

UNIVERZA NA PRIMORSKEM  
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN  
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

ZAKLJUČNA NALOGA  
UGOTAVLJANJE GOSTOTE POPULACIJE VELIKEGA  
LEŠČURJA (*Pinna nobilis*) Z METODO PODVODNIH  
VIDEOTRANSEKTOV

HANA HANŽEK-TURNŠEK

UNIVERZA NA PRIMORSKEM  
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN  
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Zaključna naloga

**Ugotavljanje gostote populacije velikega leščurja (*Pinna  
nobilis*) z metodo podvodnih videotransektov**

(Determination of population density of the Noble Pen shell (*Pinna nobilis*)  
with the method of underwater videotransects)

Ime in priimek: Hana Hanžek-Turnšek

Študijski program: Biodiverziteta

Mentor: prof. dr. Lovrenc Lipej

Somentor: dr. Borut Mavrič

Koper, september 2018

## Ključna dokumentacijska informacija

Ime in PRIIMEK: Hana HANŽEK-TURNŠEK

Naslov zaključne naloge: Ugotavljanje gostote populacije velikega leščurja (*Pinna nobilis*) z metodo podvodnih videotransektov

Kraj: Koper

Leto: 2018

Število listov: 50

Število slik: 17

Število tabel: 5

Število prilog: 2

Št. strani prilog: 12

Število referenc: 53

Mentor: prof. dr. Lovrenc Lipej

Somentor: dr. Borut Mavrič

Ključne besede: veliki leščur, *Pinna nobilis*, populacijska gostota, morski travniki

Izvleček:

Veliki leščur (*Pinna nobilis*) je vrsta, ki je v ekosistemu ključnega pomena za biotsko pestrost. Kljub zaščitenemu statusu je leščur zaradi antropogenih vplivov ogrožen, zato je še posebej pomembno, da njegove populacije nenehno spremljamo. Raziskava je osnovana na analizah videotransektov morskega bentosa na devetih lokalitetah ob slovenski obali, s katerimi smo ugotavljali populacijske gostote in stopnjo smrtnosti, globino pojavljanja ter povezanost gostote populacije z globino in tipom habitata. Populacijske gostote znašajo od 1 do 39 osebkov na 100 m<sup>2</sup>. Največje vrednosti gostot so zabeležene v Ankaranu. Stopnja smrtnosti na vseh pregledanih lokacijah je razmeroma nizka, saj ne presega 16 %; med lokacijami in med različnimi tipi habitata se stopnja smrtnosti ne spreminja značilno. Populacijske gostote naraščajo od 1 m globine do 2,4 m globine, nato pa upadajo do globine 12,9 m. Gostote populacij so močno povezane s tipom habitata, na katerem se pojavljajo. Na morskih travnikih uspevajo značilno številčnejše populacije velikega leščurja kot na neporaščenih habitatih. Povprečna vrednost gostote na morskih travnikih znaša 22 osebkov na 100 m<sup>2</sup>, medtem ko je na drugih tipih gostota okoli 4 osebkov na 100 m<sup>2</sup>. Rezultati raziskovanja ponujajo pregled populacijske gostote in strukture populacije leščurjev na slovenski obali. Potrjujejo tudi izsledke mnogih predhodnih raziskav, ki nakazujejo na afiniteto populacij leščurja do substratov, poraščenih z morskimi cvetnicami.

### Key words documentation

Name and SURNAME: Hana HANŽEK-TURNŠEK

Title of the final project paper: Determination of population density of the Noble Pen shell (*Pinna nobilis*) with the method of underwater videotransects

Place: Koper

Year: 2018

Number of pages: 50                      Number of figures: 17                      Number of tables: 5

Number of appendix: 2                      Number of appendix pages: 12

Number of references: 53

Mentor: Prof. Lovrenc Lipej, PhD

Co-Mentor: Borut Mavrič, PhD

Keywords: pen shell, *Pinna nobilis*, population density, seagrass meadows

Abstract:

The pen shell (*Pinna nobilis*) is an essential organism in marine ecosystems, mainly because of its effect on biodiversity. Despite the fact that the organism is a protected species it is still under great anthropogenic pressure, therefore it is of crucial importance to monitor the species on a regular basis. This research is conducted on nine localities along the Slovenian coast using the method of videotransects, with which we determined the population density, the mortality rate, the depth of the occurrence, and the correlation between population density and depth or habitat type. Population densities range from 1 organism to 39 organisms per 100 m<sup>2</sup>. Maximal densities are recorded along the coast of Ankaran. On all of the localities monitored the mortality rates are relatively low, as they do not exceed 16 %; the mortality rate does not vary significantly between the localities and between different types of habitat. Density values increase from with the depth from 1 m up to about 2,4 m where there they start to decrease down to 12,9 m of depth. Populations on seagrass meadows are significantly larger than populations on substrata without seagrass cover. Average density on seagrass meadows is 22 individuals per 100 m<sup>2</sup>, while density on bare substrata is around 4 individuals per 100 m<sup>2</sup>. These research results provide an overview of the population density and structure of the pen shell along the Slovenian coast. They also confirm the findings of the previous research studies showing the seagrass meadows are a preferred habitat for populations of *Pinna nobilis*.

## **ZAHVALA**

Najprej bi se zahvalila svojemu mentorju prof. dr. Lovrencu Lipeju in somentorju dr. Borutu Mavriču za strokovno pomoč in usmerjanje pri diplomskem delu. Zahvaljujem se tudi Morski biološki postaji Piran ter mentorju in somentorju za posredovane podatke.

Iskreno se zahvaljujem tudi svoji družini za vso, predvsem čustveno podporo skozi mojo pot izobrazbe.

## KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
1.1 Opis vrste.....	1
1.2 Habitati in populacijska gostota .....	1
1.2.1 Populacijske gostote v slovenskem morju.....	3
1.3 Epibionti in komenzali .....	3
1.4 Ogroženost.....	4
1.4.1 Lov, sidranje in vlečne mreže.....	4
1.4.2 Masovno umiranje populacij zahodnega Sredozemskega morja.....	5
1.5 Prizadevanja za ohranitev vrste .....	5
1.6 Opredelitev problema .....	7
2 METODE DE LA.....	8
2.1 Zbiranje podatkov in opis vzorca .....	8
2.2 Obdelava podatkov .....	8
2.3 Lokalitete transektov .....	11
3 REZULTATI Z DISKUSIJO .....	14
3.1 Osnovne značilnosti vzorca .....	14
3.1.1 Populacijska gostota .....	15
3.2 Značilnosti populacije na različnih lokalitetah.....	15
3.2.1 Populacijske gostote na različnih lokalitetah.....	15
3.2.2 Porazdelitev vrednosti populacijskih gostot.....	16
3.2.3 Struktura populacije na različnih lokalitetah.....	17
3.3 Gostota populacije v opazovanih globinah.....	18
3.3.1 Povezanost med oddaljenostjo od obale in globino .....	18
3.3.2 Povezanost med gostoto populacije in globino .....	19
3.4 Značilnosti populacije na različnih habitatih.....	21
3.4.1 Povezanost populacijske gostote s tipom habitata.....	21
3.4.2 Porazdelitev populacijskih gostot v različnih habitatih.....	21
3.4.3 Struktura populacije v različnih habitatih.....	22
3.4.4 Povezanost gostote leščurjev z deležem travnate površine .....	23
4 ZAKLJUČEK .....	24
5 LITERATURA IN VIRI.....	27

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: <i>Pregled analiziranih videoposnetkov lokalitet</i> .....	11–13
Preglednica 2: <i>Osnovni podatki analize</i> .....	14
Preglednica 3: <i>Številčnost leščurjev in povprečna populacijska gostota na različnih lokalitetah</i> .....	16
Preglednica 4: <i>Največja globina, površina, številčnost in gostota leščurjev posameznih habitatov</i> .....	21
Preglednica 5: <i>Števila in deleži mrtvih, poševnih in pokončnih leščurjev v posameznih habitatih</i> .....	22

## KAZALO SLIK IN GRAFIKONOV

Slika 1: <i>Zemljevid z natančnejšimi lokacijami (krogci) vseh analiziranih transektov – različne barve točk predstavljajo v katero lokaliteto spadajo (vir: Google zemljevidi 2018)</i> .....	13
Slika 2: <i>Deleži mrtvih, poševnih in pokončnih leščurjev v celotnem vzorcu</i> .....	14
Slika 3: <i>Škatla z brki – porazdelitev povprečnih gostot za celotni vzorec</i> .....	15
Slika 4: <i>Škatle z brki – porazdelitev povprečnih gostot po različnih lokalitetah (od leve proti desni si sledijo Ankaran, Fiesa, Izola Pacug, Piran, Strunjan, Žusterna, Portorož, Sečovlje)</i> .....	17
Slika 5: <i>Deleži pokončnih, poševnih in mrtvih leščurjev na različnih lokalitetah</i> .....	18
Slika 6: <i>Povezanost med gostoto posameznih 5-metrskih odsekov in globino</i> .....	19
Slika 7: <i>Povezanost med gostoto posameznih 5-metrskih odsekov in globino (brez ničelnih vrednosti)</i> .....	20
Slika 8: <i>Povprečna populacijska gostota po globinskih pasovih</i> .....	20
Slika 9: <i>Škatla z brki - porazdelitev gostot 5-metrskih odsekov na različnih habitatih</i> .....	22
Slika 10: <i>Deleži mrtvih, poševnih in pokončnih leščurjev v posameznih habitatih</i> .....	23
Slika 11: <i>Povezanost populacijske gostote od pokrovnosti travnika na posameznem transektu</i> .....	23



## **KAZALO PRILOG**

PRILOGA A: Primer popisnega lista za eno stran transekta Ank – T6

PRILOGA B: Barvni prikazi gostote za posamične transekte na lokaliteti Ankaran

## 1 UVOD

### 1.1 Opis vrste

Veliki leščur (*Pinna nobilis*) je dolgoživeča morska školjka z življenjsko dobo okoli 25, izjemoma tudi do 28 let (Garcia-March 2007); obenem pa je ena izmed največjih školjk Sredozemskega morja, ki lahko doseže 120 cm telesne dolžine. Leščur je endemit Sredozemlja (Zavodnik in sod. 1991). Lupini leščurja sta v obliki šilastega trikotnika, razmeroma krhki, na zunaj rjave do sivorjave, v notranjosti pa svetleče rdečkaste barve. Pri juvenilnih živalih površino lupin prekrivajo dobro izraženi zobci, ki pa z leti navadno odpadejo ali so prekrti z epibionti. S špičastim spodnjim delom se žival zakoplje v sediment do ene tretjine svoje dolžine in se pritrudi z močnimi in dolgimi bisusnimi nitmi (Batelli in Furlan 2018). Njihove pritrtilne ploščice v obliki glave puščice so velike med 0,2 in 0,5 mm. Bisusni sistem omogoča pritrjanje v substrat (Garcia-March 2005).

Oblika in orientacija leščurjev je zelo pomembna pri preživetju, saj hidrodinamika močno vpliva na privzem hrane iz okolja in na smrtnost populacij zaradi ruvanja živali iz podlage. V plitvine se naseljujejo večinoma manjši organizmi, nekoliko globlje pa prevladujejo večje školjke. Tokovi osebke z večjo površino in večjim uporom lažje izruvajo, zato smrtnost večjih osebkov narašča z globino. Morskim tokovom pa se leščurji prilagajajo tudi z orientacijo lupin. Z dorziventralno stranjo, ki omogoča najmanjši upor, so obrnjeni proti glavnemu, najmočnejšemu toku (Garcia-March 2017).

Leščur je filtratorska žival, ki hranljive delce iz vode prevzema s pomočjo škrg. Večino zaužitega materiala je pelaškega izvora (fitoplankton, zooplankton in v vodi suspendirani organski delci). Prehranska struktura se zelo spreminja z lokaliteto organizmov, njihovo velikostjo in habitatom, v katerem živijo. Velik delež prehrane organizmov, ki rastejo na morskih travnikih, sestavljajo odmrli delci morskih cvetnic (Duarte in sod. 1999, Cabanellas-Reboredo in sod. 2010, Alomar in sod. 2015). Pri populacijah, ki živijo na muljastem dnu brez vegetacije, pa velik delež želodčnega materiala sestavlja zooplankton (Davenport in sod. 2011).

### 1.2 Habitati in populacijska gostota

Populacije leščurja se pojavljajo v zaplatah (Richardson in sod. 1999, Šiletič in sod. 2003, Coppa in sod. 2010).

Leščur za svojo pritrnitev potrebuje mehek substrat, v katerega se lahko zarije in pritrudi z bisusnim sistemom. V Jadranskem morju se večinoma pojavlja na območjih mehkega substrata in morskih travnikov med globinami 0,5 metra do 30 metrov, čeprav ga občasno

najdemo tudi v drugih habitatnih tipih, na primer v kamniti podlagi in med prodniki (Zavodnik in sod. 1991).

Največje gostote leščurjev so bile doslej ugotovljene na površinah s pozejdonko (*Posidonia oceanica*) ali travnikih drugih morskih cvetnic (Šiletić in Peharda 2003, Rabaoui in sod. 2008, Katsanevakis in Thessalou-Legaki 2009, Coppa in sod. 2010, Vazquez-Luis in sod. 2014). Maksimalne vrednosti gostote na morskih travnikih, ki znašajo 0,12 osebkov/m<sup>2</sup> (v nadaljevanju os./m<sup>2</sup>), so znane ob obalah JV Španije (Richardson in sod. 1999), 0,20 os./m<sup>2</sup> v slanih jezerih na hrvaškem otoku Mljet (Šiletić in Peharda 2003), 0,21 os./m<sup>2</sup> na zavarovanem območju Miramare v Tržaškem zalivu (Prestinenzi in sod. 2011) in 0,91 os./m<sup>2</sup> v laguni Ghar El Melh na SV obali Tunizije (Zakhama-Sraieb R. in sod. 2011) ter kar do 0,37 os./m<sup>2</sup> v zavarovanem območju na Balearih (Vazquez-Luis in sod. 2014). Na teh območjih je gostota najverjetneje največja zato, ker travišče pozejdonke deluje kot lovilna mreža za suspendirano organsko snov v vodnem stolpcu, prav tako pa je morska trava sama vir odpadlega organskega materiala, s katerim se leščur prehranjuje (Duarte in sod. 1999).

Sicer pa populacije uspevajo tudi na kamnitih in muljastih podlagah. Na teh je številčnost populacije večinoma manjša, predvidoma zaradi manjšega obsega primerne substrata. Med večjimi kamni in skalami se organizmi težje pritrdijo. Na podlagi brez morskega travnika se populacijske gostote gibljejo do 0,04 os./m<sup>2</sup> na detritnem dnu zavarovanega območja Balearov (Vazquez-Louis in sod. 2014), 0,06 os./m<sup>2</sup> na obali okoli Grškega otoka Astipalea (Vafidis in sod. 2014) ter kar do 0,14 os./m<sup>2</sup> v slanem jezeru Vouliagmeni na otoku Korinthiakos v Grčiji (Katsanevakis 2005).

Da bi čim bolj natančno ovrednotili razlike v populacijskih gostotah v različnih habitatih, so v nekaterih študijah primerjali populacijske gostote na bližnjih lokalitetah z različnimi habitatih, da bi lažje ugotovili, kako se populacijska gostota odraža na različnih habitatih. Ob obali Balearov so raziskovalci izvedli študijo populacijske gostote na travniškem habitatu ter na peščenem, kamnitem in detritnem dnu. Izkazalo se je, da je gostota na dobro ohranjenih travnikih pozejdonke (povprečna 0,05 os./m<sup>2</sup>, maksimalna tudi do 0,37 os./m<sup>2</sup>) večja kot na ostalih (maksimalne vrednosti manj od 0,05/ m<sup>2</sup>) (Vazquez-Luis in sod. 2014). Podoben primer študije so naredili tudi raziskovalci v Zalivu Oristana na Siciliji, kjer so prav tako zabeležili večjo gostoto na območjih morskega travnika kot na populacijah na pesku (0,001 os./m<sup>2</sup>) (Coppa in sod. 2010).

V estuariju zaliva Oristano so raziskovalci primerjali populacije, ki uspevajo na morskih travnikih cimodoceje (*Cymodocea nodosa*) in pozejdonke, ter populacije na neporaščenem substratu. Ugotovili so veliko višje gostote na območjih brez vegetacije (0,12 os./m<sup>2</sup>) kot na morskih travnikih (0,04 os./m<sup>2</sup>) (Addis in sod. 2009). Ta primer dokazuje, da visoke populacijske gostote niso odvisne le od poraščenosti z morskimi cveticami.

