

# Gustoća populacije, veličinska struktura i epibionti plemenite periske (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758) u pulskoj luci

---

Valec, Doris

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:217:039574>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-07**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Doris Valec

Gustoća populacije, veličinska struktura i epibionti plemenitih periski  
(*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758) u pulskoj luci

Diplomski rad

Zagreb, 2019.

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Doris Valec

Gustoća populacije, veličinska struktura i epibionti plemenitih periski  
(*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758) u pulskoj luci

Diplomski rad

Zagreb, 2019.

Ovaj diplomski rad izrađen je u Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka PMF-a, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Tatjane Bakran-Petricioli i neposrednim voditeljstvom dr. sc. Silvije Kipson te predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra struke ekologije i zaštite prirode.

Zahvaljujem se svojoj mentorici, izv. prof. dr. sc. Tatjani Bakran-Petricioli, na prihvaćanju mentorstva, ukazanom povjerenju, strpljivosti i savjetima u rješavanju problematike.

Zahvaljujem mojoj neposrednoj voditeljici dr. sc. Silviji Kipson na stručnoj pomoći, svim preporukama i savjetima, velikom trudu i vremenu utrošenom u izradu ovog diplomskog rada.

Posebnu zahvalu iskazujem svojoj mami Vesni Švaljek Valec koja me usmjerila prilikom izbora fakulteta i vjerovala u mene. Hvala mama na strpljenju, podršci i ljubavi.

Hvala Moreni Devčić na prenesenom znanju, ohrabriranju i potpori tijekom studiranja.

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

## Gustoća populacije, veličinska struktura i epibionti plemenitih periski (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758) u pulskoj luci

Doris Valec

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Plemenita periska (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758), najveći školjkaš Mediterana, ugrožena je i zaštićena vrsta. Međutim, istraživanja plemenite periske u Jadranu su nedostatna. Stoga su ciljevi ovog rada bili istražiti gustoću populacije, veličinsku strukturu i epibionte na periskama unutar pulske luke, te u slučaju epibionata rezultate usporediti s postojećim podacima za obližnji Nacionalni park Brijuni. Gustoća populacije je određivana duž linijskih transekata, a dio jedinki je izvađen, fotografiran te je stvorena baza fotografija koje su pomoću programa photoQuad korištene za morfometrijske analize te za kvantitativnu i kvalitativnu analizu epibionata na ljušturama. Ukupno je zabilježeno 7 svojti epibionata (na Brijunima 27). Utvrđena je gustoća periski od 2,94 jedinki/100m<sup>2</sup> u dubinskom rasponu od 2 do 5 m. Također, istraživana je potencijalni odnos između ukupne duljine i maksimalne širine ljuštura te pouzdanost i iskoristivost metode kalibrirane fotografije za morfometriju ljuštura periski. Odnos između ukupne duljine i maksimalne širine ljuštura je pozitivan no dobivena r<sup>2</sup> vrijednosti pokazuje da je zavisnost vrlo mala. Metoda kalibrirane fotografije ima zadovoljavajuću preciznost i točnost, usporedivu s onom ručnog mjerenja jedinki, za duljinske mjere - ukupne duljine ljuštura, duljine neukopane ljuštura i duljine ukopanog dijela ljuštura. No, za mjerenje maksimalne širine ljuštura ova metoda ima zadovoljavajuću preciznost ali nezadovoljavajuću točnost.

(51 stranica + IX stranica priloga, 22 slike, 9 tablica, 49 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: *Pinna nobilis*, gustoća populacije, veličinska struktura, epibionti

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

Neposredni voditelj: dr. sc. Silvija Kipson

Ocjenitelji: Izv. prof. dr. sc. Tatjana Bakran-Petricioli, doc. dr. sc. Duje Lisičić, doc. dr. sc. Ivan Radosavljević

Rad prihvaćen: 05.09.2019.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

Population density, size structure and epibionts of noble pen shell (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758) in Pula harbour

Doris Valec

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

The noble pen shell *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758), the biggest bivalve of the Mediterranean Sea, is an endangered and protected species. However, research on pen shells in the Adriatic is lacking. Therefore, goals of this work were to explore population density, size structure and epibionts on pen shells in the Pula port and, in the case of epibionts, compare the results with existing data for nearby Brijuni National Park. The population density was determined along line transects; and some individuals were taken out and photographed. Created database was used for morphometric analysis and quantitative and qualitative analysis of epibionts on shells using photoQuad. Analysis of photographs revealed 7 epibiontic taxa (27 on Brijuni). In the depth range of 2 to 5 m, density was 2.94 individuals/100m<sup>2</sup>. Furthermore, the potential relationship between the total length and maximum shell width and the reliability and usability of the calibrated photography method for shell morphometry were explored. The relationship between the total length and maximum shell width is positive, but the obtained r<sup>2</sup> value indicates very small dependence. The calibrated photography method has satisfying precision and accuracy that is comparable to the manual measurements of individuals for length measures i.e. total shell length, unburied length and buried length. However, for measuring the maximum shell width, this method has satisfying precision but unsatisfying accuracy.

( 51 pages + appendices IX pages, 22 figures, 9 tables, 49 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: *Pinna nobilis*, population density, size structure, epibionts

Supervisor: Dr. Tatjana Bakran-Petricioli, Assoc. Prof.

Assistant Supervisor: Dr. Silvija Kipson

Reviewers: Dr. Tatjana Bakran-Petricioli, Assoc. Prof., Dr. Duje Lisičić, Asst. Prof., Dr. Ivan Radosavljević, Asst. Prof.

Thesis accepted: 05.09.2019.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Luke - antropogena morska staništa .....	1
1.2. Temeljne karakteristike vrste <i>Pinna nobilis</i> .....	3
1.3. Epibionti.....	6
1.4. Uzroci mortaliteta i zaštita vrste .....	6
1.5. Cilj rada .....	9
2. MATERIJALI I METODE .....	10
2.1. Istraživano područje.....	11
2.1.1. Geografske karakteristike .....	11
2.1.2. Klima i okolišni uvjeti.....	12
2.1.3. Hidrografske i hidrodinamičke značajke.....	12
2.2. Istraživanje populacije periske <i>P. nobilis</i> .....	13
2.2.1. Procjena gustoće populacije .....	13
2.2.2. Utvrđivanje strukture populacije.....	14
2.3. Istraživanje zajednice epibionata na ljušturama periske .....	18
2.3.1. Kvalitativna analiza sastava epibionata.....	18
2.3.2. Kvantitativna analiza pokrovnosti epibionata .....	18
2.4. Statistička obrada podataka .....	19
2.4.1. Multivarijatna analiza.....	19
2.4.2. Univarijatna analiza .....	20
3. REZULTATI.....	21
3.1. Gustoća populacije.....	21
3.2. Struktura populacije .....	23
3.3. Morfologija ljuštura na temelju kalibrirane fotografije i ručnog mjerenja .....	26
3.4. Epibionti na ljušturama periski.....	33



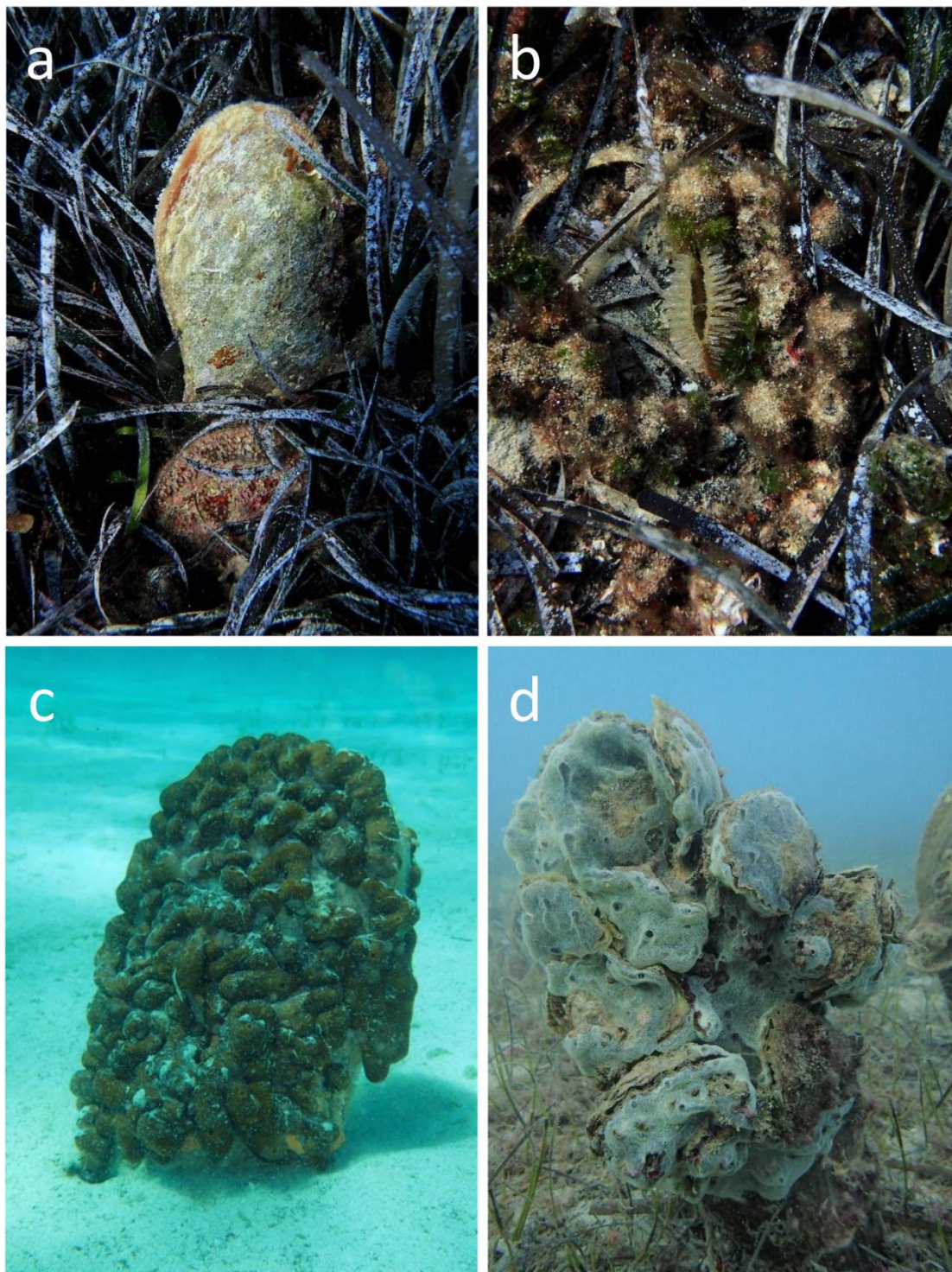
3.4.1. Sastav i abundancija epibionata na ljušturama periski u pulskoj luci .....	33
3.4.2. Prostorna varijabilnost svojti epibionata .....	34
4. DISKUSIJA.....	40
4.1. Gustoća i struktura populacije plemenitih periski u pulskoj luci .....	40
4.2. Sastav i struktura epibionata na ljušturama periski .....	42
4.3. Usporedba rezultata morfometrije ljuštura periski dobivenih metodom kalibrirane fotografije i mjerenjem fizičkih primjeraka .....	44
5. ZAKLJUČCI.....	45
6. LITERATURA.....	46
PRILOG .....	I
ŽIVOTOPIS .....	IX

# 1. UVOD

## 1.1. Luke - antropogena morska staništa

Luke su ekstremni morski ekosustavi koje karakterizira niz ekoloških ograničenja kao što su visoka razina nasipavanja, niska cirkulacija vode, hipoksija sedimenta i vode, te visoka koncentracija hranjivih tvari i zagađivača, kao i česta pojava umjetnih supstrata i brojne varijacije temperature i slanosti koje nisu nužno povezane s prirodnim sezonskim ciklusima (Ruggieri i sur., 2011). Bentoske zajednice koje žive u ovom staništu su općenito siromašne i dominiraju pionirske vrste s kratkim životnim ciklusima, povremene vrste i visoko tolerantni organizmi koji pokazuju veliku prilagodljivost promjenjivim ili ekstremnim uvjetima (Betti i sur., 2018). Faunu u lukama čine i mnoge autohtone vrste koje su se prilagodile teškim okolišnim uvjetima koji karakteriziraju ovo područje. Posebno, niska stopa cirkulacije vode, visoka stopa sedimentacije i visoka koncentracija zagađivala, utječu na selekciju bentičkih zajednica (Guerra-Garcia i Garcia-Gomez, 2004). Stoga, zahvaljujući visokoj razini sedimentacije i organskom unosu, životu su u lukama dobro prilagođeni filtratori (Betti i sur., 2018).

Plemenita periska *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 je dugoživuća vrsta koja se hrani filtracijom (Basso i sur., 2015). Ujedno, endem je Mediterana i jedan od najvećih školjkaša na svijetu, čija ljuštura može narasti do dužine od 120 cm (Zavodnik i sur., 1991). Ugrožena je brojnim direktnim i indirektnim antropogenim utjecajima (vidi odjeljak 1.4) i stoga je strogo zaštićena (Katsanevakis, 2007). U Jadranskom je moru periska rasprostranjena duž cijele obale, unutar naselja morskih cvjetnica te na golim pjeskovitim i muljevitim dnima u sublitoralnoj zoni do 30 m dubine (Zavodnik i sur., 1991; slika 1), dok je u Sredozemnom moru zabilježena do dubine od 60 m (Garcia March i sur., 2002; Katsanevakis, 2007). Osim prirodnih staništa, značajne populacije ove ugrožene i zaštićene vrste nerijetko naseljavaju i antropogena morska staništa, poput luka.

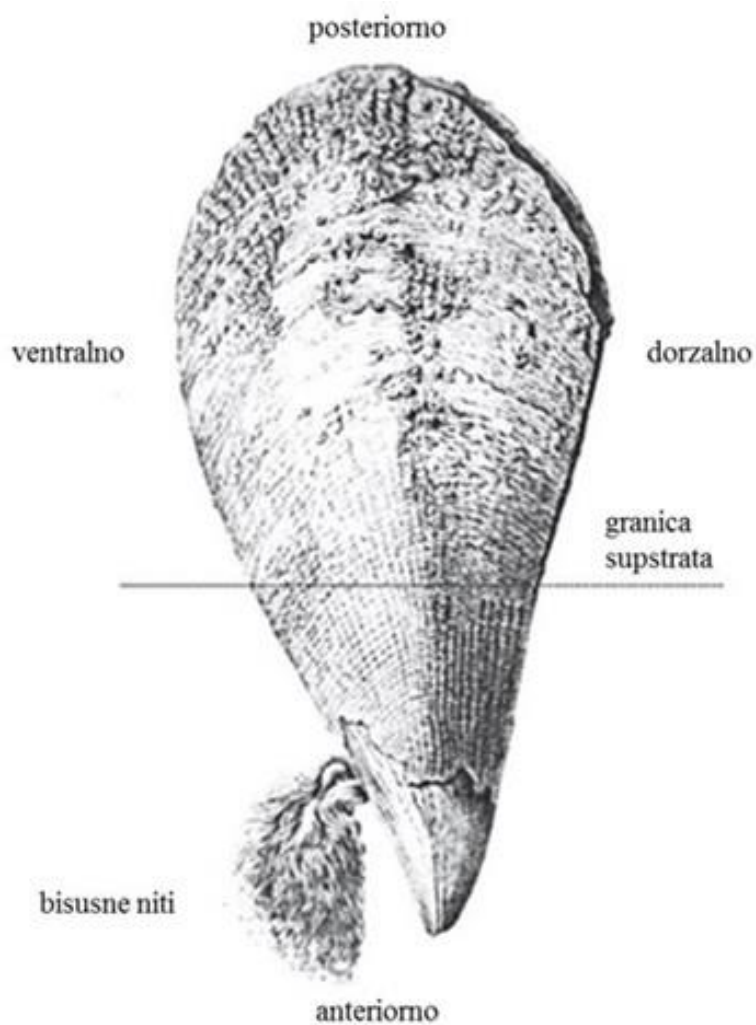


Slika 1. Plemenita periska *Pinna nobilis* u različitim staništima: a) odrasla i b) juvenilna jedinka u naselju morske cvjetnice *Posidonia oceanica*; c) periska obrasla spužvom *Chondrilla nucula* na pijesku i d) periska obrasla kamenicama *Ostrea edulis* i zadružnom mješćnicom *Diplosoma* sp. u naselju morske cvjetnice *Cymodocea nodosa* (autorica fotografija: S. Kipson).

## 1.2. Temeljne karakteristike vrste *Pinna nobilis*

*Pinna nobilis* spada u podrazred Pteriomorphia, kao i većina vrsta iz te skupine koristi bisusne niti kao sredstvo kojim se pričvršćuje za šljunčane, pjeskovite podloge, razne kalcificirajuće organizme, te rizome morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, 1813 (Slika 1a i 1b; Garcia-March, 2005; Basso i sur., 2015;), dok je trećinom ljuštura ukopana u sediment (Basso i sur., 2015; slika 2). Naime, perisku karakterizira trokutasti oblik ljuštura, te redukcija anteriornog aduktora u odnosu na posteriorni kao posljedica korištenja bisusnih niti u svrhu pričvršćivanja za supstrat (Basso i sur., 2015). Gotovo trećina periske je zakopana u sediment. Također, poznato je kako je plemenita periska fotosenzibilna. Naime, na iznenadno zasjenjivanje reagira zatvarajući ljuštura. Poznata je i mogućnost regeneracije oštećenog dijela ljuštura (Zavodnik i sur., 1991).

Ljuštura plemenite periske karakteristične je slojevite građe koja je tipična za gotovo sve školjkaše. Prvi sloj je proteinski periostrakum, koji kod većine školjkaša sprječava otapanje ljuštura pri niskom pH ili u boćatoj vodi. Sljedeći sloj ljuštura je ostrakum (prizmatički sloj), sastavljen od kristala vapnenca u obliku jednostavnih prizmi. Ispod ostrakuma se nalazi hipostrakum, sastavljen od pločastih slojeva aragonita (sedef). Zadnji, unutarnji sloj miostrakum, građen je od jednostavnih nepravilnih aragonitnih prizmi koje formiraju aduktorske i ligamentne udubine (Basso i sur., 2015).



Slika 2. Opći prikaz jedinke plemenite periske, *Pinna nobilis*, koja je trećinom ljušture ukopana u sediment, te pričvršćena bisusnim nitima (izvor: Basso i sur., 2004).

Taksonomska pripadnost vrste *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758:

<b>Koljeno</b>	Mollusca
<b>Razred</b>	Bivalvia
<b>Red</b>	Pterioida
<b>Porodica</b>	Pinnidae
<b>Rod</b>	<i>Pinna</i>
<b>Vrsta</b>	<i>Pinna nobilis</i>

Hidrodinamizam je presudan faktor u ekologiji vrste *Pinna nobilis*. Veličinska struktura, prostorna distribucija, orijentacija ljušture i rast povezani su izravno ili neizravno s ovim čimbenikom. Hidrodinamizam utječe na populacijske parametre tako da utječe na dostupnost hrane i smanjenje preživljavanja tako da dislocira i ubija jedinke putem aktivnosti valova (Basso i sur., 2015). Prisutnost morske cvjetnice *Posidonia oceanica* i distribucija jedinki unutar livade ili uz njen rub, može utjecati na konačni utjecaj hidrodinamizma, rast i preživljavanje jedinki (Hendriks i sur., 2011).

