

# Sezonska raznolikost makrofaune u praznim ljušturama plemenite periske *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 s juga Istre

---

**Brajković, Adrian**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:404004>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet prirodnih znanosti  
Sveučilišni prijediplomski studij Znanost o moru

ADRIAN BRAJKOVIĆ

**Sezonska raznolikost makrofaune u praznim  
ljušturama plemenite periske *Pinna nobilis*  
Linnaeus, 1758 s juga Istre**

Završni rad

Pula, rujan 2024.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet prirodnih znanosti  
Sveučilišni prijediplomski studij Znanost o moru

ADRIAN BRAJKOVIĆ

**Sezonska raznolikost makrofaune u praznim ljušturama plemenite  
periske *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 s juga Istre**

Završni rad

JMBAG: 0303103291

Studijski smjer: Prijediplomski studij Znanost o moru

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Predmet: Molekularna toksikologija i ekotoksikologija

Mentor: doc. dr. sc. Petra Burić

Komentor: dr. sc. Neven Iveša

Pula, rujan 2024.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisan Adrian Brajković, kandidat za prvostupnika Znanosti o moru ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student: Adrian Brajković

---

U Puli, 2024. godine.



## IZJAVA O KORIŠTENJU AUTORSKOG DJELA

Ja, Adrian Brajković dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj Završni rad pod nazivom „Sezonska raznolikost makrofaune u praznim ljušturama plemenite periske *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 s juga Istre” koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu sa Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama. Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, 2024. godine.

Potpis

---

## **ZAHVALA**

Prije svega veliko hvala mentorici doc. dr. sc. Petri Burić na beskonačnom strpljenju, susretljivosti i navođenju, ne samo kroz ovaj rad već kroz cijeli studij.

Zahvaljujem se komentoru dr. sc. Nevenu Iveši na neprocjenjivoj količini prenesenog znanja i pruženim prilikama.

Zahvaljujem se kolegici Iris Matulja na sudjelovanju i pomoći na terenu.

Zahvaljujem se dr. sc. Moiri Buršić i mag. oecol. et prot. nat. Anti Žunecu na stalnoj pomoći pri uzorkovanju i fotografiranju.

Zahvaljujem se kolegama, prijateljima i obitelji na strpljenju i motivaciji, a pogotovo sestri na hlađenju lepezom tijekom pisanja u vrućim ljetnim danima.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Plemenita periska .....	1
1.1.1. Masovni pomor <i>P. nobilis</i> u Jadranu .....	2
1.2. Nova staništa života u moru .....	3
2. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	4
3. MATERIJALI I METODE .....	5
3.1. Područje istraživanja .....	5
3.2. Hidrografski parametri mora .....	6
3.3. Uzorkovanje ljuštura periski i mjerenje morfometrijskih parametara .....	6
3.4. Determinacija organizama .....	7
3.5. Statistička obrada rezultata .....	8
4. REZULTATI .....	9
4.1. Analiza parametara morske vode .....	9
4.2. Morfometrijske značajke periski .....	10
4.3. Raznolikost makrofaune ljuštura plemenitih periski <i>P. nobilis</i> .....	11
5. RASPRAVA .....	27
6. ZAKLJUČAK .....	31
7. LITERATURA .....	32
8. SAŽETAK .....	37
9. ABSTRACT .....	38

## 1. UVOD

### 1.1. Plemenita periska

Veliku ulogu u bioraznolikosti ekosustavnih procesa, funkcija i usluga imaju vrste koje grade staništa (engl. *habitat forming species*). U vremenima kada je antropogeni utjecaj na morske ekosustave najveći, potrebno je proučiti i zaštititi upravo takve ključne vrste (Mayer-Pinto i sur., 2020). Među njima nalazi se najveći školjkaš Sredozemnog mora, plemenita periska *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Scarpa i sur., 2020) (Slika 1.). Može narasti do 120 cm, ukopana u sediment u kojem se nalazi otprilike trećina ljušturi koje bisusnim nitima drže perisku uspravnom (Čižmek i sur., 2020). Životni vijek periski traje oko 50 godina u povoljnim uvjetima te imaju dubinski raspon od 0,5 do 60 metara (Scarpa i sur., 2020). Ova vrsta nastanjuje pješčana i muljevita dna te se često može pronaći u livadama morskih cvjetnica *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, 1813 i *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, 1870 (Addis i sur., 2009). Osim važnosti ovog školjkaša kao filtratora, koji zbog svoje veličine dnevno pročišćuje značajne količine detritusa i doprinosi prozirnosti mora, dio ljuštura iznad sedimenta služi kao potencijalno stanište epibiotskim vrstama (Cortés-Melendreras i sur., 2022). Gustoća populacija i veličina periski omogućuje nastanak trodimenzionalnih mikroekosustava u kojima organizmi koriste hrapavu površinu ljuštura kako bi stvorili cijele zajednice (Iannucci i sur., 2023). Štoviše, zabilježene su vrste dekapodnih rakova koje žive i unutar ljuštura, poput vrsta *Nepinnotheres pinnotheres* (Linnaeus, 1758) i *Pontonia pinnophylax* (Otto, 1821) (Richardson i sur., 1997; de Gier i Becker, 2020). Navedene ekološke značajke plemenite periske čine ju prioritetnom za istraživanja i zaštitu kako bi neometano obnašala svojevrsnu ulogu inženjera u morskim ekosustavima (Iannucci i sur., 2023). Unatoč tome, antropogeni utjecaji u obliku ilegalnog sakupljanja radi prehrane ili ukrasa, sidrenja i ribolova kočama, ali i eutrofikacija povezana s onečišćenjem, doveli su vrstu do ugroženog statusa (Addis i sur., 2009; Martinović i sur., 2022; Bakran-Petricioli i sur., 2023). Aneks II Barcelonske konvencije (SPA/BD Protokol 1995) i EU Direktiva o staništima (92/43/EEZ), a u Hrvatskoj i Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama (NN 144/2013) usporili su pad njezinog broja, koji se 2016. godine nastavio pojavom masovnog pomora (MP) vrste u Sredozemlju (Scarpa i sur., 2020).





**Slika 1.** Živi primjerak plemenite periske *P. nobilis* pronađen tijekom istraživanja u uvali Soline. Izvor: osobna arhiva.

### 1.1.1. Masovni pomor *P. nobilis* u Jadranu

Na sredozemnoj obali Španjolske 2016. godine zabilježena je drastična smrtnost u gustim populacijama plemenite periske (Bolotin i sur., 2023). Stope mortaliteta su mjestimično dostigle vrijednost od 100 % i MP se počeo širiti istočno i sjeverno duž obala Francuske, Italije, Maroka, Tunisa, Malte, Grčke, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Cipra i Turske (Čižmek i sur., 2020; Grau i sur., 2022). Plemenita periska je radi MP 2019. godine globalno procijenjena kao kritično ugrožena (Kersting i sur., 2019). Glavni uzročnik MP je nedavno opisana vrsta parazita *Haplosporidium pinnae*, koja u sinergiji s bakterijama iz roda *Mycobacterium* i drugim, Gram negativnim bakterijama ima letalni učinak na zaraženu perisku (Grau i sur., 2022). U ranoj fazi zaraze školjkaš usporeno zatvara ljušturu na vanjske podražaje, a u kasnijim stadijima bolesti nije u mogućnosti zatvoriti ljušturu do kraja što ga ostavlja ranjivim na predatore (Scarpa i sur., 2020). U terminalnoj fazi plašt se odvaja od ljušture i pada prema unutrašnjosti te jedinka uskoro ugiba (Scarpa i sur., 2020). U Jadranskom moru prvi MP periski zabilježen je u južnom dijelu u proljeće 2019. godine, a do jeseni iste godine zahvatio je i srednji Jadran (Šarić i sur., 2020). Populacije periski sjevernog Jadrana dočekale su istu sudbinu u svibnju 2020. godine (Mihaljević i sur., 2021). Tijekom ovog istraživanja pronađena je jedna živa jedinka u uvali Soline prikazana na Slici 1. Naglo masovno ugibanje plemenitih periski je iza sebe ostavilo brojne „livade“ otvorenih i na prvi pogled praznih ljuštura. Masovna smrtnost koja je pogodila plemenite periske stvorila je priliku za razvoj novog života unutar jedinstvenih, ali privremenih ekoloških

niša. Iako je razgradnja praznih ljuštura započela odmah nakon uginuća jedinki, a čija brzina ovisi o raznim čimbenicima, te su ljuštore postale potencijalno stanište i utočište za organizme koji nastanjuju staništa pomične podloge.

## **1.2. Nova staništa života u moru**

Kriza bioraznolikosti usko je povezana s ljudskim utjecajem na staništa. Hannah i sur. (1994) procijenili su da su ljudi kroz povijest promijenili i uništili 73 % prirodnih staništa na naseljivom dijelu Zemlje. Ljudski pritisak na obalna staništa je izražen zbog fragmentacije i degradacije staništa uzrokovane populacijom od 3,5 milijardi ljudi na prostoru obale do 200 km unutar kopna (Kummu i sur., 2016). Morska staništa i njihove granice teško je odrediti zbog raznolikosti života na prostornoj i vremenskoj skali, a definirana su kao fizički i kemijski prostor kojeg nastanjuju vrste (Costello, 2009). Naglasak na istraživanja i zaštitu u moru imaju kompleksna staništa poput koraljnih grebena, livada morskih cvjetnica i slanih močvara (Bombace i sur., 1994; Airoidi i Beck, 2007). Jedno od staništa manje prepoznate važnosti su grebeni kamenica, koji kao ekosustav u kojem dominiraju školjkaši pruža nekoliko ključnih usluga: 1) filtraciju; 2) protok nutrijenata kroz pelagijal i bentos; 3) potencijalno utočište od predatora; 4) hranilište za juvenilne i odrasle jedinke riba, kao i za sesilne organizme koje se mogu prihvatiti za ljuštore školjkaša; te 5) potencijalno gnjezdište za neke vrste riba (Coen i sur., 1999). U odsustvu grebena kamenica u Jadranskom moru, ostaci ljuštura plemenitih periski mogu pružati slične usluge. Iannuci i sur. (2023) proveli su istraživanje u sjevernom Jadranu na zajednici mekušaca koje žive u mrtvim periskama i našli su pozamašnu raznolikost u bogatstvu vrsta i funkcijama koje pružaju. Stoga, važno je istražiti i produbiti spomenutu temu uzorkovanjem cjelokupne makrofaune koja nastanjuje prazne ljuštore te dokazati značajnost plemenitih periski kao graditelja ekosustava, čak i nakon pomora vrste.

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Svrha cjelogodišnjeg uzorkovanja makrofaune uginulih jedinki plemenite periske bila je utvrditi sezonske varijacije u bogatstvu vrsta i brojnosti organizama na novonastalom privremenom staništu. Uz to, istraživanje je imalo za cilj istaknuti važnost praznih ljuštura preostalih nakon masovnog pomora te podići svijest o ulozi koju periska *P. nobilis* ima kroz cijeli svoj životni ciklus, od početka pa sve do potpune razgradnje ljuštura. S obzirom na to da su za istraživanje odabrane dvije lokacije s različitim specifičnostima, jedan od ciljeva bio je usporediti rezultate između različitih područja uzorkovanja. Na kraju, cilj je bio postaviti temelje za prepoznavanje ovog novog staništa u Jadranu.

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Područje istraživanja

Mjesta uzorkovanja odabrana su na temelju poznatih populacija plemenitih periski u južnoj Istri. Nakon preliminarnih pretraživanja, kojima je cilj bio utvrditi gustoću školjkaša za održivo cjelogodišnje istraživanje, izabrane su dvije lokacije: uvala Valovine, Stoja (44°51'41.1"N 13°48'41.4"E) i uvala Soline, Vinkuran (44°49'43.9"N 13°51'36.7"E) (Slika 2.). Uvala Valovine manja je od dviju i na ulazu je široka oko 290 m te je uvučena u kopno približno 500 m. Uvala je relativno izložena utjecaju valova i vjetra zbog otvorenosti prema jugozapadu i širokog ulaza u odnosu na uvučenost u kopno, što posljedično povećava brzinu strujanja i izmjene vode u uvali. Područje uzorkovanja u uvali Valovine je pod velikim antropogenim utjecajem zbog neposredne blizine plaža, turističkih objekata (npr. *ski-lift*), ugostiteljskih objekata i ribolova. Potonji utjecaj je najizraženiji jer je istraživanje provedeno na području vezivanja malih ribarskih brodova. Uginule jedinke vrste *P. nobilis* nalaze se u biocenozi zamuljenih pijesaka zaštićenih obala na dubinama od 1,3 do 4,6 metara. U uvali su također prisutna sljedeća staništa: asocijacija s vrstom *Zostera noltei* Hornemann, 1832, biocenoza infralitoralnih algi, biocenoza naselja vrste *P. oceanica* i biocenoza sitnih površinskih pijesaka (Tancica, 2022). Uvala Soline je pod manjim utjecajem abiotičkih čimbenika u usporedbi s uvalom Valovine zbog geografskog položaja: uvučena je u kopno oko 1400 m i na ulazu širokom približno 400 m nalazi se otok Veruda koji dodatno zaklanja uvalu. Time je smanjena i brzina strujanja i izmjene vode u uvali što osigurava manju veličinsku frakciju sedimenta te usporava raspadanje ljuštura periski. Nadalje, uvala je žarište ilegalnih sidrišta raznih vrsta plovila i stoga je prisutna značajna količina betonskih blokova. Područje uzorkovanja u uvali Soline nalazi se ispred plaže i u blizini ugostiteljskih objekata. Ovdje je također prisutna biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala u kojoj se nalaze ljuštire plemenitih periski na dubinama od 1,2 do 3,2 metra.