## 1.2.1 Populacijske gostote v slovenskem morju

Leta 2012 so raziskovali stanje populacije velikega leščurja na območju Naravnega rezervata Strunjan (Lipej in sod. 2012). Za ugotavljanje gostote so uporabili metodo vertikalnih in horizontalnih transektov. Vertikalni so merili 100 m v dolžino; z njimi so nato izračunali gostoto populacije na 100 m<sup>2</sup>. Horizontalni pa so merili 50 m in so potekali po enakomerni globini od začetka do konca. S paralelnimi transekti so izmerili povprečno gostoto od 0,14 do 0,33 os./m<sup>2</sup> (14–33 os./100 m<sup>2</sup>). Največjo gostoto pa so zabeležili na rtiču Strunjan s kar 38 osebkami na 100 m<sup>2</sup>. Podobne številke so dobili tudi pri vertikalnih transektih. Povprečna gostota je znašala od 13 do 39 osebkov na 100 m<sup>2</sup> (Lipej in sod. 2012). Te številke so ene izmed najvišjih v Sredozemskem morju. Podatki kažejo, da ima severno Jadransko morje ene izmed največjih populacijskih gostot velikega leščurja.

## 1.3 Epibionti in komenzali

Leščur je žival, ki s svojo prisotnostjo v ekosistemu povečuje biotsko raznolikost. To se zgodi, ker veliko organizmom nudi habitat na svoji površini ali v prebavni votlini. Organizmom, ki živijo pritrjeni na telo drugega organizma, pravimo epibionti, leščur pa je za njih bazibiont. S tem v okolju ustvarja veliko novih življenjskih niš in poveča prostorsko heterogenost, ki pa je eden od glavnih kriterijev za visoko biotsko pestrost (Rabaoui in sod. 2009).

Epibiontska poselitev se razlikuje med osebki različnih starosti, kolonizacija prvih ličink pa naj bi bila naključna (Corriero in Pronzato 1987, Rabaoui in sod. 2015).

Največje deleže pokrovnosti epibiontov na lupinah leščurjev po navedbah različnih avtorjev dosežejo vrste spužev, kolonijskih plaščarjev (Corriero in Pronzato 1987) in sesilnih mnogoščetincev iz družine Serpulidae (Plečas 2017). Največjo vrstno pestrost pa imajo vrste alg (Plečas 2017), drugih vrst mehkužcev (Giacobbe 2002, Rabaoui in sod. 2009) in kolobarniki (Rabaoui in sod. 2009, Lipej in sod. 2012, Rabaoui in sod. 2015, Plečas 2017).

Poznamo dve vrsti rakov, ki naseljujeta notranjost leščurjev: to sta kozica *Pontonia pinnophylax* (Otto, 1821) in rakovica *Nepinnotheres pinnotheres* (Linnaeus, 1785). Obe vrsti se prehranjujeta se partikulatnimi snovmi, ki jih leščur filtrira. Domnevno sta vrsti v komenzalskem ali simbiotskem odnosu z leščurjem, saj gostitelja izkoriščata za zavetje in prevzem hranilnih snovi, a mu s tem ne škodita (Kennedy in sod. 2001, Cabanellas-Reboredo in sod. 2010).

V slovenskem morju na lupinah leščurjev velikokrat najdemo kolonijskega plaščarja prosojnega prevlekarja (*Diplosoma spongiforme*), ki ustvarja svetlosive prevleke po površini lupine, skorjaste mahovnjake, navadno ostrigo (*Ostrea edulis*) ter ribo prisesnika (*Apletodon incognitus*) in rogato babico (*Parablennius tentacularis*), ki se skrivata in skrbita za zarod v mrtvih ostrigah na leščurjih (Lipej in sod. 2012).

## 1.4 Ogroženost

Deudero in sodelavci (2015) so raziskovali vpliv človeških in okoljskih stresorjev na populacije velikega leščurja na Balearskih otokih. Ugotovili so, da imajo antropogeni dejavniki, kot so sidranje, status varovanja, izpusti odplak, ribolovna aktivnost in potapljanje veliko večji vpliv kot naravni dejavniki (povprečna globina, povprečna in maksimalna višina valov, časovno obdobje z močnejšim valovanjem in smer valovanja). Izmed desetih spremenljivk imajo največji vpliv človeške rekreativne dejavnosti, kot so sidranje, potapljanje in ribolov, ter status zaščitenosti območja. Najbolj negativen vpliv na gostoto populacij naj bi imelo sidranje, najbolj pozitiven pa ustanovitev morskih zavarovanih območij, ki preprečujejo sidranje, omejujejo ter nadzorujejo druge dejavnosti. Prav tako na gostoto vpliva tudi rekreativno potapljanje, ki je verjetno povezano z naključnimi poškodbami in smrtnostjo ter nezakonitim lovom (Deudero in sod. 2015).

### 1.4.1 Lov, sidranje in vlečne mreže

Sidranje je bilo v mnogih študijah izpostavljeno kot najpomembnejši vzrok za manjše populacijske gostote, predvidoma zato, ker s sidranjem uničujemo glavni habitat leščurja, tj. morske travnike.

Gostota poganjkov morskih cvetnic je znatno manjša v obalah s pogostim sidranjem kot na obalah, kjer je sidranje prepovedano (Francour in sod. 1999, Milazzo in sod. 2004, Montefalcone in sod. 2008). Predvsem pa sidranje neposredno negativno vpliva na leščurje s fizičnimi poškodbami in ruvanjem iz podlage. Populacije so praviloma manj številčne na območjih, kjer je sidranje dovoljeno, kot na zaščiteneh območjih s prepovedanim sidranjem (Francour in sod. 1999, Lipej in sod. 2012, Hendriks in sod. 2013, Vazquez-Luis in sod. 2015). Veliko strokovnjakov predlaga postavitve trajnih boj za privez bark kot najpomembnejši ukrep proti uničevanju morskega bentosa s sidranjem (Francour in sod. 1999, Hendriks in sod. 2013, Deudero in sod. 2015, Vazquez-Luis in sod. 2015).

Kljub temu, da je veliki leščur zaščitena žival, ga še vedno ogroža ilegalni lov (Katsanevakis 2007, Katsanevakis in sod. 2011). Posledice lova so na nekaterih območjih še vedno velike, predvsem so opazne v poletnih mesecih. Lov lahko tudi prestrukturira populacijsko porazdelitev po globini. To se je zgodilo v jezeru Vouligameni, kjer so veliki osebki omejeni na globine večje od 9 m, kjer jih potapljači na dah niso mogli doseči (Katsanevakis 2007).

Obe dejavnosti prednostno izločata večje osebke, kar pa posledično lahko vpliva na strukturo populacije v prihodnosti. Ko lovimo ali izruvamo oziroma poškodujemo večje osebke, izločimo tiste, ki so spolno zreli in so sposobni proizvesti večje število spolnih celic. Z zmanjšano stopnjo drstenja se zmanjša možnost oploditve in s tem tudi možnost obnavljanja populacije (Coltman in sod. 2003, Hendriks in sod. 2013).

#### 1.4.2 Masovno umiranje populacij zahodnega Sredozemskega morja

Ob koncu leta 2016 so na več lokalitetah ob vzhodni obali Španije zabeležili serijo masovnih poginov (angleško *mass mortality event*) velikega leščurja. Prvi tak dogodek so opazili konec septembra in v začetku oktobra ob obali Andaluzije in regije Murcia do južnega dela Valencije ter ob Balearskih otokih Formentera in Ibiza. Stopnja umrljivosti je do tretjega tedna dosegla skoraj 90 % tamkajšnjih populacij. Isti vzorec se je pojavil tudi pri populacijah ob Menorki in njenem južnem otoku Cabrera. Do junija 2017 pa so vse populacije dosegle 100% umrljivost. Predvidoma je to izumiranje povzročil še neidentificiran parazit, podoben haplosporidiju (*Haplosporidium nelsoni*), ki pogosto okuži ostrige. Od takrat se dogodki množičnega umiranja še nadaljujejo. V letu 2017 so jih zabeležili še ob zahodni obali Italije v januarju, severovzhodni in severozahodni obali Sicilije v juniju in juliju, ob maroški obali v septembru ter ob zahodni obali Korzike v oktobru (Vazquez-Luis in sod. 2017). Vazquez-Luis in sod. (2017) so predlagali preventivne ukrepe pri preprečitvi nadaljnjih uničujočih dogodkov. Potrebno bi bilo izolirati populacije v cone, med katerimi se ne bi prenašalo organizmov, in zmanjšati tveganje prenosa infektivnih faz parazita z ladjami.

#### 1.5 Prizadevanja za ohranitev vrste

Eden od načinov varovanja vrste bi bil lahko s pomočjo juvenilnih organizmov, ki so stranski produkt školjčnih farm. Z leščurji ravnajo tako kot z vsemi ostalimi stranskimi produkti, kljub zaščitenemu statusu vrste. S pravilnim ravnanjem bi bili ti organizmi verjetno popolnoma primerni za presaditev (Theodorou in sod. 2015). Drugi način pa bi bil lahko namensko vzgajanje mladih organizmov z novejšimi metodami. Na Majorki so leta 2007 patentirali in preizkusili dve novi »napravi« (v članku navedeno kot *recruitment devices*; v nadaljevanju RD), grajeni na zelo podoben način kot biološke filtracijske naprave. Postavljeni v morje delujeta kot nov, varen substrat za pritrjanje larv, ki se lahko razvijejo v juvenilne osebkke. RD sta se izkazali za kar uspešni, saj sta uspeli vzgojiti skupaj nad 600 juvenilnih osebkov (zbranih s 36 napravami) in sta finančno nezahtevni. Ne vemo pa, kako se bi organizmi, vzgojeni na teh napravah, obdržali, če bi jih presadili v naraven substrat (Cabanellas-Reboredo in sod. 2009).

Te metode predstavljajo odlično priložnost za repopulacijo osiromašenih območij ali pa za rekrutiranje organizmov za študije, pri čemer ne ogrozimo občutljivih populacij v naravi. V praksi že poznamo nekaj podobnih presaditev. Poleti 2016 so na območju luke v Tarantu (Italija) presadili 2000 organizmov zaradi novih gradenj, ki bi ogrozile populacijo. Relokacija je bila večinoma uspešna, z le 12% umrljivostjo zaradi predacije in le 1,3% zaradi presaditvenih dejavnosti (poškodbe, stres) (Rubino in Fanelli 2018).

Tudi v Sloveniji poznamo v zadnjem času nekaj takih presaditvenih akcij, katerih rezultati pa še niso bili objavljeni. Že leta 2000 so raziskovalci Morske biološke postaje v Piranu (v nadaljevanju MBP) izvedli testno presajanje 65 organizmov na morsko dno pred Fornačami

(Piran). Ker je bila presaditev ena izmed prvih, so imeli kar nekaj težav, a je vseeno na koncu uspela (Šuligoj za časopis Delo 2014).

Leta 2014 so iz bentosa ob portoroški obali presadili več kot 800 organizmov, leta 2016 pa še 600. Za izvedbo je ARSO (Agencija Republike Slovenije za Okolje) zaprosil Zavod za varstvo narave, ki je s posvetovanjem z MBP v Piranu odobrila poseg. V akciji so sodelovala različna ribiška in potapljaška društva z Obale, ki so prispevala sredstva in delo za pomoč pri presajanju. Presajanje je potekalo z ruvanjem osebkov do dveh metrov globine in prenašanje v večje globine, približno 100 m od obale. Od teh akcij imata obe strani – javnost in vrsta – korist, saj bodo kopalci varni pred urezninami organizmov, organizmi pa varni pred poškodbami kopalcev (Šuligoj za časopis Delo 2016, Šuligoj za časopis Delo 2017).

## 1.6 Opredelitev problema

Pojavljanje leščurja v ekosistemu poveča biotsko pestrost, saj je okoljski gradnik. Na površini svojih lupin ustvari število novih niš, ki jih naselijo drugi organizmi (Rabaoui in sod. 2009). Poznali so ga že Stari Grki, saj so o njegovi prehranski vrednosti pisali že Hipokrat in drugi misleci tistega časa (Voultsiadou in sod. 2009). V zgodovini pa vrsta ni bila izkoriščena le zaradi hrane, ampak tudi za pletenje drage morske svile, ki je spredena iz bisusnih niti leščurja (Maeder 2008). Danes je leščur v Sredozemlju strogo zavarovan z Direktivo o habitatih Nature 2000 v vseh članicah Evropske unije, v Sloveniji pa je naveden na Rdečem seznamu živalskih vrst pod kategorijo ogrožen (Endangered) (Rdeči seznam mehkužcev 2002). Ogrožajo ga krčenje preferenčnih habitatov – morskih travnikov, ilegalni lov, sidranje in drugi človeški pritiski (Deudero in sod. 2015). V zadnjih letih pa mu grozi tudi neznan patogen, ki je okužil in pokončal celotne populacije na zahodni obali Sredozemlja in se je razširil že po drugih območjih v Sredozemskem morju (Vazquez-Luis in sod. 2017). Kljub zavarovanosti ga v nekaterih državah, kot je Grčija, v nekaterih restavracijah še vedno ponujajo kot specialiteto (Katsanevakis in sod. 2011).

Zaradi njegove pomembnosti v ekosistemu je potrebno populacije neprestano spremljati.

V raziskovalni nalogi bom skušala odgovoriti na naslednja raziskovalna vprašanja:

1. Kakšne so populacijske gostote leščurja na raziskovanih lokalitetah v slovenskem morju?
2. Kako se stopnja smrtnosti spreminja na različnih lokalitetah v slovenskem morju?
3. Kako je populacijska gostota povezana z naslednjimi spremenljivkami:
  - a. globino,
  - b. poraščenostjo oz. neporaščenostjo z morskimi cvetnicami.



## 2 METODE DELA

### 2.1 Zbiranje podatkov in opis vzorca

Za popis leščurjev sem uporabila videoposnetke, ki sem jih pridobila od raziskovalcev Morske biološke postaje v Piranu. Pregledovala sem posnetke transektov, narejene v letih 2007, 2009, 2010, 2014, 2016 in 2017, ki so bili pravokotni glede na obalo (v nadaljevanju vertikalni) ali vzporedni z obalo (v nadaljevanju horizontalni) (Preglednica 1).

Dolžina transekta je bila razdeljena na 5-metrse odseke,<sup>1</sup> na katerih je bila zabeležena globina. Pri pregledu posnetkov sem za vsak odsek zapisala parametre: prevladujoči tip habitata, skupno število opaženih leščurjev, število mrtvih, poležanih in poškodovanih leščurjev,<sup>2</sup> število poševnih leščurjev, število zelo majhnih,<sup>3</sup> število velikih, število poraščenih leščurjev in število leščurjev z zobci. Zabeležila sem tudi, s čim so bili leščurji poraščeni (gl. Prilogo 1). Pri zadnjem je treba upoštevati, da se na posnetkih težko razbere epibionte, zato sem v tem primeru le zapisovala večinoma najvidnejše organizme (ostrige, plaščarji, spužve, mnogoščetinci in drugo). Organizme sem beležila na območju 1 metra levo in/ali desno od traka, postavljenega na sredino vidnega polja posnetka (bočni transekti). Ponekod, predvsem pri starejših posnetkih, se je od metrskega traku videlo le približno pol metra, zato sem pri računanju površine in nadaljnjih analizah prilagodila izračun površine na pol metra oddaljenosti.

### 2.2 Obdelava podatkov

Za obdelavo podatkov sem uporabila program Microsoft Excel. Izračunala sem celotno dolžino in površino pregledanih transektov, številčnost (angl. *abundance*) opaženih leščurjev, mrtvih, poškodovanih in poležanih leščurjev (slednje tri sem v nadaljevanju združila v kategorijo »mrtvi«) ter poševnih leščurjev. Povprečno populacijsko gostoto sem izračunala tako, da sem izpovprečila število leščurjev na vseh zabeleženih odsekih. Vse vrednosti gostote sem izrazila s številom osebkov na 100 kvadratnih metrov površine (v nadaljevanju os./100 m<sup>2</sup>). Populacijske gostote na posameznih transektih za celotni vzorec sem prikazala grafično.

V nadaljevanju me je zanimalo, kako so si populacije na različnih lokalitetah med seboj različne. Pomerjala sem številčnost, povprečno gostoto, minimalno in maksimalno gostoto posameznih populacij. Značilnost razlik v številčnosti med lokacijami sem preverila s

---

<sup>1</sup> Nekateri odseki so bili tudi za 1 m krajši ali daljši. Vse spremembe v dolžini sem upoštevala pri obdelavi podatkov. Za večjo preglednost v besedilu bom v nadaljevanju govorila o 5-metrskih odsekih.

<sup>2</sup> V nadaljevanju mrtve, poležane in poškodovane leščurje združujem v kategorijo »mrtvi«.

<sup>3</sup> Velikost organizmov sem določila vizualno; osebkov nisem izmerila.

