

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Polona PENGAL

**VPLIV MARIKULTURE NA RIBJE ZDRUŽBE V PORTOROŠKEM  
RIBOLOVNEM REZERVATU**

DOKTORSKA DISERTACIJA

**EFFECT OF MARICULTURE ON THE FISH ASSEMBLAGES IN  
THE PORTOROŽ FISHERIES RESERVE**

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2013

Doktorska disertacija je zaključek doktorskega študija Bioloških in biotehniških znanosti na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Raziskava je bila opravljena v okviru Ciljnega raziskovalnega projekta V4 - 1071 na Zavodu za ribištvo Slovenije za naročnika Javno agencijo za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. Podatki iz imenovanega projekta so bili v doktorski disertaciji uporabljeni z dovoljenjem Zavoda za ribištvo Slovenije. Terensko delo je bilo izvedeno na lokacijah v Portoroškem ribolovnem rezervatu in ob Ribogojnici Fonda, analize so bile narejene v prostorih Morske biološke postaje Piran in Zavoda za ribištvo Slovenije, Ljubljana-Šmartno.

Po sklepu Senata Biotehniške fakultete in sklepu 23. seje Komisije za doktorski študij Univerze v Ljubljani je bila z dnem 7.12.2011 sprejeta tema disertacije z naslovom: Vpliv marikulture na ribje združbe v Portoroškem ribolovnem rezervatu. Za mentorja je bil imenovan prof. dr. Mihael Jožef Toman.

Komisija za oceno in zagovor:

- Predsednik: prof. dr. Ivan KOS  
Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani
- Član: prof. dr. Mihael Jožef TOMAN  
Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani
- Član: prof. dr. Lovrenc LIPEJ  
Morska biološka postaja Piran Nacionalnega inštituta za biologijo

Datum zagovora: 30.9.2013

Doktorsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Polona Pengal

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dd  
DK UDK 567: 639 (497.4) (043.3) = 163.6  
KG marikultura / ribja združba / večodsečna zabodna mreža / prehrana rib / ribolovni rezervat  
AV PENGAL, Polona, univ. dipl. biol.  
SA TOMAN, Mihael Jožef (mentor)  
KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo  
LI 2013  
IN VPLIV MARIKULTURE NA RIBJE ZDRUŽBE V PORTOROŠKEM RIBOLOVNEM REZERVATU  
TD Doktorska disertacija  
OP XIV, 108 str., 7 pregl., 68 sl., 4 pril., 129 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AI V Portoroškem ribolovnem rezervatu smo z jadranskim tipom večodsečnih raziskovalnih mrež raziskali vpliv Ribogojnice Fonda na prostoživečo ribjo združbo. V letih 2011 in 2012 smo opravili po tri vzorčenja v vsaki sezoni na eni vplivni in eni kontrolni lokaciji. Zaradi sezonskih sprememb so bile razlike v ribjih združbah obeh vzorčnih lokacij neizrazite in šele podrobna analiza po sezonah je razkrila odstopanja v večjem številu primerjanih parametrov. Številčnost in biomasa ribje združbe kontrolne lokacije sledita naravnim nihanjem produkcije, medtem ko dodatna hranila iz ribogojnice tamkajšnjo ribjo združbo vzdržujejo na nivoju visoke poletne produkcije še daleč v pozno jesen in začetek zime. Skladno s tem analiza diverzitete, stalnosti in strukture ekoloških kategorij potrjuje višjo stabilnost ribje združbe na ribogojnici. Vpliv ribogojnice na prehrano rib je najbolj izrazit pri zlatem ciplju, saj smo v želodcih analiziranih osebkov ugotovili velik delež ribjih briketov in sedimenta. S pričujočo študijo smo položili temelje za razvoj celostnega in trajnostnega programa spremljanja stanja ribjih združb v slovenskem obalnem morju, vključno z vsemi njegovimi posebnostmi.

#### KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd  
DC UDK 567: 639 (497.4) (043.3) = 163.6  
CX mariculture/fish assemblage/multimesh gill net/fish diet/fisheries reserve  
AU PENGAL, Polona  
AA TOMAN, Mihael Jožef (supervisor)  
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology  
PY 2013  
TI EFFECT OF MARICULTURE ON THE FISH ASSEMBLAGES IN THE  
PORTOROŽ FISHERIES RESERVE  
DT Doctoral Dissertation  
NO XIV, 108 p., 7 tab., 68 fig., 4 ann., 129 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB The effect of the Fonda fish farm on the wild fish assemblage of the Portorož Fisheries Reserve was investigated by means of Adriatic multimesh survey nets. The sampling was repeated three times in each season, on one impact and one control station during the years of 2011 and 2012. Although the differences between both sampling sites were somewhat masked by the seasonal changes in the fish assemblage structure, a detailed analysis by season revealed deviations in a number of compared parameters. The control station fish assemblage seems to be closely following the natural production cycle, whereas the additional nutrient load from the fish farm enables its fish assemblage to extend the summer high production further into the autumn/winter. On that note, the more stable fish assemblage of the fish farm is also evident in the analysis of diversity, permanence and ecological category structure. The fish farm impact on the fish diet composition is most pronounced in golden grey mullet with a marked proportion of fish pellets and sediment in its diet. This study laid the foundations on which an integrated and sustainable fish monitoring programme of the Slovenian coastal seas with all its features can be developed.

## KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VIII
Kazalo slik	IX
Kazalo prilog	XII
Okrajšave in simboli	XIII
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 PREGLED OBJAV .....	2
1.2 IZHODIŠČE.....	4
<b>2 DELOVNE HIPOTEZE .....</b>	<b>5</b>
2.1 PRVA HIPOTEZA.....	5
2.2 DRUGA HIPOTEZA .....	5
2.3 TRETJA HIPOTEZA .....	6
2.4 ČETRТА HIPOTEZA .....	6
<b>3 CILJI .....</b>	<b>7</b>
<b>4 MATERIAL IN METODE.....</b>	<b>7</b>
4.1 ZABODNE MREŽE .....	8
4.2 OPAZOVALNI CENZUSI .....	10
4.3 ANALIZA PREHRANE .....	11
4.4 IZBIRA VZORČNEGA MESTA .....	12
<b>5 OBMOČJE RAZISKAVE .....</b>	<b>12</b>
5.1 GEOGRAFSKI IN EKOLOŠKI OPIS.....	12
5.2 VAROVANJE IN UPRAVLJANJE .....	15
5.3 VZORČNI MESTI .....	16
<b>5.3.1 Podrobnejša predstavitev vplivne vzorčne lokacije .....</b>	<b>17</b>
5.3.1.1 Vzrejni cikel .....	17
5.3.1.2 Vpliv ribogojnice na sediment in vodni stolpec.....	18
5.3.1.3 Polikultura .....	19

5.4	PROTOKOL VZORČENJA .....	19
5.5	ANALIZA PODATKOV .....	21
<b>6</b>	<b>PREDSTAVITEV CILJNIH VRST .....</b>	<b>24</b>
6.1	BRANCIN, <i>DICENTRARCHUS LABRAX</i> (LINNAEUS, 1758).....	24
6.2	OVČICA, <i>LITHOGNATHUS MORMYRUS</i> (LINNAEUS, 1758).....	25
6.3	RIBON, <i>PAGELLUS ERYTHRINUS</i> (LINNAEUS, 1758) .....	26
6.4	ORADA, <i>SPARUS AURATA</i> (LINNAEUS, 1758).....	27
6.5	ZLATI CIPELJ, <i>LIZA AURATA</i> (RISSO 1810) .....	28
<b>7</b>	<b>REZULTATI .....</b>	<b>30</b>
7.1	ANALIZA CELOKUPNIH PODATKOV .....	30
<b>7.1.1</b>	<b>Vrstna sestava, številčnost in biomasa .....</b>	<b>30</b>
<b>7.1.2</b>	<b>Stalnost.....</b>	<b>33</b>
<b>7.1.3</b>	<b>Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve in velikostni razredi .....</b>	<b>34</b>
<b>7.1.4</b>	<b>Ekološke kategorije.....</b>	<b>34</b>
7.2	PRIMERJAVA VZORČNIH MEST .....	35
<b>7.2.1</b>	<b>Letna raven.....</b>	<b>35</b>
7.2.1.1	Vrstna sestava, številčnost in biomasa .....	35
7.2.1.2	Indeks diverzitete .....	37
<b>7.2.2</b>	<b>Zima.....</b>	<b>38</b>
7.2.2.1	Vrstna sestava, številčnost in biomasa .....	38
7.2.2.2	Stalnost.....	41
7.2.2.3	Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve in velikostni razredi .....	42
7.2.2.4	Ekološke kategorije.....	43
7.2.2.5	Indeks diverzitete .....	44
<b>7.2.3</b>	<b>Pomlad.....</b>	<b>44</b>
7.2.3.1	Vrstna sestava, številčnost in biomasa .....	44
7.2.3.2	Stalnost.....	47
7.2.3.3	Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve in velikostni razredi .....	48
7.2.3.4	Ekološke kategorije.....	50
7.2.3.5	Indeks diverzitete .....	51
<b>7.2.4</b>	<b>Poletje.....</b>	<b>51</b>
7.2.4.1	Vrstna sestava, številčnost in biomasa .....	51
7.2.4.2	Stalnost.....	54
7.2.4.3	Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve in velikostni razredi .....	55
7.2.4.4	Ekološke kategorije.....	57
7.2.4.5	Indeks diverzitete .....	58

<b>7.2.5</b>	<b>Jesen.....</b>	<b>58</b>
7.2.5.1	Vrstna sestava, številčnost in biomasa .....	58
7.2.5.2	Stalnost .....	61
7.2.5.3	Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve in velikostni razredi.....	62
7.2.5.4	Ekološke kategorije .....	64
7.2.5.5	Indeks diverzitete .....	65
7.3	PREHRANA CILJNIH VRST .....	65
<b>7.3.1</b>	<b>Ribon.....</b>	<b>66</b>
<b>7.3.2</b>	<b>Zlati cipelj .....</b>	<b>67</b>
<b>7.3.3</b>	<b>Primerjava med sezonami .....</b>	<b>68</b>
7.4	PRIMERJAVA MED SEZONAMI .....	73
<b>7.4.1</b>	<b>Vrstna sestava, številčnost in biomasa.....</b>	<b>73</b>
<b>7.4.2</b>	<b>Stalnost .....</b>	<b>75</b>
<b>7.4.3</b>	<b>Velikostni razredi .....</b>	<b>76</b>
<b>7.4.4</b>	<b>Ekološke kategorije .....</b>	<b>78</b>
<b>7.4.5</b>	<b>Indeks diverzitete .....</b>	<b>80</b>
<b>8</b>	<b>RAZPRAVA.....</b>	<b>81</b>
8.1	IZBIRA METODE .....	81
8.2	IZBIRA VZORČNIH LOKACIJ .....	83
8.3	RIBJA ZDRUŽBA PORTOROŠKEGA RIBOLOVNEGA REZERVATA .....	84
8.4	PRIMERJAVA VZORČNIH MEST.....	84
<b>8.4.1</b>	<b>Zima.....</b>	<b>85</b>
<b>8.4.2</b>	<b>Pomlad .....</b>	<b>86</b>
<b>8.4.3</b>	<b>Poletje .....</b>	<b>86</b>
<b>8.4.4</b>	<b>Jesen.....</b>	<b>86</b>
<b>8.4.5</b>	<b>Prehrana ciljnih vrst .....</b>	<b>87</b>
<b>8.4.6</b>	<b>Primerjava med sezonami .....</b>	<b>88</b>
8.5	PRIMERJAVA MED SEZONAMI .....	89
<b>8.5.1</b>	<b>Vrstna sestava, številčnost in biomasa.....</b>	<b>89</b>
<b>8.5.2</b>	<b>Stalnost in ekološke kategorije.....</b>	<b>90</b>
<b>8.5.3</b>	<b>Indeks diverzitete .....</b>	<b>91</b>
<b>9</b>	<b>SKLEPI .....</b>	<b>91</b>
<b>10</b>	<b>POVZETEK.....</b>	<b>93</b>

10.1	POVZETEK .....	93
10.2	SUMMARY .....	95
<b>11</b>	<b>VIRI.....</b>	<b>98</b>
11.1	CITIRANI VIRI.....	98
11.2	DRUGI VIRI.....	106



## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Struktura nordijskega in jadranskega tipa mrež. Za lažjo primerjavo so naše prilagoditve označene s sivo barvo .....	9
Preglednica 2: Režimi varovanja na območju raziskave .....	16
Preglednica 3: Pregledni seznam števila in biomase osebkov, številčnih in biomasnih deležev ter kode vseh vrst, ujetih v raziskavi. Urejeno po abecednem redu slovenskih imen vrst. Ciljne vrste so označene po barvni shemi .....	31
Preglednica 4: Diverziteteta obeh vzorčnih mest na letni ravni in po sezonah, predstavljena z dvema indeksoma diverzitete in ustreznima indeksoma izenačenosti. (R = ribogojnica, K = kontrolna lokacija).....	37
Preglednica 5: Število polnih želodcev (št.), njihova povprečna masa (masa) in standardna deviacija (st. dev.) za ribogojnico v obeh delih leta .....	66
Preglednica 6: Število polnih želodcev (št.), njihova povprečna masa (masa) in standardna deviacija (st. dev.) za kontrolno lokacijo v obeh delih leta .....	66
Preglednica 7: Delež polnih želodcev (%) ciljnih vrst za obe lokaciji v obeh delih leta .....	66

## KAZALO SLIK

Slika 1: Lokaciji vzorčnih mest v Piranskem zalivu .....	14
Slika 2: Prikaz obsega območij z naravovarstvenim statusom na območju raziskave (Preglednica 2).....	15
Slika 3: Skica vseh postavljenih mrež na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) s prikazanim 100 m območjem postavitve. Oblikovanje in kartografija Zavod za ribištvo Slovenije, 2013. Vir: GURS, ZZRS, 2013 .....	20
Slika 4: Brancin ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ). Vir fotografije: arhiv Zavoda za ribištvo Slovenije.....	24
Slika 5: Areal razširjenosti brancina. (Računalniško generiran zemljevid za vrsto <i>D. labrax</i> (nerecenziran). www.aquamaps.org (verzija avg. 2010, 21. dec. 2011).....	25
Slika 6: Ovčica ( <i>Lithognathus mormyrus</i> ). Vir fotografije: URL: <a href="http://www.turkishajan.com/hobiler-ve-el-sanatlar/mirmir-lithognathus-mormyrus-28691.html?langid=7">http://www.turkishajan.com/hobiler-ve-el-sanatlar/mirmir-lithognathus-mormyrus-28691.html?langid=7</a> .....	25
Slika 7: Areal razširjenosti ovčice. (Računalniško generiran zemljevid za vrsto <i>L. mormyrus</i> (nerecenziran). www.aquamaps.org (verzija avg. 2010, 21. dec. 2011).....	26
Slika 8: Ribon ( <i>Pagellus erythrinus</i> ). Vir fotografije: arhiv Zavoda za ribištvo Slovenije.....	26
Slika 9: Areal razširjenosti ribona. (Računalniško generiran zemljevid za vrsto <i>P. erythrinus</i> (nerecenziran). www.aquamaps.org (verzija avg. 2010, 21. dec. 2011).....	27
Slika 10: Orada ( <i>Sparus aurata</i> ). Vir fotografije: arhiv Zavoda za ribištvo Slovenije .....	27
Slika 11: Areal razširjenosti orade. (Računalniško generiran zemljevid za vrsto <i>S. aurata</i> (nerecenziran). www.aquamaps.org (verzija avg. 2010, 21. dec. 2011) .....	28
Slika 12: Zlati cipelj ( <i>Liza aurata</i> ). Vir fotografije: arhiv Zavoda za ribištvo Slovenije .....	28
Slika 13: Areal razširjenosti zlatega ciplja. (Računalniško generiran zemljevid za vrsto <i>L. aurata</i> (nerecenziran). www.aquamaps.org (verzija avg. 2010, 21. dec. 2011).....	29
Slika 14: Številčni (zgoraj) in biomasni (spodaj) deleži vrst za celotno raziskavo (N = 6559, W = 353,10 kg). Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združeni v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnim vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni .....	30
Slika 15: Kumulativno število vrst vseh vzorčenj v raziskavi.....	33
Slika 16: Razmerja stalnosti vrst za celotno raziskavo .....	33
Slika 17: Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve za vrste s številčnim deležem nad 5 %.....	34
Slika 18: Primerjava vrstne strukture v smislu ekoloških kategorij (N = 6559) .....	35
Slika 19: Primerjava številčnih in biomasnih deležev vseh vrst iz raziskave med vzorčno in kontrolno lokacijo. Za lažji prikaz so vrste označene s številčnimi kodami, ciljne vrste pa po barvni shemi. Seznam vrst je v Preglednici 3.....	36
Slika 20: Številčni (levo) in biomasni deleži (desno) ulova za vse sezone in obe lokaciji (R – ribogojnica, K – kontrolna lokacija).....	37
Slika 21: Kumulativna krivulja števila vrst za zimsko vzorčenja na ribogojnici in na kontrolni lokaciji .....	38
Slika 22: Deleži kumulativnega in povprečnega števila vrst ter skupne in povprečne številčnosti in biomase zimskega ulova za obe lokaciji .....	39
Slika 23: Številčni deleži vrst na ribogojnici (zgoraj; N = 186) in na kontrolni lokaciji (spodaj; N = 245) v zimski sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnim vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni .....	40
Slika 24: Biomasni deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; W = 14,87 kg) in na kontrolni lokaciji (spodaj; W = 10,58 kg) v zimski sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnim vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni .....	41
Slika 25: Razmerja stalnosti vrst za vzorčno mesto na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) v zimski sezoni .....	42
Slika 26: Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve vrste mali gavun na ribogojnici (levo) in kontrolni lokaciji (desno) za zimsko sezono.....	42
Slika 27: Vrstni, številčni in biomasni delež velikostnih razredov za obe lokaciji v zimski sezoni.....	43
Slika 28: Vrstni, številčni in biomasni delež ekoloških kategorij za obe lokaciji v zimski sezoni.....	44
Slika 29: Kumulativna krivulja števila vrst za pomladna vzorčenja na ribogojnici in na kontrolni lokaciji....	45
Slika 30: Deleži kumulativnega in povprečnega števila vrst, skupne in povprečne številčnosti ter biomase pomladanskega ulova za obe lokaciji.....	45

Slika 31: Številčni deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; N = 546) in na kontrolni lokaciji (spodaj; N = 1448) v pomladni sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnim vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni.....	46
Slika 32: Biomasni deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; W = 32,89 kg) in na kontrolni lokaciji (spodaj; W = 52,56 kg) v pomladni sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnim vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni .....	47
Slika 33: Razmerja stalnosti vrst za vzorčno mesto na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) v pomladni sezoni.....	48
Slika 34: Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve izbranih vrst na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) za pomladno sezono.....	49
Slika 35: Vrstni, številčni in biomasni delež velikostnih razredov za obe lokaciji v pomladni sezoni .....	50
Slika 36: Vrstni, številčni in biomasni delež ekoloških kategorij za obe lokaciji v pomladni sezoni .....	50
Slika 37: Kumulativna krivulja števila vrst za poletna vzorčenja na ribogojnici in na kontrolni lokaciji .....	52
Slika 38: Deleži kumulativnega in povprečnega števila vrst, skupne in povprečne številčnosti ter biomase poletnega ulova za obe lokaciji .....	52
Slika 39: Številčni deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; N = 1253) in na kontrolni lokaciji (spodaj; N = 1944) v poletni sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnim vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni.....	53
Slika 40: Biomasni deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; W = 94,11 kg) in na kontrolni lokaciji (spodaj; W = 54,25 kg) v poletni sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnim vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni.....	54
Slika 41: Razmerja stalnosti vrst za vzorčno mesto na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) v poletni sezoni.....	55
Slika 42: Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve izbranih vrst na ribogojnici (levo) in kontrolni lokaciji (desno) za poletno sezono.....	56
Slika 43: Vrstni, številčni in biomasni delež velikostnih razredov za obe lokaciji v poletni sezoni .....	57
Slika 44: Vrstni, številčni in biomasni delež ekoloških kategorij za obe lokaciji v poletni sezoni .....	57
Slika 45: Kumulativna krivulja števila vrst za jesenska vzorčenja na ribogojnici in na kontrolni lokaciji .....	58
Slika 46: Deleži kumulativnega in povprečnega števila vrst, skupne in povprečne številčnosti ter biomase jesenskega ulova za obe lokaciji.....	59
Slika 47: Številčni deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; N = 496) in na kontrolni lokaciji (spodaj; N = 441 kg) v jesenski sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnim vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni.....	60
Slika 48: Biomasni deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; W = 74,90 kg) in na kontrolni lokaciji (spodaj; W = 20,22 kg) v jesenski sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnim vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni.....	61
Slika 49: Razmerja stalnosti vrst za vzorčno mesto na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) v jesenski sezoni .....	62
Slika 50: Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve izbranih vrst na ribogojnici (levo) in kontrolni lokaciji (desno) za jesensko sezono.....	63
Slika 51: Vrstni, številčni in biomasni delež velikostnih razredov za obe lokaciji v jesenski sezoni.....	64
Slika 52: Vrstni, številčni in biomasni delež ekoloških kategorij za obe lokaciji v jesenski sezoni.....	64
Slika 53: Število osebkov z analizirano prehrano za pet ciljnih vrst na obeh lokacijah za hladni in topli del leta (Priloga B).....	65
Slika 54: Številčni deleži ostankov organizmov in delcev v želodcu za vrsto ribon na ribogojnici (zgoraj) in na kontrolni lokaciji (spodaj) za topli del leta. Seznam latinskih in slovenskih imen taksonomskih skupin v prehrani ciljnih vrst je v Prilogi C.....	67
Slika 55: Številčni deleži ostankov organizmov in delcev v želodcu za zlatega ciplja na ribogojnici (zgoraj) in na kontrolni lokaciji (spodaj) za topli del leta. Seznam latinskih in slovenskih imen taksonomskih skupin v prehrani ciljnih vrst je v Prilogi C.....	68
Slika 56: S števno metodo pridobljeno povprečno število delcev v želodcih treh ciljnih vrst rib .....	70

Slika 57: Z deskriptivno metodo pridobljeno povprečno število delcev v želodcih treh ciljnih vrst rib .....	72
Slika 58: Kumulativne krivulje števila vrst na ribogojnici in na kontrolni lokaciji za vse sezone (R – ribogojnica, K – kontrolna lokacija).....	73
Slika 59: Število vseh ujetih osebkov na ribogojnici in na kontrolni lokaciji po sezonah .....	73
Slika 60: Biomasa vseh ujetih osebkov na ribogojnici in na kontrolni lokaciji po sezonah.....	74
Slika 61: Povprečna biomasa petih ciljnih vrst na ribogojnici in na kontrolni lokaciji po sezonah .....	75
Slika 62: Stalnost na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) za vse štiri sezone .....	76
Slika 63: Primerjava števila vrst velikostnih razredov po lokacijah in sezonah.....	77
Slika 64: Primerjava številčnosti treh velikostnih razredov po lokacijah in sezonah.....	77
Slika 65: Primerjava biomase vrst treh velikostnih razredov po lokacijah in sezonah.....	78
Slika 66: Primerjava števila vrst treh ekoloških kategorij po lokacijah in sezonah .....	78
Slika 67: Primerjava številčnosti treh ekoloških kategorij po lokacijah in sezonah.....	79
Slika 68: Primerjava biomase vrst treh ekoloških kategorij po lokacijah in sezonah.....	79

## KAZALO PRILOG

- Priloga A Abecedni seznam vrst (slovenska in latinska imena), zabeleženih v raziskavi, z družinami, ekološkimi kategorijami in velikostnimi razredi. Ciljne vrste so označene po barvni shemi. \*Vrstam nismo določili velikostnega razreda (glej poglavje o metodah).
- Priloga B Preglednica števila analiziranih želodcev za pet ciljnih vrst za obe lokaciji in obe letni obdobji.
- Priloga C Seznam latinskih in slovenskih imen taksonomskih skupin v prehrani ciljnih vrst rib.
- Priloga D Sezname vrst, števila in mase ujetih osebkov za posamezno vzorčenje, urejeni po lokacijah in sezonah.

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

MeditS: International bottom trawl survey in the Mediteranean. Mednarodna raziskava s pridneno vlečno mrežo v Sredozemlju.

SoleMon: Rapido trawl survey in the Northern Adriatic Sea. Raziskava z »rapido« pridneno vlečno mrežo v severnem Jadranu.

Mrv otb: Monitoring ribolovnih virov s pridneno vlečno mrežo.

GURS: Geodetska Uprava republike Slovenije

ZZRS: Zavod za ribištvo Slovenije

BIOFAQs: Biofiltration and Aquaculture: an Evaluation of Hard Substrate Deployment Performance within Mariculture Developments. Uporaba plavajočih struktur za zmanjšanje vpliva marikulture na okolje.

NPUE: Number Per Unit of Effort. Število na enoto napora.

## 1 UVOD

Geomorfološke in oceanografske značilnosti notranjega dela Piranskega zaliva omogočajo življenje nekaterim gospodarsko pomembnim vrstam rib, ki se tu sezonsko pojavljajo v velikem številu. Zaradi ribjega bogastva je bil, z namenom zaščite ribolovnih virov, v notranjem delu Piranskega zaliva vzpostavljen ribolovni rezervat že leta 1978 (Odllok o morskem ribištvu..., 1978). Kljub zaščiti se tradicionalni lov zimskih jat cipljev v zalivu s posebnim dovoljenjem pristojnega ministrstva izvaja še danes.

Od leta 1992 deluje znotraj rezervata trenutno edina slovenska morska ribogojnica, ki pridelava okoli 50 ton brancinov (*Dicentrarchus labrax*) na leto. Hiter razmah marikulture v zadnjih tridesetih letih zahteva trajnostni pristop k razvoju te dejavnosti, kar morajo upoštevati tako ribogojci kot odgovorni upravljalci (Boyra in sod., 2004) tudi pri nas. Z nadaljnjo rastjo človeške populacije (preko 7 milijard) se odvisnost od ribogojstva kot pomembnega vira proteinov še povečuje (Naylor in sod., 2000), hkrati pa narašča zaskrbljenost glede mogočih vplivov marikulture na naravno okolje (Fernandez-Jover in sod., 2009).

Vplivi marikulture na biodiverzitetu so redko pozitivni, občasno nevtralni, a običajno vsaj do neke mere negativni (Beveridge in sod., 1994). Ekološki vplivi ribogojnic na prostoživeče ribje populacije zaslužijo večjo pozornost, še posebej na območjih, kjer so te populacije velike in je verjetnost interakcije visoka (Dempster in sod., 2002). Zaradi nadaljnjega razvoja marikulture po vsem svetu je potrebno boljše razumeti ekološke vplive ribogojstva na prostoživeče populacije (Fernandez-Jover in sod., 2008). V Portoroškem ribolovnem rezervatu se pojavljajo navzkrižja interesov med naravovarstvom, ribištvom in ribogojstvom, kar predstavlja vedno večji problem za strokovno nezadostno podprto upravljanje z rezervatom in njegovimi ribolovnimi viri.

Številne študije so dokazale, da ribogojnice privlačijo prostoživeče ribe (Dempster in sod., 2004). Ni znano, ali spremembe bentoške makrofavne vplivajo tudi na ribje združbe v bližini območja razvoja marikulture in še posebej v oligotrofnih okoljih, kjer pomanjkanje nutrientov omejuje tako naravno kot ribiško produkcijo (Machias in sod., 2004). V povezavi s časovno in/ali prostorsko zaščito pred ribolovom lahko zbiranje prostoživečih rib ob ribogojnicah pozitivno vpliva na staleže prostoživečih rib (Dempster in sod., 2004). Stanje v Piranskem zalivu je s tega stališča edinstvena priložnost za raziskovanje sinergističnega vpliva ribolovnega rezervata in marikulture na prostoživečo ribjo združbo.

Zaradi hitrega razvoja marikulture in s tem povečevanja števila ribogojnic v obalnih območjih je nujno potrebno ugotoviti preliminarno stanje ribjih združb teh območij (Dempster in sod., 2002). Takšne informacije bi bile pomembne za oceno potencialnih negativnih ali pozitivnih vplivov marikulture na priobalni ribolov in bi posledično pokazale, ali v resnici obstaja objektivna osnova za spor med tema dvema pomembnima uporabnikoma obalnega območja (Machias in sod., 2004). Vplivi na prostoživeče ribje vrste, še posebej iz toplejših območij, so relativno neznani, saj se večina študij posveča vplivom na salmonidne populacije v visokih geografskih širinah (Dempster in sod., 2004) oziroma vplivom na sediment in bentoške organizme (Holmer in sod. 2001, Black in sod.

2001, Malačič in Forte 2003, Forte in sod. 2007). S pričujočo raziskavo smo poskušali dopolniti znanje o stanju ribjih združb in vplivu marikulture na morski ekosistem v Portoroškem ribolovnem rezervatu, in sicer z ugotavljanjem razlik v strukturi in sezonski dinamiki ribje združbe med vzorčno in kontrolno lokacijo. Z ekosistemskim pristopom k raziskavi smo pridobili neselektivne podatke, ki omogočajo pripravo ustreznih strokovnih osnov za trajnostno upravljanje z rezervatom.

## 1.1 PREGLED OBJAV

V Portoroškem ribolovnem rezervatu raziskava prostoživeče ribje združbe še ni bila opravljena, izvedenih pa je bilo nekaj raziskav vplivov marikulture na okolje, predvsem vplivov na bentos (Forte 2001, Malačič in Forte 2003, Forte in sod. 2006), plankton (Turk in Malej 2003, Tinta 2006), pelagično okolje (Červek 2002, Frumen 2002) ter na fizikalno in kemijsko stanje v morskem okolju (Forte in sod., 2007).

Raziskave v svetu potrjujejo uporabnost in učinkovitost ribolovnih rezervatov za upravljanje z ribolovnimi viri (Roberts Callum in sod. 2001, Meester in sod. 2004, Russ in sod. 2004, Harmelin-Vivien in sod. 2008), še posebej velik je vpliv na prehodne vrste (Dempster in sod. 2004, Le Quesne in Codling 2009, West in sod. 2009), ki so značilne tudi za Portoroški ribolovni rezervat. Združevanje prostoživečih rib v okolici ribogojnic lahko pozitivno vpliva na staleže prostoživečih vrst rib, in sicer v povezavi s prostorsko zaščito pred vsemi oblikami ribolova (Dempster in sod., 2004). Povečan vnos nutrientov iz ribogojnic v ekosistem se odraža v povečani abundanci in biomasi ribje združbe, kar pozitivno vpliva tudi na lokalno ribištvo (Machias in sod., 2004) preko disperzije odraslih osebkov in povišanja drstitvene biomase staleža, ki lahko posledično poveča vstop mladih osebkov v populacijo (Dempster in sod., 2004). Nasprotno ribolov v ribogojnicah, kjer je dovoljen, izniči pozitivne učinke povečane produkcije, kar lahko vodi tudi v prelov (Dempster in sod., 2004).

Človeške aktivnosti povzročajo degradacijo naravnih ekosistemov, kar se običajno odraža v znižani diverziteti življenjskih združb na prizadetem območju (Margalef, 1968, cit. po Machias in sod., 2004). Velik razmah gojenja rib v marikulturah kot posledica rasti svetovnega prebivalstva in povečevanje deleža morskih organizmov v prehrani ljudi je v ospredje postavilo tudi nekatere negativne vplive te dejavnosti na okolje (Karakassis, 2001). V zadnjih desetletjih je bilo veliko raziskovalnega truda vloženega v preučevanje vplivov marikulture na okolje (Machias in sod., 2005), tako so negativne ekološke povezave med marikulturo in prostoživečimi ribjimi staleži dobro dokumentirane (Naylor in sod., 2000). Nastanejo zaradi porabe virov, kot so zemlja oziroma prostor, voda in hrana, ter na drugi strani produkcije odpadkov, kot so ostanki hrane, fekalije, kemoterapevti, mikroorganizmi in paraziti (Beveridge in sod., 1994). V preteklosti je bilo raziskovanje usmerjeno predvsem v ugotavljanje vpliva marikultur na sediment in bentoške organizme (Mazzola in sod. 2000, Black in sod. 2001, Haya in sod. 2001, Holmer in sod. 2001, Malačič in Forte 2003, Forte in sod. 2006). Aktualni problem predstavljajo alohtoni in gensko spremenjeni gojeni organizmi, ki neposredno prizadenejo predvsem predstavnike svoje oziroma sorodnih vrst z vnosom neprilagodljivih genov v genski sklad prostoživeče populacije območja (Beveridge in sod., 1994).



V zadnjih dveh desetletjih je bilo veliko raziskav narejenih o ekonomskih in ekoloških prednostih gojenja komercialno pomembnih vrst školjk in alg v neposredni bližini marikulture (Frumen, 2002). Tako imenovana polikultura je gojenje dveh ali več vrst živalskih ali rastlinskih organizmov z različnih trofičnih nivojev v enem sistemu in ima dolgo tradicijo v celinskih vodah na Kitajskem (United Nations..., Tech. Report No. 12, 2004), z razvojem marikulture pa se prenaša tudi na morje. Celostno marikulturo dosežemo s kombiniranjem ribogojnice z gojenjem filtratorskih organizmov, kot so na primer školjke, ki jih namestimo na vrvi ali v košare v neposredni bližini ribogojnice (Štrukelj, 2008). Polikultura poveča privzem raztopljenih hranil iz vodnega stolpca in s tem zmanjšuje njihovo koncentracijo v vodnem stolpcu in sedimentu. Med možnimi rešitvami je tudi postavitve umetnih substratov s trdno površino v bližino gojitvenih kletk (Frumen, 2002). Površino teh struktur naselijo bakterije, alge in filtratorska sesilna favna, ki lahko bistveno zmanjšajo uhajanje organskih snovi in nutrientov v širše okolje (Červek, 2002).

Na Ribogojnici Fonda v Piranskem zalivu je bila opravljena raziskava o zmanjševanju vplivov povečanega vnosa hranil ob ribogojnici z umetnimi substrati (Červek 2002, Frumen 2002). Červek (2002) in sodelavci so želeli oceniti sposobnost obrasti umetnih površin, da zmanjša koncentracijo nutrientov v okolici ribogojnice. Zabeležili so višjo primarno in bakterijsko produkcijo na biofiltrih v bližini kletk, niso pa opazili povečanega vnosa nutrientov (predvsem dušika in fosforja kot limitirajočih elementov) v okolici ribogojnice. S sedimentnimi pastmi so dokazali višjo stopnjo sedimentacije pod kletkami, z analizo organizmov z biofiltru pa so dokazali višjo vsebnost ogljika na kontrolni lokaciji (Červek, 2002). Frumen (2002) je v svoji raziskavi želela kvantificirati delovanje testnih umetnih površin in na podlagi rezultatov modelirati nove. To so dosegli s spremljanjem makrobentoške in bakterijske obrasti in aktivnosti na testnih umetnih površinah. Ugotovili so, da je biomasa obrasti večja na kontrolni lokaciji, kar povezujejo z intenzivnejšo pašo na lokaciji ob ribogojnici (Frumen, 2002). Podobno kot Červek so ugotovili, da je ob ribogojnici za 30 % večja bakterijska aktivnost in predvidevajo, da poteka na umetnih površinah ob gojišču rib intenzivna mikrobna razgradnja organskih snovi (Frumen, 2002).

S spoznanjem, da struktura kletk ter hrana in odpadki iz ribogojnic privlačijo prostoživeče vrste rib (Forte 2001, Červek 2002, Dempster in sod. 2004, Machias in sod. 2005), pa so se raziskave usmerile tudi v ugotavljanje vpliva marikulture na prostoživeče ribje združbe v okolici ribogojnic (Boyra in sod. 2003, Dempster in sod. 2004, Machias in sod. 2004). Rezultati teh raziskav potrjujejo pozitiven vpliv na abundanco ribje združbe v bližini ribogojnic (Boyra in sod. 2004, Valle in sod. 2007, Šegvić Bubić in sod. 2011) ter kažejo različne vplive na prehranjevalne navade (Fernandez-Jover in sod., 2008), časovno in prostorsko razporeditev ter celo na razmnoževanje in odraščanje različnih vrst rib (Dempster in sod. 2002, Fernandez-Jover in sod. 2007, Valle in sod. 2007, Fernandez-Jover in sod. 2008). Ugotovljen je bil tudi pozitiven vpliv te združbe na zmanjšanje vnosa organskih odpadkov iz ribogojnic v okolje. Prehranjevanje rib v bližini morskih gojitvenih kletk zmanjša količino hrane, ki doseže morsko dno, in tako zmanjša vpliv povečanega vnosa organskih snovi na bentos (Goudey in sod. 2001, Katz in sod. 2002, Felsing in sod. 2005). Privabljene ribe se aktivno hranijo z ostanki briketov, ki padejo skozi kletke (Fernandez-Jover in sod., 2008), povečana številčnost plena pa privablja karnivore vrste rib (Sanchez-Jerez in sod., 2008).

Za ocenjevanje sprememb ribje združbe določenega morskega območja se uporabljajo različne destruktivne in nedestruktivne metode vzorčenja, odvisno od geografskih in ekoloških značilnosti območja, ribolovnega pritiska, razpoložljivih sredstev ipd. Za preučevanje vpliva ribogojnic na prisotne ribje združbe se običajno uporablja opazovalne cenzuse (Dempster in sod. 2002, Boyra in sod. 2004, Valle in sod. 2007, Fernandez-Jover in sod. 2008, Harmelin-Vivien in sod. 2008, Šegvić Bubić in sod. 2011). S to metodo so dokazali privlačni vpliv ribogojnic na prostoživeče ribe (Boyra in sod. 2004, Dempster in sod. 2004), vrstno-specifično strukturo ribje združbe v okolici ribogojnic (Boyra in sod. 2004, Dempster in sod. 2010), raziskovali različne nivoje časovne in prostorske razporeditve rib na območjih marikultur (Dempster in sod. 2005, Šegvić Bubić in sod. 2011) in ugotovili, da ribogojnice predstavljajo pomembno območje naselitve za ribje mladice v jugozahodnem Sredozemlju (Fernandez-Jover in sod., 2009).

V primeru nizke vidljivosti, ko opazovalni cenzusi niso uspešni, in za obširnejše raziskave spremljanja ribolovnih staležev se uporablja različna ribolovna orodja. Monitoring ribjih populacij v Sloveniji poteka z uporabo pridnene vlečne mreže, skandinavske države pa za monitoring Baltskega morja uporabljajo standardizirano metodo vzorčenja z obalnimi raziskovalnimi mrežami (Thoreson 1996, Neuman in sod. 1997). V Sloveniji je za vzorčenje jezer in akumulacij v uporabi metoda po standardu Evropske unije, SIST EN 14757:2005. Standard vzorčenja rib s pomočjo zabodnih mrež je bil razvit za ocenjevanje vrstne sestave, abundance in starostne strukture rib v rekah, jezerih in prehodnih vodah (SIST EN 14757:2005). Metoda je bila razvita za pridobivanje najboljših možnih podatkov pri vzorčenju vseh vrst sladkovodnih rib v skandinavskih državah (Appelberg in sod., 2000), njena priredba pa je bila predlagana tudi kot nadomestna metoda za monitoring Baltskega morja (Appelberg in sod., 2003). Spremljanje razvoja ribolovnih staležev danes vključuje tudi spremljanje antropogenih vplivov na strukturo ribje združbe, biodiverzitete in zaščite (Appelberg in sod., 2003).

## 1.2 IZHODIŠČE

Na stanje slovenskega morja so v zadnjih desetletjih močno vplivali antropogeni dejavniki, kot so marikultura, ribištvo, turizem, poljedelstvo in komunalne odplake. Portoroški ribolovni rezervat v bolj ali manj enakem obsegu ščiti ribolovne vire že od leta 1962, določa pa tudi območje gojitve školjk in rib znotraj meja rezervata (Odredba o omejitvi... Ur. l. LRS št. 2/62). Hkrati je na območju rezervata s posebnim dovoljenjem pristojnega ministrstva še danes dovoljen tradicionalni zimski izlov cipljev (Zakon o morskem ribištvu. Ur. l. RS št. 115/2006). Umeščenost ribogojnice v ribolovni rezervat je v svetu nenavadna situacija, ki pa se vedno bolj kaže kot inovativna rešitev navzkrižij interesov med naravovarstvom, ribogojstvom in ribištvom. Problem upravljanja s Portoroškim ribolovnim rezervatom je pomanjkanje verodostojnih ekosistemskih podatkov, saj v rezervatu do danes še ni bila opravljena raziskava ribje združbe.

V literaturi so zabeležene številne reference o povišanju ribolovnega staleža na območjih ribogojnic kot posledici omejevanja ribolova v bližini ribogojnic, zmerno povišanega vnosa hranil v obalni morski ekosistem ter povišanja habitatne kompleksnosti (Dempster in sod. 2002, Weir in Grant 2005, Machias in sod. 2006, Valle in sod. 2007, Harmelin-Vivien

in sod. 2008). Pogost cilj raziskav so ekološki vplivi obalnih morskih ribogojnic s kletkami na morske ekosisteme (Naylor in sod., 2000). Kljub temu je o njihovih vplivih na prostoživeče ribje združbe malo znanega (Boyra in sod., 2004). V slovenskem morju je bila narejena ocena obremenitve okolja gojitvenih kletk z organsko snovjo (Forte, 2003), vpliv na ribje združbe pa je zaenkrat še neznan.

## 2 DELOVNE HIPOTEZE

### 2.1 PRVA HIPOTEZA

Zaradi večje razpoložljivosti nutrientov v bližnji okolici ribogojnice pričakujemo **povečano abundanco in biomaso ribje združbe.**

Dobro je znano, da gojenje rib sprostijo precejšnjo količino nutrientov v morsko okolje (Holby in Hall, 1991). Številne oceanske vrste kažejo asociativno vedenje do naravnih ali umetnih objektov na ali pod površjem, plavajočih ali zasidranih (Freon in Dagorn, 2000). Agregacijske naprave za ribe vnašajo prostorsko kompleksnost v predele, kjer je večinoma ni, ter morda naredijo ta območja privlačna za določene ribje vrste in povečajo njihovo abundanco in biomaso (Fernandez-Jover in sod., 2008). Obalne ribogojnice so lahko analogne privlačnim napravam za ribe; plavajoče kletke zagotavljajo strukture v pelagičnem okolju tako kot privlačne naprave, neporabljena hrana, ki pade skozi kletke, pa verjetno še poveča privlačni učinek (Bjordal in Skar, 1992). Ribogojnice lahko vplivajo na prisotnost, abundanco, zadrževalni čas in prehrano rib določenega območja (Bjordal in Skar, 1992). Znatno višje številčnost, biomasa in vrstna pestrost na vseh ribogojniških lokacijah v primerjavi s kontrolnimi lokacijami jasno kažejo privlačni učinek ribjih farm na prostoživeče ribe (Dempster in sod., 2002). Prisotnost ribjih farm očitno pozitivno učinkuje na prostoživeče ribje združbe, saj poveča lokalni ribolovni izplen (Machias in sod., 2004).

### 2.2 DRUGA HIPOTEZA

V želodcih ciljnih vrst rib pričakujemo **povečan delež ribogojniške hrane in ekskrementov ter povečan delež kopepodnih rakov.**

Fernandez-Jover in sod. (2008) predvidevajo, da najpogostejše vrste v okolici ribogojnic največ uporabljajo brikete kot prehranjevalni vir, saj vsebujejo visok delež proteinov in maščob. Najpogostejše vrste v bližini ribogojnic zaužijejo večje količine briketov, s katerimi hranijo gojene ribe (Fernandez-Jover in sod., 2008). Hranjenje prostoživečih rib v okolici ribogojnic zmanjša skupno produkcijo odpadkov za 40 – 80 % (Vita in sod. 2004, Felsing in sod. 2005). Hkrati priložnostno hranjenje rib zmanjša količino organskega vnosa v sedimente preko podaljšanja časa usedanja fekalnih delcev in s tem izdatnejšega raztapljanja odpadnih snovi v vodnem stolpcu (Fernandez-Jover, 2008). Ciplji zmanjšujejo anoksične razmere v sedimentih pod ribogojnicami z bioturbacijo med hranjenjem (Katz in sod. 2002, Fernandez-Jover in sod. 2008). Delno reducirajoče razmere v sedimentu pod kletkami povzročijo spremembo strukture meiofavne, in sicer tako, da se poveča delež ceponožcev in mnogoščetincev v združbi (Mazzola in sod., 2000). Nasprotno se je v raziskavi na edini slovenski ribogojnici številčnost harpaktikoidnih ceponožcev z

oddaljenostjo od kletk povečevala (Forte in sod. 2006, Grego in sod. 2009). Kljub temu so harpaktikoidni ceponožci drugi najpogostejši takson, ki se pojavlja v vzorcih meiofavne na ribogojnici (Grego in sod., 2009). Spremembe meiofavne niso povezane samo z vnosom nutrientov iz ribogojnic, saj se lahko njena številčnost pod ribjimi kletkami poveča ali zmanjša tudi glede na okoljske dejavnike in lastnosti ribogojnice (Mirto in sod., 2009).

### 2.3 TRETJA HIPOTEZA

Predvidevamo, da bo v združbi **delež mladih osebkov povečan**.

Ulov in dolžinska razporeditev rib nakazujeta stalno doseljivanje mladih in odseljivanje starejših osebkov, z opaznejšim odseljivanjem starejših rib od januarja do marca (Bjordal in Skar, 1992). Ena izmed teorij o privlačnem učinku ribogojnic je teorija zbirnega mesta, po kateri se ribe zbirajo okoli referenčnega območja, da bi se združile v jate in tako pridobile zaščito. Po drugi teoriji pa se ribe združujejo okoli plavajočih objektov, ki se nabirajo na območjih front, kjer je običajno več hrane (Freon in Dagorn, 2000). Ribogojnice so naselitvena območja ribjih mladice za nekaj vrst rib v jugozahodnem Sredozemlju (Fernandez-Jover in sod., 2009). Visoka številčnost mladih osebkov hitro upade v nekaj mesecih, kar je lahko posledica selitve v primernejše habitate ob doseženi boljši plavalni sposobnosti (Macpherson, 1998) oziroma visoke smrtnosti zaradi povečanega plenilskega pritiska ob prisotnosti odraslih plenilcev v okolici kletk (Sanchez-Jerez in sod., 2008).

### 2.4 ČETRТА HIPOTEZA

Pričakujemo **sezonske spremembe v številčni in starostni strukturi** ribje združbe, predvsem povečan vpliv ribogojnice v zimskem delu leta.

Ribogojnice ponujajo zelo privlačen habitat za prostoživeče ribe v Sredozemskem morju, vendar je struktura ribje združbe med sezonami zelo spremenljiva (Fernandez-Jover in sod., 2008). Sezonske spremembe fizikalnih in kemijskih dejavnikov morske vode različno vplivajo na migracijske značilnosti in prehranjevalne navade ribjih vrst. Znatne sezonske spremembe v strukturi ribje združbe so običajnejše v zmernih vremenskih pasovih (Letourneur in sod., 2001) kot v subtropskih in tropskih pasovih (Fernandez-Jover in sod., 2008). Majhne spremembe v temperaturi morja so razlog, da na Kanarskih otokih ni statistično značilnega vpliva sezone na ribje združbe okoli ribogojnic (Boyra in sod., 2004). Značilno zmanjšanje ribjih populacij čez zimo je ob ribogojnicah manj izrazito kot na kontrolnih lokacijah, kjer ribje populacije močno upadejo (Machias in sod., 2005). Čeprav rezultati kažejo na sezonsko disperzijo osebkov stran od ribogojnic, so potrebne nadaljnje raziskave, ki bodo določile količino in pogostost migracij v okolici ribogojnic (Fernandez-Jover in sod., 2008).

### 3 CILJI

S pričujočo raziskavo želimo dokazati in ovrednotiti vpliv ribogojnice v Portoroškem ribolovnem rezervatu na prostoživeče ribje združbe. Razvili in preizkusili bomo raziskovalno metodo in protokol, ki bosta omogočila monitoring ribjih združb v rezervatu. Izoblikovali bomo strukturni model zbiranja podatkov, po katerem bomo izvedli vsa vzorčenja, in ga napolnili s prvo generacijo podatkov. Pridobljeni podatki in metodologija bodo omogočili ustreznejše celostno in trajnostno upravljanje z rezervatom.

Vpliv marikulture na prostoživeče ribje združbe bomo dokazali s primerjalno analizo vrstne sestave, abundance in biomase rib z vzorčne in kontrolne lokacije. Z izvajanjem individualnih meritev osebkov bomo pridobili podatke za prikaz starostne strukture prostoživečih ribjih združb v okolici ribogojnice. Na ta način želimo ugotoviti pomembnost marikulture in rezervata za razmnoževanje in odraščanje gospodarsko pomembnih vrst rib.

Sezonska dinamika vzorčenj bo omogočila prikaz vpliva sezon na ribje združbe v rezervatu. Dodatno želimo z analizo prehrane petih ciljnih vrst na obeh lokacijah ugotoviti, ali prostoživeče ribe s hranjenjem ob ribogojnici odstranjujejo ostanke briketov, ki padejo skozi kletke. Na podlagi novih spoznanj o ihtiofavni v rezervatu bomo ocenili, ali lahko prostoživeča ribja združba znotraj Portoroškega ribolovnega rezervata predstavlja donorske populacije oziroma zaledje za ciljne vrste slovenskega morskega ribištva.

### 4 MATERIAL IN METODE

Ocene divjih ribjih populacij so izpostavljene specifičnim napakam in omejitvam metod (Harmelin-Vivien in sod., 1985), zato je izbira ustrezne metode zelo pomembna. Glede na geografske in ekološke značilnosti, ribolovni pritisk, razpoložljive vire ipd., se za ugotavljanje kvalitativnih in kvantitativnih lastnosti ribjih združb uporabljajo različne kombinacije metod, ki se bistveno razlikujejo po vplivu, ki ga pustijo na raziskovani združbi (Cheal in Thompson 1997, Vacchi in La Mesa 1999, Harvey in sod. 2002). Običajno temeljijo na uporabi različnih ribolovnih orodij, saj z njimi ne vplivamo bistveno na staleže ciljnih vrst. Po drugi strani je za monitoring v ribolovnem rezervatu, ki je namenjen ohranjanju ribolovnih virov, primernejša uporaba nedestruktivnih metod vzorčenja. Poleg tega vzorčenje z mrežami običajno podceni abundanco in biomaso mobilnih rib v nekaterih habitatnih tipih (Harmelin-Vivien in Francour, 1992) ter ob rednem izvajanju lahko povzroči lokalno zmanjšanje ribje populacije (Appelberg in sod., 2003). Za raziskovanje in monitoring populacij različnih organizmov v rezervatih so biologi razvili različne nedestruktivne metode vzorčenja, ki se vedno pogosteje uporabljajo tudi za raziskave izven zavarovanih območij.

V želji po ohranjanju ribolovnih virov v Portoroškem ribolovnem rezervatu smo v doktorski disertaciji želeli preveriti možnost uporabe nedestruktivnih metod pri monitoringu ribje združbe rezervata. Študija, ki bi primerjala različne metode ocenjevanja divjih ribjih populacij okoli ribjih farm, še ne obstaja (Harmelin-Vivien in Francour, 1992). Poleg tega natančne strukture dejanske ribje združbe ne moremo ugotoviti z uporabo ene

same metode; vsaka metoda ima svoje pomanjkljivosti (Harmelin-Vivien in Francour, 1992). S primerjalno raziskavo, v kateri smo na istih vzorčnih mestih hkrati izvajali vzorčenja z zabodnimi mrežami in opazovalnimi cenzusi, smo želeli spoznati različne prednosti in slabosti uporabe ene ali druge metode ter ugotoviti primernost uporabe podvodnih opazovalnih cenzusov za monitoring Portoroškega ribolovnega rezervata. Naš cilj je bil razviti metodo, ki bi bila skupaj z ustrežno strategijo vzorčenja uporabna za zaznavanje prostorskih, sezonskih in dolgoročnih sprememb ribjih združb v Portoroškem ribolovnem rezervatu.