Plemenita periska živi u temperaturnom rasponu od 7-28°C, u područjima saliniteta od 34-40%. Plemenita periska je sukcesivni hermafrodit, s asinkronim razvojem gameta (De Gaulejac i sur., 1995) čime se izbjegava samooplodnja, a uspješnost oplodnje najvjerojatnije ovisi o veličini populacije, međusobnoj udaljenosti jedinki, kao i o hidrodinamici. Spolno sazrijeva u dobi od 2 godine, a mrijesti se tijekom proljeća i ljeta (Richardson i sur., 1999). Smatra se da stadij ličinke traje od 5 do 10 dana. Stadij pelagične larve je izrazito osjetljiv razvojni stadij, kojeg karakterizira izrazit mortalitet te velika osjetljivost na okolišne ekstreme (Przeslawski i sur., 2005). Rast je ubrzan do druge godine života, dok se kasnije usporava (Butler i sur., 1993). Plemenita periska ima fazu disperzije pelagičkih ličinka što je moguća slaba točka populacije jer su rani životni stadiji morskih organizama, a posebno jaja i larve, najosjetljiviji na ekstremne okolišne uvijete (Przeslawski i sur., 2005). Prema Rouanet i sur. (2015) *Pinna nobilis* živi do 50 godina. Prehrana plemenite periske se bazira na detritusu, fitoplanktonu, mikrozooplanktonu i mezozooplanktonu (Basso i sur., 2015). *P. nobilis* filtrira velike količine detritusa (koji čini čak do 95% unesenog materijala; Davenport i sur., 2011) i zadržava velike količine organske tvari zbog čega ima važnu ekološku ulogu jer doprinosi prozirnosti morske vode (Trigos i sur. 2014; Basso i sur., 2015).

Glavne karakteristike staništa periske su: dobra osvjetljenost, male godišnje promjene saliniteta, umjerene temperaturne varijacije i spora stalna strujanja morske vode (Zavodnik, 1967). Također, veliki primjerci plemenite periske predstavljaju supstrat za pričvršćivanje različitih vrsta flore i faune, dok mrtvi primjerci služe kao skloništa za razne vrste trpova, riba i ostalih organizama (Zavodnik i sur., 1991). Naime, u interspecijskom odnosu, najpoznatiji je mutualistički odnos plemenite periske i dekapodnog raka *Pinnotheres pinnotheres* Linnaeus, (Zavodnik i sur., 1991). Također, unutar ljušture periske žive i *Pontonia pinnophylax* i *Nepinnotheres pinnotheres*, međutim njihov međudnos s plemenitom periskom nije još u potpunosti jasan (Basso i sur., 2015). Na određenim lokacijama kao što je Mljetsko jezero (Hrvatska) i sliv Mar Grande (Italija) uočen je veća brojnost jedinki u populaciji *P. nobilis*

(Šiletić i Peharda, 2003; Centoducati i sur., 2007), iako gustoća populacije najčešće ne prelazi jednu jedinku na 100m<sup>2</sup> (Guallart i Templado, 2012).

Smatra se kako su populacije plemenite periske raspoređene u dvije velike homogene grupe. Jedna grupa obuhvaća dvije Sredozemne morske ekoregije (zapadni Mediteran i Jonsko more), genetički različite od druge koja obuhvaća područja istočnog Mediterana (Egejsko more, obale Tunisa) te subpopulaciju u Jadranskom moru (Sanna i sur., 2013). Naime, istraživanja su pokazala genetski diskontinuitet između periski iz Jadranskog mora i onih iz ostatka Mediterana. Pretpostavlja se kako je to rezultat toga što je Jadran poluzatvoreno more, koje predstavlja dobro definiranu filogeografsku regiju unutar Mediterana (Patarnello i sur., 2007, citirano u Sanna i sur., 2013).

### **1.3. Epibionti**

*Pinna nobilis* je bentoski organizam koji kolonizira pomična dna cijelog Mediterana (Katsanevakis, 2005), a ljuštore periske svojom fizičkom prisutnošću osiguravaju supstrat za raznovrsne epibionte (Rabaoui i sur., 2009; Braeckman i sur., 2010). Vanjska ljuštura periske je najčešće hrapava, puna oštih rubova i izbočina koje tvore idealan supstrat za pričvršćivanje epibiontske flore i faune (Zavodnik, 1967). Pritom epibionti svojom prisutnošću mogu potencijalno oslabiti jedinku i utjecati na njezin rast (Moreteau i Vicente, 1980, citirano u Rouanet i sur., 2015 ). Kolonizacija epibionata često je vrlo izražena (Slika 1d), a zbog nedostatka slobodnog prostora na ljušturama se javljaju sekundarni pa čak i tercijarni epibionti (Zavodnik, 1967).

### **1.4. Uzroci mortaliteta i zaštita vrste**

Mehanička oštećenja uslijed kočarenja ili sidrenja, iskorištavanje plemenite periske u dekorativne i prehrambene svrhe, degradacija naselja morskih cvjetnica te ostalih prikladnih staništa posljednjih je nekoliko desetljeća uzrokovalo drastično smanjenje populacija plemenite periske (Katsanevakis, 2007; Zavodnik i sur., 1991). Bisusne niti ili tzv. „morska svila“ su kroz povijest bile vrlo cijenjene za izradu tkanine, dok se ljuštura koristila za izradu dugmadi (Voultsiadou i sur., 2010). No postoje i čimbenici poput klimatskih promjena,

utjecaja invazivnih vrsta, utjecaja zagađivala, te promijene u hranidbenoj mreži (Basso i sur., 2015.) kojima čovjek indirektno utječe na vrstu i time ugrožava njezin opstanak.

Obična hobotnica *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Slika 3), orada *Sparus aurata* Linnaeus, 1758, i kvrgavi volak *Hexaplex trunculus* Linnaeus, 1758 prirodni su predatori periski. Promjene u hranidbenim mrežama poput primjerice izlova goleme kirnje *Epinephelus marginatus* Lowe, 1834, je glavnog predatora obične hobotnice, dovode do potencijalnog povećanja brojnosti hobotnice čime može biti i povećan negativan utjecaj na plemenitu perisku (Basso i sur., 2015).



Slika 3. Ljuštura juvenilne periske ispred nastambe hobotnice *Octopus vulgaris* (autorica fotografije: S. Kipson).



Početakom jeseni 2016. zabilježena je masovna smrtnost periske *Pinna nobilis* na širokom zemljopisnom području španjolske obale Sredozemnog mora (Vázquez-Luis i sur., 2017; Catanese i sur., 2018 ) kod jedinki svih veličinskih razreda, dubinskih raspona i tipova staništa. Vjerojatni uzrok masovne smrtnosti je parazit *Haplosporidium pinnae* (Darriba, 2017; Vázquez-Luis i sur., 2017). Haplosporidijumi parazitiraju na morskim i slatkovodnim beskralježnjacima na globalnoj razini i mogu biti izrazito patogeni (Catanese i sur. 2018). Red Haplosporida uključuje više od 50 opisanih vrsta u četiri roda: *Haplosporidium*, *Minchinia*, *Bonamia* i *Urosporidium* (Arzul i Carnegie, 2015; Azevedo i Hine, 2017).

*Pinna nobilis* je ugrožena i zaštićena vrsta pod Direktivom Europske Unije 92/43/EEC (EEC, 1992) i ANNEX II Barcelonske Konvencije, te ujedno pod lokalnom zaštitom zemalja Europske Unije (Basso i sur., 2015). U Republici Hrvatskoj, plemenita periska je strogo zaštićena prema Pravilniku o strogo zaštićenim vrstama (NN 144/13 i NN 73/16). Nadalje, prema Pravilniku o visini naknade štete prouzročene nedopuštenom radnjom na zaštićenim životinjskim vrstama (NN 84/96), visina naknade štete prouzročene ubijanjem jedinke plemenite periske iznosi 500,00 kn.

## 1.5. Cilj rada

Unatoč ugroženosti i strogo zaštićenom statusu, istraživanja periske *Pinna nobilis* u Jadranu su rijetka i sukladno tome, saznanja o njenim populacijama su nedostatna. Stoga je glavni cilj ovog rada karakterizacija populacije periski u antropogenom morskom staništu - pulskoj luci. Specifični ciljevi uključuju:

1. utvrđivanje gustoće i strukture populacije
2. usporedbu podataka o morfometriji ljuštura periski dobivenih metodom kalibrirane fotografije i mjerenja fizičkih primjeraka
3. utvrđivanje sastava i strukture epibionata na ljušturama periski u pulskoj luci
4. usporedbu sastava i pokrovnosti epibionata na ljušturama periski u pulskoj luci i u obližnjem morskom zaštićenom području (Nacionalnom parku Brijuni)

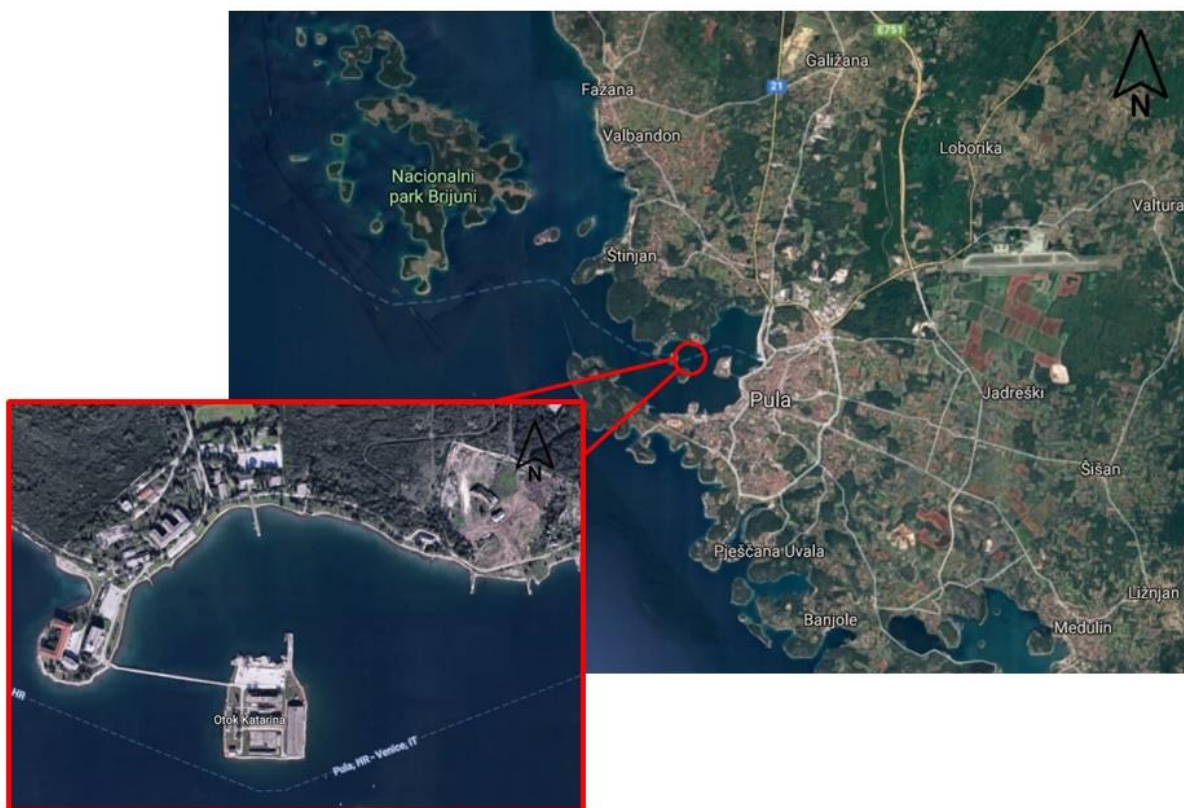
## 2. MATERIJALI I METODE

Rad na periskama u sklopu ovog diplomskog dio je istraživanja vezanih uz europski Obzor 2020 projekt „Obnova morskih ekosustava u europskim morima koja se mijenjaju“ (Marine Ecosystem Restoration in Changing European Seas, akronim MERCES). Aktivnosti tog projekta uključivale su istraživanje populacije periski unutar pulske luke (na lokaciji Sv. Katarina: slika 4) te njihovo preseljenje jer su bile ugrožene planiranom izgradnjom nautičkog centra u tom dijelu luke. S obzirom na to da je periska *Pinna nobilis* strogo zaštićena vrsta te da se radilo unutar luke, za ovo su istraživanje ishodovane sve potrebne dozvole od Ministarstva zaštite okoliša (KLASA: UP/1-612-07/17-48/53, URBROJ: 517-07-1-1-1-17-4, izdana 4. travnja 2017. godine) i Ministarstva mora, prometa i infrastrukture Republike Hrvatske (KLASA: 342-04/17-02/09, URBROJ: 530-04-2-1-17-8, izdana 9. svibnja 2017. godine).



Slika 4. Periske u pulskoj luci (autor fotografije: D. Petricioli).

## 2.1. Istraživano područje



Slika 5. Geografski položaj istraživanog područja pulske luke (uz otočić Katarina, povećano u crvenom pravokutniku) koje je posebno istaknuto crvenim krugom (izvor: Google Maps).

### 2.1.1. Geografske karakteristike

Zahvaljujući svojim prirodnim karakteristikama i geografskom položaju, kao i izgradnji lukobrana, pulska luka je jedna od najvećih i najboljih prirodnih luka na cijelom Jadranu (Slika 5). Luka Pula, kao najveća u Istri, je prirodna luka zaštićena s južne i jugozapadne strane poluotokom koji se završava rtom Kumpar i lukobranom dugačkim 1.210 m, a sa sjeverne strane rtom Proština. Sidrište za brodove nalazi se na gatu Rijeka dužine 150 m na oko 13 m dubine. Luka se prostire na površini od cca.  $4,5 \times 10^6 \text{ m}^2$ , s prosječnom dužinom od 4,5 km i širinom od 1 km. Prosječna dubina luke je 25 m, maksimalna 35 m, i sadrži volumen od  $112,5 \times 10^6 \text{ m}^3$  vode (Kraus i sur., 2016).

### **2.1.2. Klima i okolišni uvjeti**

Klima u ovoj regiji, prema Köppenu, svrstana je u „Cfsax“ tip i okarakterizirana je kao umjereno topla i vlažna klima s vrućim ljetima gdje prosjek najtoplijeg mjeseca prelazi 22°C. Najsušni period godine je u toplom razdoblju. Zimsko kišno razdoblje karakterizira sekundarno proljeće u travnju i jesensko-zimski vrhunac u listopadu i studenom i sporadično u prosincu. Grad Pula karakterizira godišnja prosječna temperatura od 13°C, s prosječnim padalinama od 870 mm godišnje. U regiji prevladavaju vjetrovi iz sjeveroistoka (Bura) i istoka (Levant) s godišnjom pojavom od 20% i prosječni intenzitet od 2,2 do 2,7 Beauforta. Luka Pula je zbog svoje prirodne konfiguracije, a dodatno i zbog gata Rijeka, dobro zaštićena od nepovoljnih uvjeta otvorenog mora. Konfiguracije luke sprječava stvaranje visokih valova. Najopasnija su razdoblja jakih sjeveroistočnih i istočnih vjetrova (Bura i Tramontana) koji induciraju snažne valove visine od 0,25-0,30 metra (Kraus i sur., 2016).

### **2.1.3. Hidrografske i hidrodinamičke značajke**

Hidrografske značajke luke Pula karakteriziraju sezonske varijacije temperature, saliniteta i drugih čimbenika koji su u pravilu pod utjecajem interakcija topline atmosfera-more, razmjene vodenih masa podrijetlom s otvorenih voda zapadne istarske obale i južnog Jadrana, te sporadično prodora slatke vode iz rijeke Po. U neposrednoj obalnoj zoni, zbog sezonskih i meteorološki čimbenika, temperatura, salinitet, hranjive tvari i trofičko stanje mogu postići ekstremne vrijednosti, što je osobito slučaj u luci Pula. U luci se povremeno javlja eutrofikacija, uglavnom tijekom ljeta, uz cvjetanje fitoplanktona ili se čak može uočiti nakupljanje sluzavih makroagregata (Kraus i sur., 2016).

Temperatura u ovoj prilično plitkoj uvali gotovo u cijelosti ovisi o toplinskim procesima između atmosfere i mora, pa se sezonski razlikuju između 7 i 26°C. U prosjeku, najniže vrijednosti javljaju se u veljači (~10°C), a najviše u kolovozu u površinskom sloju (~23°C). Površinska temperatura je općenito viša nego temperatura u dubljim slojevima. Proces toplinske stratifikacije u toplom razdoblju godine popraćen je slatkovodnim dotokom promjenjivog intenziteta, tako da se u vodenom stupcu obično formira nekoliko slojeva različite slanosti i temperature. Toplinska stratifikacija nije tako stabilna kao na otvorenom Jadranu, uključujući i obalno područje zapadne Istre gdje se, po pravilu, formiraju miješani

slojevi znatno različitih gustoća, čime se procesi razmjene ograničavaju na minimum i ovise samo o difuziji (Kraus i sur., 2016).

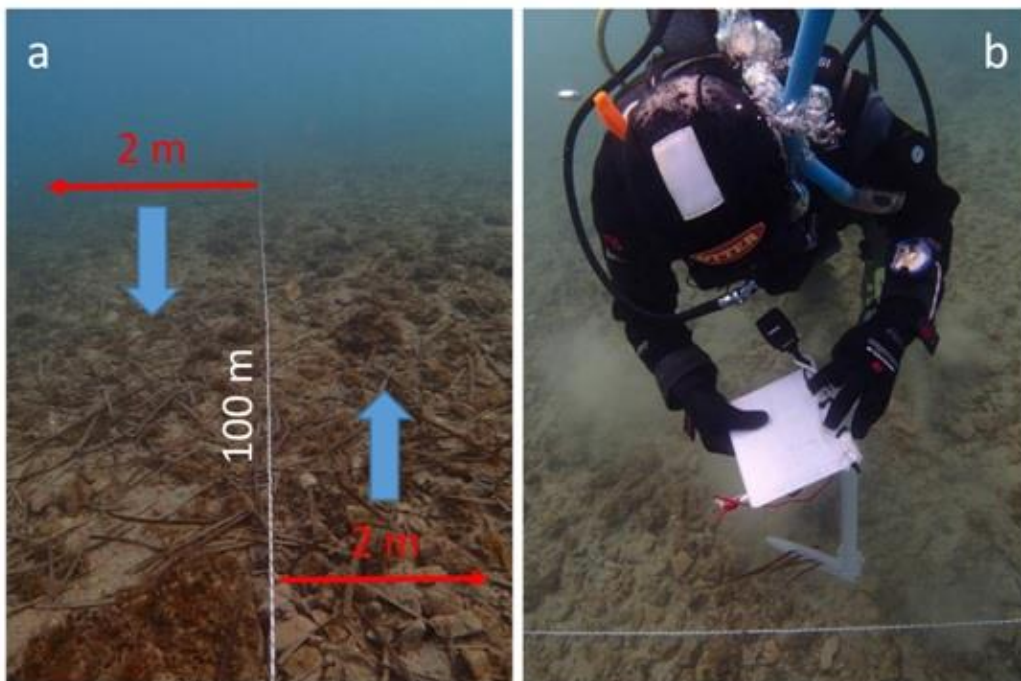
Transparentnost u otvorenim vodama sjevernog Jadrana je u rasponu od 0,5 do 30 m. U unutrašnjosti luke, transparentnost je prilično niska zbog visoke koncentracije suspendiranih tvari (do 16 mg / l), dok su u vanjskoj luci vrijednosti znatno niže (~ 2 mg / l). Voda u unutrašnjoj luci je stoga najčešće zeleno-smeđa, što je u skladu s klasifikacijom ovog dijela luke kao eutrofnog područja. U proljeće i jesen, kada cvjeta fitoplanktoni povećava se dotok slatke voda, transparentnost je još i niža (Kraus i sur., 2016).

U Jadranskom moru morske mijene su najizraženije u sjevernom dijelu. Morske mijene su mješovitog tipa, što znači da u pojedinim razdobljima prevladavaju poludnevne plime (izmjena plime i oseke dva puta dnevno), a u drugim prevladavaju dnevne plime (razmjena se odvija jednom dnevno). Osim morskih mijena, na razinu mora utječu i atmosferski procesi. Vjetrovi mogu potaknuti visoku razinu mora u obalnom području zbog trenja na međufazi zrak-voda. U sjevernom Jadranu, nakon atmosferskih poremećaja, u uvalama se javljaju slobodne oscilacije koje mogu izazvati varijacije razine mora do 50 cm. Morske struje imaju veliki utjecaj na horizontalnu raspodjelu i opću dinamiku vodenih masa i posljedično utječu na razrjeđivanje i istjecanje zagađenih voda iz obalnog područja. Cirkulacija vodenih masa u luci Pula je slaba. Glavni čimbenici koji utječu na cirkulaciju u luci su morske mijene i meteorološki uvjeti - vjetar i tlak (Kraus i sur., 2016).