Hi-kvadrat testom ( $\chi^2$ ), stopnjo značilnosti pa z njegovo p-vrednostjo (p), ki je morala biti manjša od 0,05 (v raziskavi pa se izkazalo, da so bile v večini vrednosti celo manjše od 0,001). Prav tako sem za prikaz porazdelitve populacijskih gostot posameznih lokalitet uporabila grafikon škatla z brki. Lokalitete sem primerjala med seboj tudi po strukturi populacije, z deleži pokončnih, poševnih in mrtvih leščurjev. Delež mrtvih osebkov lahko predstavimo tudi kot stopnjo mortalitete na posamezni lokaciji. Te podatke sem povezovala s stopnjo pritiska na okolje in tako primerjala, katere lokalitete so bolj izpostavljene obremenjujočim dejavnikom.

V nadaljevanju sem ugotavljala, ali sta oddaljenost od obale in globina med seboj povezani; v primeru medsebojne povezanosti teh dveh spremenljivk sem lahko v nadaljnjih analizah uporabljala zgolj spremenljivko globina. To sem izvedla tako, da sem za vsak odsek zabeležila oddaljenost od obale in globino ter med njimi izračunala stopnjo korelacije. Za horizontalne transekte oddaljenost ni bila znana, zato sem jih iz te analize izključila.

Zanimalo me je, kako se populacijska gostota povezuje z globino. To povezanost sem grafično prikazala s točkovnim grafikonom in številčno utemeljila s Pearsonovim koeficientom korelacije ( $r^2$ ), katerega stopnjo značilnosti sem preverila s p-vrednostjo (p). Da bi ugotovila stanje gostote populacije leščurjev v odvisnosti od globine, sem v nadaljnji analizi izločila podatke z ničelnimi vrednostmi in v analizo vključila le podatke odsekov, na katerih so bili popisani osebki. Nato pa sem glede na rezultate točkovnega grafa globino razdelila na primerna območja, katerih povprečne gostote sem primerjala med sabo in tudi tako preverila povezavo gostote z globino. Z globinskimi odseki in njihovo številčnostjo sem izvedla tudi Hi-kvadrat test ( $\chi^2$ ) in ga dopolnila z njegovo p-vrednostjo (p). S tem naj bi dobila jasnejšo predstav o tem, kako se populacijska gostota spreminja v različnih območjih globine in za kakšno upadanje populacije gre.

V nadaljevanju sem preverila, ali se leščurji pojavljajo v različnih habitatih, kako se populacijska gostota spreminja med različnimi habitatih in kako se populacijska gostota v različnih habitatih spreminja glede na globino. Pri analizi različnih habitatov sem opazovane tipe razdelila v tri kategorije. Prva kategorija je morski travnik, ki vključuje vse odseke posameznih transektov, pri katerih sem zabeležila prevladujoče rastišče morskih cvetnic katerekoli vrste. V kategorijo fin substrat sem združila vse habitate, pri katerih so delci substrata manjši kot 25 cm (organski odpad, mulj, mivka, pesek in prodniki) in niso poraščeni z morskimi cvetnicami. Zadnja kategorija – skalnato dno – pa vsebuje vse habitate, kjer prevladuje trd substrat, v katerega naj bi se leščur težje zasedral (kamenje večje od 25 cm, večje skale, balvani, terase, kamnita podlaga (z razrastjo fotofilnih alg) in ki tudi ni poraščen z morskimi cvetnicami.

Najprej sem izračunala osnovno statistiko za vsak habitat posebej. To sem naredila tako, da sem vse 5-metrse odseke sortirala po habitatih in zabeležila celotno površino odsekov, številčnost leščurjev ter maksimalno globino, ki jo določen habitat dosega. Za vsak habitat

sem izračunala povprečno populacijsko gostoto iz gostot posameznih odsekov in maksimalno vrednost gostote posameznih odsekov. Porazdelitev gostot za različne habitate sem predstavila grafično.

Zanimalo me je tudi, s kakšno pogostostjo se leščurji v različnih stanjih (mrtvi, poševni, pokončni, vsi) pojavljajo v različnih habitatih. Deleže sem predstavila v razpredelnici in grafično. Pomembnost razlik v strukturi populacije v različnih habitatih sem preverila s Hi-kvadrat testom ter ga dopolnila s p-vrednostjo.

Nazadnje sem preverila, kako se med sabo povezujeta populacijska gostota na transektu in delež morskega travnika na istem transektu. Rezultate sem predstavila grafično in preverila povezanost s Pearsonovim koeficientom in izračunom stopnje značilnosti.

## 2.3 Lokalitete transektov

Vzorec zajema 53 transektov, narejenih ob slovenski obali. Ob obali Ankarana je bilo posnetih 12 transektov, ob Žusterni 3, ob Izoli 4, ob Strunjanu 8, ob Pacugu 6, ob Fiesi 2, ob Piranu 16 ter ob Portorožu in v Strunjanskih solinah en transekt (Preglednica 1 in Slika 1). Izmed vseh transektov je 15 horizontalnih – eden v Ankaranu, dva v Pacugu, devet v Piranu in trije v Strunjanu.

Preglednica 1: Lokacije analiziranih transektov (GPS koordinate in opisna lokacija) ter leto nastanka

Koda	GPS	LETO	LOKALITETA	LOKALITETA 2
MS10-1	45°32'07.7"N 13°37'33.9"E	8.7.2010	Strunjan	plaža Dobrava
MS10-2	45°31'35.8"N 13°35'17.6"E	9.7.2010	Pacug	Pacug Z
MS10-3	45°32'17.2"N 13°36'14.0"E	11.6.2010	Strunjan	skale pod strunjanskim križem
MS10-4	45°31'36.7"N 13°35'37.8"E	12.7.2010	Pacug	Pacug V
MS10-5	45°31'51.2"N 13°33'57.5"E	13.7.2010	Piran	Piran pod Punta caffè
MS10-6	45°32'01.3"N 13°38'12.8"E	14.7.2010	Strunjan	Rt v Dobravi - med Belimi skalami in Placom pod Belvederjem
MS14-1	45°31'33.1"N 13°35'22.8"E	25.7.2014	Pacug	Z del plaže Pacug
MS14-2	45°31'33.9"N 13°35'20.9"E	25.7.2014	Pacug	Z del plaže Pacug 2
MS14-3	45°31'17.2"N 13°33'58.4"E	24.7.2014	Piran	med Piranom in Fornačami, pred Barom Piranček
ANK - T1	45°35'36.08"N 13°42'26.71"E	2016	Ankaran	plaža Debeli Rtič
ANK - T2	45°35'32.43"N 13°42'16.76"E	2016	Ankaran	plaža Debeli Rtič, 200m S od ceste opazovalnega stolpa
ANK - T3	45°35'27.95"N 13°42'59.61"E	2016	Ankaran	Lazaret
ANK - T4	45°35'36.70"N 13°42'40.51"E	2016	Ankaran	plaža Lazaret
ANK - T5	45°35'3.66"N 13°42'47.05"E	2016	Ankaran	300M Z od Bara Študent proti Valdoltri
ANK - T6	45°34'56.81"N 13°43'21.02"E	2016	Ankaran	V od Bara Študent, blizu pomola
ANK - T7	45°35'24.17"N 13°42'11.99"E	2016	Ankaran	najbolj Z točka DR

Preglednica 1: Lokacije analiziranih transektov (GPS koordinate in opisna lokacija) ter leto nastanka (se nadaljuje)

Koda	GPS	LETO	LOKALITETA	LOKALITETA 2
ANK - T8	45°35'18.81"N 13°42'20.53"E	2016	Ankaran	Mladinsko Zdravilišče Debeli rtič
ANK - T9	45°34'27.82"N 13°44'8.59"E	2016	Ankaran	200m JZ od lokala Adria Lounge
ANK - T10	45°34'41.45"N 13°43'53.98"E	2016	Ankaran	100m S od bara Buenavista
MS09-1	45°31'33.9"N 13°34'59.7"E	6. 8. 2009	Fiesa	levo od hotela Barbara
MS09-2	45°31'34.8"N 13°34'42.8"E	6. 8. 2009	Fiesa	desno od pomola
MS09-3	45°32'10.2"N 13°37'20.6"E	18. 8. 2009	Strunjan	Rt Ronek
MS09-4	45°32'24.1"N 13°36'54.1"E	18. 8. 2009	Strunjan	Rt Ronek
HT2	45°32'52.7"N 13°41'41.6"E	19. 7. 2007	Žusterna	KP-Izola pozejdonka
HT3	45°32'52.9"N 13°41'47.5"E	19. 7. 2007	Žusterna	KP-Izola pozejdonka
HT4	45°32'52.9"N 13°41'52.6"E	19. 7. 2007	Žusterna	KP-Izola pozejdonka
HT5	45°32'35.4"N 13°40'34.2"E	26. 7. 2007	Izola	ob Pristaniški ulici, Merkur pod bolnišnico
HT6	45°32'31.7"N 13°40'30.6"E	26. 7. 2007	Izola	Kamp Jadranka (IZ)
HT7	45°32'30.3"N 13°39'21.4"E	26. 7. 2007	Izola	Rt Svetilnik (IZ)
HT8	45°32'31.2"N 13°39'29.3"E	26. 7. 2007	Izola	Konec Levstikove ul.(IZ)
HT10	45°31'44.4"N 13°34'21.7"E	27. 7. 2007	Piran	Pod piran.obzidjem
HT11	45°31'01.9"N 13°34'07.6"E	30. 7. 2007	Portorož	pred Grand Hotel Emona
HT12	45°31'47.1"N 13°34'09.2"E	2. 8. 2007	Piran	obala pred Župnijsko cerkvijo Sv. Jurija
HT22	45°34'57.4"N 13°43'18.4"E	29. 9. 2008	Ankaran	Valdoltra – Debeli Rtič
HT24	45°28'58.4"N 13°35'31.5"E	30. 9. 2008	Sečovlje	Fontanigge
VT1	45°31'38.1"N 13°34'00.4"E	/	Piran	Prešernovo nabrežje
VT2	45°31'39.4"N 13°33'59.9"E	/	Piran	Prešernovo nabrežje
VT3	45°31'40.3"N 13°33'59.1"E	/	Piran	Prešernovo nabrežje
VT4	45°31'41.2"N 13°33'58.3"E	/	Piran	Prešernovo nabrežje

Preglednica 1: Lokacije analiziranih transektov (GPS koordinate in opisna lokacija) ter leto nastanka (se nadaljuje)

Koda	GPS	LETO	LOKALITETA	LOKALITETA 2
VT6	45°31'38.0"N 13°33'60.0"E	/	Piran	Prešernovo nabrežje
VT7	45°31'42.0"N 13°33'57.3"E	/	Piran	Prešernovo nabrežje
VT9	45°31'42.9"N 13°33'57.1"E	/	Piran	Prešernovo nabrežje
VT10	45°31'41.8"N 13°33'58.1"E	/	Piran	Prešernovo nabrežje
VT11	45°31'40.8"N 13°33'58.8"E	/	Piran	Prešernovo nabrežje
H1	45°31'51.82"S 13°33'55.82"V	/	Piran	Piran pod Punta caffe
H2	45°31'51.82"S 13°33'55.82"V	/	Piran	Piran pod Punta caffe
H3	45°31'51.82"S 13°33'55.82"V	/	Piran	Piran pod Punta caffe
H4	45°32'17.15"S 13°36'21.33"V	/	Strunjan	skale pod strunjanskim križem
H5	45°32'17.15"S 13°36'21.33"V	/	Strunjan	skale pod strunjanskim križem
H6	45°35'14.72"S 13°42'25.78"V	/	Ankaran	zdravilišče Debeli Rtič



Slika 1: Zemljevid z natančnejšimi lokacijami (krogci) vseh analiziranih transektov – različne barve točk predstavljajo, v katero lokaliteto spadajo (vir: Google zemljevidi 2018)

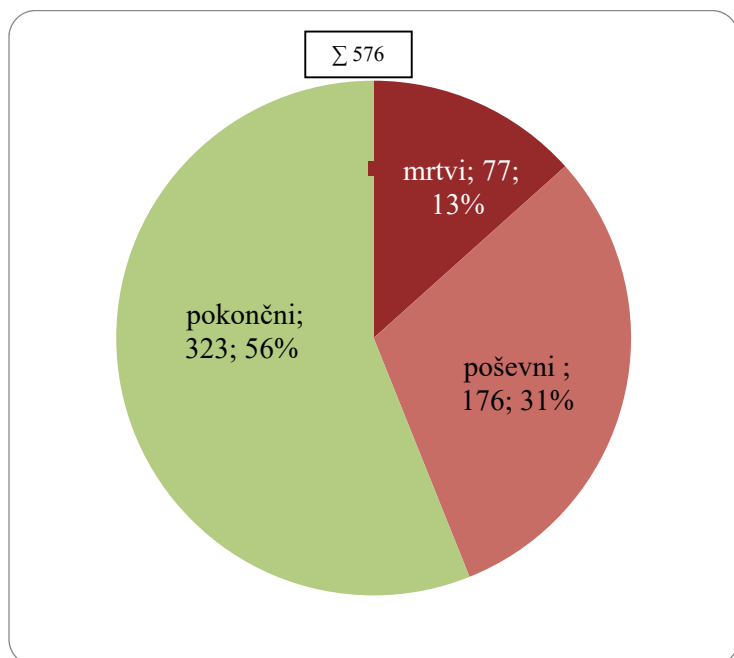
### 3 REZULTATI Z DISKUSIJO

#### 3.1 Osnovne značilnosti vzorca

Pregledala sem 53 transektov, od tega 15 horizontalnih in 38 vertikalnih. Skupaj sem pregledala 82 bočnih transektov. Skupna dolžina vseh analiziranih transektov znaša 4.255 m, skupna površina pa 6.005 m<sup>2</sup> (Razpredelnica 2). Na omenjeni površini sem našela skupno 572 leščurjev; od tega jih je spadalo 77 v kategorijo mrtvi, 176 pa v kategorijo poševni. Ostale opazovane kategorije sem združila v kategorijo »pokončni«, saj druga stanja osebkov za mojo analizo niso pomembna (Slika 2).

Preglednica 2: Osnovni podatki analize; število lokalitet, število pregledanih transektov, skupna površina ter povprečna, minimalna in maksimalna gostota

Št. lokalitet	9
Št. transektov	53
Skupna površina (m <sup>2</sup> )	6.005
Povprečna gostota (os./100 m <sup>2</sup> )	9,35
Min gostota (os./100 m <sup>2</sup> )	0
Max gostota (os./100 m <sup>2</sup> )	39



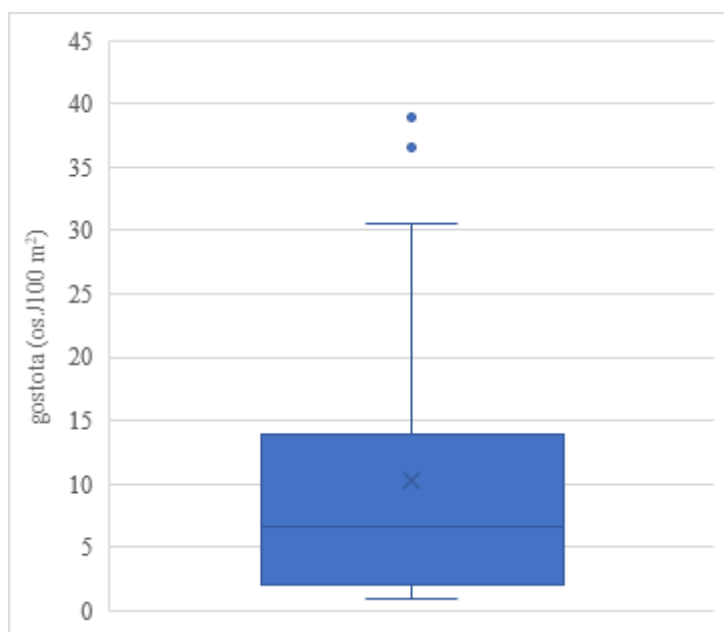
Slika 2: Deleži mrtvih, poševnih in pokončnih leščurjev v celotnem vzorcu

Slike transektov prikazujejo, da je populacijska porazdelitev gručasta (glej Prilogo 2).

### 3.1.1 Populacijska gostota

Povprečne vrednosti populacijske gostote posameznih transektov se gibljejo od 1 do 39 os./100 m<sup>2</sup>. Povprečna populacijska gostota celotne populacije leščurjev pa znaša 9,21 os./100 m<sup>2</sup>. Ker so raziskovani transekti razpršeni po celotni slovenski obali, lahko to vrednost predstavljamo kot povprečno gostoto za populacijo velikega leščurja ob slovenski obali. Ta vrednost je primerljiva s povprečno vrednostjo v Jadranskem morju, kot jo navajajo Zavodnik in sod. (1999), tj. 10 os./100 m<sup>2</sup>.

Polovica vseh vrednosti populacijskih gostot transektov (drugi in tretji kvartil skupaj) se giblje med 3 os./100 m<sup>2</sup> in 14 os./100 m<sup>2</sup> (Slika 3).