#### 4.1 ZABODNE MREŽE

Najpogosteje uporabljene ribolovne metode za raziskovanje ribjih združb so pridnene vlečne mreže (Olin in sod. 2003, Machias in sod. 2004) in zabodne mreže (Thoreson 1996, Appelberg in sod. 2003, Olin in sod. 2003). Machias in sod. (2004) so na območju več 100 km z uporabo pridnene vlečne mreže dokazali vpliv vzpostavitve ribogojniškega območja na ribištvo. Ta metoda se pogosto uporablja tudi v Jadranskem morju za monitoring pridnenih ribolovnih vrst (Medit<sup>1</sup>, SoleMon<sup>2</sup>). Raziskave z uporabo pridnenih vlečnih mrež potekajo tudi v Sloveniji (Mrv otb<sup>3</sup>), vendar njihova uporaba za našo raziskavo ni primerna zaradi selektivnosti tega ribolovnega orodja ter hkrati zaradi naravovarstvenih razlogov, vezanih na varovanje habitata in vrst v Portoroškem ribolovnem rezervatu.

V Baltiku za monitoring populacij in zbiranje rib za analize uporabljajo ustaljene metode ribolova – zabodne mreže (obalni tip) in kogole (Thoreson 1996, Neuman in sod. 1997). Raziskovalne mreže nordijskega tipa, definirane v Evropskem standardu (SIST EN 14757: 2005), se uporabljajo za monitoring jezer in akumulacij po vsej Evropi, tudi v Sloveniji. Appelberg in sodelavci (2003) so izvedli primerjalno raziskavo vzorčenja z obalnim in nordijskim tipom mrež. Analiza rezultatov vzorčenj z nordijskim tipom mrež je dala boljšo oceno prisotnih vrst, kar zvišuje verjetnost zaznave spremembe v razvoju staleža in biodiverzitete v času. Poleg tega zagotavlja zanesljivejšo predstavo o ribji združbi in velikostni strukturi posamezne vrste, kar zvišuje sposobnost zaznavanja prekomernega izkoriščanja in motenj produktivne uspešnosti obalnih vrst rib (Appelberg in sod., 2003). Nordijski tip mrež je bil razvit za pridobivanje najboljših možnih podatkov ob vzorčenju vseh vrst rib v celinskih vodah skandinavskih držav (Appelberg in sod., 2000), njihova priredba pa je bila predlagana kot alternativa obalnemu tipu mrež za monitoring Baltskega morja (Appelberg in sod., 2003).

Na podlagi pregledane literature smo se odločili izvesti niz preliminarnih vzorčenj, s katerimi bi ugotovili uporabnost in učinkovitost nordijskega tipa mrež za našo raziskavo. Nordijska mreža je raziskovalna stoječa zabodna mreža, sestavljena iz dvanajstih 2,5 m dolgih odsekov z različno velikostjo mrežnih očes (Preglednica 1). Odseki so razporejeni

---

<sup>1</sup> International bottom trawl survey in the Mediterranean – Mednarodna raziskava s pridneno vlečno mrežo v Sredozemlju

<sup>2</sup> Rapido trawl survey in the Northern Adriatic Sea – Raziskava z "rapido" pridneno vlečno mrežo v Severnem Jadranu

<sup>3</sup> Monitoring ribolovnih virov s pridneno vlečno mrežo

naključno, velikosti mrežnih oces pa sledijo geometrijskemu zaporedju po Jensnu (1986), z razmerjem med velikostjo oces približno 1,25 (Appelberg in sod., 2000). Skupna dolžina mreže je 30 m, raztegnjena višina mreže pa 1,5 m; s faktorjem povešenosti 0,5 za vse odseke (SIST EN 14757: 2005).

Ob prvi postavitvi smo sledili protokolu dvanajsturne izpostavljenosti in naključne postavitve dveh mrež na vsako lokacijo (vzorčno in kontrolno). Ob naslednjih postavitvah smo spreminjali čas izpostavljenosti mrež, globino in lokacijo nastavitve ter dolžino mrež. Na podlagi rezultatov, pregleda različnih tipov v Evropi uporabljanih raziskovalnih mrež in pogovorov z ribiči smo razvili jadranski tip mrež, s katerim smo nato opravljali vsa vzorčenja v okviru naše raziskave.

Preglednica 1: Struktura nordijskega in jadranskega tipa mrež. Za lažjo primerjavo so naše prilagoditve označene s sivo barvo

Table 1: The structure of Nordic and Adriatic type of nets. Our adaptations are highlighted in grey for easier comparison

Nordijski tip mreže (SIST EN 14757: 2005)												
dolžina stranice mrežnega očesa [mm]	43	19.5	6.25	10	55	8	12.5	24	15.5	5	35	29
premer niti [mm]	0,20	0,15	0,10	0,13	0,23	0,10	0,13	0,16	0,15	0,10	0,20	0,16
Jadranski tip mreže (Pengal in sod., v tisku)												
dolžina stranice mrežnega očesa [mm]	42	20	6,5	10	55	/	12	24	16	/	35	30
premer niti [mm]	0,20	0,15	0,10	0,10	0,25	/	0,12	0,18	0,15	/	0,20	0,18

Mreže jadranskega tipa so dolge 200 m, visoke 5 m in sestavljene iz desetih dvajsetmetrskih odsekov z različnimi velikostmi mrežnih oces (Preglednica 1). V primerjavi z nordijskim tipom smo jadranskemu tipu mrež izločili dva izmed odsekov z najmanjšo velikostjo mrežnih oces (5 mm in 8 mm) ter prilagodili debelino laksa in velikost mrežnih oces glede na dostopnost na trgu. Z izjemo najmanjše velikosti mrežnih oces (6,5 mm) je material za vse ostale odseke razmeroma lahko dostopen, saj jih za različne namene uporabljajo komercialni ribiči.

Poznavanje pomanjkljivosti uporabljenih metod je zelo pomembno in ga lahko dosežemo s primerjavo različnih vzorčevalnih tehnik (Harmelin-Vivien in Francour, 1992). Študije, ki vključujejo simultano diurnalno vzorčenje rib (vzorčenje ob različnih delih dneva) z različnimi ribolovnimi orodji, nam pomagajo razumeti, kdaj se uporaba določene metode izplača in kako se metode lahko dopolnjujejo (Olin in sod., 2003). Kot del doktorske disertacije smo s primerjalno raziskavo dokazali večjo uporabnost jadranskega tipa raziskovalnih zabodnih mrež v specifičnih razmerah Tržaškega zaliva z značilnim homogenim muljastim dnom (Pengal in sod., v tisku). Hkrati smo z raziskavo dokazali neučinkovitost nordijskega tipa mrež v specifičnih razmerah Piranskega zaliva ter ugotovili, da z jadranskim tipom mrež lahko pridobimo reprezentativen vzorec ribje združbe. Čeprav so bile mreže razvite za ugotavljanje vpliva marikulture na prostoživečo ribjo združbo, argumentiramo tudi njihovo uporabo za različne vrste raziskav v podobnem okolju slabe vidljivosti in nestrukturiranega dna (Pengal in sod., v tisku).

## 4.2 OPAZOVALNI CENZUSI

Vzorčenje z mrežami običajno podceni abundanco in biomaso mobilnih rib v nekaterih habitatih (Harmelin-Vivien in Francour, 1992). Takšna napaka vzorčenja je v okolici ribjih farm še večja, saj vzorčenje z mrežami direktno pod kletkami ni mogoče zaradi sistema uteži in vrvi za sidranje kletk (Dempster in sod., 2002). Poleg tega so med razvojem metodologij spremljanja stanja ribjih staležev ugotovili, da redna uporaba destruktivnih metod vzorčenja lahko negativno deluje na stanje ribjih populacij raziskovanih območij (Appelberg in sod., 2003). Možna rešitev je uporaba nedestruktivnih metod, saj so t.i. opazovalni cenzusi raziskovalcem omogočili primerjavo strukture ribjih združb med ribogojnicami in ugotavljanje sprememb abundance v času (Dempster in sod., 2002), kar je tudi cilj naše raziskave.

Za vzorčenje znotraj zavarovanih območij obstaja več različnih nedestruktivnih metod vzorčenja, med katerimi so najpogosteje uporabljani opazovalni cenzusi (Langlois in sod., 2006). Razviti so bili za potrebe vzorčenja rib koralnih grebenov, ki so najbolj občutljivi na različna ribolovna orodja. Kasneje se je pokazala njihova uporabnost tudi v drugih habitatnih tipih zavarovanih morskih območij in se danes uporabljajo za različne primerjalne raziskave ribjih združb, vedno pogosteje tudi izven zavarovanih območij. Najpogosteje se uporabljajo za raziskovanje in monitoring morskih grebenov (Samoilys in Carlos, 2000), za monitoring morskih zavarovanih območij (Roberts Callum in sod. 2001, Russ in sod. 2004, Harmelin-Vivien in sod. 2008, Claudet in sod. 2010) in za ugotavljanje vplivov ribogojstva na prostoživeče ribje združbe (Harmelin-Vivien in Francour 1992, Dempster in sod. 2002, Boyra in sod. 2004, Valle in sod. 2007, Fernandez-Jover in sod. 2008, Šegvić Bubić in sod. 2011). Ena prvih raziskav zavarovanih območij z uporabo opazovalnih cenzusov v Sredozemlju je bila opravljena v slovenskem obalnem morju (Lipej in sod., 2003). Zaradi velike raznolikosti morskih rezervatov po svetu ter različnih potreb raziskav je tudi nabor različnih metod podvodnih opazovalnih cenzusov velik.

Zaradi značilnega kroženja rib okoli kletk v ribjih farmah običajni transektni opazovalni cenzusi niso primerni za vzorčenje v bližini kletk. Glede na pregledano literaturo je za izbrano območje in cilje raziskave najprimernejša uporaba prirejene metode transektnih opazovalnih cenzusov, t.i. hitrih opazovalnih cenzusov, ki so jih v raziskavi atraktivnega delovanja ribje farne na prostoživečo ribjo združbo uporabili Dempster in sodelavci (2002). Hitri opazovalni cenzus opravita dva potapljača, ki morata v petih minutah pregledati 50 m dolgo, 15 m široko in 15 m globoko območje (transekt). Prvi potapljač ocenjuje abundanco prisotnih dominantnih vrst in povprečno dolžino rib v vsaki jati, drugi potapljač pa za prvim išče predvsem visoko mobilne ter majhne, neopazne vrste. Potapljača si izbereta globino plavanja, ki jima omogoča pregled nad celotnim vodnim stolpcem. Cenzus začneta ob prvi kletki, preplavata prosto vodo med kletkami in zaključita ob naslednji kletki. S tem se izogneta srečevanju istih osebkov, ki lahko v času transekta obkrožijo posamezno kletko. Hitri opazovalni cenzusi pokrijejo celotni vodni stolpec in so primerni tudi za uporabo v ribogojnicah ter pri različnih vidljivostih. Dajo dobro oceno mobilnih vrst, napak zaradi podcenjevanja abundance kriptobentoških vrst pa glede na nestrukturiran muljast substrat nismo pričakovali. Kljub temu smo pred začetkom raziskave izvedli preliminarno vzorčenje, s katerim smo želeli preprečiti morebitne zaplete in prilagajanje metode v času raziskave.



Preliminarna vzorčenja smo izvedli v zimskem času, ko je primarna produkcija najnižja in zato pričakovana prosojnost vode najvišja. Rezultati teh vzorčenj so pokazali stalno izredno nizko vidljivost v celotnem vodnem stolpcu, predvsem na območju ribogojnice. Na podlagi teh spoznanj smo opazovalni cenzus ocenili za neustrezno metodo vzorčenja za namen te raziskave. Kljub začetnim negativnim rezultatom smo želeli preizkusiti vse potencialne možnosti uporabe opazovalnega cenzusa v Portoroškem ribolovnem rezervatu. Tako smo se odločili za spremembo uporabljene metode in izbrali prirejeno metodo vodoravnih opazovalnih cenzusov po Lincoln-Smithu (1988, 1989) ter Kingsfordu in Battershillu (1998, cit. po Dempster, 2005), ki so ga uporabili Boyra in sod. (2004). Ob vsakem vzorčenju so podnevi naključno položili 50-metrski merilni trak na globini, predhodno določeni za posamezno vzorčno mesto. Potapljači so plavali ob merilnem traku in beležili vrste in abundanco na vodoodporni papir, in sicer 1 m na vsako stran položenega merilnega traku. Vrste, ki jih na pogled ni možno določiti, so določili do rodu, vseeno pa so te taksone v nadaljnji statistični analizi obravnavali kot vrste (Boyra in sod., 2004).

V nadaljevanju raziskave smo ob sodelovanju znanstvenikov z Morske biološke postaje Piran ter potapljačev Ribogojnice Fonda v vsaki sezoni izbrali obdobje najboljše vidljivosti in poizkusili izvesti opazovalni cenzus. Ob vseh poizkusih je bila vidljivost tako na vzorčni kot na kontrolni lokaciji prenizka za uspešno izvedbo cenzusov, s čimer smo dokončno dokazali neprimernost te metode za uporabo na izbranem območju.

#### 4.3 ANALIZA PREHRANE

Raziskovanje prehranjevalnih navad rib na podlagi analize vsebine želodcev je v ekologiji postalo običajno (Hyslop, 1980). Številni avtorji se ukvarjajo s problemom izbire najprimernejše metode za opis opažene vsebine želodcev (Lima-Junior in Goitein, 2001). Zaradi pomanjkljivosti vsake posamezne metode se v prehranski analizi običajno uporablja kombinacija različnih metod (Hyslop, 1980). Poleg običajnih numeričnih, volumetričnih in stalnostnih metod smo v naši raziskavi za prehransko analizo uporabili še subjektivno metodo. Naštete metode so podrobneje predstavljene v Demuynck (2012).

Boljše rezultate prehranske analize lahko pričakujemo, če uplenjene vrste klasificiramo v "funkcionalne skupine" glede na njihove ekološke značilnosti, namesto v taksonomske skupine (Yamada in sod., 2010). Grego in sod. (2009) so dokazali ustreznost meiofavne kot dobrega indikatorja vpliva ribje farme na okolje. V sedimentu pod ribogojnico Fonda so Grego (2010) in sodelavci našli večje osebke glist in ceponožcev kot na kontrolnih lokacijah.

V naši raziskavi smo obdelali celotno vsebino želodcev, ki smo jo razdelili v dve glavni skupini organizmov: makrofavno in meiofavno. Ker to nista taksonomski skupini, ampak funkcionalni, se lahko isti taksoni pojavljajo v obeh skupinah. Organizmi iz obeh skupin se tipično zadržujejo na ali v sedimentu. Makrofavno zastopajo organizmi, večji od 1 mm, torej vidni s prostim očesom. V to skupino spadajo predvsem večji raki (Crustacea), kot so postranice (Amphipoda) in enakonožci (Isopoda) ter mehkužci (Mollusca). Meiofavna so manjši organizmi, veliki med 1000 in 38  $\mu\text{m}$  (Giere, 2009). Vanjo spadajo različni, nesporodni taksoni. Med njimi so najpogostejše skupine rakov - ceponožci (Copepoda) in

dvoklopniki (Ostracoda), mehkužcev in glist (Nematoda), najdemo pa tudi ploske črve (Plathelminthes), mnogoščetince (Polychaeta), kinorinhe (Kinorhyncha) in druge organizme.

Poleg macro- in meio-favne smo v analizi uporabili še eno funkcionalno skupino, ki jo združujeta habitatna preferenca in oblika – črvaste živali. Vanjo smo uvrstili vse opažene podolgovate in valjaste organizme – mnogoščetince, gliste, ploske črve in kinorinhe. Zadnje netaksonomsko skupino predstavljajo organizmi, kot so pršice (Acarina), luknjičarke (Foraminifera), ostanki rastlin ipd. in jih združujemo pod imenom Ostalo.

#### 4.4 IZBIRA VZORČNEGA MESTA

Vzorčna lokacija je določena s samim namenom raziskave, torej na ribogojnici, kontrolno lokacijo pa je potrebno ustrezno izbrati. Očitno mora biti na kontrolni lokaciji reprezentativen vzorec enakih glavnih habitatnih tipov, kot se pojavljajo na lokaciji, kjer pričakujemo vpliv (Underwood, 1994). Ribe običajno niso naključno razporejene, ampak se združujejo na ekološko ustreznih območjih. Na horizontalno razporeditev lokalno vpliva predvsem heterogenost habitatov, globalno pa letni časi oziroma temperatura (Appelberg, 2000). Dno v Portoroškem ribolovnem rezervatu je muljasto in ravno, z nizko stopnjo heterogenosti habitatov (Malačič in Forte, 2003).

Razporeditev rib v vodnem stolpcu je odvisna od ekoloških zahtev prisotnih vrst in abiotskih razmer na vzorčenem območju in je za različne vrste rib zelo različna, spreminja pa se tudi z ontogenetskim razvojem osebkov (SIST EN 14757:2005). Jezera so stratificirana v globinske sloje, zaradi česar se za monitoring v skandinavskih državah uporablja stratificirano naključno vzorčenje, da se lažje spopadejo z neenakomerno distribucijo (Appelberg in sod., 2000). V Piranskem zalivu globinski sloji niso izraziti, dno se položno spušča proti odprtemu morju, kjer doseže maksimalno 20 m globine. Ker naključno vzorčenje ni bilo v skladu s cilji raziskave, smo vzorčni mesti izbrali predvsem glede na podobnost habitatnih tipov in globino, upoštevali pa smo tudi prevladujoče smeri tokov, rezultate preliminarnih vzorčenj in orientacijo ribogojniškega obrata glede na bližnja školjčišča in obalo.

Večina raziskav (Dempster in sod. 2004, Valle in sod. 2007, Fernandez-Jover in sod. 2008, Dempster in sod. 2010) je pokazala, da je vpliv marikulture na prostoživečo ribjo združbo prostorsko omejen in je praktično neopazen že na razdalji približno 200 m od gojitvenih kletk. Ob upoštevanju vseh naštetih parametrov smo kontrolno vzorčno lokacijo izbrali v sredini Piranskega zaliva pred polotokom Seča (Slika 1).

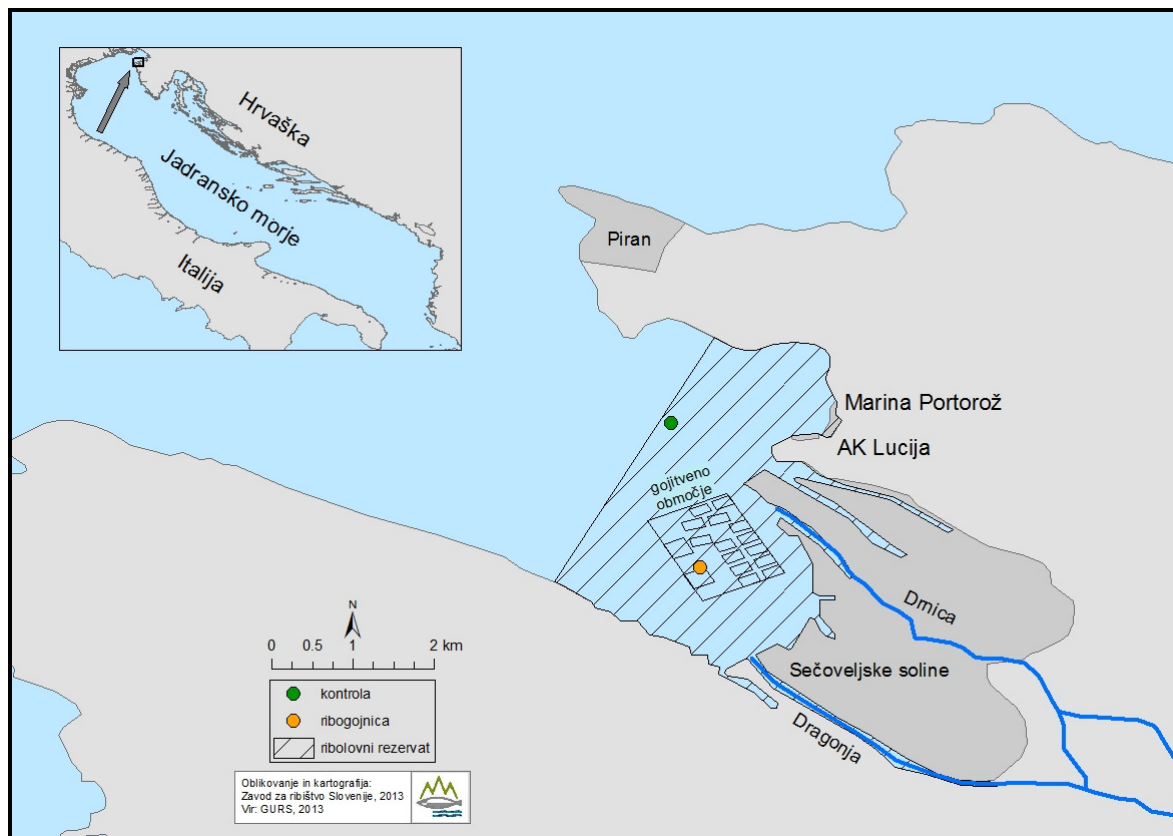
## 5 OBMOČJE RAZISKAVE

### 5.1 GEOGRAFSKI IN EKOLOŠKI OPIS

Tržaški zaliv je najsevernejši del Jadranskega morja, ki ga na jugu omejuje linija od rta Savudrija do Gradeža (Slika 1). Največja globina v osrednjem delu zaliva ne preseže 30 m,

dobra petina zaliva pa je plitvejša od 10 m. Hidrografske lastnosti vodnih mas so v veliki meri povezane s pretoki velikih in manjših rek (Malačič in sod., 2003). Največji delež celinske vode v Tržaški zaliv vnese reka Soča, katere vpliv ob konicah pretokov seže preko osrednjega dela zaliva (Malačič in sod., 1996). Struktura vodnega stolpca je izrazito nestabilna. Za zimsko in zgodnje pomladansko obdobje so značilne premešane vodne mase, v poletnem obdobju pa se vzpostavi termoklina na globini okoli 12 m, ki se z nastopom močnih neviht običajno poruši konec poletja (Celio in sod., 2006). Sezonska dinamika planktona je odvisna od Soče kot glavnega vira celinskih vod in viški avtotrofne biomase so povezani z daljšimi obdobji visokega vnosa celinskih vod (Mozetič in sod., 1998).

Piranski zaliv je široka potopljena dolina reke Dragonje (Forte in sod., 2007) in obsega južni del Tržaškega zaliva (Slika 1) z globinami do 20 m. Na severni strani je omejen z rtom Madona, na južni pa s Savudrijskim rtom. Večina Piranskega zaliva spada v pravi obalni pas (infralitoral) z značilnim muljastim dnom, ostali habitatni tipi so omejeni na posamezna manjša območja. Zaradi plitkosti na dinamiko njegovih vodnih mas močno vplivajo meteorološki dejavniki, kot sta smer in jakost vetra. Na prostorsko in časovno razporeditev slanosti ter posledično gostoto vode vplivata padavinski režim (Forte, 2001) in pritoki rek, ki znižujejo slanost globoko v zaliv (Štrukelj, 2008). Za Piranski zaliv je značilna visoka stopnja sedimentacije (Ogorelec in sod., 1991), skalnato dno je omejeno na kratke obalne odseke, ki so pogosto zgrajeni iz alohtonega materiala. Na globini 2 do 3 m se pričinja peščeno muljasto dno, večinoma prekrito s travniki vrste *Cymodocea nodosa*, ki je najpogostejša vrsta morske trave v slovenskem obalnem morju (Forte in sod., 2007).



Slika 1: Lokaciji vzorčnih mest v Piranskem zalivu

Figure 1: Location of sampling sites in The Bay of Piran

V obdobju od leta 2001 do leta 2006 je letno povprečje vnosa celokupnih suspendiranih snovi znašalo 430 ton, celokupnega dušika 740 ton in celokupnega fosforja 19 ton (Forte in sod., 2007). Glavni zunanji vir nutrientov sta reki Dragonja in Drnica, ki v zaliv kumulativno vneseta približno 60 ton celokupnega dušika in 1,2 tona celokupnega fosforja na leto (Turk in Potočnik, 2001). Njun vnos je izrazito sezonski in je najnižji poleti, v nasprotju z vnosom raztopljenih in partikulatnih nutrientov iz ribogojnice, ki so poleti najvišji zaradi temperaturno odvisnega povišanja metabolizma rib in intenzivnejšega hranjenja (Forte in sod., 2007). V obe reki se izlivajo neobdelane odpadne vode iz gospodinjstev v notranjosti, katerih posledica je visoka koncentracija koliformnih bakterij v estuarjih obeh rek predvsem poleti, v času nizkega pretoka (Forte in sod., 2007). V tem času lahko visoka bakterijska aktivnost, in s tem poraba kisika, lokalno povzroči hipoksične in anoksične razmere. Kljub hitremu upadu koncentracij fekalnih snovi z oddaljenostjo od ustja obeh rek lahko onesnažena voda občasno vpliva na kvaliteto morske vode v okolici ribogojnice (Forte in sod., 2007).

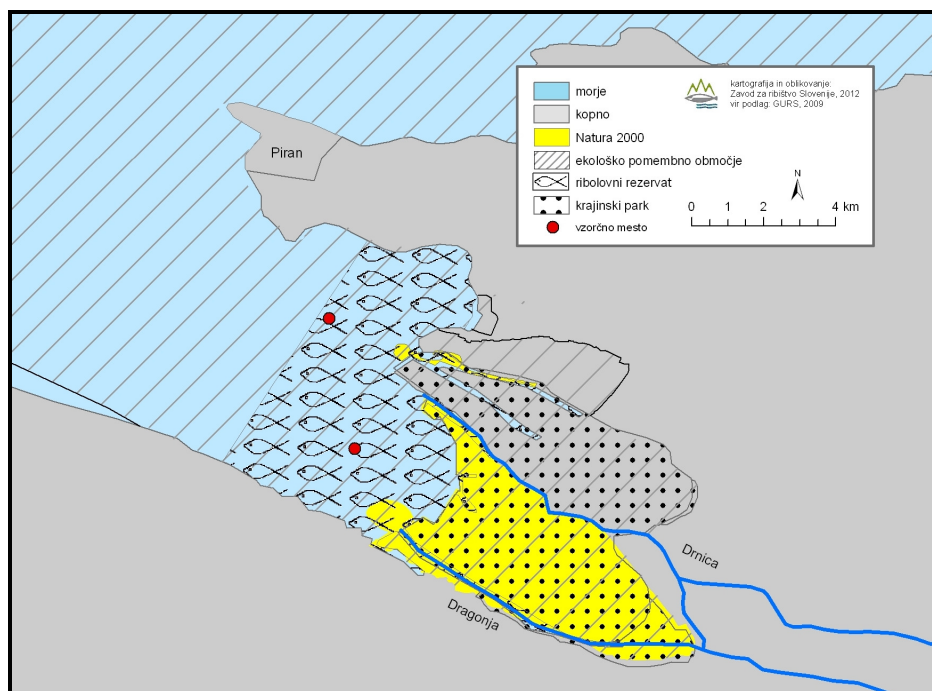
Hidrodinamični in meteorološki procesi vplivajo na horizontalno in vertikalno razporeditev hranilnih snovi in tako posredno vplivajo na razporeditev, dinamiko in vrstno sestavo avtotrofnih in heterotrofnih planktonskih organizmov v morju (Frumen 2002, Tinta 2006). Koncentracija hranilnih snovi je najvišja v površinskem sloju spomladi in jeseni ter poleti v pridnenem sloju pod termoklino, kot posledica dekompozicijskih procesov (Mozetič, 1998). Jeseni in pozimi sta količina fitoplanktona in primarna produkcija skromni, vendar

se pozno pozimi in v začetku pomladi povečata zaradi cvetenja različnih vrst kremenastih alg (Forte in sod., 2007). Spremembo prevladujočih vrst v fitoplanktonu od kremenastih alg v mikro-flagelate in cianobakterije poleti spremljajo nižje koncentracije klorofila *a* z vrednostmi pod  $1 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  (Malej in sod., 1995). Spremembe v koncentracijah nitrata in razvoj planktonske združbe sta verjetno posledica vnosa celinskih vod (Mozetič in sod., 1998).

## 5.2 VAROVANJE IN UPRAVLJANJE

Ribolov v Piranskem zalivu je bil omejen že leta 1962 z Odredbo o omejitvi ribolova v Portoroškem zalivu (1962), ki določa tudi območje gojitve školjk in rib v notranjem delu Portoroškega zaliva. Morsko mejo Portoroškega ribolovnega rezervata predstavlja linija med današnjim skladiščem soli v Bernardinu in opuščeni kamnolomom v Kanegri na Savudrijskem polotoku. Odlok o morskem ribištvu iz leta 1987 k Portoroškemu ribolovnemu rezervatu priključi še območje Sečoveljskih solin in ustje reke Dragonje in tako določi današnji obseg rezervata.

Območje raziskave leži znotraj meja rezervata, ki obsega notranji del Piranskega zaliva s pripadajočimi solinami (Slika 2). Po Zakonu o morskem ribištvu (2006) je namenjen varstvu rib, zato je znotraj njegovih meja prepovedan pristočasni in gospodarski ribolov, z izjemo izlova zimskih jat cipljev s posebnim dovoljenjem ter pristočasnega ribolova z obale. Območje raziskave se prekriva tudi z območji, zavarovanimi z Uredbo o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (2004-2012) in z Uredbo o ekološko pomembnih območjih (2004). (Preglednica 2, Slika 2).



Slika 2: Prikaz obsega območij z naravovarstvenim statusom na območju raziskave (Preglednica 2)

Figure 2: Presentation of regions with nature conservation status within range of research (Table 2)

Na jugovzhodnem delu zaliva ležijo Sečoveljske soline, kjer še vedno pridelujejo sol po tradicionalnih metodah. Območje solin je najsevernejša obmorska selitvena postaja na Mediteranu in predstavlja izjemno ornitološko lokaliteto gnezdilcev ter prezimovališče in počivališče ptic (Naravovarstveni atlas, 2012). Zavarovano je z Uredbo o Krajinskem parku Sečoveljske soline (2001) z namenom, da zavaruje naravno območje in ohrani biotsko raznovrstnost tipičnega solinarskega ekosistema. Na območju Sečoveljske soline in estuarij Dragonje (Uredba o posebnih..., 2004-2012), ki se nahaja v neposredni bližini območja raziskave, sta zavarovani dve živalski vrsti (solinarka - *Aphanius fasciatus* in močvirska sklednica - *Emys orbicularis*) in 6 habitatnih tipov (Naravovarstveni atlas, 2012).

Območje raziskave spada v dve ekološko pomembni območji, za kateri veljajo posebni varstveni ukrepi in v območje Sečoveljske soline (Uredba o posebnih..., 2004-2012), ki je opredeljeno kot posebno varstveno območje za ptice (Preglednica 2).

Preglednica 2: Režimi varovanja na območju raziskave

Table 2: Conservation regime within the research area

Status območja	Šifra območja	Ime območja
Natura 2000	SI5000018	Sečoveljske soline
Ekološko pomembno območje	70000	Morje in morsko obrežje
Ekološko pomembno območje	75200	Sečoveljske soline s Sečo
Ribolovni rezervat	/	Portoroški ribolovni rezervat
Krajinski park	/	Krajinski park Sečoveljske soline

### 5.3 VZORČNI MESTI

Območje raziskave leži v notranjem delu Piranskega zaliva ob polotoku Seča. Na severni strani polotoka je Portoroška marina, ki danes obsega preko 1.000 priveznih mest v morju, na kopnem, v dveh halah in kanalu Fazan. Ob marini na polotoku Seča leži avtokamp Lucija s površino šest hektarjev in kapaciteto do 1.000 gostov (Slika 1).

Vzorčno mesto pri ribogojnici se nahaja na južni strani polotoka Seča pred Sečoveljskimi solinami (Slika 1). Globina vode pri ribogojnici je približno 12 m, sediment je sestavljen iz 30% peskov, 55% melja in 15 % gline (Forte, 2001). Temperatura v zalivu letno niha med 6 – 26 °C, slanost pa se v površinskem sloju giblje od 28 do 38,5 PSU, kar je posledica vnosa vode iz reke Dragonje (Červek 2002, Malačič in Forte 2003).

Za kontrolno vzorčno mesto, ki smo ga izbrali v sredini Piranskega zaliva pred polotokom Seča, obstaja dolgoletni niz podatkov za vodni stolpec in sediment. Od ribogojnice je oddaljeno približno 1,7 km, globina znaša 13±1 m in se spreminja predvsem zaradi plimovanja (Malačič in Forte, 2003). Morsko dno je nestrukturirano in muljasto in se

zmerno spušča proti odprtemu morju, sestava sedimenta kaže 10 % peskov, 60% melja in 30 % gline (Forte, 2001).

### 5.3.1 Podrobnejša predstavitev vplivne vzorčne lokacije

Ribogojnica Fonda je last podjetja Unic Sub, Ugo Fonda s.p. in leži v notranjem delu Piranskega zaliva, na najjužnejši točki slovenskega morja (Slika 1). Površina ribogojniške parcele znaša 40.000 m<sup>2</sup>, skupna površina kletk pa 2800 m<sup>2</sup> (VOLOS, 2012). Ribe gojijo v plavajočih kletkah različnih dimenzij, ki segajo do 9 m pod gladino in ustrezajo velikostnim kategorijam osebkov – 40 velikih kletk za mlade in odrasle osebkove ter 16 manjših kletk za vzrejo mladice. Kletke so razporejene v vrstah in so na morskno dno pritrjene s sidriščem, ki jih ohrani na mestu tudi v primeru neurij. Kletke so nad vodo pokrite z mrežami, ki ptičem onemogočajo plenjenje gojenih organizmov. Mreže čistijo ročno, brez uporabe toksičnih sredstev proti obraščanju z morskimi organizmi (Štrukelj, 2008).

Prvo ribogojnico je na tem mestu zgradilo podjetje Mariva d.o.o. leta 1988 (Forte, 2003). Leta 2003 je podjetje Unic Sub od podjetja Mariva d.o.o. odkupilo ribogojnico in prevzelo del njihovih zaposlenih (Poslovni načrt ..., 2009). S prenovo infrastrukture in sistema gojitve so uredili Ribogojnico Fonda. Ob prevzemu ribogojnice so komercialno gojili brancina (*Dicentrarchus labrax*) in eksperimentalno orado (*Sparus aurata*). Zaradi slabe tolerance orade na nizke temperature so gojenje po enem vzrejnem ciklu opustili (Fonda, 2012). V letu 2007 so v kletke z brancini kot biološkega čistilca poskusno dodali 10 % vrste pic (*Diplodus puntazzo*), ki pa je postala preveč dominantna, zato so kombinirani način gojitve opustili (Fonda, 2012). Od takrat je edina gojena vrsta v ribogojnici brancin.

#### 5.3.1.1 Vzrejni cikel

Vzrejni cikel od nakupa mladice (10 do 30 g) do konzuma (300 – 400 g) običajno traja 18 mesecev, medtem ko se vzrejni cikel za doseganje teže od 600 – 1000 g podaljša za eno sezono (Poslovni načrt ..., 2009). Za doseganje najoptimalnejših zasedenosti objektov oziroma največje intenzivnosti proizvodnje je potrebna nabava mladice v spomladanskem času. S tako tehnologijo vzgojijo konzumno ribo pred drugo zimsko sezono (Poslovni načrt ..., 2009). Mladice izvirajo iz Italije in Francije in od naselitve v ribogojnici do prodaje ostanejo skupaj. Ob prihodu jih naselijo v manjše kletke s premerom 7 m in volumnom 190 m<sup>3</sup> (Slika 3). Ko dosežejo povprečno maso 100 g, jih preselijo v večje kletke s premerom 11 m in volumnom 560 m<sup>3</sup>, kjer ostanejo do prodaje. Smrtnost pri proizvodnji od mladice do konzuma v povprečju znaša 20 %. Ob koncu vzrejnega ciklusa, ko brancini dosežejo konzumno velikost, se jih izmenično izlavlja iz različnih kletk. S tako tehnologijo pri ribah dosežejo manjši stres in s tem zmanjšajo izgube. Izlov se vrši iz čolna z namensko prirejenimi mrežami (Poslovni načrt ..., 2009).

Pri vzreji uporabljajo izključno certificirano popolno krmno mešanico (Aler aqua), prilagojeno različnim kategorijam rib. Krmo do kletk pripeljejo z ustrezno opremljenim plovilom, iz katerega tudi opravljajo krmljenje. Pogostost in količina krmljenja je odvisna od kategorije rib in temperature morja, v povprečju pa skupno porabijo 1 tono krme na

dan. Ko temperatura morja pade pod 14 °C, hranjenje prekinejo (Poslovni načrt ..., 2009). Ob pojavu okužb veterinar predpiše uporabo antibiotika (floran), ki ga dodajo hrani.

Poslovni načrt iz leta 2009 navaja, da je leta 2008 proizvodnja brancinov znašala 60 ton, do leta 2012 pa naj bi proizvodnja narasla na 90 ton na leto. Ker so tržne cene težjih brancinov bistveno višje in je razmerje med proizvodno in prodajno ceno za rejca ugodnejše ob prodaji brancinov, težkih od 600 do 1000 g, želi Ribogojnica Fonda v prihodnje podaljšati vzrejni cikel in se utrditi na trgu ponudnikov večjih brancinov (Poslovni načrt..., 2009).

### 5.3.1.2 Vpliv ribogojnice na sediment in vodni stolpec

Posledica odprtega sistema gojenja na Ribogojnici Fonda je neposreden vnos raztopljenih snovi v morski ekosistem Piranskega zaliva. Snovi, kot so amoniak in fosfor ter raztopljeni organski ogljik, dušik in fosfor, se sproščajo v okolje v biološko visoko aktivnih oblikah (United Nations ... Tech. Rep. No. 140, 2004). Glavni prejemnik organske partikulatne snovi je sediment, medtem ko ostane največ raztopljenih organskih snovi v vodnem stolpcu (Štrukelj, 2008). Organska snov se lahko izmenjuje med sedimentom in vodnim stolpcem s sedimentacijo in remineralizacijo (United Nations ..., Tech. Rep. No. 140, 2004).

Pod ribogojnico prevladuje ravno muljasto dno. Na granulacijo sedimenta ima največji vpliv geološka zgradba obalnega območja in vnos sedimenta iz Dragonje (Forte in sod., 2007). Glavnino sedimenta v Piranskem zalivu predstavlja temno siv ilovnat mulj, ki vsebuje 40 % ilovice in 5 % peska, biogeno komponento sedimenta pa sestavljajo ostrakodi, mehkužci in foraminifere (Ogorelec in sod., 1991). Na območju ribogojnice močno prevladuje mulj (85 %), sledijo peski s 14 % ter ilovica z 1 % (Červek, 2002), biogena komponenta je povečana (Štrukelj, 2008). Analiza vsebnosti organskega ogljika in skupnega dušika v sedimentu pod ribogojnico je pokazala 250 % povišanje obeh komponent v površinskem sloju sedimenta, njuna vsebnost pa se eksponentno znižuje do globine 10 cm, kar časovno ustreza začetku ribogojniških aktivnosti na tem območju pred 15 leti (Forte in sod., 2007).

Vnos dušika iz ribogojnice znaša poleti približno  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{3}$  vnosa iz Dragonje (Červek, 2002), cirkulacija vodnih mas pa je dovolj velika, da ostane voda na območju gojišča oksigenirana tudi v poletnih mesecih (Forte, 2001). Študija, izvedena 10 let po izgradnji ribogojnice, je pokazala povečano sedimentacijo skupnih trdnih delcev, višjo koncentracijo žveplovodika v pornih vodah ter spremembe v strukturi meiofavne pod kletkami, ni pa pokazala jasnih vplivov na pelagično okolje (Kovač in sod., 2002). Organska snov se kopiči na dnu kot posledica sedimentacije presežkov hrane, fecesa in povečane sedimentacije zaradi zlepljanja finih delcev v vodnem stolpcu (Hargrave in sod., 1997). Na kroženje organskega ogljika in dušika v veliki meri vplivajo procesi resuspenzije sedimenta in procesi na fazi voda-sediment (Faganeli in sod. 1987, Faganeli 1989).

Trend upadanja pH in naraščanja koncentracije ogljikovega dioksida v intersticijskih vodah od centra ribogojnice navzven ter visoke koncentracije amoniaka pomenijo intenzivno razgradnjo organske snovi. V razmerah, ko je kisika dovolj, je oksidacija žveplovodika uspešna v dovolj veliki meri, da ne pride do kopičenja le-tega v površinskem



sedimentu (Findlay in Watling, 1997) in izgleda, da se to dogaja tudi na Ribogojnici Fonda (Forte, 2001).

Primerjava koncentracij nutrientov v vodnem stolpcu pokaže, da so koncentracije nitratov pri kletki višje, vse ostale vrednosti, vključno s trofičnim indeksom, biološko potrebo po kisiku, koncentracijo klorofila *a* in pH-jem, pa ostajajo v običajnih okvirih (Forte, 2001), predvsem pa ne odstopajo od značilnih za severni Jadran (Vukovič in sod., 1997-1999). Višje vrednosti celokupne suspendirane snovi, partikulatnega organskega ogljika in celokupnega dušika v sedimentirani snovi so posledica usedanja viškov hrane in fecesa, višja vrednost beljakovinske komponente pa povzroči nižje razmerje med ogljikom in dušikom (Forte, 2001).

Analiza makrozoobentosa mehkega dna na dveh vzorčnih mestih v bližini ribogojnice je pokazala, da so najdominantnejša taksonomska skupina mnogoščetinci (z najvišjim deležem vrste *Lumbrinereis gracilis*), sledijo jim mehkužci in iglokožci (Forte in sod., 2007).

### 5.3.1.3 Polikultura

V neposredni bližini ribogojnice je območje školjčičišč (Slika 1) s 14 gojitvenimi polji s skupno površino 239.156 m<sup>2</sup> in potencialno gojitveno kapaciteto 580 ton školjk. Koncesije za polja so v lasti osmih podjetij in samostojnih podjetnikov, ki so v letu 2011 prodali 200,27 ton školjk vrste užitna klapavica (*Mytilus galoprovincialis*) (VOLOS, 2012). S kombiniranim gojenjem rib in filtratorskih organizmov na območju ribogojnice se lahko zmanjša vpliv povečanega vnosa nutrientov v okolje. Suspenziofage školjke ob marikulturah so lahko učinkovito sredstvo za zmanjšanje količine odpadnih snovi, vendar le na določenih območjih in pod posebnimi hidrografskimi pogoji (Troell in Norberg, 1998). V Piranskem zalivu raziskave očiščevalne sposobnosti školjk še niso opravili, v okviru projekta BIOFAQs<sup>4</sup> na Morski biološki postaji Piran pa so raziskovali učinkovitost biofiltrir pri zmanjševanju vpliva povečanega vnosa nutrientov iz ribogojnice. Ugotovili so povečano aktivnost bakterij na raziskovalnih biofiltrih (Frumen 2002, Červek 2002), ki pa so bili po raziskavi odstranjeni.

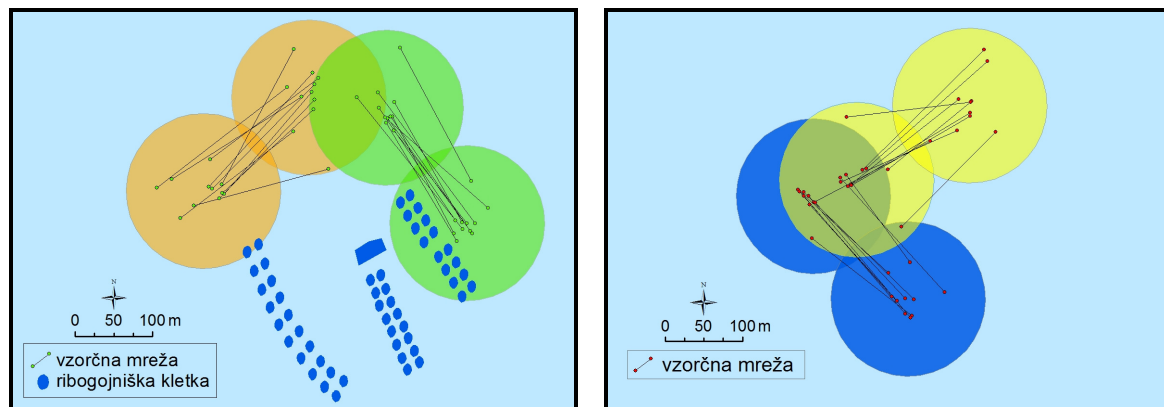
## 5.4 PROTOKOL VZORČENJA

Uspešnost vzorčenja rib je odvisna od številnih parametrov, zaradi česar je potrebno metodo in protokol vzorčenja skrbno izbrati oziroma prirediti glede na cilje raziskave in značilnosti območja, ki ga želimo preučiti. Rezultati vzorčenja rib s pasivnimi orodji so v veliki meri določeni s temperaturo vode, življenjskim ciklom in časom drsti določenih vrst rib (SIST EN 14757: 2005). Poseben parameter, ki verjetno močno vpliva na razporeditev in abundanco rib v primeru načrtovanega vzorčenja v bližini ribogojnice, pomeni tudi čas hranjenja. Obdobje vzorčenja je treba izbrati tako, da nobena posamezna vrsta ni niti precejnena niti podcenjena v ulovu (SIST EN 14757: 2005). Zato bi moralo biti sezonsko vzorčenje del vsake raziskave oziroma monitoringa, katerega cilj je določitev vrstne

---

<sup>4</sup> Biofiltration and Aquaculture: an Evaluation of Hard Substrate Deployment Performance within Mariculture Developments. Uporaba plavajočih struktur za zmanjšanje vpliva marikulture na okolje.

sestave ali spremembe v strukturi združbe določenega območja. Za ugotavljanje sezonskih sprememb o vplivu ribogojnice na prostoživečo ribjo združbo smo se odločili za mesečna vzorčenja oziroma tri ponovitve vzorčenj v vsakem letnem času, torej skupno 12 vzorčenj na vsaki lokaciji (Slika 3). Pri obdelavi rezultatov smo upoštevali meteorološko definicijo letnih časov.



Slika 3: Skica vseh postavljenih mrež na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) s prikazanim 100 m območjem postavitve. Oblikovanje in kartografija Zavod za ribištvo Slovenije, 2013. Vir: GURS, ZZRS, 2013

Figure 3: Sketch of all the set survey nets at the fish farm (left) and the control (right) location. Design and cartography Fisheries Research Institute of Slovenia, 2013. Source: GURS, ZZRS, 2013

Aktivnost rib se spreminja diurnalno (Helfman, 1981) in vpliva na verjetnost srečanja pri pasivnih ribolovnih orodjih (Olin in sod., 2003). Čas izpostavljenosti mrež mora zagotoviti, da bodo v vzorčenju zajeta obdobja največje aktivnosti za vse vrste rib. Pomemben element prehodnih obdobj so migracije različnih vrst med zavetjem in območji hranjenja (Hobson in sod, 1972). Hobson in sod. (1972) so določili naslednja prehodna obdobja: večerna aktivnost se začne 30 minut pred sončnim zahodom in traja do 50 minut po sončnem zahodu; jutranja aktivnost se prične 45 minut pred sončnim vzhodom in traja do 15 minut po sončnem vzhodu. Tako je potrebno nastavitve in vse druge dejavnosti vzorčenja končati še pred začetkom obdobja visoke aktivnosti, da se vzorčno mesto umiri po motnjah nastavljanja mrež. Hkrati je treba izbrana območja povzorčiti v čim krajšem časovnem intervalu (Thoresson, 1996), saj z daljšim časom izpostavljenosti obstaja večja verjetnost, da pride do razgradnje ujetih rib ali pa jih napadejo in poškodujejo plenilci (SIST EN 14757:2005). Tako smo določili protokol, po katerem je potrebno vse aktivnosti vzorčenja končati in zapustiti vzorčno mesto 1 uro pred sončnim zahodom in prispeti na lokacijo 30 minut po sončnem vzhodu. Na ta način v čas izpostavljenosti zajamemo obdobje najvišje aktivnosti večine vrst rib na eni strani ter omejimo plenjenje in razgradnjo ujetih rib na drugi.

Ker je temperatura bistven parameter sezonskih sprememb morskih ribjih združb, smo na vzorčno lokacijo namestili samodejne merilce temperature. Ti so v celotnem obdobju trajanja raziskave v minutnih intervalih beležili temperaturo na vsakem metru globine od površine do dna. Poleg tega smo enkrat mesečno in ob vsakem polaganju mrež izmerili izbrane fizikalne, kemijske in meteorološke parametre.

Po dvigu smo mreže prepeljali na Morsko biološko postajo Piran, kjer smo jih prebrali, ribe pa določili do vrste, izmerili in stehtali. Ciljnim vrstam smo dodatno določili spolno zrelost ter izolirali otolite in želodec. Otolite smo osušili in shranili za kasnejšo obdelavo, želodce pa smo takoj zamrznili in predali sodelavcem z Morske biološke postaje Piran, ki so kasneje pregledali njihovo vsebino. Protokol obdelave in določanja vsebine želodcev je podrobneje opisan v Demuynck (2012).

## 5.5 ANALIZA PODATKOV

Zbrane podatke smo sproti zapisovali na protokolarne liste in jih kasneje vnesli v podatkovno bazo Zavoda za ribištvo Slovenije. Podatke smo obdelovali po vzorčenjih, pri čemer vsaka mreža predstavlja eno vzorčenje. Za vsako vzorčenje smo pripravili pregled združenih podatkov o vrstni sestavi, abundanci, biomasi in ulovu na enoto napora. Ulov na enoto napora smo izrazili kot številčnost (NPUE<sup>5</sup>) in kot biomaso, pri čemer smo za enoto napora uporabili 24 ur in 500 m<sup>2</sup>. Ker so dali rezultati analiz ulova na enoto napora v primerjavi z enakimi analizami absolutnih vrednosti zelo podobne rezultate, smo se odločili za uporabo in prikaz absolutnih vrednosti.

Poleg kumulativnega števila vrst smo analizirali še stalnost vrst po Tarmanu (1992), pri čemer smo ugotavljali, v koliko vzorčenjih se je vrsta pojavila, ne glede na njeno številčnost. Stalnost smo analizirali na nivoju celotne raziskave in na nivoju sezon za primerjavo med vzorčnima lokacijama.

Nadalje smo analizirali dolžinsko-frekvenčne porazdelitve in velikostne razrede. Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve smo primerjali za tiste tri vrste, za katere smo ugotovili nad 5 % številčni delež v celotni raziskavi. Velikostne razrede ribjih vrst smo definirali na podlagi maksimalne skupne dolžine telesa, in sicer smo tretjino največjih vrst iz raziskave uvrstili v razred "veliki osebki", najmanjšo tretjino v razred "majhni osebki" in srednjo tretjino vrst v razred "srednji osebki". Iz analize velikostnih razredov smo izločili tri vrste - električni skat (*Torpedo marmorata*), morski bič (*Dasyatis pastinaca*) in morski golob (*Myliobatis aquilla*) - , katerih oblika telesa ne dovoljuje enake obravnave velikostne strukture kot za ostale vrste v raziskavi. Pri teh vrstah se namreč za določitev velikosti običajno uporablja razpon prsnih plavuti. Pojavljanje različnih velikostnih razredov rib smo primerjali v smislu števila vrst na eni strani ter ob upoštevanju številčnosti vrst na drugi.

Primerjali smo tudi vrstno strukturo glede na ekološke kategorije, ki smo jih omejili na tri večje razrede – bentoške, bentopelagične in pelagične vrste. Podobno kot pri analizi velikostne strukture smo tudi tu primerjali število in številčnost vrst.