**Slika 2.** Lokacije uzorkovanja na jugu Istre: uvala Valovine (A) i uvala Soline (B). Izvor: osobna arhiva.

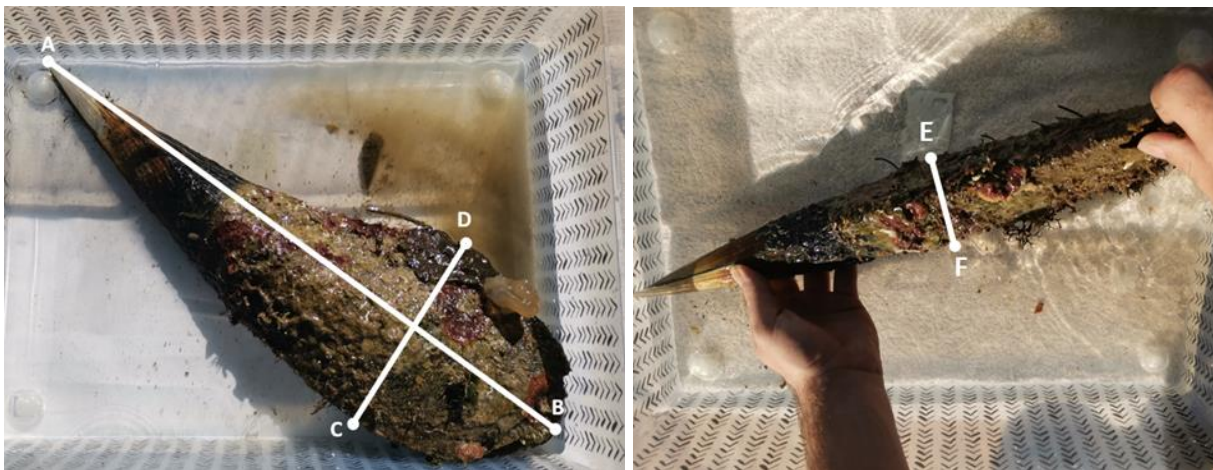
### **3.2. Hidrografski parametri mora**

Za određivanje temperature, saliniteta i pH vrijednosti mora *in situ* korišten je HANNA Instruments mjerač model HI98194. U slučaju nedostupnosti mjerača temperatura je izmjerena Nepto ronilačkim satom (Cressi, SKU: KS841098).

### **3.3. Uzorkovanje ljuštura periski i mjerenje morfometrijskih parametara**

Budući da su predmet istraživanja ljuštore vrste čija je populacija kritično ugrožena, staništa na kojima se nalaze ljuštore plemenitih periski su osjetljiva (Kersting i sur., 2019). Prema zakonu Republike Hrvatske, vrsta *P. nobilis* strogo je zaštićena i zabranjeno je vađenje živih i uginulih jedinki iz mora. Za provođenje ovog istraživanja bilo je potrebno ishodovati posebnu dozvolu, odnosno rješenje (KLASA: UP/I-352-04/24-08/28, URBROJ: 517-10-1-2-23-2) od Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja Republike Hrvatske, Uprave za zaštitu prirode. Dobivenim dopuštenjem omogućeno je uzorkovanje i rukovanje s točno 10 praznih ljuštura po uzorkovanju, uz uvjet vraćanja svih uzoraka na mjesto pronalaska. Uslijed antropogenog utjecaja,

abiotičkih čimbenika i hidrodinamike mora neke periske nisu stajale uspravne u sedimentu, već su bile položene na morsko dno. Kako bi istraživanje bilo sveobuhvatnije, polegnute jedinke analizirale su se u istom omjeru s uspravnim. Uzorkovano je 10 jedinki sa svakog lokaliteta, od kojih je pet uspravno, a pet položeno. Istraživanje je ponavljano na novim ljušturama jednom na objema lokacijama tijekom svakog godišnjeg doba (Tablica 1). Jedinke su nasumično izabrane metodom ronjenja na dah. Pri uzorkovanju se vodilo računa o tome da ljuštore ne budu žive periske, što se provjeravalo laganim zamahom u neposrednoj blizini otvorenih periski. Izvađene ljuštore plemenitih periski prvo su izmjerene krojačkim metrom, pri čemu su izmjerene: dorzoventralna duljina (od umba do najdistalnijeg dijela ljuštore), širina i visina (Slika 3.).



**Slika 3.** Prikaz izmjerenih veličina periski: duljina (između točaka A i B), širina (između točaka C i D) i visina (između točaka E i F). Izvor: osobna arhiva.

### 3.4. Determinacija organizama

Kako bi se prikupila sesilna i vagilna makrofauna ljuštore su omeđene mrežnim tegom promjera 0,5 cm prije vađenja iz sedimenta. Po donošenju uzoraka na kopno ljuštore su izmjerene i odmah se započelo s analizom, kako bi se umanjilo vrijeme izloženosti vanjskim uvjetima te da bi se što veći broj organizama sigurno vratio u more. Vanjska i unutrašnja strana temeljito su isprane morskom vodom u cilju što točnije analize potencijalnih pripadnika vagilne faune. Isprani materijal je zajedno sa sedimentom iz periske prosijan kroz sito veličine pora 1,0 mm. Nakon toga ostatni dio sedimenta detaljno je vizualno pregledan na prisutnost predstavnika vagilne faune. Nakon pregleda, ljuštore su vraćene u more u istom položaju u kojem su pronađene. Većina

organizama je determinirana *in situ* vizualnim cenzusom uz pomoć ključeva za identifikaciju. Bilježene su samo žive jedinke. Male, kriptične i nepoznate vrste prenesene su u laboratorij u staklenim posudama s morskom vodom. U laboratoriju su vrste detaljnije analizirane pod lupom te determinirane pomoću identifikacijskih ključeva. Sve jedinke su određene do najniže moguće taksonomske kategorije. Osim organizama, zapisivano je i prisustvo plastike u ljušturama.

### **3.5. Statistička obrada rezultata**

U programu Microsoft Excel izrađeni su grafički prikazi za skupove podataka. Izračunata je približna površina svih periski 3D modeliranjem jednog primjerka u softveru MaxSurf Pro te potom parametarskim variranjem dimenzija. Površina periski podrazumijeva površinu obiju ljuštura s unutarnje i vanjske strane. Za utvrđivanje bioraznolikosti korišten je Shannon-Wienerov indeks raznolikosti prema formuli  $SWI = -\sum p_i \ln(p_i)$ , gdje je  $p_i$  udio jedinki pojedine vrste u ukupnom broju zabilježenih jedinki. Za utvrđivanje statistički značajnih razlika u broju organizama između sezona, lokacija i položaja školjkaša korišten je program Statistica. Neparametrijski testovi, Kruskal-Wallis test a potom post hoc Mann-Whitney U test korišteni su za usporedbu rezultata.

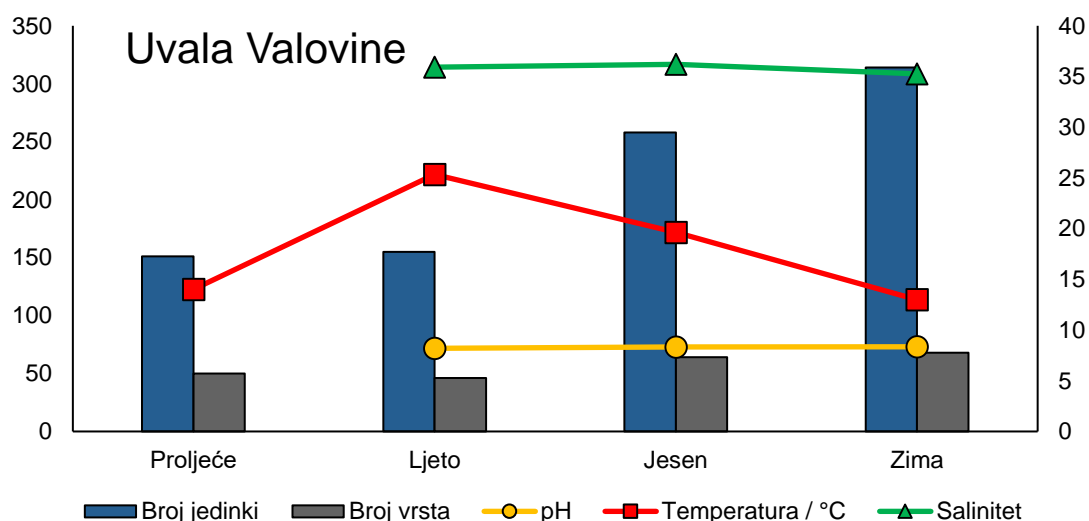
## 4. REZULTATI

### 4.1. Analiza parametara morske vode

Hidrografski parametri se nisu znatno razlikovali između dviju uvala (Tablica 1.). Parametri su uspoređeni s brojem jedinki i brojem vrsta po sezonama, posebno za svaku lokaciju (Slike 4. i 5.). Salinitet i pH vrijednost nisu značajno varirali kroz godišnja doba iako mjerenje tih parametara nije provedeno u proljeće u objema uvalama i u jesen u uvali Soline. Temperatura je imala slične vrijednosti na objema lokacijama.

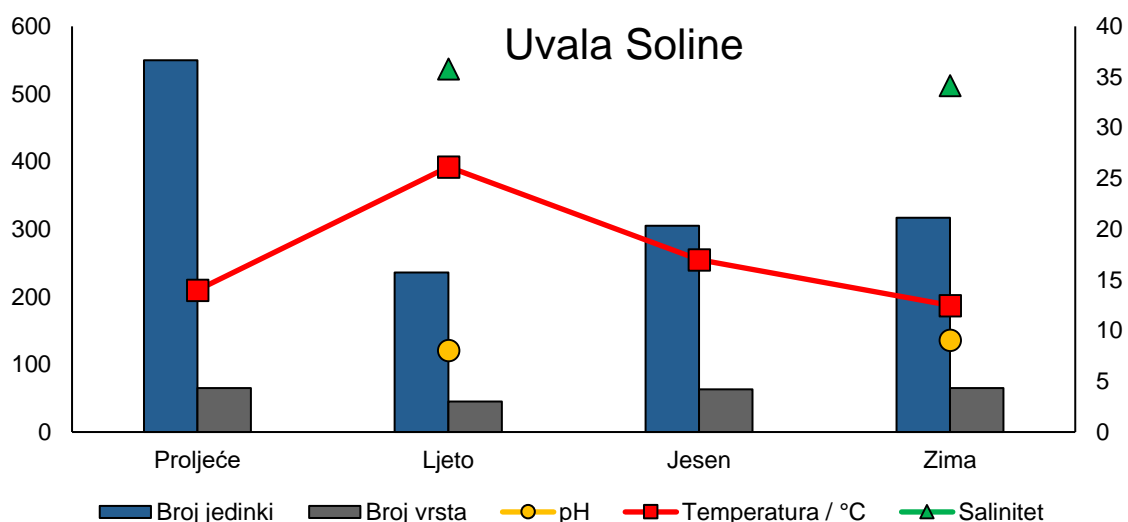
**Tablica 1.** Datumi uzorkovanja i vrijednosti parametara morske vode za obje lokacije. Skraćenice uvala: uvala Valovine (V) i uvala Soline (S).

Sezona	Proljeće 2023.		Ljeto 2023.		Jesen 2023.		Zima 2024.	
Lokacija	V	S	V	S	V	S	V	S
Datum	2. 4.	12. 4.	7. 9.	31. 8.	8. 11.	17. 11.	16. 2.	21. 2.
pH			8,2	8,06	8,33		8,35	9,06
Temperatura / °C	14	14	25,34	26,14	19,63	17	12,99	12,49
Salinitet			35,93	35,79	36,2		35,26	34,17



**Slika 4.** Promjena parametara morske vode (pH, temperatura i salinitet), broja jedinki i broja vrsta kroz godišnja doba u uvali Valovine.





**Slika 5.** Promjena parametara morske vode (pH, temperatura i salinitet), broja jedinki i broja vrsta kroz godišnja doba u uvali Soline.

#### 4.2. Morfometrijske značajke periski

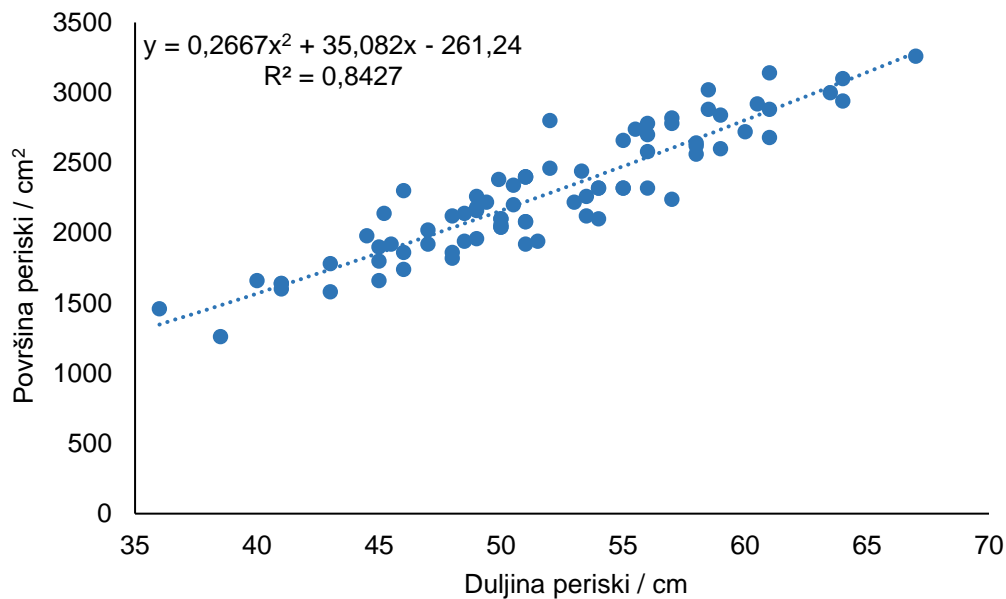
Uzorkovano je sveukupno 80 periski iz obiju lokacija od kojih je 40 bilo položeno na morsko dno, a 40 uspravno zabijeno u sediment. Maksimalna duljina iznosila je 67 cm, širina 21 cm i visina 12 cm. Minimalna duljina iznosila je 36 cm, širina 13 cm i visina 5 cm. Prosječna duljina iznosila je  $51,70 \pm 6,38$  cm, širina  $16,93 \pm 1,68$  cm i visina  $7,64 \pm 1,34$  cm. Morfometrijske veličine uspravnih periski bile su veće od položenih (Tablica 2.). Prosječna veličina uginulih periski bila je veća u uvali Soline.

**Tablica 2.** Usporedba izmjerenih veličina uzorkovanih periski između dvije lokacije i razlika u veličini između uspravnih i položenih periski. Navedena je srednja vrijednost (SV) i njezina standardna devijacija.