Slika 3: Škatla z brki– porazdelitev - povprečnih gostot za celotni vzorec

## 3.2 Značilnosti populacije na različnih lokalitetah

### 3.2.1 Populacijske gostote na različnih lokalitetah

Daleč največja številčnost populacije leščurjev je bila opažena v Ankaranu (445 osebkov), sledijo Piran (51 os.), Strunjan (43 os.) in Pacug (22 os.). Na ostalih lokalitetah pa je številčnost opaženih leščurjev do 5 osebkov (Razpredelnica 3). Razlike v številčnosti lokalitet so statistično značilne ( $\chi^2 = 27,63$ ,  $p < 0,001$ ).

Vse populacijske gostote posameznih transektov, večje od 20 os./ 100 m<sup>2</sup>, so bile zabeležene leta 2016 na območju zavarovanega območja Debeli Rtič, ki spada pod lokaliteto Ankaran. Največja povprečna gostota leščurjev na transektu (39 os./ 100 m<sup>2</sup>) je bila zabeležena na območju južne obale Debelega Rtiča med Barom Študent ter zdraviliščem Valdoltra.



Najvišje populacijske gostote v literaturi (z izjemo populacije Balearov; Vazquez-Luis in sod. 2014) so zabeležili večinoma ravno v Jadranskem morju (Šiletic in Peharda 2003, Prestinenzi in sod. 2011, Lipej in sod. 2012). Vrednosti, ki sem jih v moji analizi dobila v Ankaranu in Piranu, so primerljive z vrednostmi zgoraj omenjenih raziskav. Najvišje vrednosti Pacuga ter Strunjana pa so sicer tudi relativno visoke, a so bolj primerljive z vrednostmi, zabeleženimi na JV obali Španije (Richardson in sod. 1999). Vrednosti, dobljene v Fiesi, Izoli in Žusterni, pa se gibljejo okoli 1 os./100 m<sup>2</sup>.

Predvidevam, da so tako velike razlike v gostoti populacije na različnih lokalitetah povezane deloma tudi z reprezentativnostjo vzorca – s številom pregledanih transektov na določeni lokaliteti. Lokacije, na katerih sem pregledala največ transektov, so namreč ravno tiste, ki imajo največje gostote (Ankaran, Piran, Strunjan, tudi Pacug).<sup>4</sup>

Zagotovo pa je gostota populacij povezana tudi s prevladujočim habitatom transekta. V nadaljnji analizi sem preverila tudi to tezo (poglavje 3.4).

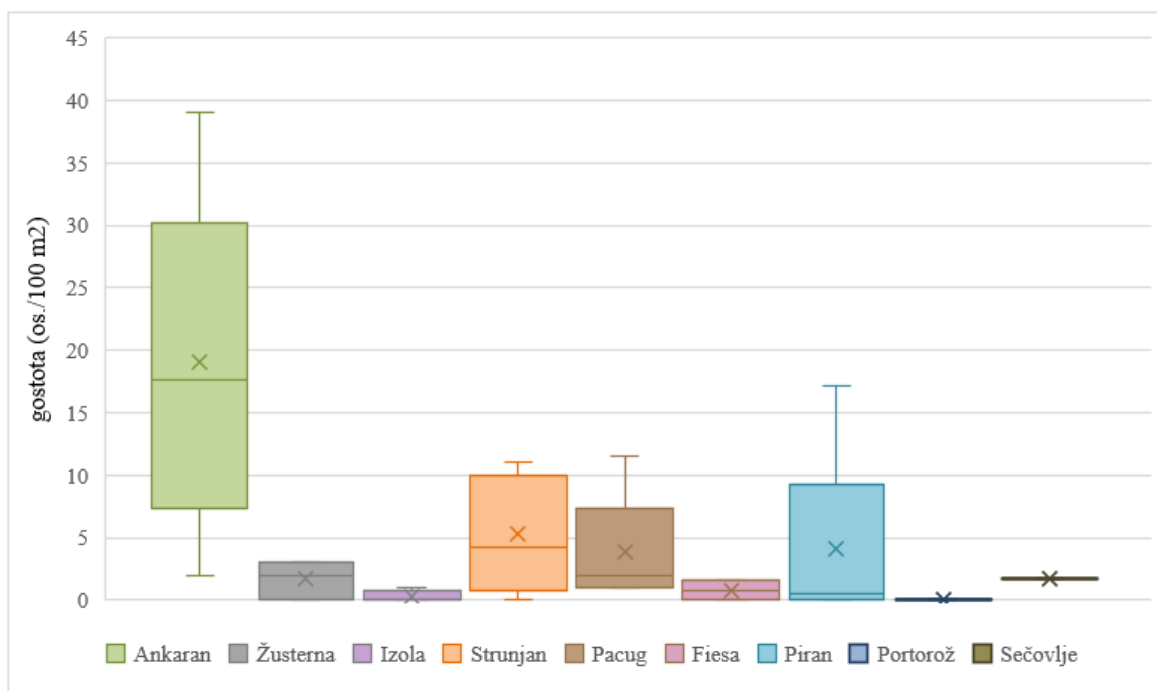
Preglednica 3: Številčnost leščurjev in vrednosti populacijske gostote na različnih lokalitetah

	Ankaran	Fiesa	Izola	Pacug	Piran	Strunjan	Žusterna	Portorož	Sečovlje
št. transektov	12	2	4	6	16	8	3	1	1
n	445	3	1	22	51	43	5	0	2
gostota (os./100 m <sup>2</sup> )	19,07	0,79	0,26	3,93	4,10	5,29	1,67	0,00	1,67
min gostota	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	-	-
max gostota	39,00	1,58	1,05	11,58	17,14	11,00	3,00	-	-

### 3.2.2 Porazdelitev vrednosti populacijskih gostot

Poleg minimalnih in maksimalnih vrednosti populacijskih gostot na posameznih lokacijah me je zanimalo tudi, kakšen je razpon gostot, ki se gibljejo v drugem in tretjem kvartilu. V Ankaranu se polovica vseh vrednosti populacijskih gostot (drugi in tretji kvartil skupaj) giblje v razponu od 7 os./100 m<sup>2</sup> do 30 os./100 m<sup>2</sup>, v Piranu od 2 os./100 m<sup>2</sup> do 14 os./100 m<sup>2</sup>, v Strunjanu od 4 os./100 m<sup>2</sup> do 10 os./100 m<sup>2</sup>, v Žusterni od 2 os./100 m<sup>2</sup> do 3 os./100 m<sup>2</sup>, v Pacugu pa od 1 os./100 m<sup>2</sup> do 7 os./100 m<sup>2</sup> (Slike 3–8). Razpršenost vrednosti gostot je nekoliko bolj simetrična v Ankaranu, Piranu in Strunjanu, manj pa v Pacugu in v Žusterni.

<sup>4</sup> V Portorožu in Strunjanu sem pregledala le en transekt, zato težko z gotovostjo trdim, da imata ti dve lokaciji skoraj ničelno povprečno gostoto; podobno tudi pri Fiesi, kjer sta bila pregledana dva transekta.



Slika 4: Škatle z brki – porazdelitev povprečnih gostot po različnih lokalitetah (od leve proti desni si sledijo Ankaran, Fiesa, Izola, Pacug, Piran, Strunjan, Žusterna, Portorož, Sečovlje)

### 3.2.3 Struktura populacije na različnih lokalitetah

Največji delež pokončnih organizmov je bil zabeležen v Fiesi in Žusterni (100%), medtem ko so bili v Izoli in Sečovljah vsi zabeleženi organizmi mrtvi ali/in poševni. V obeh primerih gre za lokalitete z najmanjšo številčnostjo populacij (in manjšo pregledanostjo območja), kar nakazuje, da je podatke smiselno primerjati le na lokalitetah, ki so primerljivo reprezentirane.

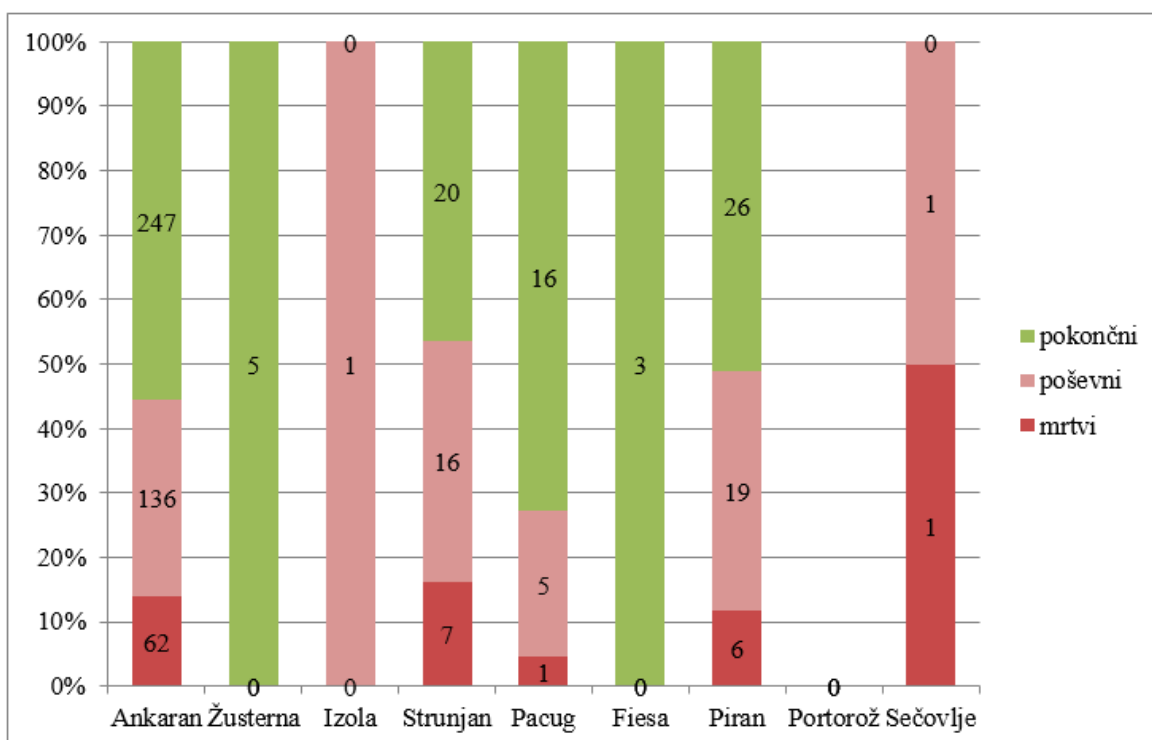
Na lokalitetah z dobro zastopanostjo/številčnostjo populacij (Ankaran, Piran, Strunjan) zasledimo zelo podobno strukturo populacije. Deleži poševnih osebkov se gibljejo okrog tretjine vseh organizmov, deleži mrtvih pa okrog 15 odstotkov. Tudi Pacug ima podobno strukturo, le da je na tej lokaliteti delež pokončnih leščurjev nekoliko večji, delež mrtvih pa manjši. Skupen delež mrtvih in poševnih organizmov na vseh štirih lokacijah zavzema kar okrog polovico populacij (Slika 9).

Struktura populacij se med različnimi lokalitetami statistično ne razlikuje ( $\chi^2 = 2,877$ ;  $p = 0,238$ ).

V Ankaranu je stopnja smrtnosti znašala 14 %, v Piranu 12 %, v Strunjanu 16 %. Navedene vrednosti so primerljive z vrednostmi na Balearskih otokih, kjer je povprečna stopnja mortalitete znašala okoli 18 % (Deudero in sod. 2015), ter v zalivu Oristano v Italiji z zabeleženo stopnjo mortalitete 14 % (Coppa in sod 2010). Vrednosti ugotovljene v pričujoči raziskavi so nizke v primerjavi s tistimi na območju vzhodne obale Španije (44 %) (Garcia-March in sod. 2007), na območju vzhodne obale Tunizije (23 % in 37 %) (Zakhama-Sraieb

in sod. 2011) ter še posebej na obalah Taranta v JV Italiji (79 %). Visoke stopnje mortalitete se povezujejo z antropogenimi pritiski (Centoducati in sod. 2007).

Glede na to, da razlike v strukturi populacije med analiziranimi lokacijami niso značilne, lahko sklepamo, da je pritisk na okolje približno enako močan. Kljub temu pa lahko izpostavimo lokaliteto Pacug kot okolje s potencialno najmanj pritiska. Pacug je namreč s podatki dobro zastopana lokacija, na kateri je bil opažen najmanjši delež mrtvih organizmov in hkrati največji delež pokončnih organizmov (v primerjavi z Ankaranom, Piranom, Strunjanom). Stopnja mortalitete na tem območju je pod 5 %.



Slika 5: Deleži pokončnih, poševnih in mrtvih leščurjev na različnih lokalitetah

### 3.3 Gostota populacije v opazovanih globinah

#### 3.3.1 Povezanost med oddaljenostjo od obale in globino

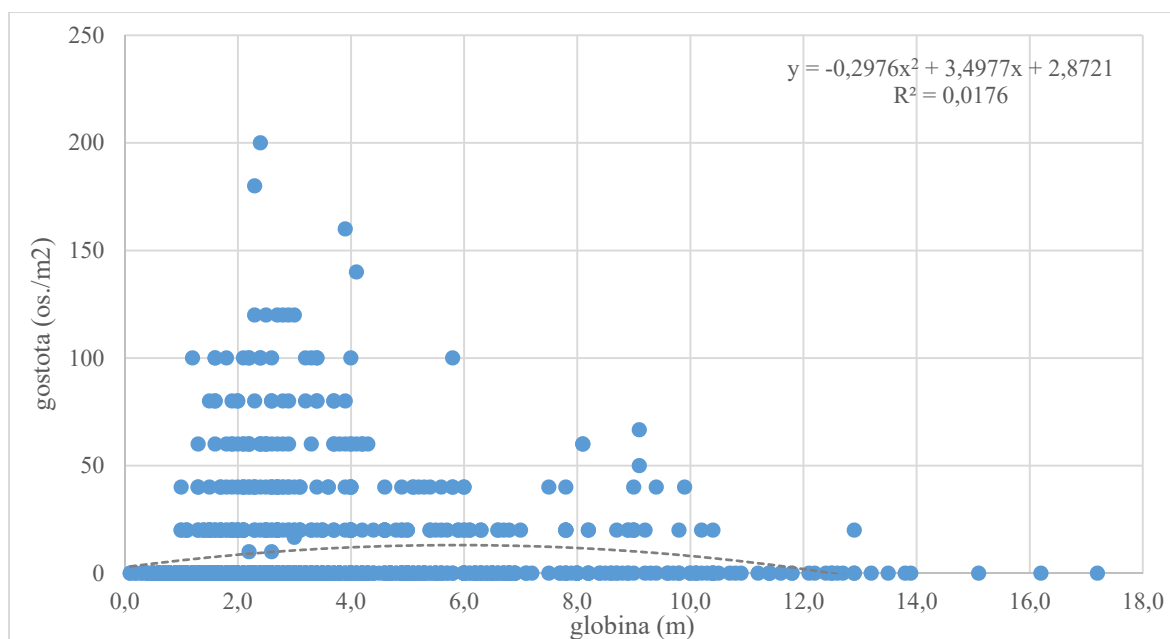
Analiza potrjuje pozitivno povezanost med navedenima spremenljivkama. Pearsonov korelacijski koeficient je pozitiven ( $r = 0,5115$ ), kar nakazuje, da se globina opazovanih transektov z oddaljenostjo povečuje. Izračun stopnje povezanosti oz. značilnosti ( $p < 0,001$ ) pa kaže zelo visoko stopnjo zaupanja, da sta navedeni spremenljivki značilno povezani. Te rezultate potemtakem lahko posplošimo na celotno opazovano območje. V nadaljevanju raziskovanja bom torej uporabljala spremenljivko »globina«.

### 3.3.2 Povezanost med gostoto populacije in globino

Na globinah do 0,9 m (Slika 10) na posnetkih ni opaženih osebkov. V globinah med 1 in 4 m se gostote populacije gibljejo med 20 do 120 os./100 m<sup>2</sup>; v globinah od 4 do 10 m pa so gostote do 60 osebkov na 100 m<sup>2</sup>. Gostote, višje od 100 os./100 m<sup>2</sup>, se nahajajo med 2,3 m in 4,1 m globine. Najvišja gostota je bila zabeležena na 2,4 m globine, in sicer 200 os./100 m<sup>2</sup> na 5-metrskem odseku morskega travnika na območju Ankarana.

Skleпам lahko, da je optimalna globina za uspevanje leščurjev v slovenskem morju od 1,6 do 6 m globine, kjer se pojavljajo gostote višje ali enake 100 os./100m<sup>2</sup>, ter da sta gostota in globina obratno sorazmerno povezani med seboj. Povezanost ni linearna, saj najprej narašča (do približno 6 m), zatem pa hitro upade do globine 12,9 m, kjer so bili zabeleženi še zadnji osebki.

