

# Veličinska i starosna struktura populacije plemenite periske (*Pinna nobilis*) u Malom jezeru Nacionalnog parka Mljet

---

Šepčević, Mia

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:401359>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Mia Šepčević

**Veličinska i starosna struktura populacije  
plemenite periske (*Pinna nobilis*) u Malom  
jezeru Nacionalnog parka Mljet**

Diplomski rad

Zagreb, 2022.

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Mia Šepčević

**Size and age structure of fan mussel (*Pinna  
nobilis*) population in Malo jezero, National  
Park Mljet**

Master thesis

Zagreb, 2022.

Ovaj rad je izrađen u Laboratoriju za biologiju mora na Zoologijskom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod voditeljstvom izv. prof. dr. sc. Petar Kružić. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistar Ekologije i zaštite prirode.

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

## Veličinska i starosna struktura populacije plemenite periske (*Pinna nobilis*) u Malom jezeru Nacionalnog parka Mljet

Mia Šepčević

Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

Plemenita periska (*Pinna nobilis* Linneaus, 1758) je jedan od najvećih školjkaša i endem Sredozemnog mora. Zbog masovnog pomorom koji se pojavio 2016. u zapadnom Sredozemlju brojnost joj opada, a u Jadranskom moru je pomor zabilježen tek 2019. godine. Cilj ovog rada je odrediti starosnu i veličinsku strukturu populacije plemenite periske u Malom jezeru Nacionalnog parka Mljet prije masovnog pomora. Terensko istraživanje za vrijeme kojeg su sakupljeni podaci o brojnosti jedinki i morfometrijskim mjerama je provedeno u ljeto 2018. Zabilježeno je 3800 jedinki, od kojih je 3567 bilo živo. Prosječna gustoća populacije bila je  $30,96 \pm 14,42$  jedinki/100 m<sup>2</sup> čime je ovo jedna od najgušćih zabilježenih populacija u Jadranskom moru. Najboljom jednadžbom za izračun ukupne dužine školjke na ovom lokalitetu se pokazala jednadžba:  $Ht = 1,79w + 0,5 + UL$  gdje je Ht ukupna dužina školjke, w je minimalna širina, a UL je dužina nezakopanog dijela školjke. Prosječna izračunata ukupna dužina jedinki bila je  $62,20 \pm 6,39$  cm, a najveća jedinka imala je 87,30 cm. Iz ukupne dužine jedinki izračunata je starost populacije te je 50 % jedinki bilo u starosnom rasponu od 10 do 15 godina. Također, zamijećena je pozitivna korelacija između veličine plemenitih periski i dubine na kojoj se nalaze.

(39 stranica, 13 slika, 6 tablica, 62 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: školjkaši, gustoća, sediment, Jadransko more, morfometrija, dubina

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

Ocjenitelji: izv. prof. dr. sc. Petar Kružić, izv. prof. dr. sc. Jasna Lajtner, doc. dr. sc. Tvrtko Dražina

Rad prihvaćen: 31. 03. 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Master Thesis

### Size and age structure of fan mussel (*Pinna nobilis*) population in Malo jezero, National Park Mljet

Mia Šepčević

Rooseveltovej trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

The fan mussel (*Pinna nobilis* Linneaus, 1758) is one of the largest shellfish and endemic to the Mediterranean Sea. Due to the mass mortality event that started in 2016., while in the Adriatic Sea was documented in 2019, its numbers were sharply reduced. This paper aims to determine the age and size structure of the fan mussel population in Malo jezero, Mljet National Park before the mass mortality event. Field research during which data on the number of individuals and morphometric measures were collected was conducted in the summer of 2018. 3800 specimens of fan mussel were recorded, of which 3567 were alive. The average population density was  $30,96 \pm 14,42$  individuals/100 m<sup>2</sup>, making this one of the densest recorded populations in the Adriatic Sea. The best formula for calculating the total length of the shell, in this case, was:  $Ht = 1,79w + 0,5 + UL$  where Ht is the maximum shell length, w is the minimum width and UL is the unburied length. The average calculated total length of individuals was  $62,20 \pm 6,39$  cm while the largest individual was 87,30 cm. The age of the population was calculated from the total length of the individuals and 50 % of individuals were in the age range of 10 to 15 years. In addition, a positive correlation was observed between the size of the fan mussel and the depth at which they were found.

(39 pages, 13 figures, 6 tables, 62 references, original in: Croatian)

Thesis is deposited in Central Biological Library.

Keywords: shellfish, density, sediment, Adriatic sea, morphometry, depth

Supervisor: Assoc. Prof. Petar Kružić, PhD

Reviewers: Assoc. Prof. Petar Kružić, PhD; Assoc. Prof. Jasna Lajtner, PhD; Asst. Prof. Tvrtko Dražina, PhD

Thesis accepted: 31. 03. 2022.

# Zahvala

*Prije svega zahvaljujem se mentoru Petru Kružiću na pomoći prilikom realizacije ovog rada.*

*Zahvaljujem se Hrvoju Čižmeku na ukazanoj prilici za izradu diplomskog rada i na silnim savjetima te odgovorima na sva moja pitanja.*

*Hvala Tvrtku Dražini na savjetima i usmjeravanju tijekom godina kao mentor sekcije, a i prilikom pisanja ovog rada.*

*Hvala svim kolegama i prijateljima s faksa i iz BIUS-a, a posebno mojem Upravnom. Bez svih vas bi ovaj period bio puno dosadniji i usamljeniji. Hvala na svim prilikama za učenje, nova iskustva i zabavu.*

*Hvala Antoneli, Emini, Mariti, Lei, Luciji, Petri, Paulama i Stjepanu na pomoći prilikom pisanja ovog rada bilo to čitanjem neke od verzija ovog dokumenta, pomaganjem oko statistike ili kao društvo i uho za slušanje kada se sve činilo beznadnim.*

*Anamarija, Martina, Viktorija i Željka hvala vam što ste mi konstantna potpora, stalno slušate o biologiji i uvijek mi želite pomoći koliko god možete iako veze nemate s biologijom.*

*Najveće hvala mojoj obitelji jer bez vas ništa ne bi bilo moguće.*

*Anja hvala ti što si moj uzor i glas razuma.*

*Tata hvala ti što si me od malena poticao da sve istražujem.*

*Mama hvala ti što si mi stalna potpora i nadam se da ćeš se sada, kada sam konačno gotova s fakultetom, barem malo manje živcirati zbog mene.*

# Sadržaj

<b>1. Uvod .....</b>	<b>1</b>
1. 1. Biologija vrste .....	2
1. 1. 1. Razmnožavanje.....	4
1. 1. 2. Prehrana.....	5
1. 1. 3. Osjetila .....	6
1. 1. 4. Simbioza.....	6
1. 2. Masovni pomor.....	7
1. 3. Veličinska i starosna struktura populacije .....	7
<b>2. Cilj istraživanja .....</b>	<b>10</b>
<b>3. Područje istraživanja .....</b>	<b>11</b>
<b>4. Materijali i metode.....</b>	<b>13</b>
4. 1. Terensko istraživanje.....	13
4. 2. Obrada podataka.....	17
<b>5. Rezultati .....</b>	<b>19</b>
5. 1. 1. Gustoća živih jedinki u Malom jezeru .....	19
5. 1. 2. Usporedba gustoće s drugim populacijama u Jadranu i Sredozemlju .....	20
5. 2. Najbolja formula za izračun ukupne dužine ljušture iz visine nezakopanog dijela ljušture.....	22
5. 3. Veličinska struktura populacije .....	25
5. 4. Starost populacije .....	26
5. 5. Korelacija veličine plemenitih periski i dubine na kojoj se nalaze .....	28
<b>6. Rasprava .....</b>	<b>29</b>
6.1. Struktura populacije .....	29
6. 2. Korelacija veličine plemenitih periski i dubine na kojoj se nalaze .....	31
<b>7. Zaključci .....</b>	<b>32</b>
<b>8. Literatura.....</b>	<b>33</b>



# 1.Uvod

Plemenita periska (*Pinna nobilis* Linneanus, 1758) je najveći školjkaš i endem Sredozemlja (Basso i sur., 2015) (Slika 1). To je školjkaš koji pripada redu Ostreida i porodici Pinnidae (Tablica 1). U tu porodicu ubrajamo i mnoge druge vrste školjkaša poput primjerice *Pinna rudis* Linnaeus, 1758 i *Pinna bicolor* Gmelin, 1791 (<https://www.marinespecies.org/>).

**Tablica 1.** Sistematska klasifikacija vrste *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (prema <https://www.marinespecies.org/>)

<b>Carstvo</b>	<b>Animalia</b>
<b>Koljeno</b>	<b>Mollusca</b>
<b>Razred</b>	<b>Bivalvia</b>
<b>Podrazred</b>	<b>Autobranchia</b>
<b>Medurazred</b>	<b>Pteriomorphia</b>
<b>Red</b>	<b>Ostreida</b>
<b>Nadporodica</b>	<b>Pinnoidea</b>
<b>Porodica</b>	<b>Pinnidae</b>
<b>Rod</b>	<b><i>Pinna</i></b>
<b>Vrsta</b>	<b><i>Pinna nobilis</i> Linneanus, 1758</b>

Plemenita periska se spominje već u tekstovima grčkih filozofa Aristotela i Xenocratesa koji opisuju načine sakupljanja i konzumacije ove vrste (Voultsiadou i sur., 2010). Egipćani i Rimljani koristili su bisusne niti plemenite periske od kojih su proizvodili jako cijenjenu tkaninu, „morsku

svilu“, koja je bila rezervirana za bogate. U 19. stoljeću neke kulture su od ljuštura školjkaša proizvodili razne predmete poput gumba, nakita i drški noževa (Basso i sur., 2015). U mediteranskoj regiji bila je korištena u prehrani (Voultsiadou, Koutsoubas i Achparaki, 2010; Basso i sur., 2015). Glavni dio koji su konzumirali je mišić zatvarač unatoč tome što ga je bilo teško odvojiti od školjke i probaviti (Voultsiadou i sur., 2010). Bez obzira na status ugrožene i zaštićene vrste u novije vrijeme se plemenita periska komercijalno konzumira u restoranima nekih mediteranskih zemalja (Katsanevakis i sur., 2011).

Plemenita periska je, zbog velikog smanjenja populacije, na Crvenom popisu Međunarodne unije za očuvanje prirode i prirodnih bogatstva (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources - IUCN) u kategoriji kritično ugroženih vrsta (Kersting i sur., 2019). Također, nalazi se na popisu vrsta Dodatka IV Direktive 92/43/EEZ o zaštiti prirodnih staništa i divljih biljnih i životinjskih vrsta te u Dodatku II Protokola o posebno zaštićenim područjima i bioraznolikosti Sredozemlja Barcelonske konvencije. U Hrvatskoj je na popisu strogo zaštićenih vrsta te je njeno ubijanje ili uništavanje strogo zabranjeno (NN 144/2013).

## 1. 1. Biologija vrste

Karakteristika svih vrsta porodice Pinnidae, a tako i plemenite periske, je da su užim, anteriornim djelom školjke zakopane u sediment dok je širi, posteriorni dio školjke izvan sedimenta. Plemenita periska je obično zakopana otprilike jednom trećinom svoje ukupne dužine te se dodatno u sediment pričvršćuje bisusnim nitima (Zavodnik, 1967). Trganje bisusnih niti prilikom iskapanja iz sedimenta, primjerice radi istraživanja, teško preživljavaju (García-March i Vicente, 2006). Živi na pjeskovitim, sedimentnim dnima obraslima morskim cvjetnicama *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, 1813 i *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch. te rjeđe na muljevitom sedimentnom dnu obraslom morskom cvjetnicom *Zostera noltei* Hornemann, 1832 (Zavodnik, 1967; Zavodnik i sur., 1991).

Plemenita periska prema Zavodniku i sur. (1991), može narasti do 120 cm dok Butler i suradnici (1993) navode da je maksimalna veličina ove vrste 85 cm, a dosegne ju za 12 do 15 godina. Smatralo se kako joj je životni vijek oko dvadeset godina (Galinou-Mitsoudi i sur., 2006), ali dvije

najstarije zabilježene jedinke imale su između 45 i 50 godina što znači da im je životni vijek duži nego se prvotno smatralo (Rouanet i sur., 2015). Zabilježena je na dubinama od 0,5 do 60 metara (Butler i sur., 1993; Basso i sur., 2015), no najgušće populacije se nalaze na dubinama od 10 do 15 metara (Zavodnik i sur., 1991).



**Slika 1.** *Pinna nobilis* (Autor fotografije: Hrvoje Čižmek)

Plemenita periska živi u temperaturnom rasponu od 7 do 24 °C i u rasponu saliniteta od 35 do 37 ‰ (Zavodnik, 1967).