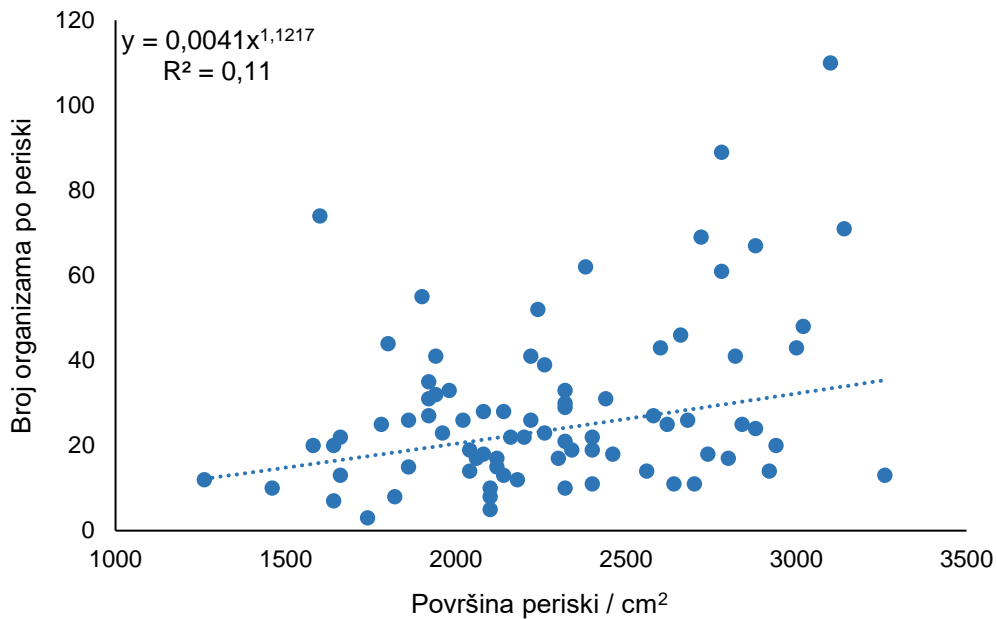
Lokacija	Položaj periski	Duljina / cm	Širina / cm	Visina / cm
		SV	SV	SV
Uvala Valovine	uspravne	$50,08 \pm 4,74$	$16,83 \pm 1,35$	$7,86 \pm 1,34$
	položene	$48,45 \pm 5,04$	$16,13 \pm 1,40$	$7,35 \pm 1,31$
Uvala Soline	uspravne	$55,99 \pm 6,49$	$17,45 \pm 1,70$	$7,93 \pm 1,66$
	položene	$52,30 \pm 6,75$	$17,33 \pm 1,98$	$7,43 \pm 0,96$

Približna površina plemenitih periski kretala se između 1260 i 3260 cm<sup>2</sup>. Povezanost između duljine periski i njezine površine prikazana je na Slici 6. Naposljetku, uspoređen

je broj organizama u svakoj periski s njezinom površinom, međutim nije utvrđena korelacija (Slika 7.).



**Slika 6.** Ovisnost površine periske o duljini njezinih ljuštura.

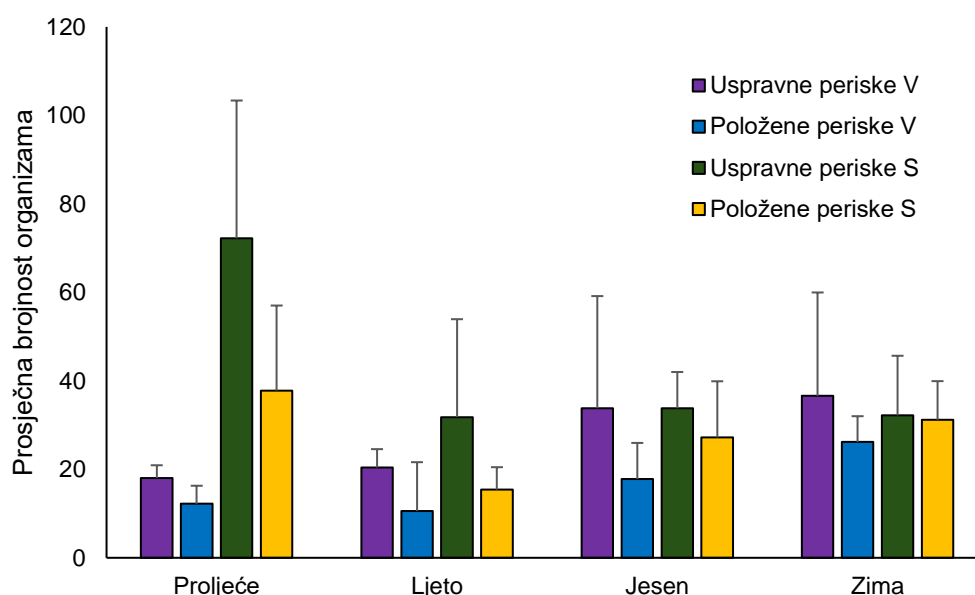


**Slika 7.** Odnos broja organizama po periski i njezine površine.

#### 4.3. Raznolikost makrofaune ljuštura plemenitih periski *P. nobilis*

Broj organizama neovisno o uvali, sezoni i položaju iznosio je  $28,58 \pm 19,87$  na ukupno 80 obrađenih periski. Najniža vrijednost zabilježena je ljeti u položenoj jedinki u uvali Valovine, a iznosila je 3, dok je najviša vrijednost zabilježena na proljeće u uspravnoj

jedinki u uvali Soline i iznosila je 110. Sukladno tome, najniži broj organizama utvrđen je na ljeto u položenim periskama uvale Valovine i iznosio je  $10,6 \pm 11,01$ , a najveći broj organizama utvrđen je na proljeće u uspravnim periskama u uvali Soline te je iznosio  $72,2 \pm 31,16$  (Slika 8.). Kruskal-Wallis testom dokazana je statistički značajna razlika u ukupnom broju jedinki pronađenih u ljušturama periski u proljeće ( $p = 0,005$ ), dok u ljeto ( $p = 0,064$ ), jesen ( $p = 0,189$ ) i zimu ( $p = 0,770$ ) nisu utvrđene statistički značajke razlike. Nadalje, broj jedinki se u proljeće statistički razlikovao između uspravnih ljuštura periski u uvali Soline i položenih ljuštura periski u uvali Valovine (Mann-Whitney U test,  $p = 0,0037$ ).

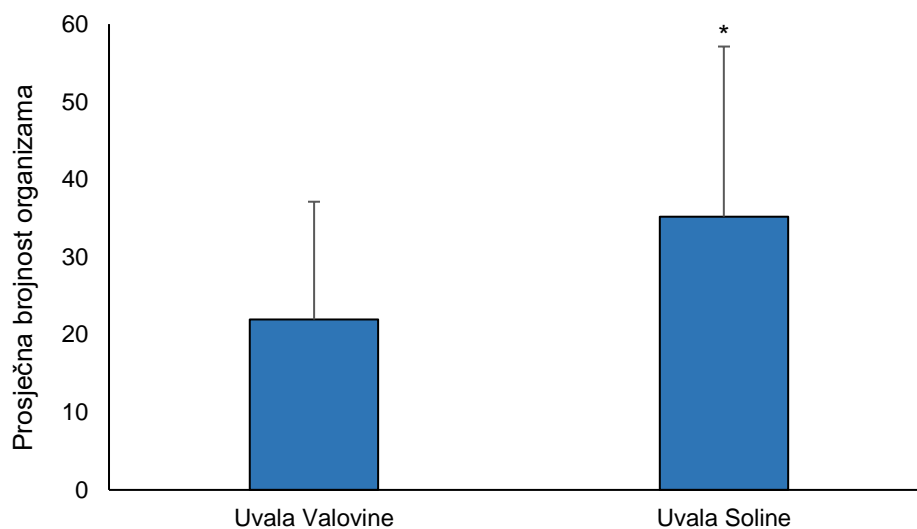


**Slika 8.** Sezonska usporedba broja organizama (srednja vrijednost + standardna devijacija) po periskama ovisno o njihovom položaju i lokaciji. Skraćenice uvala: uvala Valovine (V) i uvala Soline (S).

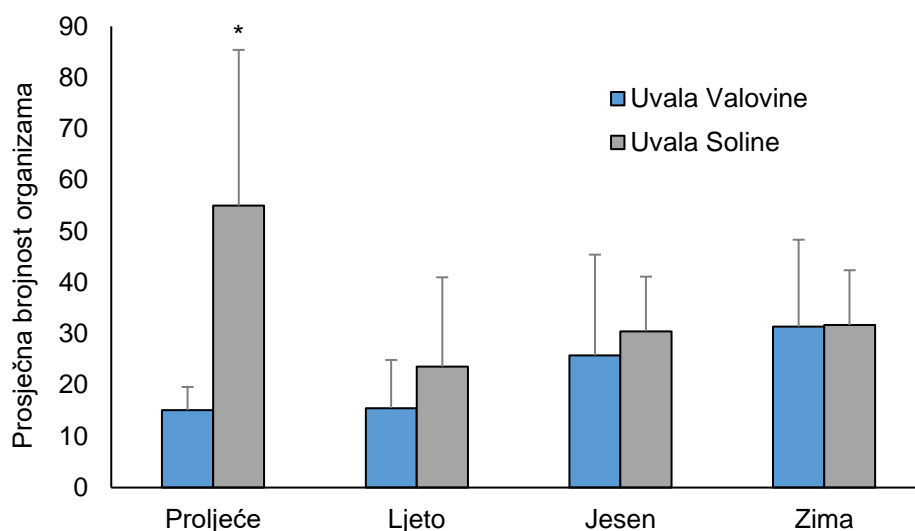
Usporedba prosječnog broja organizama po periski između dviju lokacija kroz cjelokupni period istraživanja ukazala je na veći broj jedinki koje nastanjuju ljuštura periski u uvali Soline ( $35,2 \pm 21,9$ ) u odnosu na uvalu Valovine ( $21,95 \pm 15,17$ ) (Slika 9.). Neparametrijskim Mann-Whitney U testom utvrđena je statistički značajna razlika u broju organizama u ljušturama periski između istraživanih postaja ( $p = 0,001$ ).

Uvala Soline je kroz sva četiri godišnja doba imala veću prosječnu brojnost organizama po periski od uvale Valovine (Slika 10.). Neparametrijskim Mann-Whitney U testom utvrđena je statistički značajna razlika između istraživanih postaja u proljeće ( $p =$

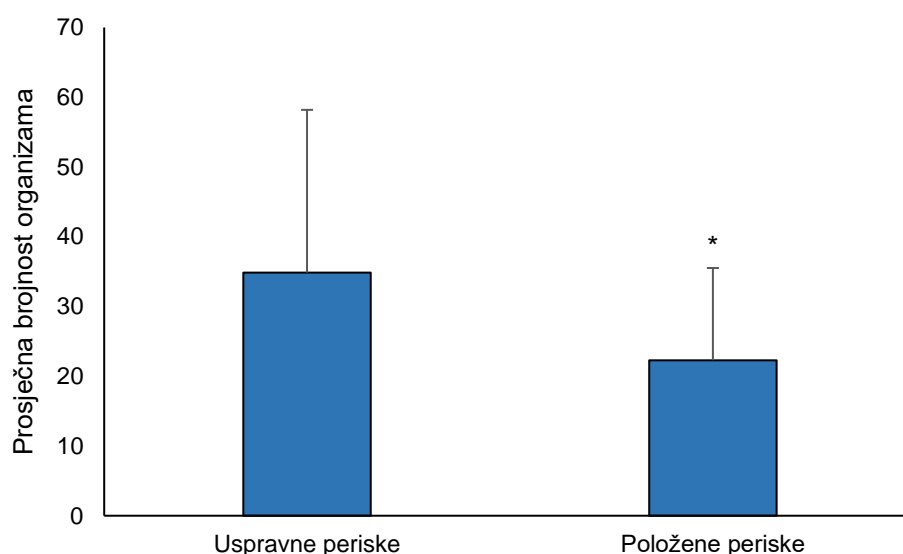
0,001). Sezone su imale veći utjecaj na postaji Soline (Kruskal-Wallis test:  $H$ ,  $p = 0,007$ ) u usporedbi s postajom Valovine (Kruskal-Wallis test:  $H$ ,  $p = 0,02$ ) kada je uspoređen broj jedinki po sezonama. Na postaji Soline utvrđena je statistički značajna razlika u broju jedinki koje nastanjuju ljuštore periski u proljeće i ljeto (Mann-Whitney test,  $p = 0,004$ ), dok je na postaji Valovine utvrđena razlika u proljeće i zimu (Mann-Whitney test,  $p = 0,037$ ). Također, broj organizama se u objema uvalama povećavao od ljeta prema zimi gdje je prosječna brojnost dosegla maksimum u uvali Valovine ( $31,4 \pm 16,97$ ), dok je maksimum u uvali Soline dosegnut u proljeće ( $55 \pm 30,4$ ). Najmanja prosječna brojnost organizama u uvali Valovine zabilježena je u proljeće ( $15,1 \pm 4,53$ ), dok je u uvali Soline minimum zabilježen na ljeto ( $23,6 \pm 17,43$ ). Periske uspravno zabijene u sediment pokazale su se kao dom većem broju organizama ( $34,85 \pm 23,34$ ) od onih položenih na morsko dno ( $22,3 \pm 13,21$ ) (Slika 11.). Neparametrijskim Mann-Whitney U testom utvrđena je statistički značajna razlika u broju organizama između uspravnih i položenih ljuštura periski ( $p = 0,008$ ).



**Slika 9.** Usporedba broja organizama (srednja vrijednost + standardna devijacija) po periski na obje lokacije u cjelokupnom periodu istraživanja. Zvezdica označava statistički značajnu razliku (\*, Mann-Whitney U test,  $p = 0,001$ ).