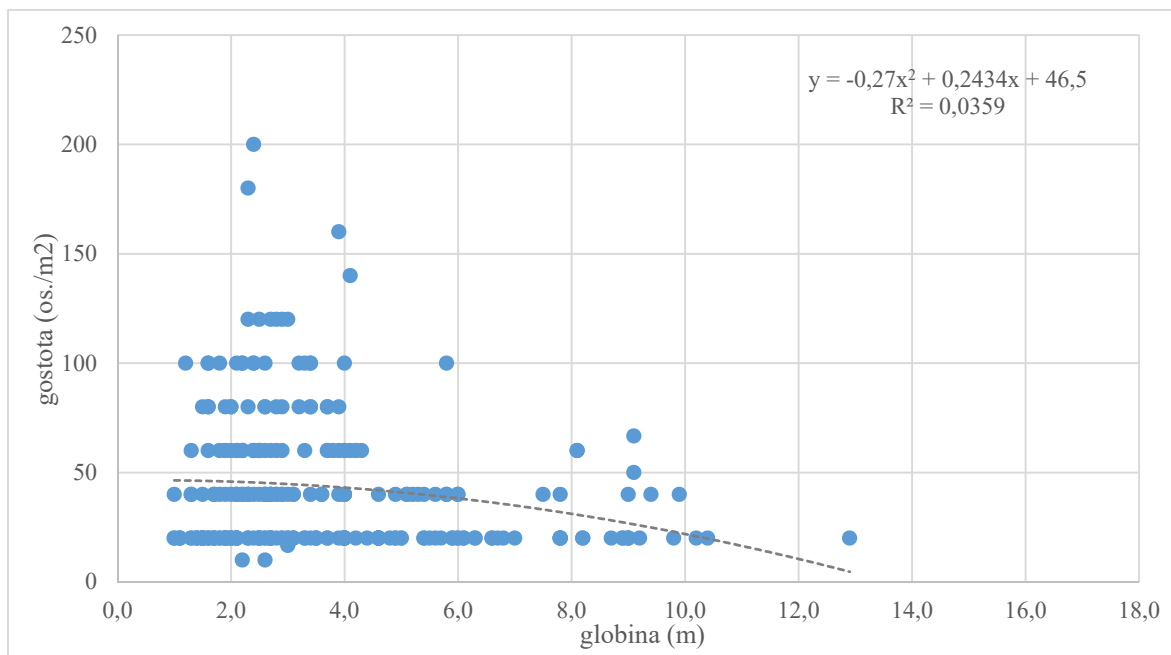
Naredila sem izračun povezanosti med gostoto populacije, vključujoč vse vrednosti gostot, vključno z ničelnimi vrednostmi (na predelih, kjer leščurjev ni bilo opaženih). Ob tej predpostavki je povezanost med obema spremenljivkama zelo nizka; korelacijski koeficient je nizek ( $r = 0,018$ ), stopnja značilnosti pa visoka ( $p < 0,001$ ).



Slika 6: Povezanost med gostoto posameznih 5-metrskih odsekov in globino

Kot je razvidno iz Slike 11, krivulja gostote populacije z globino upada. To potrjuje tudi negativna povezanost med spremenljivkama ( $r = -0,182$ ), ki je statistično značilna ( $p = 0,003$ ).

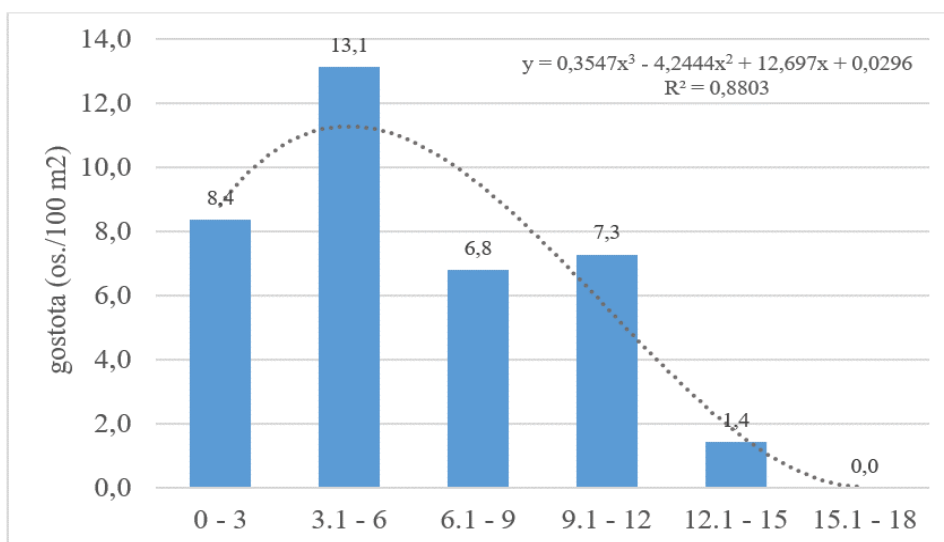
Iz navedenega lahko z visoko zanesljivostjo sklepam, da populacijska gostota z globino upada, čeprav ne gre za povsem linearno upadanje.



Slika 7: Povezanost med gostoto posameznih 5-metrskih odsekov in globino (brez ničelnih vrednosti)

### 3.3.2.1 Gostota po območjih globine

Povprečna gostota vrednosti posameznih odsekov je najvišja med 3 m in 6 m, plitveje od 3 m globine in globlje od 6 m pa je gostota populacije nižja (Slika 12). Tudi ta analiza potrjuje predhodne rezultate, da se število leščurjev postopno zvišuje, zatem pa – v globinah pod 6 m – začne upadati. Te trditve potrjuje tudi izračun statistične povezanosti, ki kaže, da so razlike v populacijah različnih globinskih pasov značilne.



Slika 8: Povprečna populacijska gostota po globinskih pasovih

### 3.4 Značilnosti populacije na različnih habitatih

#### 3.4.1 Povezanost populacijske gostote s tipom habitata

Analiza števila osebkov glede na habitat (Razpredelnica 4) kaže, da je povprečna gostota leščurjev na travnatih površinah nekaj več kot 22 osebkov/100 m<sup>2</sup>, medtem ko je na površinah finega substrata in na skalnatem dnu gostota podobna, in sicer znaša povprečno nekaj več kot 4 os./100 m<sup>2</sup> (Razpredelnica 4). Na travnatih površinah so torej osebkovi več kot petkrat pogosteje zastopani kot na ostalih površinah.

Maksimalne vrednosti gostot posameznih odsekov so na vseh habitatih večje ali enake 100 os./100 m<sup>2</sup>; v Ankaranu dosežejo 200 os./100 m<sup>2</sup>. Vse gostote posameznih odsekov, ki so večje ali enake od 100 os./100 m<sup>2</sup>, se prav tako nahajajo na območju Ankarana, velika večina teh na travnatih površinah. Zanimivo je, da se druga najvišja maksimalna gostota (180 os./100 m<sup>2</sup>) nahaja na skalnatem dnu, vendar velja izpostaviti, da se obe omenjeni dve vrednosti nahajata na dveh zaporednih odsekih istega transeka v Ankaranu, na globini od 2,1 do 2,4 m. Dejstvo, da je bila druga najvišja gostota zabeležena na skalnatem dnu, nakazuje na podoben zaključek, kot so ga zapisali Addis in sodelavci (2009) v svoji študiji na Sardiniji, kjer je bila največja populacijska gostota zabeležena na netravnatih površini; populacijska gostota torej ni pogojena zgolj s habitatom uspevanja, temveč nanjo močno vplivajo tudi številni drugi dejavniki, kot jih opisujejo Deudero in sod. (2015).

Razlike med gostotami populacije na različnih habitatih so značilne ( $\chi^2=398,84$ ;  $p < 0,001$ ). Različni habitatni torej predstavljajo različno ugodno okolje za uspevanje populacije. Na osnovi naših rezultatov lahko nedvoumno zaključim, da je morski travnik najbolj ugoden habitat za uspevanje velikega leščurja, kljub ugodnosti tudi ostalih habitatov. Ugotovitev sovпада z rezultati in sklepi drugih primerjalnih analiz, ki so na travnatih površinah zabeležile višje populacijske gostote, kot na drugih habitatih (Coppa in sod. 2010, Šiletić in Peharda 2003, Vazquez-Luis in sod. 2014).

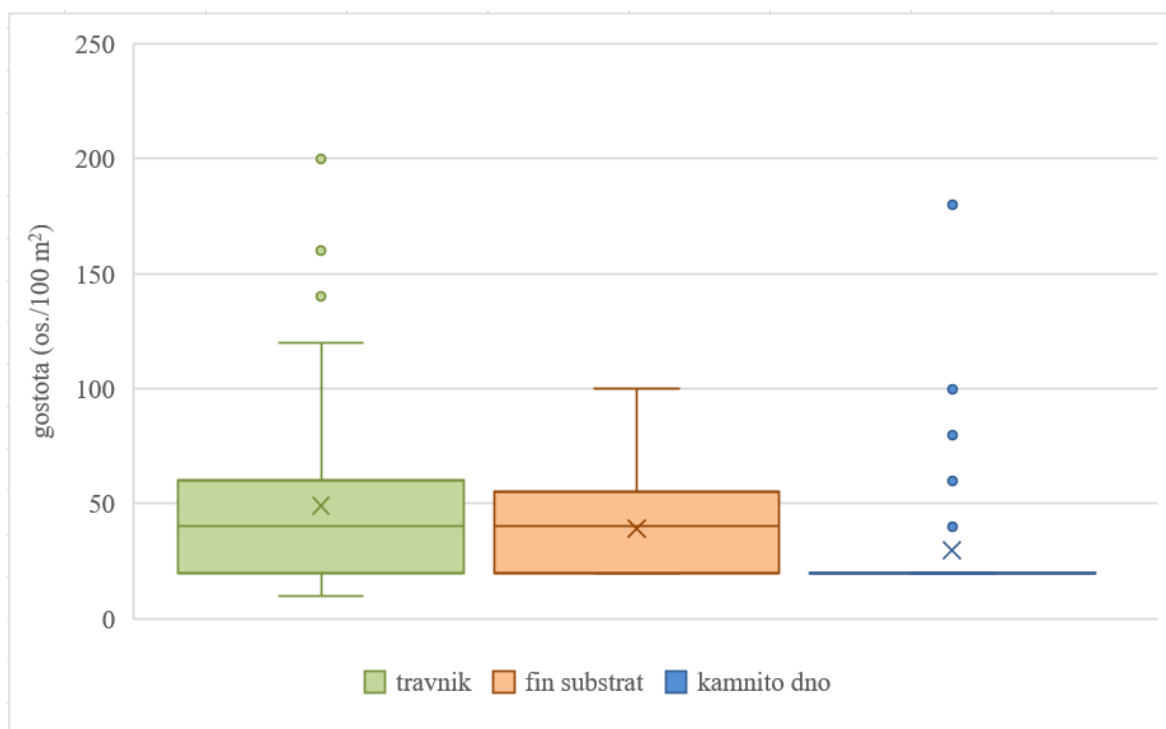
Preglednica 4: Največja globina, površina, številčnost in gostota leščurjev na posameznih habitatih

	Max glob.	Površina	n	Gostota (os./100 m <sup>2</sup> )
Morski travnik	8,2	1717	376	22,45
Fin substrat	17,2	1998	99	4,52
Skalnat dno	12,4	2425	101	4,06

#### 3.4.2 Porazdelitev populacijskih gostot v različnih habitatih

Prikazi »škattla z brki« (Slike 13–15) kažejo asimetrične porazdelitve gostot. Polovica vrednosti gostot posameznih odsekov (drugi in tretji kvartil skupaj) se na travnatih površinah giblje med 20 os./100 m<sup>2</sup> in 60 os./100 m<sup>2</sup>, na območjih finega substrata, neporaščena z morskimi cvetnicami, med 20 os./100 m<sup>2</sup> in 51 os./100 m<sup>2</sup>, na območjih skalnatega dna pa

je večina vrednosti gostot posameznih odsekov 20 os./100 m<sup>2</sup>, kar pomeni, da je bil na enem odseku zabeležen le en osebek.



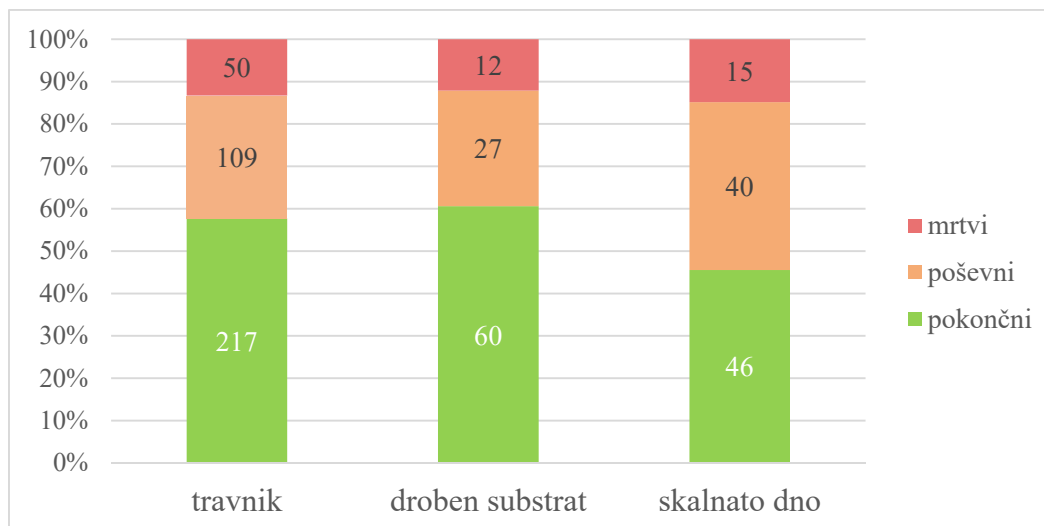
Slika 9: Škatla z brki - porazdelitev gostot 5-metrskih odsekov na različnih habitatih

### 3.4.3 Struktura populacije v različnih habitatih

Deleži mrtvih, poševnih in pokončnih organizmov na travnati površini so si zelo podobni (skupaj dosegajo dve petini osebkov), na skalnatem dnu pa je delež mrtvih in poševnih osebkov nekoliko večji (skupaj nekaj več kot polovica osebkov) (Preglednica 5 in Slika 16). Razlike v omenjenih deležih niso značilne ( $\chi^2=3,36$ ,  $p=0,186$ ).

Preglednica 5: Števila in deleži mrtvih, poševnih in pokončnih leščurjev v posameznih habitatih

		Morski travnik	Fin substrat	Skalnato dno	n
Mrtvi	n	50	12	15	77
	%	13,3	12,1	14,9	
Poševni	n	109	27	40	176
	%	29,0	27,3	39,6	
Pokončni	n	217	60	46	323
	%	57,7	60,6	45,5	
Skupaj	n	376	99	101	576

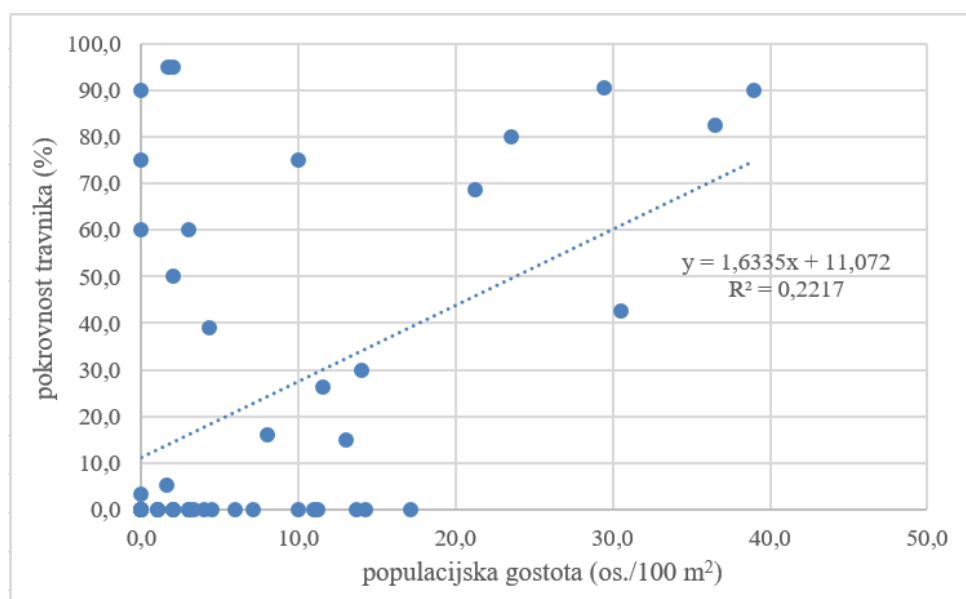


Slika 10: Deleži mrtvih, poševnih in pokončnih leščurjev v posameznih habitatih

### 3.4.4 Povezanost gostote leščurjev z deležem travnate površine

Slika 17 prikazuje trend naraščanja populacijske gostote z naraščanjem deleža morskega travnika na posameznem transektu. Vrednosti populacijske gostote pri večini transektov naraščajo z deležem travnate površine, kar kažeta tudi pozitiven korelacijski koeficient ( $r^2=0,470$ ) in visoka stopnja značilnosti ( $p < 0,001$ ). Nekatere vrednosti transektov kljub srednje visoki korelaciji tudi zelo odstopajo od trendne črte. Med takšnimi izjemami zasledimo nekaj transektov z visokim deležem travnatih površin in nizko populacijsko gostoto, vendar so ti v manjšini. Pomembno je izpostaviti, da v transektih z zelo nizkimi deleži travnatih površin ni velikih populacijskih gostot, kar potrjuje predhodne rezultate. Pri transektih brez travnatih površin zasledimo gostote do 17 os./100 m<sup>2</sup>.