Za lažjo predstavitev rezultatov smo za ciljne vrste določili barvno shemo, ki je skozi celotno doktorsko disertacijo enotna: modra – brancin, zelena – ovčica, rumena – zlati cipelj oranžna – orada, rdeča – ribon.

---

<sup>5</sup> Number Per Unit of Effort. Število na enoto napora.

Končno smo analizirali ribjo združbo obeh vzorčnih mest na letnem nivoju in v posamezni sezoni. Izračunali smo Jaccardov indeks podobnosti, ki primerja vrstno pestrost na podlagi števila vrst, ki se pojavljajo na enem ali drugem območju. Uporabili smo formulo (Magurran, 2004):

$$J = \frac{S_S}{S_T} \quad \dots(1)$$

J = Jaccardov indeks podobnosti  
 $S_S$  = število vrst, prisotnih na obeh območjih  
 $S_T$  = število vseh opaženih vrst

Jaccardov indeks izračunavamo izključno na podlagi podatkov o številu vrst, zato je občutljiv na razliko v velikosti vzorcev. V našem primeru je bilo število vzorcev tako med sezonami kot med lokacijama enako.

Za določitev vrstne pestrosti smo uporabili Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks, ki je matematično merilo vrstne pestrosti v združbi. Za posamezno sezono smo ga izračunali kot povprečje diverzitetnih indeksov vseh posameznih vzorčenj v sezoni, za posamezno območje pa kot povprečje indeksov za posamezno sezono. Poleg števila vrst v združbi indeks upošteva tudi relativno abundanco posamezne vrste, zato nam da boljše rezultate o pestrosti kot povprečna vrstna pestrost. Izračunali smo ga po formuli (Krebs, 2001):

$$H = -\sum_{i=1}^S (p_i)(\ln p_i) \quad \dots(2)$$

H = Shannon-Wienerjev indeks diverzitete  
S = število vrst  
 $p_i$  = delež i-te vrste v celotnem vzorcu (verjetnost, da bo naslednji opaženi osebek pripadal vrsti i)

Enakomernejša porazdelitev se bo v diverzitetnem indeksu kazala kot višja vrstna pestrost, zato smo izračunali še Pieloujev indeks (indeks izenačenosti) (Krebs, 2001):

$$E_H = \frac{H}{H_{\max}} \quad \dots(3)$$

$E_H$  = izenačenost (0-1)  
H = vrstna pestrost  
 $H_{\max}$  = najvišja možna vrstna pestrost območja (lnS)

Za primerjavo in potrditev rezultatov smo izbrali še en diverzitetni indeks in ustrežni indeks izenačenosti. Simpsonov diverzitetni indeks smo izračunali po formuli (Magurran, 2004):

$$D = \frac{1}{\sum_i^s p_i^2} \quad \dots(4)$$

D = Simpsonov indeks diverzitete

S = število vrst

$p_i$  = delež i-te vrste v celotnem vzorcu (verjetnost, da bo naslednji opaženi osebek pripadal vrsti i)

Indeks izenačenosti smo tako kot pri Shannon-Wienerjevem indeksu izračunali kot razmerje med ugotovljeno in maksimalno diverzitetno po formuli (Magurran, 2004):

$$E_D = \frac{D}{D_{\max}} \quad \dots(5)$$

$E_D$  = izenačenost (0-1)

D = vrstna pestrost

$D_{\max}$  = najvišja možna vrstna pestrost območja (D/S)

Statistično značilnost razlik med vzorčnima lokacijama smo preverili z Mann-Whitneyjevim neparametričnim testom, ki smo ga izvedli na 4 izbranih primerjanih parametrih - vrstna pestrost, številčnost, biomasa in diverzitetni indeks. Test smo izvedli na rezultatih za posamezna vzorčenja. Za ugotavljanje razlik v povprečnih dolžinah osebkov med vzorčnima lokacijama smo uporabili Studentov t-test.

Analizo prehrane smo izvedli na podatkih, ki so nam jih posredovali sodelavci z Morske biološke postaje Piran. Glede na nizko število ujetih osebkov ciljnih vrst predvsem na kontrolni lokaciji ter v zimski sezoni, smo primerjalno analizo prehrane izvedli le v primeru, da smo na obeh lokacijah oziroma v obeh sezonah pridobili najmanj 10 vzorcev vsebine želodcev.

Ker vsebina želodcev ni vedno števna, smo podatke razdelili na numerične in opisne in jih prikazali ločeno. Zaradi nizkega števila vzorcev smo zimsko in pomladansko sezono združili v "hladni", poletno in jesensko sezono pa v "topli" del leta. V nadaljevanju vse rezultate prehranske analize prikazujemo in obravnavamo v skladu s to razdelitvijo.

## 6 PREDSTAVITEV CILJNIH VRST

Za podrobnejšo analizo smo na podlagi gospodarskega pomena za slovensko morsko ribištvo izbrali pet ciljnih vrst, in sicer: brancin (*Dicentrarchus labrax*), orada (*Sparus aurata*), ovčica (*Lithognathus mormyrus*), ribon (*Pagellus erythrinus*) in zlati cipelj (*Liza aurata*). Pri teh vrstah smo poleg beleženja dolžine in mase osebkov izolirali še želodec za prehrabeno analizo in otolita za analizo starostne strukture.

### 6.1 BRANCIN, *DICENTRARCHUS LABRAX* (LINNAEUS, 1758)

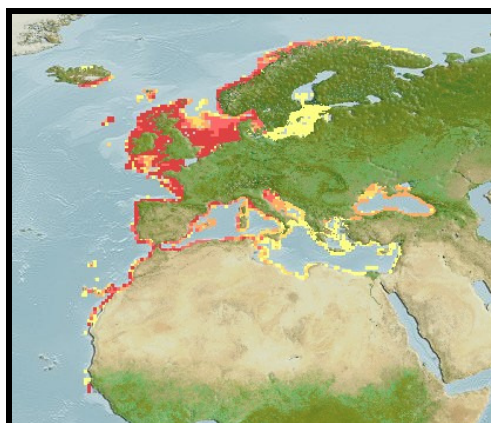
Brancin (Slika 5) spada v družino brancinov (Moronidae). Ima podolgovato, vretenasto, bočno stisnjeno telo, pokrito z luskami. Dvodelna hrbtna plavut je jasno ločena na sprednji del s trdnimi plavutnicami in zadnji del z mehкими plavutnicami. Repna plavut je rahlo škarjasta. Na škržnem poklopcu ima dva trna. Telo je srebrno, pri mladih so opazne temne pike na zgornjem delu telesa. Zraste do enega metra.



Slika 4: Brancin (*Dicentrarchus labrax*). Vir fotografije: arhiv Zavoda za ribištvo Slovenije

Figure 4: Sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Photography source: Fisheries Research Institute of Slovenia archives

Pogosto se pojavlja v brakičnih vodah ob izlivih, redkeje v rekah, na različnih tipih dna od 10 do 100 m globine. Prehranjuje se z raki, mehkužci in ribami. Drsti se v hladnejšem delu leta, v Sredozemskem morju od januarja do marca. Razširjen je v severnem delu Atlantskega oceana. V Tržaškem zalivu je edina vrsta svojega rodu. (Whitehead in sod. 1989, Kryštufek in Janžekovič 1999).



Slika 5: Areal razširjenosti brancina. (Računalniško generiran zemljevid za vrsto *D. labrax* (nerecenziran).  
[www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org) (verzija avg. 2010, 21. dec. 2011)

Figure 5: Native Distribution Map for sea bass. (Native Distribution Map for *D. labrax* (un-reviewed).  
[www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org) (version of Aug. 2010, 21st Dec. 2011)

## 6.2 OVČICA, *LITHOGNATHUS MORMYRUS* (LINNAEUS, 1758)

Ovčica (Slika 7) spada v družino šparov (Sparidae). Ima podaljšano, bočno stisnjeno telo z ravnim trebušnim delom, dolgim in koničastim gobcem ter majhnimi očmi. V enotni hrbtni plavuti ima 11 do 12 trdnih ter enako število mehkih plavutnic. Kratke prsne plavuti se končajo precej pred anusom. Telo je srebrnkaste barve, s 14 do 15 pokončnimi temnejšimi progami, ki se proti trebuhu izgubijo. Zraste do 55 cm.



Slika 6: Ovčica (*Lithognathus mormyrus*). Vir fotografije: URL:

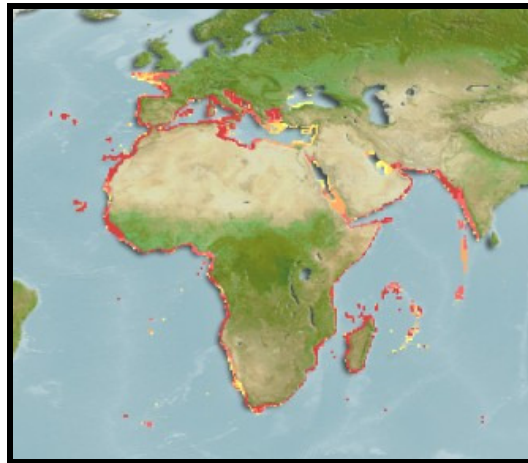
<http://www.turkishajan.com/hobiler-ve-el-sanatları/mirmir-lithognathus-mormyrus-28691.html?langid=7>

Figure 6: Striped sea bream (*Lithognathus mormyrus*). Photography source:

<http://www.turkishajan.com/hobiler-ve-el-sanatları/mirmir-lithognathus-mormyrus-28691.html?langid=7>

Naseljuje peščena do peščeno-muljasta dna in travnike pozejdonke. V Sredozemlju se pojavlja do 50 m globine, redko jo najdemo v lagunah. Je jatna vrsta, občasno se združuje v velike jate. Je karnivor, prehranjuje se z raki, črvi, mehkužci in morskimi ježki. Drsti se spomladi in poleti. Razširjena je ob vzhodnih obalah Atlantika od Biskajskega zaliva do rta

Dobrega upanja, v Sredozemlju, Rdečem morju in Indijskem oceanu (Whitehead in sod. 1989, Bauchot in Hureau 1990, Kryštufek in Janžekovič 1999).



Slika 7: Areal razširjenosti ovčice. (Računalniško generiran zemljevid za vrsto *L. mormyrus* (nerecenziran). [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org) (verzija avg. 2010, 21. dec. 2011)

Figure 7: Native Distribution Map for striped sea bream. (Native Distribution Map for *L. mormyrus* (un-reviewed). [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org) (version of Aug. 2010, 21st Dec. 2011)

### 6.3 RIBON, *PAGELLUS ERYTHRINUS* (LINNAEUS, 1758)

Ribon (Slika 8) spada v družino šparov (Sparidae). Stožčast gobec in ravno teme se nadaljujeta v ovalno, podaljšano ali vretenasto, bolj ali manj bočno stisnjeno telo. Premer očesa je veliko manjši od dolžine gobca. Repna plavut je škarjasta, hrbtne plavuti je sestavljena iz 12 trdnih in 10-11 mehkih plavutnic. Luske so velike. Je svetlo rožnate barve, na osnovi prsnih plavuti ima rdečkasto pego. Zraste do 60 cm.



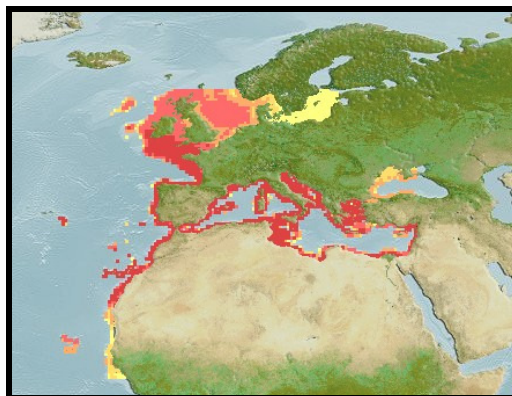
Slika 8: Ribon (*Pagellus erythrinus*). Vir fotografije: arhiv Zavoda za ribištvo Slovenije

Figure 8: Common pandora (*Pagellus erythrinus*). Photography source: Fisheries Research Institute of Slovenia archives

Ribon je bentoška (pridnena) vrsta, ki naseljuje različne tipe dna v priobalnih morskih območjih. Združuje se v jate. V Sredozemlju se najpogosteje pojavlja na globinah od 20 do



100 m, najdemo pa ga tudi do 200 m globoko. Predvsem v hladnem delu leta se umakne v globlje vode. Je omnivor, vendar se večinoma prehranjuje z bentoškimi nevretenčarji in ribami. Drsti se glede na hidrološke razmere v hladnem delu leta. Razširjen je po celotnem Sredozemlju, v Atlantiku od Velike Britanije do Kanarskih otokov, v Skandinaviji in Črnem morju je redek (Whitehead in sod. 1989, Bauchot in Hureau 1990, Kryštufek in Janžekovič 1999).



Slika 9: Areal razširjenosti ribona. (Računalniško generiran zemljevid za vrsto *P. erythrinus* (nerecenziran). [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org) (verzija avg. 2010, 21. dec. 2011)

Figure 9: Native Distribution Map for Common pandora. (Native Distribution Map for *P. erythrinus* (un-reviewed). [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org) (version of Aug. 2010, 21st Dec. 2011)

#### 6.4 ORADA, *SPARUS AURATA* (LINNAEUS, 1758)

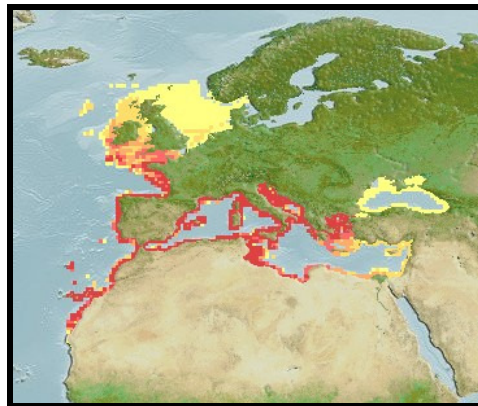
Orada (Slika 10) spada v družino šparov (Sparidae). Ima podolgovato, obokano telo s strmim čelom. Gobec je vsaj dvakrat daljši od premera očesa. V enotni hrbtni plavuti ima 11 trdnih in 13 do 14 mehkih plavutnic. Telo je srebrnosivo z debelim temnim trakom na začetku pobočnice. Vzdolžna temna linija poteka po sredini hrbtne plavuti, temne so tudi konice zmerno škarjaste repne plavuti. Običajno zraste od 30 do 35 cm, doseže tudi velikost do 70 cm.



Slika 10: Orada (*Sparus aurata*). Vir fotografije: arhiv Zavoda za ribištvo Slovenije

Figure 10: Gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Photography source: Fisheries Research Institute of Slovenia archives

Zadržuje se v litoralnem pasu na peščenem dnu in travnikih pozejdonke, tudi v pasu lomljenja valov, na globinah do 30 m, izjemoma do 150 m. Je pridnena bentoška vrsta, ki se občasno združuje v manjše jate. Spomladi se pojavlja v brakičnih vodah, kot so lagune in estuarji. Primarno je karnivora vrsta (školjke, raki in ribe), redkeje herbivora. Drsti se od oktobra do decembra. Razširjena je v Sredozemlju, redkejša je v vzhodnem in jugovzhodnem delu. Na vzhodnih obalah Atlantskega oceana sega od Velike Britanije na severu do Kanarskih in Zelenortskih otokov na jugu (Whitehead in sod. 1989, Bauchot in Hureau 1990, Kryštufek in Janžekovič 1999).



Slika 11: Areal razširjenosti orade. (Računalniško generiran zemljevid za vrsto *S. aurata* (nerecenziran). [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org) (verzija avg. 2010, 21. dec. 2011)

Figure 11: Native Distribution Map for Gilthead sea bream. (Native Distribution Map for *S. aurata* (un-reviewed). [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org) (version of Aug. 2010, 21st Dec. 2011)

## 6.5 ZLATI CIPELJ, *LIZA AURATA* (RISSO 1810)

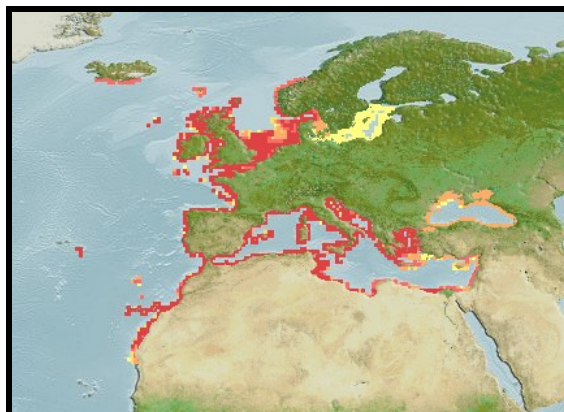
Zlati cipelj spada v družino cipljev (Mugilidae). Ima široko, sploščeno glavo, ki se nadaljuje v podolgovato, ovalno telo in zaključuje z veliko, rahlo škarjasto repno plavutjo (Slika 13). Usta so končna, zgornja ustnica je tanka in brez izrastkov. Razvita je debela maščobna očesna blazinica, ki sega do zenice. Hrbtna plavut je sestavljena iz dveh kratkih, jasno ločenih delov, sprednjega s štirimi trdnimi plavutnicami ter zadnjega z eno trdno in 8-9 mehкими plavutnicami. Je temne sivomodre barve z zlatorumeno liso na škržnem poklopcu. Zraste do 50 cm.



Slika 12: Zlati cipelj (*Liza aurata*). Vir fotografije: arhiv Zavoda za ribištvo Slovenije

Figure 12: Golden grey mullet (*Liza aurata*). Photography source: Fisheries Research Institute of Slovenia archives

Tipično se pojavlja v obalnem pasu, vstopa v lagune in estuarje, zelo redek je v celinskih vodah. Prehranjuje se z majhnimi bentoškimi organizmi in detritom, redkeje žuželkami in planktonom. Drsti se od julija do novembra. Običajen je v Sredozemlju in Črnem morju, na obalah Atlantskega oceana je razširjen od Senegala do Islandije in Norveške (Thomson 1986, Whitehead in sod. 1989, Kryštufek in Janžekovič 1999).



Slika 13: Areal razširjenosti zlatega ciplja. (Računalniško generiran zemljevid za vrsto *L. aurata* (nerecenziran). [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org) (verzija avg. 2010, 21. dec. 2011)

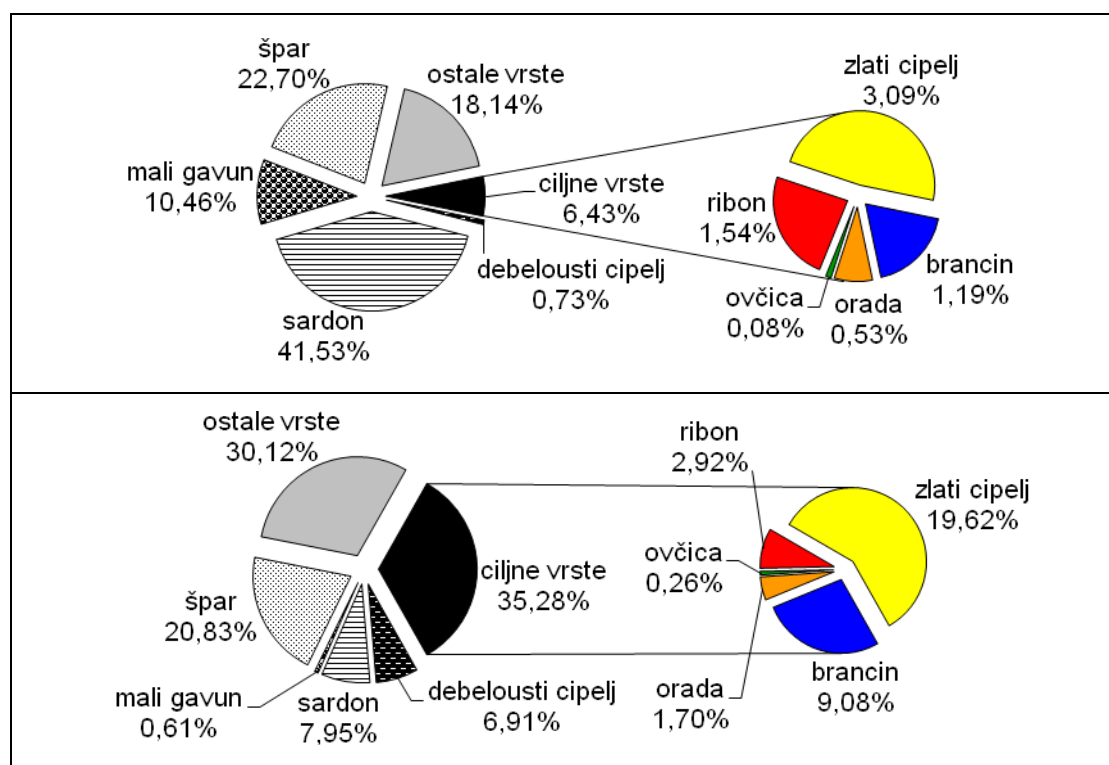
Figure 13: Native Distribution Map for Golden grey mullet. (Native Distribution Map for *L. aurata* (un-reviewed). [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org) (version of Aug. 2010, 21st Dec. 2011)

## 7 REZULTATI

### 7.1 ANALIZA CELOKUPNIH PODATKOV

#### 7.1.1 Vrstna sestava, številčnost in biomasa

Ujeli smo 6559 osebkov s skupno biomaso 353,10 kg (Preglednica 1). Določili smo skupno 51 vst iz 28 družin. Za 21,57 % opaženih vrst smo zabeležili le po 1 osebek, za 47 % vrst pa smo zabeležili manj kot 7 osebkov (<0,1 % skupnega števila osebkov). Med slednje vrste se z najnižjim številčnim deležem med ciljnimi vrstami uvršča ovčica (Slika 14). Na lestvici številčnih deležev je od ostalih ciljnih vrst na najvišjem, to je 5. mestu, zlati cipelj s 3,09 %; ribon, brancin in orada pa si z 1,54 %, 1,19 % ter 0,53 % sledijo na 9., 11. in 16. mestu. Vseh 5 ciljnih vrst skupaj predstavlja 6,43 % števila vseh ujetih osebkov. Najvišjo relativno abundanco v raziskavi je imel sardon z 41,53 %, sledil mu je špar z 22,70 % (Slika 14). Poleg teh dveh vrst je z 10,46 % relativne abundance prisoten še mali gavun. S Slike 15 je razvidno, da te tri vrste skupaj doprinesejo 74,69 % k skupnemu številu osebkov.



Slika 14: Številčni (zgoraj) in biomasni (spodaj) deleži vrst za celotno raziskavo (N = 6559, W = 353,10 kg). Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združeni v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnimi vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni

Figure 14: Abundance (above) and biomass (below) species proportions in the survey (N = 6559, W = 353,10 kg). Species with abundance and biomass proportions less than 5 % are grouped as "other species". Target species ratios are detailed on the right

Razmerja biomasnih deležev kažejo drugačno sliko kot številčni deleži. Najvišjo biomaso smo izračunali za špara (20,83 %), ki mu tesno sledi zlati cipelj z 19,62 % skupne biomase. Na 3. mestu sledi brancin (9,08 %), od ostalih vrst pa 5 % prag presegata le še vrsti sardon (7,95 %) in debelousti cipelj (6,91 %). Od ciljnih vrst tudi po biomasnem deležu ovčica dosega najnižje, 25. mesto z 0,24 % skupne biomase, ribon (2,924 %) in orada (1,70 %) pa sta na 11. in 12. mestu. Ciljne vrste skupaj predstavljajo 34,84 % skupne biomase.

Preglednica 3: Pregledni seznam števila in biomase osebkov, številčnih in biomasnih deležev ter kode vseh vrst, ujetih v raziskavi. Urejeno po abecednem redu slovenskih imen vrst. Ciljne vrste so označene po barvni shemi

Table 3: A list of the number and biomass, their proportions and the ID codes for all the caught species in the survey. The species are listed alphabetically by Slovene names of the species. The target species are marked according to the color scheme

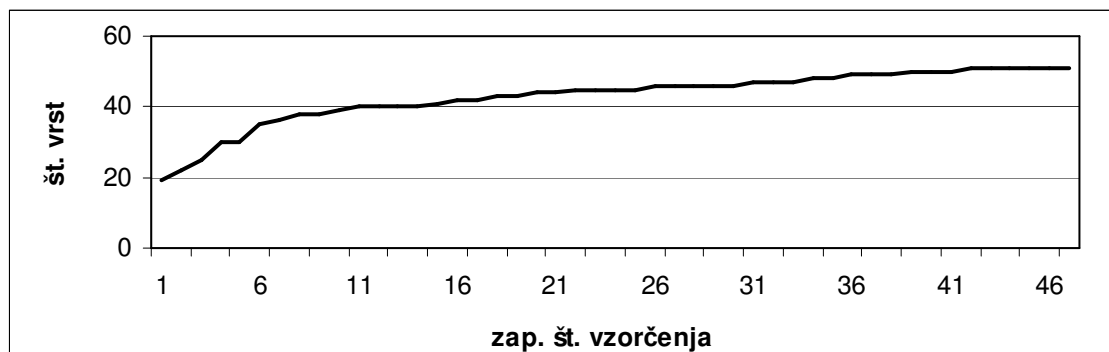
Slovensko ime vrste	število osebkov	biomasa [g]	številčni delež [%]	biomasni delež [%]	koda vrste
barakuda	1	133	0,02	0,04	49
bradač	94	3211	1,43	0,91	17
<b>brancin</b>	<b>78</b>	<b>32061</b>	<b>1,19</b>	<b>9,08</b>	<b>9</b>
bukva	19	4607	0,29	1,30	15
čepa	3	624	0,05	0,18	16
črni glavač	317	1596	4,83	0,45	26
črnopikčasti morski pes	1	364	0,02	0,10	45
debelousti cipelj	48	24399	0,73	6,91	1
divji ribon	30	1104	0,46	0,31	39
električni skat	2	280	0,03	0,08	25
fratrc	1	124	0,02	0,04	42
gnezdivka	21	107	0,32	0,03	32
konj	4	1088	0,06	0,31	24
korbel	1	689	0,02	0,19	7
lica	4	1836	0,06	0,52	3
mali gavun	686	2156	10,46	0,61	30
mali krulec	1	14	0,02	0,00	2
mali zmajček	11	20	0,17	0,01	12
menola	45	2533	0,69	0,72	38
mol	148	13352	2,26	3,78	36
morski bič	2	14736	0,03	4,17	23
morski golob	1	331	0,02	0,09	46
morski list	18	1231	0,27	0,35	13
morski zmaj	2	270	0,03	0,08	50
navadni morski pes	45	17015	0,69	4,82	27

“se nadaljuje”

“nadaljevanje”

Slovensko ime vrste	število osebkov	biomasa [g]	številčni delež [%]	biomasni delež [%]	koda vrste
obrežni glavački	4	5	0,06	0,00	34
okati ribon	3	137	0,05	0,04	47
orada	35	5994	0,53	1,70	33
ovčica	5	914	0,08	0,26	4
papalina	21	133	0,32	0,04	40
patarača	5	118	0,08	0,03	18
pritlikavi list	22	86	0,34	0,02	11
progasti bradač	8	202	0,12	0,06	44
rdečeusti glavač	1	7	0,02	0,00	43
ribon	101	10311	1,54	2,92	21
rogata babica	1	3	0,02	0,00	48
salpa	1	339	0,02	0,10	5
sardela	129	2312	1,97	0,65	19
sardon	2724	28058	41,53	7,95	29
sredozemski šur	110	14861	1,68	4,21	20
špar	1489	73559	22,70	20,83	35
šur	1	211	0,02	0,06	51
tankousti cipelj	27	13458	0,41	3,81	8
ugor	3	4714	0,05	1,34	31
veliki gavun	7	60	0,11	0,02	14
veliki krulec	17	4045	0,26	1,15	28
veliko šilo	1	1	0,02	0,00	6
volkec	54	334	0,82	0,09	37
vrsta Campogramma glycos	2	28	0,03	0,01	22
vrvica	2	48	0,03	0,01	41
zlati cipelj	203	69289	3,09	19,62	10
<b>Skupaj</b>	<b>6.559</b>	<b>353.103,40</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	

Kumulativno število vrst hitro naraste v prvih 7 vzorčenjih, upočasni rast v naslednjih 36 in se v zadnjih 6 vzorčenjih ustali pri končnih 51 vrstah (Slika 15).

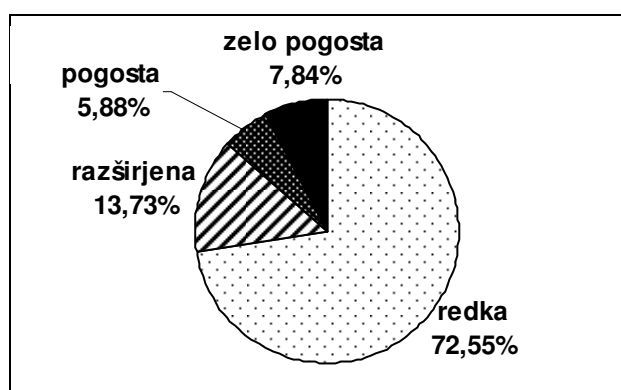


Slika 15: Kumulativno število vrst vseh vzorčenj v raziskavi

Figure 15: Cumulative number of species for all samplings in the survey

### 7.1.2 Stalnost

Glede na stalnost vrst se v naši raziskavi 72,55 % vrst pojavlja redko, 13,73 % vrst je razširjenih, najmanj, to je 5,88 %, je pogostih in 7,84 % vrst smo zabeležili kot zelo pogoste (Slika 16). Od vseh opaženih vrst se je v največ (95,83 %) vzorčenjih pojavila vrsta črni glavač (*G. niger*), sledijo ji še tri zelo pogoste vrste - mali gavun (*A. boyeri*), sardon (*E. encrasicolus*) in špar (*D. annularis*). Za tri vrste, sredozemski šur (*T. mediterraneus*; 60,42 %), ribon (*P. erythrinus*; 60,42 %) in volkec (54,17 %), smo v vzorcih ugotovili pogosto pojavljanje. Med 7 razširjenih vrst v raziskavi se uvrščata dve ciljni vrsti, in sicer brancin (41,67 %) in zlati cipelj (45,83 %). Ostali dve ciljni vrsti se uvrščata med redke vrste v raziskavi, in sicer orada z 22,92 % in ovčica z najnižjo stalnostjo med ciljnimi vrstami (8,33 %). Najnižjo stalnost celotne raziskave (2,08 %) smo zabeležili za 11 (21,57 %) vrst, ki smo jih ujeli le enkrat.

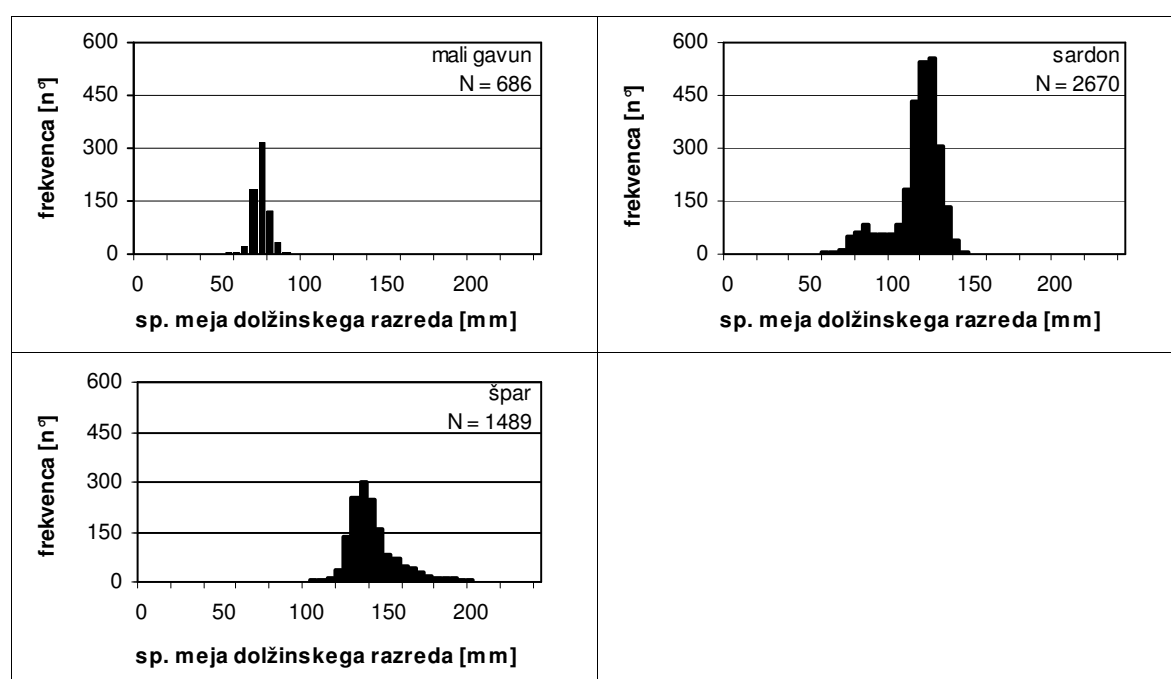


Slika 16: Razmerja stalnosti vrst za celotno raziskavo

Figure 16: Frequency of occurrence ratios for the survey

### 7.1.3 Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve in velikostni razredi

Dolžinsko-frekvenčno analizo smo pripravili za najštevilčnejše 3 vrste, ki so hkrati edine vrste z nad 5 % številčnim deležem v raziskavi (Slika 17). Mali gavun in špar kažeta uniformno dolžinsko-frekvenčno porazdelitev z enim samim, ozkim vrhom. Vsi ujeti osebkki malega gavuna so spadali v 12 dolžinskih razredov, in sicer med 55 mm in 110 mm spodnje meje, z vrhom v razredu s spodnjo mejo 75 mm. Špary so bili porazdeljeni v 36 razredov med 65 mm in 240 mm spodnje meje, z vrhom v razredu s 135 mm spodnje meje. Pri sardonu je porazdelitev širša in razpotegnjena proti manjšim velikostnim razredom, kjer je nakazan manjši vrh. Razpon velikostnih razredov za sardona je segal od 45 mm do 145 mm spodnje meje. Izrazit vrh je razviden okoli razreda s 125 mm spodnje meje, manjši vrh pa je nakazan okoli velikostnega razreda s spodnjo mejo 85 mm.



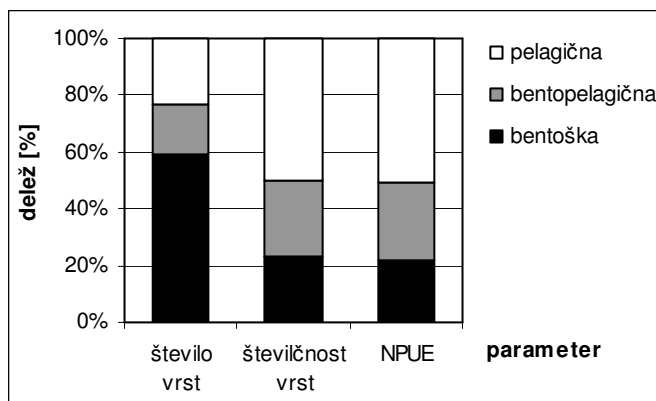
Slika 17: Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve za vrste s številčnim deležem nad 5 %

Figure 17: Length-frequency distribution for the species with proportion of abundance above 5 %

### 7.1.4 Ekološke kategorije

V skladu z uporabljenno metodo (pridnene mreže) smo v celotni raziskavi ujeli največ, in sicer 58,82 % bentoških vrst rib, manj, to je 23,53 % pelagičnih, in najmanj, 17,65 % bentopelagičnih vrst (Slika 18). Ob upoštevanju številčnosti vsake od vrst je slika močno spremenjena, pri čemer so najštevilčnejše pelagične vrste, manj številčne pa bentopelagične in bentoške vrste. V smislu NPUE se slika ujema z analizo absolutne številčnosti.





Slika 18: Primerjava vrstne strukture v smislu ekoloških kategorij (N = 6559)

Figure 18: Species composition comparison of ecological categories (N = 6559).

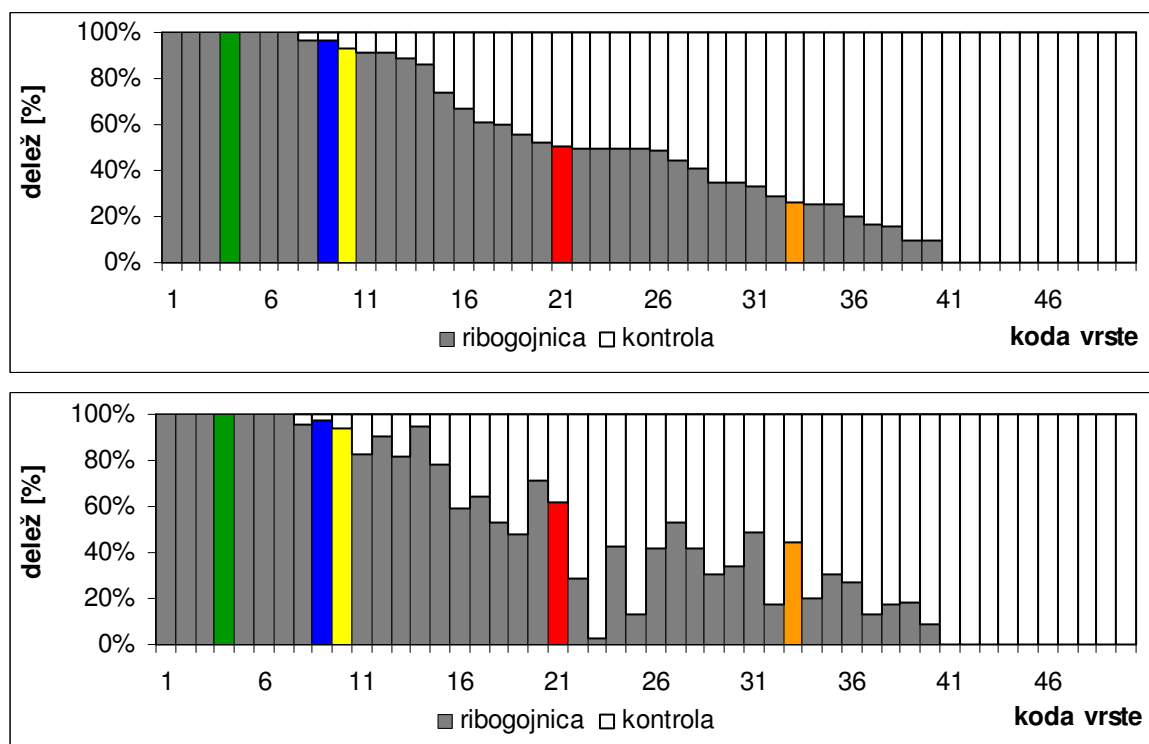
## 7.2 PRIMERJAVA VZORČNIH MEST

### 7.2.1 Letna raven

#### 7.2.1.1 Vrstna sestava, številčnost in biomasa

Na ribogojnici smo zabeležili 2481 osebkov z biomaso 215,76 kg in na kontrolni lokaciji 4078 osebkov z biomaso 137,35 kg. Vrstna pestrost znaša 39 vrst rib na ribogojnici in 43 na kontrolni lokaciji. Večina vrst se je pojavila na obeh vzorčnih mestih, 7 smo jih zabeležili samo na ribogojnici in 11 samo na kontrolni lokaciji (Slika 19). Iz Slike 20 je razvidno, da je 17 vrst številčnejših (vrstni delež >60 %) na ribogojnici, 24 na kontrolni lokaciji in 10 vrst se enakomerno pojavlja na obeh lokacijah (vrstni delež na obeh lokacijah je med 40 % in 60 %).

Ena ciljna vrsta (ribon) se pojavlja enakomerno na obeh vzorčnih mestih, 3 vrste (brancin, ovčica in zlati cipelj) so številčnejše na ribogojnici in 1 vrsta (orada) na kontrolni lokaciji. Primerjava deležev biomase vrst kaže podobno sliko (Slika 19), z nekoliko višjimi deleži ribona in zlatega ciplja na ribogojnici.



Slika 19: Primerjava številčnih in biomasnih deležev vseh vrst iz raziskave med vzorčno in kontrolno lokacijo. Za lažji prikaz so vrste označene s številčnimi kodami, ciljne vrste pa po barvni shemi. Seznam vrst je v Preglednici 3

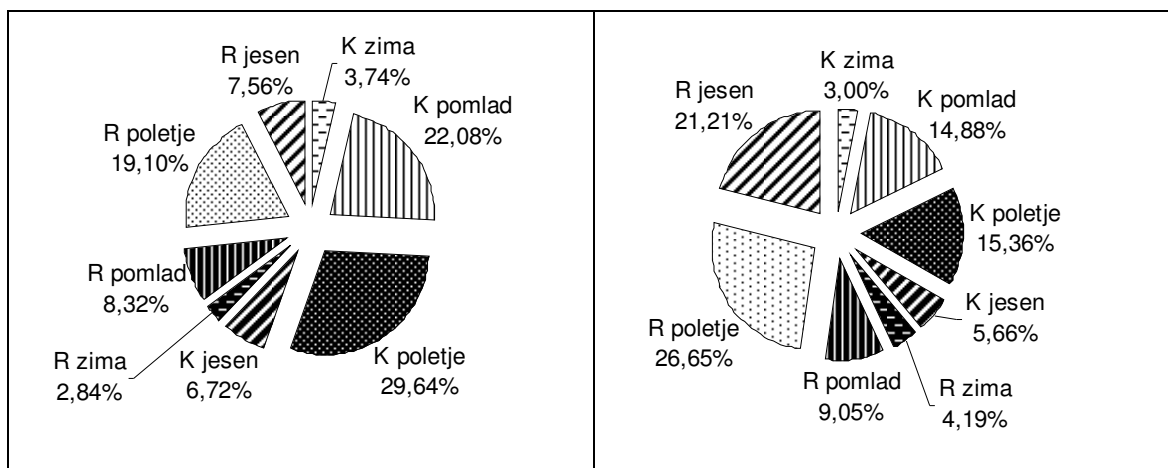
Figure 19: The species proportion of abundance and biomass comparison between the sampling and control location. For easier presentation species are marked with numerical codes, while target species are extra coloured according to the key (green – striped sea bream, blue – sea bass, yellow – golden grey mullet, red – common pandora, orange – gilthead sea bream). The species list is in the Table 3

Največ osebkov (29,64 %) smo zabeležili v poletni sezoni na kontrolni lokaciji (Slika 20), predvsem zaradi dveh številčno prevladujočih vrst, sardona (51,13 %) in špara (28,91 %). Isti dve vrsti sta odgovorni za drugi največji številčni delež vzorčenj pomladanske sezone na isti lokaciji. Na tretjem mestu je z 19,10 % skupnega številčnega deleža edina sezona na ribogojnici z nad 10 % deležem skupnega števila osebkov. Obe zimski sezoni kažeta najnižja in podobna številčna deleža, pri čemer je nižji na ribogojnici (2,84 %) glede na kontrolno lokacijo (3,74 %). Tudi jesenski sezoni na obeh lokacijah sta si podobni, in sicer z relativno nizkim skupnim številčnim deležem. Največja razlika med lokacijama se tako kaže v številčnem deležu pomladanske sezone, v kateri smo na ribogojnici zabeležili le 8,32 % skupnega števila osebkov, kar je 13,76 % manj kot na kontrolni lokaciji.

Povsem drugačna slika se kaže ob analizi biomase, pri kateri najvišji dve vrednosti dosega ribogojnica v poletni (26,65 % skupne biomase) in jesenski (21,21 %) sezoni. Obakrat sta za visoke vrednosti biomase odgovorni dve ciljni vrsti, zlati cipelj in brancin, ki skupaj predstavljata 52,29 % biomase poleti in 47,35 % jeseni. Na kontrolni lokaciji je delež biomase v poletni sezoni podobno visok kot na ribogojnici in zaseda tretje mesto (15,36 %), medtem ko v jesenski sezoni doseže tretje, najnižje mesto (5,66 %) in je višji le od zimskih sezon na obeh lokacijah. Od le-teh je tokrat najnižji delež biomase na kontrolni

lokaciji (3,00 %). Pomladanski sezoni sta si podobni, z nekoliko višjim deležem biomase na kontrolni lokaciji (14,88 %).

Višji skupni številčni delež smo izračunali za kontrolno lokacijo (62,18 %), medtem ko smo za ribogojnico ugotovili višji skupni biomasni delež (61,10 %).



Slika 20: Številčni (levo) in biomasni deleži (desno) ulova za vse sezone in obe lokaciji (R – ribogojnica, K – kontrolna lokacija)

Figure 20: Catch abundance (left) and biomass (right) proportions for all the seasons and both locations (R - fish farm, K – control site)

### 7.2.1.2 Indeks diverzitete

Shannon-Wienerjev in Simpsonov indeks diverzitete kažeta, da je skupna diverziteta ribjih vrst večja na ribogojnici kot na kontrolni lokaciji (Preglednica 4). Ustrezajoča indeksa izenačenosti kažeta enakomernejšo porazdelitev številčnosti med vrstami na ribogojnici.

Preglednica 4: Diverziteta obeh vzorčnih mest na letni ravni in po sezonah, predstavljena z dvema indeksoma diverzitete in ustreznima indeksoma izenačenosti. (R = ribogojnica, K = kontrolna lokacija)

Table 4: Diversity of the two sampling sites on an annual level and by seasons, represented by two diversity indexes and their respective evenness indexes (R = fish farm, K = control site)

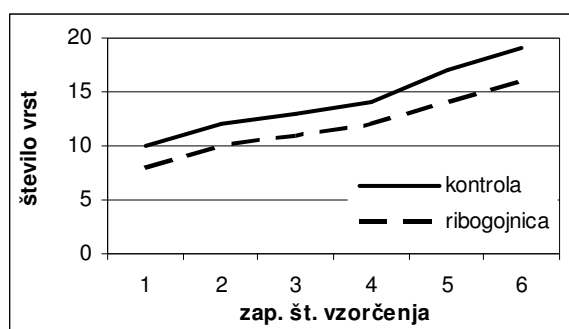
sezona \ lokacija	Shannon-Wiener indeks		Pielou indeks		Simpsonov indeks		indeks izenačenosti	
	R	K	R	K	R	K	R	K
<b>zima</b>	1,36	1,23	0,77	0,67	2,98	3,23	0,50	0,51
<b>pomlad</b>	1,50	1,08	0,66	0,48	3,56	2,07	0,37	0,22
<b>poletje</b>	1,63	1,29	0,61	0,51	3,63	2,65	0,26	0,21
<b>jesen</b>	1,96	1,70	0,79	0,74	5,28	4,17	0,45	0,42
<b>skupaj</b>	<b>1,61</b>	<b>1,33</b>	<b>0,71</b>	<b>0,60</b>	<b>3,86</b>	<b>3,03</b>	<b>0,39</b>	<b>0,34</b>

## 7.2.2 Zima

Zimska sezona izstopa z najnižjimi in primerljivimi deleži števila in biomase osebkov na obeh lokacijah. Vrstna sestava se v tem letnem času med lokacijama precej razlikuje in je po številčnosti in biomasi enakomerneje razporejena na kontrolni lokaciji. To potrjuje najvišji ugotovljeni indeks izenačenosti s.s. na kontrolni lokaciji, zabeležen v celotni raziskavi, in tudi edina ugotovljena višja vrednost Simsonovega indeksa na kontrolni lokaciji v primerjavi z ribogojnico. V zimski sezoni je tudi celotna kumulativna krivulja vrst višja na kontrolni lokaciji.

### 7.2.2.1 Vrstna sestava, številčnost in biomasa

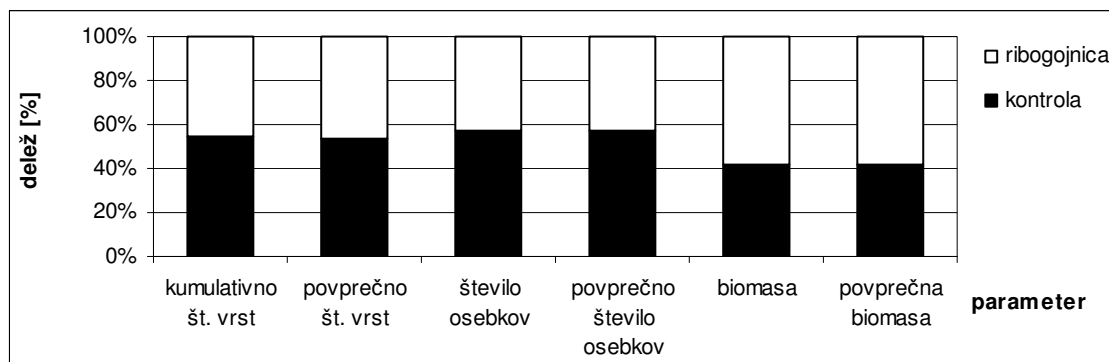
Pozimi smo na ribogojnici zabeležili manj vrst kot na kontrolni lokaciji, tako kumulativno kot povprečno. Na ribogojnici smo v povprečju zabeležili 6 od skupno 16 vrst rib, na kontrolni lokaciji pa 7 od skupno 19 vrst rib (Slika 22). Kumulativna krivulja števila vrst je nekoliko strmejša na kontrolni lokaciji, vendar se po 6 vzorčenjih še ne izravna na nobeni od vzorčenih lokacij (Slika 21).



Slika 21: Kumulativna krivulja števila vrst za zimska vzorčenja na ribogojnici in na kontrolni lokaciji

Figure 21: Cumulative graph of the number of species for winter samplings on the fish farm and the control location

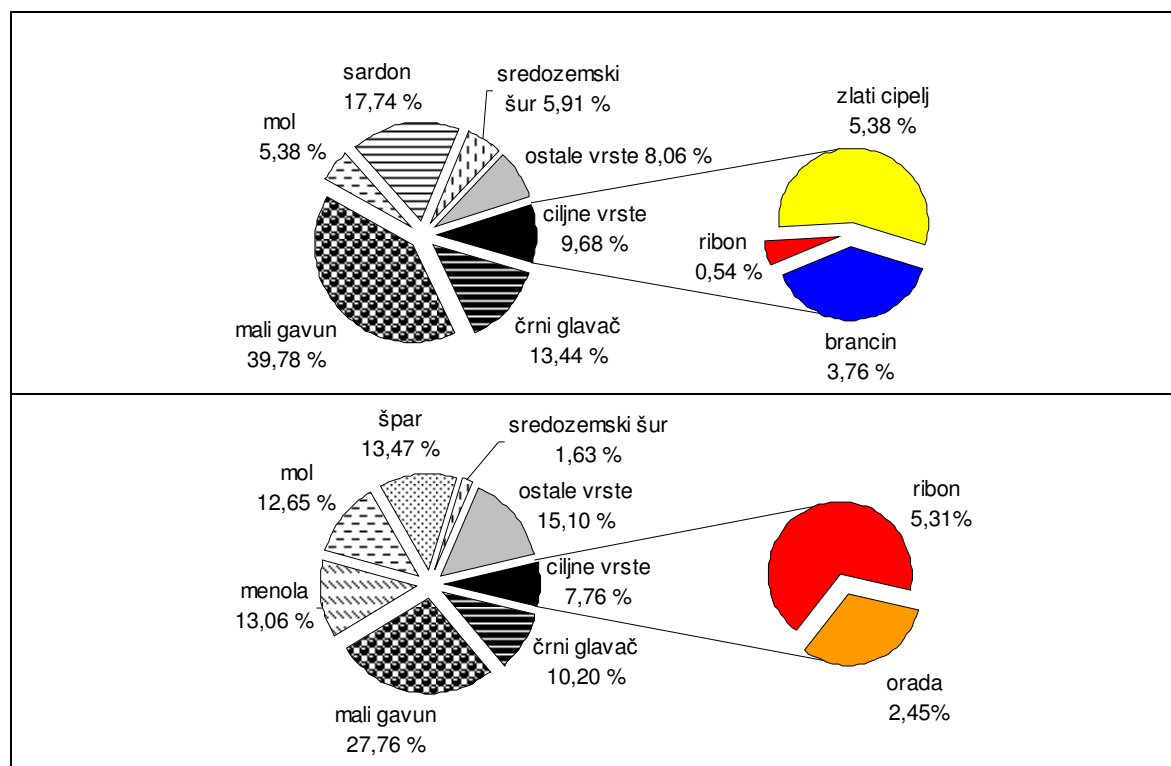
Na ribogojnici smo od skupno 186 ujetih rib (14.87 kg) v povprečju zabeležili  $31 \pm 29$  osebkov ( $2.48 \text{ kg} \pm 3.39 \text{ kg}$ ) na vzorčenje. Na kontrolni lokaciji je bila tako skupna (245) kot povprečna ( $41 \pm 35$ ) številčnost nekoliko višja, skupna (10.58 kg) in povprečna ( $1.76 \text{ kg} \pm 2.11 \text{ kg}$ ) ugotovljena biomasa osebkov pa nižja, kar nakazuje na prisotnost večjih osebkov na ribogojnici v tej sezoni. Z Mann-Whitneyjevim testom številčnosti in biomase smo zavrnili različnost obeh vzorčnih mest ( $p_{\text{številčnost}} = 0,423$ ;  $p_{\text{biomasa}} = 0,873$ ).



