropoda, Echinodermata i Platyhelminthes. U uvali Pisak školjkaša je bilo 88% udjela po brojnosti (15 vrsta), Gastropoda 6%, Malacostraca 5% dok su 1% činili Polychaeta, Platyhelminthes, Actinopterygii, Ascidiacea, Porifera i Echinodermata.

Ukupna brojnost svih organizama u sakupljačima u uvali Javorike bila je 12.667 jedinki (prosječan broj po sakupljaču bio je $904,8 \pm 877,4$ jedinki), a u uvali Pisak 5.098 jedinki (prosječan broj po sakupljaču iznosi $849,7 \pm 866,5$). Te su vrijednosti značajno više nego kod Kujundžić (2022), koja je ukupno zabilježila 3.731 jedinki u sakupljačima (prosječan broj po sakupljaču iznosio je $414,6 \pm 102,9$). To se može pripisati značajnom porastu brojnost školjkaša *Anadara transversa* (Say, 1882) na dubinama 2 i 4 metra, npr. u uvali Javorike na 2 metra dubine bila je više od 30 puta brojnija od prve sljedeće vrste (Tablica 1). Na sakupljačima u uvali Javorike u 2019. godini prosječan broj ove vrste po sakupljaču iznosio je $44,9 \pm 38,7$ jedinki (Kujundžić, 2022) dok je u ovom radu u sakupljačima 2020. taj broj narastao na $642 \pm 851,4$ jedinki po sakupljaču za uvalu Javorike te na $1.023 \pm 920,2$ jedinki po sakupljaču za uvalu Pisak.

Vrsta *Anadara transversa* (Say, 1822) je invazivna vrsta u Sredozemnom moru koja se rasprostire od Turske do Jadranskog mora (Albano i sur., 2009), Prvi put je zabilježena na Mediteranu 1972.

godine u Turskoj kao *Arca amygdalum* (Demir, 1977). U Hrvatskoj je po prvi put 2011. godine pronađeno šest primjeraka ove vrste na muljevitom dnu Limskog zaljeva na 4,4 metra dubine (Nerlović i sur., 2012). Smatra se kako je unesena kao neciljana vrsta među školjkašima koji se uzgajaju u marikulturu i/ili u obraštaju na brodovima i/ili kao ličinke u balastnim vodama (Crocetta, 2009). *Anadara transversa* je oportunistička vrsta koja se može prilagoditi na degradirana staništa pa čak i kontaminirana područja kao što su luke (Zenetos, 1994). U obraštaju ova se vrsta uspješnije natječe za hranu od autohtonih vrsta, naročito kamenice (Fernandez- Rodrigez i sur., 2016). Rezultati ovog rada ukazuju na značajan porast broja jedinki ove vrste u sakupljačima ličinki školjkaša u Nacionalnom parku Brijuni u samo godinu dana te potvrđuju njen invazivni potencijal. Ova vrsta svojim brzim razmnožavanjem i naseljavanjem na sakupljače zauzima stanište autohtonim školjkašima, a pogotovo plemenitoj periski.

Ovako visoki brojevi jedinki vrste *Anadara transversa* u sakupljačima utjecali su i na indekse raznolikosti i ujednačenosti, što se dobro vidi kad se rezultati izračunatih indeksa usporede s rezultatima iz 2019. godine (Kujundžić, 2022), kad je vrsta *Anadara transversa* bila prisutna ali se nije posebno isticala brojnošću. Shannonov indeks raznolikosti za uvalu Javorike (ukupni rezultati) u ovom istraživanju $H = 1,29$ i Simpsonov indeks raznolikosti $D = 0,49$ (Tablica 8) niži su od vrijednosti izračunatih za 2019. godinu u uvali Javorike $H = 2,47$ i $D = 0,895$ (Kujundžić, 2022), što ukazuje na nižu raznolikost u ovom istraživanju. Shannonov indeks ujednačenosti u ovom istraživanju pokazuje da brojnost invazivne vrste *Anadara transversa* direktno utječe na ujednačenost abundancije različitih vrsta. Naime na dubinama na kojima ova vrsta dominira u obraštaju u obje uvale vrijednosti za E_H su znatno manje: $E_H = 0,23$ za dubinu 2 metra i $E_H = 0,35$ za dubinu 4 metra u uvali Javorike (Tablica 8) te $E_H = 0,19$ za dubinu 2 metra i $E_H = 0,54$ za dubinu 4 metra u uvali Pisak (Tablica 9). Za razliku od toga na većim dubinama u uvali Javorike vrijednosti za E_H su bitno veće: $E_H = 0,74$ za dubinu 8 metra i $E_H = 0,77$ za dubinu 10 metra (Tablica 8). Isto tako se u Tablicama 8 i 9 vidi da s dubinom, kako pada broj jedinki vrste *Anadara transversa*, raste i raznolikost: $H = 0,69$ i $D = 0,24$ za dubinu 2 metra, $H = 1,13$ i $D = 0,42$ za dubinu 4 metra, $H = 2,14$ i $D = 0,83$ za dubinu 6 metara, $H = 2,09$ i $D = 0,84$ za dubinu 8 metara i $H = 2,14$ i $D = 0,86$ za dubinu 10 metara.

Ukupno na postavljenim sakupljačima u uvali Javorike uz vrstu *Anadara transversa* (8988 jedinki, Slika 17), najbrojnije vrste školjkaša bile su još *Limaria tuberculata* (801 jedinka, Slika 18),

Musculus costulatus (476 jedinki, Slika 19), *Parvicardium exiguum* (290 jedinki, Slika 20) i *Limaria hians* (276 jedinki, Slika 21).

Obraštaj u kojem ima puno školjkaša pogodno je stanište za pokretnu faunu, naročito rakove, koji školjkaše koriste kao hranu ili sklonište. Najbrojnije vrste rakova u uvali Javorike bili su *Pisidia longicornis* (774 jedinke) te *Pilumnus hirtellus* (235 jedinki).

U uvali Pisak na svim sakupljačima koji su postavljeni, uz najbrojniju vrstu *Anadara transversa* (4093 jedinke, Slika 22), slijede školjkaši *Limaria hians* (116 jedinki, Slika 23), *Limaria tuberculata* (72 jedinke, Slika 24), *Parvicardium exiguum* (71 jedinka, Slika 25) i *Musculus costulatus* (22 jedinke, Slika 26).

Također i u uvali Pisak u obraštaju je bio veliki broj rakova ali i puževa. Najbrojniji rakovi su bili *Pisidia longicornis* (66 jedinki) i *Pilumnus hirtellus* (63 jedinke). Od puževa najbrojnija vrsta je bila *Bittium reticulatum* (328 jedinki). Ovdje se velik broj puževa u obraštaju može objasniti time da je replikat na kojem su zabilježeni puževi završio na dnu pa su na tom sakupljaču bile prisutne i alge i puževi. Naime, u uvali Pisak dno mora je vrlo plitko, na svega 6 metara dubine te zato tu i nisu postavljeni sakupljači dublje od 4 metra dubine.