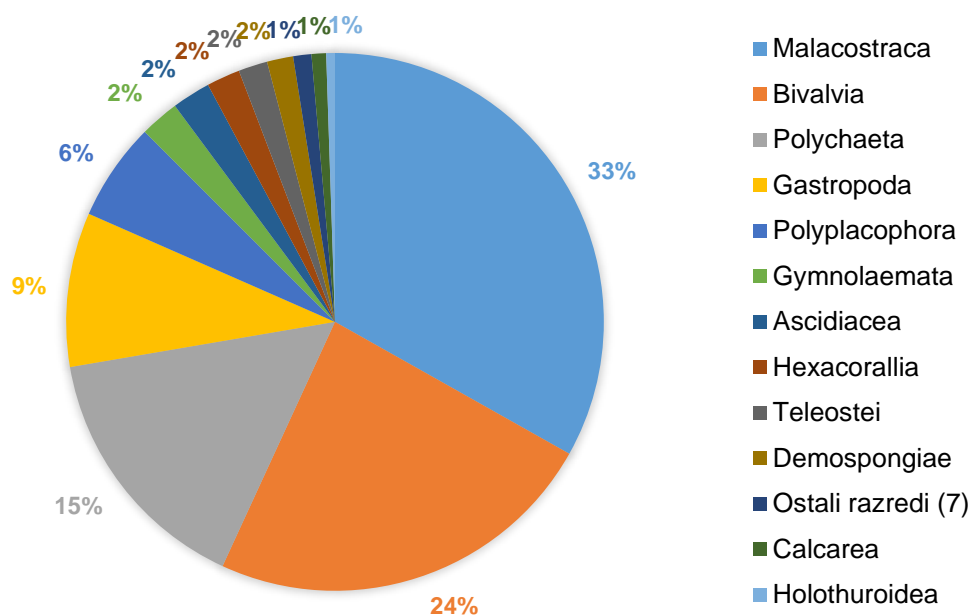
**Slika 10.** Usporedba broja organizama (srednja vrijednost + standardna devijacija) po periski na obje lokacije (neovisno o položaju periske) po sezonama. Zvezdica označava statistički značajnu razliku (\*, Mann-Whitney U test,  $p = 0,001$ ).



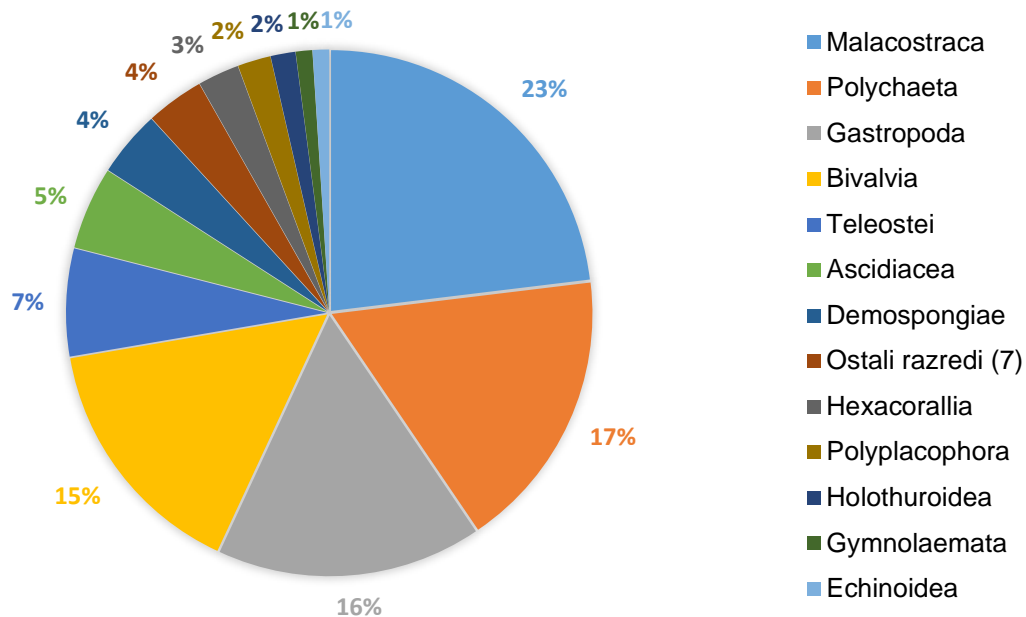
**Slika 11.** Usporedba broja organizama (srednja vrijednost + standardna devijacija) po periski ovisno o položaju periske (neovisno o lokaciji i sezoni). Zvezdica označava statistički značajnu razliku (\*, Mann-Whitney U test,  $p = 0,001$ ).

Sveukupno je determinirano 2286 različitih jedinki i 195 životinjskih vrsta kroz 19 taksonomskih razreda (Tablica 3.). Od 195 vrsta njih 73 nađeno je na obje lokacije, a jedinstvenih vrsta identificirano je 59 u uvali Valovine i 63 u uvali Soline. Organizmi koji žive u kolonijama, poput nekih plaštenjaka i mahovnjaka, zapisani su kao jedan organizam po periski. Osim organizama u tablici, na ljušturama su prepoznati

mногоčetinaši iz porodica Serpulidae i Spirorbinae, no zbog prevelikog broja nisu prebrojeni. Najbrojniji stanari uginulih periski bili su predstavnici razreda Malacostraca (758 jedinki). Također, zabilježen je veliki broj organizama iz razreda Bivalvia (542 jedinki), Polychaeta (353 jedinki), Gastropoda (212 jedinki) i Polyplacophora (135 jedinki) (Slika 12.). Nadalje, razredu Malacostraca pripadao je najveći broj različitih vrsta, njih čak 45. Po broju vrsta slijede: razred Polychaeta (34 vrsta), razred Gastropoda (32 vrsta), razred Bivalvia (30 vrsta) te razred Teleostei s 13 vrsta (Slika 13.). Najbrojniji predstavnik razreda Malacostraca bila je vrsta *Pisidia bluteli* s 297 jedinki, a najbrojniji mnogočetinaš bio je perjaničar *Sabella spallanzanii* s 253 jedinke (Slike 14. i 15.). Najbrojniji predstavnici razreda Bivalvia i Gastropoda bili su redom *Rocellaria dubia* (189 jedinki) i *Cerithium vulgatum* (47 jedinki) (Slike 16. i 17.).

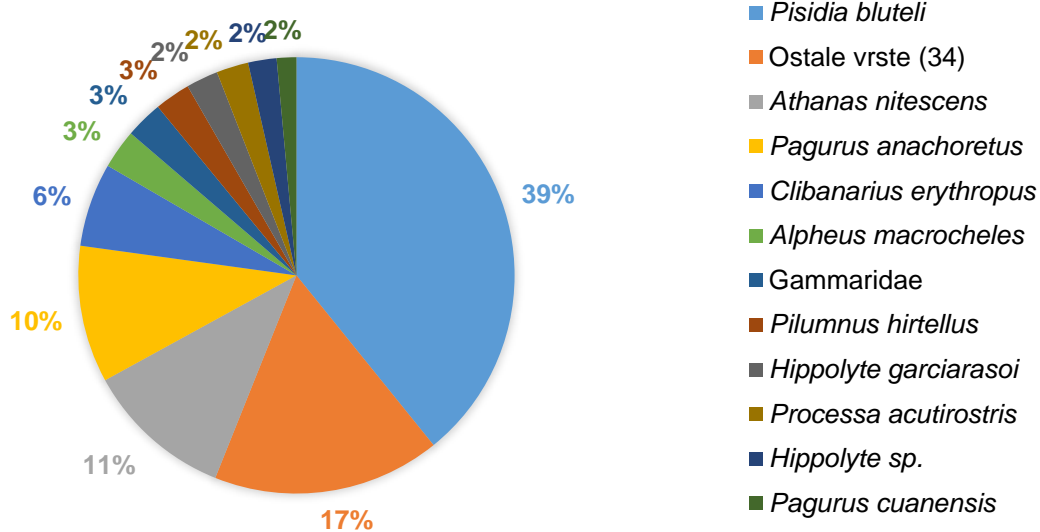


**Slika 12.** Zastupljenost razreda životinja nastanjenih u uginulim periskama kroz cjelokupni period istraživanja na objema lokacijama.



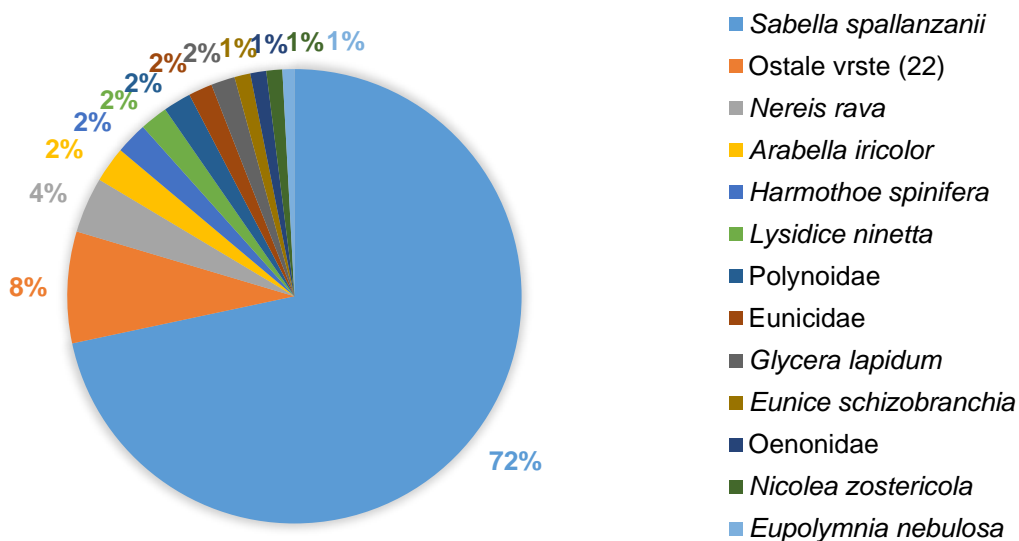
**Slika 13.** Broj vrsta po razredima prisutnih u uginulim periskama kroz cjelokupni period istraživanja na objema lokacijama.

### MALACOSTRACA



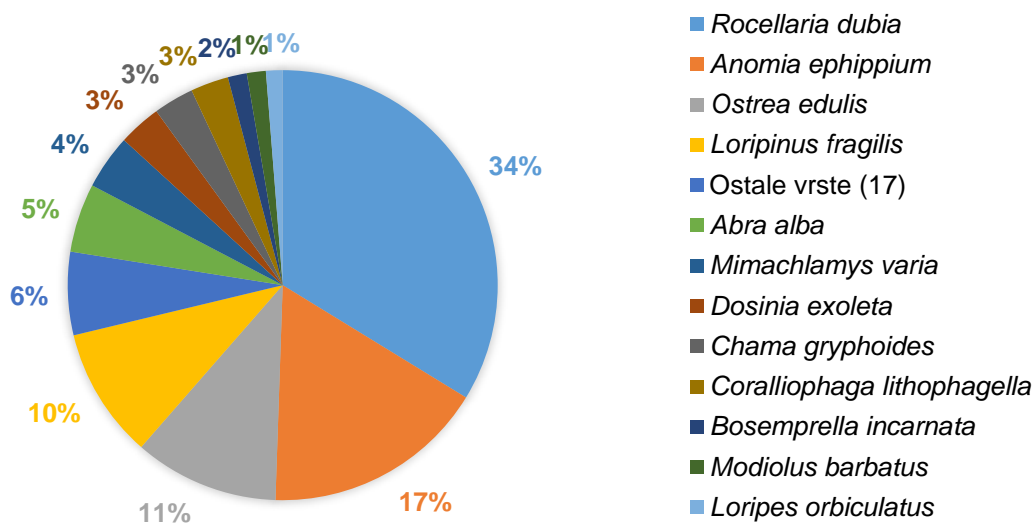
**Slika 14.** Najdominantnije vrste iz razreda Malacostraca, viši rakovi.

## POLYCHAETA



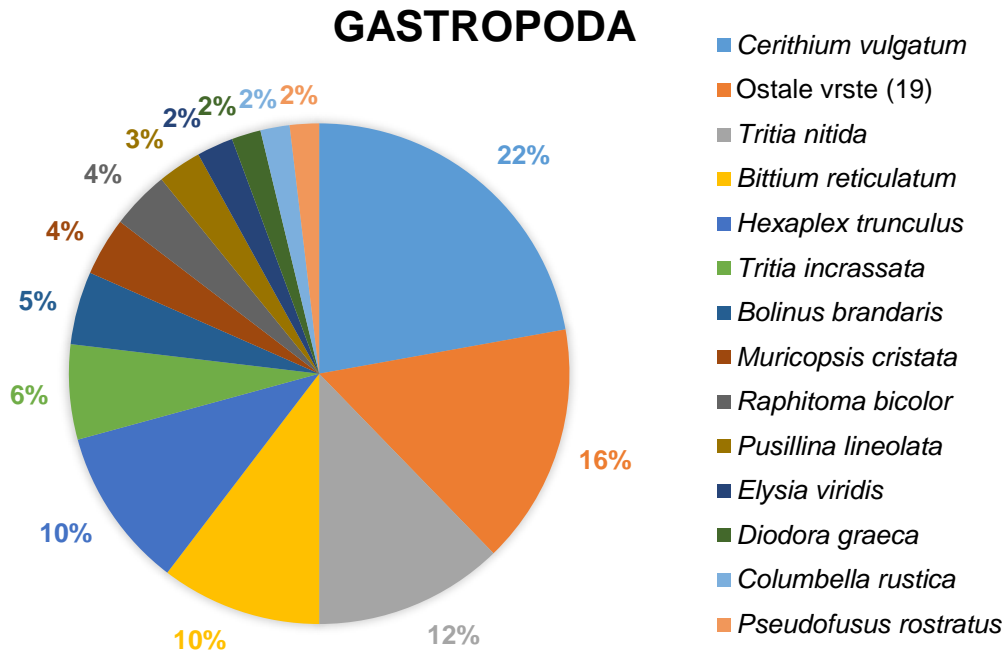
Slika 15. Najdominantnije vrste iz razreda Polychaeta, mnogočetiinaši.

## BIVALVIA



Slika 16. Najdominantnije vrste iz razreda Bivalvia, školjkaši.