Slika 22: Deleži kumulativnega in povprečnega števila vrst ter skupne in povprečne številčnosti in biomase zimskega ulova za obe lokaciji

Figure 22: Proportions of cumulative and average number of species and the total and average abundance and biomass of winter catch for both locations

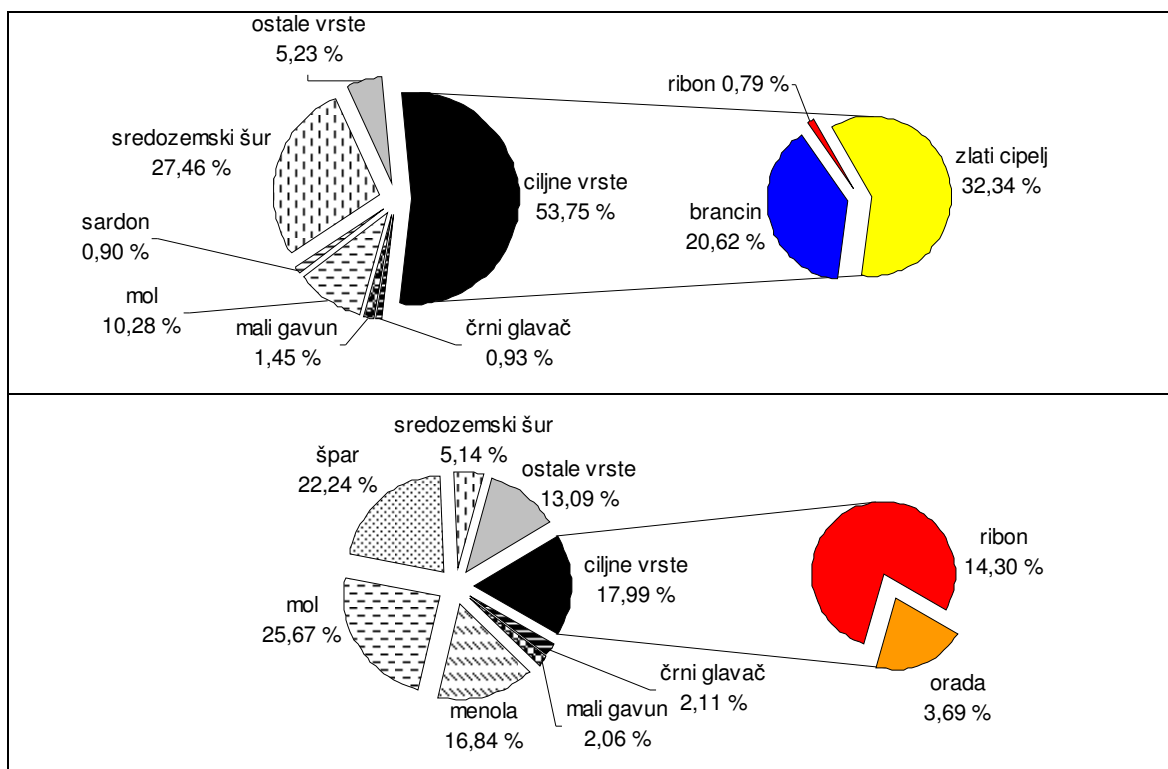
V zimskih vzorčenjih na ribogojnici smo največji številčni delež zabeležili za vrsto mali gavun (39,78 %), temu sta sledila sardon (17,74 %) in črni glavač (13,44 %; Slika 23). Največji delež med ciljnimi vrstami je k skupnemu številu osebkov prispeval zlati cipelj (5,38 %), ki mu je sledil brancin s 3,76 %. Ribon je bil zastopan z 0,54 %, orade in ovčice pa v tem obdobju na ribogojnici nismo ujeli. Številčnost je pozimi na kontrolni lokaciji enakomerno porazdeljena med nekaj vodilnih vrst. Največji številčni delež (27,76 %) odpade na vrsto mali gavun, najmanjši pa na vse ciljne vrste skupaj. Menola, mol in špar so v vzorcu zastopani s po 13 % skupnega števila osebkov, črni glavač pa z 10,20 %.



Slika 23: Številčni deleži vrst na ribogojnici (zgoraj; N = 186) in na kontrolni lokaciji (spodaj; N = 245) v zimski sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnimi vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni

Figure 23: Species abundance proportions on the fish farm (above; N = 186) and on the control location (below; N = 245) in winter. Species with abundance and biomass proportions less than 5 % are grouped as "other species". Target species ratios are detailed on the right

Sredoziški šur je v zimskem ulovu na ribogojnici glede na biomaso najbolj zastopan (27,64 %), medtem ko ga je na kontrolni lokaciji le 5,14 % (Slika 24). Poleg te vrste je dobro zastopan še mol, ostanek biomasnega deleža (53,75 %) pa odpade na ciljne vrste, pri katerih prevladujeta zlati cipelj (32,34 %) in brancin (20,62 %). Deleži črnega glavača in malega gavuna so na obeh vzorčnih mestih majhni, na ribogojnici se tema vrstama pridruži še sardon. Na kontrolni lokaciji je biomasni delež enakomerno porazdeljen med tri vrste (menola, mol in špar), manjši delež smo zabeležili tudi za sredoziškega šura. Ciljne vrste na kontroli zastopata le orada s 3,69 % in ribon s 14,30 % biomasnim deležem.



Slika 24: Biomasi deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; W = 14,87 kg) in na kontrolni lokaciji (spodaj; W = 10,58 kg) v zimski sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnimi vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni

Figure 24: Biomass proportions of species on the fish farm (above; W = 14,87 kg) and on the control location (below; W = 10,58 kg) in winter. Species with abundance and biomass proportions less than 5 % are grouped as "other species". Target species ratios are detailed on the right

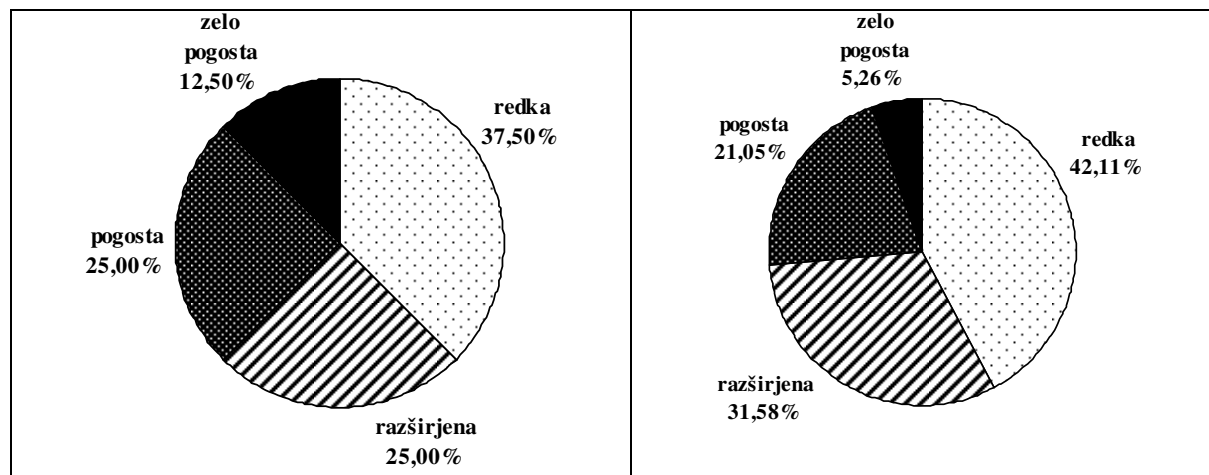
Od vrst s številčnim oziroma biomasnim deležem nad 5 % se je samo na ribogojnici pojavil sardon, na kontroli pa menola in špar. Deleži črnega glavača in malega gavuna so na obeh vzorčnih mestih podobni, mola pa je na ribogojnici manj kot na kontrolni lokaciji.

Skupni številčni delež ciljnih vrst je pozimi primerljiv med obema lokacijama, rezultati biomasne analize pa kažejo izrazito višji delež teh vrst na ribogojnici. Že omenjena značilna vrsta Portoroškega ribolovnega rezervata, zlati cipelj, daleč največ prispeva k skupni biomasni ribje združbe ribogojnice. Pomemben delež doprinese še brancin, ostale tri vrste pa ne prispevajo bistveno k biomasni ribogojnice. Na drugi strani sta na kontrolni lokaciji prisotni le dve od ciljnih vrst, in sicer ribon in orada. Od teh dveh vrst ribon prevladuje tako v številčnem kot v biomasnem deležu.

#### 7.2.2.2 Stalnost

Stalnost vrst je na obeh lokacijah primerljiva in najnižja v letu, pri čemer je na kontrolni lokaciji celokupno nižja kot na ribogojnici, predvsem zaradi nizkega števila zelo pogostih vrst (Slika 25). Na kontrolni lokaciji smo ugotovili nekoliko višji delež redkih in razširjenih vrst, nasprotno je na ribogojnici večji delež pogostih in zelo pogostih vrst. Od 9 vrst, ki so skupne obema lokacijama, se 3 vrste (črni glavač, mol in sardon) z enako

frekvenco pojavljajo na obeh lokacijah, 3 (mali in veliki gavun ter sredozemski šur) se pogosteje pojavljajo na ribogojnici in 3 (menola, ribon in špar) na kontroli. Z izjemo velikega gavuna je razlika v stalnosti ostalih skupnih vrst med eno in drugo lokacijo manjša od 25 %, torej le za eno stalnostno skupino.

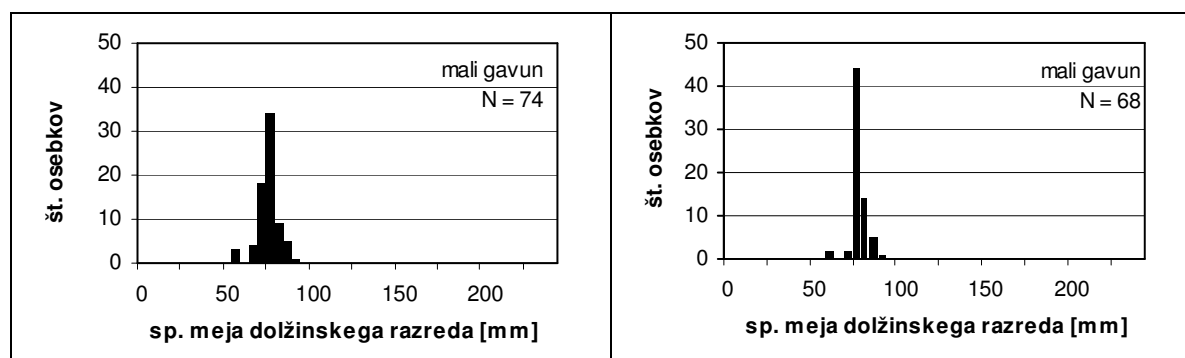


Slika 25: Razmerja stalnosti vrst za vzorčno mesto na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) v zimski sezoni

Figure 25: Frequency of occurrence ratios according for the fish farm sampling site (left) and on the control site (right) in winter

### 7.2.2.3 Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve in velikostni razredi

Dolžinsko-frekvenčno porazdelitev smo v zimski sezoni primerjali za edino vrsto, katere številčnost je vsaj v enem velikostnem razredu na posameznem vzorčnem mestu presegala mejo 30 izmerjenih osebkov (Slika 26). Na ribogojnici smo s Studentovim t-testom potrdili statistično značilno ( $p = 0,006$ ) večjo povprečno velikost osebkov vrste mali gavun kot na kontrolni lokaciji. Na ribogojnici je razpon dolžine osebkov obsegal 8 velikostnih razredov z vrhom v velikostnem razredu s spodnjo mejo 75 mm. Tudi vrh na kontrolni lokaciji smo ugotovili v istem razredu, vsi osebki pa so se uvrstili v 7 velikostnih razredov.

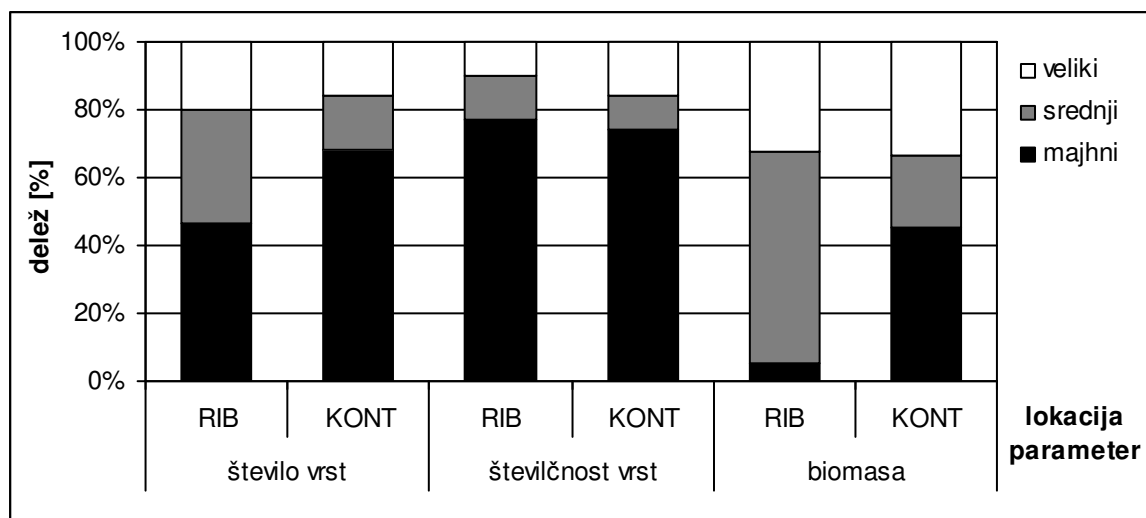


Slika 26: Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve vrste mali gavun na ribogojnici (levo) in kontrolni lokaciji (desno) za zimsko sezono

Figure 26: Length-frequency distribution for the species big-scale sand smelt on the fish farm (left) and the control location (right) in winter



Primerjava velikostne strukture zimskih ribjih združb obeh vzorčnih mest, podobno kot v ostalih letnih časih, kaže prevlado majhnih osebkov tako po številu kot po številčnosti vrst (Slika 27). Na obeh lokacijah so najnižji tako vrstni kot številčni deleži velikih vrst. Velik delež števila srednje velikih vrst smo zabeležili na ribogojnici. Čeprav je njihova številčnost relativno nizka, je njihova biomasa največja od vseh velikostnih razredov, podobno kot v ostalih letnih časih. Povsem drugače je na kontrolni lokaciji, kjer se večinski del biomase porazdeli med majhne in velike osebke, z minimalnim deležem osebkov srednje velikih vrst.



Slika 27: Vrstni, številčni in biomasni delež velikostnih razredov za obe lokaciji v zimski sezoni

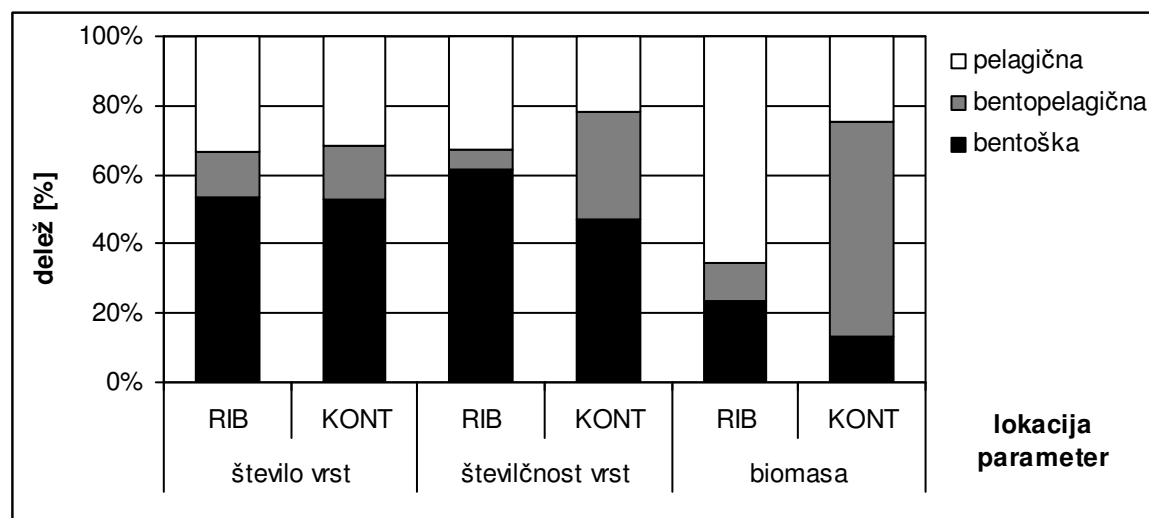
Figure 27: The species, the abundance and the biomass proportion of size classes for both locations in winter

#### 7.2.2.4 Ekološke kategorije

Pozimi na obeh lokacijah prevladujejo bentoške vrste, tako glede vrstnih kot številčnih deležev ekoloških kategorij (Slika 28). Sledijo jim pelagične in najmanj smo zabeležili bentopelagičnih vrst. Števični deleži na ribogojnici so podobni, s še nižjim deležem bentopelagičnih vrst. Obratno je na kontrolni lokaciji številčnost bentopelagičnih vrst celo višja od deleža pelagičnih vrst.

Rezultati analize biomasnih deležev ekoloških kategorij kažejo drugačno sliko. Na ribogojnici prevladujejo pelagične vrste z zlatim cipljem na čelu, na kontrolni lokaciji pa smo zabeležili celo največji biomasni delež bentopelagičnih vrst v vseh sezonah. Delež bentopelagičnih vrst na ribogojnici je podoben kot pri analizi števila in številčnosti vrst.

Sredozemski šur in mol, ki se na obeh lokacijah pojavita jeseni, tudi v tej sezoni pomembno prispevata k ekološki strukturi ribje združbe. Tako je skupni biomasni delež omenjenih dveh vrst ter špara, kot tretje pomembne bentopelagične vrste, na kontrolni lokaciji kar 62,21 %, kar povzorči prevlado te ekološke kategorije v zimski sezoni.



Slika 28: Vrstni, številčni in biomasni delež ekoloških kategorij za obe lokaciji v zimski sezoni

Figure 28: The species, the abundance and the biomass proportion of ecological categories for both locations in winter

#### 7.2.2.5 Indeks diverzitete

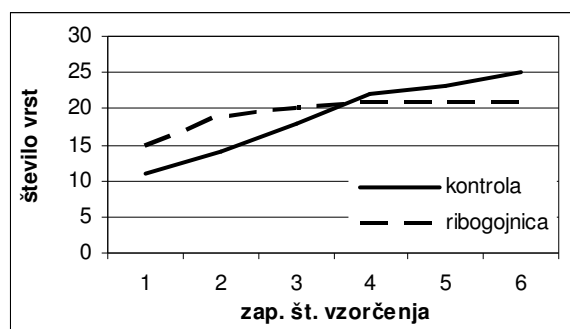
Iz kumulativnega števila vrst v zimski sezoni ni bilo opaziti očitnih razlik med lokacijama, kar smo preverili še z Jaccardovim indeksom podobnosti ( $J = 0,40$ ) ter Mann-Whitneyjevim neparametričnim testom. Obakrat smo potrdili prvotno opažanje, da v zimski sezoni med lokacijama ni bistvenih razlik v vrstni pestrosti. Nasprotno, z Mann-Whitneyjevim testom smo zaznali veliko ( $p = 0,936$ ), vendar ne statistično značilno podobnost v številu vrst med lokacijama.

Shannon-Wienerjev indeks in Simpsonov indeks diverzitete sta v zimski sezoni višja na kontrolni lokaciji, prav tako sta višja ustrezna indeksa izenačenosti (Preglednica 4). Glede na skupno pestrost enega in drugega vzorčnega mesta so vsi zimski indeksi na kontrolni lokaciji višji od skupne pestrosti te lokacije. Na ribogojnici sta pozimi indeksa izenačenosti višja, diverziteta, merjena s Shannon-Wienerjevim in Simpsonovim indeksom, pa nižja od celokupnih vrednosti za to vzorčno mesto.

### 7.2.3 Pomlad

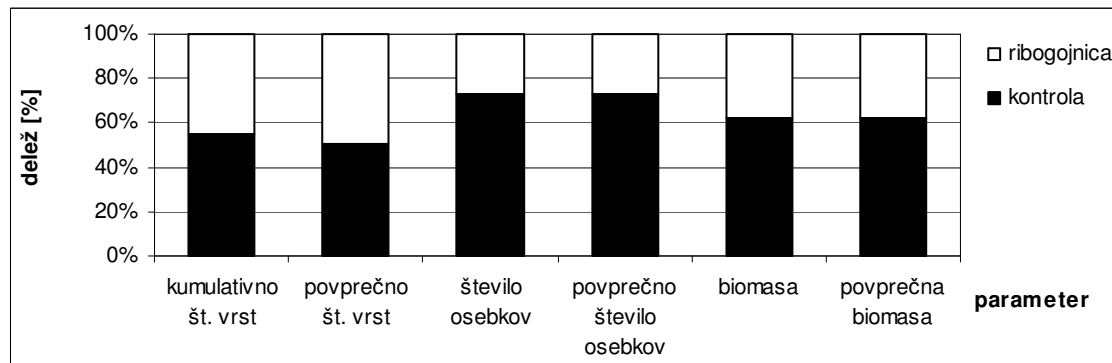
#### 7.2.3.1 Vrstna sestava, številčnost in biomasa

Še bolj izrazito kot v zimski sezoni smo spomladi na ribogojnici kumulativno zabeležili manj vrst kot na kontrolni lokaciji (Slika 30). Povprečno število vrst na vzorčenje je bilo podobno, saj smo na ribogojnici v povprečju zabeležili 20 od skupno 21 vrst rib, na kontrolni lokaciji pa 19 od skupno 25 vrst rib. Kumulativna krivulja števila vrst je strmejša na kontrolni lokaciji in se po 4 vzorčenjih nekoliko izravna (Slika 29). Na ribogojnici kumulativno število vrst od četrtega vzorčenja naprej ostaja nespremenjeno.



Slika 29: Kumulativna krivulja števila vrst za pomladna vzorčenja na ribogojnici in na kontrolni lokaciji  
Figure 29: Cumulative graph of the number of species for spring samplings on the fish farm and the control location

Razlika med obema vzorčnima mestoma v abundanci je spomladi najizrazitejša, saj kontrolna lokacija izrazito prevladuje v številčnosti in manj v biomasi. Skupno (1448) in povprečno število osebkov ( $241 \pm 161$ ) ter skupna (52,55 kg) in povprečna ( $8,76 \text{ kg} \pm 5,93 \text{ kg}$ ) ugotovljena biomasa ujetih osebkov so višji od vrednosti na ribogojnici. Z Mann-Whitneyjevim testom smo potrdili različnost obeh vzorčnih mest glede številčnosti, vendar razlika ni statistično značilna ( $p = 0,055$ ). Za biomaso smo z istim testom statistično različnost zavrnili ( $p = 0,522$ ). Na ribogojnici smo od skupno 546 ujetih rib ( $31,95 \text{ kg}$ ) v povprečju zabeležili  $91 \pm 64$  osebkov ( $5,32 \text{ kg} \pm 2,89 \text{ kg}$ ) na vzorčenje.



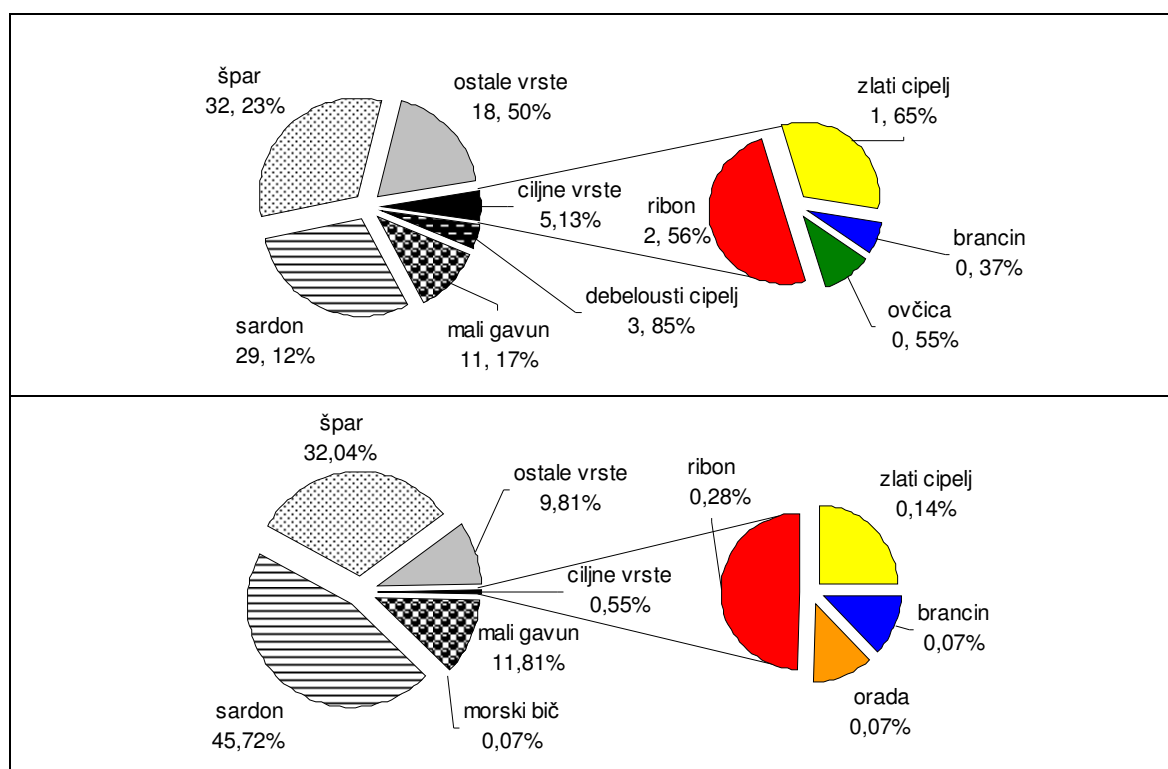
Slika 30: Deleži kumulativnega in povprečnega števila vrst, skupne in povprečne številčnosti ter biomase pomladanskega ulova za obe lokaciji

Figure 30: Proportions of cumulative and average number of species and the total and average abundance and biomass of spring catch for both locations

Čprav je skupni delež abundance in biomase ciljnih vrst na ribogojnici večji kot na kontrolni lokaciji, so spomladi razlike v razmerjih med ciljnimi vrstami manj izrazite. Na obeh vzorčnih lokacijah ribon in zlati cipelj zasedata največje deleže števila in biomase osebkov. Deleži brancina so med lokacijama primerljivi, medtem ko se ovčica pojavlja samo na ribogojnici in orada samo na kontrolni lokaciji, obe z minimalnim deležem.

Na ribogojnici smo največji številčni delež zabeležili za špara (32,23 %), ki sta mu sledila sardon (29,12 %) in mali gavun (11,17 %; Slika 31). Ciljne vrste so na ribogojnici skupaj

dosegle 5,13 %. Največji delež med ciljnimi vrstami je prispeval ribon (2,56 %), ki mu je sledil zlati cipelj z 1,65 %. Brancin in ovčica nista dosegla 1 % številčnega deleža. Na kontrolni lokaciji je bil skupni delež ciljnih vrst še manjši in ni dosegel 1 % celokupne številčnosti. Podobno kot na ribogojnici so od ostalih vrst prevladovali tri, katerih skupni številčni delež znaša 89,57 %. Daleč največji številčni delež je prispeval sardon (45,72 %), sledila sta mu špar (32,04 %) in mali gavun (11,81 %).

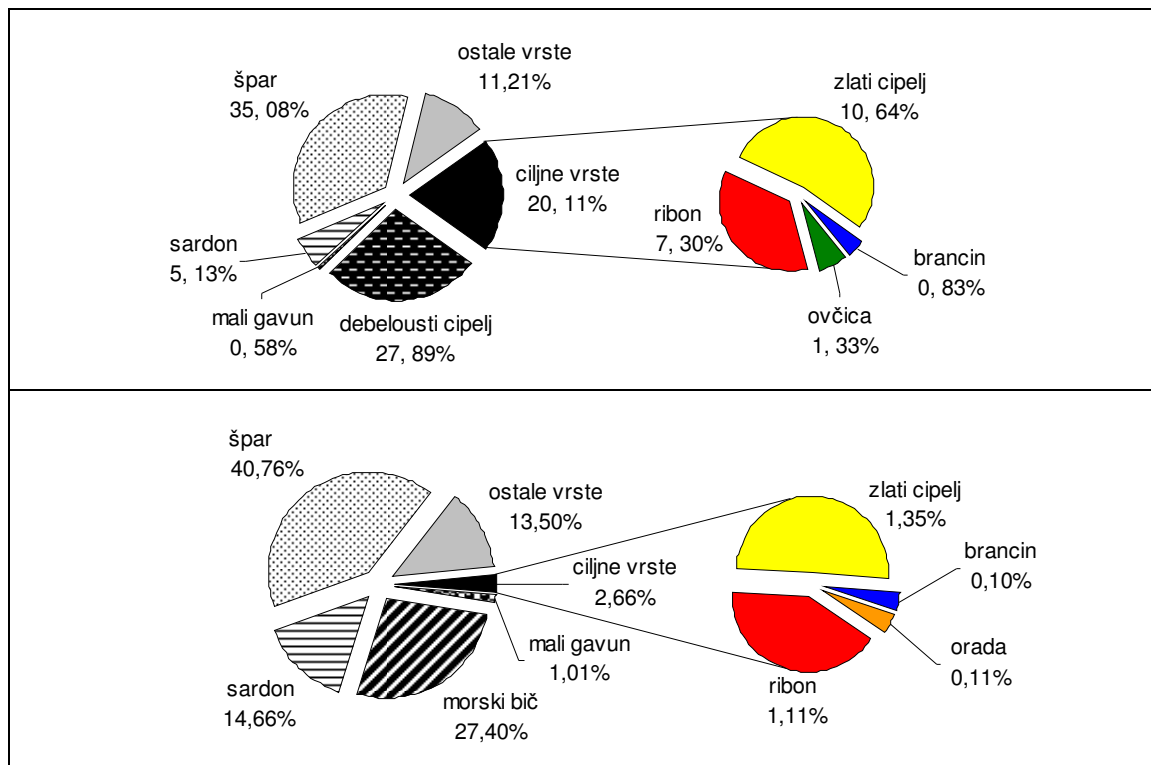


Slika 31: Številčni deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; N = 546) in na kontrolni lokaciji (spodaj; N = 1448) v pomladni sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnimi vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni

Figure 31: Species abundance proportions on the fish farm (above ; N = 546) and on the control location (below; N = 1448) in spring. Species with abundance and biomass proportions less than 5 % are grouped as "other species". Target species ratios are detailed on the right

Razmerja med biomasnimi deleži vrst v pomladanski sezoni so drugačna od razmerij med številčnimi deleži, med obema lokacijama pa so podobna (Slika 31, Slika 32). Na ribogojnici smo največji biomasni delež zabeležili za špara (35,08 %). Tesno mu je sledil debelousti cipelj (27,89 % biomase), ki je sicer dosegel le 3,85 % številčnega deleža. Za dve zelo številčni vrsti, sardon in mali gavun, smo izračunali skupni biomasni delež 5,71 %. Razmerja med ciljnimi vrstami ostajajo tudi za biomaso podobna, tako med lokacijama kot glede na številčne deleže. Vse ciljne vrste skupaj na ribogojnici predstavljajo 20,11 % biomase, predvsem zaradi zlatega ciplja (10,64 %) in ribona (7,30 %). Brancin in ovčica skupaj doprineseta 2,16 % celokupne biomase. Na kontrolni lokaciji je skupni delež sicer precej manjši (2,66 %), razmerja med vrstami pa so podobna, pri čemer na kontrolni lokaciji orada nadomesti ovčico.

Tudi na kontrolni lokaciji ima največji biomasni delež špar (40,76 %). Na drugem mestu sledi edini osebek morskega biča (27,40 % celokupne biomase), ki smo ga ujeli v pomladanski sezoni. Zadnja vrsta z nad 5 % biomasnim deležem je sardon (14,66 %).



Slika 32: Biomasni deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; W = 32,89 kg) in na kontrolni lokaciji (spodaj; W = 52,56 kg) v pomladni sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnimi vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni

Figure 32: Biomass proportions of species on the fish farm (above; W = 32,89 kg) and on the control location (below; W = 52,56 kg) in spring. Species with abundance and biomass proportions less than 5 % are grouped as "other species". Target species ratios are detailed on the right

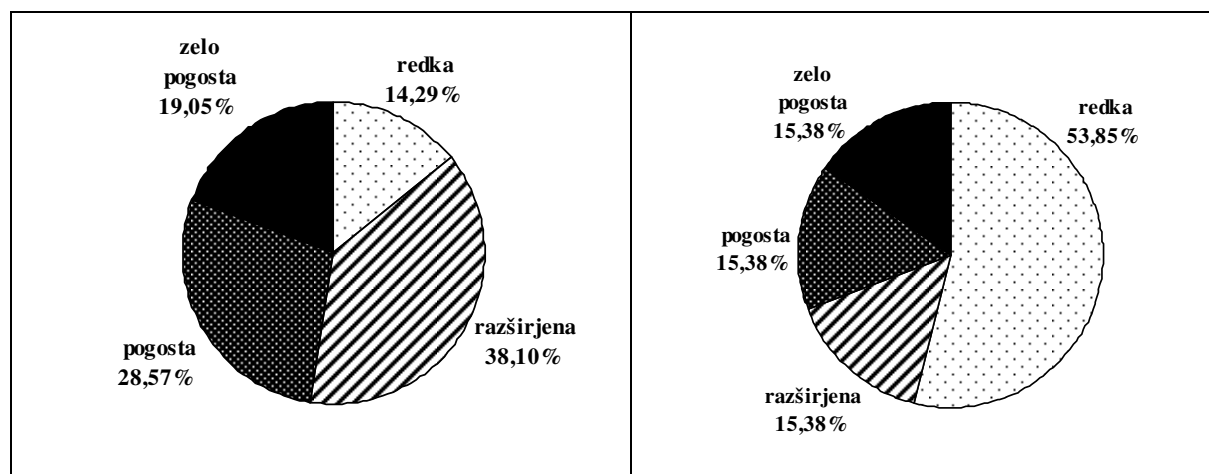
### 7.2.3.2 Stalnost

Stalnost vrst se spomladi razlikuje med lokacijama (Slika 33). Na kontrolni lokaciji smo ugotovili najvišji delež redkih vrst (53,85 %), nasprotno je na ribogojnici največji delež razširjenih vrst (38,10 %). Na kontrolni lokaciji je delež ostalih stalnostnih razredov enakomerno porazdeljen, na ribogojnici pa smo ugotovili še velik delež pogostih vrst (28,57 %), najmanj (14,29 %) pa je redkih vrst.

Glede na ostale sezone smo na ribogojnici opazili povečan delež razširjenih in manjši delež redkih vrst, na kontrolni lokaciji pa povečan delež zelo pogostih vrst na račun nižjega deleža razširjenih. Celokupna stalnost je višja na ribogojnici.

Od 16 skupnih vrst so se 4 (črni glavač, mali gavun, mol in špar) pojavljale z enako stalnostjo na obeh lokacijah, 4 vrste (divji ribon, gnezdivka, menola in volkec) smo večkrat

ujeli na kontroli in 8 vrst na ribogojnici. Razlika v stalnosti je za večino vrst en stalnostni razred, za 3 vrste pa smo ugotovili večjo razliko. Divji ribon je bil na kontroli zelo pogost, na ribogojnici razširjen, pritlikavi list je bil pogost na ribogojnici in redek na kontroli, volkec pa je bil zelo pogost na kontroli in na ribogojnici le razširjen.

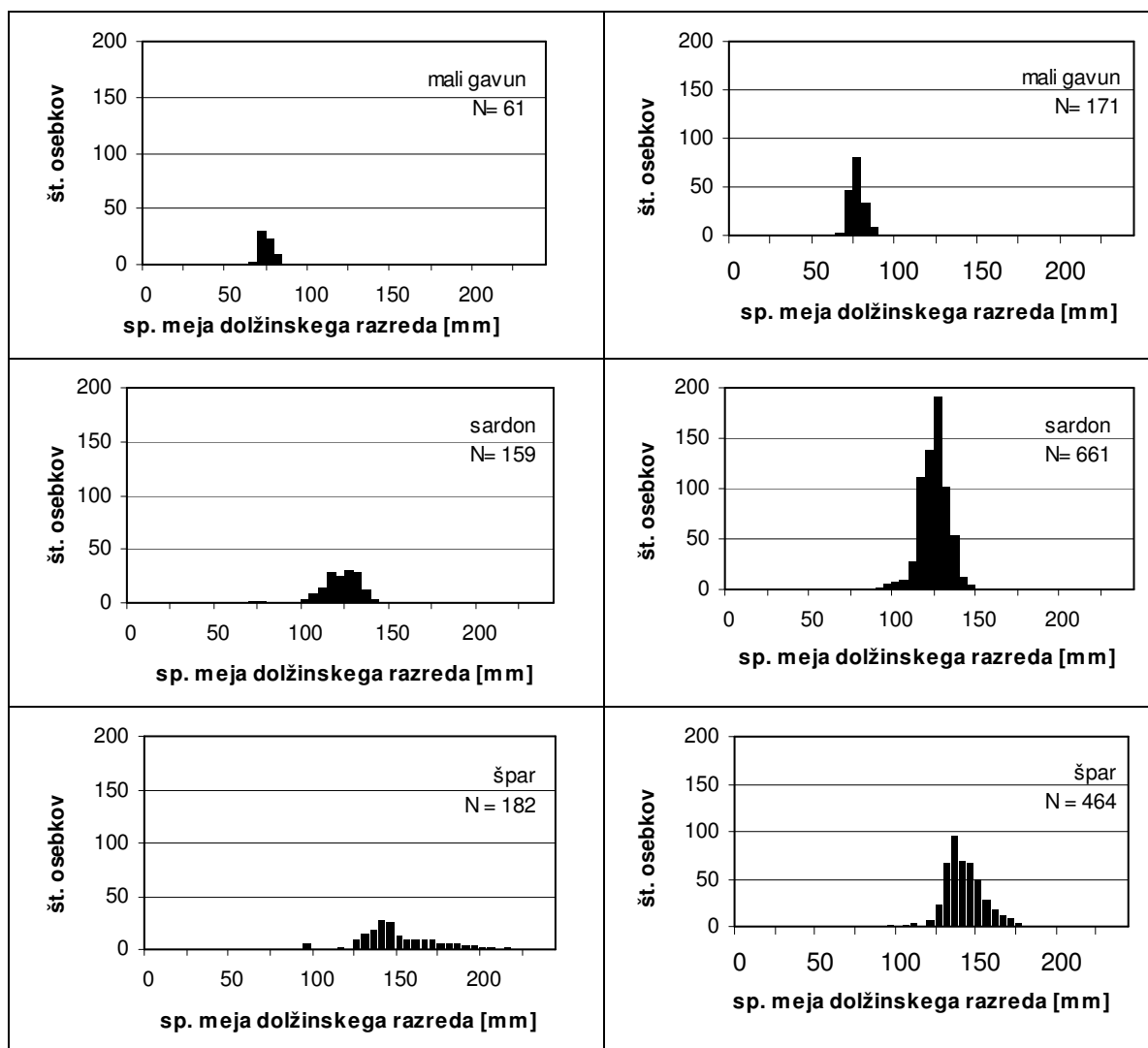


Slika 33: Razmerja stalnosti vrst za vzorčno mesto na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) v pomladni sezoni

Figure 33: Frequency of occurrence ratios for the fish farm sampling site (left) and the control site (right) in spring

### 7.2.3.3 Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve in velikostni razredi

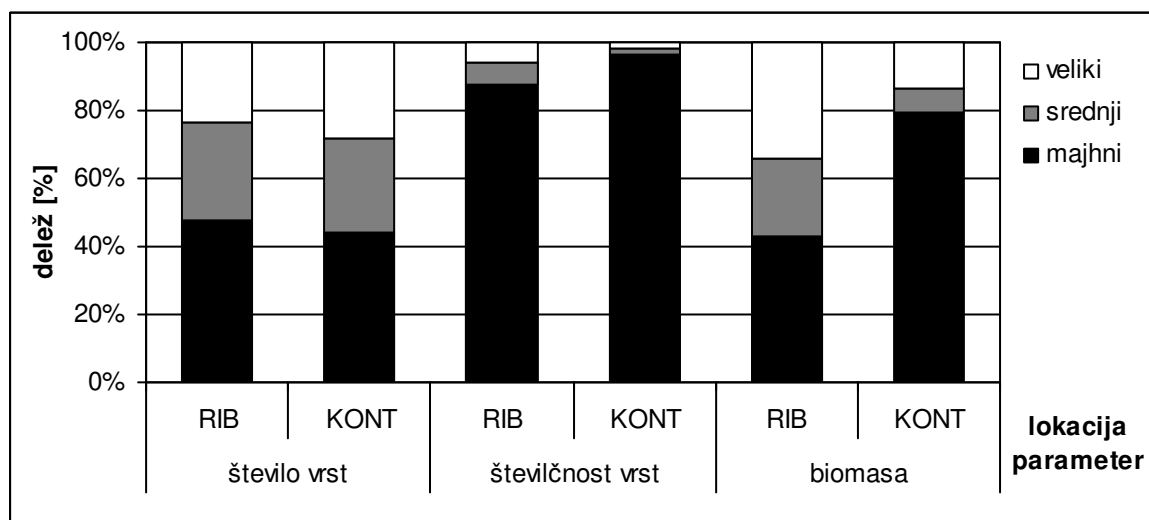
V pomladni sezoni smo primerjali dolžinsko-frekvenčne porazdelitve za vse tri izbrane vrste (Slika 34). Na ribogojnici smo za vse tri vrste ugotovili širšo porazdelitev kot na kontrolni lokaciji. Vsi ujeti osebkji malega gavuna na kontroli spadajo v 6 velikostnih razredov (65 - 90 mm) in v samo 4 velikostne razrede (65 - 80 mm) na ribogojnici. Razpon velikostnih razredov za sardona je na ribogojnici 15 razredov (70 - 140 mm) in na kontroli 12 razredov (90 - 145 mm), za špara pa 21 razredov (115 - 215 mm) na ribogojnici in 22 razredov (85 - 190 mm) na kontrolni lokaciji. Statistično značilno različnost v povprečnih dolžinah osebkov za vse tri vrste smo potrdili s Studentovim t-testom ( $p < 0,05$ ). Medtem ko imajo osebkji malega gavuna in sardona večjo povprečno dolžino na kontrolni lokaciji, imajo šparsi večjo povprečno dolžino na ribogojnici.



Slika 34: Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve izbranih vrst na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) za pomladno sezono

Figure 34: Length-frequency distribution of selected species on the fish farm (left) and on the control location (right) in spring

Spomladi se razmerja med velikostnimi razredi glede abundance in števila vrst močno razlikujejo za obe lokaciji (Slika 35). Na ribogojnici je število majhnih in srednje velikih vrst primerljivo, najmanj pa je velikih vrst. Na kontrolni lokaciji je največ majhnih vrst in sta primerljiva deleža srednjih in velikih vrst. Analiza abundance na drugi strani kaže preko 85 % prevlado majhnih vrst na obeh lokacijah in le minimalna deleža abundance velikih in srednjih vrst.

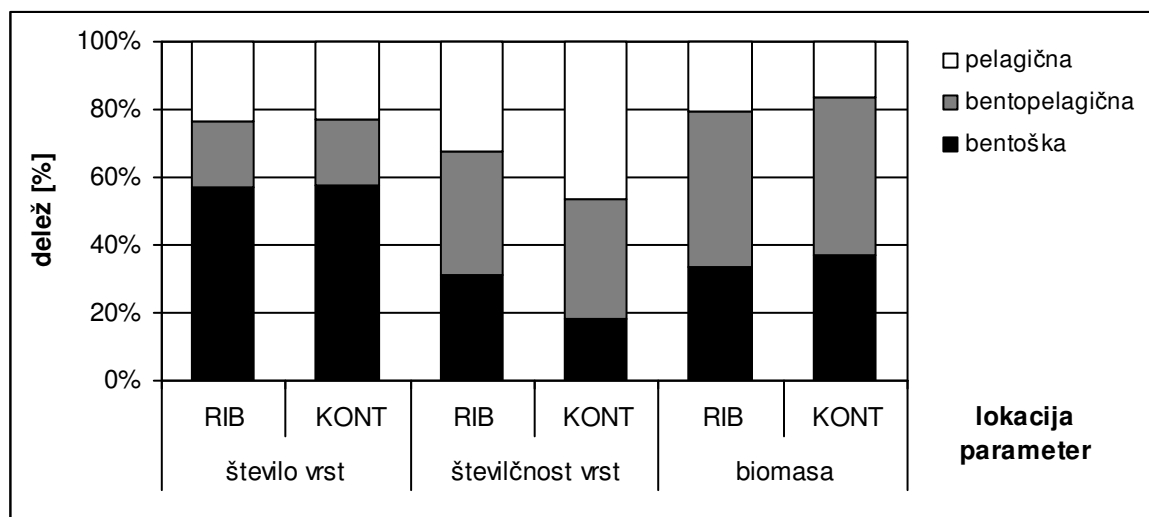


Slika 35: Vrstni, številčni in biomasni delež velikostnih razredov za obe lokaciji v pomladni sezoni

Figure 35: The species, the abundance and the biomass proportion of size classes for both locations in spring

#### 7.2.3.4 Ekološke kategorije

V pomladni sezoni smo na obeh lokacijah ujeli pretežno bentoške vrste (Slika 36). Primerjava zastopanosti ekoloških kategorij glede na abundanco vrst na drugi strani kaže enakomerno razporeditev ekoloških kategorij na ribogojnici ( $33,33 \% \pm 2,77 \%$  za vse kategorije) in prevlado pelagičnih vrst ( $46,42 \%$ ) na kontrolni lokaciji, predvsem zaradi manjšega deleža abundance bentoških vrst ( $18,51 \%$ ).



Slika 36: Vrstni, številčni in biomasni delež ekoloških kategorij za obe lokaciji v pomladni sezoni

Figure 36: The species, the abundance and the biomass proportion of ecological categories for both locations in spring.



#### 7.2.3.5 Indeks diverzitete

Podobnost v kumulativnem številu vrst pomladne sezone smo preverili z Jaccardovim indeksom podobnosti ( $J = 0,52$ ) ter Mann-Whitneyjevim neparametričnim testom ( $p = 0.565$ ). Obakrat smo potrdili prvotno opažanje, da v pomladni sezoni med lokacijama ni bistvenih razlik v vrstni pestrosti.

Shannon-Wienerjev indeks in Simpsonov indeks diverzitete sta v pomladni sezoni višja na ribogojnici, prav tako sta višja ustrezna indeksa izenačenosti (Preglednica 4). Glede na skupno pestrost enega in drugega vzorčnega mesta so vsi omenjeni pomladanski indeksi nižji od skupne pestrosti posamezne lokacije. Na kontroli sta spomladi Shannon-Wienerjev in Pieloujev indeks nižja od vrednosti v vseh ostalih sezonah.

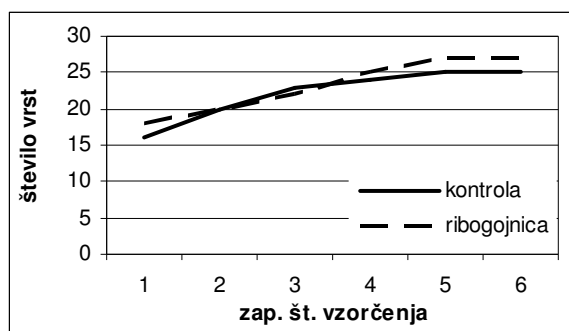
#### 7.2.4 Poletje

Poleti je najbolj očitna razlika v velikostni strukturi ribje združbe na obeh vzorčnih mestih, ki se kaže v primerjavi med številčnimi in biomasnimi deleži. Skupno število osebkov je večje na kontrolni lokaciji, skupna biomasa istih osebkov pa je večja na ribogojnici. Poleg pojave večjih količin sardona v vzorcih obeh lokacij smo na ribogojnici zabeležili tudi večji delež zlatega ciplja. Oboje prispeva k najvišji zabeleženi biomasi na ribogojnici v poletni sezoni in spremenjeni vrstni strukturi kot v predhodno obravnavanih sezonah. Nasprotno je situacija na kontrolni lokaciji podobna pomladanski tako po vrstni strukturi kot po razporeditvi ekoloških kategorij in velikostnih razredov.

Na kontrolni lokaciji strukturo ribje združbe določata sardon in špar, na ribogojnici pa zlati cipelj. Številčna prevlada sardona ima za posledico največji številčni delež pelagičnih vrst na obeh lokacijah, pri čemer na ribogojnici izdaten delež doprinese še zlati cipelj. Ta vrsta na ribogojnici določa tudi največji biomasni delež pelagičnih vrst, ki morajo na kontroli odstopiti prednost bentopelagičnim vrstam s šparom na čelu. Bentoških vrst je na obeh lokacijah številčno najmanj, biomasno pa so takoj za pelagičnimi, prav tako na obeh lokacijah.

##### 7.2.4.1 Vrstna sestava, številčnost in biomasa

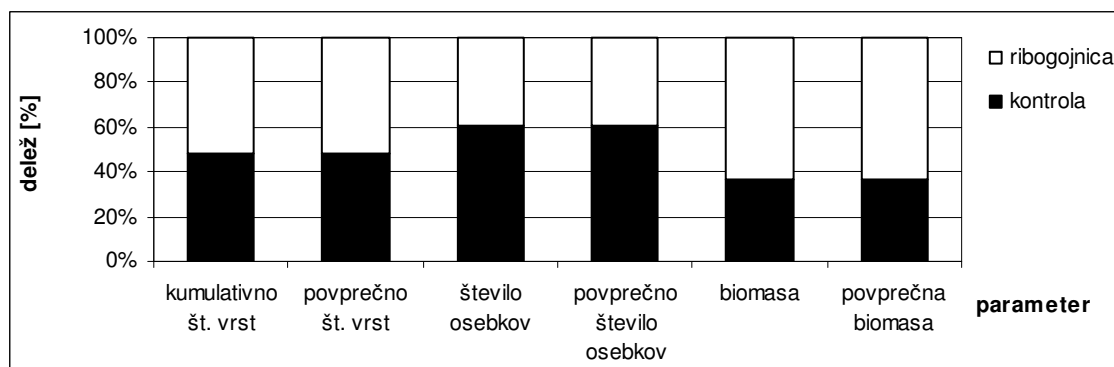
Rezultati poletne sezone dosegajo najvišje vrednosti tako skupnega in povprečnega števila vrst kot tudi abundance in biomase na obeh lokacijah. Ujeli smo povprečno 14 vrst rib na vzorčenje na ribogojnici in eno več na kontrolni lokaciji. Kumulativna krivulja števila vrst je podobna na obeh lokacijah in se po petih vzorčenjih izravna pri 27 vrstah na ribogojnici in 25 vrstah na kontroli (Slika 37).