Na sakupljačima koji su postavljeni u ovom istraživanju zabilježeno je i izdvojeno ukupno 40 juvenilnih plemenitih periski u uvali Javorike (Prilog 1- tablica 1) te 11 jedinki u uvali Pisak (Prilog 1- Tablica 2). Nažalost, dosta je jedinki bilo oštećeno tako da je bilo moguće izmjeriti veličinu za 29 jedinki u uvali Javorike te za 7 jedinki u uvali Pisak. Veličina juvenilnih plemenitih periski u uvali Javorike bila je od 0,4 do 2,5 cm (n=29, Slika 13), a u uvali Pisak 0,8 do 3,4 cm (n=7, Slika 14). Kujundžić (2022) je 2019. godine u sakupljačima u uvali Javorike zabilježila 72 jedinke plemenite periske veličine od 0,4 do 6,3 cm. Ako uzmemo u obzir sve juvenilne periske zabilježene u sakupljačima 2020. godine onda je prosječno po sakupljaču u uvali Javorike (n=40) zabilježeno 2,86 juvenilnih plemenitih periski, a u uvali Pisak (n=11) 2,75 juvenilnih plemenitih periski. U istraživanju Kujundžić (2022) provedenom 2019. godine, prije nego je nastupio masovni pomor ove vrste u sjevernom Jadranu, zabilježeno je prosječno 8 juvenilnih plemenitih periski po sakupljaču (n=72). To smanjenje broja juvenilnih plemenitih periski u toku svega jedne godine sa prosječno 8 jedinki (2019.) na svega 2,86, odnosno 2,75 jedinki po sakupljaču (2020.) te smanjenje maksimalne dosegnute veličine sa 6,3 cm (2019.) na 2,5 odnosno 3,4 cm (2020.) ukazuje na to da se u okolišu 2020. nalazilo manje odraslih jedinki koje se razmnožavaju te na sporiji rast juvenilnih

jedinki koje su se 2020. godine prihvatile na sakupljačima. To se može povezati s masovnim pomorima plemenite periske koji su u proljeće 2020. već zahvatili sjeverni Jadran, pa tako i Brijune, ali i s velikim brojem invazivnog školjkaša *Anadara transversa* u sakupljačima što je sigurno doprinijelo kompeticiji za hranu i posljedično tome sporijem rastu juvenilnih plemenitih periski u sakupljačima. Poznato je da je taj prvi period rasta izrazito važan za male periske jer one najbrže rastu do prve godine života (Basso i sur., 2015).

Brojnost jedinki po dubinama u obje istraživane uvale (Slike 15 i 16) pokazuje da su ličinke češće prisutne u plićim sakupljačima što je u skladu s nalazom Kersting i Garcia-March (2017) da ličinke plemenite periske preferiraju sakupljače na manjim dubinama. Od ukupno 51 jedinke plemenite periske prikupljene u sakupljačima u uvalama Javorike i Pisak u NP Brijuni 2020. godine, samo je 19 jedinki bilo živo, te su one cijele i neoštećene pažljivo prebačene u Aquarium Pula. Nažalost, do kraja ljeta 2021. sve su te juvenilne periske uginule, a provedena analiza pokazala je da su sve bile zaražene s truskovcem *Haplosporidium pinnae* (interno izvješće Aquariuma Pula).

Ovo istraživanje pokazuje da sakupljači ličinki školjkaša ne mogu spasiti vrstu *Pinna nobilis* od izumiranja jer je nalaz juvenilnih periski u njima malobrojan i njihovo preživljavanje u akvarijskim uvjetima slabo, no mogu nam dati vrijedan podatak da li u okolišu ima odraslih plemenitih periski koje se razmnožavaju. Također, sakupljači su na neki način sonda za uvjete u okolišu, posebno za napredovanje invazivnih vrsta kao što je u ovom slučaju vrsta *Anadara transversa*, koja kompeticijom za hranu i prostor ugrožava plemenitu perisku, a i druge školjkaše u njihovim juvenilnim fazama.

6. ZAKLJUČCI

- Na sakupljačima ličinki školjkaša 2020. godine u uvali Javorike zabilježeno je ukupno 40 juvenilnih plemenitih periski u uvali Javorike te 11 jedinki u uvali Pisak. Prosječno po sakupljaču u uvali Javorike zabilježeno je 2,86, a u uvali Pisak 2,75 juvenilnih plemenitih periski. Veličina juvenilnih plemenitih periski u uvali Javorike bila je od 0,4 do 2,5 cm, a u uvali Pisak 0,8 do 3,4 cm.
- Smanjenje broja juvenilnih periski s prosječno 8 jedinki 2019. na svega 2,86, odnosno 2,75 po sakupljaču 2020. te smanjenje maksimalne dosegnute veličine (sa 6,3 cm na 2,5 odnosno 3,4) u odnosu na 2019. ukazuje na manje odraslih jedinki koje se razmnožavaju u okolini zbog masovnih pomora ove vrste koji su u ljeto 2020. zahvatili i sjeverni Jadran, te na sporiji rast juvenilnih jedinki koje su se 2020. godine prihvatile na sakupljačima.
- Na sakupljačima ličinki školjkaša u uvali Javorike zabilježene su 42 svojte makrobentosa. Najbrojniji su školjkaši sa 17 vrsta (90%, ukupno 11.376 jedinki), zatim 8 svojti rakova (8%, ukupno 1.113 jedinke), a ostalih 17 svojti (2%, ukupno 178 jedinki) su prisutne pojedinačno. U uvali Pisak zabilježeno je 38 svojti, također su najbrojniji školjkaši s 15 vrsta (88%, ukupno 4.472 jedinke), zatim 9 svojti rakova (6%, ukupno 365 jedinki), 2 svojte puževa (5%, ukupno 229 jedinki) dok je ostalih 14 svojti (1%, ukupno 32 jedinke) prisutno pojedinačno.
- Među školjkašima dominirala je invazivna vrsta *Anadara transversa* (ukupno 8.988 jedinki u uvali Javorike te ukupno 4.093 jedinke u uvali Pisak). Prosječan broj ove vrste po sakupljaču u 2019. iznosio je $44,9 \pm 38,7$ jedinki dok je 2020. taj broj narastao na $642 \pm 851,4$ jedinki po sakupljaču za uvalu Javorike te na $1.023 \pm 920,2$ jedinki po sakupljaču za uvalu Pisak. Intenzivno razmnožavanje i brzo širenje ove vrste ukazuje na njen izraziti invazivni potencijal i opasnost za plemenitu perisku i druge školjkaše zbog kompeticije za hranu i stanište.
- Shannonov indeks ($H = 1,29$) i Simpsonov indeks ($D = 0,49$) raznolikosti ukazuju na smanjenje raznolikosti zajednice u obraštaju u uvali Javorike u odnosu na istraživanje iz 2019. Shannonov indeks ujednačenosti pokazuje da brojnost invazivne vrste *Anadara*

transversa direktno utječe na ujednačenost jer na dubinama na kojima ova vrsta dominira u obraštaju u obje uvale vrijednosti za E_H su znatno manje. Najniža vrijednost $E_H = 0,19$ zabilježena je za dubinu 2 metra u uvali Pisak gdje je najveća brojnost ove invazivne vrste. Po dubini, kako se smanjuje broj jedinki invazivne vrste, indeksi raznolikosti zajednice rastu.