## **2.2. Istraživanje populacije periske *P. nobilis***

### **2.2.1. Procjena gustoće populacije**

Gustoća populacije određivana je metodom linijskog transekta, 100 m duljine. Nakon polaganja transekta, dva su ronionica krenula s različitih krajeva plivati duž transekta i sa svoje strane bilježiti prisustvo periski u rasponu od 2 m od užeta (dakle ukupno promatrana površina po transektu iznosila je 400 m<sup>2</sup>; slika 6). Transekti su postavljeni usporedno s obalom, prateći istu dubinu (npr. 3 m, 5 m dubine).

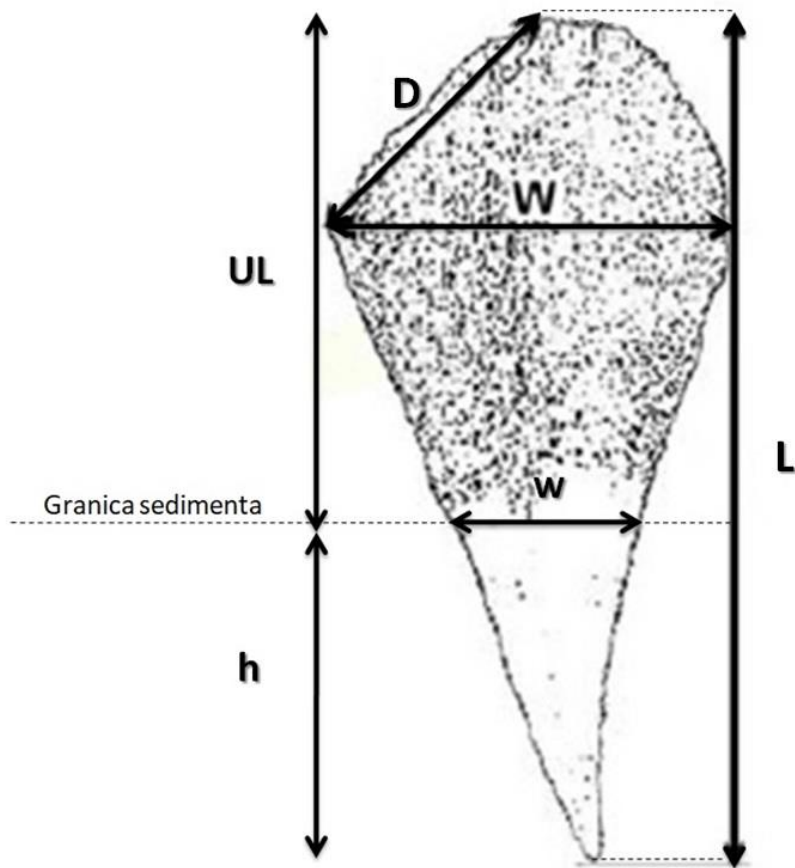


Slika 6. Procjena gustoće populacije periski: a) linijski transekt ukupne površine 400 m<sup>2</sup>, b) ronilac koji bilježi prisustvo periski duž linijskog transekta (autor fotografija: M. Belošević).

## 2.2.2. Utvrđivanje strukture populacije

### 2.2.2.1. Morfometrija ljuštura na temelju mjerenja fizičkih primjeraka

Periske korištene u ovoj analizi bile su izvađene na površinu. U laboratoriju, uz pomoć plastične pomične mjerke svakoj je jedinki (N=30) izmjerena ukupna duljina ljušture (L), maksimalna dorzo-ventralna širina ljušture (W) i udaljenost od zgloba ljušture do vrha ljušture (D) (vidi Sliku 7).



Slika 7. Mjere korištene kod analize fotografija i fizičkih primjeraka ljuštura periski (prema Rabaoui i sur., 2007).

Podacima dobivenim u laboratoriju pridružena su i mjerenja ukupne duljine ( $L$ ) i maksimalne širine ( $W$ ) ljuštura 182 periske preseljene u obližnje morsko zaštićeno područje (NP Brijuni) u sklopu projekta MERCES u lipnju 2017. godine (izmjerila S. Kipson) te podatci o maksimalnoj širini ( $W$ ) ljuštura 33 periske koje su izmjerili studenti Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu roneći na dah prilikom studentskog terena u Puli u istom razdoblju. Tako je dobivena cjelovitija slika o veličinskoj strukturi populacije iz pulske luke te o potencijalnom odnosu između ukupne duljine i maksimalne širine ljuštura. Naime, s obzirom na to da periska živi djelomično ukopana u sediment, mjerenje ukupne duljine ljuštura u prirodnom okruženju nije izvedivo bez iskopavanja jedinki, a to s obzirom na njen ugroženi i zaštićeni status nije opravdano. Stoga se ustalilo mjerenje samo maksimalne širine ljuštura, pozivajući se na njenu korelaciju s ukupnom duljinom ljuštura (npr. Vasquez-Luis i sur., 2017).



### 2.2.2.2. Morfometrija ljuštura na temelju analize fotografija

Prije donošenja periski u laboratorij (N=30), ljuštore su fotografirane. Fotografiska dokumentacija prikupljena je tako da je za svaku jedinku bila slikana njena lijeva i desna ljuštura, kraj koje je bila postavljena mjerna letva/ploča (Slika 8). Fotografije su snimljene kompaktnim fotoaparatom Olympus TG-4.



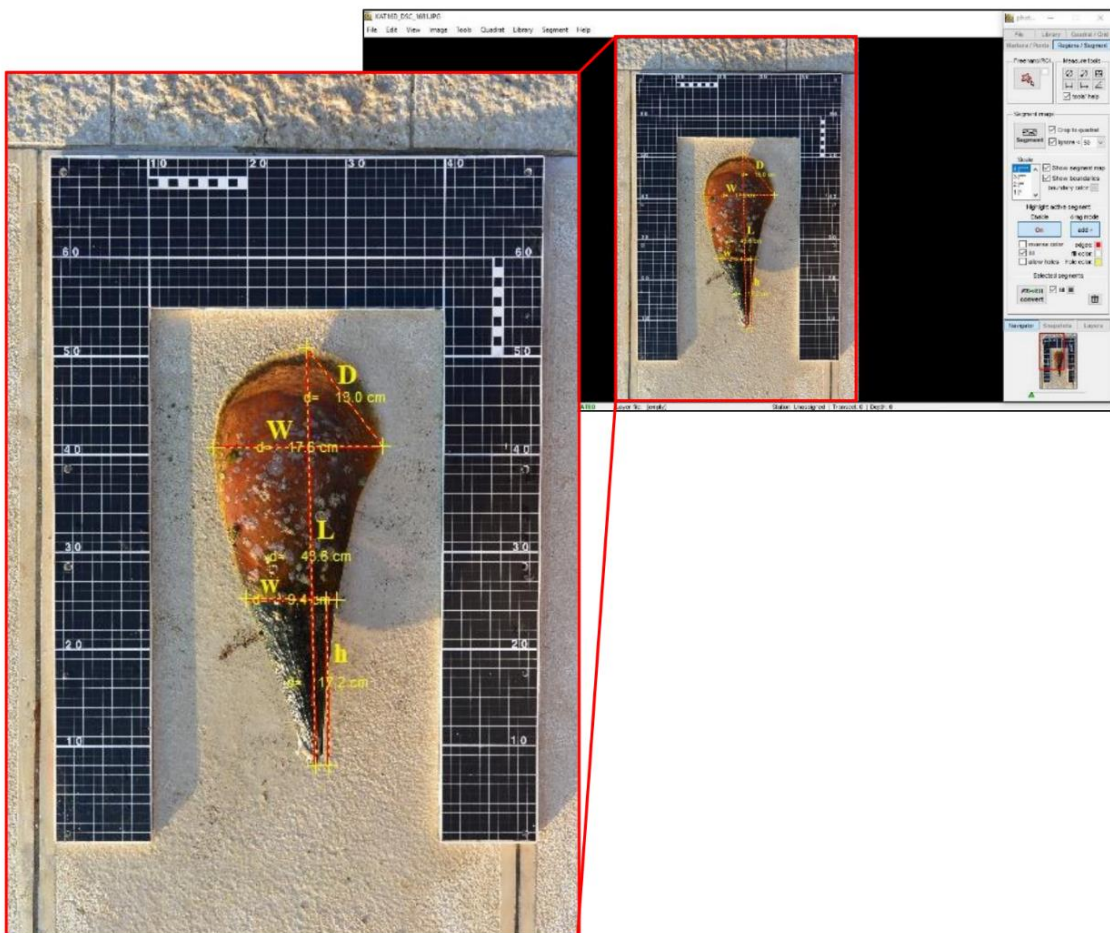
Slika 8. Primjer fotografija obje ljuštore periske sakupljene na lokaciji Sv. Katarina u pulskoj luci, na temelju kojih su utvrđene morfometrijske mjere te su uspoređene s ručnim mjerenjima na fizičkim primjercima (autorica fotografija: S. Kipson).

Stvorena je baza od ukupno 59 fotografija na lokaciji Katarina koje su korištene za analizu. Svakoj slici pridruženo je identifikacijsko ime s obzirom na područje na kojem je jedinka fotografirana, redni broj, te stranu ljuštore periske koja se nalazi na slici (npr. KAT-16D; jedinka broj 16 iz lokacije Katarina, desna ljuštura periske).

Zatim je uslijedilo mjerenje jedinki na fotografijama. Unutar programa photoQuad, svaka pojedina slika je kalibrirana uz pomoć mjerne letve/ploče, koja se nalazila pored svake fotografirane periske (Slika 9). Nakon kalibracije, svakoj jedinki izmjerena je ukupna duljina ljuštore (L), maksimalna dorzo-ventralna širina ljuštore (W), udaljenost od zgloba do vrha

ljuštore (D), minimalna širina neukopanog dijela ljuštore (w), duljina neukopane ljuštore (UL), duljina ukopanog dijela ljuštore (h), ukupna površina ljuštore (A) i površina neukopanog dijela ljuštore ( $A_{\text{neukopana}}$ ). Parametri - ukupna površina ljuštore(A) i površina neukopanog dijela ljuštore( $A_{\text{neukopana}}$ ) nisu mjereni u laboratoriju jer nije bilo moguće izmjeriti navedene parametre uz pomoć plastične pomične mjerke. Također, parametre minimalna širina neukopanog dijela ljuštore (w), duljina neukopane ljuštore (UL) i duljina ukopanog dijela ljuštore (h) nije bilo moguće mjeriti u laboratoriju jer granica ukopanog dijela ljuštore nije bila jasno vidljiva.

Mjere su upisane u Excel, te su provedeni statistički izračuni koji su kasnije korišteni za podatke o morfološkoj karakterizaciji ljuštura. Ti su podatci iskorišteni za usporedbu s podacima dobivenim na temelju mjerenja fizičkih jedinki kako bi se utvrdila pouzdanost i iskoristivost metode kalibrirane fotografije za morfometriju ljuštura periski.



Slika 9. Prikaz mjerenja ljuštore periske u programu photoQuad.

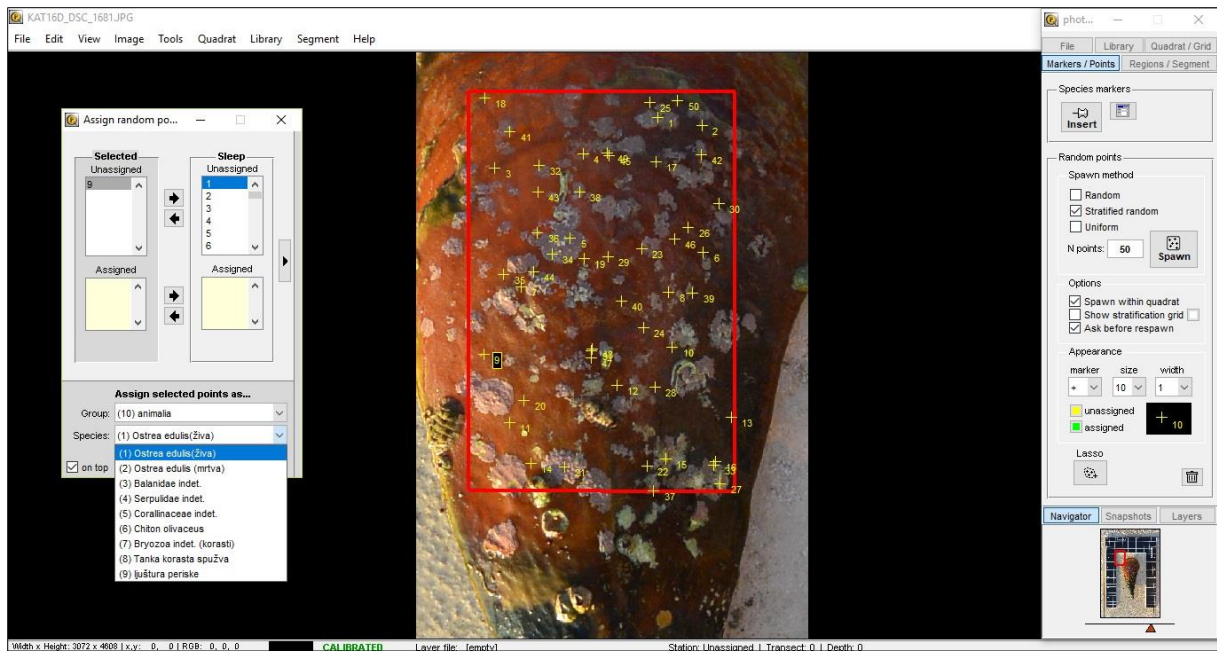
## **2.3. Istraživanje zajednice epibionata na ljušturama periske**

### **2.3.1. Kvalitativna analiza sastava epibionata**

Za kvalitativnu analizu sastava epibionata, fotografije su pregledavane uz pomoć programa photoQuad. Svaka od fotografija je zumirana te je detaljno proučena i analizirana cijela površina ljušture. Za svaku fotografiju napravljen je popis svojti epibionata koji se na njoj nalaze. Epibionske svojte su prilikom kvalitativne analize determinirane do najniže moguće taksonomske razine, uzimajući u obzir ograničenja identifikacije na temelju fotografija.

### **2.3.2. Kvantitativna analiza pokrovnosti epibionata**

Za kvantitativnu analizu korišten je softver photoQuad, koji je omogućio dobivanje podataka o postotku pokrovnosti epibionata na ljušturama. Svaka fotografija prvo je kalibrirana uz pomoć mjerke koja se nalazi pored svake jedinke periske. Nakon toga, na svaku je jedinku postavljen kvadrat dimenzija 10x15 cm, te je unutar tog kvadrata napravljena analiza. U ovom istraživanju, unutar svakog kvadrata postavljeno je 50 nasumično smještenih točaka (Slika 10). Prilikom analize pregledana je površina ispod svake od točaka, te joj je dodijeljena svojta epibionata koji se na tom mjestu nalazi. Svojte epibionata sadržane su u prethodno stvorenoj biblioteci vrsta nastaloj na temelju popisa. Ako su kvantitativnom analizom bila zahvaćena područja bez epibionata, takvim je područjima dodijeljena kategorija „ljuštura periske“. Nakon što je svaka od 50 točaka na slici bila determinirana, dobiven je pregled postotka pokrovnosti uzorka ljušture određenim svojtama epibionata. Kasnije su svi podaci o pokrovnosti stavljani u skupnu Excel tablicu rezultata kvantitativne analize. Također, pomoću fizičkih primjeraka jedinki u laboratoriju napravljene su dodatne provjere sastava epibionata.



Slika 10. Prikaz sučelja kvantitativne analize epibionata periski u programu photoQuad.

## 2.4. Statistička obrada podataka

Podatci dobiveni kvalitativnom i kvantitativnom analizom epibiontskih svojti pohranjeni su u Excel, te su u nastavku obrađeni u programu PRIMER-E.

Za utvrđivanje odnosa između ukupne duljine i maksimalne dorzo-ventralne širine ljuštura korištena je linearna regresija.

### 2.4.1. Multivarijatna analiza

Podatci o sastavu (prisutnosti-odsutnosti) i pokrovnosti svojti epibionata korišteni su za izradu Bray-Curtis matrice sličnosti (Bray i Curtis, 1957). Za usporedbu sa zajednicom epibionata na ljušturama periski u obližnjem NP Brijuni preuzeti su podatci iz Plećaš (2017). Neparometrijsko multidimenzijско skaliranje (nMDS) korišteno je za vizualiziranje obrazaca sličnosti između zajednica s dvije promatrane lokacije (Kruskal i Wish, 1978). Provjera multivarijatne varijabilnosti između postaja izvršena je neparometrijskom analizom varijanci PERMANOVA (Anderson, 2001a). Kako bi se ispitala razlike između lokacija, koristila se

jednofaktorska PERMANOVA s postajom kao fiksnim faktorom. Iznosi p-vrijednosti manji od 0,05 su smatrani statistički značajnima, te su analize značajnosti temeljene na 9999 nerestriktivnih permutacija sirovih podataka (Anderson, 2001b; Anderson i ter Braak, 2003). Za izračun doprinosa pojedinih svojti epibionata utvrđenim sličnostima i razlikama između postaja, korištena je SIMPER analiza (Clarke, 1993). Sve multivarijatne analize su provedene u programu PRIMER v6 sa PERMANOVA+ dodatkom (Clarke i Gorley 2006, Anderson i sur. 2008).

#### **2.4.2. Univarijatna analiza**

Univarijatne analize su korištene za utvrđivanje razlika u morfometrijskim mjerama za obje ljuštore te za obje korištene metode mjerenja. Shapiro-Wilk test je korišten za analizu pretpostavke normalne distribucije podataka a Levene-ov test za analizu pretpostavke homogenosti varijanci. Kada su pretpostavke ispunjene, korištena je jednosmjerna ANOVA za utvrđivanje spomenutih razlika. U suprotnom slučaju, korišten je U Mann-Whitney neparametrijski test. Sve univarijatne analize provedene su u programu STATISTICA (verzija 13.0, StatSoft).

### 3. REZULTATI

#### 3.1. Gustoća populacije

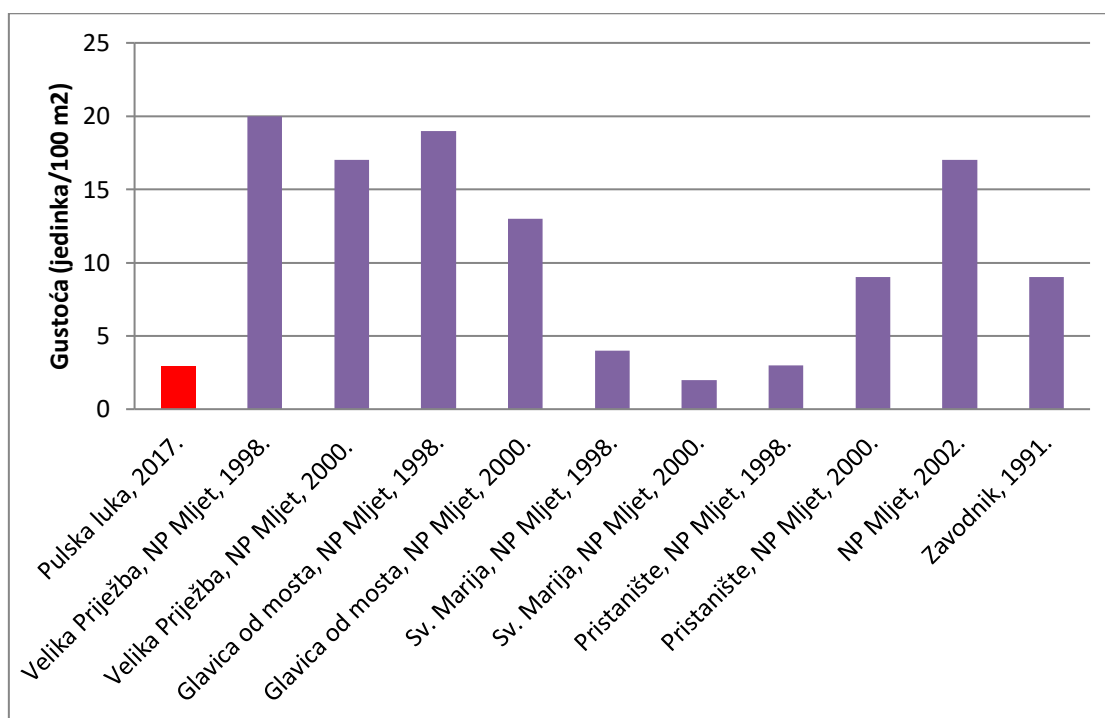
Prosječna gustoća periski na 2 m dubine iznosila je  $3,33 \pm 11,6$  SD, na 3 m  $4,25 \pm 11,5$  SD, a na 5 m  $0,38 \pm 0$  SD. U konačnici je utvrđena gustoća periski od 2,94 jedinki/100m<sup>2</sup> na lokaciji Sv. Katarina unutar pulske luke u dubinskom rasponu od 2 do 5 m (Tablica 1). Zabilježena gustoća u donjem je rasponu gustoća dosad istraživanih populacija u Jadranskom moru (2 – 20 jedinki/100 m<sup>2</sup>; tablica 2, slika 11).