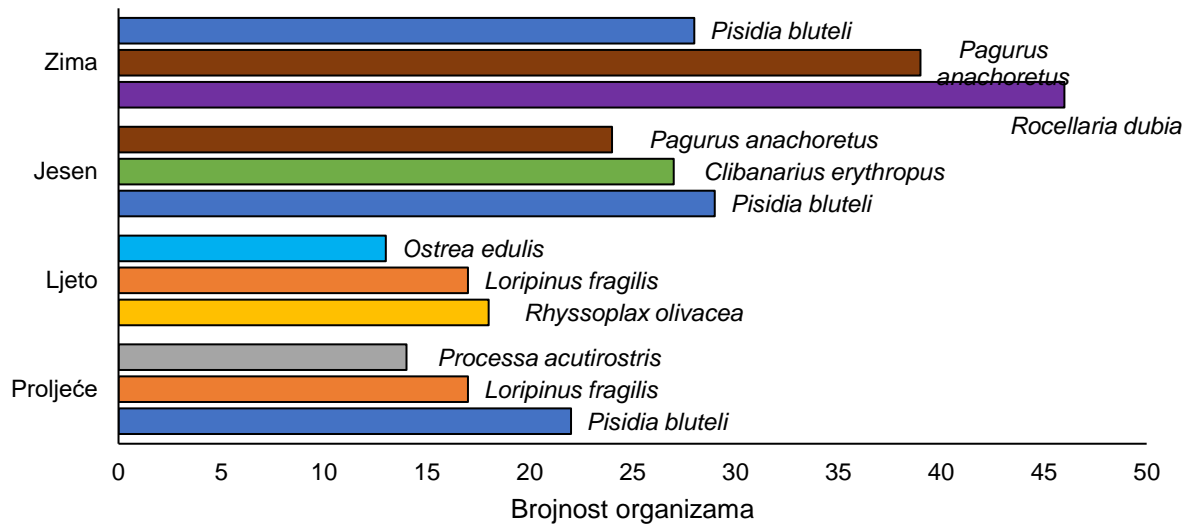




**Slika 17.** Najdominantnije vrste iz razreda Gastropoda, puževi.

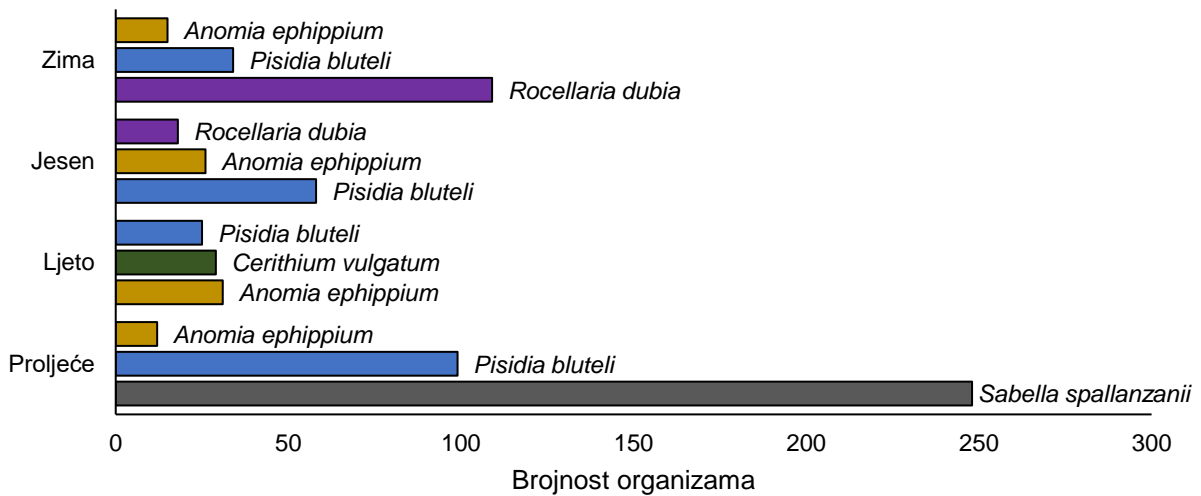
Uspoređena je dominantnost vrsta za obje lokacije uzorkovanja kroz sva godišnja doba (Slike 18. i 19.). Dekapodni rak *P. bluteli* nalazi se među prve tri vrste s najvećom brojnošću u 7 od 8 uzorkovanja, dok je školjkaš *Anomia ephippium* među najbrojnijim vrstama u svim uzorkovanjima u uvali Soline. Nadalje, uspoređena je dominantnost vrsta ovisno o položaju periski (Slika 20.). Školjkaš *R. dubia* pokazao je preferencu za položene periske. Na Slici 21. i 22. prikazane su neke od vrsta determiniranih u laboratoriju. Shannon-Wienerov indeks kroz cjelokupno istraživanje za uvalu Valovine iznosio je 3,89, a za uvalu Soline 3,47. Plastika se pojavila u svakoj sezoni, najmanje na jesen i zimu, kada je bila prisutna u svega dvije od 40 uzorkovanih periski, a najviše na ljeto u uvali Valovine, gdje je bila prisutna u 8 od 10 uzoraka (Slika 23.).

## Uvala Valovine

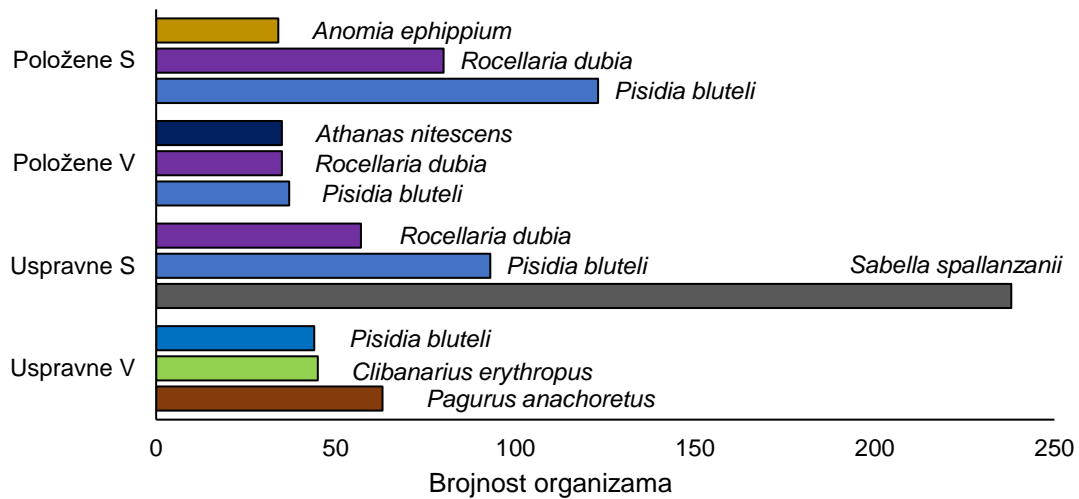


**Slika 18.** Prikaz triju najdominantnijih vrsta po sezonama u uvali Valovine.

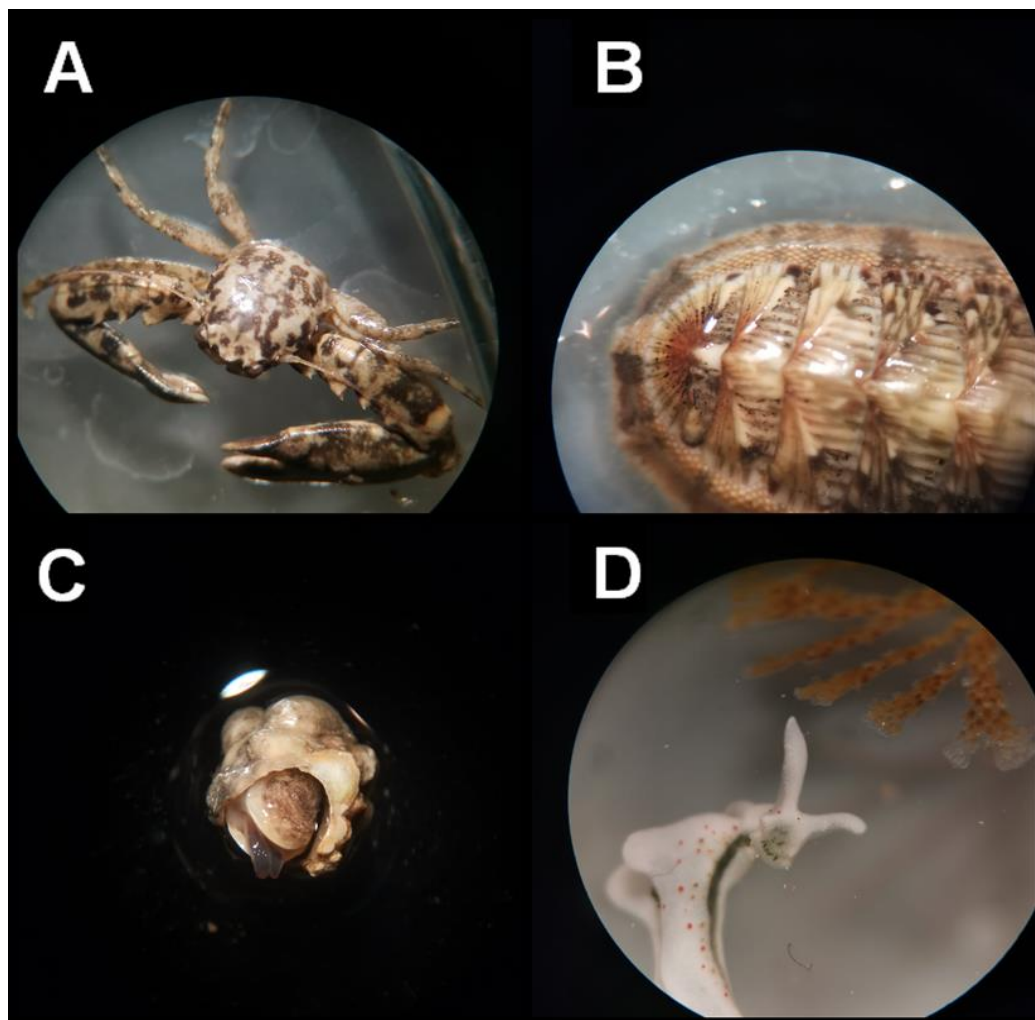
## Uvala Soline



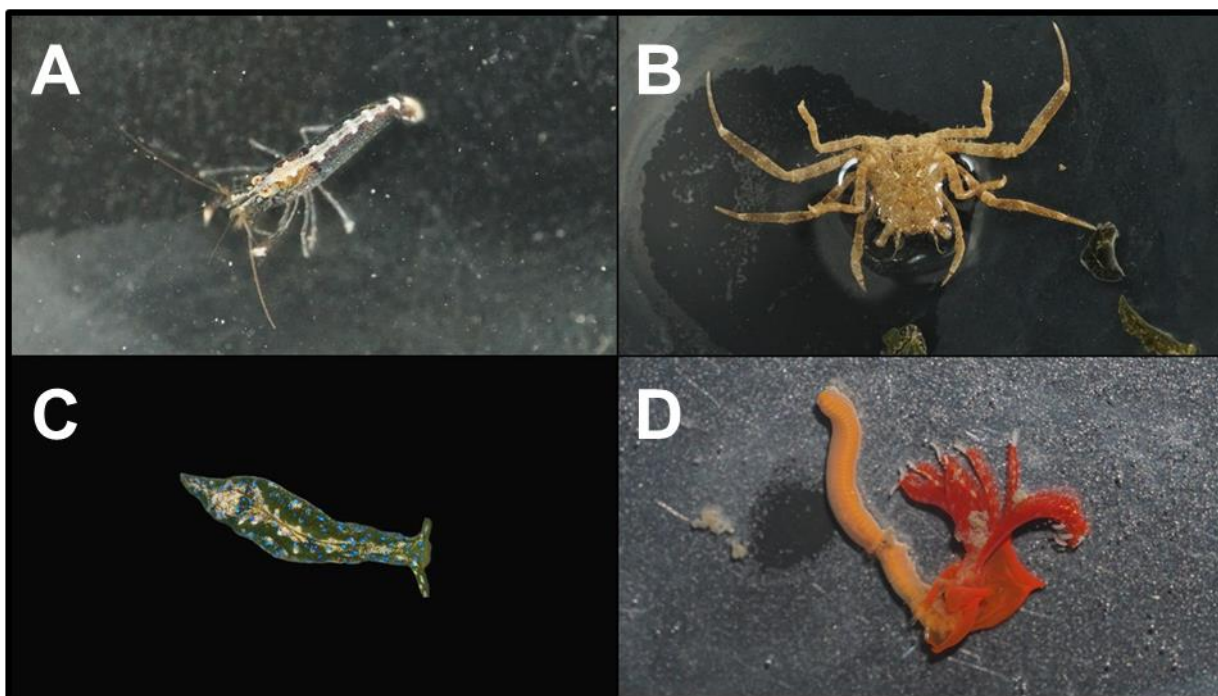
**Slika 19.** Prikaz triju najdominantnijih vrsta po sezonama u uvali Soline.



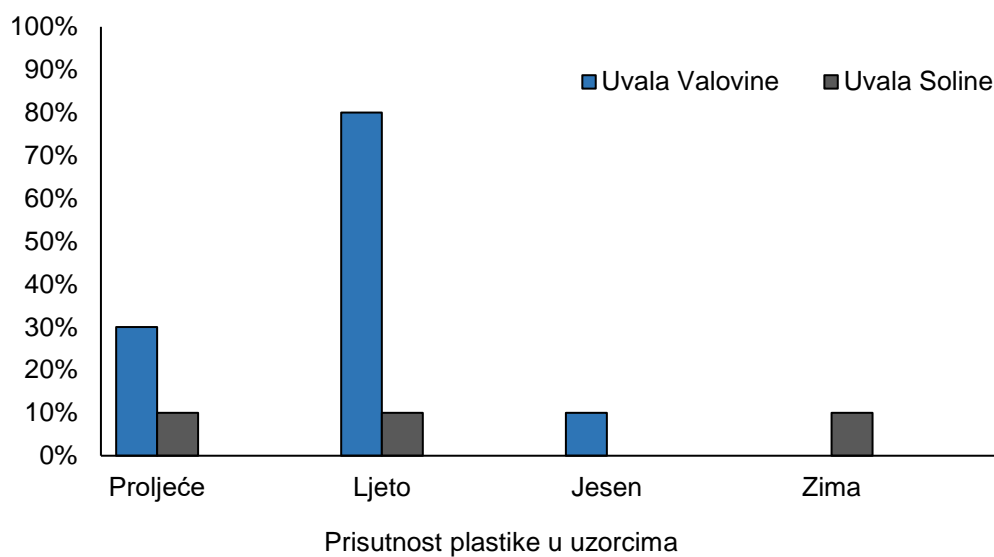
**Slika 20.** Prikaz triju najdominantnijih vrsta ovisno o položaju periski za obje lokacije. Skraćenice uvala: uvala Valovine (V) i uvala Soline (S).



**Slika 21.** Identificirani organizmi fotografirani u laboratoriju: dekapodni rak *Pisidia bluteli*, **A**; mnogoljušturaš *Rhyssoplax olivacea*, **B**; školjkaš *Rocellaria dubia*, **C**; puž *Elysia timida* i mahovnjak *Caberea boryi*, **D**. Fotografirala Iris Matulja.