- Sakupljači ličinki školjkaša, zbog malog broja ličinki i njihovog slabog preživljavanja u akvarijskim uvjetima, ne mogu spasiti plemenitu perisku od izumiranja no mogu dati vrijedan podatak da li u okolišu ima odraslih plemenitih periski koje se razmnožavaju. Također, sakupljači su na neki način sonda za uvjete u okolišu, posebno za napredovanje invazivnih vrsta kao što je u ovom slučaju vrsta *Anadara transversa*.

LITERATURA

- Acarli, S., Acarli, D., Kale, S. (2020) Current Status of Critically Endangered Fan Mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) Population in Çanakkale Strait, Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin* 10 (1), 62-70. doi.org/10.33714/masteb.793885
- Albano, P. G., Rinaldi, E., Evangelisti, F., Kuan, M., Sabelli, B. (2009) On the identity and origin of *Anadara demiri* (Bivalvia: Arcidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89 (6), 1289-1298.
- Basso, L., Vázquez-Luis, M., García-March, J.R., Deudero, S., Alvarez, E., Vicente, N., Duarte, C.M., Hendriks, I.E. (2015) The Pen Shell, *Pinna nobilis* *Advances in Marine Biology*. Elsevier, str. 109–160. doi.org/10.1016/bs.amb.2015.06.002
- Box, A., Capó, X., Tejada, S., Catanese, G., Grau, A., Deudero, S., Sureda, A., Valencia, J.M., (2020) Reduced Antioxidant Response of the Fan Mussel *Pinna nobilis* Related to the Presence of *Haplosporidium pinnae*. *Pathogens* 9, 932. doi.org/10.3390/pathogens9110932
- Butler, A.J., Vicente, N., De Gaulejac, B. (1993) Ecology of the pteroid bivalves *Pinna bicolor* Gmelin and *Pinna nobilis* Linnaeus. *Marine Life* 3, 37–45.
- Cabanellas-Reboredo, M., Deudero, S., Alós, J., Valencia, J.M., March, D., Hendriks, I.E., Álvarez, E. (2009) Recruitment of *Pinna nobilis* (Mollusca: Bivalvia) on artificial structures. *Marine Biodiversity Records* 2, e126. doi.org/10.1017/S1755267209001274
- Carella, F., Aceto, S., Pollaro, F., Miccio, A., Iaria, C., Carrasco, N., Prado, P., De Vico, G. (2019) A mycobacterial disease is associated with the silent mass mortality of the pen shell *Pinna nobilis* along the Tyrrhenian coastline of Italy. *Scientific Reports* 9, 2725. doi.org/10.1038/s41598-018-37217-y
- Carella, F., Antuofermo, E., Farina, S., Salati, F., Mandas, D., Prado, P., Panarese, R., Marino, F., Fiocchi, E., Pretto, T., De Vico, G. (2020) In the Wake of the Ongoing Mass Mortality Events: Co-occurrence of *Mycobacterium*, *Haplosporidium* and Other Pathogens in *Pinna nobilis* Collected in Italy and Spain (Mediterranean Sea). *Frontiers in Marine Science* 7, 48. doi.org/10.3389/fmars.2020.00048
- Catanese, V., Grau, A., Valencia, J.M., Garcia-March, J.R., Vazquez-Luis, M., Alvarez, E., Deudero, S., Darriba, S., Carballal, M.J., Villalba, A. (2018) *Haplosporidium pinnae* sp. nov. a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Invertebrate Pathology* 157, 9-24.
- Crocetta F., Renda W., Colamonaco C. (2009) New distributional and ecological data of some marine alien molluscs along the southern Italian coasts. *Marine Biodiversity Records* 2, e23. doi: 10.1017/S1755267208000274.
- Čižmek, H., Čolić, B., Gračan, R., Grau, A., Catanese, G., 2020. An emergency situation for pen shells in the Mediterranean: The Adriatic Sea, one of the last *Pinna nobilis* shelters, is now affected by a mass mortality event. *Journal of Invertebrate Pathology* 173, 107388. doi.org/10.1016/j.jip.2020.107388