Tablica 1. Gustoća populacije periski u dubinskom rasponu od 2 do 5 m na lokaciji Sv. Katarina unutar pulske luke.

Dubina	Redni broj transeka	Broj periski	Površina transeka u m <sup>2</sup>	Gustoća (jedinka/100 m <sup>2</sup> )
<b>2 m</b>	8	20	200	10
	7	0	400	0
	5	0	400	0
	UKUPNO:	<b>20</b>	<b>1000</b>	<b>3,33</b>
<b>3 m</b>	1	26	400	6,5
	3	4	400	1
	4	21	400	5,25
	UKUPNO:	<b>51</b>	<b>1200</b>	<b>4,25</b>
<b>5 m</b>	6	1	400	0,25
	2	2	400	0,5
	UKUPNO:	<b>3</b>	<b>800</b>	<b>0,38</b>

Tablica 2. Gustoća populacije periski na dosad istraživanim lokacijama u Jadranskom moru.

Lokacija	Godina	Dubina	Gustoća (jedinka/100 m <sup>2</sup> )	Referenca
Pulska luka	2017	2-5 m	2,94	Ovo istraživanje
Velika Priježba, NP Mljet	1998	5-15 m	20	Šiletić i Peharda (2003)
Velika Priježba, NP Mljet	2000	5-15 m	17	Šiletić i Peharda (2003)
Glavica od mosta, NP Mljet	1998	5-15 m	19	Šiletić i Peharda (2003)
Glavica od mosta, NP Mljet	2000	5-15 m	13	Šiletić i Peharda (2003)
Sv. Marija, NP Mljet	1998	5-15 m	4	Šiletić i Peharda (2003)
Sv. Marija, NP Mljet	2000	5-15 m	2	Šiletić i Peharda (2003)
Pristanište, NP Mljet	1998	5-15 m	3	Šiletić i Peharda (2003)
Pristanište, NP Mljet	2000	5-15 m	9	Šiletić i Peharda (2003)
NP Mljet	2002	0-15m	17	Peharda i sur. (2002)
Jadransko more (nespecificirane lokacije)	1991	10-20 m	9	Zavodnik (1991)



Slika 11. Usporedba gustoće populacije periski na dosad istraživanim lokacijama u Jadranskom moru i lokaciji Sv. Katarina unutar pulske luke.

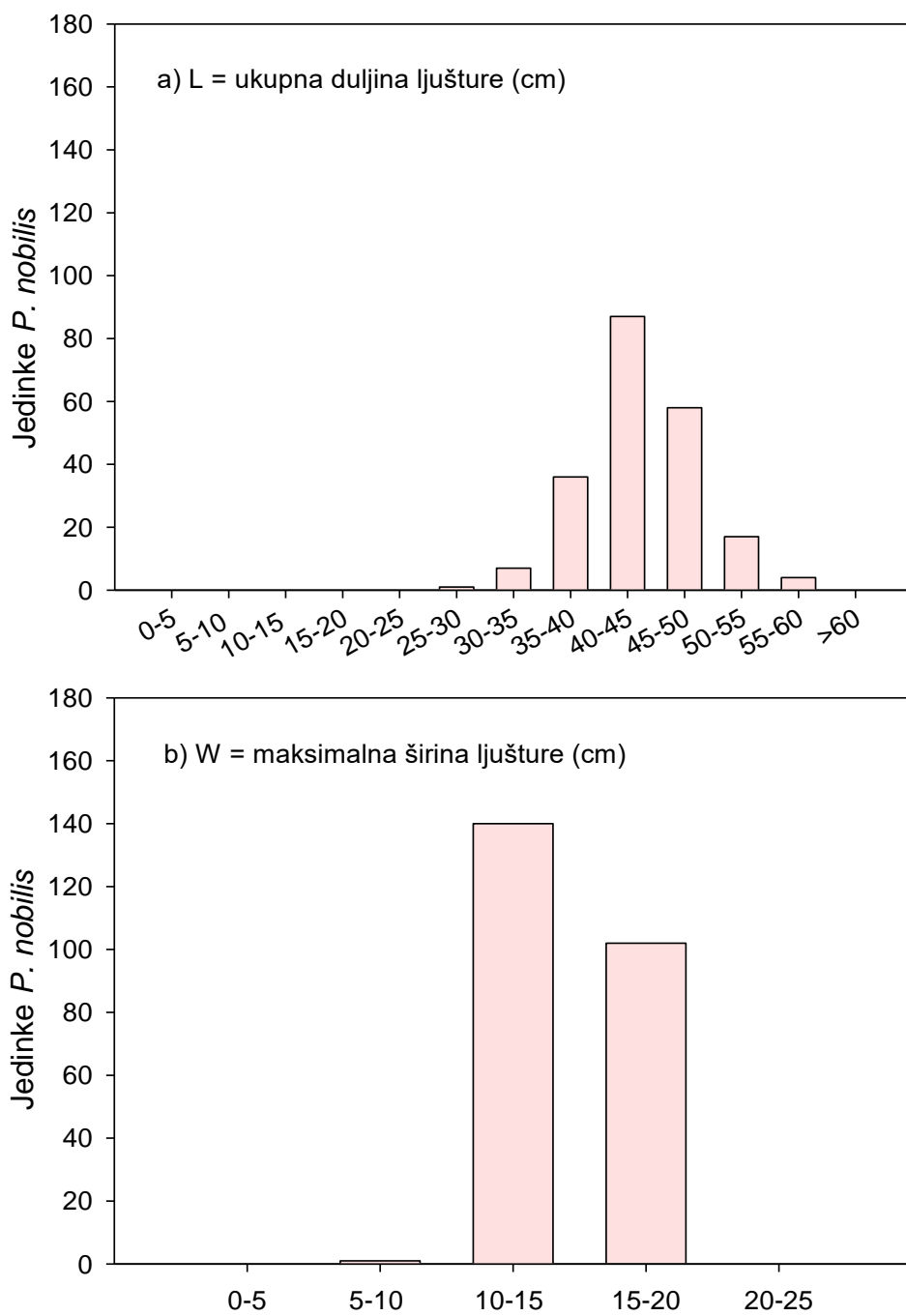
### 3.2. Struktura populacije

S obzirom na duljinu, najveći broj ljuštura periski unutar pulske luke na lokaciji Sv. Katarina, ulazio je u veličinski razred 40-45 cm. Suprotno tome, svega nekoliko ljuštura bilo je prisutno u duljinskom razredu od 25-30 cm (Slika 12 a), dok periske s ukupnom duljinom ljuštura < 25 cm nisu zabilježene. Najveća zabilježena periska imala je ukupnu duljinu ljuštura 58 cm. Unutar veličinskog razreda 55-60 cm bilo je prisutno svega 0,03% (N=6) periski.

Maksimalne dorzo-ventralne širine ljuštura kretale su se između 10 i 20 cm, s time da je širina ljuštura najvećeg broja periski bila od 10-15 cm (Slika 12 b). Svega jedna periska bila je u veličinskom razredu 5-10 cm. Prilikom istraživanja nije pronađena niti jedna periska koja je imala maksimalnu širinu ljuštura manju od 5 cm i veću od 20 cm.

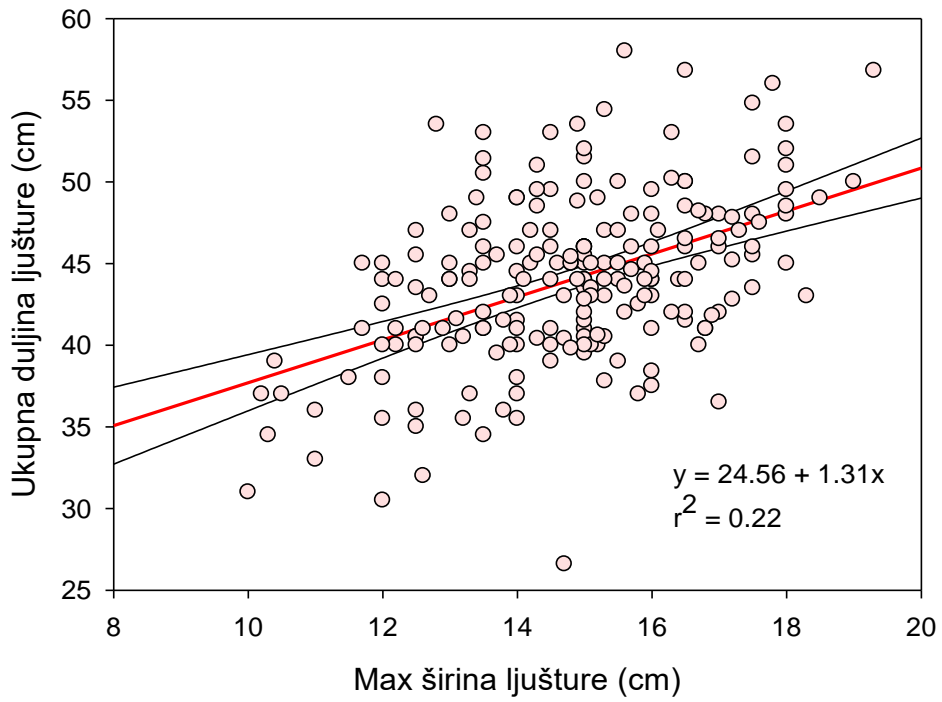
Što se tiče odnosa između ukupne duljine i maksimalne dorzo-ventralne širine ljuštura periski u pulskoj luci obje funkcije (linearna regresija i eksponencijalni rast) i primijenjene krivulje korištene prilikom analiza nisu uspješno opisale odnos. Naime, trend je generalno pozitivan ali dobivena  $r^2$  vrijednosti koja pokazuje zavisnost između maksimalne dužine i maksimalne širine je vrlo mala (Slika 13).



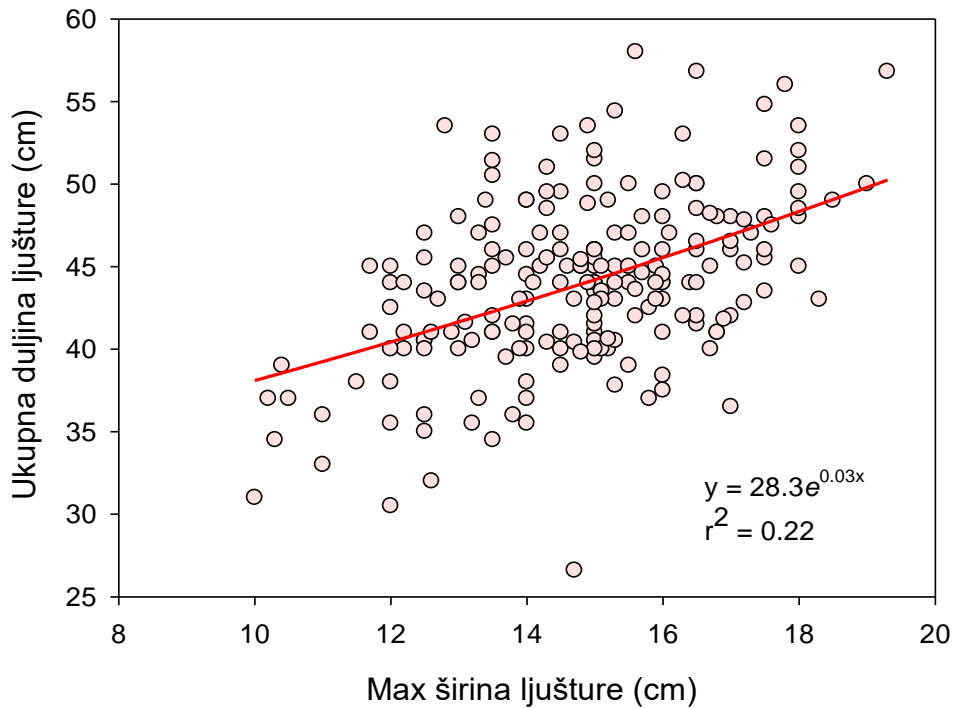


Slika 12. Veličinska raspodjela ukupne duljine i maksimalne dorzo-ventralne širine ljuštura periski na temelju svih mjerenja fizičkih jedinki: a) ukupan br. izmjerenih jedinki= 210; b) ukupan br. izmjerenih jedinki= 243.

a) linearna regresija



b) eksponencijalni rast



Slika 13. Odnos između ukupne duljine i maksimalne dorzo-ventralne širine ljuštura periski u pulskoj luci: a) linearna regresija, b) eksponencijalni rast.

### 3.3. Morfologija ljuštura na temelju kalibrirane fotografije i ručnog mjerenja

Prilikom analize fotografija izmjerena je srednja vrijednost ukupne duljine ljuštura za desnu ljušturu u iznosu od 46,9 cm i za lijevu ljušturu 47,46 cm. Maksimalna izmjerena duljina desne ljuštura je 61 cm, a lijeve ljuštura 60,3 cm. Minimalna izmjerena duljina desne ljuštura je 28,3 cm, a lijeve ljuštura 39,6 cm. Prilikom mjerenja fizičkih primjeraka ljuštura u laboratoriju izmjerena je srednja vrijednost ukupne duljine desne ljuštura koja je iznosila 44,67 cm i lijeve ljuštura koja je iznosila 44,69 cm. Maksimalna izmjerena duljina i desne i lijeve ljuštura je 56,8 cm, a minimalna duljina i desne i lijeve ljuštura je 26,6 cm (Tablica 3).

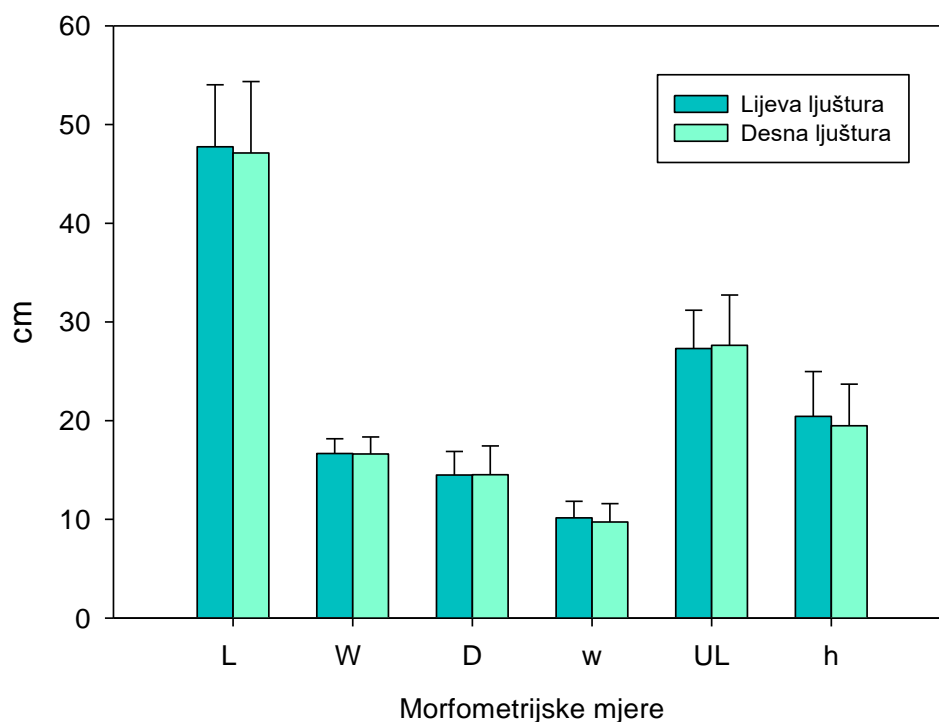
Prilikom analize fotografija izmjerena je srednja vrijednost maksimalna širina ljuštura koja iznosi 16,69 cm za desnu ljušturu i 16,72 cm za lijevu ljušturu. Maksimalna izmjerena širina desne ljuštura je 20,4 cm, a minimalna širina ljuštura je 13,5 cm. Dok je maksimalna izmjerena širina lijeve ljuštura 20,3 cm, a minimalna širina je 13,6 cm. Prilikom mjerenja fizičkih primjeraka ljuštura u laboratoriju izmjerena je srednja vrijednost ukupne širine desne ljuštura koja je iznosila 15,58 cm i lijeve ljuštura koja je iznosila 15,6 cm. Maksimalna izmjerena širina desne ljuštura je 19,3 cm, a lijeve ljuštura 19,2 cm. Minimalna duljina desne ljuštura je 11,7 cm, a lijeve ljuštura 11,5 cm (Tablica 3).

Tablica 3. Ukupna duljina ljuštura (L), maksimalna dorzo-ventralna širina ljuštura (W) i udaljenost od zgloba do vrha ljuštura (D) utvrđenih analizom fotografija i mjerenjem fizičkih primjeraka periski iz pulske luke za a) desnu i b) lijevu ljušturu.

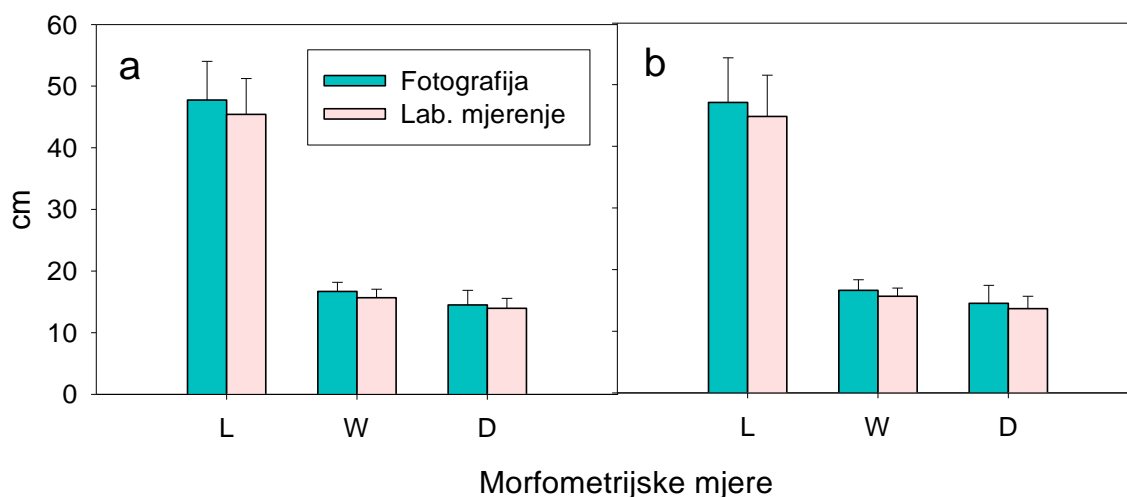
a)	ANALIZA FOTOGRAFIJA (N=30)			FIZIČKI PRIMJERCİ (N=31)		
	L (u cm)	W (u cm)	D (u cm)	L (u cm)	W (u cm)	D (u cm)
Srednja vrijednost	46,9	16,69	14,48	44,67	15,58	13,69
Median	45,85	16,15	14,1	43,6	15,3	13,8
Minimum	28,3	13,5	8,8	26,6	11,7	7,4
Maksimum	61	20,4	23,2	56,8	19,3	17,2
Standardna devijacija	7,05	1,68	2,83	6,73	1,49	1,96

b)	ANALIZA FOTOGRAFIJA (N=28)			FIZIČKI PRIMJERCİ (N=31)		
	L (u cm)	W (u cm)	D (u cm)	L (u cm)	W (u cm)	D (u cm)
Srednja vrijednost	47,46	16,72	14,47	44,69	15,6	13,72
Median	45,65	16,65	13,95	43,8	15,4	14
Minimum	39,6	13,6	10,9	26,6	11,5	7,2
Maksimum	60,3	20,3	23,2	56,8	19,2	17,2
Standardna devijacija	6,16	1,44	2,32	6,71	1,53	1,99

Napomena: Razlog velike razlike u vrijednostima kod analize fotografija između minimalna izmjerena duljina desne i lijeve ljuštore što je dio ljuštura periski fotografiran samo s jedne strane (samo desna ljuštura ili samo lijeva ljuštura).