Kao optimalna temperatura uzima se 20 °C, a granice komfora su im 16 i 25 °C te u tom temperaturnom rasponu rast nije značajno usporen (Trigos i sur., 2015). Jedinke su pod termalnim stresom na temperaturama blizu granica komforne temperature, a kako je temperatura Mediteranskog mora najčešće u rasponu između 13 °C zimi i 27 °C ljeti, jedinke su izložene dvama periodima termalnog stresa godišnje. Povećanje temperature mora uzrokovano klimatskim promjenama moglo bi smanjiti termalni stres u zimskim mjesecima, ali kako su hladniji mjeseci

potrebni za regulaciju reprodukcijskog ciklusa, povećanje temperature mora moglo bi negativno utjecati na reprodukciju (Trigos i sur., 2015).

### 1.1.1. Razmnožavanje

Plemenita periska je sukcesivni hermafrodit s asinkronim razvojem gameta (De Gaulejac i sur., 1995 prema De Gaulejac, 1995) čime izbjegava samooplodnju (Basso i sur., 2015). U dva slučaja zamijećene su jedinke plemenitih periski koje su simultani hermafroditi, istovremeno ispuštaju muške i ženske gamete (Trigos i sur., 2018; Prado i sur., 2020). Prema istraživanju plemenitih periski na Korzici, spolnu zrelost dostižu između jedne i dvije godine starosti (Richardson i sur., 1999). Gonade im sazrijevaju tijekom proljeća i ljeta (Butler i sur., 1993) što započinje gametogenezom u ožujku i travnju (De Gaulejac i sur., 1995) nakon čega dolazi do višebrojnih, uzastopnih mriještenja (Butler i sur., 1993) u kasno ljeto i ranu jesen (Basso i sur., 2015). Kako imaju vanjsku oplodnju pretpostavlja se da je za uspješnu oplodnju neophodna blizina jedinki koje se mriješte u isto vrijeme, zbog čega prorjeđenje populacije može biti problematično za sam opstanak populacije (Butler i sur., 1993). Nakon oplodnje razvija se planktonska veliger ličinka te se pretpostavlja kako je u tom stadiju od pet do deset dana (Butler i sur., 1993) no ta pretpostavka još nije potvrđena (Basso i sur., 2015). Planktonska ličinka omogućuje disperziju periske, ali je ujedno i moguća slaba točka njezinog životnog ciklusa (Basso i sur., 2015), jer se rani životni stadiji morskih organizama, poput ličinki i jajašaca, smatraju najugroženijima od strane okolišnih ekstrema (Przeslawski i sur., 2005). Kada padne na dno, sesilna ličinka periske je duga malo više od milimetra, a jako je osjetljiva na mnogobrojne opasnosti, kao što su to potencijalni predatori i organizmi koji se hrane detritusom. Kada jedinka naraste na veličinu od jednog do dva centimetra, školjka je veoma krhka i slabo usidrena u sediment. Prehrana ovako malih jedinki je nepoznata te su potrebna daljnja istraživanja (Butler i sur., 1993). Manje jedinke su pronađene na manjim dubinama nego odrasle jedinke te na dubinama od 8 do 10 metara nisu pronađene jedinke manje od 20 cm. Pretpostavlja se kako se s vremenom, tijekom rasta, plemenite periske pomiču u dublje vode. Manje jedinke mogu biti u plićem moru jer im nije potreban debeli sloj sedimenta za sidrenje (Zavodnik, 1967). S druge strane, smatra se kako do uočene veze između dubine i veličinskih razreda plemenitih periski dolazi zbog različitih stopa smrtnosti u različitim dubinama, a ne zbog

pomicanja plemenitih periski (García-March i sur., 2007). Također, nekoliko istraživanja nisu uspjela dokazati spomenutu korelaciju ili je jako slaba, ali takve rezultate su opravdali malim dubinskim rasponom na kojem je rađeno istraživanje (Coppa i sur., 2010; Theodorou i sur., 2017).

## 1.1. 2. Prehrana

Dugo se smatralo kako su školjkaši herbivori i kako im je glavni izvor hrane fitoplankton, no istraživanja su otkrila kako su školjkaši omnivori (Davenport i sur., 2011), što je dokazano i za plemenitu perisku (Davenport i sur., 2011; Alomar i sur., 2015; Basso i sur., 2015). Analizom sadržaja želuca plemenitih periski svih veličina iz Malostonskog zaljeva utvrđeno je da preferiraju detritus, koji je činio 95 % sadržaja želuca. Ostatak sadržaja želuca činili su fitoplankton, mikro i mezozooplankton, te peludna zrnca. U želucima velikih jedinki (prosječne dužine 62,7 cm) pronađena je i povećana količina veslonožaca iz reda Calanoida, dok su kod malih jedinki (prosječne dužine 23,0 cm) pronađene velike količine ličinki školjkaša (Davenport i sur., 2011). No, moguće je da tip prevladavajuće prehrane ovisi o lokaciji populacije (Basso i sur., 2015) jer je analizom stabilnih izotopa plemenitih periski u Španjolskoj zabilježeno kako glavni izvor njihove prehrane nisu bentičke komponente već pelagičke, i to ponajviše fitoplankton (Alomar i sur., 2015). Nadalje, istraživanje prehrane juvenilnih jedinki u zatočeništvu koje su proveli Prado i suradnici (2020) sugerira kako su plemenite periske slabo prilagođene na prehranu detritusom jer je kod skupine jedinki hranjenih sedimentom primijećena najslabija apsorpcija hrane. U njihovom slučaju, prehrana koje se sastoji od mješavine triju vrsta mikroalgi se pokazala najboljom za rast i preživljavanje jedinki u zatočeništvu, ali i dalje su te stope rasta i preživljavanja manje nego u divljini. Kvaliteta hrane je bitan faktor koji utječe na otpornosti periske na razvoj bolesti (Prado i sur., 2020). Također, manje jedinke imaju veću efikasnost asimilacije organske tvari od velikih jedinki (Davenport i sur., 2011).

### 1. 1. 3. Osjetila

Već je Zavodnik (1991) smatrao da je moguća fotosenzitivnost plemenite periske nakon što je primijetio kako se ljuštore plemenite periske naglo zatvaraju kada ih se zasjeni. Također je primijetio da se ljuštore zatvaraju i zbog podražaja simbiotskog raka *Pinnotheres* (Zavodnik i sur., 1991). Novijim istraživanjem, iz 2008. godine, detaljnije je promatrano otvaranje i zatvaranje ljuštura plemenite periske te je primijećeno da se školjka zatvara i otvara ovisno o cirkadijskom i cirkolunarnom ritmu. Tijekom noći je školjka obično zatvorena, ponekad i duže od 12 sati. Uočena su dva osnovna uzorka ponašanja: zatvaranje školjke koje je vezano uz zalazak sunca te otvaranje školjke kada je mjesec vidljiv i osvjetljen više od 50 %. Primijećeno je i kako oluje koje utječu na hidrodinamiku i valove povećavaju aktivnost otvaranja i zatvaranja školjke te u tom slučaju školjka sveukupno bude dulje zatvorena (García-March i sur., 2008). Smatralo se kako je stopa disanja direktno vezana uz otvaranje i zatvaranje školjke no primijećeno je kako jedinke mogu biti otvorene, a da im je stopa disanja pritom nula što sugerira da plemenite periske reguliraju disanje i fiziološkim mehanizmom, a ne samo mehaničkim otvaranjem i zatvaranjem (Trigos i sur., 2015). Gusta populacija plemenitih periski (npr. 6 jedinki/m<sup>2</sup>) može potrošiti 60,0 mg O<sub>2</sub>h<sup>-1</sup>/m<sup>2</sup>. Upravo povećana koncentracija otopljenog kisika koja je prisutna u naseljima morskih cvjetnica zbog jače fotosinteze mogla bi biti jedan od razloga zašto su stabilne populacije plemenite periske uobičajeno u naseljima morskih cvjetnica (Trigos i sur., 2015). Dokazano je kako dorzoventralna orijentacija školjkaša nije vezana uz smjer strujanja morskih struja i položaj obale (Zavodnik, 1967).

Smatra se kako svi školjkaši iz porodice Pinnidae mogu brzim procesom djelomično obnoviti školjku nakon ozljede nastale od strane predatora ili kočarenjem, no to nikada nije potvrđeno za vrste u Jadranskom moru (Zavodnik i sur., 1991).

### 1. 1. 4. Simbioza

Vanjska površina ljuštore plemenite periske je hrapava, puna izbočina zbog čega je idealno stanište za naseljavanje epibiontske flore i faune (Zavodnik, 1967). Zbog mnogobrojnih epibionata na svojim ljušturama plemenita periska ima važnu ekološku ulogu u staništima gdje obitava jer pruža

čvrsto stanište u inače mekanim sedimentima čime se povećava prostorna heterogenija (Rabaoui i sur., 2009).

U plemenitoj periski se mogu pronaći i simbiotski deseteronožni rakovi *Pontonia pinnophylax* (Otto, 1821) i *Nepinnotheres pinnotheres* (Linnaeus, 1758). *P. nobilis* i *P. pinnophylax* su u mutualističkom odnosu u kojem obje vrste imaju korist, a odnos vrsta *P. nobilis* i *N. pinnotheres* treba detaljnije istražiti kako bi dokazalo u kakvom su točno odnosu (Rabaoui i sur., 2008).

## 1.2. Masovni pomor

Značajno smanjenje brojnosti plemenite periske zbog masovnog pomora sa stopom smrtnosti i do 100 % primijećeno je u ranu jesen 2016. godine uz obale Španjolske u zapadnom Sredozemnom moru (Vázquez-Luis i sur., 2017). U Jadranskom moru masovni pomor prvi puta je primijećen 2019. godine (Čižmek i sur., 2020; Šarić i sur., 2020). Glavnim uzročnikom pomora smatra se parazit, protist iz razreda Ascetosporea, *Haplosporidium pinnae* Catanese, 2018 (Catanese i sur., 2018).

## 1.3. Veličinska i starosna struktura populacije

Ukupna dužina školjke je povezana sa dužinom ožiljka posteriornog mišića zatvarača zbog čega se ukupna dužina školjke može izračunati iz izmjerenih vrijednosti mišićnih ožiljaka posteriornog mišića zatvarača (Richardson i sur., 1999). Nedostatak ove metode je taj što se parametri koji se mjere nalaze na unutarnjoj strani ljuštare školjke pa se jedinice plemenite periske moraju izvaditi iz mora i otvoriti kako bi se mogle izmjeriti tražene veličine (Richardson i sur., 1999; Galinou-Mitsoudi, Vlahavas i Papoutsis, 2006).

Ukupna duljina školjke, od posteriornog do anteriornog kraja (Ht), kod uzoraka plemenite periske za koje želimo da ostanu žive nakon mjerenja ne mogu biti direktno izmjerene već indirektno preko empirijskih jednadžbi iz kojih možemo odrediti ukupnu dužinu školjke s obzirom na nezakopane morfometrijske veličine. Tri su glavne morfometrijske mjere za indirektno određivanje ukupne

duljine školjke: maksimalna ( $W$ ) i minimalna širina ( $w$ ) te nezakopana dužina školjke ( $UL$ ). (García-March i Vicente, 2006).

U recentnoj literaturi se nalaze četiri jednadžbe za izračun ukupne duljine periske iz morfometrijskih mjerenja nezakopanih dijelova plemenite periske.

Jednadžba 1 (J1) prema De Gaulejac i Vicente, 1990 koja je napravljena za populaciju iz lagune Diana, Korzika (García-March i Vicente, 2006 prema De Gaulejac i Vicente, 1990):

$$Ht = 2,186W + 1,6508$$

Jednadžba 2 (J2) prema Garcia-March i Ferrer (1995) za populaciju iz Morarie, Španjolska:

$$Ht = 1,79w + 0,5 + UL$$

Jednadžba 3 (J3) prema Garcia-March, 2006 za populaciju iz Moraire, Španjolska (García-March i Vicente, 2006 prema Garcia-March, 2006):

$$Ht = 1,29W^{1,24}$$

Jednadžba 4 (J4) prema Tempesta i sur. (2013) za populaciju iz Trsta, Italija:

$$Ht = 10,259e^{0,0809W}$$

Starost plemenite periske se može odrediti na tri načina: aproksimacijom iz ukupne duljine ljušture (García-March i Vicente, 2006; Šiletić i Peharda, 2003), zonama rasta posteriornog ožiljka mišića zatvarača (Garcia-March i sur., 2011; García-March i sur., 2020) i omjerom elemenata u ljušturi (Richardson i sur., 2004).

Istraživanja veličinske i starosne strukture populacije plemenite periske su zabilježena u radovima iz različitih područja Sredozemlja (Basso i sur., 2015) primjerice: Hrvatska (Zavodnik i sur., 1991; Peharda i sur., 2002; Šiletić i Peharda, 2003; Bilajac, 2018; Valec, 2019), Italija (Addis i sur., 2009), Španjolska (Vázquez-Luis i sur., 2014), Francuska (Vicente i sur., 1980), Grčka (Galinou-Mitsoudi i sur., 2006; Theodorou i sur., 2017) i Tunis (Rabaoui i sur., 2010). Prosječna gustoća populacije plemenite periske u Sredozemnom moru iznosi  $9,78 \pm 2,25$  jedinki/100m<sup>2</sup> s time da Egejsko more ima najveću srednju gustoću populacije u Sredozemlju koja iznosi 14,30 jedinki/



100m<sup>2</sup>. Jadransko more je na drugom mjestu po zabilježenoj prosječnoj gustoći populacije u Sredozemlju i ona iznosi  $11,30 \pm 2,17$  jedinki/100m<sup>2</sup>. Najmanja srednja gustoća populacije, od  $0,004 \pm 0,004$  jedinki/100m<sup>2</sup>, je zabilježena u Jonskom moru (Basso i sur., 2015).