- Darriba, S. (2017) First haplosporidan parasite reported infecting a member of the Superfamily Pinnoidea (*Pinna nobilis*) during a mortality event in Alicante (Spain, Western Mediterranean). *Journal of Invertebrate Pathology* 148, 14-19.
- Demir M. (1977) On the presence of *Arca (Scapharca) amygdalum* Philippi, 1847 (Mollusca: Bivalvia) in the harbour of Izmir, Turkey. *Istanbul Universitesi Fen Fakultesi Mecmuasi B* 42, 197-202.
- Falciai, L., Minervini, R. (1996) *Guide des homards, crabes, langoustes, crevettes et autres crustacés décapodes d' Europe*. Delachaux et Niestlé, Pariz
- Fernández-Rodríguez, I., Bañón, R., Anadon, N., Arias, A. (2016) First record of *Anadara transversa* (Say, 1822) (Bivalvia: Arcidae) in the Bay of Biscay. *Cahiers de Biologie Marine* 57, 277-280.
- García-March, J.R., García-Carrascosa, A.M., Peña Cantero, A.L., Wang, Y.-G. (2007) Population structure, mortality and growth of *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Mollusca, Bivalvia) at different depths in Moraira bay (Alicante, Western Mediterranean). *Marine Biology* 150, 861–871. doi.org/10.1007/s00227-006-0386-1
- García-March, J.R., Tena, J., Henandis, S., Vázquez-Luis, M., López, D., Téllez, C., Prado, P., Navas, J.I., Bernal, J., Catanese, G., Grau, A., López-Sanmartín, M., Nebot-Colomer, E., Ortega, A., Planes, S., Kersting, D., Jimenez, S., Hendriks, I., Moreno, D., Giménez-Casalduero, F., Pérez, M., Izquierdo, A., Sánchez, J., Vicente, N., Sanmarti, N., Guimerans, M., Crespo, J.L., Valencia, J.M., Torres, J., Barrajon, A., Álvarez, E., Peyran, C., Morage, T., Deudero, S. (2020) Can we save a marine species affected by a highly infective, highly lethal, waterborne disease from extinction? *Biological Conservation* 243, 108498. doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108498
- IUCN (2019) *Pinna nobilis*: Kersting, D., Benabdi, M., Čížmek, H., Grau, A., Jimenez, C., Katsanevakis, S., Öztürk, B., Tuncer, S., Tunesi, L., Vázquez-Luis, M., Vicente, N. & Otero Villanueva, M.: The IUCN Red List of Threatened Species. doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T160075998A160081499.en
- Katsanevakis, S. (2016) Transplantation as a conservation action to protect the Mediterranean fan mussel *Pinna nobilis*. *Marine Ecology Progress Series* 546, 113–122. doi.org/10.3354/meps11658
- Kersting, D.K., García-March, J.R. (2017) Long-term assessment of recruitment, early stages and population dynamics of the endangered Mediterranean fan mussel *Pinna nobilis* in the Columbretes Islands (NW Mediterranean). *Marine Environmental Research* 130, 282–292. doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.08.007
- Kersting, D.K., Vázquez-Luis, M., Mourre, B., Belkhamssa, F.Z., Álvarez, E., Bakran-Petricioli, T., Barberá, C., Barrajon, A., Cortés, E., Deudero, S., García-March, J.R., Giacobbe, S., Giménez-Casalduero, F., González, L., Jiménez-Gutiérrez, S., Kipson, S., Llorente, J., Moreno, D., Prado, P., Pujol, J.A., Sánchez, J., Spinelli, A., Valencia, J.M., Vicente, N., Hendriks, I.E. (2020) Recruitment Disruption and the Role of Unaffected Populations for Potential Recovery After the *Pinna nobilis* Mass Mortality Event. *Frontiers in Marine Science* 7, 594378. doi.org/10.3389/fmars.2020.594378
- Kujundžić, D. (2022) *Obraštaj na sakupljačima ličinki školjkaša u Nacionalnom parku Brijuni*. Diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 38 str. + VI str. Priloga

Lejeusne, C., Chevaldonné, P., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F., Pérez, T. (2010) Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in Ecology and Evolution* 25, 250-260, 10.1016/j.tree.2009.10.009

Milišić, N. (1991) Školjke i puževi Jadrana. Logos, Split.

Nerlović V., Dogan A., Perić L. (2012) First record of *Anadara transversa* (Mollusca: Bivalvia: Arcidae) in Croatian Water (Adriatic Sea). *Acta Adriatica* 53 (1), 139-144.

Poppe, G. T., Goto, Y. (1983) European Seashells, 2. izdanje. ConchBooks, Hackenheim

Prato, E., Biandolino, F., Parlapiano, I., Gianguzza, P., Fanelli, G. (2016) The recruitment of scallops (and beyond) by two different artificial collectors (Gulf of Taranto, Mediterranean Sea). *Aquaculture Research* 47, 3319–3331. doi.org/10.1111/are.12785

Rabaoui, L., Tlig-Zouari, S., Katsanevakis, S., Belgacem, W., Ben Hassine, O.K. (2011) Differences in absolute and relative growth between two shell forms of *Pinna nobilis* (Mollusca: Bivalvia) along the Tunisian coastline. *Journal of Sea Research* 66, 95-103.

Riedl, R. (1983) Fauna und Flora des Mittelmeeres. Paul Parey, Hamburg i Berlin

Tebble, N. (1966) British Bivalve Seashells, 1.izdanje. Natural History Museum Publications, London

Vázquez-Luis, M., Álvarez, E., Barrajón, A., García-March, J.R., Grau, A., Hendriks, I.E., Jiménez, S., Kersting, D., Moreno, D., Pérez, M., Ruiz, J.M., Sánchez, J., Villalba, A., Deudero, S., 2017. S.O.S. *Pinna nobilis*: A Mass Mortality Event in Western Mediterranean Sea. *Frontiers in Marine Science* 4, 220. doi.org/10.3389/fmars.2017.00220

Vicente, N., Moreteau, J. C. (1991) Status of *Pinna nobilis* L. en Méditerranée (Mollusque Eulamellibranche). U: Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée, ur. C. F. Boudouresque, M. Avon, V. Gravez. Marseille: Gis Posidonie Publ., 159–168.

Zavodnik, D., Hrs-Brenko, M., Legac, M. (1991) Synopsis on the fan shell *Pinna nobilis* L. in the eastern Adriatic Sea. U: Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée, ur. C. F. Boudouresque, M. Avon, V. Gravez. Marseille: Gis Posidonie Publ., 169–178.

Zenetos A. (1994) *Scapharca demiri* (Piani, 1981): first finding in the North Aegean Sea. *La Conchiglia* 271, 37-38.

Internetske stranice:

<http://www.haop.hr/hr/novosti/ocuvanje-plemenite-periske-pinna-nobilis-u-jadranskom-moru-odrzan-godisnji-sastanak> (pristupljeno 12. 07. 2022.)

<http://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/prirodne-vrijednosti-stanje-i-ocuvanje/bioraznolikost/morske-vrste/plemenita> (pristupljeno 12. 07. 2022.)

<https://mapcarta.com/N726748739> (pristupljeno 10. 05. 2022.)

<https://www.marinespecies.org> (pristupljeno 26. 05. 2022.)

<https://www.np-brijuni.hr/hr/brijuni/prirodna-bastina/podmorje> (pristupljeno 20. 04. 2022.)

PRILOZI

Prilog 1 - Tablica 1. Svojte organizama zabilježene u sakupljačima za mlađ školjkaša postavljenima 14. lipnja 2020. u uvali Javorike na otoku Velom Brijunu te podignutima 19. (replikat J1), 21. (replikat J2) i 22. (replikat J3) prosinca 2020. U zadnjem stupcu je relativna abundancija.