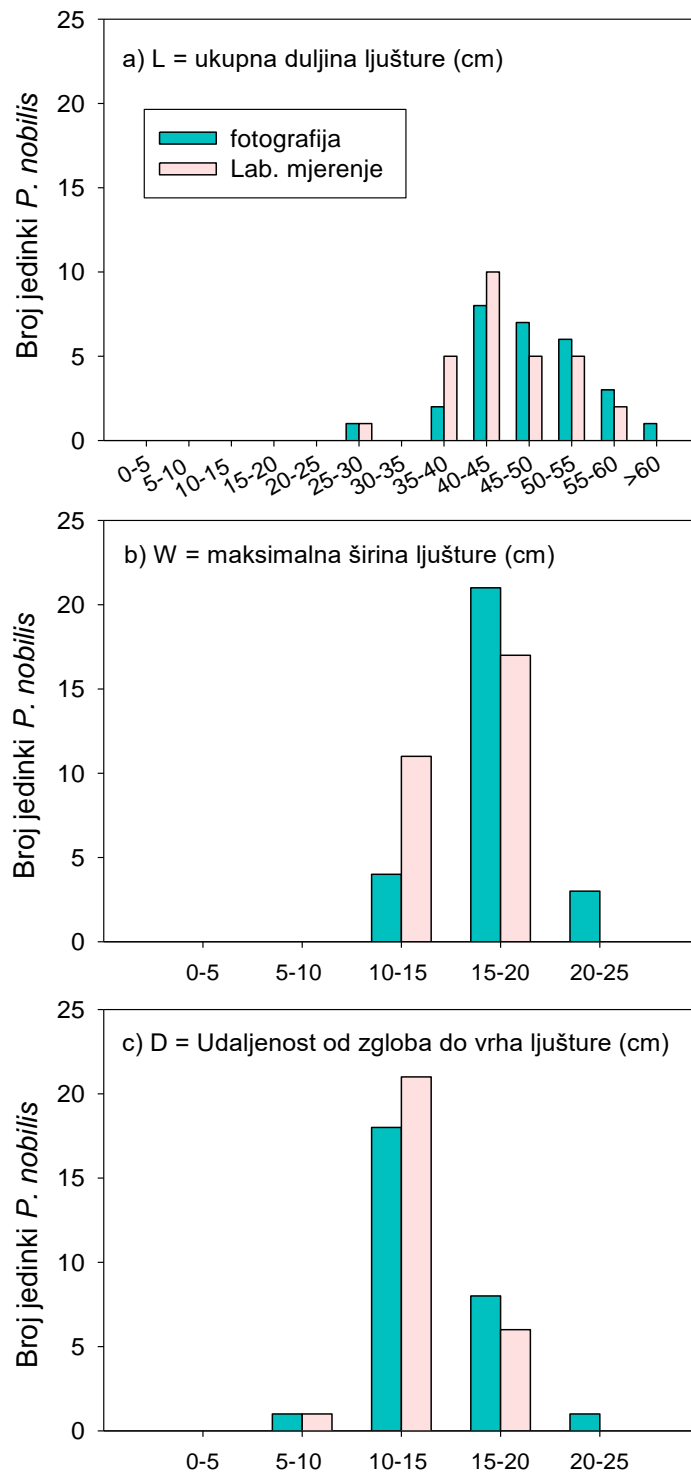
Slika 14. Usporedba morfolometrijskih mjera (srednja vrijednost ± SD) utvrđenih analizom fotografija za lijevu i desnu ljušturu. L= ukupna duljina, W = maksimalna širina, D =udaljenost od zgloba do vrha, w = minimalna širina neukopane ljuštore, UL = duljina neukopanog dijela ljuštore i h = duljina ukopane ljuštore (vidi sliku 7).



Slika 15. Usporedba morfometrijskih mjera periski (srednja vrijednost  $\pm$  SD) na temelju analize fotografija i ručnog mjerenja u laboratoriju za: a) lijevu i b) desnu ljušturu periski. L= ukupna duljina, W= maksimalna širina i D= udaljenost od zgloba do vrha ljušture (vidi sliku 7).

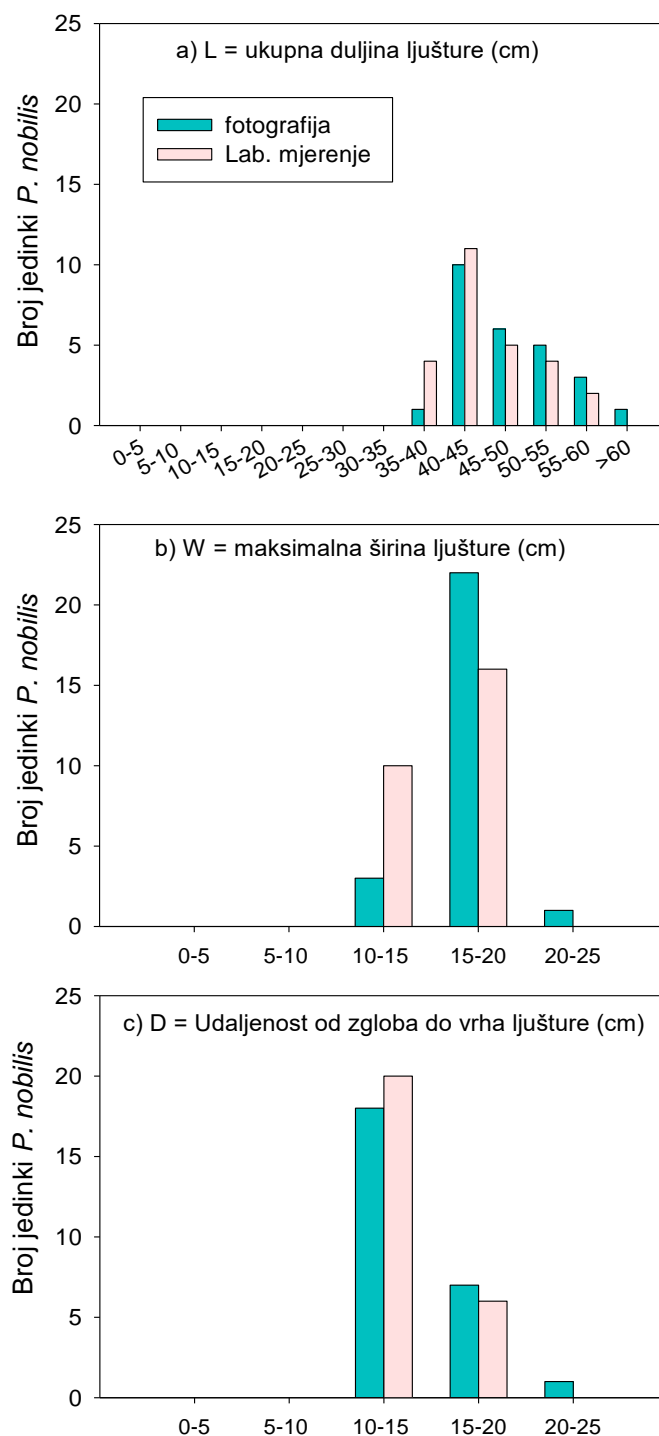
Morfometrijske mjere utvrđene analizom kalibriranih fotografija nisu se značajno razlikovale između lijeve i desne ljušture ( $p > 0.5$ ; slika 14).

Također, morfometrijske mjere ukupne duljine ljušture i udaljenosti od zgloba do vrha ljušture nisu se statistički značajno razlikovale ( $p > 0.05$ ; slika 15) s obzirom na metodu mjerenja (kalibrirana fotografija i ručno mjerenje kaliperom). Jedina značajna razlika između dviju metoda utvrđena je za maksimalnu širinu i to u slučaju obje ljušture (lijeva ljuštura: ANOVA,  $F(1, 50) = 6.29$ ,  $p = 0.015$ ; desna ljuštura: ANOVA,  $F(1, 54) = 5.39$ ,  $p = 0.024$ ).



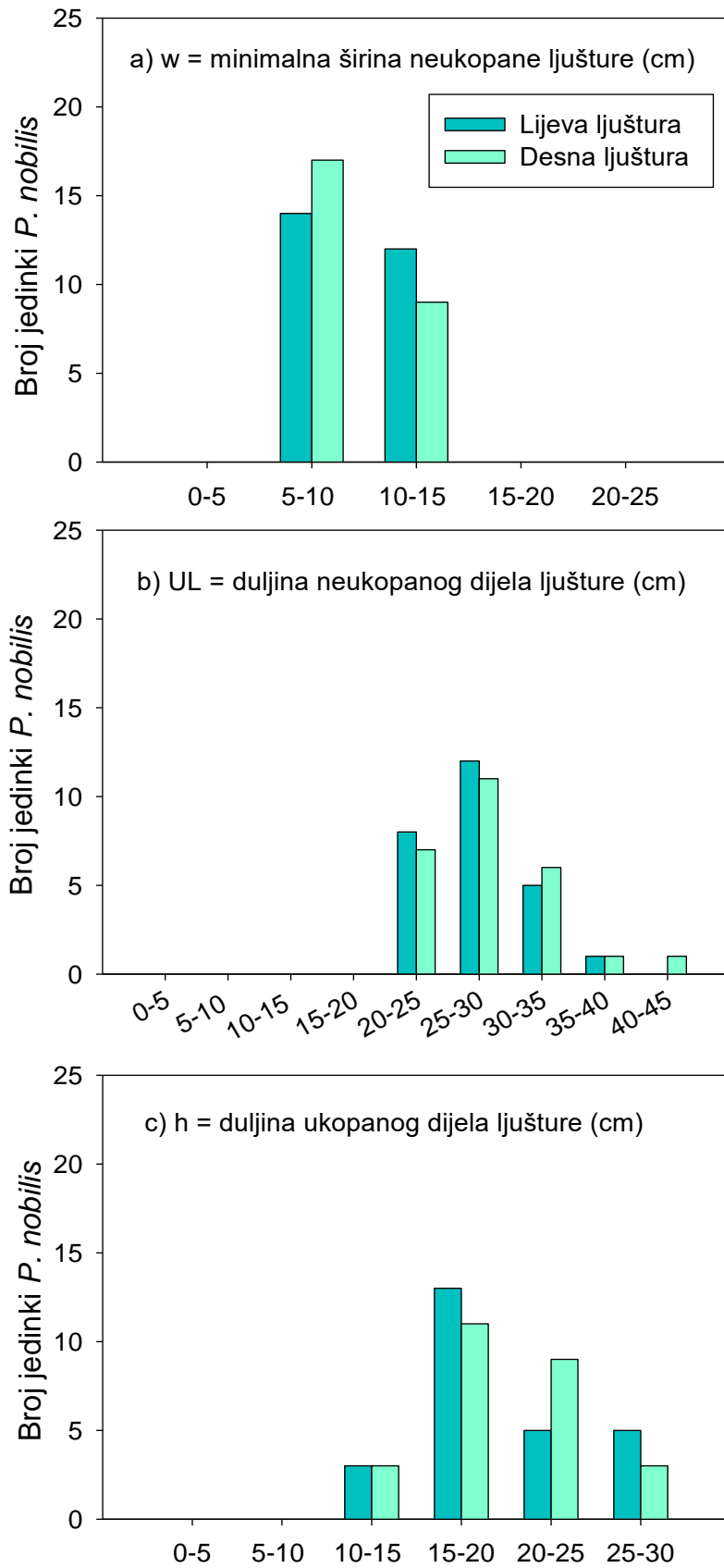
Slika 16. Desna ljuštura periski: usporedba veličinske raspodjele odabranih morfometrijskih mjera izmjerenih na temelju fotografija i fizičkih primjeraka.

Najveći broj desnih ljuštura periski iz područja pulske luke (na lokaciji Sv. Katarina) na temelju njihove ukupne duljine ljuštore ulazili u veličinski razred 40-45 cm. Na temelju maksimalne širine ljuštore najveći broj periski ulazi u veličinski razred 15-20 cm, a na temelju udaljenosti od zgloba do vrha ljuštore u veličinski razred 10-15 cm (Slika 16).



Slika 17. Lijeva ljuštura periski: usporedba veličinske raspodjele odabranih morfometrijskih mjera izmjerenih na temelju fotografija i fizičkih primjeraka.

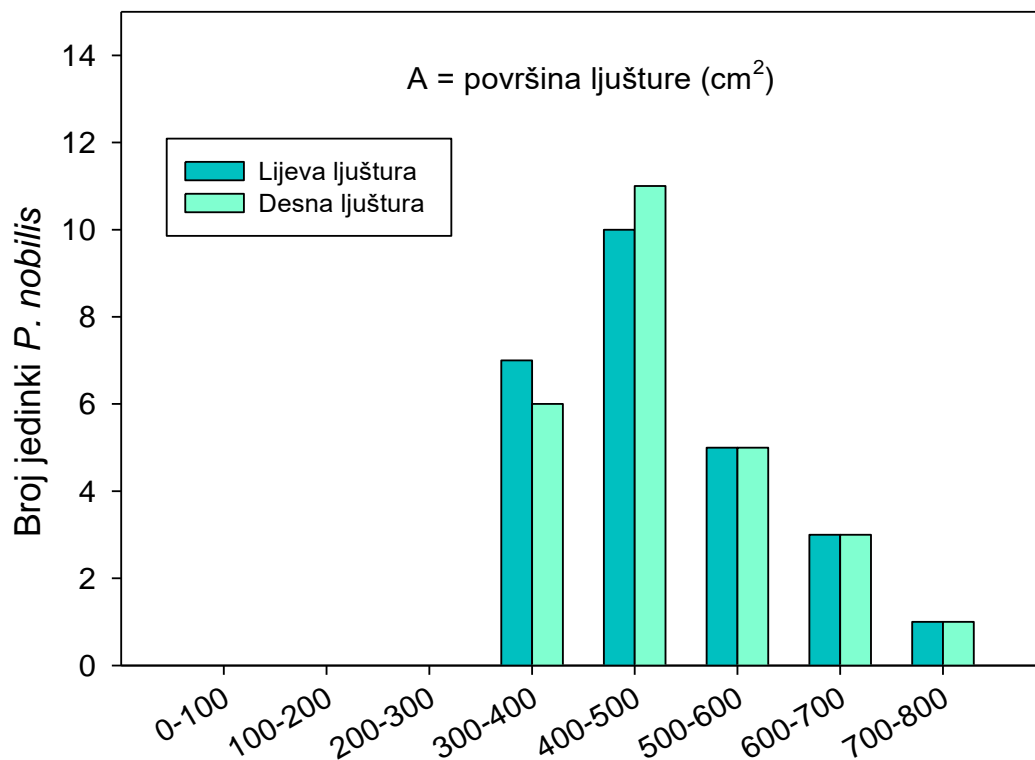
Najveći broj lijevih ljuštura periski iz područja pulske luke (na lokaciji Sv. Katarina) na temelju njihove ukupne duljine ljušture također ulazi u veličinski razred 40-45 cm. Na temelju maksimalne širine ljuštura najveći broj periski ulazi u veličinski razred 15-20 cm, a na temelju udaljenosti od zgloba do vrha ljuštura u veličinski razred 10-15 cm kao i desnih ljuštura (Slika 17).



Slika 18. Veličinska raspodjela ostalih morfometrijskih mjera za obje ljuštura periski analiziranih na temelju fotografija.



Najveći broj ljuštura periski iz područja pulske luke analizom fotografija na temelju minimalne širine neukopane ljuštore ulaze u veličinski razred 5-10 cm. Na temelju duljine neukopanog dijela ljuštore najveći broj periski ulazi u veličinski razred 25-30 cm. Suprotno tome, najmanji broj ljuštura bio je prisutan u najvećem duljinskom razredu 40-45 cm. Nadalje, na temelju duljine ukopanog dijela ljuštore najveći broj ljuštura periski ulazi u veličinski razred 15-20 cm, a najmanji broj ljuštura prisutan je u najmanjem duljinskom razredu 10-15 cm (Slika 18).



Slika 19. Veličinska raspodjela površine obje strane ljuštore analiziranih na temelju fotografija.

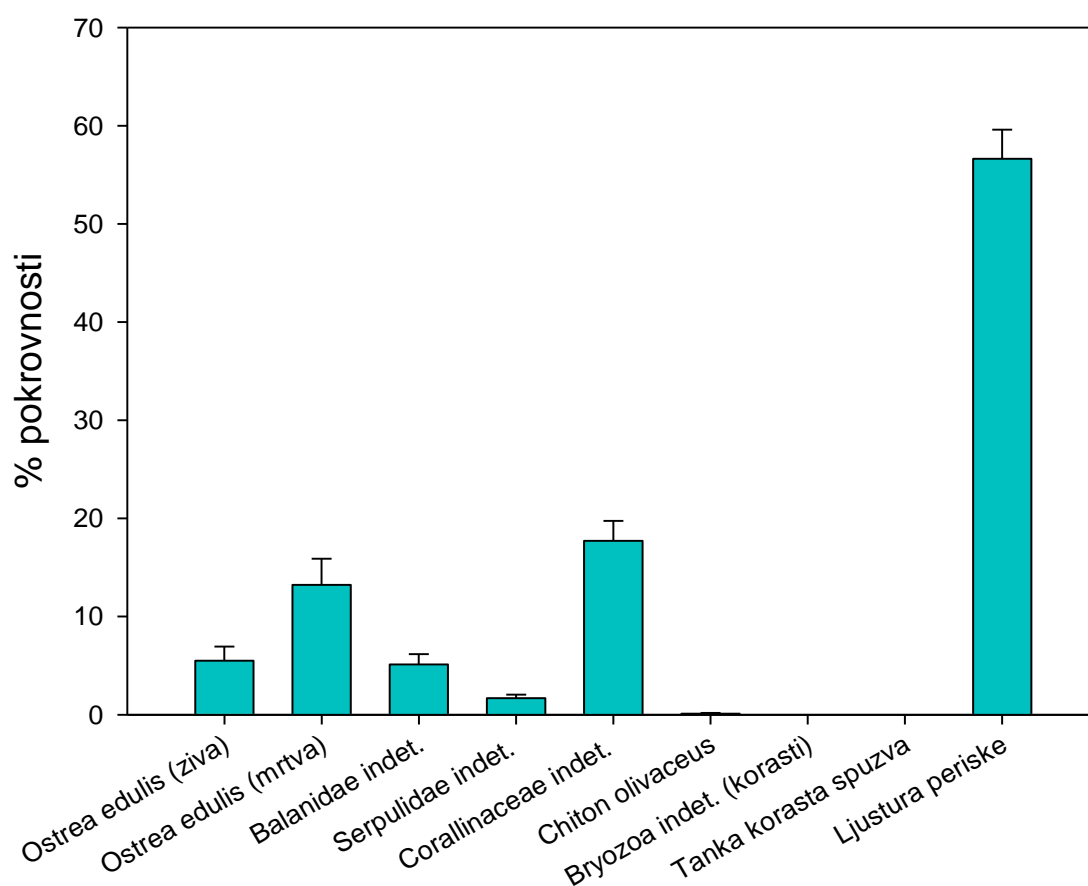
Grupacija veličinske raspodjele površine obje strane ljuštore analiziranih na temelju fotografija periski iz pulske luke (na lokaciji Sv. Katarina), pokazala je kako najveći broj ljuštura ulazi u veličinski razred 400-500 cm<sup>2</sup>. Suprotno tome, najmanji broj ljuštura bio je prisutan u najvećem veličinskom razredu 700-800 cm<sup>2</sup> (Slika 19).