Slika 37: Kumulativna krivulja števila vrst za poletna vzorčenja na ribogojnici in na kontrolni lokaciji

Figure 37: Cumulative graph of the number of species for summer samplings on the fish farm and on the control location

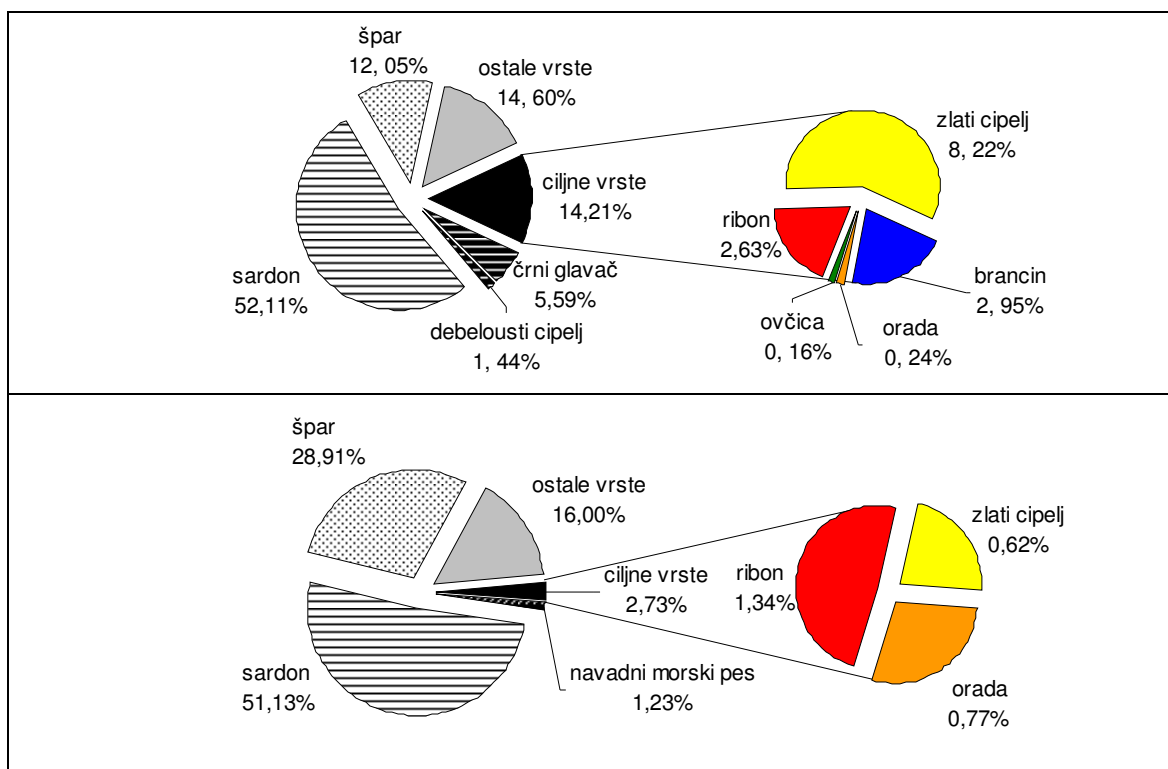
Poleti kažejo rezultati prevlado kontrolne lokacije glede abundance in ribogojnice glede biomase (Slika 38). Skupno (1944) in povprečno število osebkov ( $324 \pm 128$ ) je višje na kontrolni lokaciji, skupna (94,11 kg) in povprečna ( $15,68 \text{ kg} \pm 9,85 \text{ kg}$ ) ugotovljena biomasa pa na ribogojnici. Razlika med lokacijama v tej sezoni ni značilna ( $p_{\text{številčnost}} = 0,200$ ;  $p_{\text{biomasa}} = 0,337$ ).



Slika 38: Deleži kumulativnega in povprečnega števila vrst, skupne in povprečne številčnosti ter biomase poletnega ulova za obe lokaciji

Figure 38: Proportions of cumulative and average number of species and the total and average abundance and biomass of summer catch for both locations

Poleti je številčno na obeh lokacijah prevladoval sardon (Slika 39), ki mu je na kontrolni lokaciji sledil špar (28,91 %), na ribogojnici pa špar (12,05 %) in črni glavač (5,59 %). Tako skupni številčni delež kot razmerja med ciljnimi vrstami se poleti razlikujejo med lokacijama. Skupni delež ciljnih vrst je višji na ribogojnici (14,21 %), predvsem zaradi velike abundance zlatega ciplja (8,22 %). Skupno 5,48 % k celotnemu številu osebkov na ribogojnici tvorita ribon in brancin, medtem ko orada in ovčica skupaj ne dosežeta 1 %. Na kontrolni lokaciji je relativna številčnost ciljnih vrst 2,73 % in je razdeljen med tri vrste, s prevlado ribona. Brancina in ovčice v tej sezoni na kontrolni lokaciji nismo zabeležili.

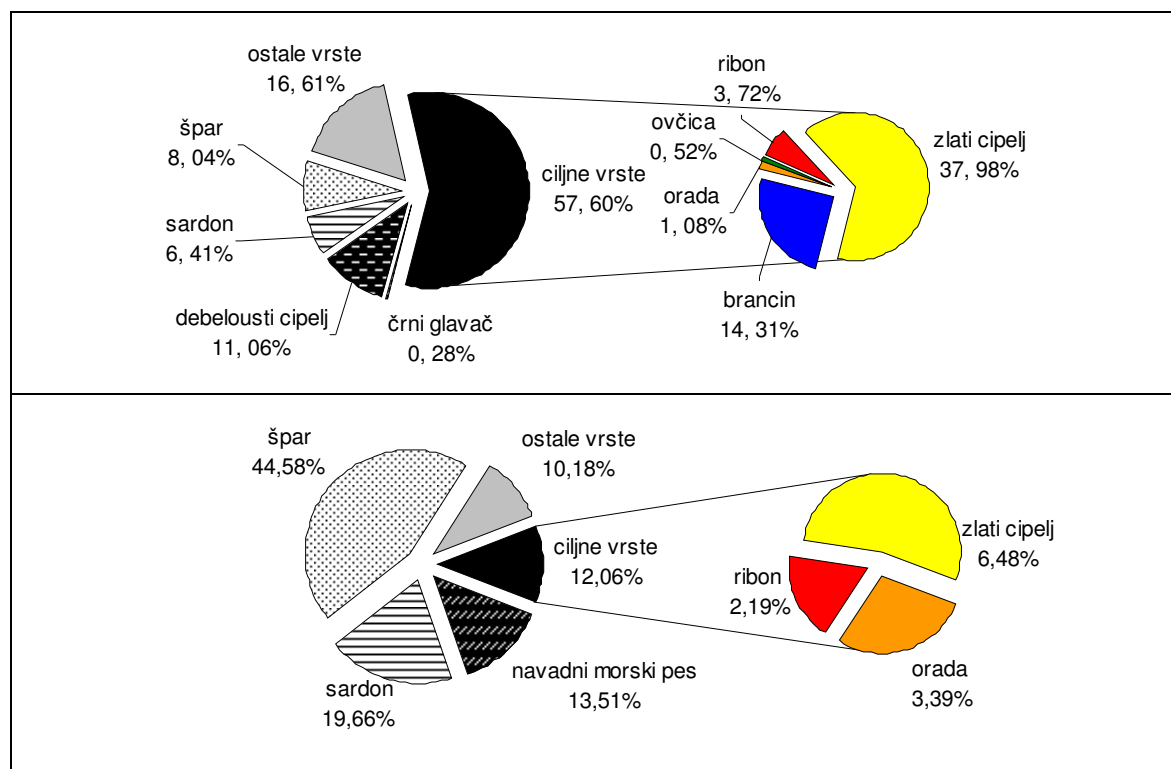


Slika 39: Številčni deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; N = 1253) in na kontrolni lokaciji (spodaj; N = 1944) v poletni sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnimi vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni

Figure 39: Species abundance proportions on the fish farm (above ; N = 1253) and on the control location (below; N = 1944) in summer. Species with abundance and biomass proportions less than 5 % are grouped as "other species". Target species ratios are detailed on the right

Biomasa razmerja med vrstami so povsem drugačna od številčnih deležev, in sicer predvsem na ribogojnici, v manjši meri pa tudi na kontrolni lokaciji (Slika 40). Poleti na ribogojnici prevladujejo ciljne vrste, zlasti zaradi velike biomase zlatega ciplja (37,98 %) in brancina (14,31 %). Ostale tri vrste so zastopane s skupnim biomasnim deležem 5,32 %. Glede na nizko številčnost smo velik delež biomase na ribogojnici zabeležili za debeloustega ciplja. Sardon kot daleč najštevilčnejša vrsta poletne sezone na ribogojnici doprinese le 6,41 % k skupni biomasi, podobno kot druga najštevilčnejša vrsta špar (8,04 % biomase).

Prvi dve mesti po biomasnem deležu si na kontrolni lokaciji delita najštevilčnejši dve vrsti v obratnem vrstnem redu, špar s 44,58 % in sardon z 19,66 %. Sledi navadni morski pes s tretjim najvišjim biomasnim deležem (13,51 %) na kontroli. Manj pomembne so ciljne vrste s skupnim biomasnim deležem 12,06 %, razdeljenim med zlatim cipljem (6,48 %), orado (3,39 %) in ribonom (2,19 %). Brancina in ovčice na kontrolni lokaciji v tej sezoni nismo zaznali. Ribon je na obeh lokacijah prisoten s primerljivima deležema števila in biomase osebkov. Orada in ovčica se podobno kot v ostalih sezonah na ribogojnici pojavljata zgolj naključno.



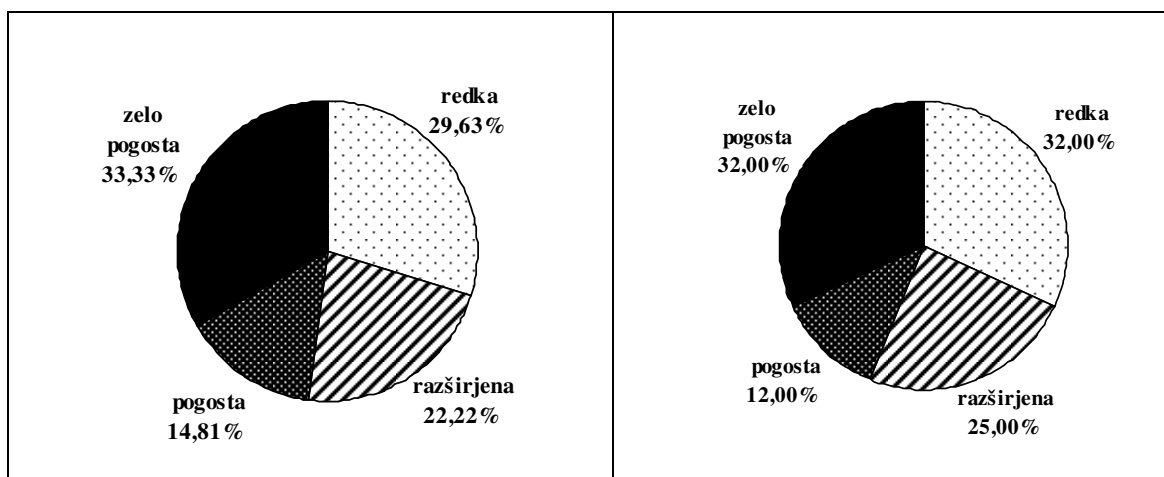
Slika 40: Biomasi deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; W = 94,11 kg) in na kontrolni lokaciji (spodaj; W = 54,25 kg) v poletni sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasi deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnimi vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni

Figure 40: Biomass proportions of species on the fish farm (above; W = 94,11 kg) and on the control location (below; W = 54,25 kg) in summer. Species with abundance and biomass proportions less than 5 % are grouped as "other species". Target species ratios are detailed on the right

#### 7.2.4.2 Stalnost

Stalnost vrst v tem obdobju je visoka in podobna na obeh lokacijah, z najvišjimi zabeleženimi deleži zelo pogostih vrst (Slika 41). Tretjina vrst se na obeh lokacijah pojavlja zelo pogosto, skoraj tretjina vrst pa je redkih. Zadnja tretjina je, prav tako na obeh lokacijah, razdeljena med pogoste in razširjene vrste, z nekoliko večjim deležem razširjenih vrst. Delež redkih vrst je na kontrolni lokaciji najnižji v celem letu, na ribogojnici pa je nižji le spomladi.

Obema lokacijama je skupnih 16 vrst, od katerih jih 62,50 % spada v isti stalnostni razred na obeh lokacijah. Od ostalih se 2 vrsti (sardela in volkec) z večjo frekvenco pojavljata na kontrolni lokaciji, 4 vrste pa na ribogojnici. Od teh 4 se morski list in bukva na ribogojnici pojavljata pogosto in na kontroli redko, zlati cipelj in pritlikavi list pa se razlikujeta za en sam stalnostni razred.

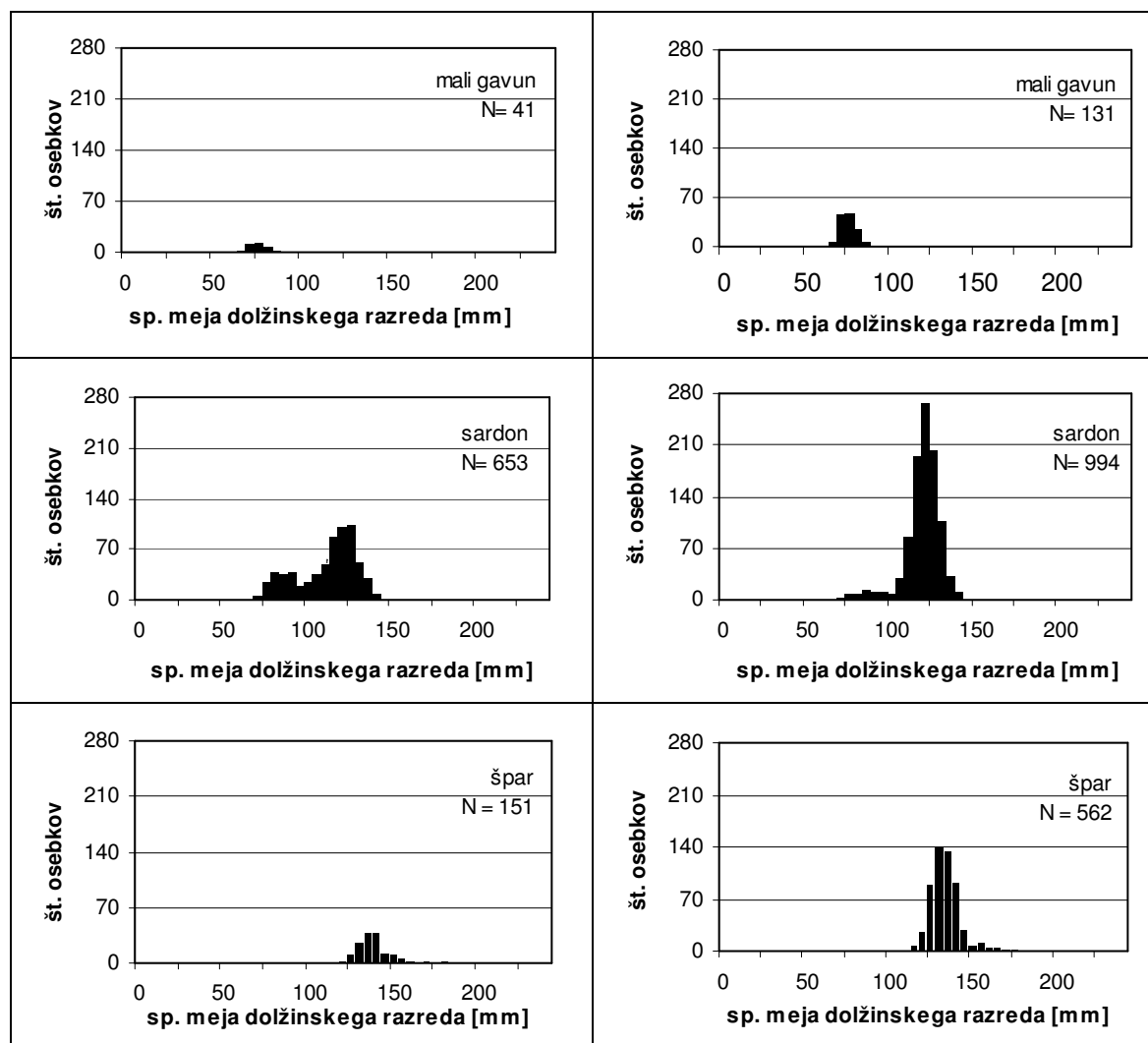


Slika 41: Razmerja stalnosti vrst za vzorčno mesto na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) v poletni sezoni

Figure 41: Frequency of occurrence ratios for the fish farm sampling site (left) and the control site (right) in summer

#### 7.2.4.3 Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve in velikostni razredi

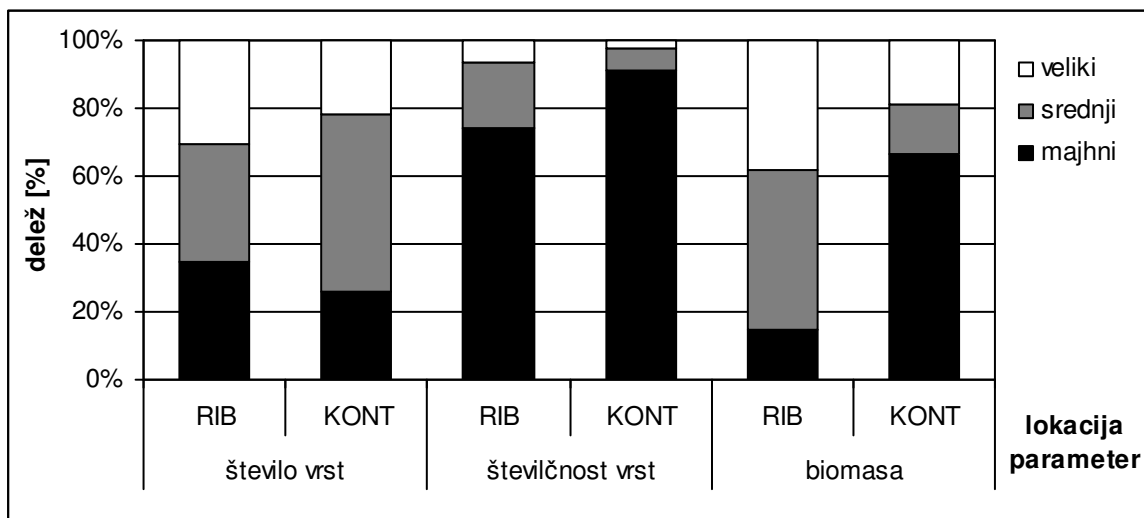
V poletni sezoni so si povprečne dolžine osebkov na obeh lokacijah za sardona in špara statistično značilno različne ( $p < 0,05$ ; Slika 42), pri čemer so sardoni večji na kontrolni lokaciji, špari pa na ribogojnici. Statistično značilne razlike v povprečni dolžini osebkov za vrsto mali gavun nismo ugotovili ( $p = 0,637$ ). Rezultati za malega gavuna kažejo en sam vrh na obeh lokacijah in razpon 6 dolžinskih razredov na ribogojnici ter 5 na kontrolni lokaciji. Razpon 17 razredov z dvema vrhovoma kaže sardon na obeh lokacijah, pri čemer je manjši vrh opazen pri dolžinskem razredu s spodnjo mejo 85 mm na obeh lokacijah, večji vrh pa pri dolžinskem razredu s spodnjo mejo 120 mm na ribogojnici in 125 mm na kontrolni lokaciji. Za špara smo na ribogojnici zabeležili 13 dolžinskih razredov, z nakazanim vrhom v dveh razredih s spodnjo mejo 130 mm in 135 mm. V istih dveh dolžinskih razredih je imel špar vrh tudi na kontrolni lokaciji, opazili pa smo širšo dolžinsko-frekvenčno porazdelitev, in sicer z 21 ugotovljenimi dolžinskimi razredi osebkov.



Slika 42: Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve izbranih vrst na ribogojnici (levo) in kontrolni lokaciji (desno) za poletno sezono

Figure 42: Length-frequency distributions of selected species on the fish farm (left) and on the control location (right) in summer

Na ribogojnici so deleži vseh treh velikostnih razredov v smislu števila vrst enakomerno zastopani, na kontrolni lokaciji pa prevladujejo srednje velike vrste (Slika 43). Podobno kot v pomladni sezoni je slika povsem drugačna upoštevajoč številčnost in biomaso vrst. Pri tej analizi se ponovno pokaže številčna prevlada majhnih vrst na obeh lokacijah, zaradi velike številčnosti sardona in špara v tej sezoni. Na ribogojnici je opazen tudi številčni delež srednje velikih vrst (19,49 %), medtem ko sta na kontroli številčna deleža srednjih in velikih vrst majhna (skupaj 8,91 %). Biomaso se lokaciji poleti najbolj razlikujeta. Na ribogojnici je najmanjši velikostni razred najslabše zastopan, deleža srednjih in velikih osebkov pa sta velika in relativno podobna, predvsem na račun povečane številčnosti brancina in navadnega morskega psa v tej sezoni. Velik delež srednjega velikostnega razreda na ribogojnici je posledica visoke številčnosti in biomase zlatega ciplja. Na kontrolni lokaciji tudi po biomasi prevladujejo majhne vrste, saj je številčnost srednjih in velikih vrst prenizka, da bi lahko prevesila biomasno strukturo združbe v svoj prid..

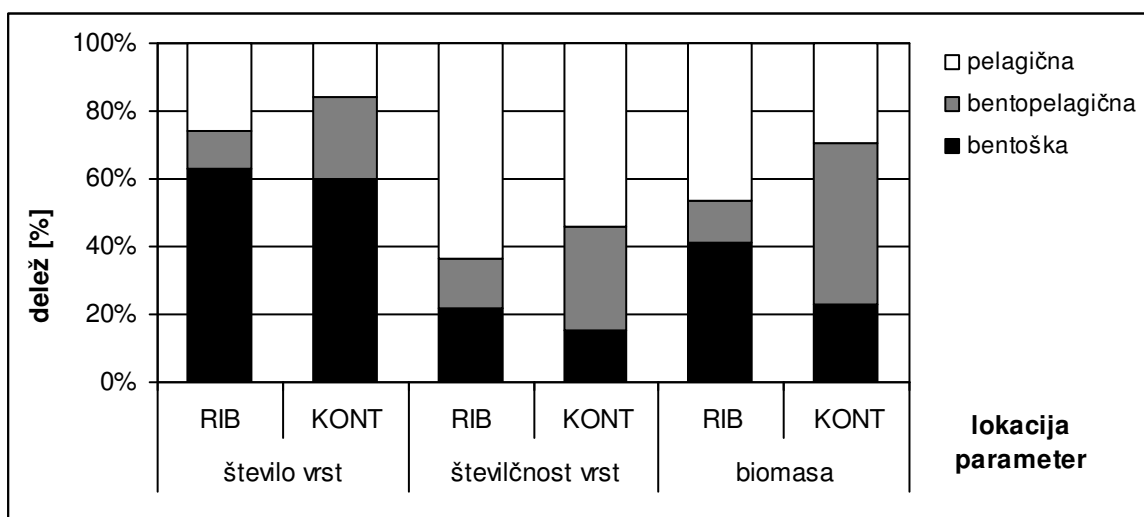


Slika 43: Vrstni, številčni in biomasni delež velikostnih razredov za obe lokaciji v poletni sezoni

Figure 43: The species, the abundance and the biomass proportion of size classes for both locations in summer

#### 7.2.4.4 Ekološke kategorije

Podobno kot v ostalih sezonah smo na obeh lokacijah poleti ugotovili velik delež bentoških vrst na eni strani in večjo številčnost pelagičnih vrst na drugi (Slika 44). Delež bentopelagičnih vrst je večji na kontrolni lokaciji v vseh primerjanih parametrih, pri čemer biomasno celo preseže deleža pelagičnih in bentoških vrst. Podobno kot velikostno strukturo gre tudi ekološko strukturo združbe obeh lokacij pripisati trem prevladujočim vrstam te sezone, sardonu, šparu in zlatemu ciplju.



Slika 44: Vrstni, številčni in biomasni delež ekoloških kategorij za obe lokaciji v poletni sezoni

Figure 44: The species, the abundance and the biomass proportion of ecological categories for both locations in summer

#### 7.2.4.5 Indeks diverzitete

Vse predhodne analize poletne sezone so kazale podobnost med lokacijama v večini parametrov, zato smo tudi za diverziteto pričakovali podobne rezultate. Ugotovili smo relativno veliko razliko med lokacijama, in sicer je Jaccardov indeks podobnosti znašal 0,41 in je bil nižji le v zimski sezoni. Z Mann-Whitneyjevim neparametričnim testom smo sicer zavrnilo statistično značilno razliko med lokacijama, vendar je bila vrednost  $p = 0,253$  najnižja glede na primerjave v vseh ostalih sezonah.

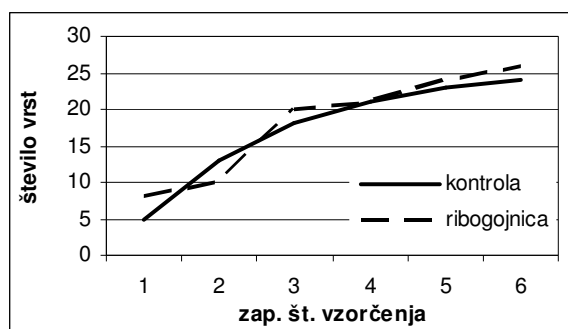
Na ribogojnici smo poleti ugotovili najnižje vrednosti vseh 4 uporabljenih indeksov diverzitete in izenačenosti glede na ostale sezone (Preglednica 4), a so bile kljub temu višje od vrednosti na kontrolni lokaciji. Na le-tej sta bili vrednosti Shanon-Wienerjevega in Pieloujevega indeksa višji le od pomladne sezone, vrednosti Simpsonovega indeksa in indeksa izenačenosti pa najnižji med vsemi sezonami.

#### 7.2.5 Jesen

Diverziteteta je v tej sezoni na obeh vzorčnih mestih najvišja v celem letu, skladno z visokima indeksoma izenačenosti, saj se številčnost poleti prevladujočih sardona in špara prerazporedi med več različnih vrst. Na kontrolni lokaciji se ponovno v večjih količinah pojavi mol, ki ga v poletni sezoni nismo zabeležili, v pomladanski pa z manjšim deležem. Na obeh lokacijah smo zabeležili tudi največji delež sredozemskega šura od vseh sezon. Na ribogojnici se je z nad 5 % številčnim deležem izjemoma pojavila tudi sardela, ki je v zimski in pomladni sezoni nismo zabeležili.

##### 7.2.5.1 Vrstna sestava, številčnost in biomasa

Kot poleti sta si kumulativna krivulja in kumulativno število vrst tudi jeseni podobna na obeh lokacijah (Slika 45). Na ribogojnici smo jeseni zabeležili skupno 26 in povprečno 13 vrst na vzorčenje, na kontroli pa skupno 24 in povprečno 11 vrst na vzorčenje. Začetna hitra rast obeh kumulativnih krivulj je po šestih vzorčenjih blizu ustalitve.

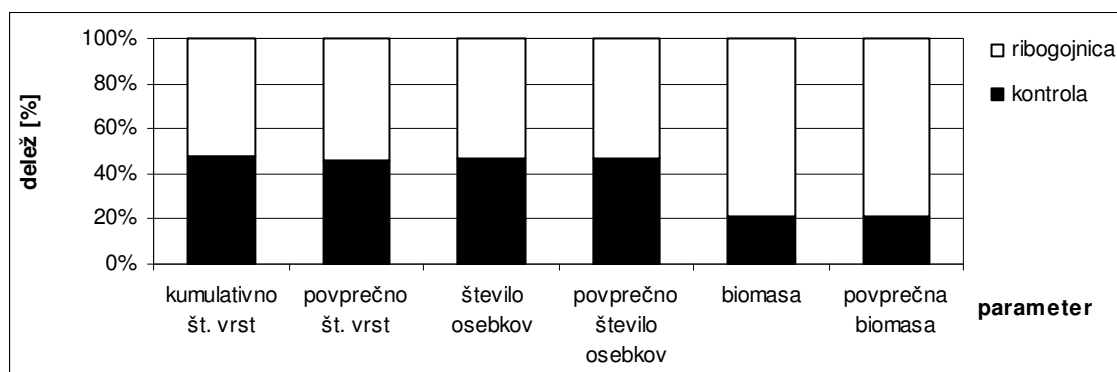


Slika 45: Kumulativna krivulja števila vrst za jesenska vzorčenja na ribogojnici in na kontrolni lokaciji

Figure 45: Cumulative graph of the number of species for autumn samplings on the fish farm and on the control location



Rezultati jesenske sezone kažejo enakomerno razporeditev kumulativnega in povprečnega števila vrst ter absolutnega in povprečnega števila osebkov na obeh lokacijah (Slika 46). Nasprotno rezultati biomasne analize kažejo, da jeseni skoraj 80 % biomase odpade na ribogojnico. Statistično značilno razliko v biomasah med vzorčnima lokacijama smo potrdili z Mann-Whitneyjevim testom ( $p = 0,010$ ), medtem ko smo za številčnost to razliko zavrnilo ( $p = 0,749$ ).

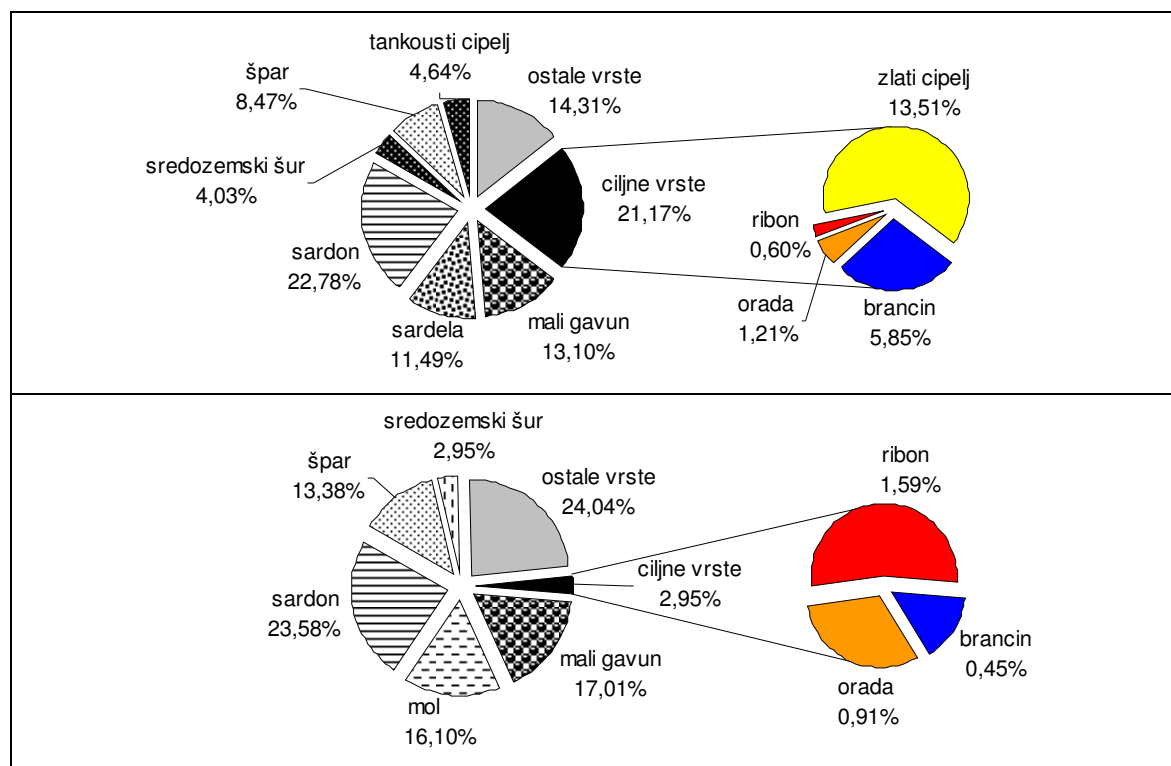


Slika 46: Deleži kumulativnega in povprečnega števila vrst, skupne in povprečne številčnosti ter biomase jesenskega ulova za obe lokaciji

Figure 46: Proportions of cumulative and average number of species and the total and average abundance and biomass of autumn catch for both locations

Glede na ostale sezone sta si jeseni lokaciji po vrstni strukturi manj podobni (Slika 47). Na obeh lokacijah smo sicer zabeležili največji številčni delež sardona, ki pa mu na ribogojnici sledijo mali gavun (13,10 %), sardela (11,49 %) in špar (8,47 %). Še dve vrsti, sredozemski šur (4,03 %) in tankousti cipelj (4,64 %), sta prikazani, ker presegata 5 % skupne biomase. Na kontrolni lokaciji so poleg sardona številčne še tri vrste, mali gavun (17,01 %), mol (16,10 %) in špar (13,38 %). Dodatno je prikazan sredozemski šur (2,95 %), ki tudi na kontroli presega 5 % skupne biomase.

Skupni delež ciljnih vrst je podobno kot v ostalih sezonah večji na ribogojnici (21,17 %). Tokrat zlati cipelj (13,51 %) nekoliko manj izstopa, saj smo zabeležili tudi največji delež brancina (5,85 %) glede na ostale sezone. Orada in ribon skupaj predstavljata 1,81 % abundance. Delež ciljnih vrst na kontrolni lokaciji ostaja na nivoju poletnega in je enakomerno porazdeljen med orado, ribonom in brancinom. Skupno predstavljajo 2,95 % abundance z največjim deležem ribona (1,59 %), ki mu sledi orada (0,91 %). Najmanjši delež odpade na brancina (0,45 %), ovčice in zlatega ciplja pa jeseni na tej lokaciji nismo zabeležili.

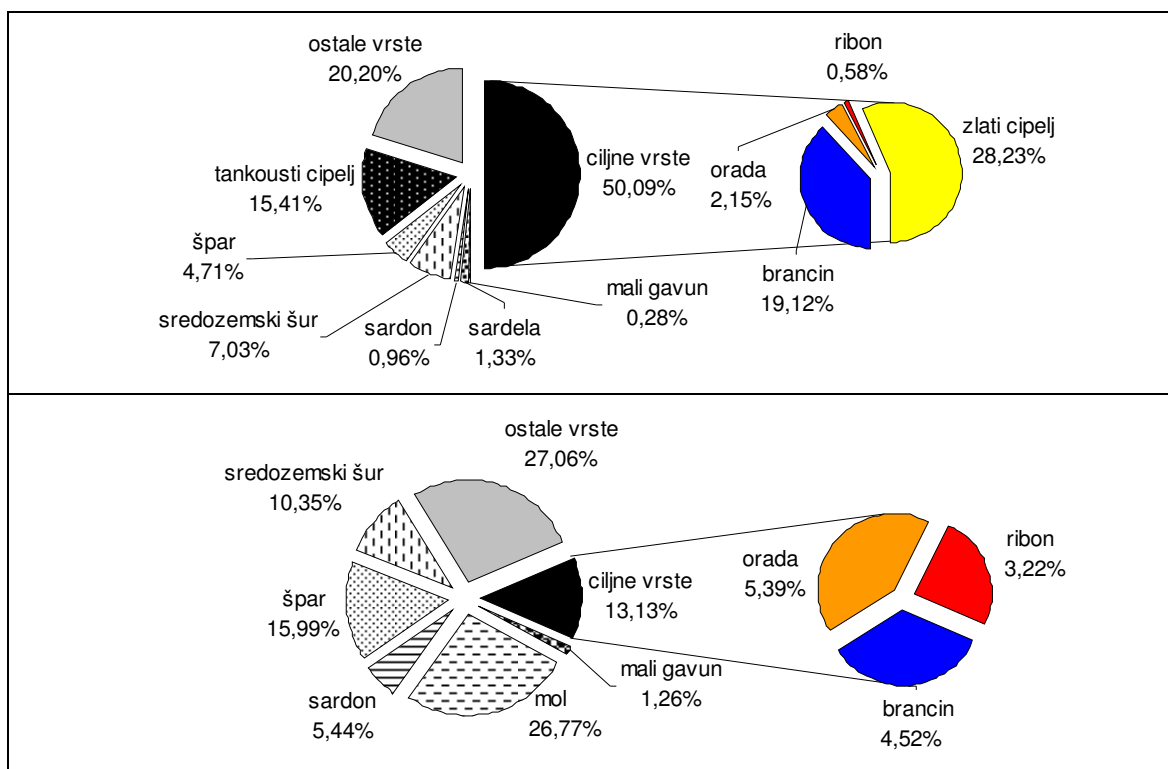


Slika 47: Številčni deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; N = 496) in na kontrolni lokaciji (spodaj; N = 441 kg) v jesenski sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnimi vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni

Figure 47: Species abundance proportions on the fish farm (above; N = 496) and on the control location (below; N = 441) in autumn. Species with abundance and biomass proportions less than 5 % are grouped as "other species". Target species ratios are detailed on the right

Podobno kot spomladi in poleti večinski delež (50,09 %) skupne biomase odpade na ciljne vrste in je razdeljen predvsem med zlatim cipljem (28,23 %) in brancinom (19,12 %; Slika 48). Ostali biomasni delež ciljnih vrst je razdeljen med orado (2,15 %) in ribonom (0,85 %). Kot v ostalih sezonah je tudi na kontrolni lokaciji biomasni delež ciljnih vrst večji kot številčni delež. Jeseni je tako biomasa ciljnih vrst enakomerno porazdeljena med orado (5,39 %), brancina (4,52 %) in ribona (3,22 %).

Od ostalih vrst največji delež biomase na ribogojnici odpade na tankoustega ciplja (15,41 %) ter manj na sredozemskega šura (7,03 %). Najštevilčnejše tri vrste (sardela, sardon in mali gavun) skupaj predstavljajo 2,57 % biomase jeseni na ribogojnici. Na kontrolni lokaciji je slika povsem drugačna, z največjim biomasnim deležem mola (26,77 %). Sledijo špar (15,99 %), sredozemski šur (10,35 %) in sardon (5,44 %), mali gavun pa doseže le 1,26 % skupne biomase.



Slika 48: Biomasi deleži vrst rib na ribogojnici (zgoraj; W = 74,90 kg) in na kontrolni lokaciji (spodaj; W = 20,22 kg) v jesenski sezoni. Vrste, katerih številčni in biomasni deleži so manjši od 5 %, so združene v skupino "ostale vrste". Razmerja med ciljnimi vrstami so podrobneje prikazana v izseku na desni

Figure 48: Biomass proportions of species on the fish farm (above; W = 74,90 kg) and on the control location (below; W = 20,22 kg) in autumn. Species with abundance and biomass proportions less than 5 % are grouped as "other species". Target species ratios are detailed on the right

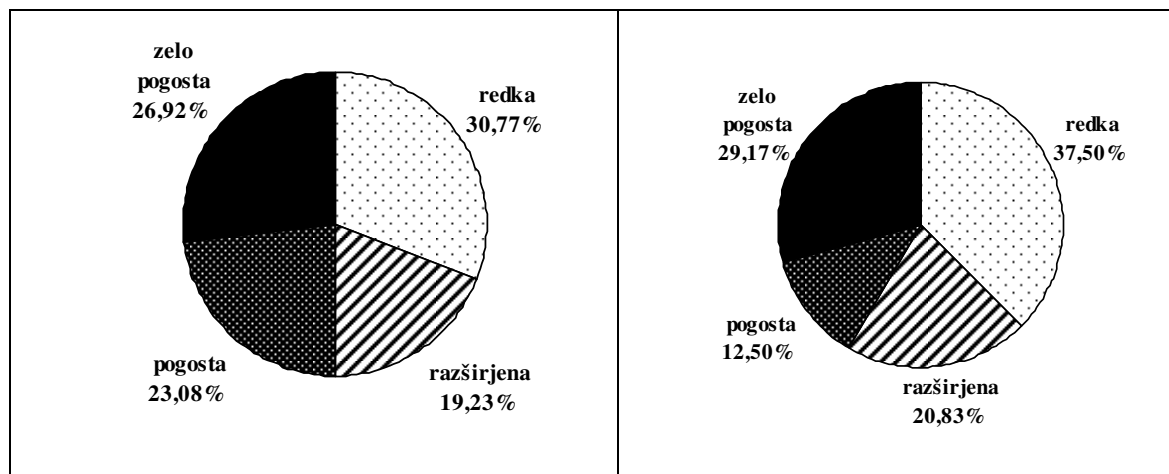
Od vrst s številčnim oziroma biomasnim deležem nad 5 % sta se jeseni samo na ribogojnici pojavila tankousti cipelj in sardela, na kontroli pa mol. Deleži malega gavuna in sardona so na obeh vzorčnih mestih podobni, špar pa na kontroli predstavlja večji tako številčni kot biomasni delež.

#### 7.2.5.2 Stalnost

Stalnost vrst jeseni ostaja na stopnji poletne in si je glede na ostale sezone med lokacijama najbolj podobna. Jesenski rezultati za ribogojnico kažejo razmeroma enakomerno razporeditev vrst med stalnostne razrede (Slika 49). Največ vrst je redkih (30,77 %), najmanj razširjenih (19,23 %), druga polovica vrst pa je razdeljena med zelo pogoste (26,92 %) in pogoste vrste (23,08 %). Edinkrat v letu je na kontrolni lokaciji večji delež zelo pogostih vrst kot na ribogojnici. Delež redkih vrst je večji (37,50 %), pogostih pa manjši (12,50 %).

Obema lokacijama je skupnih 19 vrst, od katerih jih po 31,58 % prevladuje na eni oziroma drugi lokaciji, 36,84 % vrst pa se na obeh lokacijah ponavlja z enako frekvenco. Največjo razliko med lokacijama smo ugotovili za bukvo, ki se na ribogojnici pojavlja zelo pogosto,

na kontrolni lokaciji pa je redka. Razlika v stalnosti ostalih skupnih vrst med eno in drugo lokacijo je manjša od 25 %, torej le za eno stalnostno skupino.

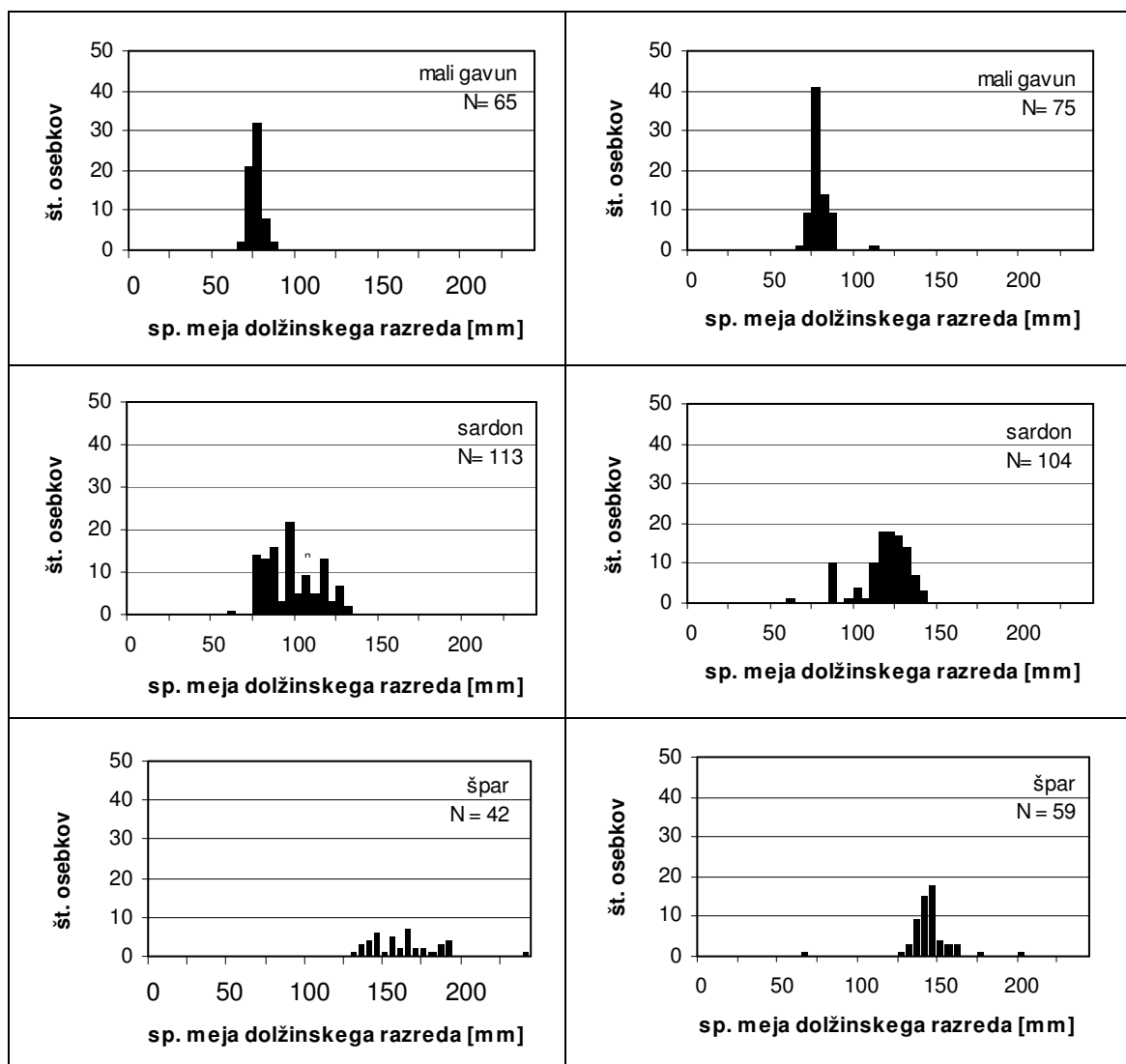


Slika 49: Razmerja stalnosti vrst za vzorčno mesto na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) v jesenski sezoni

Figure 49: Frequency of occurrence ratios for the fish farm sampling site (left) and the control site (right) in autumn

### 7.2.5.3 Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve in velikostni razredi

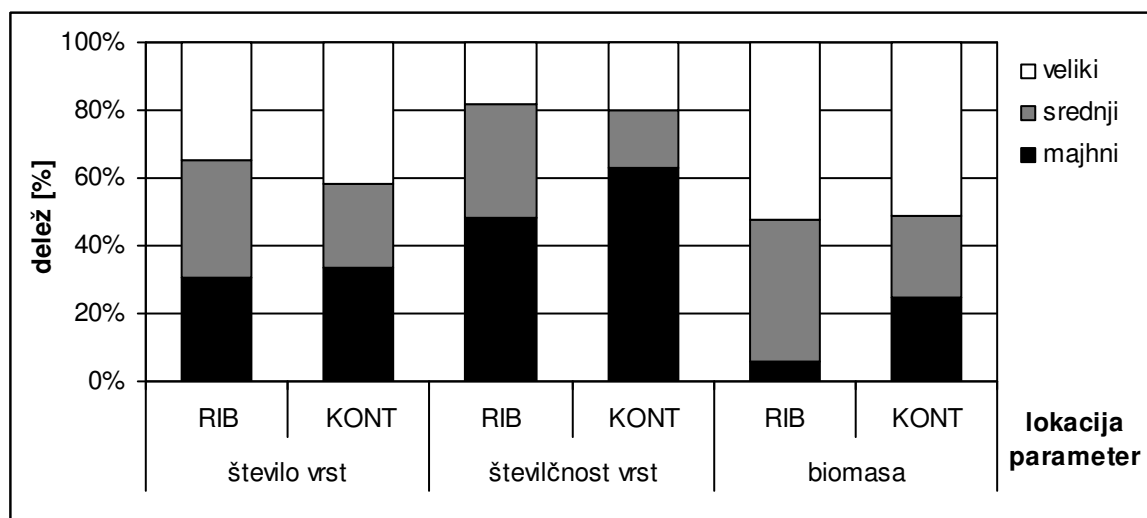
Največje razlike v povprečni dolžini osebkov med lokacijama smo ugotovili v jesenski sezoni. Povprečna dolžina osebkov za vrsti mali gavun in sardon je statistično značilno večja na kontrolni lokaciji ( $p < 0,05$ ), medtem ko je povprečna dolžina osebkov vrste špar večja na ribogojnici ( $p < 0,05$ ; Slika 50). Vse tri vrste na kontrolni lokaciji kažejo večji razpon velikostnih razredov kot na ribogojnici. Jasen vrh smo ugotovili za vrsto mali gavun na obeh lokacijah. Vrhova pri sardonu in šparu sta na ribogojnici neizrazita, na kontrolni lokaciji nakazana, za sardona pa je vrh pomaknjen proti večjim razredom.



Slika 50: Dolžinsko-frekvenčne porazdelitve izbranih vrst na ribogojnici (levo) in kontrolni lokaciji (desno) za jesensko sezono

Figure 50: Length-frequency distributions of selected species on the fish farm (left) and on the control location (right) in autumn

Za jesensko sezono smo zabeležili najbolj enakomerno razporeditev števila vrst med velikostnimi razredi na obeh lokacijah (Slika 51). Številčnost vrst jeseni pokaže največji delež osebkov majhnih vrst. Na ribogojnici smo zabeležili tudi pomemben delež osebkov srednjih vrst, ki je na kontrolni lokaciji manjši. Obratno velja za velike vrste, katerih številčnost je na kontroli večja kot na ribogojnici. Na kontrolni lokaciji je glede na poletno sezono opazen očiten premik v velikostni strukturi, saj tako po številu vrst kot po biomasi prevladujejo veliki osebki. Jeseni smo na tej lokaciji opazili najmanjši delež majhnih osebkov tako v številčnem kot v biomasnem deležu.

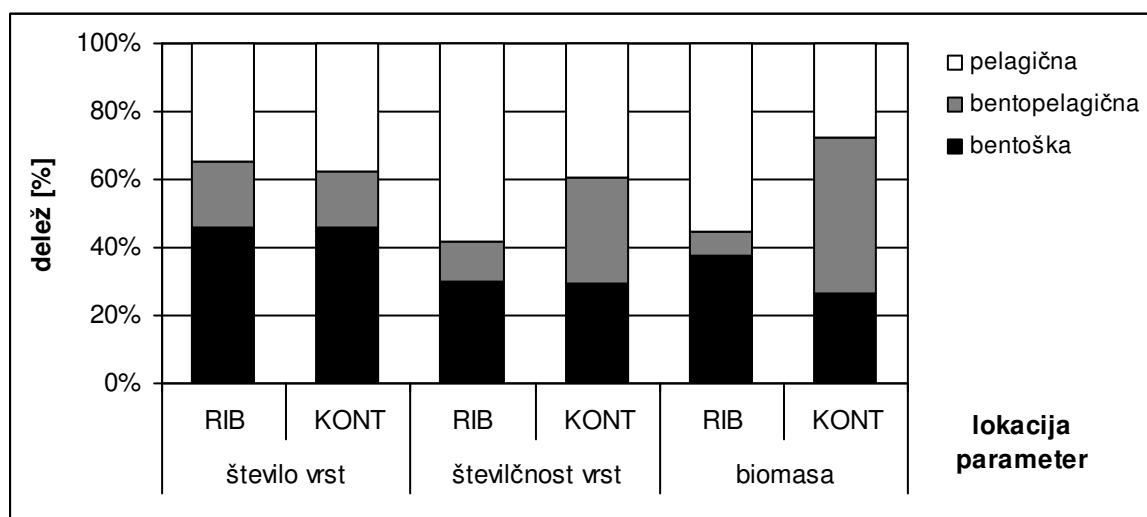


Slika 51: Vrstni, številčni in biomasni delež velikostnih razredov za obe lokaciji v jesenski sezoni

Figure 51: The species, the abundance and the biomass proportion of size classes for both locations in autumn

#### 7.2.5.4 Ekološke kategorije

Ekološke kategorije jeseni kažejo podobno razporeditev kot poleti in so si med lokacijama podobne (Slika 52). Na obeh lokacijah smo zabeležili najnižji vrstni delež bentopelagičnih vrst, deleža pelagičnih in bentoških vrst pa sta primerljiva. Razlika med lokacijama se pokaže ob upoštevanju številčnosti vrst, ko prevlada pelagičnih osebkov na ribogojnici postane izrazita, na kontrolni lokaciji pa se številčni deleži enakomerno razporedijo med vse tri ekološke kategorije. Biomasna struktura je podobna številčni, z nižjim deležem bentopelagičnih vrst na ribogojnici in povečanim na kontrolni lokaciji.