Svojt	Replikat_dubina (m)															Ukupno	%		
	J1_2	J1_4	J1_6	J1_8		J2_2	J2_4	J2_6	J2_8	J2_10		J3_2	J3_4	J3_6	J3_8			J3_10	
<i>Halimeda tuna</i> (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux, 1816			+														+		
<i>Osmundaria volubilis</i> (Linnaeus) R.E.Norris, 1991										+								+	
<i>Polysiphonia</i> sp.										+								+	
<i>Rytiphlaea tinctoria</i> (Clemente) C.Agarth, 1824										+								+	
<i>Sycon raphanus</i> Schmidt, 1862						1												1	0,01
<i>Penares helleri</i> (Schmidt, 1864)		1																1	0,01
Hydrozoa (podrazred Hydroidolina, red Anthoathecata) indet.												+						+	
Platyhelminthes (potkoljeno Rhabditophora) indet.			1															1	0,02
<i>Acanthocardia echinata</i> (Linnaeus, 1758)						3												3	0,02
<i>Anadara transversa</i> (Say, 1822)	2105	1623	121			1367	725	46	72			2360	329	171	69			8988	70,96
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	16	13	3			25	13	4	1			24	1	5				105	0,83
<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	13	17	9	2		21	7	9	6	2		17	7	4	1	1		116	0,92
<i>Flexopecten hyalinus</i> (Poli, 1795)			1	1			2	1				1		1				7	0,06
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)		1				3	2		2	2		1		2		1		14	0,11
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	19	47	33	7		17	31	24	21	14		12	7	18	10	16		276	2,18
<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	25	48	76	106		28	35	90	74	16		54	47	73	65	64		801	6,32
<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)																1		1	0,01
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	4	10	24	16		3	3	9	6	9		6	5	4	5	6		110	0,87
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819	17	1					2	1				14	4	2				41	0,32
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	17	40	21	24		87	39	47	21	6		78	19	7	29	41		476	3,76
<i>Mytilaster minimus</i> (Poli, 1795)	9	2	2			36	7	3	1			6	6	1	1			74	0,58
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	3	7	4			2	4	3	1	2		5	2	2		1		36	0,28
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	34	60	39	4		17	15	21	9	13		28	5	6	14	25		290	2,29
<i>Pecten jacobaeus</i> (Linnaeus, 1758)							1											1	0,01
<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	3	2	1	1		12	3					11	6	1				40	0,32
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)		2																2	0,02

Prilog 1 - Nastavak Tablice 1.

Svojta	Replikat dubina (m)															Ukupno	%
	J1_2	J1_4	J1_6	J1_8	J2_2	J2_4	J2_6	J2_8	J2_10	J3_2	J3_4	J3_6	J3_8	J3_10			
<i>Cerithium vulgatum</i> Bruguière, 1792									1							1	0,01
<i>Rissoa</i> sp.														1		1	0,01
Polychaeta indet.			6	42	37			18	15					11	20	149	1,18
<i>Schizobrachiella sanguinea</i> (Norman, 1868)		+														+	
<i>Schizoporella errata</i> (Waters, 1878)					+											+	
Isopoda indet.		1														1	0,01
<i>Alpheus dentipes</i> Guerin, 1832			4													4	0,03
<i>Inachus</i> sp.					1		2									3	0,02
<i>Macropodia</i> sp.		1					3									4	0,03
<i>Palaemon elegans</i> Rathke, 1836		3	2	1	2	8	11	13	4		6	4	7			61	0,48
<i>Penaeus kerathurus</i> (Forskål, 1775)		5		1		9	3	7			2		3			30	0,24
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	18	30	18	15	13	38	20	13	8		12	18	13	12	7	235	1,86
<i>Pisidia longicornis</i> (Linnaeus, 1767)	34	73	94	42	42	69	49	82	34		22	63	62	82	26	774	6,11
Echinoidea indet. juv.		1														1	0,01
Holothuroidea indet.			2													2	0,02
<i>Ascidia mentula</i> Müller, 1776		10	6													16	0,13
Ukupno jedinki	231 7	1998	467	262	1717	1016	343	347	126		2651	527	376	309	211	12667	100,0 0

Prilog 1 - Tablica 2. Svojte organizama zabilježenih u sakupljačima za mlađ školjkaša postavljenima 10. lipnja 2020. u uvali Pisak na otoku Malom Brijunu te podignutima 20. prosinca 2020.

Svoja	Replikat_dubina (m)							Ukupno	Relativna abundancija (%)	
	P1_2	P1_4		P2_2	P2_4		P3_2			P3_4
<i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin, 1987							+	+	+	
<i>Rytiphlaea tinctoria</i> (Clemente) C.Agardh, 1824							+	+	+	
Acinetosporaceae (red Ectocarpales)							+	+	+	
<i>Sycon raphanus</i> Schmidt, 1862	1								1	0,02
Hydrozoa (podrazred Hydroidolina, red Anthoathecata) indet.	+								+	
Platyhelminthes (potkoljeno Rhabditophora) indet.	10	4		8	3				25	0,49
<i>Anadara transversa</i> (Say, 1822)	216	142		136	427				4093	80,29
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758		2		3	4				9	0,18
<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	3	2		6	5				16	0,31
<i>Flexopecten hyalinus</i> (Poli, 1795)				1					1	0,02
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)		1		1	2				4	0,08
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	11	34		21	50				116	2,28
<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	9	23		12	28				72	1,41
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	4	4		6	2			1	17	0,33
<i>Modiolus adriaticus</i> Lamarck, 1819				1					1	0,02
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819		1							1	0,02
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	10	2		9	1				22	0,43
<i>Mytilaster minimus</i> (Poli, 1795)	10	2		7	2				21	0,41
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	3	1		7	3		3		17	0,33
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	12	18		9	14		7	11	71	1,39
<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	3	3		4	1				11	0,22
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)							126	202	328	6,43
<i>Cerithium vulgatum</i> Bruguière, 1792							1		1	0,02

Prilog 1 - Nastavak Tablice 2.