Tudi na osnovi teh ugotovitev lahko sklepam, da je poraščenost substrata z morskimi cvetnicami eden od ključnih dejavnikov za ugodno uspevanje populacij velikega leščurja.



Slika 11: Povezanost populacijske gostote od pokrovnosti travnika na posameznem transektu



## 4 ZAKLJUČEK

V zaključku naloge naj najprej na kratko povzamem ugotovitve kot odgovore na raziskovalna vprašanja.

- Populacijske gostote velikega leščurja (*Pinna nobilis*) so se v obdobju od 2007 do 2017 gibale med 1 in 39 osebkov na 100 m<sup>2</sup>. Najgostejše populacije so na območju Ankarana, ki je tudi dobro pokrit s travniki morskih cvetnic.
- Stopnja smrtnosti na nobeni lokaciji ni presegla 16 %. Med pregledanimi lokacijami po slovenski obali se pritisk ne spreminja značilno.
- Najbolj ugodna globina za populacije leščurja na slovenski obali je med 1,6 in 6 m globine, najbolj ugoden habitat za uspevanje pa je travnik morskih cvetnic.

V nadaljevanju razprave ugotovitve o populacijski gostoti in smrtnosti povezujem z ugotovitvami moje in drugih študij o dejavnikih, ki so povezani s populacijo leščurjev.

Ta študija nedvomno nakazuje Ankaran kot lokaliteto, ki izstopa glede na več parametrov. Večina lokalitete Ankaran se nahaja na območju Krajinskega parka Debeli Rtič. Tu so bile namreč zabeležene najvišje vrednosti populacijskih gostot, ki močno presegajo povprečno populacijsko gostoto velikega leščurja v morju ob slovenski obali, tj. okrog 9 osebkov na 100 m<sup>2</sup>. Na Debelem Rtiču smo zabeležili najvišje povprečne gostote posameznih odsekov, najvišje populacijske gostote transektov ter največjo številčnost in povprečno gostoto med vsemi raziskovanimi lokacijami. Abundanca populacije je v Ankaranu skoraj desetkrat večja kot v Piranu in Strunjanu, ki sta lokaciji s srednje visokimi populacijskimi gostotami.

Visoke populacijske gostote leščurja na omenjenih lokacijah je mogoče z veliko gotovostjo povezati z njihovim varstvenim statusom, saj je na teh območjih človeška aktivnost bolj spremljana in nadzorovana. Še najbolj je za populacije leščurjev pomembna prepoved plutja in sidranja na teh območjih (Francour in sod. 1999, Milazzo in sod. 2004, Montefalcone in sod. 2008, Lipej in sod. 2012, Hendriks in sod. 2013, Vazquez-Luis in sod. 2015). Kot sem predvidevala, je tudi pričujoča raziskava potrdila, da so populacije leščurjev na zavarovanih območjih večje kot populacije na bolj izpostavljenih lokalitetah. Najvišje številčnosti lokalitet so bile ravno v Ankaranu, Strunjanu in Piranu, ki so območja s statusom zavarovanega območja. Veliki deli Strunjana in Ankarana so zavarovani kot krajinski park, Rt Madona v Piranu pa je kvalificiran kot naravni spomenik. Podobno ugotavljajo druge študije; največje populacijske gostote zabeležene v literaturi so bile prav v zavarovanih območjih; na primer slana jezera na Mljetu (Hrvaška) (Šiletić in Peharda 2003) ter Jezero Vouligameni (Grčija) (Katsanevakis 2005), Morski rezervat Miramare (Italija) (Prestinenzi in sod. 2011), zavarovana območja Balearov (Vazquez-Luis in sod. 2014) ter v slovenskem morju v Strunjanu (Lipej in sod. 2012).

Dejstvo, da zavarovanost območja vpliva na stanje populacije, potrjuje na drugi strani tudi nizka stopnja ugotovljene mortalitete na preučevanih lokacijah naše obale; Ankaranu, Piranu in Strunjanu se v tem pogledu pridruži še Pacug. Na prvih treh območjih stopnja mortalitete ni preseгла 16 %; ali drugače, le 1/6 zabeleženih osebkov je bilo mrtvih. Kljub temu, da ni bilo značilnih razlik v smrtnosti med lokalitetami, kjer so se leščurji pojavljali v večji meri, je Pacug tu izjema z manj kot 5-odstotno stopnjo smrtnosti. Vsekakor pa so dobljene vrednosti glede na predhodne raziskave (Centoducati in sod. 2007, Garcia-March in sod. 2007, Coppa in sod 2010, Zakhama-Sraieb in sod. 2011, Deudero in sod. 2015), med nižjimi v Sredozemskem morju. Navedene primerjave so pokazatelj dobre ohranjenosti slovenske populacije leščurjev in obenem pokazatelj majhne stopnje obremenitve.

Iz majhne stopnje smrtnosti na zavarovanih območjih bi lahko sklepali, da je stopnja smrtnosti povezana s količino antropogenih vplivov, saj vemo, da so slednji na zaščitenih območjih močno zmanjšani zaradi večjega nadzora in regulacij. Kljub temu pa te trditve ne morem podpreti s konkretnimi dokazi. Razlogi za poškodbe ali smrt organizmov so številčni in različni, kot na primer ilegalni lov (Katsanevakis 2007), sidranje, močno delovanje valov in rekreacijsko potapljanje (Deudero in sod. 2015). Kvalitativne študije različnih dejavnikov smrtnosti nisem izvedla, zato stopnje smrtnosti ne morem neposredno povezati s količino antropogenih pritiskov.

Na visoke vrednosti populacijskih gostot zagotovo vpliva tudi tip habitata. Kljub temu, da populacijska gostota ni pogojena le zgolj s habitatom uspevanja (Katsanevakis 2005, Addis in sod. 2009), večina raziskav ugotavlja, da so morski travniki preferenčni habitat za populacije leščurjev (Richardson in sod. 1999, Šiletić in Peharda 2003, Rabaoui in Ben Hassine 2008, Coppa in sod. 2010, Prestinenzi in sod. 2011, Vazquez-Luis in sod. 2014). Tudi rezultati te analize potrjujejo predpostavko, da je poraščenost substrata z morskimi cvetnicami eden od ključnih dejavnikov za ugodno uspevanje populacij velikega leščurja; visoka populacijska gostota transekta je bila značilno povezana z visokim deležem travnate površine na njem. Tudi primerjava povprečnih gostot med travnikom, finim substratom in skalnato podlago kaže, da je na travnati površini zabeležena značilno najvišja vrednost. Tudi s temi rezultati lahko dodatno pojasnimo visoko populacijsko gostoto v Ankaranu; na območju Debelega Rtiča so bila namreč področja dobro ohranjenih travnikov kolenčaste cimodoceje. Tudi v tej raziskavi je imela velika večina transektov z visokimi gostotami velik delež travnika. Z veliko gotovostjo lahko torej zaključim, da je morski travnik najbolj ugoden habitat za uspevanje populacij velikega leščurja.

Pomembnost travnikov za leščurja lahko povežemo tudi z globino uspevanja in povezanostjo gostote z globino. Relativno visoke vrednosti gostote se prenehajo na območju globine med 8 in 10 m globine, kar je verjetno povezano s prevladujočim tipom substrata v Tržaškem zalivu; veliko večino površine (98 %) slednjega namreč pokriva sedimentno dno. Sedimenti bližje obal so praviloma finejši; prevladujejo mulj ali drobní peski (Orožen Adamič 2002),

ki pa so manj primerni za leščurje in druge organizme; predvidoma zaradi velike količine suspendiranih anorganskih delcev v vodi, ki otežujejo respiracijo (Centoducati in sod. 2007).

Sicer pa je na osnovi raziskovanja sklepati, da so najbolj optimalna območja za uspevanje leščurjev v morju ob slovenski obali nahajajo med 1,6 in 6 m globine, pri čemer do globine 2,4 m gostota populacije narašča, nato pa začne upadati do zadnjih zabeleženih osebkov na globini 12,9 m.

V zaključku razprave naj kritično izpostavim še nekatere omejitve in prednosti uporabljene metode raziskovanja. Med prednostmi uporabljene metode videoposnetkov bi izpostavila zlasti dejstvo, da je bil s posnetki zajet relativno velik del slovenske obale. Vendar pa ne enako reprezentativno; v analizi so bile prepoznane tudi posamezne lokalitete, ki so bile očitno slabše pregledane z videoposnetki. Zato so bile kompleksnejše analize in zaključki te naloge povečini izvedeni na podlagi reprezentativnih lokalitet z večjo pokritostjo. Med omejitvami navedenega raziskovalnega pristopa bi izpostavila tudi široko – desetletno – časovno obdobje snemanja. Celotno območje Ankarana je bilo posneto v relativno nedavnem obdobju, v letu 2016; posledično so zato videoposnetki boljše kvalitete, hkrati ter odražajo stanje po veliki eksploziji populacije leščurjev na slovenski obali. Predvidevam, da je bila populacija v nedavnih letih na posnetkih boljše zaznana, obenem pa tudi dejansko večja.

Zaključujem s predlogi za morebitno nadaljnje raziskovanje. Menim, da bi bilo zanimivo raziskati, kako se populacijska gostota spreminja skozi čas – ob hkratnem spremljanju dejavnikov, ki nanjo vplivajo oz. so z njo povezani. To bi bilo mogoče s študijo, zasnovano na način »prej – potem«, v kateri bi primerjali populacijske gostote iste lokalitete v večjih časovnih obdobjih.

Zanimivo je, da se visoke populacijske gostote leščurja pojavljajo tudi na območjih manjše slanosti, kot so Tržaški zaliv (v deževnem obdobju) in slana jezera (Prestinenzi in sod. 2011, Šiletić in Peharda 2003, Katsanevakis 2005, Lipej in sod. 2012). Mogoče tudi slanost vpliva na rast in uspešnost populacije leščurjev; morda pa je zaprtost in nepretočnost jezer ter s tem evtrofičnost ključni dejavnik. Smiselno bi bilo raziskati populacijsko gostoto na dveh primerljivih območjih (z istim tipom habitata in ničelnim vplivom sidranja) pri katerih je eno evtrofično, drugo pa oligotrofično.

## 5 LITERATURA IN VIRI

- 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.
- Alomar C., Vázquez-Luis M., Magraner K., Lozano L., 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.
- ARSO. Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Uradni list RS, št. 82/02 in 42/10). Rdeči seznam mehkužcev (Mollusca). 09.10.2002
- Batelli C., Furlan P. 2018. Priročnik za spoznavanje življenja v obalnem morju na območju Debelega rtiča. Ljubljana: Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport.
- Berden M., Vukovič A. 1995. Umetno naseljevanje morske trave pozejdonke (*Posidonia oceanica* (L.) Delile) v slovenskem obalnem morju. *Annales* 7: 47-50.
- Biljajac A. 2017. Repopulacija plemenite periske *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 u priobalju Rovinja. Zaključna naloga, Sveučilište Juraja Dobrile u Puli.
- Cabanellas-Reboredo M., Deudero S., Alos J., Valencia J.M., March D., Hendriks E. I., Alvarez E. 2009. Recruitment of *Pinna nobilis* (Mollusca: Bivalvia) on artificial structures. *Marine Biodiversity Records* 2: 1-5.
- Cabanellas-Reboredo M., Blanco A., Deudero S., Tejada S. 2010. Effects of the invasive macroalga *Lophocladia lallemandii* on the diet and trophism of *Pinna nobilis* (Mollusca: Bivalvia) and its guests *Pontonia pinnophylax* and *Nepinnotheres pinnotheres* (Crustacea: Decapoda). *Scientia Marina* 74(1): 101-110.
- Centoducati G., Tarsitano E., Bottalico A., Marvilli M., Lai O.R., Crecenzo G. 2007. Monitoring of the Endangered *Pinna nobilis* Linné, 1758 in the Mar Grande of Taranto (Ionian Sea, Italy). *Environ. Monit. Assess.* 131: 339–347.
- Coltman W.D., O'Donoghue P., Jorgenson T.J., Hogg T.J., Strobeck C., Festa-Bianchet M. 2003. Undesirable evolutionary consequences of trophy hunting. *Nature* 426: 655-658.
- Coppa S., Guala I., De Lucia G.A., Massaro G., Bressan M. 2010. Density and distribution patterns of the endangered species *Pinna nobilis* within a *Posidonia oceanica* meadow in the Gulf of Oristano (Italy). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90(5): 885–894.

Corriero G., Pronzato R. 1987. Epibiotic sponges on the bivalve *Pinna nobilis*. Marine ecology – progress series 35: 75-82.

Coll M., Piroddi C., Steenbeek J., Kaschner K., Ben Lais Lasram F., Aguzzi J., Ballesteros E., Bianchi C.N., Corbera J., Dailianis T., Danovaro R., Estrada M., Frogia C., Galil B.S., Gasol J.M., Gertwagen R., Gil J., Guilhanumon F., Kesner-Reyes K., Kitsos A.-S., Koukouras A., Lampadariou N., Laxamana E., Lopez-Fe de la Cuadra C.M., Lotze H.K., Martin D., Mouillot D., Oro D., Raicevich S., Rius-Barile J., Saiz-Salinas J.I., San Vicente C., Somot S., Templado J., Turon X., Vafidis D., Villaneueva R., Voultziadou E. 2010. The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. Mediterranean Marine Diversity 5(8): 1-334.

Davenport J., Ezgeta-Balić D., Peharda M., Skejić S., Nincević-Gladan Ž., Matijević S. 2011. Size-differential feeding in *Pinna nobilis* L. (Mollusca: Bivalvia): Exploitation of detritus, phytoplankton and zooplankton. Estuarine, Coastal and Shelf Science 92: 246-254.

De Gaulejac B., Henry M., Vincente 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.

Deudero S, Vázquez-Luis M, Álvarez E. 2015. Human Stressors Are Driving Coastal Benthic Long-Lived Sessile Fan Mussel *Pinna nobilis* Population Structure More than Environmental Stressors. PLoS ONE 10(7): e0134530.

Deudero S., Grau A., Vazueez-Luis M., Alvarez E., Alomari C., Hendriks I. E. 2017. Reproductive investment of the pen shell *Pinna nobilis* (Bivalvia, Pinnidae) Linnaeus, 1758 in Cabrera National Park, Spain. Mediterranean Marine 18/2: 271-284.

Duarte C.M., Benavent E., Sanchez M.C. 1999. The microcosm of particles within seagrass *Posidonia oceanica* canopies. Marine Ecology Progress Series 181: 289-295.

Elton C.S. 1958. The Ecology of Invasions by Animals and Plants. Boston, Massachusetts, Springer. 94-108.

Francour P., Ganteaume A., Poulain M. 1999. Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean Sea). Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems 9: 391–400

Garcia-March J.R. 2005. Aportaciones al conocimiento de la Biología de *Pinna nobilis* Linneo, 1758 (Mollusca: Bivalvia) en el litoral mediterráneo Iberico. University of Valencia: 332.

Garcia-March J.R., Ma´rquez-Aliaga A. 2007. *Pinna nobilis* L., 1758 age determination by internal shell register. Marine Biology 151: 1077–1085.

García-March J.R., Pérez-Rojas L., García-Carrascosa A.M. 2017. Influence of hydrodynamic forces on population structure of *Pinna nobilis* L., 1758 (Mollusca: Bivalvia): The critical combination of drag force, water depth, shell size and orientation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 342: 202–212.

Giacobbe S. 2002. Epibiontic mollusc communities on *Pinna nobilis* L. (Bivalvia, Mollusca). *Journal of Natural History* 36: 1385-1396.

Google Zemljevidi. 2018. *Royal Roads University*, <https://www.google.com/maps/@45.532465,13.6601716,12z> (4.8. 2018 ob 18:04).

Hendriks E.I., Tenan S., Tavecchia G., Marbà N., Jordà G., Deudero S., Álvarez E., Duarte C.M. 2013. Boat anchoring impacts coastal populations of the pen shell, the largest bivalve in the Mediterranean. *Biological Conservation* 160: 105-113.

Katsanevakis S. 2005. Population ecology of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* in a marine lake. *Endangered Species Research* 1: 1-9.

Katsanevakis S. 2007. Growth and mortality rates of the fan mussel *Pinna nobilis* in Lake Vouliagmeni (Korinthiakos Gulf, Greece): a generalized additive modelling approach. *Marine Biology* 152(6): 1319-1331.