### 3.4. Epibionti na ljušurama periski

#### 3.4.1. Sastav i abundancija epibionata na ljušturama periski u pulskoj luci

Ovim istraživanjem ukupno je zabilježeno 7 svojti epibionata na ljušturama (*Ostrea edulis*, Balanidae indet., Serpulidae indet., Corallinaceae indet., *Chiton olivaceus*, Bryozoa indet. (korasti), tanka korasta spužva).

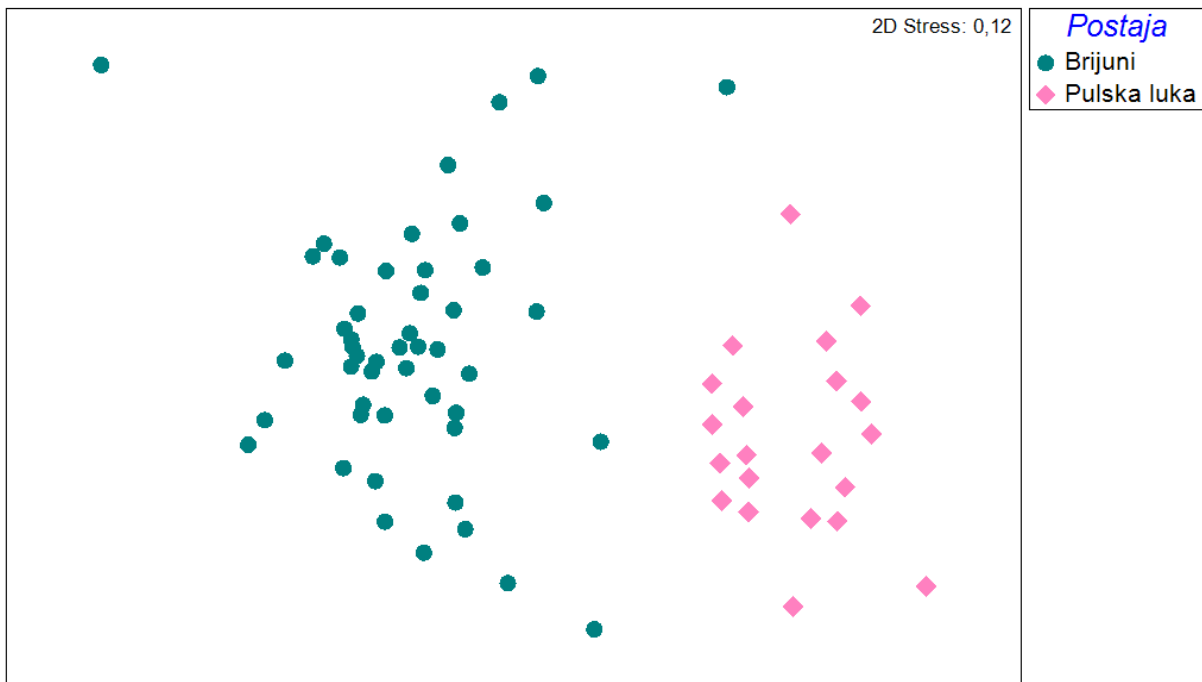
Analizom fotografija (Slika 20) najčešća zabilježena kategorija bila je neobrasla ljuštura periske (56, 36%), dok su najčešći epibionti pripadali kategoriji Corallinaceae indet. (17,72%) i mrtva kamenica *Ostrea edulis* (13,23%). S druge strane najrjeđa kategorija bila je *Chiton olivaceus* (0,11%) i Serpulidae indet. (1,68%). Od preostalih kategorija zabilježena je i živa kamenica *Ostrea edulis* (5,51%) i Balanidae indet. (5,12%).



Slika 20. Pokrovnost epibionata i neobraslih ljuštura periski na temelju analize fotografija.

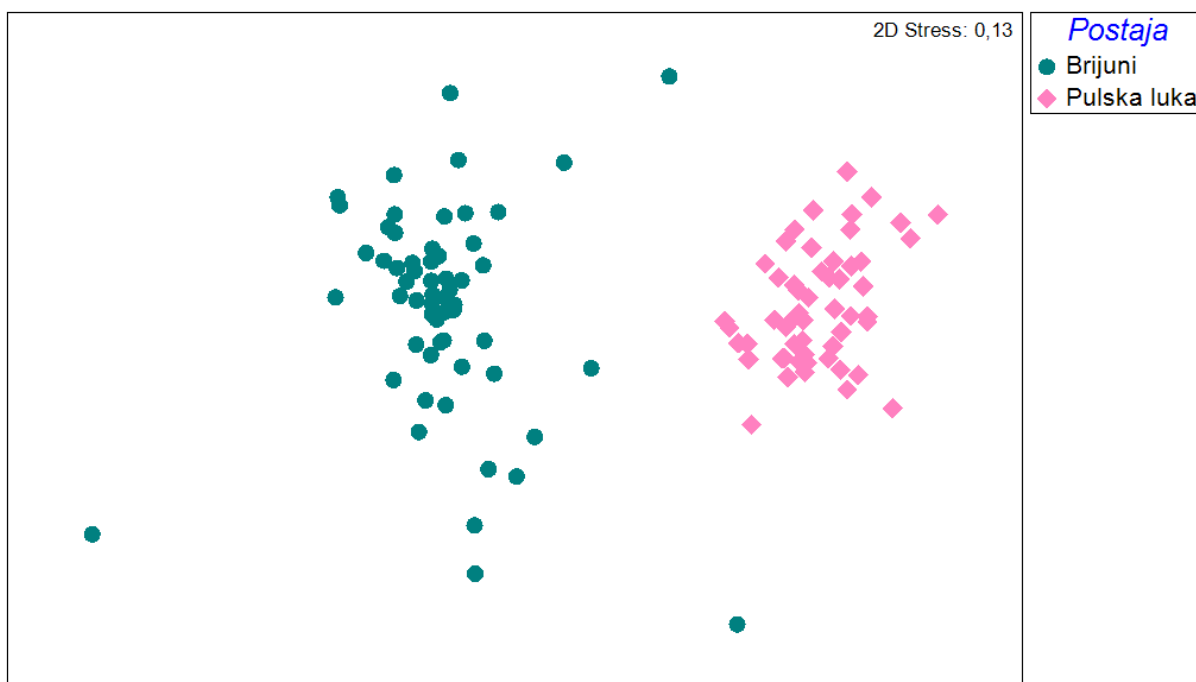
### 3.4.2. Prostorna varijabilnost svojti epibionata

MDS analiza na temelju sastava (prisutnosti-odsutnosti) epibionata jasno ukazuje na odjeljenost epibiontskih zajednica na dvije istraživane postaje (Slika 21). U prilog tome idu i rezultati PERMANOVA testa koji su potvrdili značajne razlike između njih ( $p=0.0001$ ; Tablica 4a).



Slika 21. Usporedba istraživanih epibiontskih zajednica. Rezultati MDS analize temelje se na Bray Curtis mjeri različitosti za podatke o sastavu (prisutnosti-odsutnosti) epibiontskih svojti na ljušturama periski u pulskoj luci i u NP Brijuni.

Na temelju pokrovnosti epibiontskih svojti MDS analiza pokazala je također jasnu odijeljenost između postaja (Slika 22), a PERMANOVA test je potvrdio značajne razlike između njih ( $p=0,0001$ ; Tablica 4b).



Slika 22. Usporedba istraživanih epibiontskih zajednica. Rezultati MDS analize temelje se na Bray Curtis mjeri različitosti za podatke o pokrovnosti epibiontskih svojti na ljušturama periski u pulskoj luci i u NP Brijuni.

Tablica 4. Rezultati PERMANOVA analize za utvrđivanje razlike među postajama na temelju: a) sastava (prisutnosti-odsutnosti) svojti epibionata i b) pokrovnosti svojti epibionata.

a)

Izvor	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Jedinstvene permutacije
Postaja	1	1,15E+05	1,15E+0,5	145,64	0,0001	9926
Ostatak	113	89366	790,85			
Ukupno	114	2,05E+05				

b)

Izvor	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Jedinstvene permutacije
Postaja	1	1,32E+05	1,32E+05	130,54	0,0001	9934
Ostatak	113	1,15E+05	1014,7			
Ukupno	114	2,47E+05				

Tablica 5. Procjene komponenata varijance za rezultate PERMANOVA analize, a) za podatke o sastavu (prisutnosti-odsutnosti) svojiti epibionata, b) za podatke o pokrovnosti svojiti epibionata.

a)		
Izvor	Procjena	Kvadratni korijen
S (Postaja)	1989,5	44,604
V (Ostatak)	790,85	28,112

b)		
Izvor	Procjena	Kvadratni korijen
S (Postaja)	2286,2	47,815
V (Ostatak)	1014,7	31,854

SIMPER analiza za podatke o sastavu svojiti epibionata pokazala je prosječnu sličnost replikata unutar Brijuna od 58,28%. Istom analizom, utvrđeno je kako je za područje pulske luke sličnost replikata veća, te iznosi 70,87%. Svoje epibionata koje su najviše doprinijele toj sličnosti prikazane su u Tablici 6, te je vidljivo kako popis za područje Brijuna (Tablica 6a), sadrži znatno više svojiti od istog popisa za područje pulska luka (Tablica 6b). Istom analizom utvrđena je prosječna razlika od 73,46% između dvije promatrane postaje. Ukupno 14 svojiti epibionata utječe na 90% ove različitosti, s najvećim doprinosom kategorije neobraslih ljuštura periske (13,48%) koja je znatno više zastupljena u pulskoj luci (Tablica 7).

Tablica 6. Svoje epibionata koje su doprinjele 90% sličnosti replikata unutar postaja na temelju podataka o sastavu (prisutnosti-odsutnosti), a) Brijuni, b) Pulska luka.

a)					
Svoje	Prosječna učestalost	Prosječna sličnost	Sličnost/ Standardna devijacija	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
Corallinaceae indet.	0,9	13,25	1,86	22,74	22,74
busenaste alge	0,86	12,53	1,57	21,5	44,24
<i>Rocellaria dubia</i>	0,81	10,36	1,33	17,78	62,02
Serpulidae indet.	0,79	10,31	1,25	17,69	79,71
busenaste alge prekrivene sedimentom	0,6	5,76	0,74	9,88	89,59
<i>Laurencia</i> sp.	0,34	1,7	0,36	2,92	92,51

b)					
Svojte	Prosječna učestalost	Prosječna sličnost	Sličnost/ Standardna devijacija	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
ljuštura periske	1	28,75	4,55	40,57	40,57
Corallinaceae indet.	0,95	25,51	2,44	36	76,57
<i>Balanus</i> sp.	0,53	6,55	0,6	9,25	85,82
<i>Ostrea edulis</i> (mrtva)	0,44	4,52	0,47	6,38	92,2

Tablica 7. Svojte epibionata koje su najviše doprinjele utvrđenoj razlici između postaja na temelju podataka o sastavu (prisutnost-odsutnost) svojti epibionata.

Svojte	Brijuni		Pulska luka			
	Prosječna učestalost	Prosječna učestalost	Prosječna različitost	Različitost/ Standardna devijacija	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
ljuštura periske	0,07	1	9,91	2,93	13,48	13,48
busenaste alge	0,86	0	9,21	2,16	12,53	26,02
<i>Rocellaria dubia</i>	0,81	0	8,28	1,91	11,28	37,29
busenaste alge prekrivene sedimentom	0,6	0	6,2	1,19	8,44	45,73
Serpulidae indet.	0,79	0,39	6,12	1,09	8,34	54,07
<i>Balanus</i> sp.	0,09	0,53	5,23	1,01	7,12	61,19
<i>Ostrea edulis</i> (mrtva)	0	0,44	4,36	0,86	5,93	67,12
<i>Laurencia</i> sp.	0,34	0	3,37	0,71	4,59	71,71
<i>Ostrea edulis</i>	0,09	0,3	3,24	0,69	4,42	76,13
Bryozoa indet. (korasti)	0,31	0	3,03	0,66	4,12	80,25
crvene busenaste alge	0,29	0	2,79	0,63	3,79	84,04
<i>Didemnum</i> sp.	0,19	0	2,09	0,47	2,85	86,89
Corallinaceae indet.	0,9	0,95	1,68	0,4	2,29	89,18
<i>Spirobranchus triqueter</i>	0,17	0	1,68	0,45	2,28	91,46

SIMPER analiza provedena je i za podatke o pokrovnosti svojti epibionata na dvije promatrane lokacije. Time su dobiveni podaci o sličnosti replikata na području Brijuna koji su iznosili 52,62%, te su isti za pulsku luku bili nešto veći, točnije 64,88%. Svojte epibionata koje su doprinijele 90% toj sličnosti prikazane su u Tablici 8, te je vidljivo kako popis za područje pulske luke (Tablica 8b) obuhvaća svega tri svojte. Isti rezultati za područje Brijuna obuhvaćaju 5 svojti epibionata (Tablica 8a). Prosječna različitost između postaja temeljem

pokrovnosti svojti epibionata veća je od one na temelju sastava i iznosi 80,62%. Za 90% te različitosti odgovorno je 12 svojti epibionata (Tablica 9).

Tablica 8. Svojte epibionata koje su doprinjele 90% sličnosti replikata unutar postaja na temelju podataka o pokrovnosti. a) Brijuni, b) Pulska luka.

a)					
Svojte	Prosječna učestalost	Prosječna sličnost	Sličnost/ Standardna devijacija	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
busenaste alge	5,03	16,34	1,34	31,06	31,06
Corallinaceae indet.	3,94	12,96	1,61	24,64	55,7
Serpulidae indet.	2,66	7,75	1,18	14,73	70,42
busenaste alge prekrivene sedimentom	2,82	6,22	0,7	11,82	82,25
<i>Rocellaria dubia</i>	1,89	5,66	1,27	10,76	93,01

b)					
Svojte	Prosječna učestalost	Prosječna sličnost	Sličnost/ Standardna devijacija	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
ljuštura periske	7,36	39,05	3,33	60,19	60,19
Corallinaceae indet.	3,75	15,76	1,68	24,3	84,49
<i>Ostrea edulis</i> (mrtva)	2,25	4,05	0,43	6,25	90,73

Tablica 9. Svojte epibionata koje su najviše doprinjele razlici između postaja na temelju podataka o pokrovnosti.

Svojte	Brijuni		Pulska luka		Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
	Prosječna učestalost	Prosječna učestalost	Prosječna različitost	Različitost/ Standardna devijacija		
ljuštura periske	0,27	7,36	18,47	3,2	22,91	22,91
busenaste alge	5,03	0	13,09	1,82	16,24	39,15
busenaste alge prekrivene sedimentom	2,82	0	7,23	1,09	8,97	48,12
Serpulidae indet.	2,66	0,77	5,8	1,42	7,19	55,31
Corallinaceae indet.	3,94	3,75	5,61	1,32	6,96	62,27
<i>Ostrea edulis</i> (mrtva)	0	2,25	5,59	0,78	6,93	69,2
<i>Rocellaria dubia</i>	1,89	0	4,79	1,68	5,94	75,15

<i>Balanus</i> sp.	0,15	1,5	3,73	0,91	4,62	79,77
<i>Ostrea edulis</i>	0,38	1,22	3,49	0,67	4,33	84,1
<i>Didemnum</i> sp.	0,99	0	2,61	0,44	3,24	87,34
<i>Laurencia</i> sp.	0,79	0	1,97	0,66	2,44	89,78
crvene busenaste alge	0,76	0	1,89	0,61	2,34	92,13



## 4. DISKUSIJA

U radu su prikazani rezultati karakterizacije populacije periski u pulskoj luci koja je antropogeno morsko stanište. Također, napravljena je usporedba sastava i pokrovnosti epibionata na periskama u pulskoj luci i u obližnjem morskom zaštićenom području (Nacionalnom parku Brijuni, gdje je takvo istraživanje već provedeno). Uspoređeni su i rezultati morfometrije ljuštura periski dobiveni metodom kalibrirane fotografije s rezultatima mjerenja fizičkih primjeraka.

### 4.1. Gustoća i struktura populacije plemenitih periski u pulskoj luci

Gustoća jedinki plemenite periske u ovom radu (2,94 jedinki/100m<sup>2</sup> u dubinskom rasponu od 2 do 5 m) u donjem je rasponu gustoća dosad istraživanih lokacija u Jadranskom moru (Šiletić i Peharda, 2003, 2-20 jedinki/100 m<sup>2</sup> u dubinskom rasponu od 5 do 15 m, Peharda i sur, 2002, 17 jedinki/100 m<sup>2</sup> u dubinskom rasponu od 0 do 15 m, Zavodnik, 1991, 9 jedinki/100 m<sup>2</sup> u dubinskom rasponu od 10 do 20 m; tablica 2, slika 11). Treba uzeti u obzir da je broj istraživanja u Jadranskom moru premali da bi se dobila jasna slika o gustoći populacija plemenite periske u Jadranskom moru. Naime, nije dostupna objektivno reprezentativna količina podataka za Jadran na temelju kojih bi se mogao donijeti čvrsti zaključak o trendovima populacija plemenite periske. Sukladno tome, ne može se odrediti odstupa li gustoća periski u ovom istraživanju od prosjeka. Gustoća periski unutar pulske luke sličnija je gustoći periski zabilježenoj na brojnim lokacijama u Sredozemnom moru (vidi Prilog 1). Generalno, gustoća populacija periski u Mediteranu kreće se od 0,001 do 1200 jedinki/100 m<sup>2</sup>. Šiletić i Peharda (2003) navode kako gustoća periski na dubini od 5-15 m varira od 2-20 jedinka/100 m<sup>2</sup> na lokaciji NP Mljet. Najveća gustoća zabilježena je na lokaciji Velika Priježba u NP Mljet i iznosila je 20 jedinki/100 m<sup>2</sup>. Najmanja gustoća zabilježena je na lokaciji Sv. Marija u NP Mljet i iznosila je 2 jedinke/100 m<sup>2</sup>. Peharda i sur. (2002) navode kako je prosječna gustoća periski na lokaciji NP Mljet iznosila 17 jedinka/100 m<sup>2</sup>. U oba istraživanja Šiletić i Peharda (2003) i Peharda i sur. (2002) navode kako jedinke plemenite periske nisu pronađene na dubinama većim od 15 m. Nadalje, Russo (2012) navodi da je populacija *P. nobilis* (unutar staništa bez vegetacije) imala gustoću od 4,74 jedinka/100m<sup>2</sup> u dubinskom rasponu od 3 do 5 m. Addis i sur. (2009) su na lokaciji bez vegetacije, u

dubinskom rasponu od 2 do 6 m zabilježili gustoću populacije *P. nobilis* od 11,6 jedinki/100m<sup>2</sup>. Coppa i sur. (2010) su pak na golom pomičnom dna bez vegetacije, za dva transekta u dubinskom rasponu od 2 do 5 m, zabilježili gustoću populacije *P. nobilis*, od 3,8 jedinki/100m<sup>2</sup> te 0,1 jedinka/100m<sup>2</sup>. Međutim, Galinou-Mitsoudi i sur. (2006) zabilježili su gustoću populacije *P. nobilis* od 130 jedinki/100m<sup>2</sup> u dubinskom rasponu od 2 do 3 m, što je znatno više od gustoće zabilježene u ovom istraživanju. Valja napomenuti da na lokaciji Sv. Katarina unutar pulske luke na istraživanim dubinama nije bila prisutna cvjetnica *Posidonia oceanica*. Naime, Zavodnik (1967) navodi da su glavne karakteristike staništa periske dobra osvjetljenost, male godišnje promjene saliniteta, umjerene temperaturne varijacije i spora stalna strujanja morske vode. Međutim, u pulskoj luci povremeno se javlja eutrofikacija, uglavnom tijekom ljeta, uz cvjetanje fitoplanktona ili se čak može uočiti nakupljanje sluzavih makroagregata, a temperatura, salinitet, hranjive tvari i trofičko stanje mogu postići ekstremne vrijednosti (Kraus i sur., 2016). Također, cirkulacija vodenih masa u luci Pula je slaba, a glavni čimbenici koji utječu na nju su morske mijene i meteorološki uvjeti (Kraus i sur., 2016). Stoga, navedeni ekstremni okolišni uvjeti mogu biti razlog smanjene gustoće *P. nobilis* u usporedbi s drugim istraživanim lokacijama.