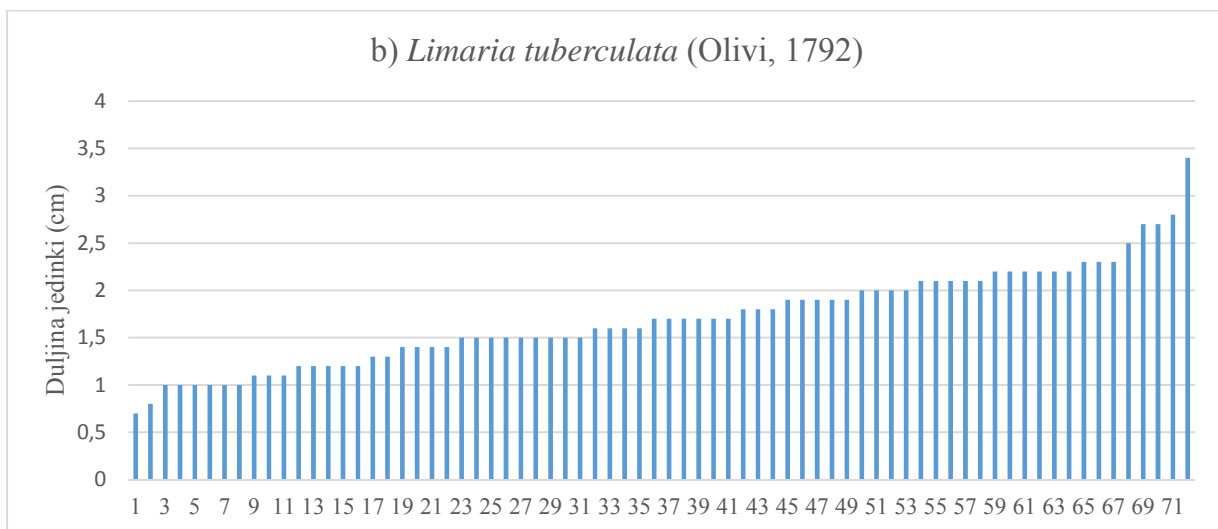
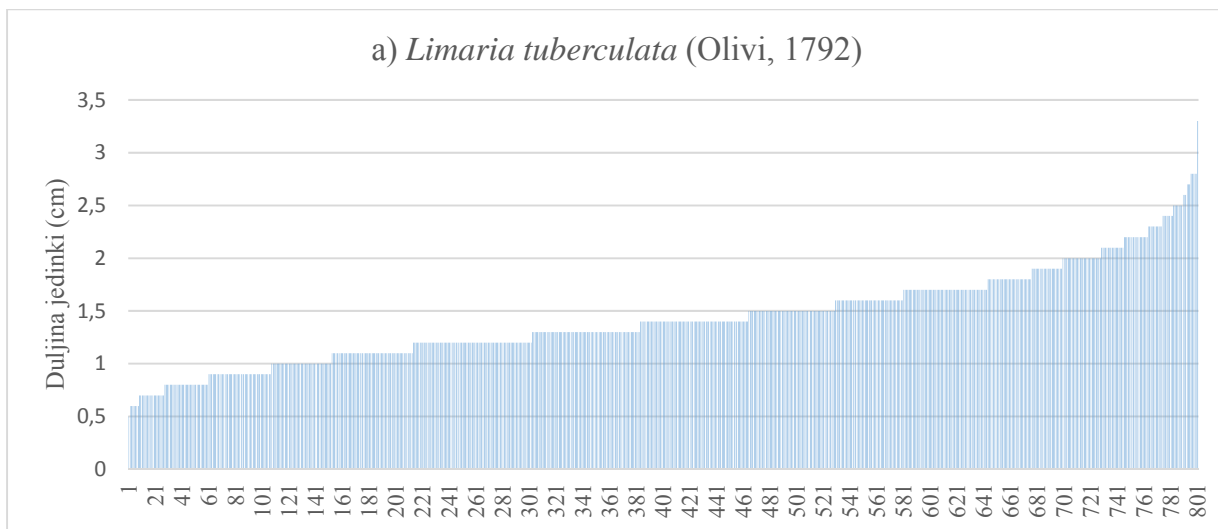
Svojta	Replikat_dubina (m)							Ukupno	Relativna abundancija (%)	
	P1_2	P1_4		P2_2	P2_4		P3_2			P3_4
<i>Polychaeta</i> indet.	9	2		22	3				36	0,71
<i>Bugula neritina</i> (Linnaeus, 1758)	+			+					+	
<i>Schizoporella errata</i> (Waters, 1878)		+							+	
Isopoda indet.	1	1							2	0,04
<i>Alpheus dentipes</i> Guerin, 1832	2						1		3	0,06
<i>Galathea</i> sp.							7	7	14	0,27
<i>Inachus</i> sp.	5								5	0,10
<i>Macropodia</i> sp.		1		2			1		4	0,08
<i>Palaemon elegans</i> Rathke, 1836	14	18		8	4		3	3	50	0,98
<i>Penaeus kerathurus</i> (Forskål, 1775)	2	1		1			10	8	22	0,43
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	20	19		11	9		1	3	63	1,24
<i>Pisidia longicornis</i> (Linnaeus, 1767)	11	8		10	7		16	14	66	1,29
<i>Amphiura</i> sp.							1		1	0,02
<i>Ascidia mentula</i> Müller, 1776	1	1							2	0,04
Gobiidae indet.	1						1	1	3	0,06
Ukupno jedinki	230	290		151	565		178	250	5098	100,00

Prilog 2.

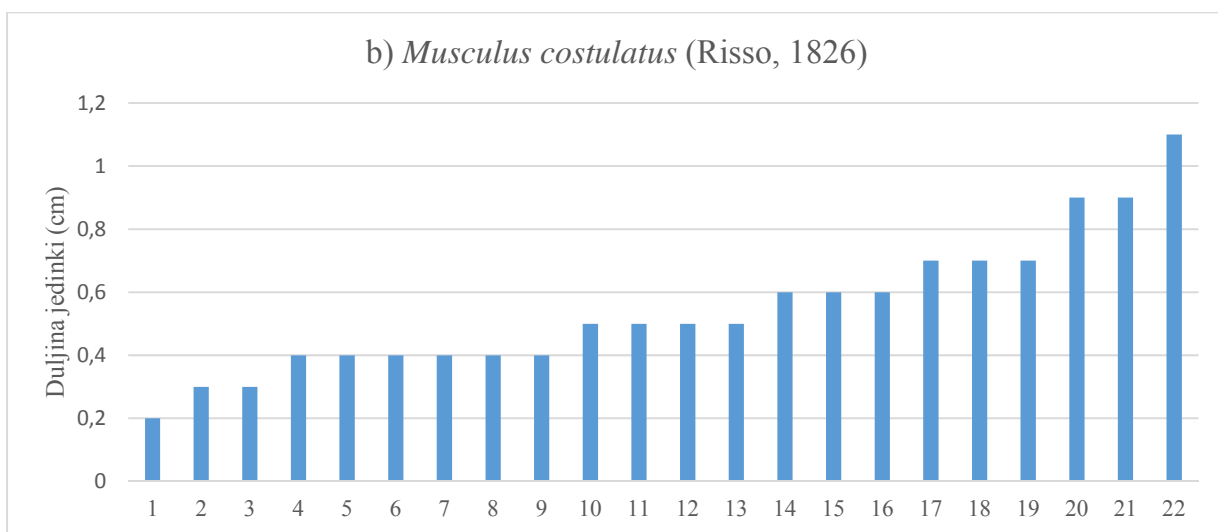
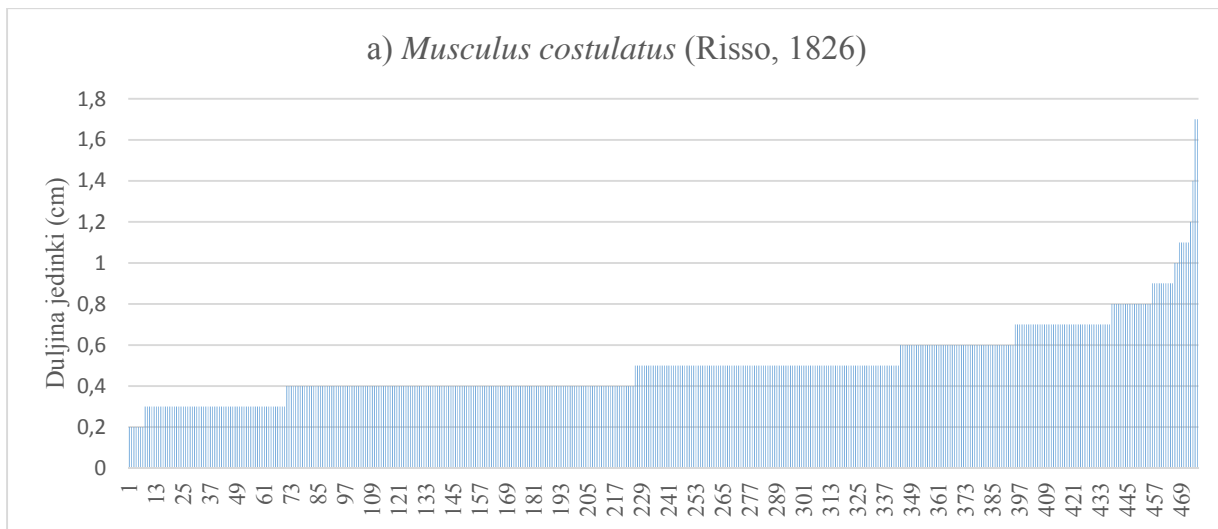
Veličine (duljine) najbrojnijih školjkaša u sakupljačima: *Anadara transversa* (Tablica 1), *Limaria tuberculata* (Slika 1), *Musculus costulatus* (Slika 2), *Parvicardium exiguum* (Slika 3) i *Limaria hians* (Slika 4).