Slika 52: Vrstni, številčni in biomasni delež ekoloških kategorij za obe lokaciji v jesenski sezoni

Figure 52: The species, the abundance and the biomass proportion of ecological categories for both locations in autumn

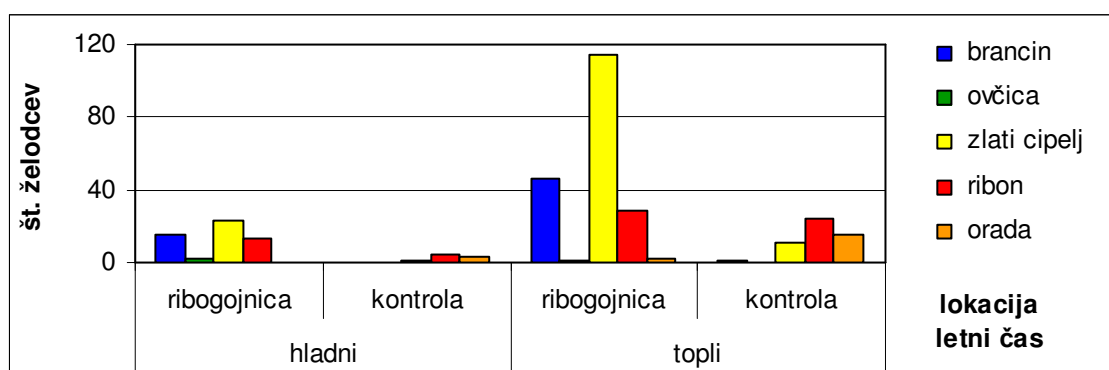
#### 7.2.5.5 Indeks diverzitete

Tudi jeseni predhodne analize niso pokazale bistvenih razlik v vrstni strukturi obeh vzorčnih mest. Z Mann-Whitneyjevim neparametričnim testom smo zavrnilo ( $p = 0,373$ ) statistično značilno razliko med lokacijama. Podobno sliko nam kaže Jaccardov indeks (0,61), ki glede na ostale sezone kaže največjo podobnost med lokacijama.

Jesenska diverzitetna na ribogojnici izstopa, saj sta oba uporabljena diverzitetna indeksa in oba indeksa izenačenosti najvišja v celotni raziskavi (Preglednica 4). Čeprav nižja kot na ribogojnici, sta diverzitetna indeksa na kontroli najvišja med vsemi letnimi časi, indeksa izenačenosti pa sta višja le v zimski sezoni.

### 7.3 PREHRANA CILJNIH VRST

Analizo prehrane smo naredili za 305 osebkov petih ciljnih vrst na obeh lokacijah, in sicer za hladni in topli del leta (Slika 53). Z izjemo orade je število ujetih osebkov v obeh obdobjih leta večje na ribogojnici, hkrati pa je na obeh lokacijah število ujetih osebkov večje v toplem delu leta. Od skupno 20 ujetih osebkov orade smo na ribogojnici ujeli le 2 v toplem delu leta. Največ želodcev smo analizirali za vrsto zlati cipelj v toplem delu leta na ribogojnici, smo pa tudi skupno ujeli največ osebkov te vrste. Ribona je bilo največ v toplem obdobju, ko se je pojavljal enakomerno na obeh lokacijah, medtem ko se je v hladnem obdobju večkrat pojavil na ribogojnici. Brancina smo, z izjemo 1 osebk, ujetega v toplem delu leta, zabeležili le na ribogojnici.



Slika 53: Število osebkov z analizirano prehrano za pet ciljnih vrst na obeh lokacijah za hladni in topli del leta (Priloga B)

Figure 53: Number of specimens with analyzed feeding/nutrition for five target species on both locations for cold and warm part of the year (Annex B)

Analizo prehrane ciljnih vrst smo opravili za tiste vrste in obdobja, za katere smo pridobili dovolj vzorcev želodcev za primerjalno analizo med lokacijama, t.j. za ribona in zlatega ciplja v toplem delu leta.

Preglednica 5: Število polnih želodcev (št.), njihova povprečna masa (masa) in standardna deviacija (st. dev.) za ribogojnico v obeh delih leta

Table 5: Number of full stomachs (št.), their average weight (masa) and standard deviation (st. dev.) for the fish farm and both times of the year

vrsta	topli del leta			hladni del leta			Skupaj vrsta
	št.	masa [g]	st. dev.	št.	masa [g]	st. dev.	
brancin	9	2,77	3,74	15	10,47	8,34	24
ovčica	0	0,00	0,00	1	4,36	0,00	1
zlati cipelj	10	0,66	0,35	40	1,56	0,89	50
ribon	0	0,00	0,00	13	1,73	1,79	13
<b>Skupaj ribogojnica</b>	<b>8</b>			<b>26</b>			<b>34</b>

Preglednica 6: Število polnih želodcev (št.), njihova povprečna masa (masa) in standardna deviacija (st. dev.) za kontrolno lokacijo v obeh delih leta

Table 6: Number of full stomachs (št.), their average weight (masa) and standard deviation (st. dev.) for the control location and both times of the year

vrsta	topli del leta			hladni del leta			Skupaj vrsta
	št.	masa [g]	st. dev.	št.	masa [g]	st. dev.	
brancin	0	0	0	1	1,86	0	1
zlati cipelj	1	11,27	0	6	2,82	4,11	7
ribon	4	1,02	0,62	11	0,92	0,59	15
orada	3	0,49	0,41	8	1,55	1,04	11
<b>Skupaj kontrola</b>	<b>8</b>			<b>26</b>			<b>34</b>

### 7.3.1

Preglednica 7: Delež polnih želodcev (%) ciljnih vrst za obe lokaciji v obeh delih leta

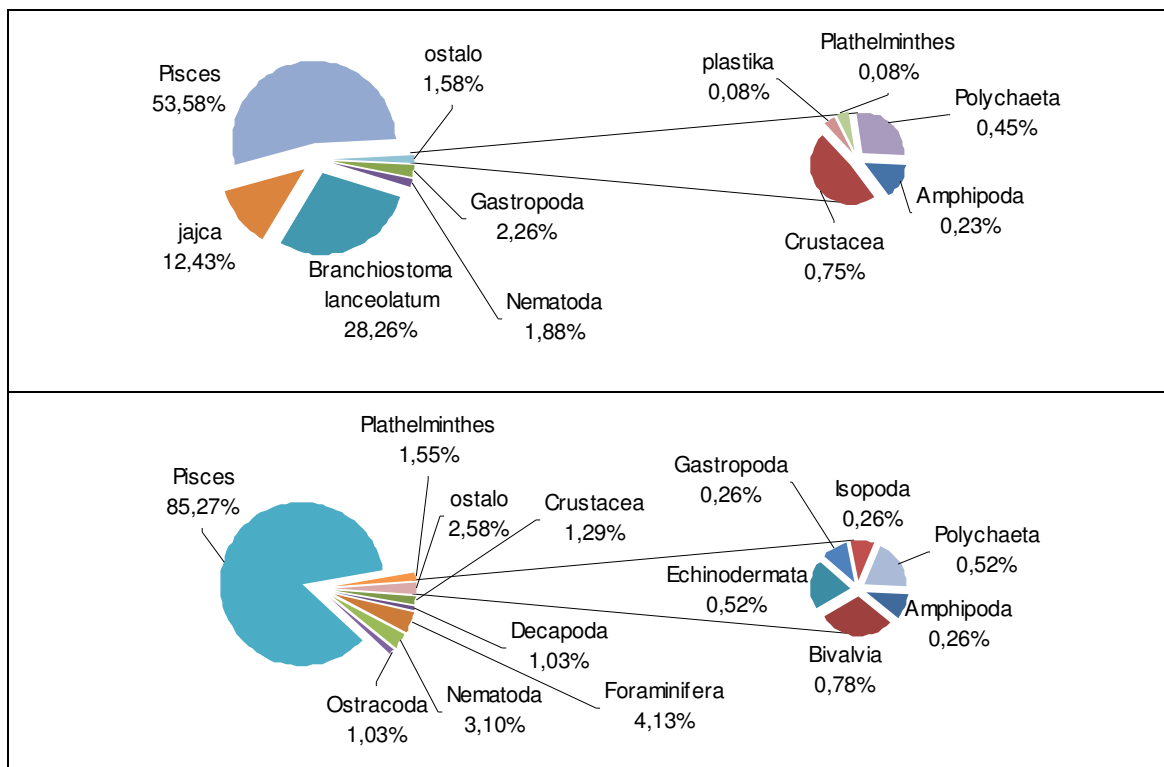
Table 7: Proportion of full stomachs (%) for the target species for both locations and both times of the year

vrsta \ lokacija	hladni		topli	
	ribogojnica	kontrola	ribogojnica	kontrola
brancin	60,00	/	32,61	100,00
ovčica	0,00	/	100,00	/
zlati cipelj	43,48	1,00	34,78	54,55
ribon	0,00	1,00	44,83	45,83
orada	/	1,00	/	53,33

### 7.3.2 Ribon

Kljub velikemu deležu rib je prehrana ribona v toplem delu leta pestrejša na kontrolni lokaciji kot na ribogojnici (Slika 54). Delež rib sta si na obeh vzorčnih mestih podobna, tako kot tudi deleži mnogoščetincev in postranic (Amphipoda). Na ribogojnici nismo našli ostankov 7 taksonomskih skupin – luknjičarke, dvoklopniki, deseteronožci (Decapoda), mokrice (Isopoda), školjke (Bivalvia), polži (Gastropoda) ter iglokožci (Echinodermata). Kljub velikemu deležu navadne škrgoustke (*Branchiostoma lanceolatum*) na ribogojnici, te vrste v prehrani ribona na kontrolni lokaciji nismo našli. Relativno pomemben delež prehrane so na ribogojnici predstavljala tudi jajca različnih organizmov.



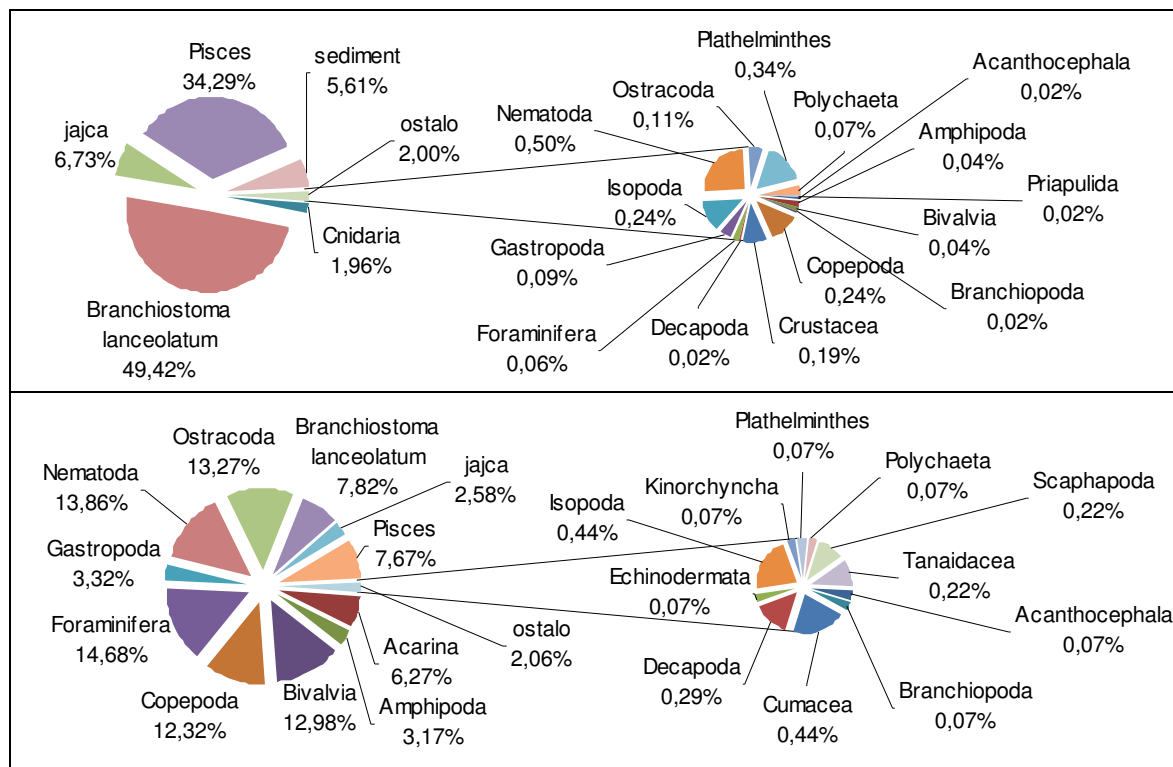


Slika 54: Številčni deleži ostankov organizmov in delcev v želodcu za vrsto ribon na ribogojnici (zgoraj) in na kontrolni lokaciji (spodaj) za topli del leta. Seznam latinskih in slovenskih imen taksonomskih skupin v prehrani ciljnih vrst je v Prilogi C

Figure 54: Numeric proportions of remains of organisms and particles in the stomach for common pandora on the fish farm (above) and the control site (below) for the warm part of the year. List of Latin and Slovenian names of taxonomic groups in the nutrition of target species is in Annex C

### 7.3.3 Zlati cipelj

V prehrani zlatega ciplja v toplem delu leta smo na ribogojnici našli še večji delež navadne škrgoustke kot pri ribonu, saj je predstavljal kar 49,42 % zaužitih delcev (Slika 55). Pomemben del prehrane te vrste na ribogojnici so predstavljale še ribe ter v manjši meri jajca in sediment. Sediment smo v manjši količini našli le še v želodcih brancina. Podobno kot pri ribonu smo pri zlatih cipljih s kontrolne lokacije ugotovili bolj uravnoteženo prehrano. Med 5 taksonomskih skupin – luknjičarke, nematodi (Nematodes), dvoklopniki, ceponožci in školjke, je bilo porazdeljenih 76,11 % prehrane, manjše deleže smo zabeležili še za pršice (Acarine), navadno škrgoustko in ribe (Pisces).



Slika 55: Številčni deleži ostankov organizmov in delcev v želodcu za zlatega ciplja na ribogojnici (zgoraj) in na kontrolni lokaciji (spodaj) za topli del leta. Seznam latinskih in slovenskih imen taksonomskih skupin v prehrani ciljnih vrst je v Prilogi C

Figure 55: Numeric proportions of remains of organisms and particles in the stomach for golden grey mullet on the fish farm (above) and the control site (below) for the warm part of the year. List of Latin and Slovenian names of taxonomic groups in the nutrition of target species is in Annex C

### 7.3.4 Primerjava med sezonami

Analiza vsebine števnih delcev v želodcih ciljnih vrst je pokazala nekaj razlik med lokacijama. V makrofavni (> 1000 µm) analiziranih želodcev so med raki prevladovala postranice in enakonožci, med mehkužci polži in školjke, med črvastimi živalmi pa mnogoščetinci. V meiofavni (250 - 1000 µm) so med raki prevladovali ceponožci in dvoklopniki, med mehkužci ličinke in mladiči polžev in školjk<sup>6</sup> ter med črvastimi živalmi gliste in mnogoščetinci.

Z izjemo abiotskih delcev smo druge skupine našli v skoraj vseh vzorčenjih (Slika 56). Raki se niso pojavili v želodcih zlatih cipljev na ribogojnici v toplim delu leta. Nasprotno smo jih v povprečju največ našli v želodcih zlatih cipljev na kontrolni lokaciji v toplim delu leta ter v želodcih brancinov na ribogojnici v hladnem delu leta. Mehkužce smo zaznali le izjemoma v želodcih brancinov obeh lokacij, največ pa smo jih zaznali pri zlatem ciplju, predvsem v meiofavni. Tako mehkužcev kot črvastih živali smo v povprečju največ našli v želodcih zlatih cipljev na kontrolni lokaciji v toplim delu leta, in sicer za vse

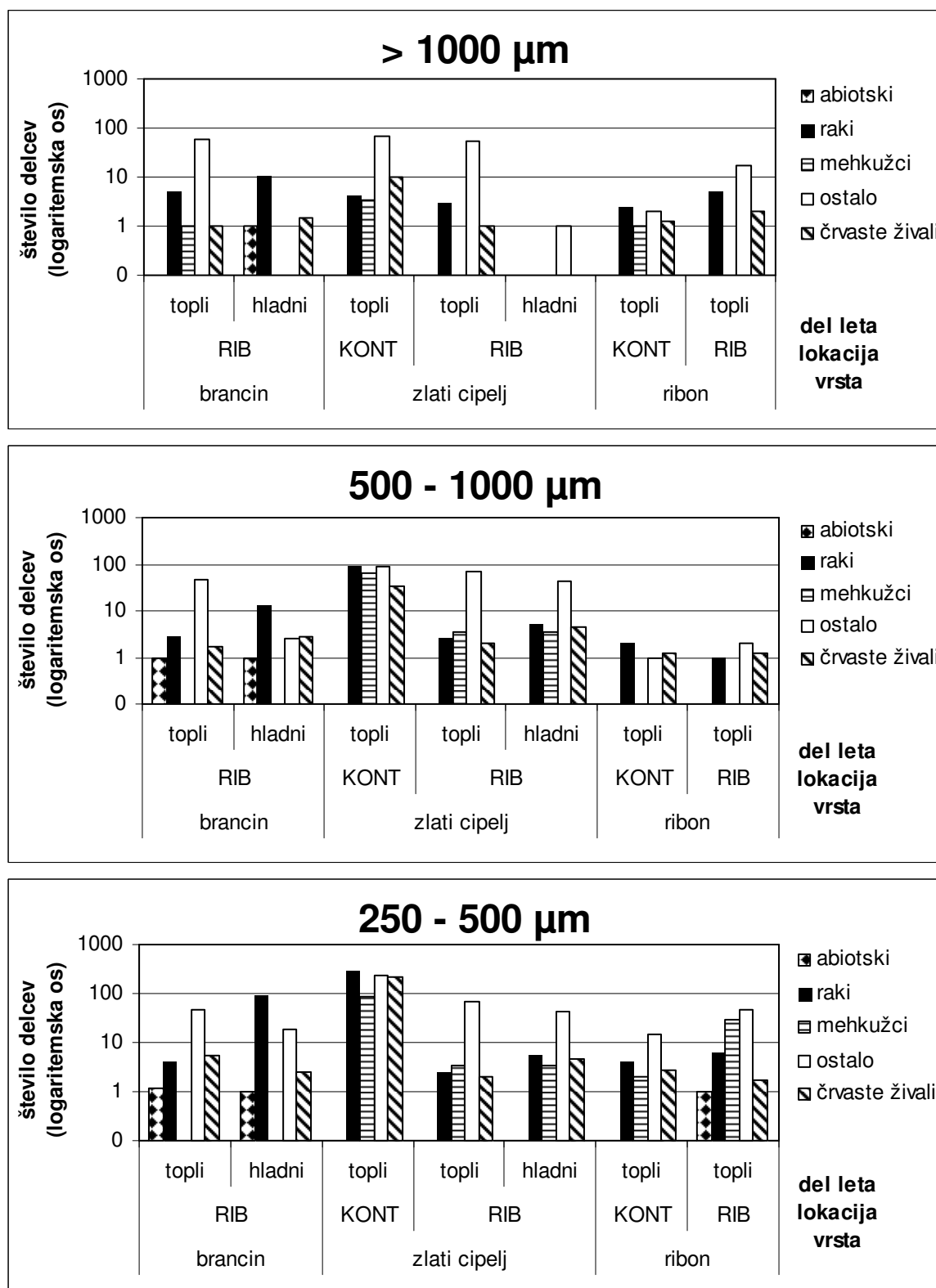
<sup>6</sup> Ličinke in mladiče vrst, ki tekom življenja zrastejo do velikosti makrobentosa, imenujemo tudi začasna meiofavna.

tri velikostne frakcije. Črvaste živali smo našli v skoraj vseh vzorcih. Podobno kot za mehkužce, smo najvišjo povprečno številčnost črvastih živali ugotovili za zlatega ciplja na kontrolni lokaciji v toplem delu leta. Potrebno je opozoriti, da sta imela v tem vzorcu dva osebka izredno polne želodce z velikim deležem glist in sta močno vplivala na povprečno število delcev črvastih organizmov v vzorcu.

Ostali organizmi se prav tako pojavljajo v vseh vzorcih, z izjemo brancina na ribogojnici v hladnem delu leta. Njihov delež je razmeroma velik predvsem zaradi velikega števila organizmov, ki spadajo v to kategorijo. Abiotske delce smo našli v vseh velikostnih frakcijah v želodcih brancinov, med ostalimi vrstami pa smo jih zaznali le v želodcih ribonov na ribogojnici v toplem delu leta.

Zaradi majhnega števila osebkov lahko razlike v prehrani med obema lokacijama ugotavljamo le za zlatega ciplja in ribona v toplem delu leta. Razlika pri zlatem ciplju se kaže v odsotnosti mehkužcev iz vzorca makrofavne na ribogojnici, nižjim številom rakov na ribogojnici v vzorcu meiofavne ter nižjim številom črvastih živali na ribogojnici v vseh velikostnih frakcijah. Zadnje dejstvo je posledica zgoraj omenjenih visokih deležev glist v dveh osebkih tega vzorca.

Za ribona smo ugotovili povečano število delcev na ribogojnici. Ugotovili smo odsotnost mehkužcev iz vzorcev makrofavne z ribogojnice, našli pa jih nismo niti v vzorcih velikostne frakcije 500 – 1000  $\mu\text{m}$  z obeh vzorčnih lokacij. Rakov je na ribogojnici manj le v vzorcih velikostne frakcije 500 – 1000  $\mu\text{m}$ . Črvaste živali se enakomerno pojavljajo na obeh lokacijah, abiotske delce pa smo našli le v vzorcu z ribogojnice, in sicer v najmanjši velikostni frakciji.

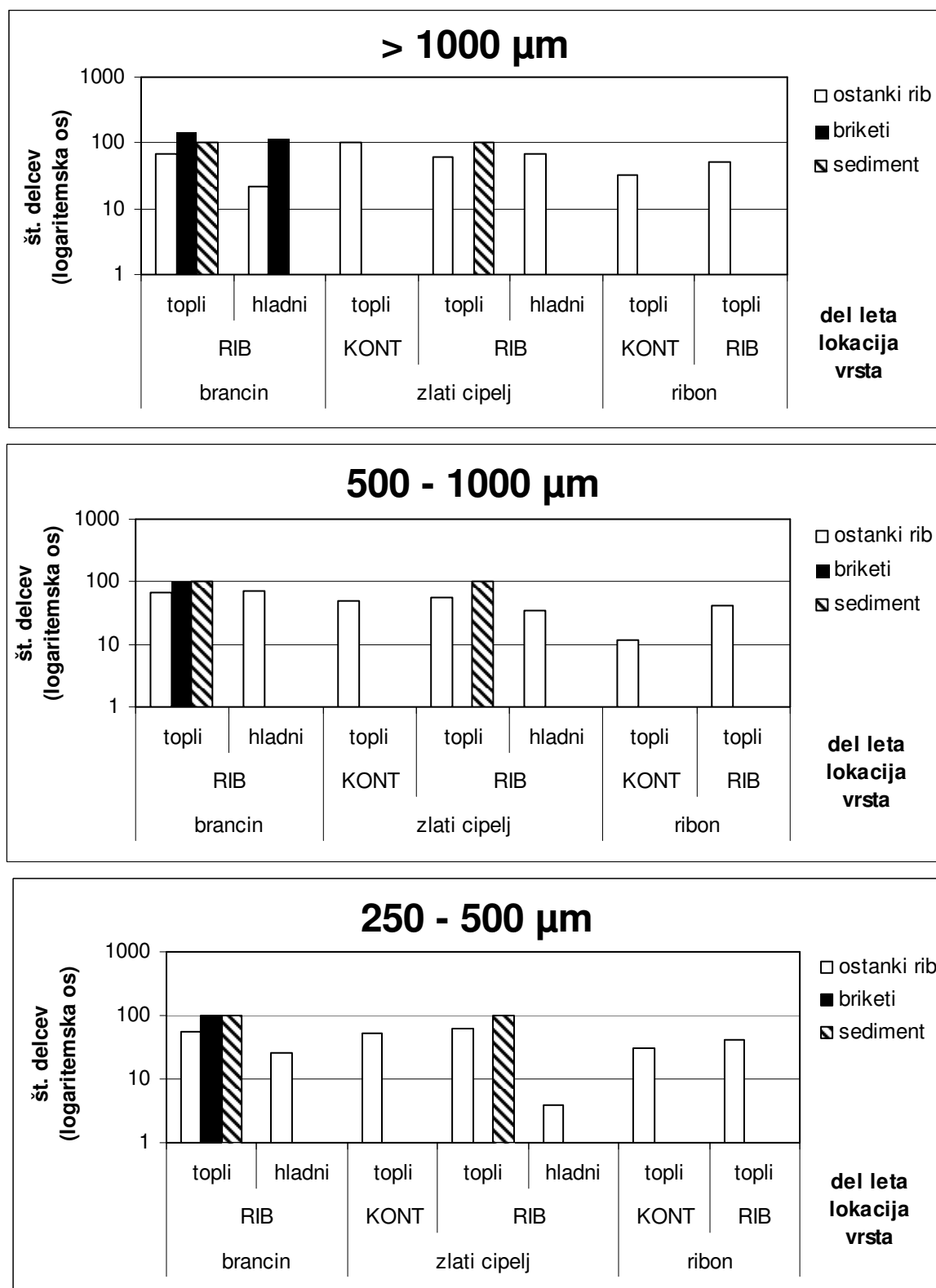


Slika 56: S števno metodo pridobljeno povprečno število delcev v želodcih treh ciljnih vrst rib

Figure 56: The average number of particles in the stomachs of the three target species according to the numerical method

Z opisno metodo smo ugotavljali vsebnost ostankov rib, ribjih briketov in sedimenta v ribjih želodcih. Ostanke rib smo našli v vseh vzorcih, medtem ko smo ostanke briketov našli le v želodcih brancinov, in sicer v vseh velikostnih frakcijah v toplem delu leta in le v frakciji  $> 1000 \mu\text{m}$  v hladnem delu leta. Sediment smo našli samo na ribogojnici v toplem delu leta, in sicer v enakih količinah pri brancinu in zlatem ciplju.

Edina razlika v prehrani zlatega ciplja med ribogojnico in kontrolno lokacijo se kaže v prisotnosti sedimenta v vseh velikostnih frakcijah na ribogojnici. Tudi za ribona z deskriptivno metodo nismo zaznali večjih razlik, z izjemo povečane količine ostankov rib v vzorcih z ribogojnice.



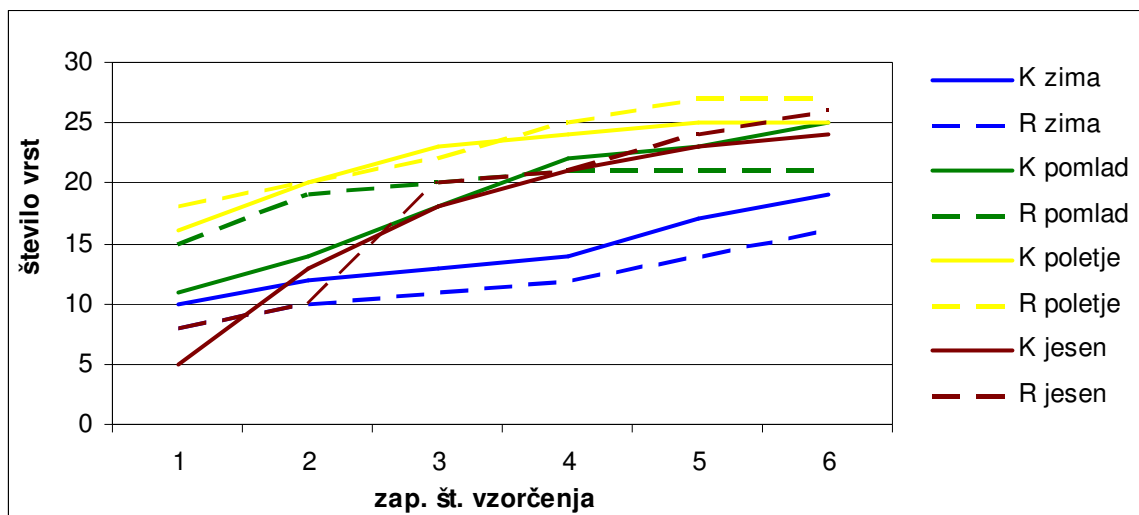
Slika 57: Z deskriptivno metodo pridobljeno povprečno število delcev v želodcih treh ciljnih vrst rib

Figure 57: The average number of particles in the stomachs of the three target species according to the descriptive method

## 7.4 PRIMERJAVA MED SEZONAMI

### 7.4.1 Vrstna sestava, številčnost in biomasa

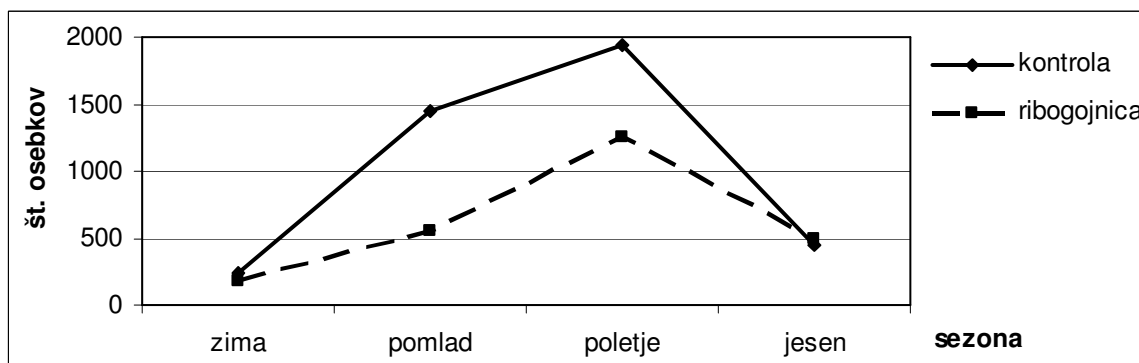
Iz primerjave kumulativnega števila vrst je razvidno, da spomladi in jeseni število vrst hitreje narašča kot pozimi in poleti (Slika 58). Poleg tega je s slike razvidno, da smo najmanj vrst na obeh lokacijah zabeležili v zimski sezoni, največ pa v poletni. Jesenska in pomladanska vrstna pestrost obeh lokacij dosejata srednje vrednosti in sta si podobni.



Slika 58: Kumulativne krivulje števila vrst na ribogojnici in na kontrolni lokaciji za vse sezone (R – ribogojnica, K – kontrolna lokacija)

Figure 58: Cumulative graph of the number of species on the fish farm and on the control location for all seasons (R – fish farm, K – control location)

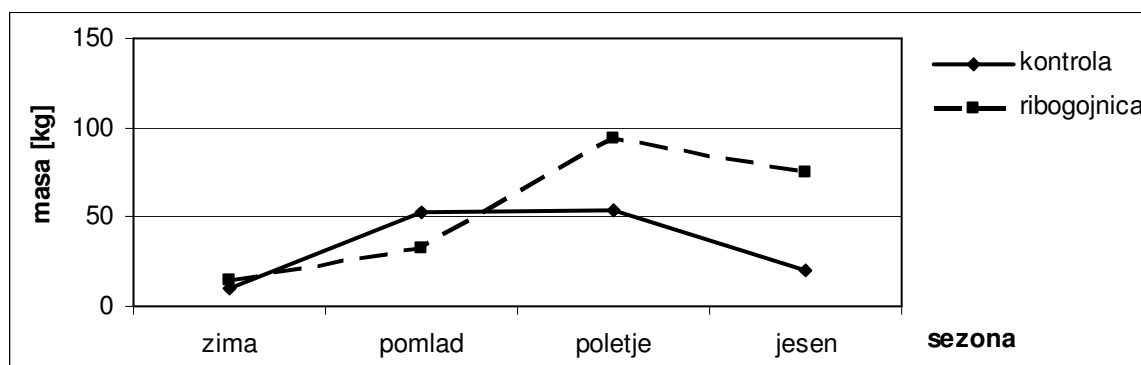
S spodnje slike (Slika 59) je razvidno, da je število ujetih osebkov na obeh lokacijah najnižje pozimi, doseže vrh poleti in upade jeseni. Hkrati je razvidno tudi, da smo na kontrolni lokaciji v vseh sezonah razen jeseni ujeli več osebkov kot na ribogojnici, pri čemer je razlika izrazitejša spomladi in poleti. Jesen je edina sezona, ko smo na ribogojnici ujeli več osebkov kot na kontrolni lokaciji.



Slika 59: Število vseh ujetih osebkov na ribogojnici in na kontrolni lokaciji po sezonah

Figure 59: Number of caught individuals on the fish farm and on the control location by season

Obratno je bila biomasa v vseh sezonah razen spomladi večja na ribogojnici. Podobno kot številčnost sta si pozimi lokaciji zelo podobni in dosežeta najnižje vrednosti biomase. V pomladanski sezoni smo za kontrolno lokacijo izračunali največjo prevlado v številčnosti, zato je biomasa na tej lokaciji pričakovano večja kot na ribogojnici. Nasprotno, višja številčnost na kontrolni lokaciji poleti ni zadostovala za prevlado v biomasi, ki je večja na ribogojnici.



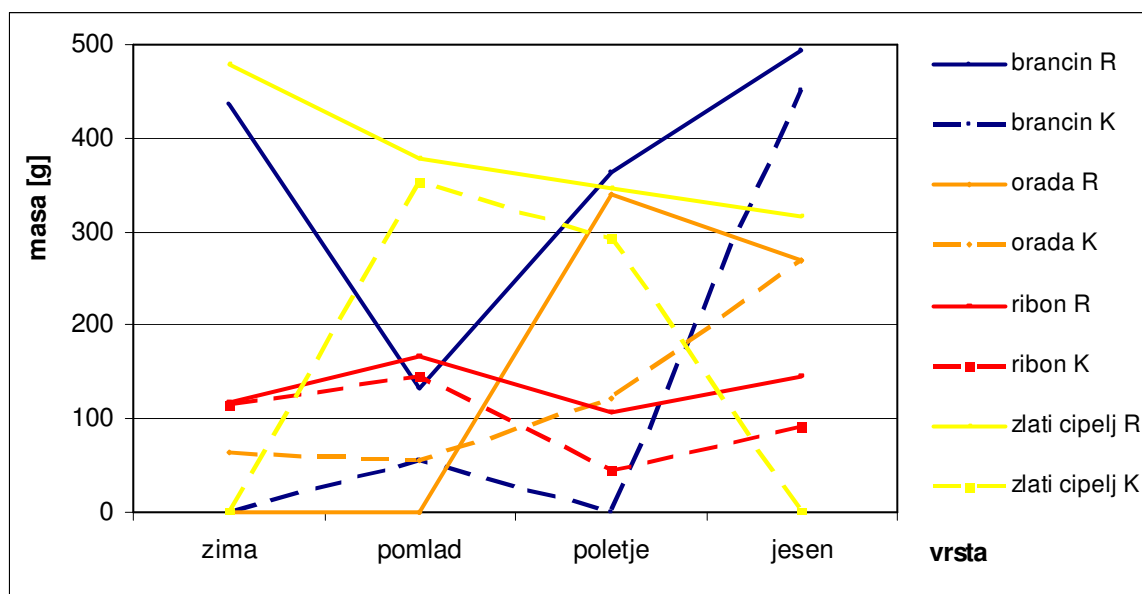
Slika 60: Biomasa vseh ujetih osebkov na ribogojnici in na kontrolni lokaciji po sezonah

Figure 60: Biomass of caught individuals on the fish farm and on the control location by season

Primerjava številčnosti obeh vzorčnih lokacij kaže stabilnejšo ribjo združbo na ribogojnici, primerjava biomase pa kaže stabilnejšo ribjo združbo na kontrolni lokaciji. Največjo razliko med lokacijama smo opazili jeseni, ko tako številčnost kot biomasa na kontrolni lokaciji upadeta bolj kot na ribogojnici. Zanimiva je tudi ugotovitev, da se biomasa od pomladi do poletja na kontrolni lokaciji ne spremeni bistveno, medtem ko na ribogojnici močno naraste.

Povprečna biomasa osebkov ciljnih vrst je na ribogojnici višja kot na kontrolni lokaciji v vseh sezonah razen pozimi za orado (Slika 61). Povprečna biomasa osebkov te vrste na obeh lokacijah je pozimi najnižja in narašča proti jeseni. Za ribona smo zabeležili najmanjše spremembe v povprečni biomasi osebkov med sezonami ter najmanjše razlike med obema lokacijama. Najvišjo povprečno biomaso osebkov ta vrsta doseže spomladi, najnižjo pa jeseni in pozimi. Povprečna biomasa osebkov za brancina na ribogojnici narašča od najnižje vrednosti, zabeležene spomladi, do najvišje, zabeležene jeseni. Podobno visoko vrednost povprečne biomase je dosegel le še zlati cipelj pozimi. Enak trend za brancina smo ugotovili tudi na kontrolni lokaciji, kjer pa pozimi nismo ujeli nobenega osebkov te vrste, zato povprečne biomase nismo mogli izračunati. Sezonske spremembe povprečne biomase zlatega ciplja lahko med lokacijama primerjamo le za pomlad in poletje, saj v ostalih dveh sezonah na kontrolni lokaciji nismo ujeli nobenega osebkov te vrste. Na ribogojnici povprečna biomasa osebkov zlatega ciplja upada od zime proti jeseni, ko doseže najnižjo vrednost. Povprečna biomasa osebkov te vrste na kontrolni lokaciji je nižja kot na ribogojnici. Zaradi majhnega števila ujetih osebkov povprečne biomase ovčice nismo analizirali in prikazali.



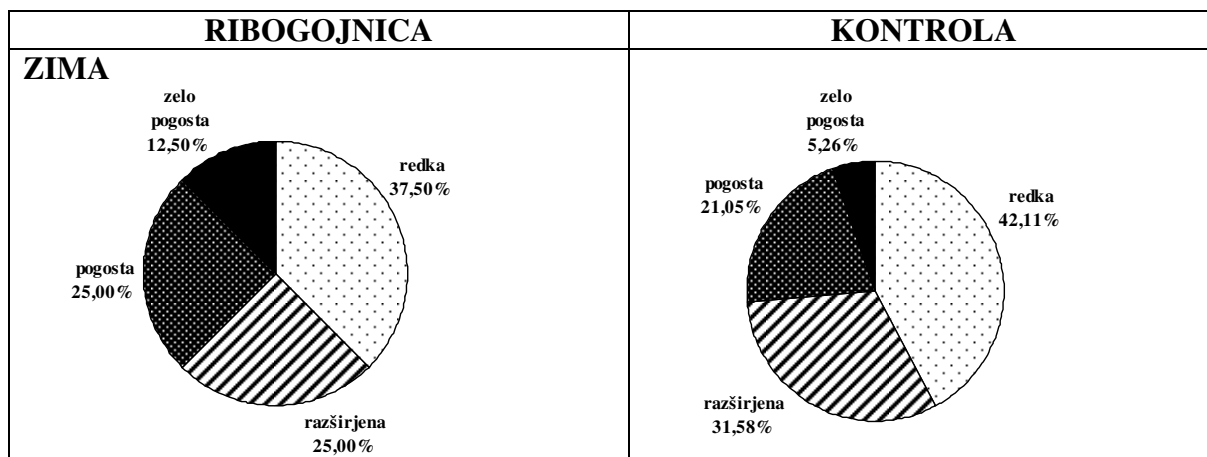


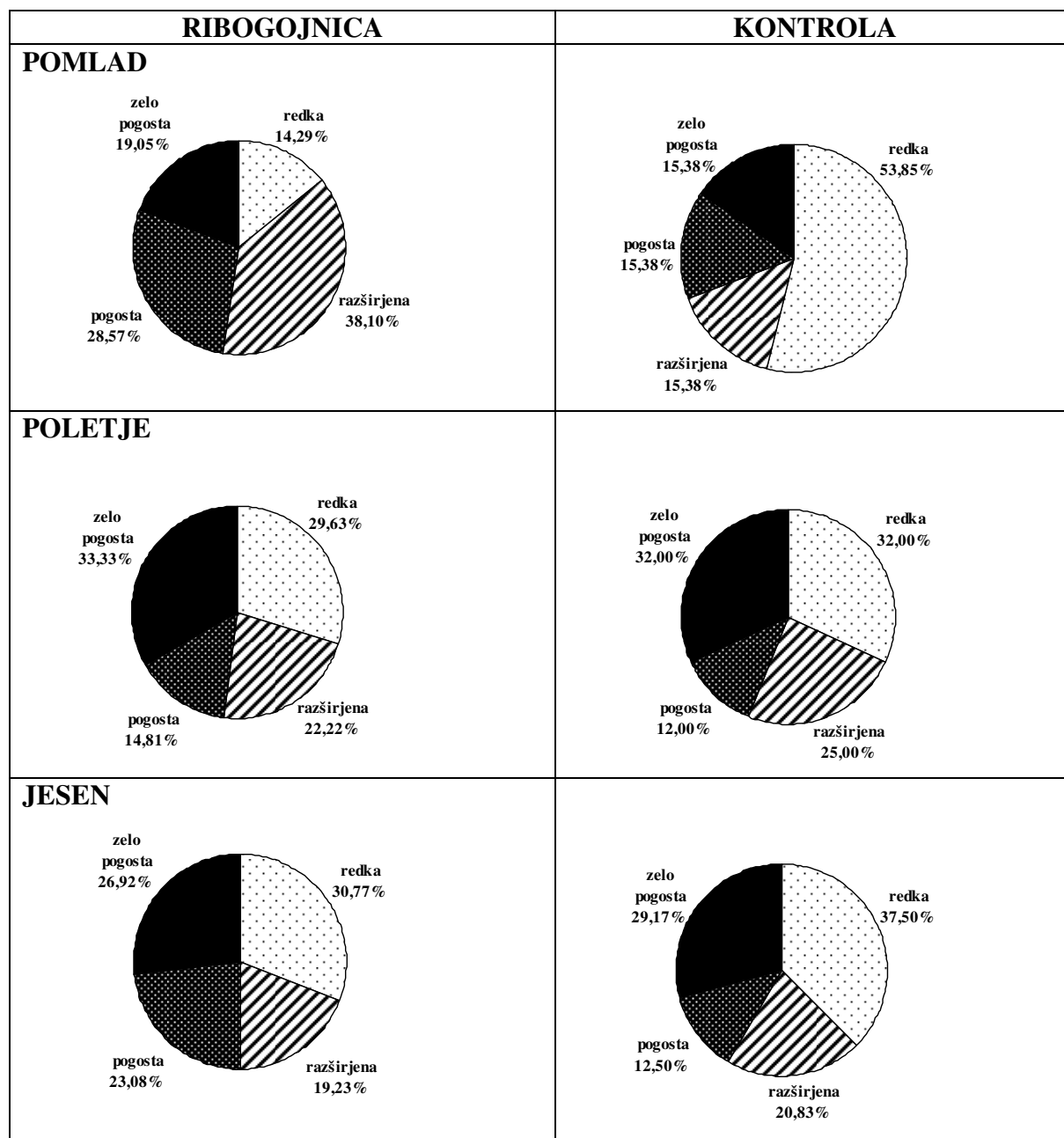
Slika 61: Povprečna biomasa petih ciljnih vrst na ribogojnici in na kontrolni lokaciji po sezonah  
Figure 61: Average biomass of the five target species on the fish farm and on the control location by season

#### 7.4.2 Stalnost

V stalnosti ribje združbe raziskovanega območja je zaznaven trend povečevanja stalnosti od zime proti poletju ter upadanje v jesenski sezoni (Slika 62). V vseh sezonah je stalnost nižja na kontrolni lokaciji. Poleti in jeseni smo ugotovili veliko podobnost med vsemi štirimi stalnostnimi kategorijami tako med lokacijama kot med sezonama.

Največji delež zelo pogostih vrst smo zabeležili na obeh lokacijah poleti, najmanj pa pozimi. Delež pogostih vrst je bil v vseh sezonah višji na ribogojnici, delež redkih pa na kontrolni lokaciji, z najvišjim v raziskavi zabeleženim deležem redkih vrst v pomladanski sezoni. Zima in pomlad odstopata predvsem na račun razporeditve redkih in razširjenih vrst. Pozimi smo na ribogojnici zaznali nekoliko višji delež redkih in razširjenih vrst kot v ostalih sezonah, spomladi pa je bil delež razširjenih vrst na ribogojnici največji v celotni raziskavi, nasprotno pa je bil delež redkih vrst najnižji v celotni raziskavi.



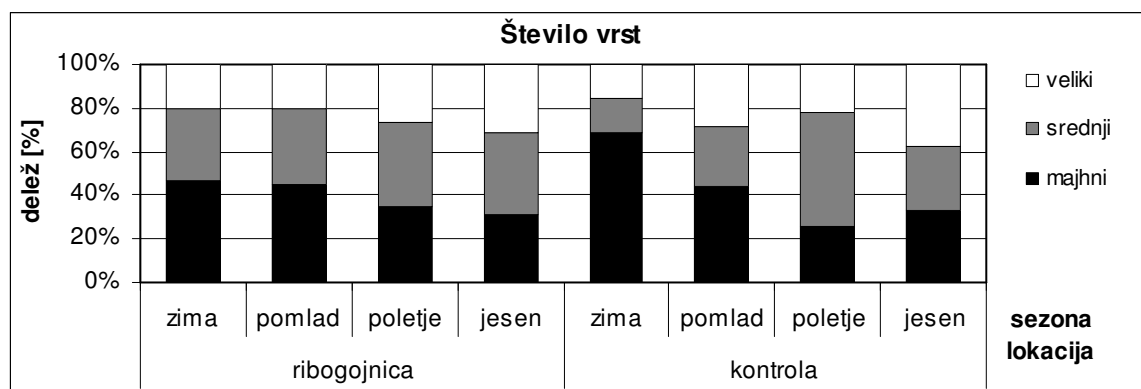


Slika 62: Stalnost na ribogojnici (levo) in na kontrolni lokaciji (desno) za vse štiri sezone

Figure 62: Frequency of occurrence ratios for the fish farm (left) and the control location (right) for all seasons

### 7.4.3 Velikostni razredi

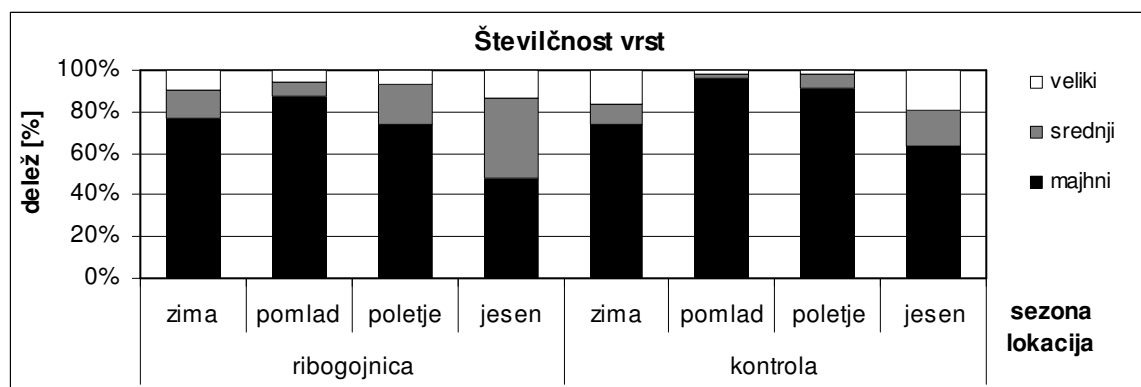
Zastopanost vrst je na ribogojnici enakomerno porazdeljena med vse tri velikostne razrede in je podobna v vseh sezonah (Slika 63). Opazno je naraščanje števila velikih in upadanje števila majhnih vrst proti jeseni, vendar trend ni izrazit. Na kontrolni lokaciji je upad števila majhnih vrst od zime proti poletju izrazit, predvsem na račun povečevanja števila srednje velikih vrst. Velikih vrst je na tej lokaciji največ v prehodnih obdobjih, torej spomladi in jeseni.



Slika 63: Primerjava števila vrst velikostnih razredov po lokacijah in sezonah

Figure 63: The species proportion of the three size classes for both locations and all seasons

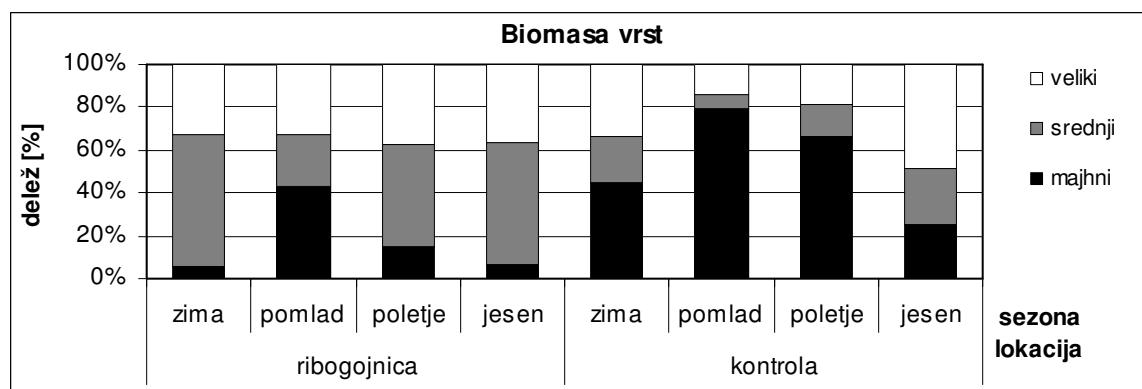
Po pričakovanju po številčnosti v vseh letnih časih in na obeh lokacijah prevladujejo majhne vrste (Slika 64). Prav tako na obeh lokacijah številčnost malih vrst doseže višek spomladi, nato pa upada proti jeseni, ko doseže najnižje vrednosti. Številčnost srednje velikih in velikih vrst je najvišja jeseni in najnižja poleti, ponovno na obeh lokacijah.