Katsanevakis S., Thessalou-Legaki M. 2009. Spatial distribution, abundance and habitat use of the protected fan mussel *Pinna nobilis* in Souda Bay, Crete. *Aquatic Biology* 8: 45-54.

Katsanevakis S., Poursandidis D., Issaris Y., Panou A., Petza D., Vassilopoulou V., Chaldaïou I. 2011. "Protected" marine shelled molluscs: thriving in Greek seafood restaurants. *Mediterranean Marine Science* 12(2): 429-438.

Kennedy H., Richardson C.A., Duarte C.M., Kennedy D.P. 2001. Diet and association of *Pontonia pinnophylax* occurring in *Pinna nobilis*: insights from stable isotope analysis. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 81:177-178.

Kluser S., Giuliani G., De Bono A., Peduzzi P. 2014. *Caulerpa taxifolia*, a growing menace for the temperate marine environment. UNEP, [http://www.grid.unep.ch/products/3\\_Reports/ew\\_caulerpa.en.pdf](http://www.grid.unep.ch/products/3_Reports/ew_caulerpa.en.pdf) (25.6. 2018 ob 10:40).

Lipej, L., Mavrič, B. & M. Orlando Bonaca (2012). Zaključno poročilo o projektu. Opredelitev stanja populacij leščurja in morskega datlja ter habitatnih tipov morski travniki in podmorski grebeni v Naravnem rezervatu Strunjan in priporočila za usmerjanje obiska morskega dela rezervata. Poročila MBP, str. 1-49.

Maeder F. 2008. La producción de bienes de consumo en la Antigüedad. Sea-silk in Aquincum: First production proof in antiquity. University in Valencia: 109-118.

Milazzo M., Badalamenti F., Ceccherelli G., Chemello R. 2004. Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean): effect of anchor types in different anchoring stages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 299: 51 – 62.

Montefalcone M., Chiantore M., Lanzone A., Morri C., Albertelli G., Bianchi C.N. 2008. BACI design reveals the decline of the seagrass *Posidonia oceanica* induced by anchoring. *Marine Pollution Bulletin* 56 (9): 1637-1645.

Orožen Adamič M. 2002. Geomorfološke značilnosti Tržaškega zaliva in obrobja. *Dela* 18: 143-155.

Plečaš D. 2017. Epibionti na plemenitoy periski (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758; Mollusca: Bivalvia). Zaključna naloga, Univerza v Zagrebu.

Prestinenzi G., Ciriaco S., Del Piero D., Tempesta M. 2011. *Pinna nobilis* L., 1785 (Mollusca, Bivalvia) population dynamics and structure within the Miramare marine protected area (Gulf of Trieste). *Varstvo narave Suppl.* 1.

Rabaoui L., Tlig-Zouari S., Ben Hassine O.K. 2008. Distribution and habitat of the fan mussel *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Bivalvia) along the northern and eastern Tunisian coasts. *Cahiers de Biologie Marine* 49: 67-78.

Rabaoui L., Tlig-Zouari S., Consentino A., Ben Hassine O.K. 2009. Associated fauna of the fan shell *Pinna nobilis* (Mollusca: Bivalvia) in the northern and eastern Tunisian coasts. *Scienta Marina* 73: 129-141.

Rabaoui L., Belgacem W., Ismail D.B., Mansour L., Tlig-Zouari S. 2015. Engineering effect of *Pinna nobilis* shells on benthic communities. *Oceanologia* 25: 1-10.

Richardson C.A., Kennedy H., Duarte C.M., Kennedy D.P., Proud S.V. 1999. Age and growth of the fan mussel *Pinna nobilis* from south-east. *Marine Biology* 133 (2): 205-212.

Rubino F., Fanelli G. 2018. Relocation of *Pinna nobilis* (Mollusca, Bivalvia), an important component of best practices to maintain biodiversity in endangered marine coastal areas. *Geophysical Research Abstracts* 20.

Šiletič T., Peharda M. 2003. Population study of the fan shell *Pinna nobilis* L. in Malo and Veliko Jezero of the Mljet National Park (Adriatic sea). *Scienta Marina* 67(1): 91-98.

Šuligoj B. 2014. Leščurji vračajo udarec, človek pa z njimi nežno. Delo <https://www.delo.si/novice/slovenija/lescurji-vracajo-udarec-clovek-pa-z-njimi-nezno.html> (23. maj 2016 ob 23.12)

Šuligoj B. 2017. Okoljska akcija: Največje presajanje leščurjev doslej. Delo. <https://www.delo.si/novice/slovenija/najvecje-presajanje-lescurjev-doslej.html> (18. maj 2017 ob 00.58)

Theodorou J.A., James R., Tzovenis I., Hellio C. 2015. The Recruitment of the Endangered Fan Mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) on the Ropes of a Mediterranean Mussel Long Line Farm. *Journal of Shellfish Research* 34(2): 409–414.

Vafidis D., Antoniadou C., Voultziadou E., Chintiroglou C. 2014. Population structure of the protected fan mussel *Pinna nobilis* in the south Aegean Sea (eastern Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 94(4): 787–796.

Vazquez-Luis M., March D., Alvarez E., Alvarez-Berastegui D., Deudero S. 2014b. Spatial distribution modelling of the endangered bivalve *Pinna nobilis* in a Marine Protected Area. *Mediterranean Marine Science* 15(3): 626-634.

Vazquez-Luis M., Borg A.J., Morell C., Banach-Esteve G., Deudero S. 2015. Influence of boat anchoring on *Pinna nobilis*: a field experiment using mimic units. *Marine and Freshwater Research* 66: 786–794.

Voultziadou E., Koutsoubas D., Achparaki M. 2009. Bivalve mollusc exploitation in Mediterranean coastal communities: an historical approach. *Journal of Biological Research-Thessaloniki* 12: 00 – 00.

World Register of Marine Species, <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=140780> (11. oktober 2017 ob 13:50)

Zavodnik D., Hrs-Brenko M., Legac M. 1991. Synopsis on the fan shell *Pinna nobilis* L. in the eastern Adriatic sea. *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*, GIS Posidonie publ.: 169-178.

Zakhama-Sraieb R., Sghaier Y. R., Omrane A., Charfi-Cheikhrouha F. 2011. Density and population structure of *Pinna nobilis* (Mollusca, Bivalvia) in the Ghar El Mehl Lagoon (NE Tunisia). *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer* 38: 65-71.

Zakonodaja Nature 2000. Direktiva o habitatih. <http://www.natura2000.si/o-naturi-2000/zakonodaja/#c488> (29.6. 2018 ob 10:47)

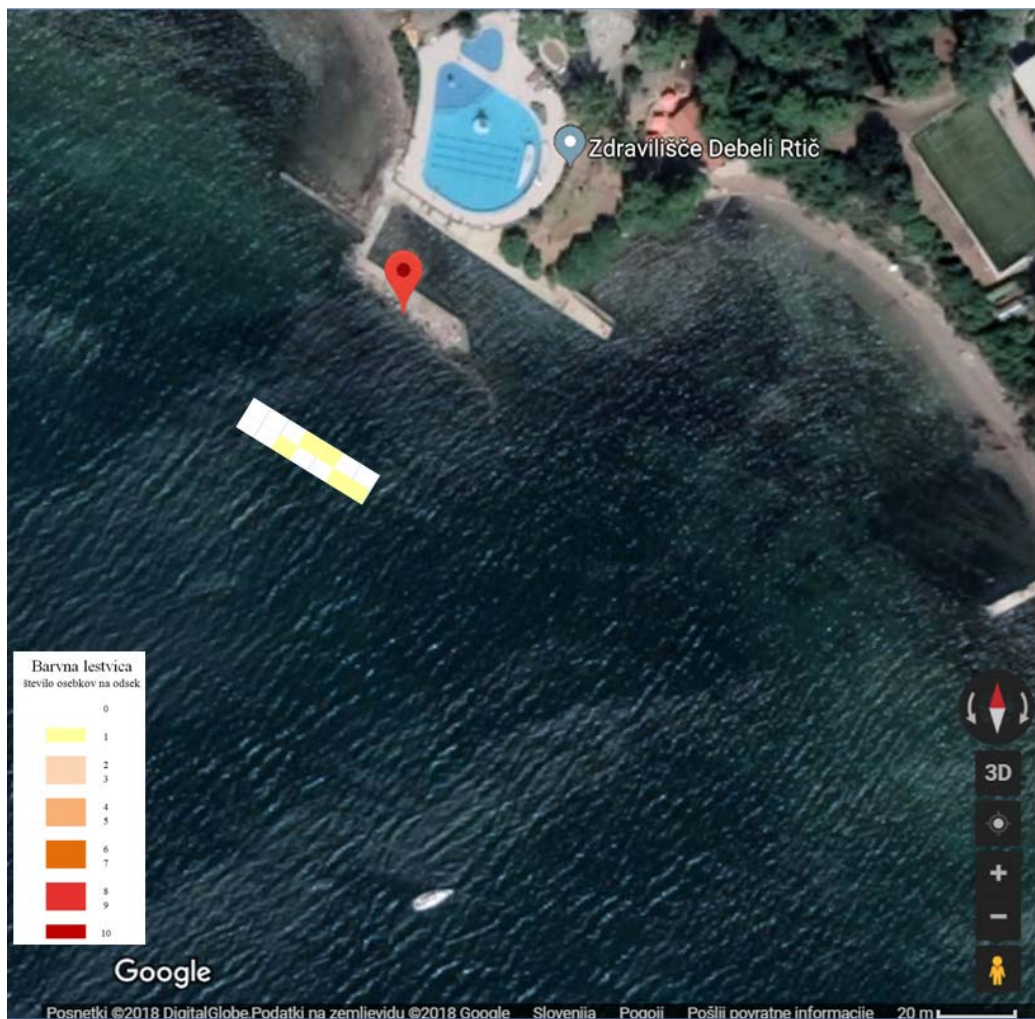


## **PRILOGE**

**Priloga A - Primer popisnega lista za eno stran transekta Ank – T6**

koda		desni transekt											
oddaljenost (m)	globina (m)	habitat		številčnost leščurjev						obrast			
		Habitat I	Habitat II	skupno	mrtvih, poležanih, poškodovanih	poševnih	zelo malih	leščurjev z zobci	velikih	poraščeni	ostrige	pllaščarji	ostalo
0 - 5	0,6	Cy	g, v										
5 - 10	0,7	Cy	g, v										
10 - 15	0,9	Cy	r										
15 - 20	1,1	Cy	r, K1										
20 - 25	1,2	Cy	r, P3										
25 - 30	1,3	P3	a	1		1			1				
30 - 35	1,5	Cy	P3	1			1	1					
35 - 40	1,6	Cy											
40 - 45	1,7	Cy	P3	1					1	1	√		
45 - 50	1,9	Cy	g, v	1		1			1	1	√		
50 - 55	2	Cy	g, v	4	1	1		1					
55 - 60	2,1	Cy	g, v	1		1			1				
60 - 65	2,3	P3+K1	s	2	1	1			1				
65 - 70	2,4	Cy	g, v	5		2			4	1	√		
70 - 75	2,7	Cy	g, v	6	1	3	1	2	3	2	√		
75 - 80	2,9	Cy	s	6		4	1	1	5	3	√		
80 - 85	3,1	Cy	g, v	1		1		1					
85 - 90	3,3	Cy	g, v	3		1							
90 - 95	3,4	Cy	g, v	4		2			1	2	√		
95 - 100	3,5	Cy	g, v	1		1			1	1	√		
100 - 105													
105 - 110													
110 - 115													
115 - 120													
120 - 125													
125 - 130													
130 - 135													
135 - 140													
140 - 145													
145 - 150													
Σ				37	3	19	3	6	19	11			

## Priloga B - Barvni prikazi gostote za posamične transekte na lokaliteti Ankaran



Barvni prikaz gostote odsekov na transektu H6



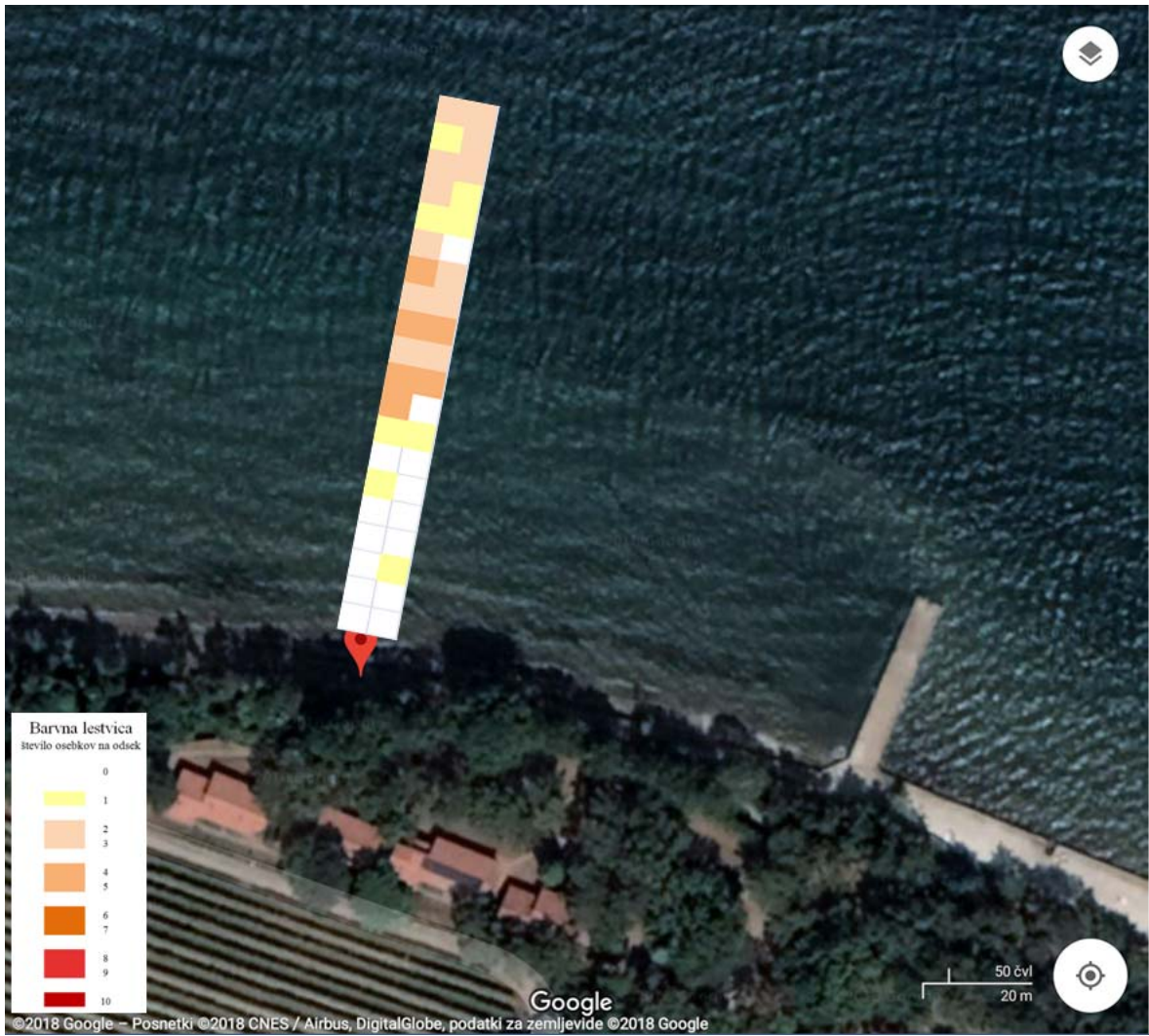
*Barvni prikaz gostote odsekov na transektu ANK – T1*