S obzirom na duljinu, najveći broj ljuštura periski unutar pulske luke na lokaciji Sv. Katarina, ulazio je u veličinski razred 40-45 cm. Najveća zabilježena periska imala je ukupnu duljinu ljušture 58 cm, dok periske s ukupnom duljinom ljušture < 25 cm nisu zabilježene. Širina ljuštura najvećeg broja periski bila od 10-15 cm, a nije pronađena niti jedna periska koja je imala maksimalnu širinu ljuštura manju od 5 cm i veću od 20 cm. Peharda i sur. (2002) navode kako su zabilježili jedinke *P. nobilis* maksimalne duljine od 10,08 do 47,98 cm, dok je prosječna duljina periski iznosila  $30,24 \pm 10,47$  cm. Šiletić i Peharda (2003) pak navode da je 1998. prosječna duljina ljuštura *P. nobilis* bila  $34 \text{ cm} \pm 9,2 \text{ cm (SD)}$ , dok je 2000. bila  $39,9 \text{ cm} \pm 10,8 \text{ cm}$ , a većina jedinki bila je dužine manje od 50 cm. Najmanja zabilježena jedinka u radu Šiletić i Peharda (2003) bila je maksimalne duljine 17,73 cm, a najveća 60,56 cm. Zavodnik (1991) u svom istraživanju navodi kako je zabilježena periska maksimalne duljine 120 cm.

Nadalje jedan od ciljeva ovog rada bio je istražiti odnos između maksimalne širine i ukupne duljine ljuštura. Naime, plemenita periska živi djelomično ukopana u sediment, mjerenje ukupne duljine ljuštura u prirodnom okruženju nije izvedivo bez iskopavanja jedinki, a to s obzirom na njen ugroženi i zaštićeni status nije opravdano. Stoga se ustalilo mjerenje samo maksimalne širine ljuštura, pomoću koje se može prikazati ukupna duljina

ljuštore (npr. Vasquez-Luis i sur., 2017). Prilikom analiza u ovom radu korištene su funkcije (linearna regresija i eksponencijalni rast) koje se već ustaljeno koriste kod monitoringa populacija *P. nobilis* (npr. Tempesta i sur., 2013 i Bottari i sur., 2017). Međutim, navedene funkcije u ovom istraživanju nisu uspjele dobro opisati odnos maksimalne širine ljuštore i ukupne duljine ljuštore. Naime, trend je pozitivan ali dobivena  $r^2$  vrijednosti je vrlo mala (Slika 13). Razlog tome može biti morfologija istraživane populacije periski - periske iz područja pulske luke nemaju tipičnu trokutastu formu. Naime, određeni broj ljuštura periski imale su relativno malu maksimalnu širinu ljuštore, a pritom relativno veliku ukupnu duljinu ljuštore.

#### 4.2. Sastav i struktura epibionata na ljušturama periski

U ovom istraživanju ukupno je zabilježeno 7 svojti epibionata na ljušturama. U prosjeku, više od 50% istraživane površine ljuštura bilo je neobraslo, dok je najzastupljeniji epibiont bila korasta inkrustrirajuća crvena alga. S druge strane najrjeđe zabilježeni epibionti bili su *Chiton olivaceus* i *Serpulidae* *indet.* (slika 20).

Na temelju svojih istraživanja u Jadranu, Zavodnik (1967) navodi koraste mahovnjake kao organizme koji zauzimaju najviše površine na ljušturama periski, no na periskama u pulskoj luci korasti mahovnjaci nisu prisutni (Slika 20). Razlog tome može biti veliki broj školjkaša *Crassostrea gigas* u površinskom sloju, te *Mytilus galloprovincialis* i *Ostrea edulis* u sloju ispod (vlastito opažanje prilikom studentskog terena u Puli u lipnju 2017.), koji se svi hrane između ostalog i ličinkama mahovnjaka. Luke su ekstremni morski ekosustavi gdje niska stopa cirkulacije vode, visoka stopa sedimentacije i visoka koncentracija zagađivala, utječu na selekciju u bentičkim zajednicama (Guerra-Garcia i Garcia-Gomez 2004) i doprinose velikoj brojnosti filtratora (Betti i sur., 2018). Također, nedostatku mahovnjaka pridonosi i pomalo zamuljeni okoliš koji nije pogodan za rast obraštajućih mahovnjaka.

Addis i sur. (2009) u istraživanju sastava epibionata plemenite periske s tri lokacije (zaljev Oristano, obala Sardinije i zapadni Mediteran) i tri različita staništa (estuarij, naselja cvjetnice *Posidonia oceanica* i mješovita naselja cvjetnica *Posidonia oceanica* i *Cymodocea nodosa*) zabilježili su ukupno 16 svojti i 3 morfološke kategorije epibionata. Ustanovili da su ljuštore periski, ponajviše u području estuarija, kolonizirane filamentoznim nitastim algama.

Nitaste alge su zabilježene i u livadama *P. oceanica* i mješovitim livadama *P. oceanica* i *C. nodosa*, ali u manjim količinama. Koraste inkrustrirajuće crvene alge zabilježene su na ljušturama periski u livadama *P. oceanica* i mješovitim livadama *P. oceanica* i *C. nodosa*. U ovom istraživanju nisu zabilježene filamentozne nitaste alge, ali koraste inkrustrirajuće crvene alge predstavljaju najčešću kategoriju zabilježenih epibionata i dosežu pokrovnost ljuštura od 17,72% (slika 20). Dvije svojte epibionata zajedničke su u ovom radu i istraživanju Addis i sur. (2009), a to su mnogočetinaši Serpulidae i kamenica *Ostrea edulis*. U ovom istraživanju mrtva kamenica *Ostrea edulis* imala je pokrovnost od 13,23%, a živa kamenica *Ostrea edulis* pokrovnost od 5,51%, dok je u istraživanju Addis i sur. (2009) *Ostrea edulis* imala pokrovnost od 18,3% u estuarijima, 11,6% u naseljima posidonije i 15,9% u mješovitim naseljima morskih cvjetnica. Svojta Serpulidae imala je manju pokrovnost na sve tri lokacije koje su promatrali Addis i sur. (2009) (vrijednosti 0,2%; 0,4%; 0,1%), u usporedbi s ovim radom u kojem je svojta Serpulidae indet. imala pokrovnost od 1,68% (slika 20). Rabaoui i sur. (2009) utvrdili su kako su po brojnosti jedinki najzastupljeniji epibionti na periskama mekušci, kolutićavci, rakovi, mješčićnice, spužve, žarnjaci, bodljikaši i mahovnjaci.

Korištenje iste metodologije kao u radu Plećaš (2017) omogućilo je direktnu usporedbu rezultata ovog istraživanja s rezultatima njenog rada u kojem je istraživan sastav i pokrovnost epibionata na ljušturama periski u Nacionalnom parku Brijuni u uvali Javorike, dakle u zaštićenom prirodnom staništu. Ljušture s Brijuna bile su značajno više obrasle epibiontima te su njihove epibiontske zajednice bile raznolikije i bogatije vrstama od ljuštura periski iz pulske luke. Za usporedbu, Plećaš (2017) je zabilježila 4 puta više svojti epibionata na Brijunima (ukupno 27) i to: 14 alga, 1 spužvu, 1 žarnjaka, 3 mekušca, 3 kolutićavca, 1 člankonožca, 1 mahovnjaka, 1 bodljikaša, 2 plaštenjaka. Zabilježila je i taksone koji u ovom istraživanju nisu zabilježeni: *Dictyota* sp., *Cladophora* sp., *Valonia* sp., zelene nitaste alge, *Codium* sp., *Codium bursa*, *Flabellia petiolata*, busenaste alge, *Laurencia* sp., uspravne razgranate alge, krpaste alge, *Chondrilla nucula*, *Scleractinia* indet., *Rocellaria dubia*, *Cerithium* sp., *Spirobranchus triqueter*, *Eupolytmia* sp., *Sphaerechinus granularis*, zadržna mješčićnica i *Didemnum* sp. Između ostalog na Brijunima je zabilježen znatno veći broj svojti alga u usporedbi s istraživanjem u pulskoj luci gdje je zabilježena samo jedna vrsta (korasta inkrustrirajuća crvena alga). Na smanjeno bogatstvo epibiontskih vrsta u pulskoj luci utjecaj mogu imati ekstremni okolišni uvjeti kao što je niska stopa cirkulacije vode, visoka stopa sedimentacije i visoka koncentracija zagađivala. Stoga, u ovakvom tipu staništa kao što je

pulska luka manja je raznolikost vrsta te dominiraju visoko tolerantni organizmi koji pokazuju veliku prilagodljivost promjenjivim ili ekstremnim uvjetima.

### **4.3. Usporedba rezultata morfometrije ljuštura periski dobivenih metodom kalibrirane fotografije i mjerenjem fizičkih primjeraka**

Rezultati su pokazali da se mjere dobivene analizom kalibriranih fotografija nisu značajno razlikovale između lijeve i desne ljuštore, što znači da je navedena metoda precizna (Slika 14). Također, mjere ukupne duljine ljuštore i udaljenosti od zgloba do vrha ljuštore nisu se statistički značajno razlikovale s obzirom na metodu mjerenja (kalibrirana fotografija i ručno mjerenje kaliperom, Slika 15), dok je jedina značajna razlika između dviju metoda utvrđena za maksimalnu širinu i to u slučaju obje ljuštore (Slika 15). U ovom istraživanju treba uzeti u obzir da kut snimanja fotografije pridonosi točnosti mjerenja jer se fotografija izobličiti ako se fotoaparat ne nalazi točno centrirano iznad periske. Naime, vjerojatno bi se postigli bolji rezultati da je kamera bila fiksirana i statična. Stoga, tijekom analize fotografija korištenih u ovom istraživanju bio je vrlo bitan način kalibracije fotografija u photoQuad-u - kod fotografija koje su slikane ukoso trebalo je subjektivno odrediti koja su područja na mjernoj podlozi bolja za kalibraciju da bi prikazali vrijednosti koje su približno točnije realnim vrijednostima. Također, jedan od razloga zašto je mjera maksimalne širine ljuštore značajno odstupala između dvije metode mjerenja (kalibrirane fotografije i ručnog mjerenja kaliperom) može biti zbog zakrivljenosti ljuštore periske pa se time fotografija dodatno distorzirala. Prema tome može se zaključiti da metoda kalibrirane fotografije nije pouzdana za utvrđivanje apsolutne mjere maksimalne širine ljuštore periske. No, znajući da vrijednosti odstupaju, metodu kalibrirane fotografije mogli bismo koristiti za utvrđivanje relativne mjere maksimalne širine ljuštore, nakon što odredimo i primijenimo faktor korekcije.

Ovim istraživanjem je utvrđeno da za mjerenje maksimalne širine ljuštore periske metoda kalibrirane fotografije ima zadovoljavajuću preciznost i nezadovoljavajuću točnost, koja bi se mogla poboljšati primjenom odgovarajućeg korekcijskog faktora. U slučaju utvrđivanja duljinskih mjera - ukupne duljine ljuštore (L), duljine neukopane ljuštore (UL) i duljine ukopanog dijela ljuštore (h), metoda kalibrirane fotografije ima zadovoljavajuću i preciznost i točnost, usporedivu s onom ručnog mjerenja jedinki.

## 5. ZAKLJUČCI

Utvrđena gustoća jedinki plemenite periske (2,94 jedinki/100m<sup>2</sup> u dubinskom rasponu od 2 do 5 m) na lokaciji Sv. Katarina unutar pulske luke u donjem je rasponu gustoća dosad istraživanih populacija u Jadranskom moru, ali je slična gustoći zabilježenoj na brojnim drugim lokacijama u Sredozemnom moru. To bi se moglo povezati s ekstremnim okolišnim uvjetima u pulskoj luci (niska stopa cirkulacije vode, visoka stopa sedimentacije i visoka koncentracija zagađivala).

S obzirom na veličinsku strukturu, u populaciji periski unutar pulske luke prevladavale su odrasle jedinke slične duljine ljuštore (40-45 cm), dok periske s ukupnom duljinom ljuštore <25 cm nisu zabilježene. Moguće je da je populacija u najvećoj mjeri uspostavljena tijekom jednog pulsa novačenja prije nekoliko godina, dok je daljnje novačenje limitirano (s obzirom na mali broj zabilježenih juvenilnih jedinki u istraživanom dubinskom rasponu).

Funkcije poput linearne regresije i eksponencijalnog rasta koje se uobičajeno koriste kod istraživanja i monitoringa populacija *Pinna nobilis* za utvrđivanje odnosa između maksimalne širine i ukupne duljine ljuštore u ovom radu nisu uspjele na zadovoljavajući način opisati taj odnos (pozitivan trend ali mala  $r^2$  vrijednost). Specifičan oblik značajnog dijela ljuštura („duge i uske“ – relativno velike ukupne duljine, a relativno male maksimalne širine ljuštore) mogao bi biti djelomičan razlog za takav ishod.

Ljuštore periski iz pulske luke bile su značajno manje obrasle epibiontima te su njihove epibiontske zajednice bile manje raznolike i siromašnije vrstama od ljuštura periski iz Nacionalnog parka Brijuni (7 svojti zabilježeno u pulskoj luci u usporedbi s 27 na Brijunima), što bi se također moglo povezati sa specifičnim okolišnim uvjetima u pulskoj luci.

Metoda kalibrirane fotografije u ovom se istraživanju pokazala kao precizna i točna u slučaju mjerenja duljina (npr. ukupne duljine ljuštore i udaljenosti od zgloba do vrha ljuštore) i u tome je usporediva s fizičkim mjerenjima dok se nije pokazala kao točna pri utvrđivanju maksimalne širine ljuštore periske. U tom slučaju, zadovoljavajuću točnost bismo potencijalno mogli postići primjenom faktora korekcije.

## 6. LITERATURA

- Addis P., Secci M., Brundu G., Manunza A., Corrias S., Cau A. 2009. Density, size structure, shell orientation and epibiontic colonization of the fan mussel *Pinna nobilis* L.; 1758 (Mollusca: Bivalvia) in three contrasting habitats in an estuarine area of Sardinia (W Mediterranean). *Scientia Marina*, 73:143-152.
- Anderson M. J. 2001a. A new method for a non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology: A Journal of ecology in the Southern Hemisphere*, 26: 32-46.
- Anderson M. J. 2001b. Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 629-636.
- Anderson M. J., ter Braak CJF. 2003. Permutation tests for multi-factorial analysis of variance. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 73: 85-113.
- Anderson M. J., Gorley RN., Clarke KR. 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. Plymouth: PRIMER-E. 213 str.
- Arzul I., Carnegie R. B. 2015. New perspective on the haplosporidian parasites of molluscs. *Journal of Invertebrate Pathology*, 131:32-42.
- Azevedo C., Hine P. M. 2017. Haplosporidia. U: Archibald J.M., Simpson A.G.B., Slamovits C.H., Margulis L., Melkonian M., Chapman D.J., Corliss J.O. (Ur.), *Handbook of the Protists*. Springer, Cham, str. 823-850.
- Basso L., Vazquez-Luis M., Garcia-March J. R., Deudero S., Alvarez E., Vicente N., Duarte C. M., Hendriks I. E. 2015. The Pen Shell, *Pinna nobilis*: A Review of Population Status and Recommended Research Priorities in the Mediterranean Sea. U: Curry BE. (ur.), *Advances in Marine Biology*, Oxford: Academic Press, 71: 109-160.
- Betti F., Bo M., Bava S., Faimali M., Bavestrello G. 2018. Shallow-water sea fans: the exceptional assemblage of *Leptogorgia sarmentosa* (Anthozoa:Gorgoniidae) in the Genoa harbour (Ligurian Sea). *The European Zoological Journal*, 85(1): 291-299.
- Bottari T., Spinelli A., Busalacchi B., Rinelli P., Giacobbe S. 2017. Transplant trials of the fan mussel *Pinna nobilis* inside the coastal lagoon of Capo Peloro (central mediterranean, Italy). *Journal of Shellfish Research*, 36: 3-8.

- Braeckman U., Provoost P., Gribsholt B., Van Gansbeke D., Middelburg J. J., Soetaert K., Vincx M., Vanaverbeke J. 2010. Role of macrofauna functional traits and density in biogeochemical fluxes and bioturbation. *Marine Ecology Progress Series*, 399: 173-186.
- Bray J. R., Curtis J. T. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- Butler A., Vicente N. i De Gaulejac B. 1993. Ecology of the pteriod bivalves *Pinna bicolor* Gmelin and *Pinna nobilis* L. *Marine Life*, 3(1-2): 37-45.
- Centoducati G. E., Tarsitano A., Bottalico M., Marvulli O.R. L., Crescenzo G. 2007. Monitoring of the endangered *Pinna nobilis* Linne, 1758 in the Mar Grande of Taranto (Ionian Sea, Italy). *Environmental Monitoring and Assessment*, 131: 339-347.
- Clarke K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.
- Clarke K. R., Gorley R. N. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. Plymouth: PRIMER-E. 192 str.
- Coppa, S., Guala, I., De Lucia, G. a, Massaro, G., Bressan, M.. 2010. Density and distribution patterns of the endangered species *Pinna nobilis* within a *Posidonia oceanica* meadow in the Gulf of Oristano (Italy). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 90: 885-894.
- Darbra R. M., Ronza A., Casal J., Stojanovic T. A., Wooldridge C. 2004. The selfdiagnosis method. A new methodology to assess environmental management in sea ports. *Marine Pollution Bulletin*, 48: 420-428.
- 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.
- De Gaulejac B., Henry M., Vicente N. 1995. An ultrastructural study of the gametogenesis of the marine bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) I. Oogenesis. *Journal of Molluscan Studies*, 61: 375-392.
- Davenport J., Ezgeta-Balic D., Peharda M., Skejic S., Nincevic-Gladan Z., Matijevic S. 2011. Size-differential feeding in *Pinna nobilis* L. (Mollusca: Bivalvia): exploitation of



- detritus, phytoplankton and zooplankton. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 92:246-254.
- Galinou-Mitsoudi S., Vlahavas G., Papoutsi O. 2006. Population study of the protected bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) in Thermaikos Gulf (North Aegean Sea). *Journal of Biological Research*, 5: 47-53.
- García-March J. R., Manuel García-Carrascosa A. i Luís Peña Á. 2002. In situ measurement of *Pinna nobilis* shells for age and growth studies: a new device. *Marine Ecology*, 23(3): 207-217.
- García-March J. R. 2005. Aportaciones al conocimiento de la biología de *Pinna nobilis* Linneo, 1758 (Mollusca Bivalvia) en el litoral mediterráneo ibérico (Doctoral dissertation, Universitat de València).
- García-March J. R., García-Carrascosa A.M., Pena 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.
- Guellart J. i Templado J. 2012. *Pinna nobilis*. U: razni autori., Bases ecologicas preliminares para la conservacion de las especies de interes comunitario en España: Invertebrados. Ministerio de Agricultura, Alimentacion y Medio Ambiente, Madrid, 81 str.
- Guerra-Garcia J.M. i Garcia-Gomez J.C. 2004. Crustacean assemblages and sediment pollution in an exceptional case study: Aharbour with two opposing entrances. *Crustaceana*, 77:353-370.
- Hendriks I.E., Cabanellas-Reboredo M., Bouma T.J., Deudero S., Duarte C.M. 2011. Seagrass meadows modify drag forces on the shell of the fan mussel *Pinna nobilis*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 34: 60-67.
- Katsanevakis S. 2007. Growth and mortality rates of the fan mussel *Pinna nobilis* in Lake Vouliagmeni (Korinthiakos Gulf, Greece): a generalized additive modelling approach. *Marine Biology*, 152(6): 1319-1331.