Slika 64: Primerjava številčnosti treh velikostnih razredov po lokacijah in sezonah

Figure 64: The abundance proportion of the three size classes for both locations and all seasons

Biomasn deleži vrst se med lokacijama in med sezonami močno razlikujejo (Slika 65). Biomasa razmerja vrst po velikostnih razredih na kontrolni lokaciji sovpadajo z razmerji številčnosti. Biomasn delež majhnih vrst narašča od jeseni do pomladi, ko doseže višek in začne upadati poleti. Obraten trend smo ugotovili za biomaso velikih in srednje velikih vrst. Na ribogojnici se sešteje vpliv relativno večje številčnosti na eni strani in števila srednje velikih vrst na drugi, zato le-te zasedajo največji biomasni delež v vseh sezonah razen spomladi. Trend sezonskih sprememb v biomasnem deležu majhnih vrst na ribogojnici je ravno obraten kot trend srednje velikih vrst. Hkrati je podoben kot trend številčnosti majhnih vrst, a so deleži veliko manjši. Biomasn delež velikih vrst se na ribogojnici med sezonami ne spreminja.



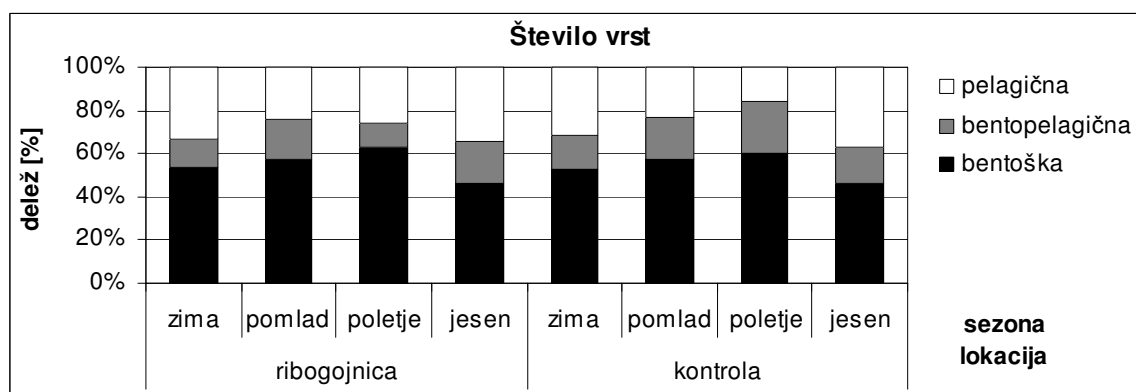
Slika 65: Primerjava biomase vrst treh velikostnih razredov po lokacijah in sezonah

Figure 65: The biomass proportion of the three size classes for both locations and all seasons

#### 7.4.4 Ekološke kategorije

Deleži števila vrst po ekoloških kategorijah se med sezonami glede na ostale primerjane parametre najmanj spreminjajo in so si tudi po lokacijah podobni (Slika 66). Največji delež v vseh sezonah in na obeh lokacijah zastopajo bentoške vrste, sledijo pelagične in najmanj je bentopelagičnih vrst.

Na obeh lokacijah delež bentoških vrst narašča proti poletju in jeseni upade na najnižjo vrednost. Na kontrolni lokaciji enako velja za delež bentopelagičnih vrst, obratno pa velja za delež pelagičnih vrst na obeh lokacijah. Delež bentopelagičnih vrst na ribogojnici je majhen pozimi in poleti ter večji spomladi in jeseni.

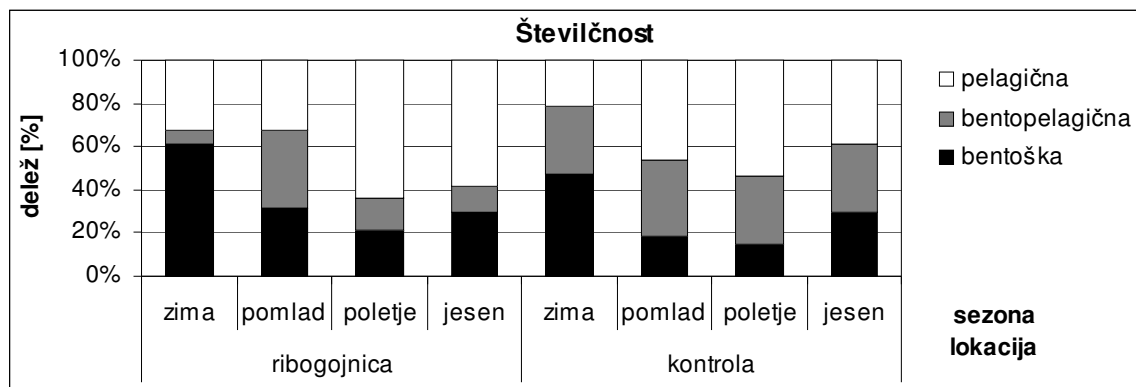


Slika 66: Primerjava števila vrst treh ekoloških kategorij po lokacijah in sezonah

Figure 66: The species proportion of ecological categories for both locations and all seasons

Analiza ekoloških kategorij po številčnosti (Slika 67) daje povsem drugačno sliko kot analiza števila vrst. Številčni delež bentoških vrst na obeh lokacijah proti poletju upada in začne naraščati šele jeseni, predvsem na račun pelagičnih vrst, ki kažejo ravno obraten trend. Številčni delež bentopelagičnih vrst je na obeh lokacijah stabilen preko celega leta, z izjemo pomladanske sezone na ribogojnici, ko smo izračunali razmeroma visok številčni

delež bentopelagičnih vrst. Številčni delež pelagičnih vrst je v vseh sezonah višji na ribogojnici, bentopelagičnih pa na kontrolni lokaciji.

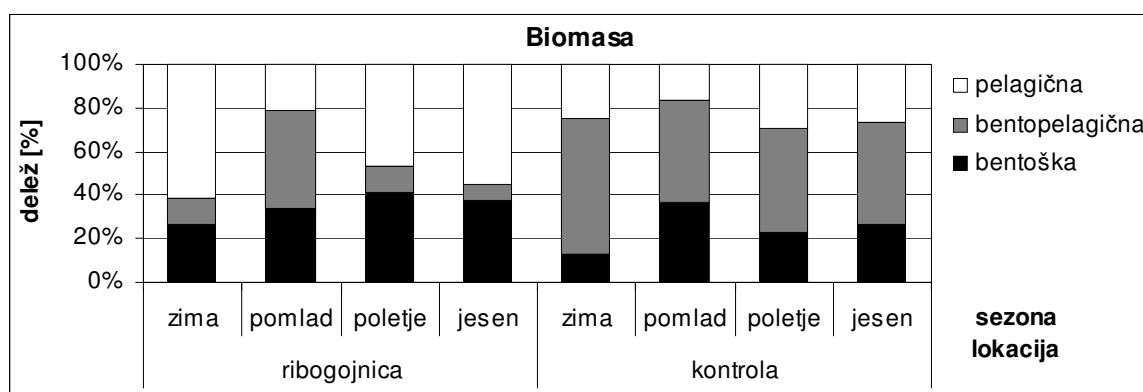


Slika 67: Primerjava številčnosti treh ekoloških kategorij po lokacijah in sezonah

Figure 67: The abundance proportion of ecological categories for both locations and all seasons

Biomasa struktura ekoloških kategorij (Slika 68) odseva razporeditev vrst po velikostnih razredih. Največji delež srednjih in velikih osebkov smo zabeležili za bentopelagične vrste, medtem ko smo za pelagično in bentoško ekološko skupino ugotovili enakomerno razporeditev vrst po velikostnih razredih. Biomasa tako na kontrolni lokaciji skozi celo leto prevladujejo bentopelagične vrste. Največji delež smo izračunali za zimsko sezono, na ribogojnici pa za pomladansko, kar je posledica velike številčnosti špara v tem vzorcu. Delež bentopelagičnih vrst na ribogojnici v ostalih sezonah je najnižji in primerljiv z deležem števila in številčnosti vrst.

Trend naraščanja biomasnega deleža bentoških vrst in upadanja pelagičnih od zime proti poletju se ujema s trendom števila vrst, a ni tako izrazit. Biomasa razporeditev ekoloških kategorij rib na ribogojnici odraža vpliv povečanega deleža zlatega ciplja, ki povzroči prevlado pelagičnih vrst, še posebej v jesenski in zimski sezoni.



Slika 68: Primerjava biomase vrst treh ekoloških kategorij po lokacijah in sezonah

Figure 68: The biomass proportion of ecological categories for both locations and all seasons

#### **7.4.5 Indeks diverzitete**

V zimski sezoni sta Simpsonov indeks diverzitete in indeks izenačenosti s.s. višja na kontrolni lokaciji. Razen te izjeme pa so vsi primerjani indeksi diverzitete in izenačenosti tako celokupno kot v vseh posameznih sezonah višji na ribogojnici kot na kontrolni lokaciji. Na ribogojnici diverziteta narašča od zime proti jeseni, ko doseže najvišjo vrednost v celotni raziskavi (Preglednica 4). Tudi na kontrolni lokaciji smo najvišjo diverziteto zabeležili jeseni, nasprotno pa smo najnižjo vrednost izračunali za zimsko sezono. Diverziteti v zimski in poletni sezoni na tej lokaciji dosežeta srednji in primerljivi vrednosti.

Pieloujev indeks kaže podoben vpliv sezone na obeh lokacijah. Najvišje vrednosti doseže jeseni, kar sovpada z rezultati obeh diverzitetnih indeksov. Nekoliko nižje vrednosti doseže pozimi, najnižje pa spomladi in poleti. Podobno smo izračunali tudi najnižje vrednosti indeksa izenačenosti za pomlad in poletje za obe lokaciji, nasprotno pa smo najvišji indeks izenačenosti ugotovili za zimsko sezono na obeh lokacijah.

## 8 RAZPRAVA

### 8.1 IZBIRA METODE

Uporabljena metoda z jadranskim tipom mrež se je izkazala kot učinkovita tehnika vzorčenja. Z večodsečno strukturo mrež smo zaznali tako prehodne kot izrazito teritorialne vrste rib ter vse ekološke kategorije in velikostne razrede. Primerjava in večja učinkovitost od nordijskega tipa mrež je podrobneje predstavljena v Pengal in sod. (v tisku). V nadaljevanju predstavljamo le njihove glavne ugotovitve, ki smo jih opazili tudi v naši raziskavi.

Kljub opisani učinkovitosti pridobivanja podatkov smo med vzorčenjem opazili nekatere pomanjkljivosti jadranskega tipa mrež, predvsem pri operativnih postopkih in glede porabe sredstev. V primerjavi z uporabo prvotno načrtovanega nordijskega tipa mrež je polaganje in dvigovanje jadranskega tipa mrež zahtevnejše, v slabem vremenu pa praktično nemogoče (Pengal in sod., v tisku). Za izvedbo vzorčenja to pomeni sodelovanje strokovno usposobljenega kadra. Poleg tega je vzorčenje omejeno na obdobja lepega vremena, ki pa jih s skrbnim načrtovanjem najdemo v vseh letnih časih.

Dvigovanje in prebiranje mrež je zamudno, saj lahko šestčlanska ekipa uspešno izvede vzorčenje z največ dvema mrežama hkrati (Pengal in sod., v tisku). V primeru potrebe po vzorčenju na več lokacijah je tako na izbiro uporaba ene same mreže na lokacijo (do največ dveh lokacij) oziroma časovno zaporedno vzorčenje. Ob izvedbi zaporednega vzorčenja se je v naši raziskavi kot pomemben faktor pokazal vpliv meteoroloških dejavnikov, zato je vzorčenje potrebno izvesti v času stabilnega vremena, da so vsa zaporedna vzorčenja izvedena v enakih vremenskih pogojih. Poleg tega je ob vsakem vzorčenju priporočljivo merjenje in beleženje izbranih fizikalnih, kemijskih in meteoroloških parametrov, s čimer potrdimo njihovo primerljivost v vseh vzorčenjih.

Glede nabave in vzdrževanja so mreže jadranskega tipa ugodnejše od nordijskega. Ker se material zanje uporablja tudi v komercialnem ribištvu, so lažje dostopne in cenejše (Pengal in sod., v tisku). Pri vseh tipih mrež pa se pojavlja problem trganja. Pri tem je potrebno rešiti vprašanje, ali delovne ure tehničnih sodelavcev porabiti za šivanje mrež ali nameniti določena sredstva za plačilo zunanjim izvajalcem. Ne nazadnje se je treba tudi odločiti, kdaj je mreža zaradi popravil toliko spremenjena, da to že vpliva na njeno lovnost (Pengal in sod., v tisku).

Ob vzorčenjih z jadranskim tipom mrež smo prišli tudi do vprašanja optimalne višine mreže, saj se je večina osebkov ujela v spodnji del mreže. Na podlagi izkušenj z vzorčenj, pregledane literature in pogovorov z lokalnimi ribiči, smo izdelali in izvedli primerjalno študijo dveh velikostnih izvedenk jadranskega tipa mreže (Pengal in sod., v tisku). Rezultati niso pokazali bistvenih razlik v ulovu z obema tipoma mrež, zaradi česar Pengal in sod. (v tisku) za namen monitoringa predlagajo uporabo nižjega, stroškovno ugodnejšega tipa mrež.

Glede na cilje raziskave se je uporaba jadranskega tipa mrež izkazala kot učinkovita in primerna za monitoring morskih ribjih populacij. Monitoring ribolovnih virov v Sloveniji trenutno poteka z uporabo pridnene vlečne mreže, ki ima glede na jadranski tip zabodnih mrež dve bistveni omejitvi oziroma pomanjkljivosti. Zaradi logističnih problemov se uporablja komercialna pridnena vlečna mreža, za katero sta določeni oblika in najmanjša velikost mrežnega očesa na vreči (Uredba sveta..., 2006). Zaradi varovanja morskega dna za zaščito izbranih vrst je uporaba pridnenih vlečnih mrež znotraj 3 navtičnih milj od obale v Evropski uniji prepovedana (Uredba sveta..., 2006). Poleg tega lastnik mrežo občasno zamenja, kar pomeni spremembo v tehniki vzorčenja, ki povzroči nekonsistenco v podatkih. Tako trenutni monitoring:

- izključuje vzorčenje ribjih populacij priobalnega pasu, kjer se pojavlja velik delež komercialno pomembnih vrst;
- izključuje vzorčenje manjših vrst in mlajših osebkov, ki so bistvenega pomena za ugotavljanje stanja populacij;
- z nekonsistentno uporabo metode vzorčenja otežuje obdelavo podatkov.

Z jadranskim tipom zabodnih mrež pridobimo možnost uporabe nekomercialne metode vzorčenja, ki omogoča tako vzorčenje v priobalnem pasu kot vzorčenje manjših velikostnih razredov. Poleg tega so zabodne mreže manj destruktivne predvsem do morskega dna in bentoških organizmov.

Asimetrična struktura vzorčenja je nujna za zaznavanje okoljskih vplivov, ker vključuje časovno in prostorsko ponavljanje, ki upošteva naravno variabilnost (Underwood, 1994). Velika naravna časovna spremenljivost številnih populacij lahko zakrije manjša nihanja, ki so posledica antropogenih vplivov (Underwood, 1994). Ker nobena posamezna metoda ne more zanesljivo opisati strukture dejanske ribje združbe (Harmelin-Vivien in Francour, 1992), je priporočljivo kombiniranje dopolnjujočih se metod. Čeprav daje pričujoča raziskava pozitivne rezultate glede uporabe jadranskega tipa mrež kot dopolnilne ali samostojne metode monitoringa ribjih populacij slovenskega obalnega morja, je potrebna dodatna raziskava, specifično namenjena:

- določitvi najprimernejših vzorčnih mest, med katerimi mora biti nujno prisotno vzorčno mesto v Portoroškem ribolovnem rezervatu;
- določitvi optimalnega letnega števila in obdobja za izvedbo vzorčenj, ki bi omogočala spremljanje sezonskih sprememb (vsaj hladni in topli del leta);
- razjasnitvi razlike med 5 in 2,5 metriskima izvedenkama mreže, kar je vezano predvsem na stroškovno učinkovitost;
- izbiri najoptimalnejše kombinacije aplikacije bentoških in pelagičnih tipov mrež.

S tako raziskavo bi lahko natančno določili protokol in metodologijo trajnostnega monitoringa slovenskega obalnega morja.



Opazovalni cenzus se je že v preliminarnih vzorčenjih izkazal kot neučinkovit za doseganje ciljev te raziskave, zaradi izredno nizke vidljivosti na obeh vzorčnih mestih. Ob sodelovanju potapljačev z Morske biološke postaje Piran in ribogojnice smo ugotovili, da je vidljivost na območju raziskave večino leta prenizka za uspešno izvedbo opazovalnega cenzusa, zato ga v nadaljevanju ne obravnavamo. Na podlagi pregledane literature sklepamo, da vidljivost, pri kateri bi bilo možno izpeljati opazovalni cenzus, znižujejo specifični pogoji notranjega dela Piranskega zaliva. Lipej in sodelavci (2003) so namreč v raziskavi učinkovitosti treh zavarovanih območij v Sloveniji uspešno uporabili metodo opazovalnega cenzusa za primerjavo ribjih združb.

## 8.2 IZBIRA VZORČNIH LOKACIJ

Izbira ustrezne kontrolne lokacije in protokola vzorčenja je bistvenega pomena za uspešnost pričujoče raziskave. Asimetrična struktura vzorčenja z uporabo ene domnevno vplivne in več kontrolnih lokacij lahko z zanesljivostjo zazna različne okoljske vplive, vključno s tistimi, ki ne vplivajo na dolgoročne povprečne številčnosti, ampak spremenijo njihovo časovno variabilnost (Underwood, 1994). Ker sredstva naše raziskave niso dopuščala uporabe treh vzorčnih mest, smo kontrolno vzorčno lokacijo izbrali na podlagi podobnosti habitata z vzorčno lokacijo, rezultatov podobnih raziskav po svetu (Dempster in sod. 2002, Machias in sod. 2004, Fernandez-Jover in sod. 2008, Šegvić-Bubić in sod. 2011) ter raziskav, opravljenih na Ribogojnici Fonda (Tinta in sod. 2006, Forte in sod. 2007, Grego in sod. 2009). Da smo se izognili vplivu samega rezervata, smo tudi kontrolno lokacijo izbrali znotraj njegovih meja.

Strategija vzorčenja je v raziskovanju okolja pogosto zanemarjena in se jo na začetku raziskave površno izbere, nato pa prireja *ad hoc* med samim izvajanjem vzorčenja, ko prvi rezultati pokažejo njene slabosti (Butler in sod., 2001). Izvedba preliminarnih vzorčenj se je v naši raziskavi izkazala kot bistvena sestavina raziskave, saj smo na podlagi rezultatov priredili tako metode kot protokol vzorčenja. Kljub temu da smo med raziskavo stalno nadgrajevali izvedbo vzorčenj za doseganje večje učinkovitosti, samih metod in protokola vzorčenja nismo spreminjali. Z razporeditvijo vzorčenj preko celega leta smo uspešno zaznali razlike v sezonskem pojavljanju in številčnosti vrst na obeh vzorčnih mestih.

Glede na rezultate pričujoče raziskave je za monitoring slovenskega obalnega morja smiselna uporaba enakega protokola vzorčenja z manjšimi prilagoditvami, da uporabljena metoda dolgoročno ne bi destruktivno vplivala na ribje združbe. Asimetrično vzorčenje lahko uporabimo za raziskovanje tako časovno kot prostorsko neznanega obsega vplivov (Underwood, 1994). Vključiti bi ga bilo potrebno predvsem zaradi trajnostnega ohranjanja ribolovnih virov v Portoroškem ribolovnem rezervatu ter spremljanja sprememb vpliva marikulture na okolje. Vendar bodo logistične in finančne ovire preprečevale zadostno vzorčenje, če potreba po primerno obsežnem vzorčenju ne bo postala pravno obvezujoč del presoje vplivov na okolje (Underwood, 1994).

### 8.3 RIBJA ZDRUŽBA PORTOROŠKEGA RIBOLOVNEGA REZERVATA

Z uporabo večodsečnih mrež smo zagotovili možnost ulova vseh velikostnih razredov rib, zato nam analiza številčnih na eni in biomasnih deležev na drugi strani pričakovano kaže velike razlike v vrstni strukturi. Številčna razmerja med vrstami za celotno raziskavo tako kažejo prevlado treh vrst, dveh pelagičnih (mali gavun in sardon) in ene bentoške (špar). Vse tri vrste so značilno jatne, mali gavun in sardon pa sta tudi evrihalina (Whitehead 1988, Bauchot 1990, Mauge 1990) in jima brakičen značaj notranjega dela Piranskega zaliva še posebej ustreza. Številčna prevlada majhnega števila vrst se odraža tudi v nizkih indeksih diverzitete in izenačenosti.

Analiza velikostnih razredov kaže, da vrstna struktura sovпада z biomasno strukturo in je prevlada omenjenih treh vrst le v abundanci. Tako smo ugotovili enakomernejšo razporeditev biomase med vrstami, z največjim deležem špara ter velikim deležem ciljnih vrst. Med ciljnimi vrstami prevladuje zlati cipelj, ki je značilna vrsta tega območja, saj je bil prav na podlagi njegovega pojavljanja v Piranskem zalivu vzpostavljen Portoroški ribolovni rezervat. Na drugem mestu mu sledi prav tako evrihalina priobalna vrsta brancin, za ostale tri vrste pa smo zabeležili nižje biomasne deleže.

Analiza stalnosti kaže, da je večina ribjih vrst v združbi Portoroškega ribolovnega rezervata prehodnih, kar potrjuje tudi dolgo in postopno naraščanje kumulativnega števila vrst. Kljub temu da smo za zlatega ciplja izračunali drugi največji delež skupne biomase in da mu habitatni tip tega območja ustreza, so rezultati stalnostne analize pokazali, da smo ga zabeležili v manj kot pol vzorčenjih (razširjen). Enako velja za brancina (razširjen), medtem ko se je ribon izkazal kot pogosta, a maloštevilna vrsta. Piranski zaliv kot del severnega Jadrana je oligotrofno območje z nizko primarno produkcijo (Fonda Umani, 1996). Ta je odvisna predvsem od pomladanskega rečnega vnosa hranil z veliko variabilnostjo med leti (Mozetič, 1998). Ugotovljena nizka stalnost ribje združbe Piranskega zaliva se sklada z velikimi nihanji v primarni produkciji tega območja in je verjetno njihova posledica.

Opisana vrstna in velikostna struktura združbe je opazna tudi v razporeditvi ekoloških kategorij. Po številu vrst prevladujejo bentoške vrste, nasprotno pa velik številčni delež sardona ter velik biomasni delež zlatega ciplja ob analizi teh dveh parametrov povzročita celokupno prevlado pelagičnih vrst.

Ugotavljali smo tudi razmerje med ekološkimi kategorijami kot ulov na enoto napora, ki pa v vseh opravljenih analizah daje enake rezultate kot absolutne vrednosti. Iz tega razloga ulova na enoto napora ne predstavljamo in ne komentiramo.

### 8.4 PRIMERJAVA VZORČNIH MEST

Ribogojnice lahko vplivajo na prisotnost, abundanco, prehrano in zadrževalni čas rib na določenem območju (Carss, 1990). Pomembne razlike v odgovoru različnih vrst rib na kombinacijo zaščite in stalnega vnosa umetne hrane ter kemične privlačnosti gojenih rib je

mogoče vsaj delno pojasniti z razlikami v njihovih ekoloških značilnostih (Dempster in sod. 2002, Claudet in sod. 2010).

Za pelagične vrste je znano, da jih plavajoče strukture v njihovem okolju močno privlačijo (Dempster in sod., 2004). To smo v naši raziskavi potrdili, saj smo ugotovili višji delež pelagičnih vrst na ribogojnici kot na kontrolni lokaciji, kjer so večji delež prispevale bentopelagične vrste. Na ribogojnici so pelagične vrste tudi vztrajale preko celega leta, kar je lahko posledica, kot so ugotovili Dempster in sod. (2002), da imajo ribe, ki v okolico ribogojnice pridejo prve, velik vpliv na kasnejšo sukcesijo ribje združbe.

Kljub višji celokupni vrstni pestrosti na kontrolni lokaciji smo na ribogojnici zabeležili višjo povprečno vrstno pestrost, kar kaže na večjo stalnost ribje združbe na ribogojnici. V vseh sezonah razen poletni smo zaznali značilno višji delež redkih in razširjenih vrst na kontrolni lokaciji kot na ribogojnici. Poleg tega sta oba indeksa diverzitete kot tudi indeksa izenačenosti višja na ribogojnici v vseh sezonah razen zimski. Hkrati so si diverzitetni indeksi na ribogojnici med sezonami podobni (z izjemo jeseni), medtem ko sta na kontrolni lokaciji diverziteti pozimi in jeseni visoki, spomladi in poleti pa izrazito nižji. Ti rezultati so združljivi s hipotezo o zmernih motnjah, ki še posebej poudarja povečanje nekaterih parametrov diverzitete, ki so eni od pokazateljev pozitivnega vpliva ribogojnic na ribje združbe (Machias, 2004).

Tudi primerjava velikostne strukture združbe med sezonami kaže večjo spremenljivost na kontrolni lokaciji kot na ribogojnici, skladno z ugotovitvami nekaterih drugih študij (Boyra in sod., 2004), v katerih niso opazili sezonskih sprememb ribje združbe ob ribogojnici. Študije na Kanarskih otokih kažejo stabilnost ribjih združb preko celega leta, kar je verjetno posledica nizke variabilnosti temperatur morja (Boyra in sod., 2004). Znatne sezonske spremembe ribjih združb so običajnejše v morskih okoljih zmernega pasu (Letourneur in sod., 2001) kot v ekosistemih s stabilnejšimi okoljskimi pogoji (Fernandez-Jover in sod., 2008). Izrazit sezonski temperaturni režim Piranskega zaliva in prenehanje hranjenja na ribogojnici, ko temperatura morja pade pod 14 °C (Fonda, 2012), preprečuje visoko stopnjo stabilnosti združbe ob ribogojnici. Kljub naštetim okoljskim dejavnikom smo v raziskavi potrdili višjo stabilnost združbe na ribogojnici kot na kontrolni lokaciji.

#### **8.4.1 Zima**

Opažena struktura ekoloških kategorij ribje združbe v zimski sezoni je verjetno posledica nizkih zimskih temperatur in premešanosti vodnega stolpca na eni strani ter večje mobilnosti in naravne variabilnosti pelagičnih in bentopelagičnih vrst na drugi. Glede na vrstno strukturo gre opaženo velikostno porazdelitev in porazdelitev ekoloških kategorij na ribogojnici v tem letnem času pripisati prevladi zlatega ciplja (srednji velikostni razred in pelagična ekol. kategorija). Pojavljanje ciplja pozimi izključno na ribogojnici je lahko posledica detritivornega značaja te vrste v kombinaciji s povišanimi vrednostmi organske snovi v sedimentu pod ribogojnico. Hkrati ribogojnica in bližnje školjčičišče cipljem predstavljata zatočišče pred ribolovnim pritiskom, saj je pozimi v Portoroškem ribolovnem rezervatu dovoljen tradicionalni zimski izlov jat cipljev.

### 8.4.2 Pomlad

Skladno z vrhom v razvoju planktonske biomase spomladi (Mozetič in sod., 1998) na kontrolni lokaciji narastejo številčnost, biomasa in vrstna pestrost. Višek dosežeta številčnost in biomasa majhnih vrst, ki nato skozi leto upadeta. Na ribogojnici se zaradi drugačne vrstne strukture združbe poveča le vrstna pestrost, povišanje ostalih dveh parametrov pa je zamaknjeno v poletje. Takšen zamik je lahko posledica režima hranjenja na ribogojnici, ki postane intenzivnejše z dvigom temperature morja nad 14 °C. To je tudi razlog, da je od vseh letnih časov pomladanska sezona edina, ko smo na kontrolni lokaciji zabeležili višjo skupno biomaso kot na ribogojnici.

Medtem ko razmerja med številom vrst posameznega velikostnega razreda spomladi na ribogojnici ostanejo nespremenjena, je na kontrolni lokaciji že opazno naraščanje števila srednjih in velikih vrst, kar dodatno doprinese k že omenjeni visoki biomasi kontrolne lokacije.

Pomladna vzpostavitev številčne prevlade špara in sardona se odraža v nižji diverziteti kontrolne lokacije. Nasprotno se na ribogojnici stanje še ne spremeni in diverziteteta ostaja na nivoju zimske. Tudi to pripisujemo odsotnosti oziroma nizki intenziteti hranjenja na ribogojnici v spomladanskem času.

### 8.4.3 Poletje

Rezultati stalnostne strukture in diverzitet kažejo stabilnost ribje združbe v poletnem obdobju, ki se na ribogojnici podaljša tudi v jesensko sezono in jo razlagamo z ugodnimi in stabilnimi okoljskimi pogoji.

Glede na ekološke značilnosti smo za orado poleti na ribogojnici nepričakovano zabeležili najvišja deleža skupne številčnosti in biomase v letu. Na drugi strani smo na kontroli pričakovano ugotovili naraščanje deleža te vrste v ulovu proti jeseni. To dejstvo gre pripisati bližini školjčičšč, za katera je znano, da delujejo privlačno na orade. Njihovo odsotnost v zimski in pomladanski sezoni lahko iščemo v nizkih zimskih temperaturah v zalivu, za katere ima orada nizko toleranco.

### 8.4.4 Jesen

Jeseni smo ugotovili največji vpliv ribogojnice na skupno biomaso osebkov, čeprav je bila razlika v številčnosti osebkov in številu vrst nižja od vseh ostalih letnih časov. Vzrok za to je v vztrajanju ribje združbe na ribogojnici na nivoju poletne številčnosti. Glede na režim hranjenja na ribogojnici vnos dodatnih nutrientov traja običajno vsaj do sredine novembra, kar podpira visoko biomaso ribje združbe ribogojnice. Nasprotno po zadnjem vrhu planktona v zgodnji jeseni produkcija v naravnem okolju upade in na kontrolni lokaciji ribja združba hitro sledi trendu z upadom številčnosti in biomase ribje združbe. Poleg tega se v tem času številne vrste, med katerimi sta tudi sardon in orada, začnejo umikati iz Tržaškega zaliva v globlje in toplejše predele Jadranskega morja.

#### 8.4.5 Prehrana ciljnih vrst

Z raziskavo smo v omejenem obsegu potrdili vpliv ribogojnice na prehrano nekaterih vrst rib. Večja številčnost ciljnih vrst na ribogojnici potrjuje njen privlačni vpliv, večjo številčnost poleti pa lahko pojasnimo z večjo aktivnostjo rib poleti, ko sta temperatura vode in posledično ribji metabolizem višja.

Pestrost in številčnost prehrane obeh izbranih vrst sta podobni na obeh lokacijah, zato smo analizo prehrane opravili v tesni povezavi z rezultati raziskav vpliva ribogojnice na združbo meiofavne. Forte (2003) je na vplivnem območju opazil odsotnost polžev, pršic, dvoklopnikov in kačjerepov (Ophiuroidea), medtem ko so Grego in sod. (2009) ugotovili nižjo številčnost meiofavne poleti. Hkrati so dva najbolj občutljiva taksona, harpaktikoide (Harpacticoida) in kinorinhe, določili kot primerna indikatorja vpliva ribogojnice na okolje (Grego in sod., 2009). Še ena raziskava, opravljena v Tirenskem morju, je ugotovila povečan delež ceponožcev in mnogoščetincev v združbi meiofavne pod ribogojnico (Mazzola in sod., 2000).

Skladno s temi ugotovitvami je prehranska analiza dokazala vpliv ribogojnice na prehrano izbranih dveh vrst. V opravljenih primerjavah za zlatega ciplja in v manjši meri za ribona smo na ribogojnici ugotovili odsotnost oziroma nižje deleže zgoraj omenjenih taksonomskih skupin. Opozoriti je potrebno na velik delež ostankov ribjih briketov v prehrani brancina na eni strani ter njihovo odsotnost iz prehrane ostalih dveh vrst s podobno oziroma višjo številčnostjo na ribogojnici (ribon in zlati cipelj) na drugi.

Pri prehranski analizi brancina obstaja več možnih razlogov za njegovo izrazito pogostejše pojavljanje na ribogojnici in za prevladujoč delež ribjih briketov v njegovi prehrani. Prvič, okoljski pogoji na območju ribogojnice se ujemajo z ekološkimi preferencami te vrste. Drugič, ribogojniška hrana je pripravljena specifično za brancina in bo zato privlačni učinek na to vrsto večji v primerjavi z ostalimi vrstami. Tretjič, obstaja možnost, da smo v vzorčenjih ujeli pobegle ribogojniške osebke, ki so ostali v okolici ribogojnice in so navajeni na brikete (Arechavala-Lopez in sod., 2012). Dodatni dokaz za zadnjo trditev je tudi dejstvo, da smo v vzorcih, v katerih smo našli ostanke briketov, našli relativno manj ostalih prehranskih delcev.

Za ribona smo v hladnem delu leta sicer ugotovili večjo številčnost na ribogojnici kot na kontrolni lokaciji, vendar primerjave prehrane za to obdobje nismo mogli opraviti, ker so bili želodci osebkov, ujetih na ribogojnici, prazni. V toplem delu leta smo potrdili odsotnost dvoklopnikov in iglokožcev iz vzorcev prehrane na ribogojnici. Nasprotno pa smo ugotovili večji delež mnogoščetincev, nematodov in polžev na ribogojnici, kar je v nasprotju z ugotovitvami raziskav meiofavne. Ker gre za bentopelagično vrsto, ki se v večji meri hrani z ribami, kar smo potrdili tudi v naši raziskavi, je bil neznačilen vpliv ribogojnice na prehrano te vrste pričakovan.

Večkrat omenjena značilna vrsta Portoroškega ribolovnega rezervata, zlati cipelj, je dosegel značilno višje deleže številčnosti in biomase na ribogojnici, hkrati pa smo pridobili dovolj osebkov za primerjavo vzorčnih mest v toplem delu leta. Za zlatega ciplja smo

zabeležili najbolj raznoliko prehrano. Glede na značilno detritivornost zlatega ciplja smo pričakovano ugotovili največji vpliv ribogojnice na prehrano te vrste. Zlati cipelj je bil poleg brancina edina vrsta, pri kateri smo ugotovili velik delež sedimenta v želodcih na ribogojnici. Kot posledica detritivornega značaja (Thomson in sod., 1986), smo za zlatega ciplja zabeležili povečan delež manjših velikostnih frakcij v prehrani. Meiofavna in predvsem ceponožci so pomembna sestavina v prehrani zlatega ciplja (Fernandez-Jover in sod., 2010). Skladno z ugotovitvami raziskav meiofavne (Forte 2003, Grego in sod. 2009) smo v obeh obdobjih ugotovili odsotnost oziroma nižje vrednosti kinorinhov, dvoklopnikov, pršic in iglokožcev na ribogojnici. Popolna odsotnost pršic in izrazito znižanje dvoklopnikov na ribogojnici v toplem delu leta potrjujeta tudi večji vpliv v tem delu leta.

#### **8.4.6 Primerjava prehrane med sezonami**

Značilnih sprememb v prehrani ciljnih vrst med sezonami z našo raziskavo nismo našli. Pri posameznih vrstah je opazno zmanjšanje količine in/ali diverzitete zaužitih delcev, vendar zaradi majhnosti posameznih vzorcev nismo mogli potrditi statistično značilnih razlik med vzorci.

Raki so se v prehrani ciljnih vrst pojavili v vseh vzorcih z izjemo vzorca makrofavne v hladnem delu leta na ribogojnici za zlatega ciplja. Rizkalla in sodelavci (1999) so ugotovili, da raki predstavljajo pomemben del prehrane za ribona, kar se ujema z rezultati naše raziskave. Ribe predstavljajo pomemben vir hrane predvsem za brancina in ribona, kar je skladno z njuno prehransko preferenco (Whitehead in sod. 1989, Bauchot in Hureau 1990).

Največ črvastih živali smo našli v vzorcih najmanjše velikostne frakcije 250 – 500  $\mu\text{m}$ , pojavili pa so se v vseh vzorcih. Takšen rezultat je predvsem posledica razporeditve glist, ki smo jih večinoma našli v najmanjši velikostni frakciji. Verjetno je, da je del glist v vzorcih parazitski in ostali del predstavlja prehranske delce. Ločevanje parazitskih od prostoživečih glist je zahtevno, zato med obdelavo vzorcev nismo ločevali teh dveh skupin in nimamo podatkov o deležu parazitskih glist v vzorcih.

Sediment smo našli izključno v želodcih brancina in zlatega ciplja na ribogojnici v toplem delu leta, kar se ujema z njunimi prehranskimi navadami (Whitehead in sod. 1989). Sediment smo našli v vseh velikostnih frakcijah, kar kaže na neselektivno uživanje sedimenta in organizmov v njem.

Briketi se pojavljajo v prehrani brancina, predvsem v toplem delu leta, kar ustreza režimu hranjenja na ribogojnici, ki se preneha pri temperaturi morja 14 °C (Fonda, 2012). Tudi v edinem osebku ovčice, ki smo ga ujeli na ribogojnici, smo našli ostanke briketov. Na ribogojnici uporabljajo različno velike brikete za različne velikostne razrede gojenih rib (Grego in sod., 2009), zato smo tudi v vzorcih prehrane našli delce briketov v vseh velikostnih frakcijah.

Primerjava povprečnega števila delcev za zlatega ciplja in brancina na ribogojnici je pokazala nekaj razlik med toplim in hladnim delom leta za opisne skupine zaužitih delcev, ne pa tudi za številne skupine. Razlike se kažejo pri zlatem ciplju v hladnem delu leta, ko smo v najmanjši velikostni frakciji povprečno našli manjši delež ostankov rib kot v toplem delu leta. Poleg tega smo v vzorcih toplega dela leta za zlatega ciplja z ribogojnice v vseh frakcijah našli večinski delež sedimenta, medtem ko v hladnem delu leta sedimenta v vzorcih nismo našli.

## 8.5 PRIMERJAVA MED SEZONAMI

### 8.5.1 Vrstna sestava, številčnost in biomasa

Spomladi in jeseni kumulativni krivulji vrst hitreje naraščata kot pozimi in poleti, kar bi lahko pomenilo manjšo stalnost ribje združbe glede na poletno in zimsko sezono. Rezultati stalnostne strukture niso potrdili tega sklepa, saj kažejo razmeroma podobno stalnost tako med letnimi časi kot med sezonama, z najnižjo stalnostjo zabeleženo v zimski sezoni na obeh lokacijah. Jesenski krivulji kumulativnega števila vrst za obe lokaciji se začneta z najnižjim številom vrst, a ob koncu vzorčenj dosežeta nivo poletnih vrednosti. Takšna rast je posledica kombinacije dveh parametrov. Na eni strani smo ugotovili, da vrstna pestrost vztraja na nivoju poletne, na drugi strani pa nižanje temperatur in posledično nižje aktivnosti rib v tem letnem času povzročijo manjšo lovnost posameznega vzorčenja.

Pričakovano smo zabeležili naraščanje številčnosti in biomase od zime proti poletju ter upadanje v jesenski sezoni. Koncentracija hranilnih snovi je namreč najvišja v površinskem sloju spomladi in jeseni ter poleti v pridnenem sloju pod termoklino (Mozetič, 1998). Jeseni in pozimi sta količina fitoplanktona in primarna produkcija skromni, vendar se pozno pozimi in v začetku pomladi povečata zaradi cvetenja različnih vrst kremenastih alg (Forte in sod., 2007). Razvoju fitoplanktona sledi razvoj zooplanktona, temu pa sledijo ribe. Z analizo velikostne strukture ribje združbe smo potrdili trend povečevanja številčnosti spomladi, saj smo v tej sezoni zabeležili največjo številčnost majhnih vrst rib. Z napredovanjem prehranjevalne verige preko poletja do jeseni se številčnost majhnih vrst zmanjšuje, srednjih in velikih vrst pa povečuje. Opaženi trend smo za kontrolno lokacijo potrdili, na ribogojnici pa je manj izrazit, kar je verjetno posledica vnosa dodatnih hranil iz ribogojnice in spremenjenega procesa razvoja avtotrofne združbe.

Analiza sprememb številčnosti in biomase ciljnih vrst med sezonami je posledica ekoloških značilnosti posamezne vrste. Brancin in orada se drstita v hladnejšem delu leta, zato preko poletja kopičita zaloge hranil in jeseni pričneta z ravojem gonad. Skladno s tem smo v naši raziskavi zabeležili naraščanje povprečne biomase osebkov teh dveh vrst preko poletja in višek v jesenski oziroma zimski sezoni na obeh lokacijah. Rezultatov nismo statistično potrdili zaradi nizkega števila ujetih osebkov v zimski in pomladanski sezoni. Ribon kot tretja zimska drstnica od ciljnih vrst je bil na ribogojnici številčnejši poleti in jeseni, saj je zanj značilno, da se pozimi umakne v globlje in toplejše vode (Kryštufek in Janžekovič 1999). Večjih razlik v biomasi med sezonami nismo potrdili predvsem zaradi nizkega števila ujetih osebkov pozimi in jeseni. Iz istega razloga ne moremo sklepati o spremembi povprečne biomase osebkov te vrste med sezonami.

Čeprav je bil Portoroški ribolovni rezervat vzpostavljen zaradi pojavljanja večjih količin zlatega ciplja v Piranskem zalivu pozimi, smo v naši raziskavi največjo številčnost ugotovili za poletno sezono. Številčnost začne upadati jeseni in se drastično zniža do pomladi, ko smo na ribogojnici zabeležili le 10 % poletnega ulova. Podobno kot pri ostalih vrstah problem analiziranja biomase predstavlja pomanjkanje ujetih osebkov, še posebej na kontrolni lokaciji, kjer smo skupno ujeli 14 osebkov, od tega 12 v poletni sezoni in 2 spomladi. Spremembe povrpečne biomase zlatega ciplja smo tako analizirali samo za ribogojnico. Ugotovili smo, da povprečna biomasa upada od zime proti jeseni, kar ni skladno z ekološkimi značilnostmi te vrste. Sklepamo, da je vzrok v majhnosti zimskega in pomaldanskega vzorca, ki nista reprezentativna.

### **8.5.2 Stalnost in ekološke kategorije**

Dodatni nutrienti iz ribogojnice omogočajo večjo stalnost vrst na ribogojnici, ki smo jo potrdili tudi v naši raziskavi. Največji vpliv se kaže v pomladanski in jesenski sezoni, ko na ribogojnici pričnejo oziroma vztrajajo z intenzivnim hranjenjem, v naravi pa količina hrane že upade zaradi nižanja temperatur. S hranjenjem ribogojnica privlačno deluje na okoliške ribe, ki tu najdejo dodaten vir hrane, ki je v širši okolici spomladi še ni oziroma je jeseni začne primanjkovati. Posledica omenjenih procesov so manjše sezonske razlike v ribji združbi ribogojnice, ki se direktno odraža v večji stalnosti.

Na drugi strani na kontrolni lokaciji opazimo upadanje stalnosti od poletja do najnižje vrednosti, zabeležene spomladi. Ob pomanjkanju hrane se namreč vrste umaknejo v globlje predele. Ta trend smo potrdili tudi z analizo številčnosti in biomase ekoloških kategorij, saj smo ugotovili upadanje deleža pelagičnih vrst od poletja do pomladi. Pelagične vrste so mobilnejše in se pozimi lažje in zato pogosteje umaknejo, medtem ko bentoške ostanejo.

Majhen številčni delež bentopelagičnih vrst lahko deloma pojasnimo z nizkim številom vrst, ki so uvrščene v to ekološko kategorijo. Boljšo sliko nam da analiza številčnosti in biomase, ki se med obema lokacijama močno razlikujeta, med sezonami pa sta razmeroma konstantni na obeh vzorčnih mestih.

Na ribogojnici je delež bentopelagičnih vrst najmanjši med vsemi ekološkimi kategorijami skozi celo leto. Izstopa le pomladanska sezona, v kateri bentopelagične vrste dosežejo približno tretjino številčnega in kar polovico biomasnega deleža lokacije. Natančnejša analiza pokaže, da je za tako stanje odgovorna bentopelagična vrsta špar, ki v pomladanskem vzorcu predstavlja preko 30 % tako skupne številčnosti kot biomase. Njegovo prevlado v pomladanski sezoni lahko pojasnimo s približevanjem obali in podvodnim travnikom ob pričetku drsti, ki v severnem Jadranu traja od konca aprila do konca avgusta (Francour 1997, Matić-Skoko in sod. 2006). Druga značilnost obdobja drsti pri ribah je zbiranje v večje jate in povišana aktivnost, kar je dodatno pripomoglo k večjemu ulovu špara v pomladanskem obdobju.

Tudi na kontrolni lokaciji je za prevlado bentopelagičnih vrst preko celega leta odgovoren špar, ki je na tej vzorčni lokaciji z visokim deležem številčnosti prisoten preko celega leta,



kar je verjetno posledica ustrežnejšega habitata. Špar se običajno zadržuje na travnikih pozejdonke ali na peščenem dnu in le redko na skalnatih območjih. Številni betonski bloki na območju ribogojnice tako niso najustrežnejši habitat za to vrsto in je njena višja številčnost na kontrolni lokaciji posledica habitatnih preferenc.

### 8.5.3 Indeks diverzitete

V zimski sezoni smo na ribogojnici kljub relativno visokima indeksoma izenačenosti izračunali najnižja diverzitetna indeksa med vsemi sezonami, ki sta posledica nizke vrstne pestrosti tega vzorca. Kombinacija naraščanja vrstne pestrosti in številčnosti v pomladanski sezoni na isti lokaciji se kaže v višjih diverzitetnih indeksih, kljub nižjim indeksom izenačenosti. V poletni sezoni na obeh lokacijah kljub najvišji zabeleženi vrstni pestrosti diverzitetni indeksi ostajajo nizki, predvsem na račun nizkih indeksov izenačenosti, ki so posledica številčne prevlade dveh vrst v vzorcih. Na kontrolni lokaciji je številčni delež špara in sardona preko 80 %, na ribogojnici pa skoraj 65 %. Najvišje indekse diverzitete obeh lokacij smo izračunali za jesensko sezono, ko vrstna pestrost ostaja visoka, številčnost prevladujočih vrst pa upade. To se odraža na visokih indeksih izenačenosti, s katerimi razlagamo visoko opaženo diverzitetno.

Posledica stabilnejše vrstne sestave na kontrolni lokaciji preko celega leta so manj izrazita nihanja diverzitetnih indeksov in indeksov izenačenosti kot na ribogojnici. Pozimi so tako oba indeksa diverzitete kot Pieloujev indeks na kontrolni lokaciji višji, takoj za jesenskimi vrednostmi. Indeks izenačenosti s.s. je celo najvišji od vseh sezon, kar je verjetno vzrok za visoko ugotovljeno diverzitetno. Spomladi in poleti smo izračunali najnižje vrednosti uporabljenih indeksov diverzitete in izenačenosti. Vzrok je izrazito povečana številčnost špara in sardona (preko 75 % skupne številčnosti) v obeh sezonah. Številčna prevlada se zniža šele ob jesenski ohladitvi, ko se obe vrsti umakneta v globlje predele. Posledica tega pa so najvišji izračunani indeksi izenačenosti in diverzitete v tej sezoni.

## 9 SKLEPI

Rezultati raziskave so potrdili učinkovitost jadranskega tipa mrež in ustreznost izbire kontrolne lokacije za ugotavljanje vpliva ribogojnice na ribjo združbo. Primerjalna analiza ribje združbe na vzorčnih lokacijah je pokazala, da bi bilo za trajnostni monitoring smiselno preveriti možnost vzorčenja v dveh letnih obdobjih, in sicer na podlagi temperaturnega režima. Ustrezen protokol in odgovarjajočo metodologijo vzorčenja bi bilo potrebno določiti z ločeno raziskavo.

Vpliv ribogojnice na ribje združbe Portoroškega ribolovnega rezervata se je pokazal v povečanem deležu pelagičnih vrst, v večji biomasi in diverziteti ter v manjši spremenljivosti ribje združbe preko leta na vzorčni lokaciji pri ribogojnici. S tem smo potrdili hipotezo o vplivu letnih časov na strukturo ribje združbe ter hipotezo o povišani biomasi ribje združbe.

Hipotezo o povečani abundanci na ribogojnici zavračamo z razlago, da je nosilna kapaciteta ribogojniške lokacije omejena z biomaso prisotne ribje združbe. Analiza

velikostne strukture te združbe kaže povečan delež srednjih in velikih vrst na ribogojnici. Iz tega sledi, da pri enaki biomasi nosilna kapaciteta okolja lahko podpira nižjo abundanco.

Pri vseh treh vrstah, kjer smo ugotovili prisotnost ribogojniške hrane, smo potrdili njen velik delež v prehrani. Povečanega deleža ceponožcev na ribogojnici nismo zaznali, kar je skladno z ugotovitvami Gregove in sod. (2009) in je vezano na specifične naravne razmere Portoroškega ribolovnega rezervata. Vpliv ribogojnice na prehrano smo potrdili za zlatega ciplja na podlagi odsotnosti oziroma nižjega deleža nekaterih taksonomskih skupin, ki so značilno občutljive na spremembe v sedimentu zaradi povišanega vnosa hranil.

Analiza frekvenčnih porazdelitev za tri abundantne vrste v raziskavi je pokazala statistično značilno razliko med vzorčnima lokacijama. Povprečna dolžina osebkov sardona in malega gavuna je bila na ribogojnici statistično značilno nižja kot na kontrolni lokaciji, iz česar sklepamo tudi na zamik starostne strukture ribje združbe proti mlajšim osebkom. Nasprotno pa so rezultati za špara pokazali statistično značilno večjo povprečno dolžino osebkov na ribogojnici, pri čemer je sklepanje podobno, le da gre tokrat za višjo starost osebkov na ribogojnici. S tem smo delno potrdili hipotezo o povečanem deležu mladih osebkov v okolici ribogojnice. Natančnejše podatke o starostni strukturi ribje združbe bi lahko pridobili na podlagi branja otolitov in večjega števila analiziranih osebkov izbranih vrst v vseh letnih časih.

Hipotezo o sezonskih spremembah v številčni strukturi ribje združbe na ribogojnici smo potrdili kljub večji stabilnosti glede na kontrolno lokacijo. Sezonski vpliv na strukturo ribje združbe smo potrdili tudi v vseh ostalih primerjanih parametrih, t.j. biomasni, velikostni in stalnostni strukturi ter strukturi ekoloških kategorij. Podobno kot pri Fernandez-Joverju in sod. (2008) naši rezultati kažejo, da so si sezonske ribje združbe na obeh vzorčnih lokacijah med seboj bolj podobne kot združbe na isti lokaciji v različnih sezonah. Sklepamo, da je to posledica temperaturnega režima v Piranskem zalivu z velikimi nihanji temperature v celotnem vodnem stolpcu med letom.

Neizrazit celokupni vpliv ribogojnice na divjo ribjo združbo je posledica več dejavnikov. Prvič, majhnost ribogojnice s sorazmerno nizko gojitveno biomaso ter prenehanje hranjenja v najhladnejšem delu leta povzročita, da se v okolje sprostijo relativno malo dodatnih hranil. Drugič, študije bentosa in sedimenta pod kletkami (Malačič in Forte 2003, Grego in sod. 2009) so pokazale, da je vpliv ribogojnice prostorsko omejen na približno 20 m okoli ribjih kletk. Tretjič, vpliv ribogojnice je manj izrazit zaradi neposredne bližine školjčičšč, ki odstranijo del dodanih nutrientov iz ribogojnice. Četrto, območje ribogojnice je v spomladanskih in jesenskih deževnih obdobjih že naravno obogateno. Posledica pritoka Dragonje, ki predstavlja pomemben lokalni vir nutrientov, je ribja združba, prilagojena na sporadično povečano razpoložljivost hrane. Končno, uporaba zabodnih mrež neposredno pod kletkami, kjer je številčnost rib največja, ni mogoča zaradi sider in sidernih vrvi ribogojnice.