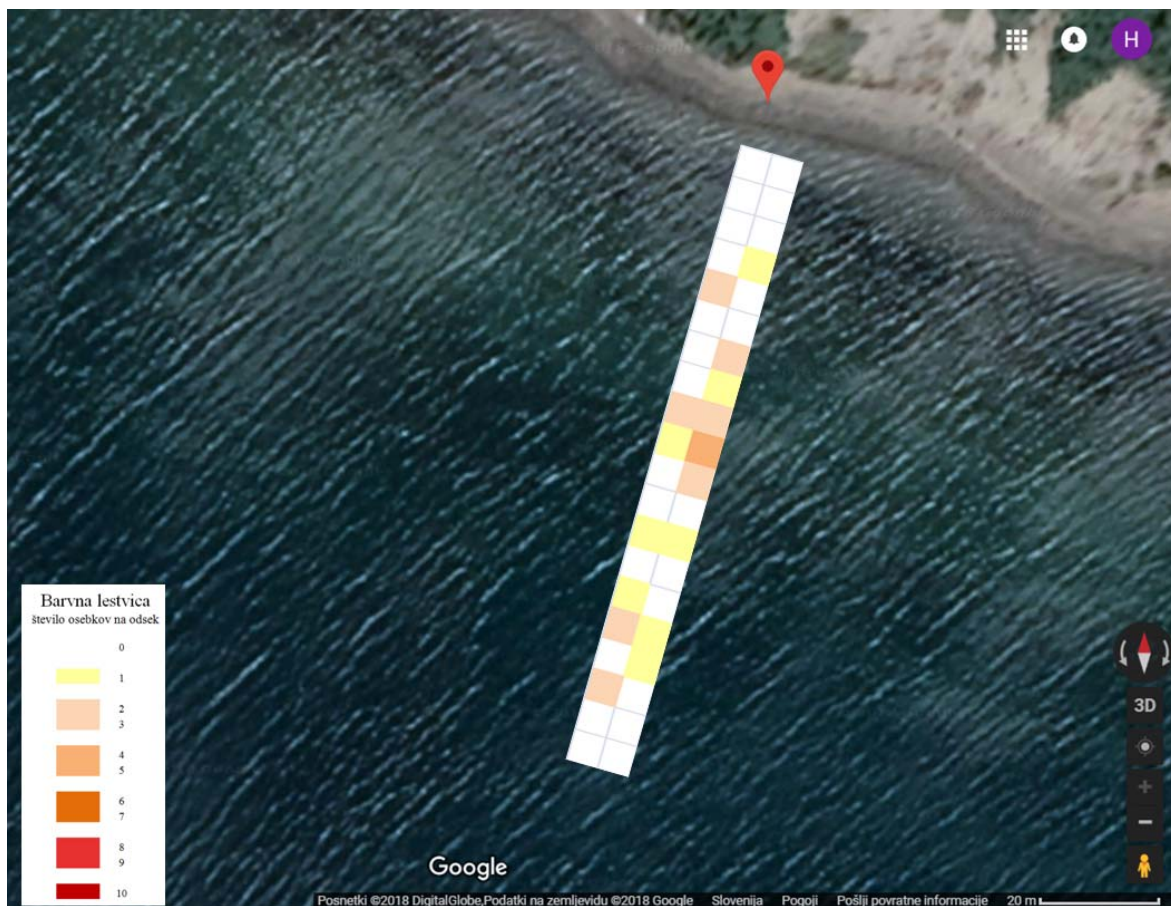
Barvni prikaz gostote odsekov na transektu ANK – T2



*Barvni prikaz gostote odsekov na transektu ANK – T3*

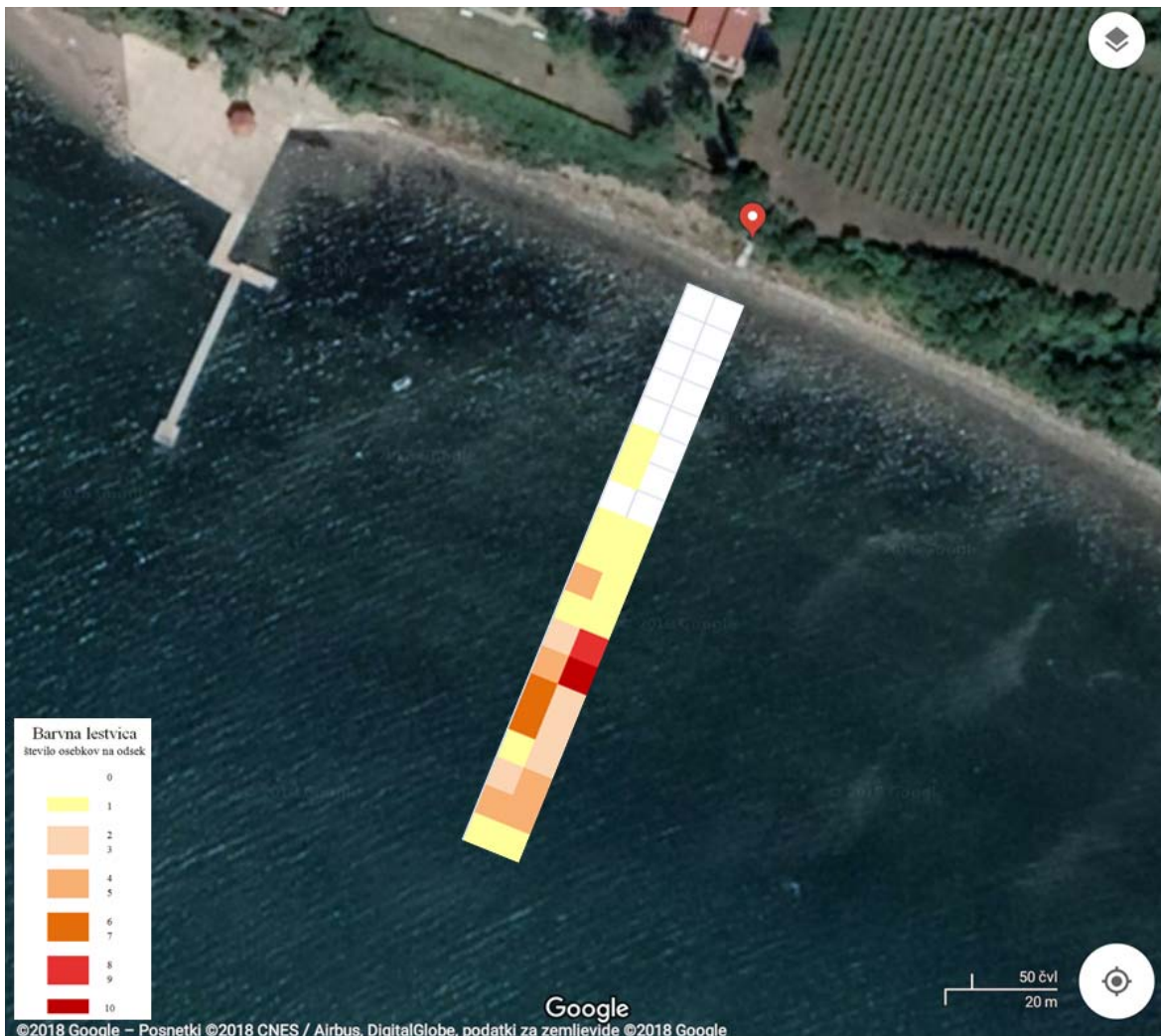


*Barvni prikaz gostote odsekov na transektu ANK – T4*



*Barvni prikaz gostote odsekov na transektu ANK – T5*

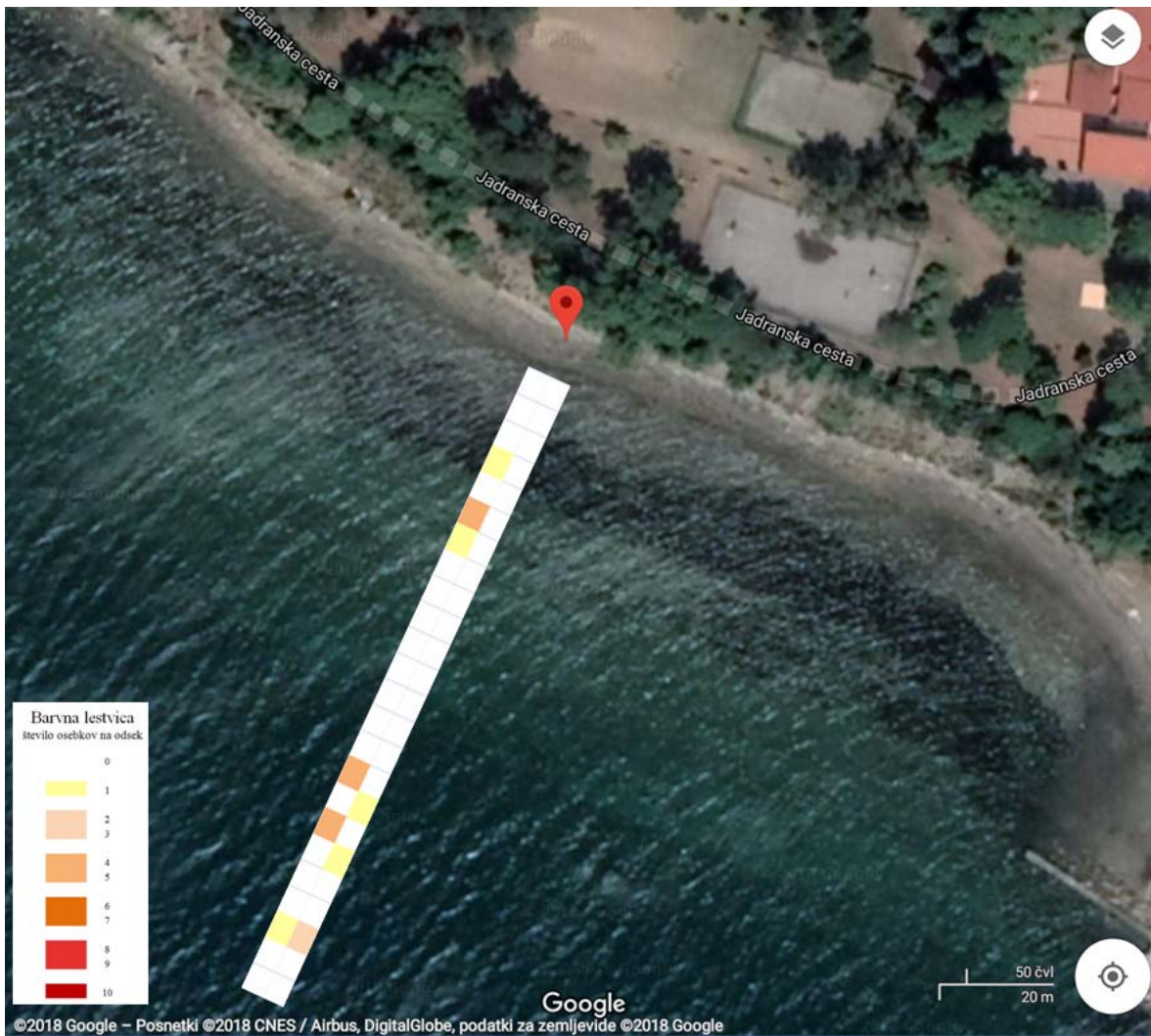




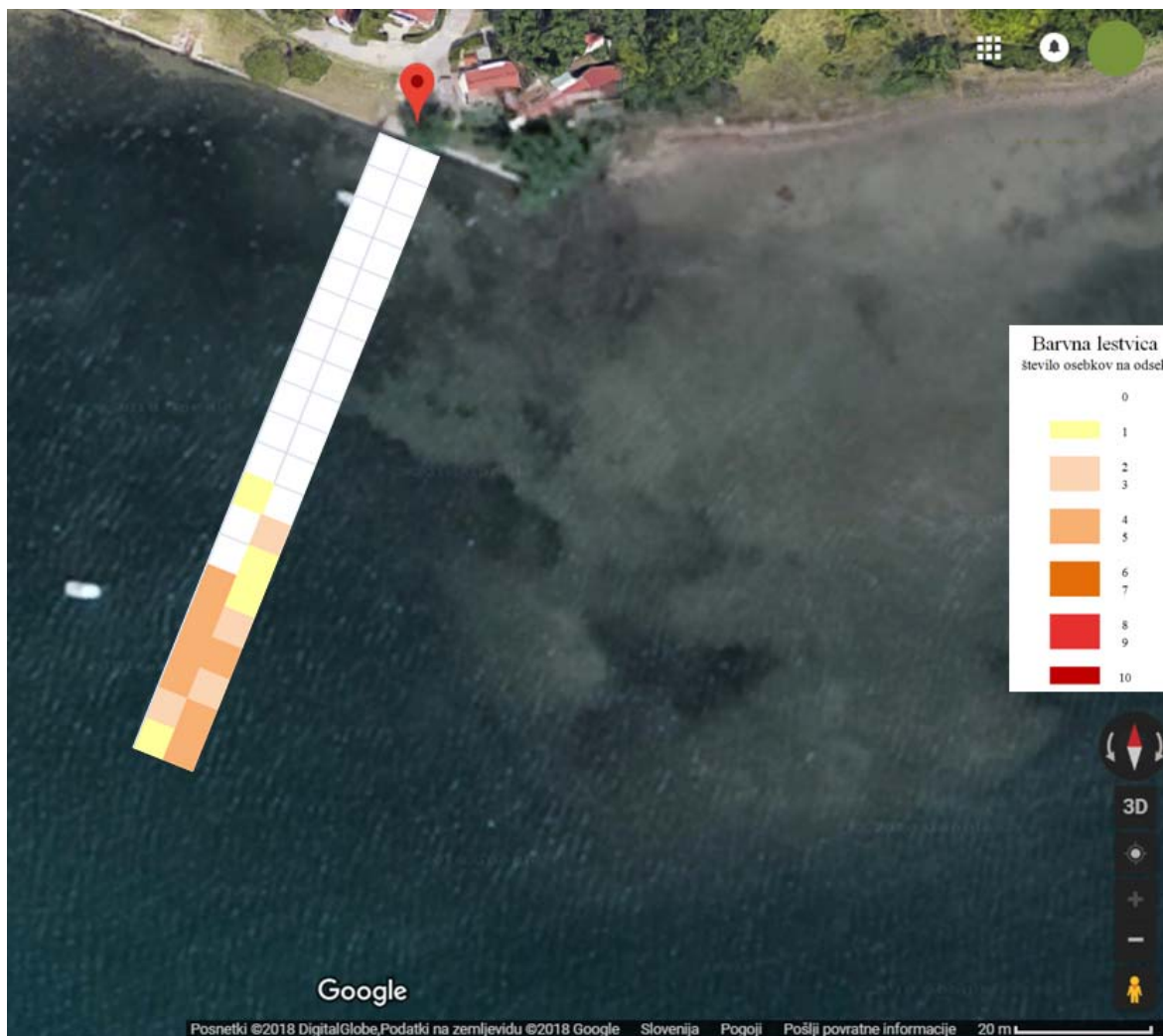
Barvni prikaz gostote odsekov na transektu ANK – T6



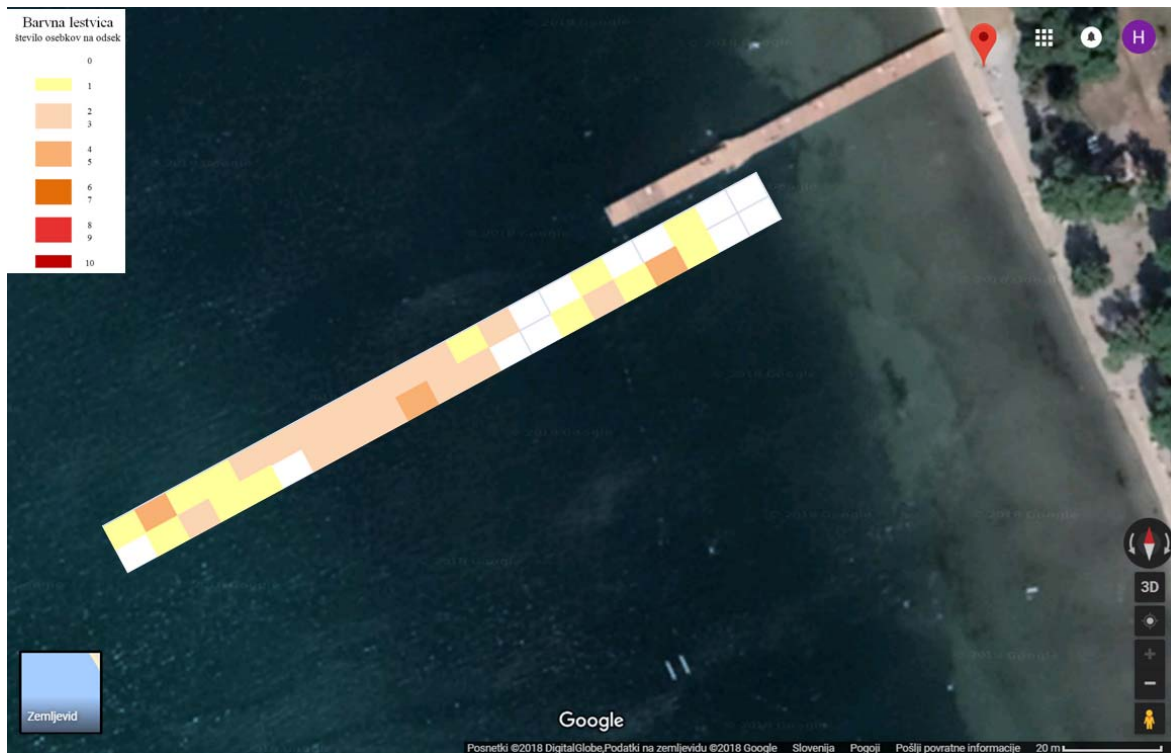
*Barvni prikaz gostote odsekov na transektu ANK – T7*



*Barvni prikaz gostote odsekov na transektu ANK – T8*



Barvni prikaz gostote odsekov na transektu ANK – T9



*Barvni prikaz gostote odsekov na transektu ANK – T10*