## 2. Cilj istraživanja

Cilj ovog diplomskog rada je odrediti veličinsku i starosnu strukturu populacije plemenite periske Malog jezera u Nacionalnom parku Mljet prije masovnog pomora. Točnije, ciljevi su sljedeći:

- odrediti gustoću populacije živih jedinki u Malom jezeru Nacionalnog parka Mljet;
- usporediti gustoću populacije s drugim populacijama u istočnom Jadranu i Sredozemnom moru;
- ispitati koja je formula za izračun ukupne dužine ljuštore iz visine nezakopanog dijela ljuštore plemenite periske najtočnija za lokalitet Malog jezera;
- odrediti veličinsku strukturu populacije plemenitih periski u Malom jezeru;
- odrediti starost populacije plemenite periske, prije masovnog pomora u Malom jezeru;
- proučiti korelaciju veličine plemenitih periski i dubine na kojoj se nalaze.

### 3. Područje istraživanja

Mljet je otok južnog Jadranskog mora sa sjeverozapadno – jugoistočnim smjerom pružanja te je Mljetskim kanalom, koji je širok od 8 do 10 km, odvojen od kopna (Benović i sur., 2000). Zapadni dio otoka Mljeta s morskim pojasom širine 500 m, ukupne površine 5375 hektara, je 1960. godine proglašen Nacionalnim parkom (NN 13/1997).

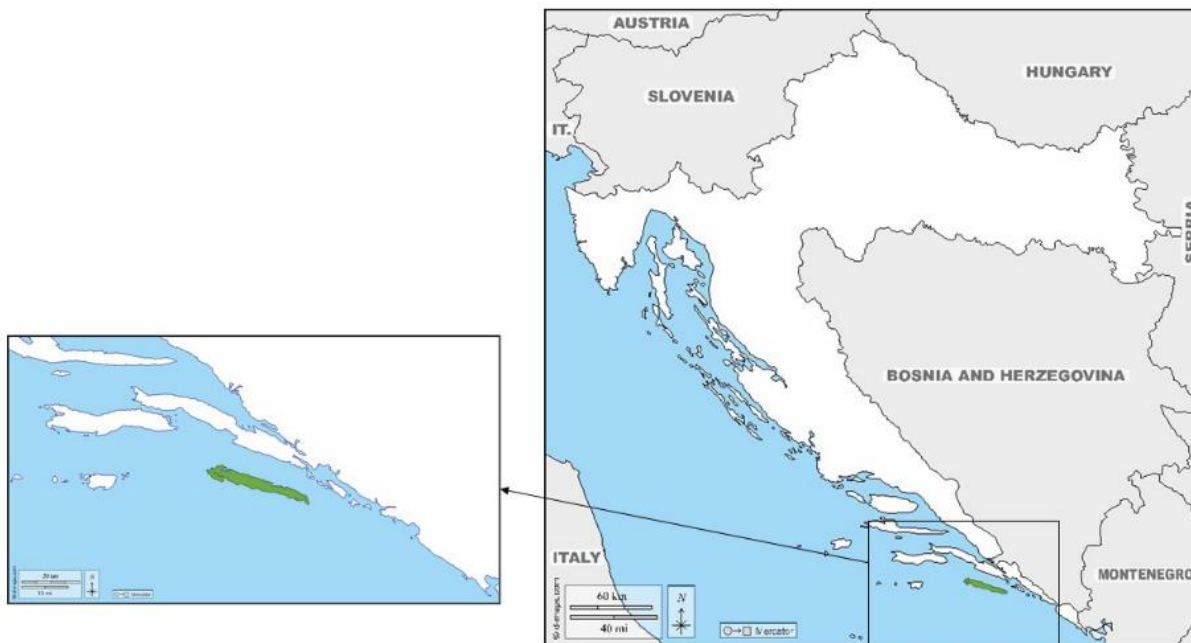
Malo i Veliko jezero su krške depresije ispunjene morskom vodom koje se nalaze na zapadnom dijelu Mljeta (Slika 2) te su na južnoj strani kanalom Soline povezana s okolnim morem (Benović i sur., 2000). Vrata od Solina, kojima je Veliko jezero povezano s otvorenim morem, široka su 50 m i nekoć su bila duboka od 0,5 do 1 m, ali su umjetno produbljena na 2,5 m dubine (Stražičić, 1979). Veliko jezero je s Malim jezerom povezan umjetno povećanim kanalom plićim od 1 m dubine (Wunsam i sur., 1999). Nekoć su Malo i Veliko jezero bili povezani plićakom kojeg se moglo prehodati, ali uoči Drugog svjetskog rata plićak je produbljen te je napravljen kanal dug 30 m, širok 2,5 m te dubok 0,5 m. Od izgradnje tog kanala prisutna je izmjena plime i oseke u Malom jezeru, a do tada je izmjene plime i oseke bilo samo u Velikom jezeru (Stražičić, 1979).

Površina Velikog jezera je 1,45 km<sup>2</sup> i najveća dubina mu je 46 m dok je površina Malog jezera 0,24 km<sup>2</sup>, a najveća dubina mu je 29 m (Stražičić, 1979).

Formiranje jezera je započeto u ranom holocenu dizanjem razine mora s -50 na -30 m čime je započeo ulazak mora u jezera. Ulazak mora u Veliko jezero kroz kanal Soline započelo je, prema istraživanju Wunsam i suradnika (1999), prije oko 5000 godina te je od tada do 4000 godina prije sadašnjosti razina mora oscilirala, ali se i postupno približavala današnjoj razini. S druge strane, istraživanje sedimenta Solinskog kanala koji su proveli Govorčin i suradnici (2001) ukazuje da je veza između jezera i mora nastala kasnije i to ne prije oko 4000 godina. Između 6000 i 5500 godina prije sadašnjosti područjem je zavladao i danas prisutna mediteranska klima (Wunsam i sur., 1999).

Salinitet Velikog jezera je između 34,9 ‰ zimi i 37,2 ‰ ljeti, Malog jezera između 27,9 ‰ i 35,8 ‰, a salinitet otvorenog mora je između 36,8 ‰ i 38,5 ‰. Salinitet je manji u jezerima u odnosu na okolno more zbog kišnice koja se slijeva u njih s okolnih padina i zbog dotoka slatke vode iz nekoliko izvora na obali. Jezera se od okolnog mora razlikuju i temperaturom pa je temperatura

površinskih slojeva vode u Velikom jezeru u najhladnijem mjesecu siječnju za 4 °C niža od temperature u moru, a u najtoplijem mjesecu srpnju je za 3,5 °C viša (Stražičić, 1979). Za razliku od ostatka Južnog Jadrana koji je oligotrofan, jezera su eutrofna i tijekom ljeta dolazi do stratifikacije (Benović i sur., 2000).



**Slika 2.** Karta Hrvatske s istaknutim otokom Mljetom koji je označen zelenom bojom.(Izrađeno pomoću: <https://d-maps.com/>)

## 4. Materijali i metode

Kako je plemenita periska strogo zaštićena vrsta ishodovane su potrebne dozvole od Ministarstva zaštite okoliša i energetike te Ministarstva mora. Također, Nacionalni park Mljet obaviješten je o istraživanju. Detalji ishodovanih dozvola su slijedeći: Dozvola za rad sa strogo zaštićenim vrstama od Ministarstva zaštite okoliša i energetike: Klasa: UP/I-612-07/18-33/31; URBROJ: 517-07-2-1-1-18-2 izdana 03. svibnja 2018. godine.; Dozvola Ministarstva mora: Klasa: 342-04/18-02/52; URBROJ: 530-03-1-2-1-18-9 izdana 08. lipnja 2018. godine.

### 4.1. Terensko istraživanje

Tijekom srpnja i kolovoza 2018. godine su u Malom jezeru Nacionalnog parka Mljet provedena mjerenja morfometrijskih karakteristika plemenite periske od strane članova Društva istraživača mora – 20 000 milja. Kako bi postigli što veću točnost i preciznost mjerenja istraživači su prvo tri dana usvajali pravilnu tehniku kako bi se smanjila subjektivna greška, nakon čega su krenuli s mjerenjima (Slika 3).

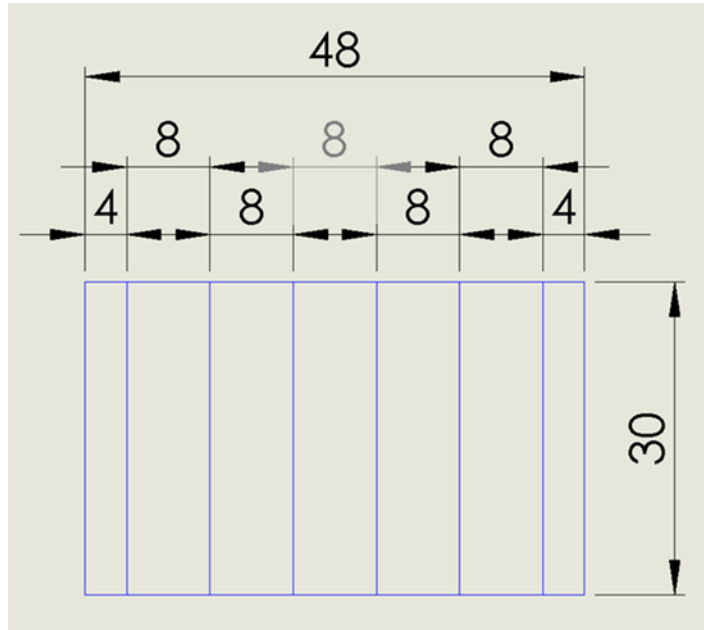


**Slika 3.** Fotografija ronioca koji zapisuje izmjerene podatke. Autor fotografije: Andrea Teresan

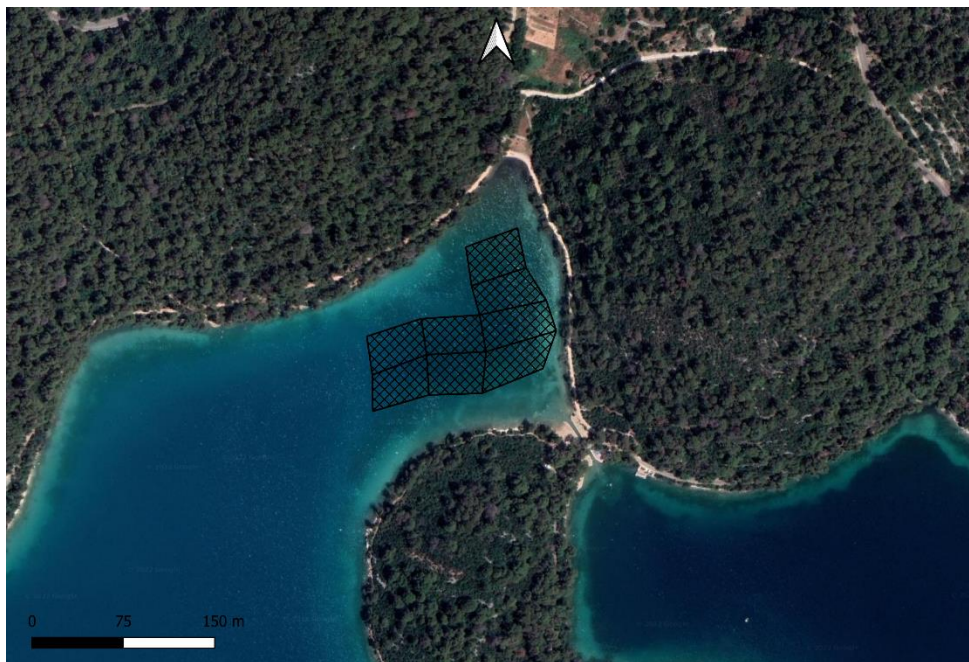
Istraživanje su proveli ronjenjem s autonomnom ronilačkom opremom do 8 m dubine. Mjerili su u osam kvadranta dimenzija 30 x 48 m. Kvadranti su korišteni kako bi se izbjegla dvostruka mjerenja istih jedinki i kako bi se pokrila kontinuirana površina dna, bez praznina u uzorkovanju. Kod premještanja kvadranta pomicanje su tri stranice kvadranta, a jedna je ostala na istoj lokaciji te je ona poslužila kao početna stranica slijedećeg kvadranta. Unutar svakog kvadranta povučeno je šest transekata (Slika 4) širokih 8 m i dugačkih 30 m (Slika 5). Površina uzorkovanja je 11 520 m<sup>2</sup> (Slika 6).