- Kraus R., Travizi A., Jaklin A., Iveša Lj., Nerlović V., Mikac B., Pfannkuchen D. M., Supić N., Đakovac T., Precali R., Janeković I., Dutour M., Škalic D., Kužat N., Balković I., Cenov A., Vukić Lušić D., Baljak V., Glad M., Živković V., Guštin T. 2016. PBS Report for Port of Pula. (Final Report). BALMAS project. Work package 5. Activity 5.1, Rovinj, Croatia. 122 str.
- Kruskal J. B., Wish M. 1978. Multidimensional Scaling. Beverly Hills: Sage Publications. 93 str.
- Marba N, Duarte C.M., Cebriaan J, Enriquez S., Gallegos M.E., Olesen B., Sand Jensen K. 1996. Growth and population dynamics of *Posidonia oceanica* in the Spanish Mediterranean coast: elucidating seagrass decline. Marine Ecology Progress Series. 137: 203-213.
- Mestres M., Sierra J.P., Sánchez-Arcilla A. 2007. Baroclinic and wind-induced circulation in Tarragona harbour (northeastern Spain). Scientia Marina. 71:223-238.
- Patarnello T., Volckaert FAMJ., Castilho R. 2007. Pillars of Hercules: is the Atlantic-Mediterranean transition a phylogeographical break? Molecular Ecology, 16: 4426-4444.
- Plećaš D. 2017. Epibionti na plemenitoj periski (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758; Mollusca: Bivalvia). Diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Przeslawski R., Davis A.R., Benkendorff K. 2005. Synergistic effects associated with climate change and the development of rocky shore molluscs. Global Change Biology, 11:515-522.
- Rabaoui L., Tlig-Zouari S., Cosentino A., Ben Hassine O. K. 2009. Associated fauna of the fanshell *Pinna nobilis* (Mollusca, Bivalvia) in the northern and eastern Tunisian coasts. Scientia Marina, 73(1): 129-141.
- Richardson C. A., Kennedy H., Duarte C. M., Kennedy D. P., Proud S. V. 1999. Age and growth of the fan mussel *Pinna nobilis* from south-east Spanish Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows. Marine Biology, 133: 205-212.
- Rouanet E., Trigos S., Vicente N. 2015. From youth to death of old age: the 50-year story of a *Pinna nobilis* fan mussel population at Port-Cros Island (Port-Cros National Park,

- Provence, Mediterranean Sea). Scientific reports of the Port-Cros national park, 29:209-222.
- Ruggieri N., Castellano M., Capello M., Maggi S., Povero P. 2011. Seasonal and spatial variability of water quality parameters in the Port of Genoa, Italy, from 2000 to 2007. *Marine Pollution Bulletin*, 62:340-349.
- Sanna D., Cusso P., Dedola G. L., Scarpa F., Maltagliati F., Castelli A., Franzoi P., Lai T., Cristo B., Curini-Galletti M., Francalacci P., Casu M. 2013. Mitochondrial DNA reveals genetic structuring of *Pinna nobilis* across Mediterranean Sea. *PloS ONE* 8(6), e67372. doi.org/10.1371/journal.pone.0067372.
- Šiletić T. i Peharda M. 2003. Population study of the fan shell *Pinna nobilis* in Malo and Veliko Jezero of the Mljet National Park (Adriatic Sea). *Scientia Marina*, 67: 91-98.
- Tempesta M., Del Piero D., Ciriaco S. 2013. Definition of a new formula for the calculation of the total height of the fan shell *Pinna nobilis* in the Miramare marine protected area (Trieste, Italy). *Annales*, 23: 17-24.
- Trigos S., García-March J. R., Vicente N., Tena J., Torres J. 2014. Utilization of muddy detritus as organic matter source by the fan mussel *Pinna nobilis*. *Mediterranean Marine Science*, 13(3): 667-674.
- Vázquez-Luis M., Álvarez E., Barrajon A., García-March J. R., Grau A., Hendriks I.E., Jimenez S., Kersting D., Moreno D., Perez M., Ruiz J. M., Sánchez J., Villalba A., Deudero S. 2017. SOS *Pinna nobilis*: a mass mortality event in Western Mediterranean Sea. *Front. Marine Science*, 4:220
- Voultsiadou E., Koutsoubas D., Achparaki M. 2010. Bivalve mollusc exploitation in Mediterranean coastal communities: An historical approach. *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 13: 35-45.
- Wesselmann M., González-Wangüemert M., Serrão E. A., Engelen A. H., Renault L., García-March J. R., Duarte C.M., Hendriks I.E. 2018. Genetic and oceanographic tools reveal high population connectivity and diversity in the endangered pen shell *Pinna nobilis*. *Scientific Reports*, 8:4770.

Zavodnik D. 1967. Contribution to the ecology of *Pinna nobilis* L. (Mollusca: Bivalvia) in the northern Adriatic. *Thalassia Jugoslavica*, 3: 93-102.

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

## PRILOG

Prilog 1. Podatci iz literature o gustoći populacije vrste *Pinna noblis* (preuzeto iz Basso i sur. 2015 i nadopunjeno).

Mediteranska ekoregija	Država (lokacija)	Godina uzorkovanja	Vrsta staništa	Gustoća (jedinka/100 m <sup>2</sup> )	Minimalna dubina(m)	Maksimalna dubina(m)	Referenca
Jadransko more	Hrvatska (NP Mljet)	1998	<i>Cymodocea nodosa</i>	20	5	15	Šiletic i Peharda (2003)
Jadransko more	Hrvatska (NP Mljet)	1998	<i>Cymodocea nodosa</i>	19	5	15	Šiletic i Peharda (2003)
Jadransko more	Hrvatska (NP Mljet)	1998	<i>Cymodocea nodosa</i>	4	5	15	Šiletic i Peharda (2003)
Jadransko more	Hrvatska (NP Mljet)	1998	<i>Cymodocea nodosa</i>	3	5	15	Šiletic i Peharda (2003)
Jadransko more	Hrvatska (NP Mljet)	2000	<i>Cymodocea nodosa</i>	9	5	15	Šiletic i Peharda (2003)
Jadransko more	Hrvatska (NP Mljet)	2000	<i>Cymodocea nodosa</i>	2	5	15	Šiletic i Peharda (2003)
Jadransko more	Hrvatska (NP Mljet)	2000	<i>Cymodocea nodosa</i>	13	5	15	Šiletic i Peharda (2003)
Jadransko more	Hrvatska (NP Mljet)	2000	<i>Cymodocea nodosa</i>	17	5	15	Šiletic i Peharda (2003)
Jadransko more	Hrvatska		<i>Cymodocea nodosa</i>	9	10	20	Zavodnik i sur. (1991)
Jadransko more	Otok Mljet (Malo.A)	1998–2001	<i>Cymodocea nodosa</i>	17	0	15	Peharda i sur. (2002)
Jadransko more	Italija (Venecijanska laguna)	2006–2012	<i>Zostera marina</i>	1200	/	/	Russo (2012)
Egejsko more	Grčka (jezero Vouliagmeni)	2004	bez vegetacije	1,48	1	3	Russo (2012)
Egejsko more	Grčka (jezero Vouliagmeni)	2004	bez vegetacije	4,74	3	5	Russo (2012)
Egejsko more	Grčka (jezero Vouliagmeni)	2004	bez vegetacije	2,17	5	7	Russo (2012)
Egejsko more	Grčka (jezero Vouliagmeni)	2004	bez vegetacije	1,35	7	9	Russo (2012)

Egejsko more	Grčka (jezero Vouliagmeni)	2004	bez vegetacije	1,88	9	11	Katsanevakis (2005)
Egejsko more	Grčka (jezero Vouliagmeni)	2004	bez vegetacije	3,34	11	13	Katsanevakis (2005)
Egejsko more	Grčka (jezero Vouliagmeni)	2004	bez vegetacije	2,63	13	15	Katsanevakis (2005)
Egejsko more	Grčka (jezero Vouliagmeni)	2004	bez vegetacije	0,59	15	17	Katsanevakis (2005)
Egejsko more	Grčka (jezero Vouliagmeni)	2004	bez vegetacije	0,08	17	19	Katsanevakis (2005)
Egejsko more	Grčka (jezero Vouliagmeni)	2004	bez vegetacije	0,04	19	21	Katsanevakis (2005)
Egejsko more	Grčka (jezero Vouliagmeni)	2004	bez vegetacije	0,06	21	23	Katsanevakis (2005)
Egejsko more	Grčka (zaljev Geras)	1986–1987	/	500	/	/	Catsiki i Katsilieri (1992)
Egejsko more	Grčka (zaljev Thermaikos)	2004	/	130	2	3	Galinou-Mitsoudi i sur. (2006)
Egejsko more	Grčka (zaljev Thermaikos)	2004	/	80	2	3	Galinou-Mitsoudi i sur. (2006)
Egejsko more	Grčka (jezero Vouliagmeni)	/	bez vegetacije	0,45	5	6	Katsanevakis (2007b)
Alžirsko-provansalski bazen	Italija (zaljev Oristano)	2006–2007	<i>Posidonia oceanica</i>	3,3	2	6	Addis i sur. (2009)
Alžirsko-provansalski bazen	Italija (zaljev Oristano)	2006–2007	<i>P. oceanica</i> / <i>Cymodocea nodosa</i>	3,9	2	6	Addis i sur. (2009)
Alžirsko-provansalski bazen	Italija (zaljev Oristano)	2006–2007	bez vegetacije	11,6	2	6	Addis i sur. (2009)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (zaljev Moraira )	1998–2002	<i>P. oceanica</i>	6	6	6	Garcia-March i sur. (2007a)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (zaljev Moraira )	1998–2002	<i>P. oceanica</i>	10,3	13	13	Garcia-March i sur. (2007a)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (Alicante)	1995–1996	<i>P. oceanica</i>	4	4	14	Richardson i sur. (1999)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (Alicante)	1995–1996	<i>P. oceanica</i>	30	4	14	Richardson i sur. (1999)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Port-Cors)	1969–1979	<i>P. oceanica</i>	1	/	/	Moreteau i Vicente (1982)

Alžirsko-provansalski bazen	zaljev Moraira (Istočna Španjolska)	1993–2003	<i>P. oceanica</i>	10,3	10	15	Garcia-March i sur. (2011)
Alžirsko-provansalski bazen	Italy (Golfo of Aranci)	/	<i>Caulerpa prolifera</i>	56	8	11	Porcheddu i sur. (1998)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Port-Cros)	/	/	1,93	/	/	Vicente i sur. (1980)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Port-Cros)	/	/	1	10	12	Combelles i sur. (1986)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (otočje Baleari)	2007–2010	<i>P. oceanica</i>	4,8	5	6	Hendriks i sur. (2013)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (otočje Baleari)	2007–2010	<i>P. oceanica</i>	1,4	5	6	Hendriks i sur. (2013)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (otočje Baleari)	2007–2010	<i>P. oceanica</i>	10	5	6	Hendriks i sur. (2013)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (otočje Baleari)	2007–2010	<i>P. oceanica</i>	1,8	5	6	Hendriks i sur. (2013)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (otočje Baleari)	2007–2010	<i>P. oceanica</i>	1,7	5	6	Hendriks i sur. (2013)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (otočje Baleari)	2007–2010	<i>P. oceanica</i>	8,8	5	6	Hendriks i sur. (2013)
Alžirsko-provansalski bazen	Italija(zaljev Oristano)	2007	<i>P. oceanica</i>	0,3	2	5	Coppa i sur. (2010)
Alžirsko-provansalski bazen	Italija(zaljev Oristano)	2007	bez vegetacije	3,8	2	5	Coppa i sur. (2010)
Alžirsko-provansalski bazen	Italija(zaljev Oristano)	2007	bez vegetacije	0,1	2	5	Coppa i sur. (2010)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (otočje Baleari)	2012–2013	<i>P. oceanica</i>	37,3	10	10	Vàzquez-Luis i sur. (2014)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (otočje Baleari)	2012–2013	<i>P. oceanica</i>	29,3	20	20	Vàzquez-Luis i sur. (2014)
Jonsko more	Italija (zaljev Taranto)	2004–2005	<i>P. oceanica/</i> <i>Cymodocea nodosa</i>	0,001	3	16	Centoducati i sur. (2007)
Jonsko more	Italija (zaljev Taranto)	2004–2006	<i>P. oceanica/</i> <i>Cymodocea nodosa</i>	0,007	3	16	Centoducati i sur. (2007)
Jonsko more	Italija (Messina)	1986	/	6,89	10	20	Giacobbe i Leonardi (1987)
Tirensko more	Francuska (zaljev Dina)	/	<i>Cymodocea nodosa</i>	600	0,5	1	De Gaulejac i Vicente (1990)

Tirensko more	Francuska (zaljev Dina)	/	<i>Cymodocea nodosa</i>	200	1	4	De Gaulejac i Vicente (1990)
Tirensko more	Tunis (Tabarka)	/	<i>P. oceanica</i> / <i>Cymodocea nodosa</i>	0,02	0	6	Rabaoui i sur. (2008b)
Tirensko more	Tunis (Negro Cape)	/	<i>P. oceanica</i>	2	0	6	Rabaoui i sur. (2008b)
Tirensko more	Tunis (Sidi Mechreg)	/	<i>P. oceanica</i>	1	0	6	Rabaoui i sur. (2008b)
Tirensko more	Tunis (Echaara)	/	<i>Cymodocea nodosa</i>	14	0	6	Rabaoui i sur. (2008b)
Tirensko more	Tunis (Njila)	/	<i>Cymodocea nodosa</i>	17	0	6	Rabaoui i sur. (2008b)
Tirensko more	Tunis (Menzel Jemil)	/	<i>Ulva</i>	3	0	6	Rabaoui i sur. (2008b)
Tirensko more	Tunisi (Sidi Rais)	/	<i>P. oceanica</i> / <i>Cymodocea nodosa</i>	13	0	6	Rabaoui i sur. (2008b)
Tunisian plateau	Tunis (Port Prince)	/	<i>P. oceanica</i>	7	0	6	Rabaoui i sur. (2008b)
Tunisian plateau	Tunis (plaža Hammamet )	/	<i>P. oceanica</i> / <i>Cymodocea nodosa</i>	0,03	0	6	Rabaoui i sur. (2008b)
Tunisian plateau	Tunis (Khmiss)	/	<i>Cymodocea nodosa</i>	13	0	6	Rabaoui i sur. (2008b)
Tunisian plateau	Tunis (Teboulba)	/	<i>P. oceanica</i> / <i>Cymodocea nodosa</i>	15	0	6	Rabaoui i sur. (2008b)
Tunisian plateau	Tunis (Stah Jaber)	/	<i>Cymodocea nodosa</i>	20	0	6	Rabaoui i sur. (2008b)
Tunisian plateau	Tunis (zaljev Gabes)	2008–2009	<i>P. oceanica</i> / <i>Cymodocea nodosa</i>	56	0	6	Rabaoui i sur. (2010)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Anse de la Galère)	2001	degradirano naselje <i>P. oceanica</i> + <i>Caulerpa</i>	5	0	10,7	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Mèdes Est)	2001	naselje <i>P. oceanica</i> male gustoće +golobrsti	2,5	0	12,5	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Grand Langoustier )	2001	gusto naselje <i>P. oceanica</i>	2	0	19,2	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Mèdes Ouest)	2001	gusto naselje <i>P. oceanica</i> + naselje <i>P. oceanica</i> u obliku grebena barijere + golobrsti	1,85	0	15,8	Vicente i sur. (2016)



Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Calanque du Bon Dieu)	2001	gusto naselje <i>P. oceanica</i> + nekonsolidirano kamenje	1,56	0	12,5	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Anse des Salins)	2001	rijetko naselje <i>P. oceanica</i> + golobrsti	1	0	25,7	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Le grand Mourre)	2001	gusto naselje <i>P. oceanica</i> + golobrsti.+ nekonsolidirano kamenje	0,66	0	13	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (PointeSardinaux)		/	3	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Lion de mer)	2009-2016	/	1	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Agay Ouest)	2009-2016	/	2	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Cap Roux)	2009-2016	/	2,5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Cap Gros Nord)	2009-2016	/	0,7	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Pointe Bacon)	2009-2016	/	1,5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Cap Nice Est)	2009-2016	/	2	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Pointe Rube)	2009-2016	/	0,5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Mer d'Eze)	2009-2016	/	2	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Pointe Vieille Est)	2009-2016	/	0,5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Bagaud Est)	2009-2016	/	4	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Port-Cros)	2009-2016	/	2,5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Rade sud Marseille)	2009-2016	/	0,5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Plateau des Chévres)	2009-2016	/	0,5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Stella Mare)	2009-2016	/	1	/	/	Vicente i sur. (2016)

Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Anse du Figuiet)	2009-2016	/	11	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Baie de Cavalaire)	2009-2016	/	3,5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Peyrefitte)	2009-2016	/	5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Baie de Peyrefitte)	2009-2016	/	15	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Vaisseau Port-Cros)	2009-2016	/	2,5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Bomasse)	2009-2016	/	4	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Pointe de Coucoussa)	2009-2016	/	1	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Cauvelle)	2009-2016	/	5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Basse rainette)	2009-2016	/	2	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Magnons)	2009-2016	/	1,5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Récif barrière lagune Brusca)	2009-2016	/	6,3	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Portisol)	2009-2016	/	8	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Grotte des trois pépé)	2009-2016	/	1	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Anse du Sec)	2009-2016	/	1	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Pointe malalongue)	2009-2016	/	1,4	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Port Cros Port)	2009-2016	/	2	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Port-Cros Sentier sous-marin)	2009-2016	/	4,6	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Bagaud zone autorisée)	2009-2016	/	1,5	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Bagaud zone interdite)	2009-2016	/	4	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Langoustier)	2009-2016	/	0,5	/	/	Vicente i sur. (2016)

	Ouest)						
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Anse des salins)	2009-2016	/	0,25	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Grand Mourre)	2009-2016	/	0,2	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Cap Medes Est)	2009-2016	/	2,3	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Cap Medes ouest)	2009-2016	/	1,25	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Parc Carry 2009)	2009-2016	/	0,03	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Anse de Bonnieu)	2009-2016	/	0,66	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Est Monasterio)	2009-2016	/	0,95	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Digue du grand souffre)	2009-2016	/	0,2	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Anse du grand souffre)	2009-2016	/	6,3	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Francuska (Larvotto réserve)	2009-2016	/	5,25	/	/	Vicente i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	22	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	34	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	5	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	4	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	6	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	4	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	8	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)

Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	12	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	3	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	1	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	7	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	3	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	4	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	1	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	6	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	3	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	5	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	1	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	1	0	18	Garcia-Martinez i sur. <i>P. oceanica</i> Alžirsko-provansalski bazen (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	3	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	1	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	3	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)
Alžirsko-provansalski bazen	Španjolska (NP Penyal d'Ifac)	2016	<i>P. oceanica</i>	1	0	18	Garcia-Martinez i sur. (2016)

## **ŽIVOTOPIS**

Ime i prezime: Doris Valec

E- mail: [dvalec@stud.biol.pmf.hr](mailto:dvalec@stud.biol.pmf.hr)

### **OBRAZOVANJE**

2000. do 2008. godine – Osnovna škola Ksavera Šandora Gjalskog, Zabok.

2008. do 2012. godine – Gimnazija Antuna Gustava Matoša, Zabok.

2012. do 2016. godine – preddiplomski sveučilišni studij Znanost o moru, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli u suradnji s Centrom za istraživanje mora Instituta Ruđer Bošković u Rovinju, odjel za prirodne i zdravstvene studije, Pula.

2016. do 2019. godine – diplomski studij Ekologija i zaštita prirode (modul More), Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb.

### **OSTALE AKTIVNOSTI**

Aktivno sudjelovanje u realizaciji projekta „Noć biologije 2017.“ i „Noć biologije 2018.“ kao autorica i voditeljica radionica.