**Slika 22.** Identificirani organizmi fotografirani u laboratoriju: kozica *Athanas nitescens*, **A**; dekapodni rak *Ethusa mascarone*, **B**; puž *Elysia gordanae*, **C** i mnogočetinaš *Serpula vermicularis*, **D**. Fotografirao Ante Žunec.



**Slika 23.** Postotak (%) uzoraka u uvalama Valovine i Soline u kojima je bila prisutna plastika prikazan po sezonama.

**Tablica 3.** Popis identificiranih jedinki koje su nastanjivale ljušture uginulih periski. Jedinke su klasificirane od kategorije razreda do najniže moguće taksonomske kategorije i prikazana je njihova brojnost u istraživanju.

Razred	Red	Porodica	Znanstveni naziv vrste	Brojnost
Ascidiacea	Aplousobranchia	Clavelinidae	<i>Clavelina lepadiformis</i> (Müller, 1776)	2
		Didemnidae	<i>Didemnum</i> sp.	1
			<i>Diplosoma spongiforme</i> (Giard, 1872)	2
	Phlebobranchia	Asciidiidae	<i>Ascidia mentula</i> Müller, 1776	15
			<i>Phallusia fumigata</i> (Grube, 1864)	3
			<i>Phallusia mammillata</i> (Cuvier, 1815)	16
	Stolidobranchia	Cionidae	<i>Ciona intestinalis</i> (Linnaeus, 1767)	1
		Pyuridae	<i>Microcosmus</i> sp.	9
		Styelidae	<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1766)	2
			<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)	2
Bivalvia	Adapedonta	Hiatellidae	<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	2
	Arcida	Arcidae	<i>Arca noae</i> Linnaeus, 1758	3
			<i>Barbatia barbata</i> (Linnaeus, 1758)	1
			<i>Tetrarca</i> sp.	1
	Cardiida	Cardiidae	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	1
		Donacidae	<i>Donax semistriatus</i> Poli, 1795	1
		Semelidae	<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)	29
			<i>Abra segmentum</i> (Récluz, 1843)	1
	Tellinidae	<i>Bosemprella incarnata</i> (Linnaeus, 1758)	8	
	Carditida	Carditidae	<i>Cardites antiquatus</i> (Linnaeus, 1758)	2
	Gastrochaenida	Gastrochaenidae	<i>Rocellaria dubia</i> (Pennant, 1777)	189
	Limida	Limidae	<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	2
	Lucinida	Lucinidae	<i>Loripes orbiculatus</i> Poli, 1795	7
			<i>Loripinus fragilis</i> (R. A. Philippi, 1836)	55
			<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	4
	Myida	Corbulidae	<i>Lentidium mediterraneum</i> (O. G. Costa, 1830)	5
	Mytilida	Mytilidae	<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	8
			<i>Mytilaster minimus</i> (Poli, 1795)	1
	Nuculida	Nuculidae	<i>Nucula nitidosa</i> Winckworth, 1930	3
	Ostreida	Ostreidae	<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	61
	Pectinida	Anomiidae	<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	94
		Pectinidae	<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)			23	
Spondylidae		<i>Spondylus gaederopus</i> Linnaeus, 1758	1	
Venerida	Chamidae	<i>Chama gryphoides</i> Linnaeus, 1758	17	
	Ungulinidae	<i>Diplodonta rotundata</i> (Montagu, 1803)	1	
	Veneridae	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	1	
		<i>Dosinia exoleta</i> (Linnaeus, 1758)	18	

Bivalvia	Venerida	Veneridae	<i>Ruditapes decussatus</i> (Linnaeus, 1758)	1
			<i>Venus verrucosa</i> Linnaeus, 1758	1
Calcarea	Leucosolenida	Syconidae	<i>Sycon raphanus</i> Schmidt, 1862	20
Demospongiae	Agelasida	Agelasidae	<i>Agelas oroides</i> (Schmidt, 1864)	1
	Chondrosiida	Chondrosiidae	<i>Chondrosia reniformis</i> Nardo, 1847	1
	Clionaida	Spirastrellidae	<i>Diplastrella bistellata</i> (Schmidt, 1862)	1
			<i>Spirastrella cunctatrix</i> Schmidt, 1868	2
	Dictyoceratida	Dysideidae	<i>Dysidea avara</i> (Schmidt, 1862)	27
		Spongiidae	<i>Spongia (Spongia) officinalis</i> Linnaeus, 1759	2
	Poecilosclerida	Crambeidae	<i>Crambe crambe</i> (Schmidt, 1862)	1
Verongiida	Aplysinidae	<i>Aplysina aerophoba</i> (Nardo, 1833)	1	
Echinoidea	Arbacioida	Arbaciidae	<i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758)	1
	Camarodonta	Toxopneustidae	<i>Sphaerechinus granularis</i> (Lamarck, 1816)	1
Gastropoda	Caenogastropoda	Cerithiidae	<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	22
			<i>Cerithium vulgatum</i> Bruguière, 1792	47
			Triphoridae	<i>Monophorus perversus</i> (Linnaeus, 1758)
	Cephalaspidea	Haminoeidae	<i>Haminoea</i> sp.	1
	Cycloneritida	Neritidae	<i>Smaragdia viridis</i> (Linnaeus, 1758)	2
	Lepetellida	Fissurellidae	<i>Diodora graeca</i> (Linnaeus, 1758)	4
		Haliotidae	<i>Haliotis tuberculata</i> Linnaeus, 1758	1
	Littorinimorpha	Rissoidae	<i>Alvania cimex</i> (Linnaeus, 1758)	2
			<i>Crisilla maculata</i> (Monterosato, 1869)	2
			<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud, 1830)	6
			<i>Rissoa ventricosa</i> Desmarest, 1814	2
		Vermetidae	<i>Thylacodes arenarius</i> (Linnaeus, 1758)	1
	Neogastropoda	Columbellidae	<i>Columbella rustica</i> (Linnaeus, 1758)	4
		Fascioliariidae	<i>Pseudofusus rostratus</i> (Olivi, 1792)	4
		Muricidae	<i>Bolinus brandaris</i> (Linnaeus, 1758)	10
			<i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus, 1758)	22
			<i>Muricopsis cristata</i> (Brocchi, 1814)	8
		Nassariidae	<i>Tritia incrassata</i> (Strøm, 1768)	13
			<i>Tritia nitida</i> (Jeffreys, 1867)	26
			<i>Tritia reticulata</i> (Linnaeus, 1758)	3
		Raphitomidae	<i>Raphitoma bicolor</i> (Risso, 1826)	8
	Nudibranchia	Chromodorididae	<i>Felimida krohni</i> (Vérany, 1846)	1
		Janolidae	<i>Antiopella cristata</i> (Delle Chiaje, 1841)	1
	Sacoglossa	Plakobranchidae	<i>Elysia timida</i> (Risso, 1818)	3
			<i>Elysia gordanae</i> T. E. Thompson & Jaklin, 1988	5
			<i>Thuridilla hopei</i> (Vérany, 1853)	3
	Trochida	Calliostomatidae	<i>Calliostoma zizyphinum</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Clanculus cruciatus</i> (Linnaeus, 1758)			3	
<i>Gibbula ardens</i> (Salis Marschlins, 1793)			2	
<i>Gibbula magus</i> (Linnaeus, 1758)			1	

Gastropoda	Trochida	Trochidae	Trochidae	2	
		Turbinidae	<i>Bolma rugosa</i> (Linnaeus, 1767)	1	
Gymnolaemata	Cheilostomatida	Candidae	<i>Caberea boryi</i> (Audouin, 1826)	12	
		Schizoporellidae	<i>Schizobrachiella sanguinea</i> (Norman, 1868)	42	
Hexacorallia	Actiniaria	Aiptasiidae	<i>Aiptasia mutabilis</i> (Gravenhorst, 1831)	1	
	Scleractinia	Caryophylliidae	<i>Caryophyllia (Caryophyllia) inornata</i> (Duncan, 1878)	5	
			<i>Caryophyllia (Caryophyllia) smithii</i> Stokes & Broderip, 1828	4	
		Dendrophylliidae	<i>Balanophyllia (Balanophyllia) europaea</i> (Risso, 1827)	21	
			<i>Leptopsammia pruvoti</i> Lacaze-Duthiers, 1897	15	
Holothuroidea	Dendrochirotida	Cucumariidae	<i>Ocnus planci</i> (Brandt, 1835)	1	
	Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria forskali</i> Delle Chiaje, 1824	4	
			<i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i> Gmelin, 1791	7	
Hydrozoa	Anthoathecata	Eudendriidae	<i>Eudendrium</i> sp.	2	
Leptocardii	-	Branchiostomatidae	<i>Branchiostoma lanceolatum</i> (Pallas, 1774)	1	
Malacostraca	Amphipoda	Caprellidae	<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769	1	
		Gammaridae	Gammaridae	21	
	Cumacea	Bodotriidae	<i>Bodotria</i> sp.	1	
	Decapoda	Alpheidae		<i>Alpheus dentipes</i> Guérin, 1832	1
				<i>Alpheus macrocheles</i> (Hailstone, 1835)	22
				<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1814)	83
				<i>Synalpheus gambarelloides</i> (Nardo, 1847)	1
		Carcinidae		<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo, 1847	2
		Diogenidae		<i>Calcinus tubularis</i> (Linnaeus, 1767)	3
				<i>Clibanarius erythropus</i> (Latreille, 1818)	47
				<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	1
				<i>Paguristes streagensis</i> Pastore, 1984	2
		Ethusidae		<i>Ethusa mascarone</i> (Herbst, 1785)	3
		Galatheididae		<i>Galathea intermedia</i> Lilljeborg, 1851	3
		Grapsidae		<i>Pachygrapsus marmoratus</i> (Fabricius, 1787)	2
		Hippolytidae		<i>Hippolyte garciaraso</i> d'Udekem d'Acoz, 1996	18
				<i>Hippolyte holthuisi</i> Zariquiey Álvarez, 1953	6
				<i>Hippolyte inermis</i> Leach, 1816	3
				<i>Hippolyte</i> sp.	16
	Inachidae		<i>Achaeus cranchii</i> Leach, 1817	1	
		<i>Macropodia czernjawska</i> (Brandt, 1880)	1		
		<i>Macropodia linaresi</i> Forest & Zariquiey Álvarez, 1964	3		
		<i>Macropodia longirostris</i> (Fabricius, 1775)	4		
		<i>Macropodia rostrata</i> (Linnaeus, 1761)	4		
		<i>Macropodia</i> sp.	7		

Malacostraca	Decapoda	Paguridae	<i>Pagurus anachoretus</i> Risso, 1827	77
			<i>Pagurus cuanensis</i> Bell, 1845	11
			<i>Pagurus excavatus</i> (Herbst, 1791)	6
		Palaemonidae	<i>Palaemon elegans</i> Rathke, 1836	2
			<i>Typton spongicola</i> O.G. Costa, 1844	1
		Pilumnidae	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	20
			<i>Pilumnus spinifer</i> H. Milne Edwards, 1834	8
		Polybiidae	<i>Polybius depurator</i> (Linnaeus, 1758)	2
		Porcellanidae	<i>Pisidia bluteli</i> (Risso, 1816)	297
		Processidae	<i>Processa acutirostris</i> Nouvel & Holthuis, 1957	18
			<i>Processa macrophthalma</i> Nouvel & Holthuis, 1957	4
			<i>Processa</i> sp.	10
		Sicyoniidae	<i>Sicyonia carinata</i> (Brünnich, 1768)	5
		Thoridae	<i>Eualus cranchii</i> (Leach, 1817)	8
			<i>Eualus occultus</i> (Lebour, 1936)	4
			<i>Eualus</i> sp.	10
		Xanthidae	<i>Xantho pilipes</i> A. Milne-Edwards, 1867	7
<i>Xantho poressa</i> (Olivi, 1792)	9			
Isopoda	Idoteidae	<i>Idotea</i> sp.	1	
	-	Isopoda	2	
Ophiuroidea	Amphilepidida	Ophiotrichidae	<i>Ophiothrix fragilis</i> (Abildgaard in O.F. Müller, 1789)	5
Polychaeta	Amphinomida	Amphinomidae	Amphinomidae	2
	-	Arenicolidae	<i>Arenicola marina</i> (Linnaeus, 1758)	1
			Arenicolidae	2
	Eunicida	Eunicidae	<i>Eunice schizobranchia</i> Claparède, 1870	4
			<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)	1
			Eunicidae	6
			<i>Leodice harassii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1833)	1
			<i>Lysidice ninetta</i> Audouin & H Milne Edwards, 1833	7
			<i>Lysidice unicornis</i> (Grube, 1840)	2
	Lumbrineridae	Lumbrineridae	1	
	-	Oenonidae	<i>Arabella iricolor</i> (Montagu, 1804)	9
			Oenonidae	4
	-	Opheliidae	<i>Polyophthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)	2
	Phyllodocida	Aphroditidae	Aphroditidae	2
		Glyceridae	<i>Glycera lapidum</i> Quatrefages, 1866	6
<i>Glycera</i> sp.			1	
Hesionidae		<i>Hesione splendida</i> Lamarck, 1818	1	
Nereididae		<i>Nereis perivisceralis</i> Claparède, 1868	1	