**Slika 4.** Fotografija mjerne trake koja označava transekt. Autor fotografije: Andrea Torresan



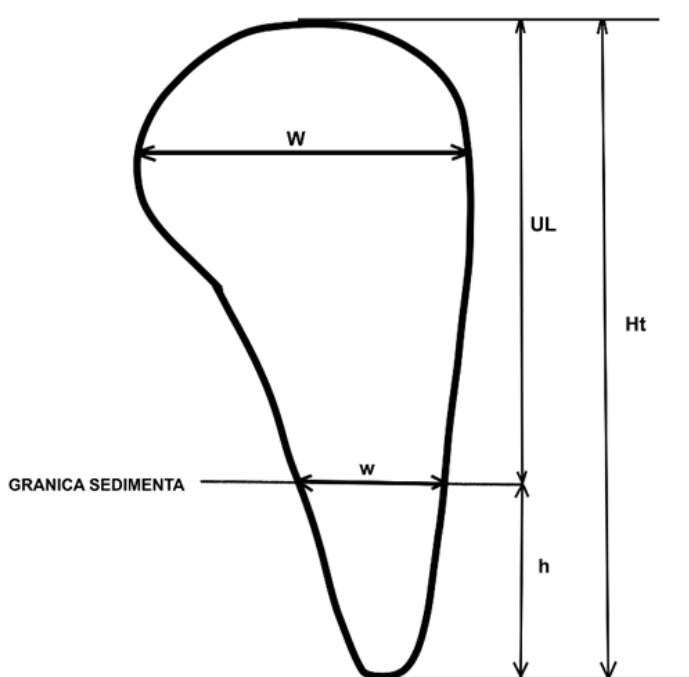
**Slika 5.** Skica kvadranta s naznačenim dimenzijama. Ukupna površina kvadranta je 30 x 48 m i unutar njega je povučeno 6 transekata, razmak između mjernih traka koje označavaju sredinu transekata je 8 m. (Izrađeno pomoću: <https://www.solidworks.com/> )



**Slika 6.** Karta sjevernog djela Malog jezera s naznačenom površinom uzorkovanja. (Izrađeno pomoću: <https://docs.qgis.org/3.10/en/docs/>)



Svim jedinkama plemenite periske izmjerene su slijedeće morfometrijske karakteristike: širina pri bazi gdje su ukopane u sediment / minimalna širina ( $w$ ), širina na najširem dijelu ljuštore / maksimalna širina ( $W$ ) i visina nezakopanog dijela ljuštore ( $UL$ ) (Slika 7). Ukupno 47 ljuštura uginulih i neslomljenih plemenitih periski su izvađene iz sedimenta te im je, uz već spomenute mjere, dodatno izmjerena i maksimalna dužina ljuštore ( $Ht$ ). Sva mjerenja morfometrijskih karakteristika napravljena su pomičnom mjerkom preciznosti do milimetra. Za sve primijećene plemenite periske, neovisno o tome jesu li bile žive ili uginule, dubinomjerom je zabilježena dubina na kojoj se nalaze.



**Slika 7.** Prikaz izmjerenih morfometrijskih veličina plemenite periske.  $Ht$  = ukupna dužina školjke;  $UL$  = dužina nezakopanog dijela školjke;  $h$  = dužina zakopanog dijela školjke;  $W$  = maksimalna širina;  $w$  = minimalna širina / širina uz sediment. (Izrađeno pomoću: <https://docs.krita.org/en/> )



## 4. 2. Obrada podataka

Odredila sam strukturu populacije: brojnost periski na uzorkovanom području, gustoću populacije, veličinsku i starosnu raspodjelu te postotak uginulih.

Gustoću sam izračunala podijelivši brojnost plemenitih periski s površinom na kojoj je zabilježena. Za usporedbu gustoća populacija plemenitih periski iz dostupne literature izvadila sam podatke o srednjoj gustoći jedinki i dubini na kojoj se nalaze te lokalitet istraživanja, ako su traženi podaci bili izneseni u radu. U obzir su uzeti samo radovi u kojima je navedena metoda kojom su izmjerili gustoću, izuzev rada Zavodnik i suradnici (1991) u kojemu je metoda osobno opažanje, ali sam ga uzela u obzir jer je najstariji zapis o gustoći populacije u istočnom Jadranu.

Pregledom literature pronašla sam četiri jednadžbe za izračun ukupne duljine ljušture (De Gaulejac i Vicente, 1990; Garcia March i Ferrer, 1995; García-March, 2006; Tempesta i sur. 2013) za različite lokalitete. Najbolju jednadžbu za izračun ukupne duljine ljušture za lokalitet Malog jezera odredila sam računanjem razlike između izmjerene i izračunate ukupne duljine ljušture uginulih primjeraka plemenite periske:  $\Delta X = X_{\text{izračunato}} - X_{\text{izmjereno}}$  prema Garcia-March i sur. (2002). Gdje je  $X_{\text{izračunato}}$  pretpostavljena ukupna duljina ljušture prema jednoj od jednadžbi, a  $X_{\text{izmjerena}}$  je točno izmjerena ukupna duljina ljušture. Rezultate sam grafički obradila i prikazala u računalnom programu Grapher 12, a deskriptivnu statistiku sam izračunala u statističkom softveru SPSS Statistics verzija 28.0.1.1.(15).

Ukupnu duljinu plemenitih periski izračunala sam jednadžbom za koju sam utvrdila kao najtočnijom za ovaj lokalitet, a iznesena je u radu Garcia-March i Ferrer (1995) te glasi:

$$Ht = 1,79w + 0,5 + UL$$

Izračunate vrijednosti ukupne duljine plemenitih periski sam podijelila u veličinske razrede u rasponu od 5 cm te sam ih grafički prikazala u programu MS Office Excel 2016.

Starost populacije odredila sam s obzirom na ukupnu dužinu ljušture modificiranom von Bertalanffy jednadžbom koja je iznesena i korištena u radu Šiletić i Peharda (2003). Izabrala sam baš ovu jednadžbu za izračun starosti jer je napravljena s obzirom na parametre rasta u Malom i Velikom jezeru, a populacija na kojoj sam radila istraživanje je iz Malog jezera.

Jednadžba glasi:

$$L_t = 72,31 \times (1 - e^{-0,16 \times t})$$

varijabla  $L_t$  je ukupna dužina ljuštore u centimetrima, a  $t$  je starost jedinke u godinama.

Korelaciju veličine plemenitih periski i dubine na kojoj se nalaze sam ispitala Spearmanovim koeficijentom korelacije nakon što sam Shapiro – Wilks  $W$  testom odredila distribuciju podataka. Prema Spearmanu, korelacija je u vrijednostima od -1 do 1, gdje -1 označava odnos u kojemu jedna varijabla pada dok druga raste, to jest, obrnuto su proporcionalne. Vrijednost 0 označava da nema korelacije, a vrijednost 1 označava kako obje vrijednosti istovremeno rastu, to jest, proporcionalne su (<https://statistics.laerd.com/>). Spomenute statističke analize sam napravila u statističkom softveru SPSS Statistics verzija 28.0.1.1. (15).

## 5. Rezultati

### 5. 1. 1. Gustoća populacije živih jedinki u Malom jezeru

Na istraživanom području zabilježeno je 3800 uzoraka plemenitih periski, 3567 živih i 233 uginulih. Postotak uginulih jedinki u vrijeme istraživanja je 6,1 %. Prosječna gustoća populacije živih jedinki na području uzorkovanja na dubini od 2 do 8 m je  $30,96 \pm 14,42$  jedinki na  $100 \text{ m}^2$ . Najmanja zabilježena gustoća je u kvadrantu 4 i iznosi 11,39 jedinki/ $100 \text{ m}^2$ , a najveća zabilježena gustoća je zabilježena u kvadrantu 5 te iznosi 47,57 jedinki/ $100 \text{ m}^2$ . Broj živih jedinki i gustoća za svaki kvadrant su prikazani u Tablici 2.

**Tablica 2.** Brojnost živih jedinki i njihova gustoća po kvadrantu i prosječna.

<b>KVADRANT</b>	<b>BROJ ŽIVIH JEDINKI</b>	<b>GUSTOĆA/<math>\text{m}^2</math></b>	<b>GUSTOĆA/<math>100\text{m}^2</math></b>
<b>1</b>	229	0,159	15,9
<b>2</b>	421	0,2924	29,24
<b>3</b>	252	0,175	17,5
<b>4</b>	164	0,1139	11,39
<b>5</b>	685	0,4757	47,57
<b>6</b>	572	0,3972	39,72
<b>7</b>	655	0,4548	45,48
<b>8</b>	589	0,409	40,9
<b>ukupno</b>	3567	-	-
<b>prosječno</b>	445,875	0,309625	30,9625

## 5. 1. 2. Usporedba gustoće populacije s drugim populacijama u Jadranu i Sredozemlju

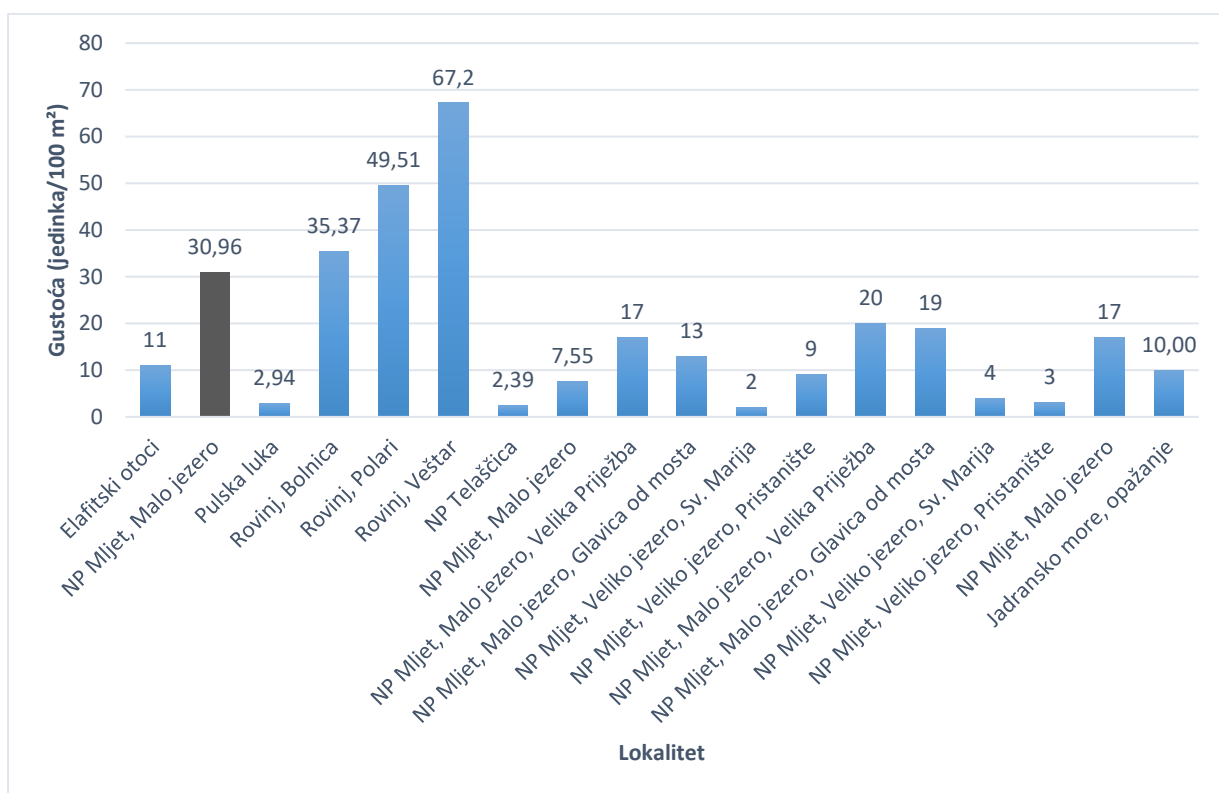
U Tablici 3 i Slici 8 prikazane su gustoće populacija plemenitih periski zabilježenih u prijašnjim istraživanjima u Istočnom Jadranskom moru s dubinama i lokalitetima na kojima su zabilježene te s godinom provođenja istraživanja.

**Tablica 3.** Tablični prikaz istraživanja gustoće populacije plemenitih periski u Istočnom Jadranu.

Ukoliko neki od traženih podataka nije bio iznesen u radu stavljena je oznaka minus (-).