Tablica 1. Veličina (duljina) jedinki vrste *Anadara transversa*, koja je bila najbrojniji školjkaš u sakupljačima ličinki. Obzirom da nije bilo moguće mjeriti toliko velik broj jedinki pojedinačno, one su nakon separacije prosijane kroz sito veličine oka 0,5 cm. Najveće jedinke su bile duljine do 1 cm. a) veličina jedinki u uvali Javorike; b) veličina jedinki u uvali Pisak.

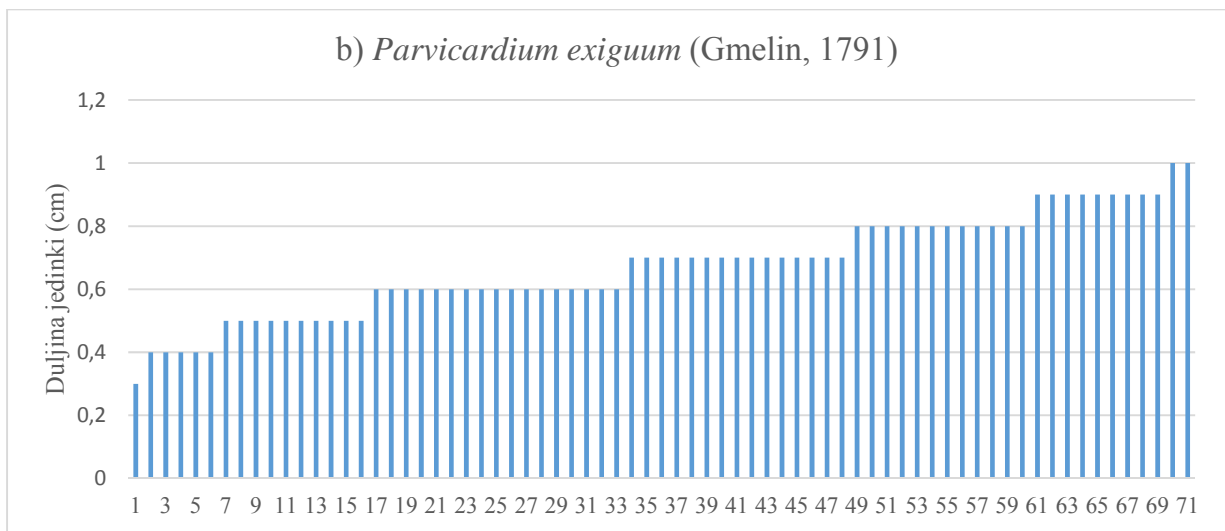
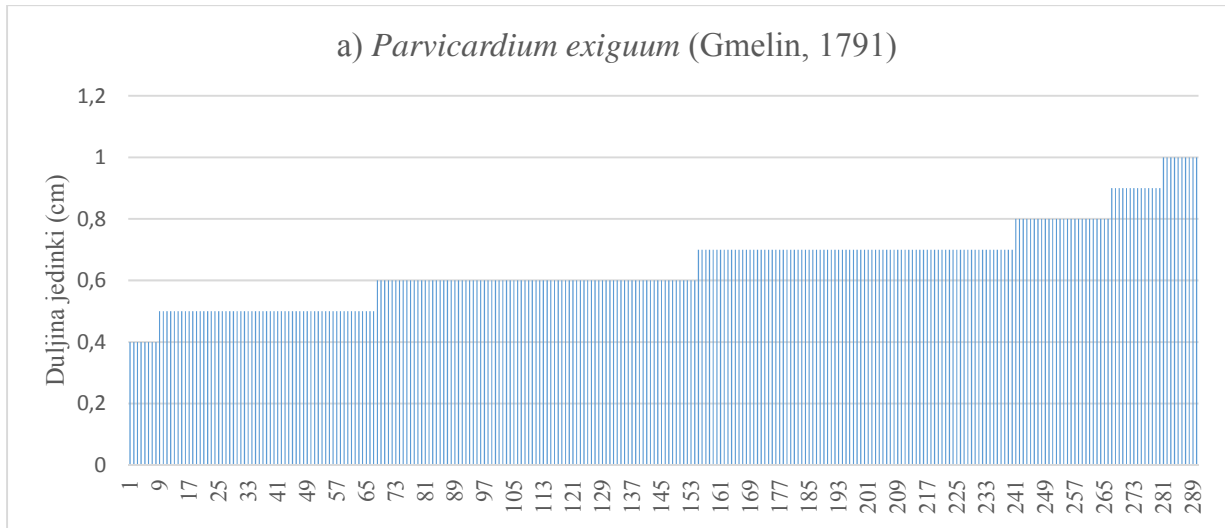
a)	Vrsta	<i>Anadara transversa</i> (Say, 1822)		b)	Vrsta	<i>Anadara transversa</i> (Say, 1822)	
	Replikat_dubina	duljina (cm)	broj jedinki		Replikat_dubina	duljina (cm)	broj jedinki
	J1-2	> 0,5	278		P1-2	> 0,5	195
		< 0,5	1827			< 0,5	1965
	J1-4	> 0,5	97		P1-4	> 0,5	39
		< 0,5	1526			< 0,5	103
	J1-6	> 0,5	12		P2-2	> 0,5	135
		< 0,5	109			< 0,5	1229
	J2-2	> 0,5	204		P2-4	> 0,5	78
		< 0,5	1161			< 0,5	349
	J2-4	> 0,5	100			Ukupno jedinki	4093
		< 0,5	625			Od toga > 0,5	447
	J2-6	> 0,5	18			Od toga < 0,5	3646
		< 0,5	28				
	J2-8	> 0,5	6				
		< 0,5	66				
	J3-2	> 0,5	489				
		< 0,5	1871				
	J3-4	> 0,5	41				
		< 0,5	288				
	J3-6	> 0,5	18				
		< 0,5	153				
	J3-8	> 0,5	2				
		< 0,5	69				
		Ukupno jedinki	8988				
		Od toga > 0,5	1265				
		Od toga < 0,5	7723				