Polychaeta	Phyllodocida	Nereididae	<i>Nereis rava</i> Ehlers, 1868	14	
		Phyllodocidae	<i>Phyllodoce</i> sp.	1	
		Polynoidae	<i>Harmothoe spinifera</i> (Ehlers, 1864)	8	
			<i>Lepidonotus squamatus</i> (Linnaeus, 1758)	1	
			Polynoidae	7	
		Syllidae	<i>Syllis gerlachi</i> (Hartmann-Schröder, 1960)	1	
	<i>Syllis</i> sp.		1		
	Sabellida	Sabellidae	<i>Branchiomma</i> sp.	1	
			<i>Sabella spallanzanii</i> (Gmelin, 1791)	253	
	Terebellida	Serpulidae	<i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus, 1767	2	
		Terebellidae	Cirratulidae	<i>Timarete filigera</i> (Delle Chiaje, 1828)	1
			<i>Eupolymnia nebulosa</i> (Montagu, 1819)	3	
			<i>Eupolymnia nesidensis</i> (Delle Chiaje, 1828)	1	
<i>Nicolea zostericola</i> Örsted, 1844			4		
<i>Terebella lapidaria</i> Linnaeus, 1767			1		
Terebellidae		1			
Polyplacophora	Chitonida	Acanthochitonidae	<i>Acanthochitona fascicularis</i> (Linnaeus, 1767)	27	
		Chitonidae	<i>Rhyssoplax olivacea</i> (Spengler, 1797)	103	
		Tonicellidae	<i>Boreochiton ruber</i> (Linnaeus, 1767)	1	
			<i>Lepidochitona caprearum</i> (Scacchi, 1836)	4	
Pycnogonida	Pantopoda	Pycnogonidae	Pycnogonidae	9	
Scaphopoda	Dentaliida	Dentaliidae	<i>Antalis vulgaris</i> (da Costa, 1778)	5	
Teleostei	Blenniiformes	Blenniidae	<i>Parablennius gattorugine</i> (Linnaeus, 1758)	1	
			<i>Parablennius incognitus</i> (Bath, 1968)	3	
			<i>Parablennius tentacularis</i> (Brünnich, 1768)	2	
	Eupercaria incertae sedis	Labridae	<i>Symphodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788)	1	
	Gobiiformes	Gobiidae	<i>Gobius cruentatus</i> Gmelin, 1789	2	
			<i>Gobius fallax</i> Sarato, 1889	1	
			<i>Gobius geniporus</i> Valenciennes, 1837	3	
			<i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758	8	
			<i>Gobius paganellus</i> Linnaeus, 1758	4	
			<i>Pomatoschistus pictus</i> (Malm, 1865)	1	
<i>Pomatoschistus</i> sp.			1		
<i>Zebrus zebrus</i> (Risso, 1827)	10				
Perciformes	Serranidae	<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)	3		
Elasmobranchii	Torpediniformes	Torpedinidae	<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810	1	

## 5. RASPRAVA

Sezonski porast broja organizama i bogatstva vrsta pratio je smanjenje temperature od ljeta prema zimi, dok pH i salinitet morske vode nisu imali nikakvu korelaciju s rezultatima zbog svoje konstantnosti. Knott i sur. (2018) usporedili su bogatstvo vrsta s promjenom temperature i utvrdili su pozitivnu proporcionalnost. Navode kako ta poveznica proizlazi iz sezonske varijacije u dostupnosti hrane, koja je usko povezana s temperaturom i cvatnjom fitoplanktona. Ovdje, rezultati pokazuju obrnutu proporcionalnost brojnosti organizama odnosno bogatstva vrsta i promjene temperature, osim na proljeće u uvali Soline. Tada je, suprotno trendu povećanja brojnosti sa smanjenjem temperature, zabilježen maksimum u brojnosti organizama pri temperaturi mora većoj od one zimi. To je posljedica eutrofnosti uvale Soline u proljeće kada se more počinje zagrijavati i pojavljuje se prvi cvat fitoplanktona. Međutim, treba uzeti u obzir dominantnost vrste *Sabella spallanzanii* s 248 jedinki u tom uzorkovanju. Veličina i obilje tog mnogočetinaša u proljeće slažu se sa sezonskim pomakom u njegovom razmnožavanju što je posljedica klimatskih promjena, to jest povećanja temperature mora (Giangrande i sur., 2010). Upravo globalno zagrijavanje temperature mora može objasniti i već spomenutu obrnutu proporcionalnost između brojnosti organizama ili bogatstva vrsta i promjene temperature. Veće temperature u zimskim mjesecima mogu pomaknuti razdoblja reprodukcije morskih beskralježnjaka i time uzrokovati sezonsku promjenu u distribuciji vrsta (Lawrence i Soame, 2004).

Veličina periski nije se mogla povezati s brojnošću organizama, što se slaže s rezultatima istraživanja zajednica mekušaca na uginulim periskama (Iannuci i sur., 2023). Pozitivna korelacija bogatstva vrsta i brojnosti organizama s površinom staništa je opće prihvaćena hipoteza, ali može biti pod utjecajem mnogih faktora (Connor i McCoy, 1979). Istraživanja provedena na obraštaju i epifauni živih periski potvrdila su tu hipotezu (Corriero i Pronzato, 1987; Giacobbe, 2002). Odstupanje rezultata Iannuci i sur. (2023) kao i rezultata ovog istraživanja od spomenute hipoteze je vjerojatno posljedica uzorkovanja periski sličnih veličina. Nadalje, ljušture u ovom istraživanju bile su u različitim stadijima razgradnje i napuknuća, što je smanjilo površinu dostupnu za naseljavanje. Giacobbe (2002) je proučavao zajednicu mekušaca na živim periskama i došao je do sličnih zaključaka kod uzoraka sa zamjetnim napuklinama na ljušturama. Razlike u prosječnim veličinama uspravnih i položenih periski u ovom istraživanju moguće je objasniti dvjema hipotezama. Prva je veća otpornost većih jedinki na

strujanje mora i perturbacije u okolišu zbog veće površine ljuštura zakopanih u sedimentu što učvršćuje perisku. Druga hipoteza uzima u obzir bržu razgradnju položenih ljuštura, koje dodiruju kemijski aktivno sedimentno dno većom površinom od uspravnih ljuštura. Slični su uzroci razlike u prosječnim veličinama između dviju uvala. Uvala Soline je uvučenija u kopno te je utjecaj valova i strujanja vode manje izražen nego u uvali Valovine, što rezultira manjim intenzitetom abrazije i posljedično većim očuvanjem ljuštura. Druga mogućnost je povećani utjecaj čovjeka na populacije periski u uvali Valovine, gdje turizam i ronjenje na dah mogu biti uzrok oštećenja na školjkašima.

Važno je istaknuti vrstu *R. dubia* i njezin utjecaj na mineralizaciju ljuštura plemenitih periski. Taj školjkaš može živjeti unutar ljuštura drugih školjkaša koje buši mehaničkom i kemijskom erozijom (Morton i sur., 2011). Broj tih školjkaša mogao bi smanjiti vremensku raspoloživost staništa uginulih plemenitih periski. Negativan utjecaj na ovo stanište mogao bi imati i mnogočetinaš *S. spallanzanii* koji pri velikoj brojnosti stvara promjene u protoku vode. Posljedice mogu biti direktne, povećanjem utjecaja hidrodinamike mora i time abrazijom, ili indirektno promjenama u stabilnosti sedimenta, razinama kisika i količini organske tvari (O'Brien i sur., 2006).

Prazne ljušture plemenite periske pokazale su se kao dom velikom broju makrofaune. Prosječna brojnost od 21,95 organizama po uzorku u uvali Valovine i 35,2 u uvali Soline ukazuju na veliku ulogu plemenitih periski u biocenozama zamuljenih pijesaka zaštićenih uvala. Pješčana i muljevita dna su općenito mjesta s manjim brojem organizama od povezanih staništa poput livada morskih cvjetnica i kamenitih dna, koji pružaju skrovita, stabilna i produktivna staništa za razvoj različitih stadija organizama, pogotovo juvenilnih jedinki riba (Coelho i sur., 2012; Cecapoli i sur., 2024). Međutim, sedimentna dna su predmet manjem broju istraživanja od staništa prioriternih za zaštitu, iako su navedena dna najrasprostranjenija staništa u obalnim područjima svijeta (Harper i sur., 2022). Razlog tomu je upravo obilnost dana pokrivenima sedimentom i slabo razumijevanje važnosti beskralježnjaka koji prevladavaju na tim područjima (Harper i sur., 2022). Značaj plemenitih periski na sedimentnim dnima prepoznat je za vrijeme njihova života, ali ovaj rad im pridodaje važnost i nakon smrti. Bilo da služe sesilnim organizmima kao podloga za rast ili pružaju malim organizmima zaštitu od predatora, ljušture su postale mjesto akumulacije raznovrsnih životinja. Populacije tih školjkaša mogu se usporediti s olupinama brodova, koji pružaju zaklon

organizmima na otvorenim sedimentnim dnima te povećavaju bioraznolikost, gustoću naseljenosti i bogatstvo vrsta na tim područjima (Coelho i sur., 2012).

Plemenita periska pružila je sklonište značajno većem broju životinja u uvali Soline od uvale Valovine. Objašnjenje za to krije se u specifičnostima tih dviju uvala. Već spomenuta eutrofikacija uvale Soline znači veću količinu dostupne hrane, što može biti jedan razlog većem broju organizama. Također, iako u ovom istraživanju nije dokazana ta korelacija, veća prosječna veličina periski u uvali Soline u usporedbi s uvalom Valovine može značiti veću površinu za naseljavanje organizama. Pojačan antropogeni utjecaj u uvali Valovine jedan je od čimbenika koji može negativno utjecati na zajednicu uginulih periski. Unatoč nabrojenim razlozima, ukupni Shannon-Wiener-ov indeks bioraznolikosti pokazao je manju vrijednost u uvali Soline. Posljedica je to neujednačenosti u zajednici, odnosno velike dominantnosti manjeg broja vrsta: *S. spallanzanii*, *A. ehippium*, *R. dubia* i *P. bluteli*. Potonje dvije vrste također su prisutne u velikom broju u uvali Valovine, ali tamo ne pokazuju drastično veću brojnost od ostalih vrsta. Osim značajne razlike između uvala, postoji i značajna razlika u brojnosti među periskama različitih položaja. Uzrok manjoj prosječnoj brojnosti organizama u položenim periskama je činjenica da veći dio ljuštore okrenute prema dnu nije dostupan za prihvat sesilnim organizmima. Ipak, pri uzorkovanju je primijećen veliki broj riba iz porodice Gobiidae koje koriste prostor između ljuštore i sedimenta kao skrovište. Štoviše, dvije najbrojnije vrste uzorkovanih riba, *Zebrus zebrus* (10 jedinki) i *Gobius niger* (8 jedinki) preferiraju upravo staništa sedimentnih dana s kamenjem i vegetacijom, koja je prisutna na periskama (Wiederholm, 1987; Patzner, 1999). Međutim, metoda uzorkovanja je otežala prikupljanje uzoraka ispod položenih periski, što je omogućilo bijeg pojedinim ribama. Vrlo bitan je nalaz juvenilne jedinice drhtulje *Torpedo marmorata* u položenoj periski u proljeće u uvali Valovine. Drhtulja je riba hrskavičnjača koja je na IUCN-ovom Crvenom popisu ugroženih vrsta globalno procijenjena kao osjetljiva (engl. *vulnerable*, VU) (Finucci i sur., 2021). U Jadranu je ugrožena intenzivnim ribolovom (kao slučajni ulov) te degradacijom i gubitkom staništa (Dulčić i Kovačić, 2020). Dokaz da drhtulja u ranom životnom stadiju koristi ljuštore periski kao utočište od predatora je iznimno važan za samu vrstu, ali i za značaj staništa uginulih periski.

Promjenu u sastavu vrsta kroz godišnja doba nije bilo moguće potvrditi analizom rezultata. Sveprisutan je dekapodni rak *P. bluteli*, dok je razred Malacostraca općenito

pokazao preferenciju za periske u uvali Valovine. Vrijedi napomenuti kako nisu pronađene vrste rakova koje nastanjuju unutrašnjost živih periski, *N. pinnotheres* i *P. pinnophylax*. Nadalje, nije vidljiv obrazac u razlici u sastavu vrsta između uspravnih i položenih jedinki. Corriero i Pronzato (1987) identificirali su 35 vrsta iz koljena Porifera na 14 živih jedinki periski *P. nobilis* u Tirenskom moru, dok je u ovom radu pronađeno njih 9. Ipak, iz te informacije ne valja izvlačiti zaključke zbog različite lokacije i veće dubine uzorkovanja (10-20 metara), kao i zbog činjenice da su to istraživanje proveli stručnjaci za spužve. Isto vrijedi i za istraživanje provedeno na zajednici mekušaca na živim periskama uzduž obale Sicilije, gdje je pronađena 101 vrsta razreda Gastropoda i 18 vrsta razreda Bivalvia (Giacobbe, 2002). Međutim, relevantno je jedino drugo istraživanje na praznim ljušturama periski u Trščanskom zaljevu od Iannuci i sur. (2023). U spomenutom je istraživanju zabilježeno 57 vrsta razreda Gastropoda, 38 vrsta razreda Bivalvia i 4 vrste razreda Polyplacophora, što je proporcionalno brojkama koje se pojavljuju u ovom istraživanju. Utvrđena je dominantnost iste vrste školjkaša (*R. dubia*), kao i slična brojnost vrsta *Rhyssoplax olivacea*, *A. ehippium* i *Tritia incrassata*. Za daljnju usporedbu potrebno je izraditi modele funkcionalne raznolikosti i trofičkog sastava uzorkovane zajednice, što bi dalo veći uvid u važnost ovog staništa.

Nadalje, povišena prisutnost plastike ljeti ukazuje na pojačanu antropogenu aktivnost u to doba. U uvali Soline pronađeni su ostaci balona za proslavu dječjih rođendana, kao i pušća za lov lignji. U uvali Valovine najčešće su pronađene niti ribolovnih mreža i druge ribolovne opreme, što je očekivano zbog neposredne blizine ribarskih brodice.

## 6. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja prikazuju ulogu koju periska *Pinna nobilis* ima u izgradnji staništa i poslije svoje smrti. U praznim ljušturama pronađeno je 195 životinjskih vrsta kroz 19 taksonomskih razreda. Prosječna brojnost organizama iznosila je 28,58 po uzorku. Makrofauna je pokazala preferencu za periske uspravno zabijene u sediment i veća brojnost zabilježena je u uvali Soline. Usprkos tomu, uvala Valovine imala je veću bioraznolikost, ali i veću količinu plastičnog otpada. Najdominantnije vrste bile su *Pisidia bluteli*, *Sabella spallanzanii*, *Rocellaria dubia* i *Rhysoplax olivacea* s preko 100 jedinki. Iako je plemenita periska privremeno stanište koje će neizbježno nestati nakon nekog vremena, dom je velikom broju organizama. Od zaklona za rast ugrožene ribe hrskavičnjače do podloge za razvoj trodimenzionalnih zajednica različitih funkcija, plemenita periska nastavlja pružati usluge ekosustavu i pridruženoj bioraznolikosti. Za bolje razumijevanje tih usluga potrebno je analizirati funkcionalnu raznolikost i trofički sastav vrsta koje nastanjuju prazne ljušture te uključiti prisutnu floru u istraživanja. Naposljetku, ključno je upoznati širu javnost i turiste s ovim izvanrednim školjkašem i njegovim mjestom u izgradnji okoliša.