<b>LOKALITET</b>	<b>GODINA ISTRAŽIVANJA</b>	<b>DUBINA (m)</b>	<b>GUSTOĆA (JEDINKA/100m<sup>2</sup>)</b>	<b>REFERENCA</b>
<b>Elafitski otoci</b>	2019.	-	9-13	Čižmek i sur., 2020
<b>NP Mljet, Malo jezero</b>	2018.	2-8	30,96	ovo istraživanje
<b>Pulska luka</b>	-	2-5	2,94	Valec, 2019
<b>Rovinj, Bolnica</b>	-	-	35,37	Bilajac, 2018
<b>Rovinj, Polari</b>	-	-	49,51	Bilajac, 2018
<b>Rovinj, Veštar</b>	-	-	67,20	Bilajac, 2018
<b>NP Telašćica</b>	2016.	8-24	2,39	Ankon, 2017
<b>NP Mljet, Malo jezero</b>	2013.	-	7,55	Ankon, 2017
<b>NP Mljet, Malo jezero, Velika Priježba</b>	2000.	3-15	17	Šiletić i Peharda, 2003
<b>NP Mljet, Malo jezero, Glavica od mosta</b>	2000.	3-15	13	Šiletić i Peharda, 2003
<b>NP Mljet, Veliko jezero, Sv. Marija</b>	2000.	3-15	2	Šiletić i Peharda, 2003
<b>NP Mljet, Veliko jezero, Pristanište</b>	2000.	3-15	9	Šiletić i Peharda, 2003
<b>NP Mljet, Malo jezero, Velika Priježba</b>	1998.	3-15	20	Šiletić i Peharda, 2003
<b>NP Mljet, Malo jezero, Glavica od mosta</b>	1998.	3-15	19	Šiletić i Peharda, 2003

<b>NP Mljet, Veliko jezero, Sv. Marija</b>	1998.	3-15	4	Šiletić i Peharda, 2003
<b>NP Mljet, Veliko jezero, Pristanište</b>	1998.	3-15	3	Šiletić i Peharda, 2003
<b>NP Mljet, Malo jezero</b>	1998.-2001.	0-15	17	Peharda i sur., 2002
<b>Jadransko more, opažanje</b>	-	10-20	9-10	Zavodnik i sur., 1991



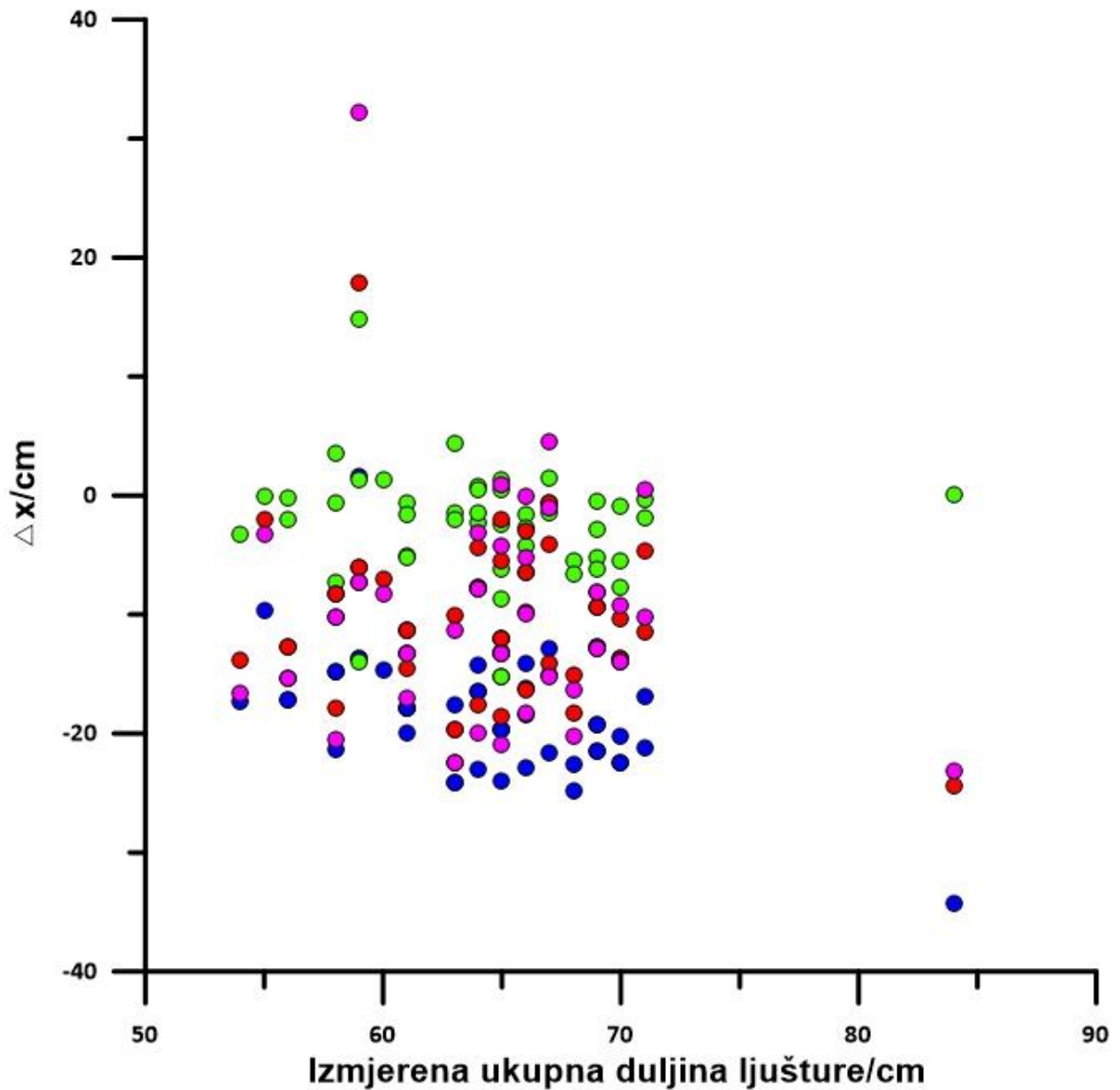
**Slika 8.** Grafički prikaz gustoće jedinki (jedinka/100 m<sup>2</sup>) po lokalitetu u istočnom Jadranu (Ankon, 2017; Bilajac, 2018; Čižmek i sur., 2020; Valec, 2019; Peharda i sur., 2002; Šiletić i Peharda, 2003; Zavodnik i sur., 1991). Sivom bojom su označeni podaci iz ovog istraživanja.

## 5. 2. Najbolja formula za izračun ukupne dužine ljušture iz visine nezakopanog dijela ljušture

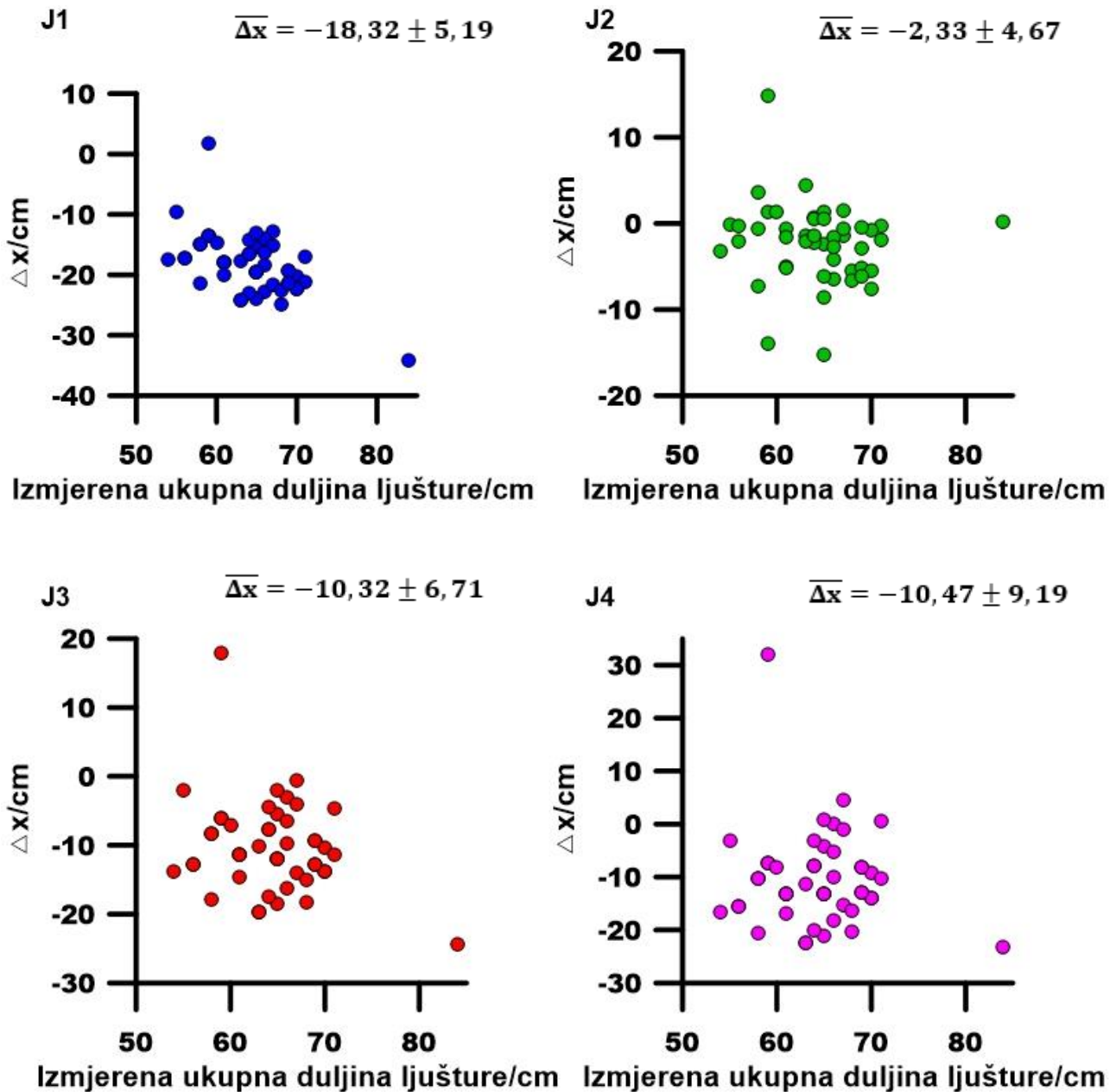
Na uzorku od 47 ljuštura uginulih periski iz Malog jezera testirane su četiri jednadžbe koje omogućuju aproksimaciju ukupne dužine plemenite periske iz nezakopanog dijela ljušture što je napravljeno računanjem razlike ( $\Delta x$ ) između izračunate i izmjerene ukupne dužine ljušture. Najbolja jednadžba za ovaj lokalitet je J2 prema Garcia March i Ferrer, 1995 kod koje je najmanja srednja vrijednost, medijan te standardna devijacija razlike između izračunatih i izmjerenih vrijednosti ukupne dužine ljušture, to jest, najmanja greška procijene. U Tablici 4 su vrijednosti deskriptivne statistike za razlike između izmjerene i izračunate ukupne duljine za sve četiri jednadžbe, a na slikama 9 i 10 je grafički prikaz razlike izmjerene i izračunate vrijednosti.

**Tablica 4.** Deskriptivna statistika za grešku procijene ukupne duljine ljušture po jednadžbi: J1 = De Gaulejac i Vicente, 1990; J2 = Garcia March i Ferrer, 1995; J3 = Garcia-March, 2006; J4 = Tempesta i sur., 2013; (n = broj izmjerenih ljuštura)

	<b>J1 (G&amp;V 1990)</b>	<b>J2 (GM&amp;F 1995)</b>	<b>J3 (GM 2006)</b>	<b>J4 (T&amp;sur. 2013)</b>
<b>n</b>	47	47	47	47
<b>srednja vrijednost</b>	-18,32	-2,33	-10,32	-10,47
<b>standardna pogreška</b>	5,19	4,67	6,71	9,19
<b>medijan</b>	-17,82	-1,65	-11,31	-12,9
<b>najmanja</b>	-34,26	-15,23	-24,41	-23,18
<b>najveća</b>	1,67	14,88	17,82	32,15
<b>raspon</b>	35,93	30,11	42,23	55,32
<b>standardna pogreška</b>	0,76	0,68	0,98	1,34



**Slika 9.** Grafički prikaz razlike između izračunate i izmjerene ukupne dužine školjke ( $\Delta x$ ) za sve četiri jednadžbe za izračun procijenjene ukupne dužine ljušture iz visine nezakopanog dijela ljušture



**Slika 10.** Grafički prikaz razlike između izmjerene i izračunate ukupne dužine školjke ( $\Delta x$ ) za pojedinačne formule za izračun ukupne duljine ljuštura iz nezakopanog dijela ljuštura. Svaki dio slike grafički prikazuje jednu formulu: **J1)** De Gaulejac i Vicente, 1990; **J2)** Garcia March i Ferrer, 1995; **J3)** Garcia-March, 2006; **J4)** Tempesta i sur., 2013. U gornjem desnom kutu svakog grafa je prikazana srednja vrijednost i standardna devijacija za pojedinačnu jednadžbu.