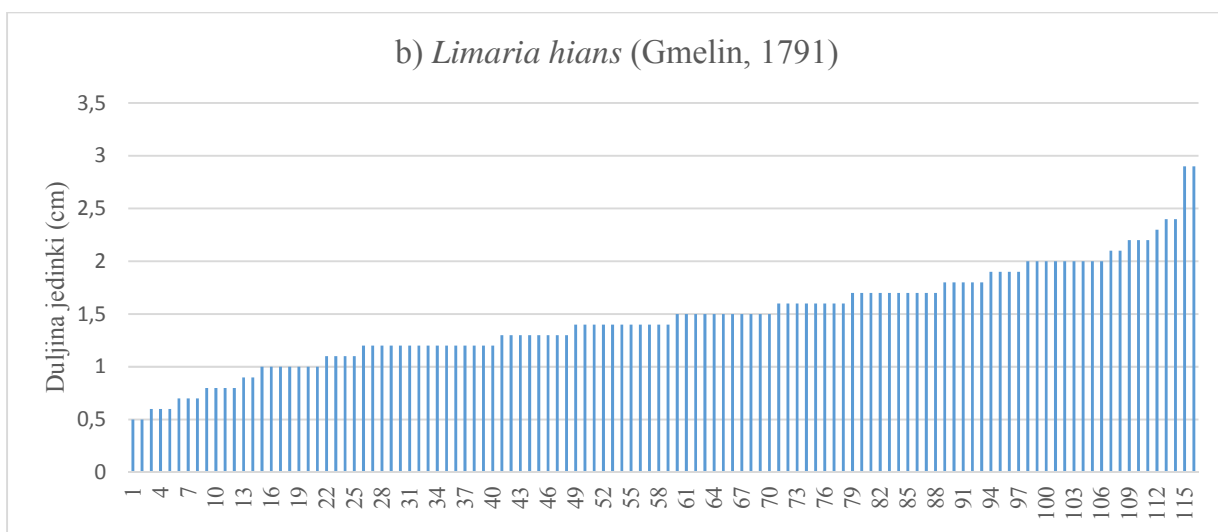
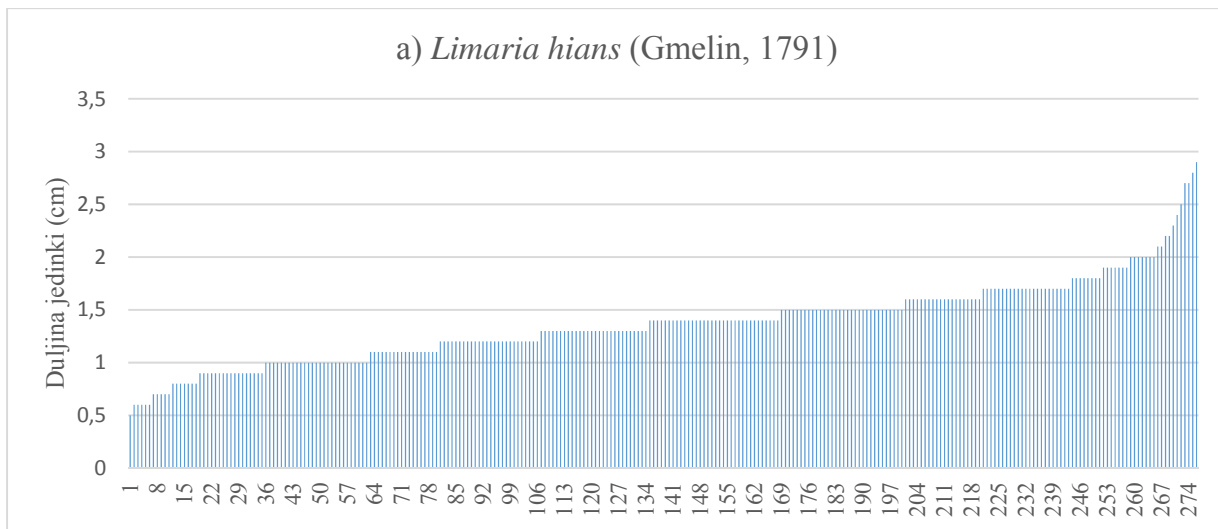
Slika 1. a) Duljina jedinki školjkaša *Limaria tuberculata* na sakupljačima u uvali Javorike (n = 801), b) u uvali Pisak (n = 72).



Slika 2. a) Duljina jedinki školjkaša *Musculus costulatus* na sakupljačima u uvali Javorike (n = 476), b) u uvali Pisak (n = 22).



Slika 3. a) Duljina jedinki školjkaša *Parvicardium exiguum* na sakupljačima u uvali Javorike (n = 290), b) u uvali Pisak (n = 71).



Slika 4. a) Duljina jedinki školjkaša *Limaria hians* na sakupljačima u uvali Javorike (n = 276), b) u uvali Pisak (n = 116)

ŽIVOTOPIS

Rođena sam 15. svibnja 1995. godine u Rijeci. Upisala sam i završila Medicinsku školu u Rijeci 2014. godine kao farmaceutski tehničar. Školske godine 2014./15. upisala sam prediplomski studij na Odjelu za prirodne i zdravstvene studije na Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli. Završni rad pod naslovom Promjene kvalitativnog sastava u postupku prerade mariniranih incuna (*Engraulis encrasicolus*) obranila sam 2019. godine i tako stekla titulu sveučilišna prvostupnica struke Znanosti o moru. Diplomski studij Ekologija i zaštita prirode, modul More, upisala sam školske godine 2019./20. na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studiranja u Puli sudjelovala sam u projektu Poboljšanje prehrambene vrijednosti i trajnosti proizvoda sitne plave ribe na Institutu Ruđer Bošković u Rovinju. Također, tijekom studija u Zagrebu bila sam član udruge studenata biologije BIUS, te sam povremeno volontirala u udruzi Bioteka.