## 7. LITERATURA

Addis P., Secci M., Brundu G., Manunza A., Corrias S., Cau A. (2009) Density, size structure, shell orientation and epibiotic 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(1): 143-152, [10.3989/scimar.2009.73n1143](https://doi.org/10.3989/scimar.2009.73n1143)

Airoldi L., Beck M.W. (2007) Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanography and Marine Biology* 45: 345-405, <https://doi.org/10.1201/9781420050943>

Bakran-Petricioli T., Kujundžić D., Naranda M., Petricioli D., Petricioli L., Kipson S. (2023) Fouling Community on *Pinna nobilis* Larval Collectors in the Adriatic—Impact of Invasive Species. *Journal of marine science and engineering* 11(3): 618, <https://doi.org/10.3390/jmse11030618>

Bolotin J., Glavić N., Njire J., Kožul V., Antolović N. (2023) Fan mussel *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 spat collection on "Christmas tree" rope in the Mali Ston Bay area (South Adriatic Sea). *Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici* 32(2): 333-340, <https://doi.org/10.20302/NC.2023.32.21>

Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., Speranza S. (1994) Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bulletin of marine science* 55(2-3): 559-580.

Borovskaya R., Krivoguz D., Chernyi S., Kozhurin E., Khorosheltseva V., Zinchenko E. (2022) Surface water salinity evaluation and identification for using remote sensing data and machine learning approach. *Journal of Marine Science and Engineering* 10(2): 257, <https://doi.org/10.3390/jmse10020257>

Cecapolli E., Calò A., Giakoumi S., Di Lorenzo M., Greco S., Fanelli E., Milisenda G., Di Franco A. (2024) Sandy bottoms have limited species richness but substantially contribute to the regional coastal fish  $\beta$ -diversity: a case study of the Central Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research* 106701, <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2024.106701>

Coelho R., Monteiro P., Abecasis D., Blot J.Y., Gonçalves J. (2012) Macrofauna assemblages in a XVIIIth century shipwreck: comparison with those on natural reefs and sandy bottoms. *Brazilian Journal of Oceanography* 60: 447-462.

Coen L.D., Luckenbach M.W., Breitburg D.L. (1999) The role of oyster reefs as essential fish habitat: a review of current knowledge and some new perspectives. *American fisheries society symposium* 22: 438-454.

Connor E.F., McCoy E.D. (1979) The statistics and biology of the species-area relationship. *The American Naturalist* 113(6): 791-833, <https://doi.org/10.1086/283438>

Corriero G., Pronzato R. (1987) Epibiontic sponges on the bivalve *Pinna nobilis*. *Marine Ecology Progress Series* 75-82.

Cortés-Melendreras E., Gomariz-Castillo F., Alonso-Sarría F., Martín F.J.G., Murcia J., Canales-Cáceres R., Esplá A.A.R., Barberá C., Giménez-Casalduero F. (2022) The relict population of *Pinna nobilis* in the Mar Menor is facing an uncertain future. *Marine Pollution Bulletin* 185: 114376, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114376>

Costello M. J. (2009) Distinguishing marine habitat classification concepts for ecological data management. *Marine ecology progress series* 397: 253-268, <https://doi.org/10.3354/meps08317>

Čižmek H., Čolić B., Gračan R., Grau A., Catanese G. (2020) An emergency situation for pen shells in the Mediterranean: The Adriatic Sea, one of the last *Pinna nobilis* shelters, is now affected by a mass mortality event. *Journal of Invertebrate Pathology* 173: 107388, <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107388>

de Gier W., Becker C. (2020) A review of the ecomorphology of pinnotherine pea crabs (Brachyura: Pinnotheridae), with an updated list of symbiont-host associations. *Diversity* 12(11): 431, <https://doi.org/10.3390/d12110431>

Dulčić J., Kovačić M. (2020) Ihtiofauna jadranskoga mora. In: O. Rak (Editor). Golden marketing – Tehnička knjiga, Zagreb, and Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Zg, St., pp. 667.

Europska unija. (1992). Direktiva Vijeća 92/43/EEZ o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore. Službeni list Europskih zajednica, L 206, 7-50. Preuzeto s



<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:31992L0043>

Pristupljeno 6. rujna 2024.

Europska unija. (1995). Aneks II Protokola uz Barcelonsku konvenciju o zaštićenim područjima i biološkoj raznolikosti u Sredozemlju. Preuzeto s <https://www.rac-spa.org>

Pristupljeno 6. rujna 2024.

Finucci B., Chartrain E., Derrick D., Dossa J., Pacoureau N., VanderWright W.J., Williams A.B. (2021) *Torpedo marmorata*. *The IUCN Red List of Threatened Species*.

Giacobbe S. (2002) Epibiontic mollusc communities on *Pinna nobilis* L.(Bivalvia, Mollusca). *Journal of Natural History* 36(12): 1385-1396, <https://doi.org/10.1080/00222930110056892>

Giangrande A., Licciano M., Musco L., Stabili L. (2010) Shift in *Sabella spallanzanii* (Polychaeta, Sabellidae) spawning period in the Central Mediterranean Sea: a consequence of climate change?. *Mediterranean Marine Science* 11(2): 373-380, <https://doi.org/10.12681/mms.86>

Grau A., Villalba A., Navas J.I., Hansjosten B., Valencia J.M., García-March J.R., Prado P., Follana-Berná G., Morage T., Vázquez-Luis M., Álvarez E. (2022) Wide-geographic and long-term analysis of the role of pathogens in the decline of *Pinna nobilis* to critically endangered species. *Frontiers in Marine Science* 9: 666640, <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.666640>

Hannah L., Lohse D., Hutchinson C., Carr J.L., Lankerani A. (1994) A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems. *Ambio* 246-250.

Harper L.M., Lefcheck J.S., Whippo R., Jones M.S., Foltz Z., Duffy J.E. (2022) Blinded by the bright: How species-poor habitats contribute to regional biodiversity across a tropical seascape. *Diversity and Distributions* 28(11): 2272-2285, <https://doi.org/10.1111/ddi.13632>

Iannucci S., Auriemma R., Davanzo A., Ciriaco S., Segarich M., Del Negro P. (2023) Can the empty shells of *Pinna nobilis* maintain the ecological role of the species? A structural and functional analysis of the associated mollusc fauna. *Diversity* 15(9): 956, <https://doi.org/10.3390/d15090956>

Kersting D., Mouloud B., Čížmek H., Grau A., Jimenez C., Katsanevakis S., Oztürk B., Tuncer S., Tunesi L., Vázquez-Luis M., Vicente N., Otero M.M. (2019) *Pinna nobilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019, 10.2305/iucn.uk.2019-3.rlts.t160075998a160081499.en

Knott K.E., Thonig A., Heiskanen S., Hansen B.W., Banta G.T. (2018) Seasonal variation in diversity of marine benthic invertebrates leads to a positive species-genetic diversity correlation (SGDC). *Marine Ecology Progress Series* 592: 129-140, <https://doi.org/10.3354/meps12520>

Kummu M., De Moel H., Salvucci G., Viviroli D., Ward P.J., Varis O. (2016) Over the hills and further away from coast: global geospatial patterns of human and environment over the 20th–21st centuries. *Environmental Research Letters* 11(3): 034010, 10.1088/1748-9326/11/3/034010

Lawrence A.J., Soame J.M. (2004) The effects of climate change on the reproduction of coastal invertebrates. *Ibis*, 146: 29-39, <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2004.00325.x>

Martinović R., Joksimović D., García-March J.R., Vicente N., Gačić Z. (2022) Evaluation of physiological state of pen shell *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) by a non-invasive heart rate recording under short-term hyposalinity test. *Micromachines* 13(9): 1549, <https://doi.org/10.3390/mi13091549>

Mayer-Pinto M., Ledet J., Crowe T.P., Johnston E.L. (2020) Sublethal effects of contaminants on marine habitat-forming species: a review and meta-analysis. *Biological Reviews* 95(6): 1554-1573, <https://doi.org/10.1111/brv.12630>

Mihaljević Ž., Pavlinec Ž., Zupičić I.G., Oraić D., Popijač A., Pećar O., Sršen I., Benić M., Habrun B., Zrnčić S. (2021) Noble pen shell (*Pinna nobilis*) mortalities along the Eastern Adriatic coast with a study of the spreading velocity. *Journal of marine science and engineering* 9(7): 764, <https://doi.org/10.3390/jmse9070764>

Morton B., Peharda M., Petrić, M. (2011) Functional morphology of *Roccellaria dubia* (Bivalvia: Gastrochaenidae) with new interpretations of crypt formation and adventitious tube construction, and a discussion of evolution within the family.

*Biological Journal of the Linnean Society* 104(4), 786-804,  
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01763.x>

NN (2013). Narodne novine – Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama, br.144/2013,  
dostupno na: <https://narodne-novine.nn.hr/eli/sluzbeni/2013/144/3086> Pristupljeno 6.  
rujna 2024.

O'Brien A.L., Ross D.J., Keough M.J. (2006) Effects of *Sabella spallanzanii* physical structure on soft sediment macrofaunal assemblages. *Marine and freshwater research* 57(4), 363-371, <https://doi.org/10.1071/MF05141>

Patzner, R. A. (1999) Habitat utilization and depth distribution of small cryptobenthic fishes (Blenniidae, Gobiesocidae, Gobiidae, Tripterygiidae) in Ibiza (western Mediterranean Sea). *Environmental Biology of Fishes* 55: 207-214, <https://doi.org/10.1023/A:1007535808710>

Richardson C.A., Kennedy H., Duarte C.M., Proud S.V. (1997) The Occurrence of *Pontonia Pinnophylax* (Decapoda: Natantia: Pontoninae) in *Pinna Nobilis* (Mollusca: Bivalvia: Pinnidae) from the Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 77(4), <https://doi.org/10.1017/S0025315400038741>

Scarpa F., Sanna D., Azzena I., Mugetti D., Cerruti F., Hosseini S., Cossu P., Pinna S., Grech D., Cabana D., Pasquini V. (2020) Multiple non-species-specific pathogens possibly triggered the mass mortality in *Pinna nobilis*. *Life* 10(10): 238, <https://doi.org/10.3390/life10100238>

Šarić T., Župan I., Aceto S., Villari G., Palić D., De Vico G. 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): 776, <https://doi.org/10.3390/pathogens9100776>

Tancica R. (2022) Staništa u uvali Valovine (Pula) nakon uspostave ski lifta. Završni rad. Sveučilište Jurja Dobrile u Puli. Pula 46 pp.

Wiederholm A.M. (1987) Habitat selection and interactions between three marine fish species (Gobiidae). *Oikos* 28-32, <https://doi.org/10.2307/3565684>

## 8. SAŽETAK

Plemenita periska (*Pinna nobilis*), najveći školjkaš Sredozemnog mora, igra ključnu ulogu u morskim ekosustavima kao graditelj staništa. Njezina populacija pretrpjela je masovni pomor zbog parazita *Haplosporidium pinnae* i bakterija, počevši 2016. godine, što je rezultiralo ugroženim statusom vrste. Ovaj rad istražuje raznolikost makrofaune koja nastanjuje prazne ljuštire plemenite periske u dvjema uvalama na zapadnoj obali Istre, u uvalama Valovine i Soline. Istraživanje je provedeno tijekom četiri godišnja doba te je obuhvatilo usporedbu organizama u uspravnim i položenim ljušturama. U sklopu studije, identificirano je ukupno 195 životinjskih vrsta iz 19 taksonomskih razreda, s prosječnom brojnošću od 28,58 organizama po periski. Statističke analize pokazale su značajnu razliku u broju organizama između uvala i između godišnjih doba, s većim brojem organizama u uvali Soline u odnosu na Valovine. Također, utvrđeno je da su uspravne periske dom većem brojem organizama od položenih periski. Vrste iz razreda Malacostraca, Bivalvia i Gastropoda bile su među najbrojnijim i najdominantnijim organizmima. Najbrojnije vrste bile su: dekapodni rak *Pisidia bluteli*, mnogočetinaš *Sabella spallanzanii* i školjkaš *Rocellaria dubia*. Analiza rezultata utvrdila je i utjecaj sezonskih promjena na brojnost i raznolikost organizama. Sezonski porast broja organizama i bogatstva vrsta pratili su smanjenje temperature i eutrofikacija uvale Soline. Značaj praznih ljuštura periski u ekosustavu prikazan je u obliku staništa za brojne morske organizme, uključujući ugrožene vrste poput drhtulje *Torpedo marmorata*. Plastika, uglavnom ostaci ribolovnog alata, također je bila prisutna u ljušturama periski, posebno tijekom ljetnih mjeseci. Rezultati ovog rada ukazuju na važnost očuvanja periski, ne samo zbog njihove uloge tijekom života već i zbog njihove funkcije nakon smrti kao staništa koja značajno doprinose bioraznolikosti na sedimentnim morskim dnima.

**Ključne riječi:** plemenita periska, vrste koje grade staništa, bioraznolikost, makrofauna, sjeverni Jadran

## 9. ABSTRACT

The noble pen shell (*Pinna nobilis*), the largest bivalve of the Mediterranean Sea, plays a crucial role in marine ecosystems as a habitat builder. Its population has suffered massive die-offs due to the parasite *Haplosporidium pinnae* and bacteria, beginning in 2016, resulting in the species being listed as endangered. This paper investigates the diversity of macrofauna inhabiting the empty shells of noble pen shells in two bays on the western coast of Istria: Valovine Bay and Soline Bay. The research was conducted over four seasons and included a comparison of organisms in upright and horizontal shells. A total of 195 animal species from 19 taxonomic classes were identified, with an average abundance of 28.58 organisms per shell. Statistical analyses revealed significant differences in the number of organisms between bays and across seasons, with Soline Bay harboring more organisms than Valovine Bay. It was also found that upright shells hosted more organisms than those lying flat. Species from the classes Malacostraca, Bivalvia, and Gastropoda were among the most abundant and dominant. The most numerous species were the decapod *Pisidia bluteli*, the polychaete *Sabella spallanzanii*, and the bivalve *Rocellaria dubia*. The analysis also indicated the impact of seasonal changes on organism abundance and diversity. An increase in the number of organisms and species richness was observed with decreasing temperatures and eutrophication in Soline Bay. The importance of empty pen shells in the ecosystem is demonstrated by their role as habitats for numerous marine organisms, including endangered species like the marbled electric ray (*Torpedo marmorata*). Plastics, primarily fishing gear debris, were also found in the shells, particularly during the summer months. The results of this study highlight the importance of preserving pen shells, not only for their role during their lifetime but also for their function after death as habitats that significantly contribute to biodiversity on sedimentary sea bottoms.

**Keywords:** noble pen shell, habitat-forming species, biodiversity, macrofauna, Northern Adriatic