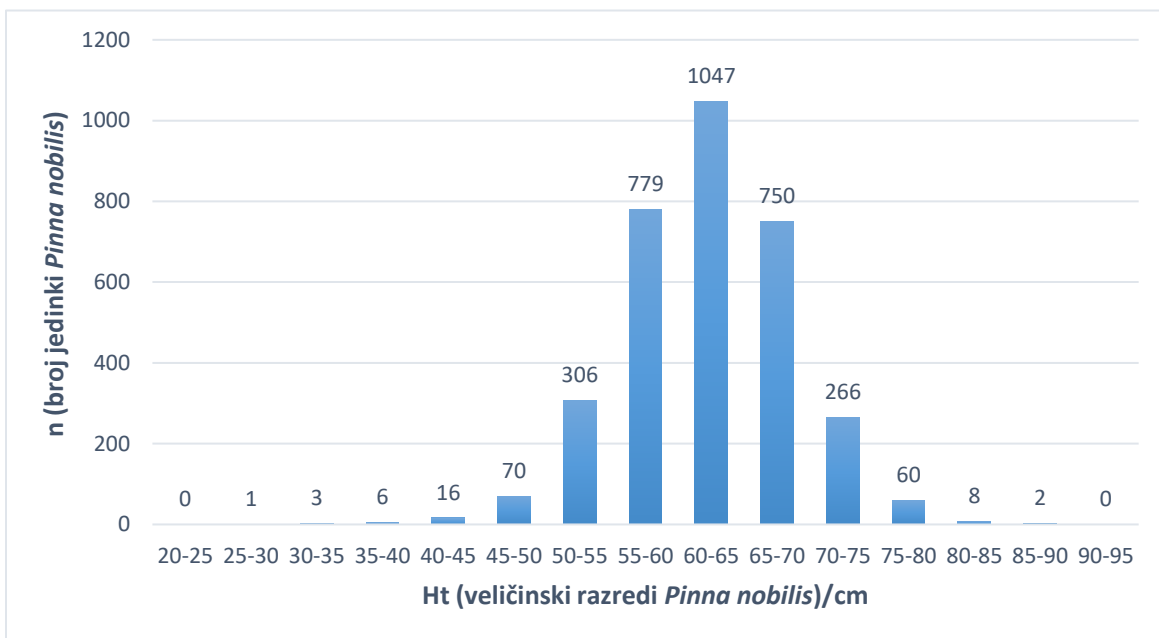


### 5. 3. Veličinska struktura populacije

Veličinska struktura populacije je gledana s obzirom na ukupnu duljinu ljuštore, to jest dužinu školjke, od posteriornog do anteriornog dijela školjke. Od sveukupnih 3800 zabilježenih primjeraka za njih 3314 živih izmjerene su morfometrijske karakteristike na temelju kojih je izračunata ukupna dužina školjke prema formuli Garcia March i Ferrer (1995).

Najmanja zabilježena jedinka je imala 29,98 cm, a najveća 87,30 cm. Prosječna veličina jedinki je  $62,20 \pm 6,39$  cm, a medijan je 62,35 cm.

Većina jedinki je u veličinskom rasponu od 45 do 80 cm veličine (Slika 11), s tim da je najveći broj jedinki njih 1047 od 3314 (31,59 %) u veličinskom razredu od 60 do 65 cm. Slijedi veličinski razred od 55 do 60 cm s 779 jedinki (23,51 %) te razred od 65 do 70 cm s 750 jedinki (22,63 % populacije). Najmanje jedinki je u veličinskom razredu od 25 do 30 cm u kojem je zabilježena jedna jedinka. Slijedeći veličinski razred s najmanjim brojem jedinki je od 85 do 90 cm sa samo dvije zabilježene jedinke i u većim veličinskim razredima od toga nema zabilježenih jedinki. Jedinke manje od 25 cm nisu zabilježene.

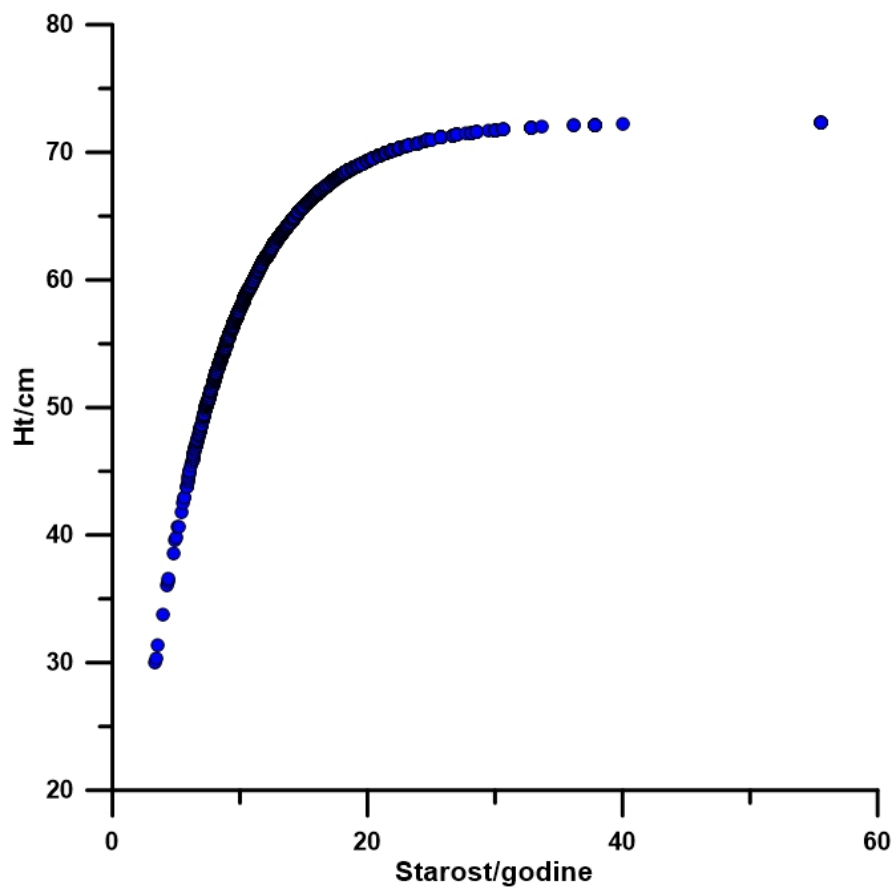


**Slika 11.** Grafički prikaz veličinskih distribucije živih i izmjerenih jedinki plemenite periske. Ukupna dužina je izračunata prema Garcia-March i Ferrer (1995).

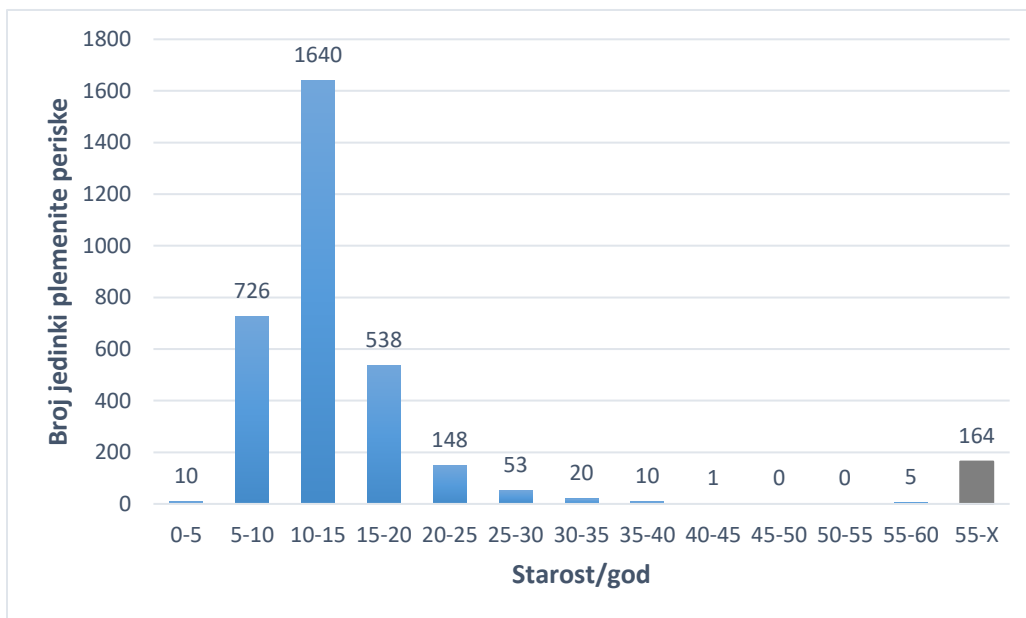
## 5. 4. Starost populacije

Starost svake žive jedinke izračunata je iz ukupne dužine i najveće širine svake školjke modificiranom von Bertanllafy jednadžbom (Slika 12) koju su iznijeli Šiletić i Peharda (2003). Prosječna starost populacije je  $13,17 \pm 4,86$  godina, a medijan je 12,13 godina. Najmlađa jedinka ima 3,35 godina, a najstarija za koju je moguće izračunati starost ima 55,54 godine.

Najviše jedinki, njih 1640 (49,49 %  $\approx$  50 %), je u starosnom rasponu od 10 do 15 godina nakon čega slijedi starosni raspon od 5 do 10 godina u kojem se nalazi 726 jedinki (21,91 %) i starosni raspon od 15 do 20 godina u kojemu je 538 (16,23 %) jedinki. Za 164 (4,95 %) jedinke nije moguće izračunati starost prema korištenoj jednadžbi. Radi se o jedinkama čija je ukupna dužina veća od 72,35 cm (Slika 13).



**Slika 12.** Grafički prikaz von Bertanllafy krivulje relativnog rasta s podacima iz ovog istraživanja.



**Slika 13.** Grafički prikaz starosne raspodjele plemenitih periski. Sivom bojom su označene jedinke za koje nije moguće odrediti točnu starost.

## 5. 5. Korelacija veličine plemenitih periski i dubine na kojoj se nalaze

Test distribucije podataka za vrijednosti ukupne duljine školjke napravljen u SPSS-u dao je rezultate koji su prikazani u Tablici 5. Rezultati Shapiro-Wilks testa distribucije pokazuju da je značajna vrijednost ( $p < 0,001$ ) manja od 0,05 zbog čega sam odbacila nultu hipotezu prema kojoj su podaci normalno distribuirani te sam koristila neparametrijske metode pri daljnjoj statističkoj analizi.

**Tablica 5.** Rezultati testa distribucije podataka.

TEST DISTRIBUCIJE PODATAKA						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilks		
	$r_s$	N	p	$r_s$	N	p
ukupna dužina	0,024	3314	<0,001	0,993	3314	<0,001

Rezultati Spearmanovog testa korelacije između ukupne dužine školjke i dubine na kojoj se nalaze su prikazani u Tablici 6. Za odnos ukupne dužine plemenite periske i dubine sam dobila vrijednost  $r_s = 0,212$  i  $p = 0,001$  iz čega se može zaključiti kako se dužina plemenitih periski povećava s dubinom, a navedena korelacija je statistički značajna.

**Tablica 6.** Rezultati Spearmanovog testa korelacije. Podebljane su vrijednosti koje se odnose na korelaciju ukupne dužine školjke i dubine na kojoj se nalaze.

KORELACIJA				
			ukupna dužina	dubina
<b>Spearmanov test korelacije</b>	ukupna dužina	koeficijent korelacije	1	<b>0,212**</b>
		p	0.0	<b>&lt;0,001</b>
		N	3314	<b>3314</b>
	dubina	koeficijent korelacije	<b>0,212**</b>	1
		p	<b>&lt;0,001</b>	0.0
		N	<b>3314</b>	3314

\*\* korelacija je značajna na 0,01 razini

# 6. Rasprava

## 6.1. Struktura populacije

U istraživanom području zabilježeno je 3800 periski od čega ih je 3567 bilo živo te je uginulih bilo 6,1 % prije provođenja istraživanja. Prema tome, a i činjenici da masovni pomor periski u Jadranskom moru tada još nije zamijećen (Čižmek i sur., 2020; Šarić i sur., 2020) znamo da je istraživanje provedeno prije masovnog pomora plemenitih periski u Jadranskom moru. Prosječna gustoća populacije periski je  $30,96 \pm 14,42$  jedinki/100 m<sup>2</sup> što je među najvećima zabilježenim gustoćama u Jadranskom moru. Jedino je u Rovinjskom priobalju na tri istraživane postaje zabilježena veća gustoća populacije plemenitih periski koja iznosi od 37 do 67 jedinki/100 m<sup>2</sup> (Bilajac, 2018). Iako se iz prijašnjih istraživanja (Peharda i sur., 2002; Šiletić i Peharda, 2003) zna kako je gustoća populacije plemenitih periski u Malom jezeru među najvećima u Jadranu, ovi rezultati to dodatno potvrđuju. S obzirom da je prijašnja najveća zabilježena gustoća u Malom jezeru bila 20 jedinki/100 m<sup>2</sup> (Šiletić i Peharda, 2003) ovi rezultati povećavaju zabilježenu gustoću u Malom jezeru.

Zabilježena gustoća populacije u Malom jezeru je veća od srednje gustoće populacija u Sredozemnom moru koju su zabilježili Basso i sur. (2015) te iznosi  $9,78 \pm 2,25$  jedinki/100 m<sup>2</sup>. Kako je dobivena gustoća veća od prosjeka za usporedbu s određenim lokacijama Sredozemnog mora korišteni su literaturni podaci o najvećoj gustoći za pojedine sredozemne države. Nadalje, u obzir su uzeti samo podaci za koje je navedena metoda uzorkovanja zbog čega su pojedine ekstremne vrijednosti gustoće zanemarene. Najveća zabilježena gustoća za Francusku je 1,93 jedinki/100 m<sup>2</sup> (Vicente i sur., 1980), dok je za Italiju 11,6 jedinki/100m<sup>2</sup> (Addis i sur., 2009) te su vrijednosti niže nego što su zabilježene u ovom istraživanju. S druge strane, gustoće zabilježene u slijedećim državama su veće nego one u Malom jezeru: Grčka, Tunis i Španjolska. U Grčkoj gustoća iznosi 80 jedinki/m<sup>2</sup> (Galinou-Mitsoudi i sur., 2006), Tunisu 56 jedinki/100 m<sup>2</sup> (Rabaoui i sur., 2010) i u Španjolskoj 37,3 jedinke/100 m<sup>2</sup> (Vázquez-Luis i sur., 2014).

Prilikom određivanja najbolje jednadžbe za izračun ukupne duljine ljuštore od četiri jednadžbe pronađene u literaturi izračunate vrijednosti greške procijene prema jednadžbi J2 (Garcia March i Ferrer, 1995) imaju najmanju srednju vrijednost i medijan razlike s obzirom na izmjerene

vrijednosti. Kako u literaturi sugeriraju da se za izračun ukupne dužine školjke izabere jednadžba s najmanjom srednjom razlikom izračunate i izmjerene ukupne dužine (García-March i sur., 2002; García-March i Vicente, 2006) jednadžba J2 je najbolja za izračun ukupne duljine ljuštore plemenite periske na ovom području. Nadalje, Šiletić i Peharda (2003) su istraživali populaciju plemenitih periski na istom području, u Malom jezeru, te su za određivanje ukupne duljine koristili spomenutu jednadžbu J2 što se pokazalo uspješnim (García-March i Vicente, 2006) pa se ova jednadžba može primjenjivati za lokalitet Malog jezera. Isto tako, smatram poželjnim koristiti iste jednadžbe za određivanje ukupne duljine ljuštore na istom lokalitetu kako bi rezultati bili lakše usporedivi. Također, ova jednadžba koristi dva veličinska parametra školjke te oni zajedno eliminiraju moguće nedosljednosti kod izračuna ukupne dužine školjke zbog razlike u morfologiji ili dubine zakapanja (Šiletić i Peharda, 2003).

Najmanja zabilježena jedinka je imala svega 29,98 cm što prema Šiletić i Peharda (2003) odgovara dobi od 3,35 godina. Kako su uzorkovanja provedena u ljeto 2018. godine u Malom jezeru uspješnog razmnožavanja plemenitih periski vjerojatno nije bilo od 2015. godine. Uz to, zabilježeno je jako malo malih i ujedno mladih jedinki od 0 do 5 godina, svega njih 10. Treba napomenuti kako i dalje postoji mala vjerojatnost da našim uzorkovanjem jednostavno nismo obuhvatili područje gdje se nalazila mlađa populacija. Zadnje zabilježeno istraživanje starosne i veličinske strukture na ovom lokalitetu su proveli Šiletić i Peharda (2003) koji su uzorkovanje proveli 1998. i 2000. te su zabilježili relativno mladu populaciju, mlađu od 8 godina. Populacija koju smo mi zabilježili je većinom u starosnom rasponu od 10 do 15 godina, no ima jedinki koje su u vrijeme uzorkovanja 2018. godine bile starije od 30 godina te je moguće kako su to jedinke koje su zabilježili Šiletić i Peharda (2003).

Za 164 jedinke, što čini 4,95 % uzorka, nije moguće izračunati starost jer je njihova ukupna dužina veća od vrijednosti  $L_{\infty}$  koji je uvršten u jednadžbu prema Šiletić i Peharda (2003) i iznosi 72,31 cm. Za tih 164 jedinke prema spomenutom radu pretpostavljamo kako su starije od 55,54 godine što je zadnja vrijednost koju je moguće izračunati po ovoj jednadžbi. Kako bi se jednadžba prilagodila novim, većim ukupnim duljinama školjke, potrebno je imati stopu rasta plemenitih periski ove populacije. Stopa rasta se može izmjeriti višegodišnjim mjerenjem istih jedinki (Šiletić i Peharda, 2003) ili izračunati iz ožiljaka posteriornog mišića zatvarača (García-March i sur., 2011; García-March i sur., 2020) ili iz omjera elemenata (Richardson i sur., 2004). Kako spomenute

varijable nisu mjerene tijekom terenskog istraživanja, a plemenite periske u Jadranu su potencijalno izumrle od posljedica masovnog pomora (Kersting i sur., 2019) trenutno nismo u mogućnosti točnije izračunati starost plemenitih periski. Ako se populacija plemenitih periski u budućnosti oporavi bilo bi poželjno održavati višegodišnje istraživanje praćenja stope rasta na različitim lokalitetima, posebno u zaštićenim područjima.

## 6. 2. Korelacija veličine plemenitih periski i dubine na kojoj se nalaze

Dužina plemenitih periski statistički značajno pozitivno korelira s dubinom na kojoj se nalaze, to jest, kako raste dubina tako su i periske duže što je u skladu sa prijašnjim istraživanjima (Zavodnik, 1967; García-March i sur., 2007). Spomenuta korelacija je slaba no statistički je značajna. Moguće je kako je korelacija između dubine i veličine periski slaba jer su dubine na kojima su nađene jedinke bilježene na najbližih pola metra. Kada bi dubina bila bilježena na veću decimalu vezu dubine i veličine bi bilo pouzdanije uspoređivati. S druge strane, kada bi se dubina bilježila na više decimala lakše bi došlo do subjektivne pogreške ronioca koji bilježi podatke što bi opet moglo utjecati na točnost zabilježenih podataka i posljedično na vrijednost korelacije. Također, raspon dubina na kojima je rađeno mjerenja je mali, svega šest metara. U nekim radovima računali su korelaciju dubine i veličine plemenite periske s manjim rasponom dubina čak od samo dva metra (Theodorou i sur., 2017). U spomenutom slučaju su dokazali slabu korelaciju dubine i veličine plemenite periske. S druge strane, u jednom istraživanju, u kojem je raspon dubina bio pet metara, nisu dokazali povezanost veličinske strukture populacije s dubinom (Coppa i sur., 2010). U oba slučaja su dobivenu korelaciju opravdali malim rasponom dubina na kojemu su uzorkovali (Coppa i sur., 2010; Theodorou i sur., 2017).

## 7. Zaključci

- Prosječna gustoća plemenitih periski na istraživanom području Malog jezera bila je  $30,96 \pm 14,42$  jedinki/100 m<sup>2</sup>.
- Ovo je bila jedna od najgušćih zabilježenih populacija plemenite periske u istočnom Jadranskom moru i veća je od prosjeka Sredozemnog mora.
- Najbolja jednadžba za izračun ukupne duljine školjke iz izmjerenih morfometrijskih veličina za lokalitet Malog jezera je jednadžba prema Garcia-March i Ferrer (1995) koja glasi:

$$Ht = 1.79w + 0.5 + UL$$

- Većina jedinki bila je u veličinskom rasponu od 45 do 80 cm. Najveća jedinka imala je 87,30 cm, a najmanja 29,98 cm.
- 50 % jedinki bilo je u starosnom rasponu od 10 do 15 godina.
- Jednadžba za izračun starost koju su koristili Šiletić i Peharda (2003) nije primjenjiva za jedinke veće od 72,35 cm.
- Veličina plemenite periske je statistički značajno pozitivno korelirala s dubinom na kojoj se nalazila.
- Ako se populacija plemenitih periski oporavi trebalo bi provoditi višegodišnja kontinuirana istraživanja rasta kako bismo imali više podataka o stopi rasta plemenitih periski što bi pomoglo u njihovom očuvanju.



## 8. Literatura

- Addis, P., Secci, M., Brundu, G., Manunza, A., Corrias, S. i 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.
- Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Magraner, K., Lozano, L. i Deudero, S. (2015). Evaluating stable isotopic signals in bivalve *Pinna nobilis* under different human pressures. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 467, 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2015.03.006>
- Ankon, P. (2017). Genetička i morfološka varijabilnost plemenite periske (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758) u Parku prirode Telašćica i Nacionalnom parku Mljet. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, 55. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:069130>
- Basso, L., Vázquez-Luis, M., García-March, J. R., Deudero, S., Alvarez, E., Vicente, N., Duarte, C. M. i Hendriks, I. E. (2015). The Pen Shell, *Pinna nobilis*: A Review of Population Status and Recommended Research Priorities in the Mediterranean Sea. *Advances in Marine Biology* 71. <https://doi.org/10.1016/bs.amb.2015.06.002>
- Benović, A., Lučić, D., Onofri, V., Peharda, M., Carić, N., Jasprica, N. i Bobanović-Čolić. (2000). Ecological characteristics of the mljet Island seawater lakes (South Adriatic Sea) with special reference to their resident populations of medusae. *Scientia Marina*, 64 (SUPPLEMENT 1), 197–206. <https://doi.org/10.3989/scimar.2000.64s1197>
- Bilajac, A. (2018). Repopulacija plemenite periske *Pinna nobilis* Lineanus, 1758 u priobalju Rovinja. Završni rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli Sveučilišni preddiplomski studij Znanost o moru, 33. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:137:877848>
- Butler, A., Vicente, N. i De Gaulejac, B. (1993). Ecology of the pteroid bivalves *Pinna bicolor* Gmelin and *Pinna nobilis* L. *Marine Life*, 3, 37–45.
- Catanese, G., Grau, A., Valencia, J. M., Garcia-March, J. R., Vázquez-Luis, M., Alvarez, E., Deudero, S., Darriba, S., Carballal, M. J. i Villalba, A. (2018). *Haplosporidium pinnae* sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna*

- nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Invertebrate Pathology*, 157, 9–24. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.07.006>
- Čižmek, H., Čolić, B., Gračan, R., Grau, A. i Catanese, G. (2020). An emergency situation for pen shells in the Mediterranean: The Adriatic Sea, one of the last *Pinna nobilis* shelters, is now affected by a mass mortality event. *Journal of Invertebrate Pathology*, 173, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107388>
- Coppa, S., Guala, I., De Lucia, G. A., Massaro, G. i 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(5), 885–894. <https://doi.org/10.1017/S002531540999141X>
- Davenport, J., Ezgeta-Balić, D., Peharda, M., Skejić, S., Ninčević-Gladan, Ž. i Matijević, S. (2011). Size-differential feeding in *Pinna nobilis* L. (Mollusca: Bivalvia): Exploitation of detritus, phytoplankton and zooplankton. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 92(2), 246–254. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2010.12.033>
- De Gaulejac, B. (1995). Mise en evidence de Phermaphrodisme successif a maturation asynchrone de *Pinna nobilis* (L.) (Bivalvia: Pterioidea). *Comptes-rendus de l'Academie des Sciences*, 318: 99–103.
- De Gaulejac, B. i Vicente, N. 1990. Ecologie de *Pinna nobilis* (L.) mollusque bivalve sur les côtes de Corse. Essais de transplantation et expériences en milieu contrôlé. *Haliotis* 10:83-100.
- De Gaulejac, B., Henry, M. i Vicente, N. (1995). An ultrastructural study of gametogenesis of the marine bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758)II. Spermatogenesis. *Journal of Molluscan Studies*, 61(3), 393–403. <https://doi.org/10.1093/mollus/61.3.393>
- Galinou-Mitsoudi, S., Vlahavas, G. i Papoutsis, O. (2006). Population study of the protected bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) in Thermaikos Gulf (north Aegean Sea). *Journal of Biological Research (Thessaloniki)*, 5, 47–53.
- García –March, J. R. (2006). Aportaciones al conocimiento de la Biología de *Pinna nobilis* Linneo, 1758 (Mollusca: Bivalvia) en el litoral mediterráneo ibérico. *Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valencia*, Valencia. 332.
- García-March, J. R., García-Carrascosa, A. M., Peña Cantero, A. L. i 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(5), 861–871. <https://doi.org/10.1007/s00227-006-0386-1>
- García-March, J. R., Hernandis, S., Vázquez-Luis, M., Prado, P., Deudero, S., Vicente, N. i Tena-Medialdea, J. (2020). Age and growth of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* in the western Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research*, 153, 104795. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.104795>
- García-March, J. R., Marquez-Aliaga, A., Wang, Y. G., Surge, D. i Kersting, D. K. (2011). Study of *Pinna nobilis* growth from inner record: How biased are posterior adductor muscle scars estimates? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 407(2), 337–344. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2011.07.016>
- García-March, José Rafael, García-Carrascosa, A. M. i Pena, Á. L. (2002). In situ measurement of *Pinna nobilis* shells for age and growth studies: A new device. *Marine Ecology*, 23(3), 207–217. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0485.2002.02781.x>
- García-March, José Rafael, Sanchís Solsona, M. Á. i García-Carrascosa, A. M. (2008). Shell gaping behaviour of *Pinna nobilis* L., 1758: Circadian and circalunar rhythms revealed by in situ monitoring. *Marine Biology*, 153(4), 689–698. <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0842-6>
- García-March, José Rafael i Vicente, N. (2006). Protocol to study and monitor *Pinna nobilis* populations (Issue December). *Malta environmental and planning authority (MEPA)*.
- García March, J. R. i Ferrer, J. (1995). Biometry of *Pinna nobilis* L. 1758: a revision of De Gaulejac and Vicente's equation (1990). *Boletín – Instituto Espanol de Oceanografía*, 11(2).
- Govorčin, D. P., Juračić, M., Horvatinčić, N. i Onofri, V. (2001). Holocene sedimentation in the Soline Channel (Mljet Lakes, Adriatic Sea). *Natura Croatica*, 10(4), 247–258. <https://d-maps.com/> (pristupljeno: studeni 2021.)
- <https://docs.krita.org/en/> (pristupljeno: veljača 2022.)
- <https://docs.qgis.org/3.10/en/docs/> (pristupljeno: travanj 2022.)
- <https://www.marinespecies.org/> (pristupljeno: studeni 2021.)

<https://www.solidworks.com/> (pristupljeno: siječanj 2021.)

<https://statistics.laerd.com/> (pristupljeno: ožujak 2022.)

Katsanevakis, S., Poursanidis, D., Issaris, Y., Panou, A., Petza, D., Vassilopoulou, V., Chaldaiou, I. i Sini, M. (2011). “Protected” marine shelled molluscs: Thriving in Greek seafood restaurants. *Mediterranean Marine Science*, 12(2), 429–438. <https://doi.org/10.12681/mms.42>

Kersting, D., Benabdi, M., Čížmek, H., Grau, A., Jimenez, C., Katsanevakis, S., Öztürk, B., Tuncer, S., Tunesi, L., Vázquez-Luis, M., Vicente, N. i Otero Villanueva, M. (2019). *Pinna nobilis*, Fan Mussel. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T160075998A160081499. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019*, 8235. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T160075998A160081499.en>

NN 144/2013 (2013). Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama. Zagreb: *Narodne novine d. d.*, 144, 3086. /eli/sluzbeni/2013/144/3086

NN 104/2001 (2001). Odluka o proglašenju Zakona o potvrđivanju Protokola o posebno zaštićenim područjima i biološkoj raznolikosti u Sredozemlju. Zagreb: *Narodne novine d. d.*, 11, 104. /eli/medunarodni/2001/11/104

NN 13/1997 (1997). Odluka o proglašenju Zakona o izmjenama Zakona o proglašenju zapadnog dijela otoka Mljeta nacionalnim parkom. Zagreb: *Narodne novine d. d.*, 13, 200.

Official Journal of the European Communities (1992). Council directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats of wild fauna and flora. Brussels: *Publications Office of the European Union*, L 206/7.

Peharda, M., Hrs-Brenko, M., Onofri, V., Lučić, D. i Benović, A. (2002). A visual census of bivalve distributions in the saltwater lake Malo jezero (Mljet National Park, South Adriatic Sea). *Acta Adriatica*, 43(1), 65–75.

Prado, P., Andree, K. B., Trigos, S., Carrasco, N., Caiola, N., García-March, J. R., Tena, J., Fernández-Tejedor, M. i Carella, F. (2020). Breeding, planktonic and settlement factors shape recruitment patterns of one of the last remaining major population of *Pinna nobilis* within Spanish waters. *Hydrobiologia*, 847(3), 771–786. <https://doi.org/10.1007/s10750-019-04137->

- Prado, P., Cabanes, P., Catanese, G., Carella, F., Carrasco, N., Grau, A., Hernandis, S., García-March, J. R., Tena, J., Caiola, N. i Andree, K. B. (2020). Growth of juvenile *Pinna nobilis* in captivity conditions: Dietary and pathological constraints. *Aquaculture*, 522, 735167. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735167>
- Przeslawski, R., Davis, A. R. i Benkendorff, K. (2005). Synergistic effects associated with climate change and the development of rocky shore molluscs. *Global Change Biology*, 11(3), 515–522. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.00918.x>
- Rabaoui, L., Tlig-Zouari, S., Katsanevakis, S. i Ben Hassine, O. K. (2010.) Modelling population density of *Pinna nobilis* (Bivalvia) on the eastern and southeastern coast of Tunisia. *Journal of Molluscan Studies*, 76, 340–347.
- Rabaoui, L., Tlig-Zouari, S., Cosentino, A. i Ben Hassine, O. K. (2009). Associated fauna of the fan shell *Pinna nobilis* (Mollusca: Bivalvia) in the northern and eastern Tunisian coasts. *Scientia Marina*, 73(1), 129–141. <https://doi.org/10.3989/scimar.2009.73n1129>
- Rabaoui, L., Zouari, S. T., Ben Hassine i O. K. (2008). Two species of Crustacea (Decapoda) associated with the fan mussel, *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Mollusca, Bivalvia). *Crustaceana*, 81(4), 433–446. <https://doi.org/10.1163/156854008783797507>
- Richardson, C. A., Kennedy, H., Duarte, C. M., Kennedy, D. P. i 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(2), 205–212. <https://doi.org/10.1007/s002270050459>
- Richardson, C. A., Peharda, M., Kennedy, H., Kennedy, P. i Onofri, V. (2004). Age, growth rate and season of recruitment of *Pinna nobilis* (L) in the Croatian Adriatic determined from Mg:Ca and Sr:Ca shell profiles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 299(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2003.08.012>
- Rouanet, E., Trigos, S. i 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). *209-Scientific Reports of the Port-Cros Natl. Park*, 29, 209–222. <https://www.researchgate.net/publication/280620870>

- Russo, P. (2012). Segnalazione di una grande colonia di *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) nella Laguna di Venezia. *Contributi Notiziario SIM*, 31(1), 31–34.
- Šiletić, T. i Peharda, M. (2003). Population study of the fan shell *Pinna nobilis* L. in Malo and Veliko Jezero of the Mljet National Park (Adriatic Sea). *Scientia Marina*, 67(1), 91–98. <https://doi.org/10.3989/scimar.2003.67n191>
- Stražičić, N. (1979.) Ljepote i znamenitosti mljetskog jezera. *Priroda: popularni časopis hrvatskog prirodoslovnog društva*, 6, 144–150.
- Šarić, T., Župan, I., Aceto, S., Villari, G., Palić, D., De Vico, G. i Carella, F. (2020). Epidemiology of noble pen shell (*Pinna nobilis* L. 1758) mass mortality events in adriatic sea is characterised with rapid spreading and acute disease progression. *Pathogens*, 9(10), 1–21. <https://doi.org/10.3390/pathogens9100776>
- Tempesta, M., Del Piero, D. i 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 Series Historia Naturalis*, 23(1), 17–24.
- Theodorou, J. A., James, R., Tagalis, D., Tzovenis, I., Hellio, C. i Katselis, G. (2017). Density and size structure of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758), in the shallow water zone of Maliakos Gulf, Greece. *Acta Adriatica*, 58(1), 63–76. <https://doi.org/10.32582/aa.58.1.5>
- Trigos, S., García-March, J. R., Vicente, N., Tena, J. i Torres, J. (2015). Respiration rates of the fan mussel *Pinna nobilis* at different temperatures. *Journal of Molluscan Studies*, 81(2), 217–222. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyu075>
- Trigos, S., Vicente, N., Prado, P. i Espinós, F. J. (2018). Adult spawning and early larval development of the endangered bivalve *Pinna nobilis*. *Aquaculture*, 483, 102–110. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.015>
- Valenc, D. (2019). Gustoća populacije, veličinska struktura i epibionti plemenite periske (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758) u pulskoj luci. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, 51. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:039574>
- Vázquez-Luis, M., Álvarez, E., Barrajon, A., García-March, J. R., Grau, A., Hendriks, I. E., Jiménez, S., Kersting, D., Moreno, D., Pérez, M., Ruiz, J. M., Sánchez, J., Villalba, A. i

- Deudero, S. (2017). S.O.S. *Pinna nobilis*: A mass mortality event in western Mediterranean Sea. *Frontiers in Marine Science*, 4, 1–6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00220>
- Vázquez-Luis, M., Banach-Esteve, G., Álvarez, E. i Deudero, S. (2014) Colonization on *Pinna nobilis* at a marine protected area: extent of the spread of two invasive seaweeds. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 94(5), 857-864.
- Vicente, N., Moreteau, J.C. i Escoubet, P. 1980. Etude de l'évolution d'une population de *Pinna nobilis* L. (Mollusque Eulamelibranche) au large de l'anse de la Palud (Parc Nacional de Port-Cros). *Trav. Sci. Parc. Natl. Port. Cros.*, 6, 39–67.
- Voultsiadou, E., Koutsoubas, D. i Achparaki, M. (2010). Bivalve mollusc exploitation in Mediterranean coastal communities: An historical approach. *Journal of Biological Research*, 13, 35–45.
- Wunsam, S., Schmidt, R. i Müller, J. (1999). Holocene lake development of two dalmatian lagoons (Malo and Veliko Jezero, Isle of Mljet) in respect to changes in Adriatic sea level and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 146(1–4), 251–281. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(98\)00147-3](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(98)00147-3)
- Zavodnik, D. (1967). Contribution to the ecology of *Pinna nobilis* L. (Moll., Bivalvia) in the northern Adriatic. *Thalassia Jugoslavica*, 3(1–6), 94–103.
- Zavodnik, D., Hrs-Brenko, M. i Legac, M. (1991). Synopsis on the fan shell *Pinna nobilis* L. in the eastern Adriatic Sea. *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*, 169–178.

# Životopis

Rođena sam 3. rujna 1995. godine u Zagrebu gdje sam završila osnovnu školu Nikole Tesle i Prirodoslovnu školu Vladimira Preloga, smjer prirodoslovna gimnazija. Nakon srednje škole sam 2014. godine upisala Preddiplomski studij Biologije na Prirodoslovno – matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Završetkom tog studija stječem zvanje prvostupnika biologije nakon čega na istom fakultetu 2019. godine upisujem Diplomski studij Ekologije i zaštite prirode, modul more. Tijekom diplomskog studija sam u akademskoj godinu 2020./2021. bila u kategoriji 10 % najuspješnijih studenata na godini.

Tijekom studija sam sudjelovala u raznim projektima, ponajviše u projektima Udruge studenata biologije – BIUS. Kao voditelj sekcije za biospeleologiju (2018.-2022.) organizirala sam sekcijiska predavanja i terenska istraživanja te pisala izvještaje. Bila sam koordinatorica za Simpozij studenata biologije – SiSB6 u sklopu mandata dopredsjednice Udruge tijekom 2019./2020. godine, a bila sam zadužena i za rukovođenje Udruge. Za obnašanje dužnosti dopredsjednice sam dobila Pohvalu pročelnice Biološkog odsjeka. U sljedećem mandatu 2020./2021. sam bila član Nadzornog odbora BIUS-a.

Biološki kampovi BIUS-a na kojima sam sudjelovala su: Istraživačko – edukacijski projekt „Insula Auri 2019.“, Istraživačko – edukacijski projekt „Žumberak 2020.“, Istraživačko – edukacijski projekt „Žumberak 2021.“ i Istraživačko-edukacijski projekt „Histrina 2022.“.

Također, sudjelovala sam na „Maloj školi mamalogije u Gorskom kotaru 2021.“, a bila sam i autor članaka u nekoliko brojeva studentskog časopisa In Vivo.

Pet godina za redom (2015.-2019.) sam sudjelovala na populističko-edukacijskoj manifestaciji Noć biologije, gdje sam osmišljavala, izrađivala i vodila edukativne radionice na teme biospeleologije, biologije mora i mozga.

Sudjelovala sam na projektima drugih udruga poput „Bioteka u pokretu“ i „Razvoj mreže STEM ambasadora“ Udruge za promicanje biologije i srodnih znanosti – Bioteka. Nadalje, sudjelovala sam na sljedećim projektima: „U društvu mikroba“ Hrvatskog mikrobiološkog društva, „Misli (na)plavo-kako more utječe na nas i kako mi na njega“ Društvo istraživača mora 20000 milja i „Biospeleološka istraživanja“ Hrvatskog biospeleološkog društva.



Tijekom studija radila sam razne studentske poslove od kojih su relevantni za struku: posao studentskog demonstratora u nastavi kolegija Bakteriologija u akademskoj godini 2015./2016. na PMF-u i edukatora u Zoološkom vrtu grada Zagreba od siječnja 2020. pa do kraja studija 2022. godine. Isto tako, završila sam tečajeve za ronioca u otvorenim vodama i speleološkog pripravnika.