## 10 POVZETEK

### 10.1 POVZETEK

Pomemben cilj ribiškega upravljanja in varstva narave je ohranjanje naravne številčnosti in vrstne strukture rib (Thoresson, 1996). Piranski zaliv in še posebej Portoroški ribolovni rezervat z Ribogojnico Fonda predstavljata edinstveno priložnost raziskovanja sinergističnega vpliva marikulture in zaščite ribolovnih virov na ribjo združbo tega območja. V Piranskem zalivu še ni bila opravljena raziskava ribje združbe, kar predstavlja problem pri upravljanju tako z rezervatom kot z marikulturnim območjem v njem. S pričujočo raziskavo smo pridobili osnoven vpogled v strukturo ribje združbe Piranskega zaliva, ugotovili vpliv ribogojnice in letnih časov na to združbo ter postavili osnove za razvoj metodologije in protokola trajnostnega monitoringa slovenskega morja.

Metodi vzorčenja sta bili določeni na podlagi pregledane literature in v skladu s cilji raziskave. Opazovalni cenzus kot predlagana nedestruktivna metoda vzorčenja se je v specifičnih razmerah Piranskega zaliva že v obdobju preizkušanja metod izkazal za neustrezno tehniko vzorčenja. S preliminarno raziskavo smo razvili nov, jadranski tip raziskovalnih zabodnih mrež, ki smo ga nato uporabljali skozi celotno raziskavo. Z dodatnim testiranjem smo potrdili njihovo večjo učinkovitost v primerjavi z nordijskim tipom mrež in predlagali še priredbo, ki bi potencialno izboljšala njihovo stroškovno učinkovitost (Pengal in sod., v tisku). V doktorski disertaciji opisujemo nekatere prednosti in slabosti jadranskega tipa mrež, natančneje pa so predstavljene v članku Pengal in sod. (v tisku).

Izbira vzorčnih lokacij je bila opravljena na podlagi rezultatov raziskav o vplivu ribogojnic na ribje združbe v Sredozemlju, raziskav ekoloških razmer in meiofavne na Ribogojnici Fonda in specifičnih zahtev ciljev raziskave. Ribogojnica Fonda je bila izbrana za vplivno vzorčno lokacijo kot edina ribogojnica v slovenskem morju. Na istem mestu pred Sečoveljskimi solinami deluje od leta 1988 in pridelava okoli 60 ton brancinov na leto. Kontrolno lokacijo smo izbrali na oddaljenosti približno 2 km od ribogojnice, na območju s primerljivim habitatom, podobno globino in znotraj meja rezervata, to je pred polotokom Seča.

Vzorčenja na obeh lokacijah smo izvajali s po dvema mrežama jadranskega tipa v dveh zaporednih nočeh, prvo noč na ribogojnici in drugo noč na kontrolni lokaciji. Protokol vzorčenja smo priredili diurnalnim vzorcem ribje aktivnosti, spremljali pa smo tudi izbrane meteorološke, kemijske in fizikalne parametre morskega okolja. Za beleženje podatkov smo razvili bazo podatkov in ustrezne obrazce. Za vse vrste rib smo analizirali številčnost, biomaso in stalnost na obeh vzorčnih mestih. Primerjali smo tudi diverzitetu, velikostno strukturo in strukturo ekoloških kategorij ribje združbe ter dolžinsko-frekvenčne porazdelitve abundantnih vrst rib.

Na podlagi njihove gospodarske pomembnosti za slovensko morsko ribištvo smo določili pet ciljnih vrst – brancin, orada, ovčica, ribon in zlati cipelj –, ki smo jim izolirali želodce za analizo prehrane. Sodelavci z Morske biološke postaje Piran Nacionalnega Inštituta za

biologijo so opravili laboratorijski del prehranske analize in nam posredovali podatke v obdelavo.

V ribji združbi Portoroškega ribolovnega rezervata dominirajo tri vrste – sardon, špar in zlati cipelj. Posledica tega je prevlada pelagične ekološke kategorije v vzorcih. Stalnost vrst je nizka, kar kaže na prehodni značaj večine ribjih vrst, ki se pojavljajo v rezervatu. To potrди tudi kumulativna krivulja vrst, pri kateri začetna strmina kmalu postane položnejša, vendar se ustali šele ob koncu raziskave.

Primerjava vzorčnih mest po sezonah je pokazala relativno majhen vpliv ribogojnice na ribjo združbo. Večje razlike v vseh letnih časih smo zaznali v abundanci in biomasi, medtem ko so bile razlike v stalnostni in velikostni strukturi, dolžinsko-frekvenčnih porazdelitvah abundantnih vrst, strukturi ekoloških kategorij in prehrani ciljnih vrst omejene na posamezne sezone. Z analizo stalnosti in diverzitet obeh vzorčnih lokacij smo ugotovili večjo spremenljivost ribje združbe na kontrolni lokaciji, ki sledi sezonskim spremembam okoljskih dejavnikov. Najočitnejša je ta razlika jeseni, ko se ribja združba na ribogojnici počasneje odziva na jesensko-zimsko naravno znižanje produkcije. Dodatna hranila iz ribogojnice namreč še daleč v jesen podpirajo visoko biomaso ribje združbe te lokacije.

Analiza prehrane izbranih vrst je dala pričakovane rezultate. Ugotovili smo povečan delež ribogojniške hrane, pri zlatem ciplju in brancinu pa tudi sedimenta v želodcih obdelanih osebkov. Orado kot edino primarno karnivoro vrsto smo na ribogojnici zabeležili izjemoma, kar pripisujemo bližini školjčičšč, na katerih se ta vrsta intenzivno hrani (Šegvić-Bubić in sod., 2011). Ribon se je enakomerno pojavljal na obeh vzorčnih mestih, z nekaj višjo številčnostjo na ribogojnici. Tudi prehranska analiza ni pokazala izrazitega vpliva ribogojnice na to vrsto. Največji vpliv smo pričakovano zabeležili za zlatega ciplja, ki se je na ribogojnici pojavljal tako z višjo številčnostjo kot biomaso. Prav tako je analiza vsebine želodcev potrdila spremembo v prehrani pri tej vrsti na ribogojnici.

Skladno s cilji raziskave v razpravi predlagamo jadranske raziskovalne zabodne mreže kot primerno samostojno oziroma dopolnilno metodo za monitoring slovenskega obalnega morja. Predstavljeni in pojasnjeni so razlogi za potrebo po obnovi sistema spremljanja stanja ribjih združb v slovenskem morju, ki bi vključeval in omogočal tudi spremljanje vpliva ribogojnice in ribolovnega rezervata na te združbe. Ob koncu predlagamo izvedbo raziskave, ki bi natančneje določila protokol in metode vzorčenja ter s tem omogočila vzpostavitev predlaganega monitoringa.

V zaključnem delu povzamemo in komentiramo rezultate raziskave ter ugotovimo njihovo skladnost s postavljenimi hipotezami in cilji. Z raziskavo smo dosegli vse zastavljene cilje in v večji ali manjši meri potrdili vse postavljene hipoteze o vplivu ribogojnice na ribjo združbo Potoroškega ribolovnega rezervata. Razlog za neskladje nekaterih rezultatov s postavljenimi hipotezami vidimo v ekstenzivnem in trajnostnem upravljanju z ribogojnico ter ugodnimi naravnimi razmerami notranjega dela Piranskega zaliva.

## 10.2 SUMMARY

An important objective in fisheries management and nature conservation is to retain a natural abundance and species composition of the fish (Thoresson, 1996). The Bay of Piran and especially the Portorož Fisheries Reserve with Fonda Fish Farm present a unique opportunity to survey the synergistic impact of mariculture and fisheries resources protection on the wild fish assemblage of this area. No fish assemblage survey has been performed so far in the Bay of Piran which creates an issue regarding the management of both the reserve and the mariculture within it. The present study obtained a basic insight into the fish assemblage of the Bay of Piran, determined the effect on this assemblage and its seasonal variability and established the logistic and methodological basis for the development of a sustainable monitoring of the Slovenian sea.

The sampling methods were determined on the basis of the overview of papers and in accordance with the survey goals. The non-destructive visual census method was rejected already in the testing part of the survey as an inadequate sampling technique in the specific conditions of the Bay of Piran. A new type of Adriatic survey gill nets, that were later used throughout the survey, were designed in the preliminary research. Additional testing confirmed their better performance compared to the Nordic type nets and suggested yet another modification which would potentially improve their cost-benefit efficiency (Pengal et al., in press). Some positive and negative aspects of the Adriatic type nets are given in this doctoral dissertation, whereas they are better detailed in the paper of Pengal et al. (in press).

Surveys of the mariculture effects on fish assemblages in the Mediterranean, surveys of ecological conditions and meiofauna on the Fish Farm Fonda and specific requirements of our survey set the basis for the sampling site locations. The only Slovenian Fish Farm, The Fonda Fish Farm, was selected as the impact location. It has been operating at the same location in front of the Sečovlje salt pans since 1988 and it produces around 60 tons of sea bass per year. The control location was selected in front of the Seča peninsula approximately 2 km from the impact location in the area with comparable habitat type and depth but still within the fisheries reserve borders.

Sampling at both locations was performed with a pair of the Adriatic survey nets during two consecutive nights, the first night at the fish farm and the second at the control station. The sampling protocol was amended so as to incorporate the peaks of diurnal fish activity. In addition, we followed designated meteorological, physical and chemical parameters of the marine environment. A database with compatible forms was created to record the data. Abundance, biomass and permanence were analysed for all fish species from both sampling locations. Also compared were the diversity, size and ecological category structure of the fish assemblage and the length-frequency distributions of abundant species.

Based on their economic importance for the Slovenian marine fisheries, 5 target species were selected and their stomachs preserved for the stomach content analysis – sea bass, gilthead sea bream, striped sea bream, common pandora and golden grey mullet. The laboratory stomach content analysis was carried out by our colleagues from Marine

Biology Station Piran of the National Institute of Biology, who also transmitted the data to be analysed.

Three species dominate the wild fish assemblage of the Portorož Fisheries Reserve – anchovy, annular sea bream and golden grey mullet. As a consequence the pelagic ecological category was predominant in the samples. Permanence according to Tarman (1992) is low and suggests a transient nature of most of the occurring fish species in the reserve. The initial fast rise of the cumulative species curve transforms into a slow rise that only levels off by the end of the survey.

A relatively small fish farm impact on the wild fish assemblage was demonstrated when comparing the sampling sites by seasons. Larger differences in abundance and biomass were observed throughout the year, whereas the differences in permanence, size structure, length-frequency distributions of abundant species, ecological category structure and the diet of target species were limited to certain seasons. A greater variability of fish assemblage that closely follows the seasonal environmental changes was determined by analysing the permanence and diversity at both sampling locations. The difference is most pronounced in autumn when the fish farm assemblage only gradually reacts to the natural autumn-winter decrease of production. The surplus of nutrients from the farm sustains a high biomass of fish assemblage in this location long into autumn.

The outcomes of stomach content analysis were as expected. An increased proportion of fish pellets was detected in addition to the sediment, found in the stomachs of analysed sea bass and golden grey mullet individuals. Gilthead sea bream, as the only primarily carnivorous species, was identified only exceptionally at the fish farm, which can be explained by the close vicinity of the shellfish beds on which these fish are known to feed (Šegvić-Bubić et al., 2011). Common pandora was evenly distributed between the locations with a somewhat higher abundance at the fish farm. The diet composition did not show a marked impact of the fish farm on this species. As expected we recorded a higher abundance and biomass at the fish farm for the golden grey mullet that displayed the largest impact. The diet shift in this species at the fish farm was confirmed by the stomach content analysis.

Consistent with the goals of the study the Adriatic survey gill nets are put forward as suitable independent or complementary method for the Slovenian coastal seas monitoring programme. Presented and explained are the reasons for review and renewal of the current fish monitoring programme in the Slovenian seas that would also incorporate and enable the monitoring of the fish farm and the fisheries reserve impact on the fish assemblages. Finally, another survey is proposed which would precisely define the sampling protocol and methods and would thus allow the establishment of the suggested monitoring.

In conclusion, we sum up and comment the survey results and determine their consistency with the survey hypothesis and goals. All the objectives of the survey were achieved and the hypothesis of the fish farm impact on the fish assemblage of the Portorož fisheries reserve were more or less confirmed. Some inconsistencies between the results and the set

hypothesis can be explained by the extensive and sustainable fish farm management and the favourable natural conditions of the inside part of the Bay of Piran.

## 11 VIRI

### 11.1 CITIRANI VIRI

- Appelberg M., Johansson G., Hamrin S.F. 2000. Swedish standard methods for sampling freshwater fish with multi-mesh gillnets. *Fiskeriverket Information*,1: 33 str.
- Appelberg M., Holmqvist M., Forsgren G. 2003. An alternative strategy for coastal fish monitoring in the Baltic Sea. Helsinki commission, Monitoring and Assessment Group First Meeting, Tallinn, Estonia, 22 - 24 mar. 2004. ICES CM 2003/R:03: 13 str.
- Arechavala-Lopez P., Uglem I. 2012. Post-escape dispersion of farmed seabream (*Sparus aurata* L.) and recaptures by local fisheries in the Western Mediterranean Sea. *Fisheries Research*, 121-122: 126-135
- Beveridge M.C.M., Ross L.G., Kelly L.A. 1994. Aquaculture and Biodiversity. *Ambio*, 23, 8: 497-502
- Bjordal A., Skar A. B. 1992. Tagging of saithe (*Pollachius virens* L.) at a Norwegian fish farm: preliminary results on migration. ICES CM: G 35
- Boyra A., Sanchez-Jerez P., Tuya F., Espino F., Haroun R. 2004. Attraction of wild coastal fishes to an Atlantic subtropical cage fish farms, Gran Canaria, Canary Islands. *Environmental Biology of Fishes*, 70: 393-401
- Butler E. C. V., Blackburn S. I., Clementson L. A., Morgan P. P., Parslow J. S., Volkman J. K. 2001. A survey strategy and environmental monitoring network for an estuary supporting finfish cage culture. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 460-468
- Carss, D.N. 1990. Concentrations of wild and escaped fishes immediately adjacent to fish farm cages. *Aquaculture*, 90: 29-40
- Celio M., Malačič V., Bussani A., Čermelj B., Comici C., Petelin B. 2006. The coastal scale observing system component of ADRICOSM: Gulf of Trieste network. *Acta Adriatica*, 47: 65 – 79
- Cheal A.J., Thompson A.A. 1997. Comparing visual counts of coral reef fish: implications of transect width and species selection. *Marine Ecology Progress Series*, 158: 241-248
- Claudet J., Osenberg C.W., Domenici P., Badalamenti F., Milazzo M., Falcon J.M., Bertocci I., Benedetti-Cecchi L., Garcia-Charton J.A., Goni R., Borg J.A, Forcada A., De Lucia G.A., Perez-Ruzafa A., Afonso P., Brito A., Guala I., Le Direach L., Sanchez-Jerez P., Somerfield P. J., Planes S. 2010. Marine reserves: Fish life history and ecological traits matter. *Ecological Applications*, 20, 3: 830 – 839



- Červek U. 2002. Uporaba plavajočih umetnih substratov za zmanjšanje vpliva marikulture na okolje. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo: 50 str.
- Dempster T., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere J.T., Gimenez-Casalduero F., Valle C. 2002. Attraction of wild fish to sea-cage fish farms in the south-western Mediterranean Sea: spatial and short-term temporal variability. *Marine Ecology Progress Series*, 242: 237-252
- Dempster T., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere J., Kingsford M. 2004. Extensive aggregations of wild fish at coastal sea-cage fish farms. *Hydrobiologia*, 525: 245-248
- Dempster T., Fernandez-Jover D., Sanchez-Jerez P., Tuya F., Bayle-Sempere J., Boyra A., Haroun R.J. 2005. Vertical variability of wild fish assemblages around sea-cage fish farms: implications for management. *Marine Ecology Progress Series*, 304: 15-29
- Dempster T., Sanchez-Jerez P., Uglem I., Björn P.A. 2010. Species-specific patterns of aggregation of wild fish around fish farms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86: 271-275
- Demuyneck S. 2012. Impact of fish farming and seasons on the feeding ecology of commercial fish in the Portorož Fisheries Reserve. Diplomsko delo. Morska biološka postaja Piran. Nacionalni inštitut za biologijo: 76 str.
- Faganeli J., Turk V. 1989. Behaviour of dissolved organic matter in a small, polluted estuary. V: *Topics in Marine Biology*. Ros.J.D. (ur.). *Scientia Marina*, 53, 2-3: 513 – 521
- Faganeli J., Dolenc T., Pezdič J., Ogorelec B., Mišič M. 1987. Nutrients in sediment pore waters of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *Bollettino di oceanologia teorica ed applicata*, 2: 95-108
- Felsing M., Glencross B., Telfer T. 2005. Preliminary study on the effects of exclusion of wild fauna from aquaculture cages in a shallow marine environment. *Aquaculture*, 243: 159-174
- Fernandez-Jover D., Jimenez J.A.L., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere J., Gimenez-Casalduero F., Lopez M.F.J., Dempster T. 2007. Changes in body condition and fatty acid composition of wild Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*, Steindacher, 1868) associated to sea cage fish farms. *Marine Environmental Research*, 63: 1-18
- Fernandez-Jover D., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere J.T., Valle C., Dempster T. 2008. Seasonal patterns and diets of wild fish assemblages associated with Mediterranean coastal fish farms. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 1153-1160

- Fernandez-Jover D., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere J., Arechavala- Lopez P., Martinez-Rubio L., Lopez-Jimenez J.A., Martinez-Lopez F.J. 2009. Coastal fish farms are settlement sites for juvenile fish. *Marine Environmental Research*, 68: 89–96
- Fernandez-Jover D., Faliex E., Sanchez-Jerez P., Sasal P., Bayle-Sempere J. 2010. Coastal fish farming does not affect the total parasite communities of wild fish in SW Mediterranean. *Aquaculture*, 300: 10–16
- Findlay R.H., Watling L. 1997. Prediction of benthic impact for solemon net-pens based on the balance of benthic oxygen supply and demand. *Marine Ecology Progress Series*, 155: 147-157
- Fonda I. 2012. »Informacije o Ribogojnici Fonda«. Lucija, Ribogojnica Fonda (osebni vir, 29. maj, 2012)
- Fonda Umani S. 1996. Pelagic production and biomass in the Adriatic Sea. *Scientia Marina*, 60, 2: 65-77
- Forte J. 2001. Vpliv gojišča rib na ekološke razmere notranjega dela Piranskega zaliva. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo: 59 str.
- Forte J. 2003. Influence of fish farming on coastal marine sediment in Slovenia. Poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo. Morska biološka postaja Piran: 29 str.
- Forte J., Turk V., Čermelj B., Flander Putrle V., Grego M., Tinta T., Malej A. 2007. ECASA Study site report. Poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo. Morska biološka postaja Piran: 44 str.
- Francour P. 1997. Fish Assemblages of *Posidonia oceanica* Beds at Port-Cros (France, NW Mediterranean): Assessment of Composition and Long-Term Fluctuations by Visual Census. *P.S.Z.N.: Marine Ecology*, 18, 2: 157-173
- Freon P., Dagorn L. 2000. Review of fish associative behaviour: toward a generalisation of the meeting point hypothesis. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 183–207
- Frumen A. 2002. Naseljevanje bentoških organizmov na umetnih substratih ob ribjih kletkah v Piranskem zalivu. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo: 51 str.
- Goudey C.A., Loverich G., Kite-Powell H., Costa-Pierce B.A. 2001. Mitigating the environmental effects of mariculture through single-point moorings (SPMs) and drifting cages. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 497-503
- Grego M., De Troch M., Forte J., Malej A. 2009. Main meiofauna taxa as an indicator for assessing the spatial and seasonal impact of fish farming. *Marine Pollution Bulletin*, 58: 1178–1186

- Grego M. 2010. Impact of fish culture on meiofauna in the Bay of Piran. Doctoral Dissertation. University of Ljubljana. Biotechnical Faculty. Department of Biology: 103 str.
- Hargrave B.T., Phillips G.A., Doucette L.I., White M.J., Milligan T.G., Wildish D.J., Cranston R.E. 1997. Assessing benthic impacts of organic enrichment from marine aquaculture. *Water, Air and Soil Pollution*, 99, 1-4: 641-650
- Harmelin-Vivien M, Harmelin J., Chauvet C., Duval C., Galzin R., Lejeune P., Barnabé G., Blanc F., Chevalier R., Duclerc J., Lasserre G.. 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : méthodes et problèmes. *Revisions in Ecology*, 40: 467 – 539
- Harmelin-Vivien M., Francour P. 1992. Trawling or visual censuses? Methodological bias in the assessment of fish populations in seagrass beds. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, 13,1: 41–51
- Harmelin-Vivien M., Le Diréach L., Bayle-Sempre J., Charbonnel E., García-Charton J.A., Ody D., Pérez-Ruzafa A., Reñones O., Sánchez-Jerez P., Valle C. 2008. Gradients of abundance and biomass across reserve boundaries in six Mediterranean marine protected areas: Evidence of fish spillover? *Biological Conservation*, 141: 1829 – 1839
- Harvey E., Fletcher D., Shortis M. 2002. Estimation of reef fish length by divers and by stereo-video. A first comparison of the accuracy and precision in the field on living fish under operational conditions. *Fisheries Research*, 57: 255–265
- Haya K., Burrige L.E., Chang B.D. 2001. Environmental impact of chemical wastes produced by the salmon aquaculture industry. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 492-496
- Helfman G. S., 1981. Twilight activities and temporal structure in a freshwater fish community. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38: 1405–1420
- Hobson E.S. 1972. Activity of Hawaiian reef fishes during the evening and morning transitions between daylight and darkness. *Fishery bulletin*, 70, 3: 715 - 740
- Holby O., Hall P. O. J. 1991. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. II. Phosphorus. *Marine Ecology Progress Series*, 70: 263-272
- Holmer M., Lassus P., Stewart J. E., Wildish D. J. 2001. ICES Symposium on Environmental Effects of Mariculture: Introduction. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 363–368
- Hyslop E. J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429

- Jensen J.W. 1986: Gillnet selectivity and the efficiency of alternative combinations of mesh sizes for some freshwater fish. *Journal of Fish Biology*, 28: 637-646
- Jensen J. W., Hesthagen T. 1996. Direct estimates of the selectivity of a multimesh and a series of single gillnets for brown trout. *Journal of Fish Biology*, 49: 33-40
- Karakassis I. 2001. Ecological effects of fish farming in the Mediterranean. V: Environmental impact assessment of Mediterranean aquaculture farms. Proceedings of the seminar of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean, jointly organized by CIHEAM and FAO, Zaragoza, Spain, 17-21 Jan. 2000. Basurco B., Uriarte A. (ur.). Zaragoza, Institut Agronomique Mediterranéen de Zaragoza: 15-22
- Katz T., Herut B., Genin A., Angel D.L. 2002. Gray mullets ameliorate organically enriched sediments bellow a fish farm in the oligotrophic Gulf of Aqaba (Red Sea). *Marine Ecology progress Series*, 234: 205-214
- Kovač N., Bajt O., Faganeli J., Sket B., Orel B. 2002. Study of macroaggregate composition using FT-IR and H-NMR spectroscopy. *Marine Chemistry*, 78: 205-215
- La Mesa G., Vacchi M. 1999. An Analysis of the Coastal Fish Assemblage of the Ustica Island Marine Reserve (Mediterranean Sea). *P.S.Z.N. Marine Ecology*, 20, 2: 147-165
- Langlois T., Chabanet P., Dominique P., Harvey E. 2006. Baited underwater video for assessing reef fish populations in marine reserves. *SPC Fisheries Newsletter*, 118: 53-57
- Le Quesne W. J. F., Codling E. A. 2009. Managing mobile species with MPAs: the effects of mobility, larval dispersal, and fishing mortality on closure size. *ICES Journal of Marine Science*, 66: 122-131
- Letourneur Y., Darnaude A., Salen-Picard C., Harmelin-Vivien M. 2001. Spatial and temporal variations of fish assemblages in a shallow Mediterranean softbottom area (Gulf of Fos, France). *Oceanologica Acta*, 24, 3: 273-285
- Lima-Junior S. E., Goitein R. 2001. A new method for the analysis of fish stomach contents. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 23: 421-424
- Lincoln Smith M.P. 1988. Effects of observer swimming speed on sample counts of temperate rocky reef fish assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, 43: 223-231
- Lincoln Smith M.P. 1989. Improving multispecies rocky reef fish censuses by counting different groups of species using different procedures. *Environmental Biology of Fishes*, 26: 29-37
- Lipej L., Orlando Bonaca M., Šiško M. 2003. Coastal Fish Diversity in Three Marine Protected Areas and One Unprotected Area in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *P.S.Z.N.: Marine Ecology*, 24, 4: 259-273

- Lipej L., Orlando Bonaca M., Makovec T. 2005. Raziskovanje biodiverzitete v slovenskem morju. Morska biološka postaja Piran. Nacionalni inštitut za biologijo: 136 str.
- Machias A., Karakassis I., Labropoupou M., Somarakis S., Papadopoulou K.N., Papaconstantinou C. 2004. Changes in wild fish assemblages after the establishment of a fish farming zone in an oligotrophic marine ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60: 771-779
- Machias A., Karakassis I., Giannoulaki M., Papadopoulou K.N., Smith C.J., Somarakis S. 2005. Response of demersal fish communities to the presence of fish farms. *Marine Ecology Progress Series*, 288: 241-250
- Machias A., Giannoulaki M., Somarakis S., Maravelias C., Neofitou A., Koutsoubas D., Papadopoulou K.N., Karakassis I. 2006. Fish farming effects on local fisheries landings in oligotrophic seas. *Aquaculture*, 261: 809–816
- Malačič, V., Celio M., Naudin J.J., 1996. Dynamics of the surface water in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic) during drifting experiments. Proceedings of the workshop "Physical and biogeochemical processes in the Adriatic sea". Portonovo, Ancona, Italy, 23- 27. Apr. 1996. European commission, Ecosystems research records N° 32, The Adriatic sea
- Malačič V., Forte J. 2003. Distribution of the food surplus and faecal particles on the seabed below a fish farm in the bay of Piran. *Annales, Series Historia Naturalis*, 13, 1: 3-8
- Malej A., Mozetič P., Malačič V., Terzič S., Ahel M. 1995. Phytoplankton responses to freshwater inputs in a small semi-enclosed gulf (Gulf of Trieste, Adriatic Sea). *Marine Ecology Progress Series*, 120: 111-121
- Matić-Skoko S., Kraljević M., Dulčić J., Jardas I. 2006. Age, growth, maturity, mortality, and yield-per-recruit for annular sea bream (*Diplodus annularis* L.) from the eastern middle Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 152–157
- Mazzola A., Mirto S., La Rosa T., Fabiano M., Danovaro R. 2000. Fish-farming effects on benthic community structure in coastal sediments: analysis of meiofaunal recovery. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1454-1461
- Macpherson E. 1998. Ontogenetic shifts in habitat use and aggregation in juvenile sparid fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 220: 127–150
- Meester G.A., Mehrotra A., Ault J.S., Baker E.K. 2004. Designing Marine Reserves for Fishery Management. *Management Science*, 50, 8: 1031-1043

- Mirto S., Bianchelli S., Gambi C., Krzelj M., Pusceddu A., Scopa M., Holmer M., Danovaro R. 2009. Fish-farm impact on metazoan meiofauna in the Mediterranean Sea: Analysis of regional vs. habitat effects. *Marine Environmental Research*, 69: 38–47
- Mozetič P. Izvajanje monitoringa kakovosti morja za leto 2001. Zaključno poročilo za Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje. Nacionalni inštitut za biologijo. Morska biološka postaja Piran
- Mozetič P., Fonda Umani S., Cataletto B., Malej A. 1998. Seasonal and inter-annual plankton variability in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *ICES Journal of Marine Science*, 55: 711–722
- Naylor R., Goldburg R., Primavera J., Kautsky N., Beveridge M.C.M., Clay J., Folke C., Lubchenco J., Mooney H., Troell M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405: 1017-1024
- Neuman E., Sandström O., Thoresson O. 1997. Guidelines for coastal fish monitoring. National Board of Fisheries. Institute of Coastal Research: 45 str.
- Odlok o morskem ribištvu, 1978. Uradne objave občine Piran, št. 19/78
- Odlok o morskem ribištvu, 1987. Uradne objave občin Ilirska Bistrica, Izola, Koper, Piran, Postojna in Sežana, št. 42/87 in 1/94, Primorske novice
- Odredba o omejitvi ribolova v portoroškem zalivu. Ur. l. LRS št. 2/62 – Priloga 15
- Ogorelec B., Mišič M., Faganeli J. 1991. Marine geology of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic): Sedimentological aspects. *Marine Geology*, 99: 79-92
- Olin M., Malinen T. 2003. Comparison of gillnet and trawl in diurnal fish community sampling. *Hydrobiologia*, 506 – 509: 443–449
- Pengal P. 2007. Primerjava obrežne ribje združbe v habitatnih tipih na izbranih lokalitetah v slovenskem obalnem morju in Kvarnerju. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo: 49 str.
- Pengal P., Jenič A., Pajk N., Toman M.J. 2013. A new design of multi-mesh survey gillnets to sample fish community in the Adriatic Sea. *Acta Adriatica* (v tisku)
- Poslovni načrt za ribogojstvo. Unico Sub Ugo Fonda s.p. Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije. Kmetijsko gozdarski zavod Kranj. Kranj, 2009
- Rizkalla S.I., Wadie W.F., El-Zahaby A.S., El-Serafy S.S. 1999. Feeding Habits of Sea Breams (Genus *Pagellus*) in the Egyptian Mediterranean Waters. *Journal of Marine Science*, 10: 125-140

- Roberts C.M., Bohnsack J.A., Gell F., Hawkins J.P., Goodridge R. Effects of Marine Reserves on Adjacent Fisheries. *Science, New Series*, 294, 5548: 1920-1923
- Russ G.R., Alcala A.C., Maypa A.P., Calumpong H.P., White A.T. 2004. Marine Reserve Benefits Local Fisheries. *Ecological Applications*, 14, 2: 597-606
- Samoilys M.A., Carlos G. 2000. Determining methods of underwater visual census for estimating the abundance of coral reef fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 57: 289-304
- Šegvić Bubić T., Grubišić L., Tičina V., Katavić I. 2011. Temporal and spatial variability of pelagic wild fish assemblages around Atlantic bluefin tuna *Thunnus thynnus* farms in the eastern Adriatic Sea. *Journal of Fish Biology*, 78: 78-97
- Šegvić Bubić T., Grubišić L., Karaman N., Tičina V., Mišlov Jelavić K., Katavić I. 2011. Damages on mussel farms potentially caused by fish predation—Self service on the ropes? *Aquaculture*, 319: 497-504
- Štrukelj M. 2008. Vpliv marikulture na okolje. Diplomsko delo. Univerza v Novi Gorici. Fakulteta za znanosti o okolju: 54 str.
- Thoreson G. 1996. Guidelines for coastal fish monitoring. *Kustrapport*, 2: 34 str.
- Troell M., Norberg J. 1998. Modelling output and retention of suspended solids in an integrated salmon-mussel culture. *Ecological Modelling*, 110: 65-77
- Turk V., Potočnik B. 2001. Pollution hotspots and sensitive areas along the Slovenian coast. *Annales, Series Historia Naturalis*, 11, 2(25): 239-252
- Turk V., Malej A. 2003. The influence of fish cage aquaculture on bacterioplankton in the Bay of Piran (Gulf of Trieste, Adriatic Sea). *Annales, Series Historia Naturalis*, 13: 37-42
- Tinta T. 2006. The influence of mariculture on planktonic bacterial communities in the pelagic zone of Piran bay. B.Sc. thesis, University of Ljubljana, Faculty of chemistry and chemical technology. *Annales, Series Historia Naturalis*, 16, 2: 285 str.
- Underwood A. J. 1994. On Beyond BACI: Sampling Designs that Might Reliably Detect Environmental Disturbances. *Ecological Applications*, 4, 1: 3-15
- Uredba o ekološko pomembnih območjih. Ur. l. RS št. 48/2004
- Uredba o Krajinskem parku Sečoveljske soline. Ur. l. RS št. 29/2001
- Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). Ur. l. RS št. 49/2004, 110/2004, 59/2007, 43/2008, 8/2012

- Valle C., Bayle-Sempere J.T., Dempster T., Sanchez-Jerez P., Gimenez-Casalduero F. 2007. Temporal variability of wild fish assemblages associated with a sea-cage fish farm in the south-western Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 72: 299-307
- Vita R., Marín M., Madrid J.A., Jiménez-Brinquis B., Cesar A., Marín-Guirao L. 2004. Effects of wild fishes on waste exportation from a Mediterranean fish farm. *Marine Ecology Progress Series*, 277: 253–261
- Vukovič A., Lipej L., Mozetič P. 1997. Program spremljanja kakovosti obalnega morja v Republiki Sloveniji. Poročilo za leto 1996. Inštitut za biologijo Ljubljana. Morska biološka postaja Piran. Piran, 1997: 71 str.
- Vukovič A., Lipej L., Mozetič P. 1998. Program spremljanja kakovosti obalnega morja v Republiki Sloveniji. Poročilo za leto 1997. Inštitut za biologijo Ljubljana. Morska biološka postaja Piran. Piran, 1998: 74 str.
- Vukovič A., Lipej L., Mozetič P. 1999. Program spremljanja kakovosti obalnega morja v Republiki Sloveniji. Poročilo za leto 1998. Inštitut za biologijo Ljubljana. Morska biološka postaja Piran. Piran, 1999: 80 str.
- Weir L.K., Grant J.W.A. 2005. Effects of aquaculture on wild fish populations: a synthesis of data. *Environmental Reviews*, 13: 145–168
- West C. D., Dytham C., Righton D., Pitchford J.W. 2009. Preventing overexploitation of migratory fish stocks: the efficacy of marine protected areas in a stochastic environment. *ICES Journal of Marine Science*, 66: 1919–1930
- Yamada K., Hori M., Tanaka Y., Hasegawa N., Nakaoka M. 2010. Contribution of different functional groups to the diet of major predatory fishes at a seagrass meadow in northeastern Japan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86: 71-82

Zakon o morskem ribištvu. Ur. l. RS št.115/2006

## 11.2 DRUGI VIRI

- Bauchot M.L., Hureau J.C. 1990. Sparidae: 790-812. V: Quero J.C., Hureau J.C., Karrer C., Post A., Saldanha L. (ur.). 1990. Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lizbona; SEI, Pariz; UNESCO, Pariz. 2. del  
URL: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (Froese R., Pauly D. (ur.). 2013. FishBase. World Wide Web electronic publication., verzija apr. 2013)
- Black K.D. 2001. Environmental impacts of aquaculture. Sheffield Academic Press, 214 str.



- FAO Fisheries and Aquaculture Department. Fishery Production Statistics. Fishery and Aquaculture Country Profiles, Slovenia.  
[http://www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP\\_SI/3/en](http://www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP_SI/3/en) (20. jun. 2012)
- Giere O. 2009. Meiobenthology. The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments. 2. izdaja. Springer, Germany: 527 str.
- Krebs C.K. 2001. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 5. izdaja. B. Cummings, San Francisco: 695 str.
- Kryštufek B., Janžekovič F. 1999. Ključ za določanje vretenčarjev Slovenije. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 544 str.
- Magurran A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell publishing: 256 str.
- Maugé L.A., 1990. Atherinidae: 604-605. V: Quero J.C., Hureau J.C., Karrer C., Post A., Saldanha L. (ur.). Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lizbona; SEI, Pariz; UNESCO, Pariz. 2. del  
URL: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (Froese R., Pauly D. (ur.). 2013. FishBase. World Wide Web electronic publication., verzija apr. 2013)
- Naravovarstveni atlas, ZRSVN, ARSO. Zakonu o ohranjanju narave, (ZON-UPB2), Ur. l. RS št. 96/2004. <http://www.naravovarstveni-atlas.si/ISN2KJ/> (15. marec, 2012)
- SIST EN 14757:2005 Kakovost vode – Vzorčenje rib s pomočjo zabodnih mrež (gillnet). ICS 13.060.70; 65.150: 34 str.
- SI STAT podatkovni portal. Statistični urad Republike Slovenije (17. sept. 2012)
- Smith C.L. 1990. Moronidae: 692-694. V: Quero J.C., Hureau J.C., Karrer C., Post A., Saldanha L. (ur.). 1990. Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lizbona; SEI, Pariz; UNESCO, Pariz. 2. del  
URL: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (Froese R., Pauly D. (ur.). 2013. FishBase. World Wide Web electronic publication., verzija apr. 2013)
- Tarman K. 1992. Osnove ekologije in ekologija živali. 1. izdaja. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 547 str.
- Thomson J.M. 1986. Mugilidae: 344-349. V: Daget J., Gosse J.P., Thys van den Audenaerde D.F.E. (ur.). 1986. Check-list of the freshwater fishes of Africa (CLOFFA). ISNB, Brussels, MRAC; Tervuren; ORSTOM, Pariz. 2. del  
URL: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (Froese R., Pauly D. (ur.). 2013. FishBase. World Wide Web electronic publication., verzija apr. 2013)
- United Nations Environment Programme. 2004. Mediterranean Action Plan. Mariculture in the Mediterranean. MAP Technical Reports Series no.140. Athens, 2004

United Nations Environment Programme. 2004. Solutions for sustainable mariculture - avoiding the adverse effects of mariculture on biological diversity. Convention on Biological Diversity Technical report no.12. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2004

Uredba sveta (Evropska skupnost) o ukrepih za upravljanje za trajnostno izkoriščanje ribolovnih virov v Sredozemskem morju, o spremembi Uredbe (EGS) št. 2847/93 in razveljavitvi Uredbe (ES) št. 1626/94. Ur. l. EU št. L 409/49 - 1967/2006

VOLOS. Elektronski register kmetijskih gospodarstev (eRKG). Spletna aplikacija. Dostop do centralnih registrov živali.  
[https://storitve-mkgp.gov.si/dad/sir/w\\_fish\\_farm\\_search.startup](https://storitve-mkgp.gov.si/dad/sir/w_fish_farm_search.startup) (8. avg. 2012, 17. sept. 2012)

Whitehead, P.J.P., Nelson G.J., Wongratana T. 1988. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Rome: FAO. FAO Species Catalogue: Vol. 7. FAO Fish. Synop.,125,7/2: 305-579

Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. 1989. Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, Poissons de l'Atlantique du Nord-Est et de la Méditerranée. Volume I – III. Bungay, Velika Britanija, UNESCO: 1473 str.

## ZAHVALA

Toliko je ljudi, brez katerih mi ne bi uspelo. Nekateri bolj, nekateri manj ste mi pomagali hoditi po poti, ki sem jo izbrala in prav zaradi vas sem danes to kar sem...doktorandka ☺.

Aljaž Jenič, Alma Hvala, Barbara Bric, Barbara Zorica, Bernard Semrajc, Blač Cokan, Bojan Marčeta, Borut Mavrič, Branko Čermelj, Daša Modic, Danilo Puklavec, Edo Avdič, Franc Kravos, Gašper Polajnar, Irena Fonda, Iva Andračič, Ivan Kos, Janez Forte, Matevž Jus, Kaja Pliberšek, Lovrenc Lipej, Lucija Ramšak, Maša Čarf, Marko Tadejevič, Mateja Grego, Metka Lotrič, Miha Ivanc, Mihael J. Toman, Nastja Pajk, Nevijo Kosič, Pizzerija Burin, Renata Strelec, Samo Podgornik, Sarah Schembri, Suzan Demuynck, Špela Marinko, Tihomir Makovec, Tomaž Modic, Tone Tavčar, Urban Žurbi, Vanja Čikeš Keč, Vladimir Bernetič.

Hvala mentorju, profesor Tomanu za konstruktivne razprave, nasvete in pomoč pri izdelavi doktorske disertacije ter učinkovito intervencijo pri pospeševanju postopkov. Hvala profesor Kosu in profesor Lipeju za recenzijo in predlagane popravke.

Samo, Bojan in Irena, hvala za zaupanje, ki ste mi ga izkazali, ko ste mi prepustili vodenje projekta. Hvala Danilo, za podporo in prilagajanje pri terenskem delu, vem, da ni bilo vedno lahko. Renata, a sva zadnjič poslali potrdilo na MKO? :)

Hvala osebju Ribogojnice Fonda, da ste nam omogočili nemoteno delo na ribogojnici.

Tone, tvoje znanje in ideje so omogočile in olajšale terensko delo, hvala. Hvala vsem članom terenske ekipe za odlične košarkaške tekme, napete turnirje v namiznem tenisu, gurmanske ribje plošče ob zvokih kitare in poučne igre taroka. Še enkrat Coki, zakaj si vrgu pagata? ;)

Hvala vedno nasmejanemu osebju pizzerije Burin za jutranje sendviče z vsem. Hvala Alma za logistično podporo, prijetne klepete in nenadomestljivo jutranjo kavico. Hvala sodelavcem z Morske biološke postaje Piran, da ste nam omogočili nemoteno in prijetno delo na vaši postaji, počutili smo se dobrodošle. Jani, hvala za povabilo, vnovčim ob prvi priložnosti ☺. Borut in Mateja, s svojim zgledom sta mi pokazala, kaj pomeni biti raziskovalec.

Hvala vsem, ki ste s svojimi pripombami, komentarji in idejami sodelovali pri oblikovanju projekta in razpravah ter tako preprečili, da mi raznese glavo. Tomaž, hvala za kamen modrosti, naučil me je zaupanja. Aljaž, očitno nimaš veliko dela, saj si si vedno vzel čas zame in mi pomagal, pa naj bo to zadeti koš ob dveh ponoči ali pa razložiti, zakaj na zadnjem vzorčenju nismo ujeli nobene ribe. Hvala tudi za neskončno energijo, s katero si nas vse napolnjeval.

Nastja, cimra ;), pojma nimam, kako naj se ti zahvalim. Samo upam lahko, da ti bom nekoč lahko vrnila vsaj del vsega, kar si mi dala.

Bine in Saša, upam, da sta se kaj naučila o Excelu :-]. Matej, lepo, da si se nam pridružil. Pero, misliš, da te bom sedaj razumela? Mami, kako si spet vedela?

## PRILOGE

### PRILOGA A

Abecedni seznam vrst (slovenska in latinska imena), zabeleženih v raziskavi, z družinami, ekološkimi kategorijami in velikostnimi razredi. Ciljne vrste so označene po barvni shemi. \*Vrstam nismo določili velikostnega razreda (glej poglavje o metodah).

Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	Družina slovensko	Družina latinsko	ekološka kategorija	velikostni razred
barakuda	<i>Sphyaena sphyraena</i>	barakude	Sphyaenidae	pelagična	veliki
bradač	<i>Mullus barbatus</i>	bradači	Mullidae	bentoška	srednji
brancin	<i>Dicentrarchus labrax</i>	brancini	Moronidae	bentoška	veliki
bukva	<i>Boops boops</i>	špari	Sparidae	bentoška	srednji
čepa	<i>Alosa fallax</i>	sledi	Clupeidae	pelagična	srednji
črni glavač	<i>Gobius niger</i>	glavači	Gobiidae	bentoška	majhni
črnopikčasti morski pes	<i>Mustelus punctulatus</i>	navadni morski psi	Triakidae	bentoška	veliki
debelousti cipelj	<i>Chelon labrosus</i>	ciplji	Mugilidae	bentoška	veliki
divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	špari	Sparidae	bentopelagična	srednji
električni skat	<i>Torpedo marmorata</i>	električni skati	Torpedinidae	bentoška	*
fratrc	<i>Diplodus vulgaris</i>	špari	Sparidae	bentopelagična	srednji
gnezdivka	<i>Symphodus cinereus</i>	ustnače	Labridae	bentoška	majhni
konj	<i>Sciaena umbra</i>	grbe	Sciaenidae	bentoška	veliki
korbel	<i>Umbrina cirrosa</i>	grbe	Sciaenidae	bentoška	veliki
lica	<i>Lichia amia</i>	trnoboki	Carangidae	pelagična	veliki
mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	gavuni	Atherinidae	bentoška	majhni

“se nadaljuje”

“nadaljevanje”

Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	Družina slovensko	Družina latinsko	ekološka kategorija	velikostni razred
mali krulec	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	krulci	Triglidae	bentoška	majhni
mali zmajček	<i>Callionymus risso</i>	zmajčki	Callionymidae	bentoška	majhni
menola	<i>Spicara flexuosa</i>	girice	Centranchidae	pelagična	majhni
mol	<i>Merlangius merlangus</i>	trske	Gadidae	bentopelagična	veliki
morski bič	<i>Dasyatis pastinaca</i>	morski biči	Dasyatidae	bentoška	*
morski golob	<i>Myliobatis aquila</i>	morski golobi	Myliobatidae	bentopelagična	*
morski list	<i>Solea solea</i>	morski listi	Soleidae	bentoška	veliki
morski zmaj	<i>Trachinus draco</i>	morski zmaji	Trachinidae	bentoška	srednji
navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	navadni morski psi	Triakidae	bentoška	veliki
obrežni glavački	<i>Pomatoschistus</i>	glavači	Gobiidae	bentoška	majhni
okati ribon	<i>Pagellus bogaraveo</i>	špari	Sparidae	bentopelagična	veliki
orada	<i>Sparus aurata</i>	špari	Sparidae	bentoška	veliki
ovčica	<i>Lithognathus mormyrus</i>	špari	Sparidae	bentoška	srednji
papalina	<i>Sprattus sprattus</i>	sledi	Clupeidae	pelagična	majhni
patarača	<i>Arnoglossus laterna</i>	robci	Bothidae	bentoška	majhni
pritlikavi list	<i>Buglossidium luteum</i>	morski listi	Soleidae	bentoška	majhni
progasti bradač	<i>Mullus surmuletus</i>	bradači	Mullidae	bentoška	srednji
rdečeusti glavač	<i>Gobius cruentatus</i>	glavači	Gobiidae	bentoška	majhni
ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	špari	Sparidae	bentopelagična	srednji
rogata babica	<i>Parablennius tentacularis</i>	babice	Bleniidae	bentoška	majhni
salpa	<i>Sarpa salpa</i>	špari	Sparidae	bentopelagična	srednji

“se nadaljuje”

“nadaljevanje”

Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	Družina slovensko	Družina latinsko	ekološka kategorija	velikostni razred
sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	sledi	Clupeidae	pelagična	srednji
sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	sardoni	Engraulidae	pelagična	majhni
sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	trnoboki	Carangidae	pelagična	srednji
špar	<i>Diplodus annularis</i>	špari	Sparidae	bentopelagična	majhni
šur	<i>Trachurus trachurus</i>	trnoboki	Carangidae	pelagična	veliki
tankousti cipelj	<i>Liza ramada</i>	ciplji	Mugilidae	pelagična	srednji
ugor	<i>Conger conger</i>	morske jegulje	Congridae	bentoška	veliki
veliki gavun	<i>Atherina hepsetus</i>	gavuni	Atherinidae	pelagična	majhni
veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	krulci	Triglidae	bentoška	veliki
veliko šilo	<i>Syngnathus acus</i>	morska šila in morski konjički	Syngnathidae	bentoška	srednji
volkec	<i>Serranus hepatus</i>	zobčasti ostriži	Serranidae	bentoška	majhni
vrsta Campogramma glaycos	<i>Campogramma glaycos</i>	trnoboki	Carangidae	bentopelagična	srednji
vrvica	<i>Cepola macrophthalmia</i>	mečaki	Cepolidae	bentoška	veliki
zlati cipelj	<i>Liza aurata</i>	ciplji	Mugilidae	pelagična	srednji

## PRILOGA B

Preglednica števila analiziranih želodcev za pet ciljnih vrst za obe lokaciji in obe letni obdobji.

<b>del leta</b>	<b>hladni</b>		<b>topli</b>		
<b>vrsta \ lokacija</b>	ribogojnica	kontrola	ribogojnica	kontrola	<b>Skupaj vrsta</b>
brancin	15	0	46	1	<b>62</b>
ovčica	2	0	1	0	<b>3</b>
zlata cipelj	23	1	115	11	<b>150</b>
ribon	13	4	29	24	<b>70</b>
orada	0	3	2	15	<b>20</b>
<b>Skupaj lokacija</b>	<b>53</b>	<b>8</b>	<b>193</b>	<b>51</b>	<b>305</b>
<b>Skupaj sezona</b>	<b>61</b>		<b>244</b>		

## PRILOGA C

Seznam latinskih in slovenskih imen taksonomskih skupin v prehrani ciljnih vrst rib.

	<b>Latinsko ime taksona</b>	<b>Slovensko ime taksona</b>
1	Acanthocephala	ježerilci
2	Acarina	pršice
3	Amphipoda	postranice ali bibe
4	Annelida	kolobarniki
5	Bivalvia	školjke
6	Brachiopoda	ramenonožci
7	Branchiostoma lanceolatum	navadna škrgoustka
8	Bryozoa	mahovnjaki
9	Cnidaria	ožigalkarji
10	Copepoda	ceponožci
11	Crustacea	raki
12	Cumacea	repači
13	Decapoda	deseteronožci
14	Echinodermata	iglokožci
15	Foraminifera	luknjičarke
16	Gastropoda	polži
17	Harpacticoida	harpaktikoidi
18	Isopoda	mokrice ali enakonožci
19	Kinorhyncha	kinorinhi
20	Nematodes	nematodi
21	Ophiuroidea	kačjerepi
22	Ostracoda	dvoklopniki
23	Pisces	ribe
24	Plathelminthes	ploskavci
25	Polychaeta	mногоščetinci
26	Porifera	spužve
27	Priapulida	priapulidi
28	Rotatoria	kotačniki
29	Scaphopoda	slonovi zobčki
30	Tanaidacea	škarjevke
31	Plantae	rastline



PRILOGA D

Seznami vrst, števila in mase ujetih osebkov za posamezno vzorčenje, urejeni po lokacijah in sezonah.

Preglednica 8: Seznam vrst, števila in mase ujetih osebkov na ribogojnici v zimski sezoni s slovenskimi in latinskimi imeni

Table 8: The list of species, number and weight of caught fish on the fish farm in winter with Slovene and Latin names

ID vzorčenja	Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	abundanca	masa [g]
28	bukva	<i>Boops boops</i>	1	235
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	3	15
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	35	94
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	4	497
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	20	65,5
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	4	1489
	veliki gavun	<i>Atherina hepsetus</i>	1	17
	zlati cipelj	<i>Liza aurata</i>	4	1106
	<b>Skupaj</b>		<b>8</b>	<b>72</b>
29	brancin	<i>Dicentrarchus labrax</i>	3	1631
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	3	22
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	25	78
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	5	838
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	13	68
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	6	2396
	veliki gavun	<i>Atherina hepsetus</i>	1	9
	veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	1	218
	zlati cipelj	<i>Liza aurata</i>	6	3678
<b>Skupaj</b>		<b>9</b>	<b>63</b>	<b>8938</b>
32	brancin	<i>Dicentrarchus labrax</i>	1	168
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	1	3
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	5	15
	veliko šilo	<i>Syngnathus acus</i>	1	0,5
	<b>Skupaj</b>		<b>4</b>	<b>8</b>
33	brancin	<i>Dicentrarchus labrax</i>	3	1252
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	2	14
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	8	25
	pritlikavi list	<i>Buglossidium luteum</i>	1	6
	veliki gavun	<i>Atherina hepsetus</i>	2	9
	<b>Skupaj</b>		<b>5</b>	<b>16</b>
72	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	1	3

“se nadaljuje”

“nadaljevanje”

<b>72</b>	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	7	43	
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	1	44	
	električni skat	<i>Torpedo marmorata</i>	1	37	
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	1	177	
	<b>Skupaj</b>		<b>5</b>	<b>11</b>	<b>304</b>
<b>73</b>	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	9	41	
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	1	80	
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	1	186	
	pritlikavi list	<i>Buglossidium luteum</i>	2	10	
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	1	117	
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	2	108	
	<b>Skupaj</b>		<b>6</b>	<b>16</b>	<b>542</b>
	<b>Skupaj zima</b>		<b>37</b>	<b>186</b>	<b>14795</b>

Preglednica 9: Seznam vrst, števila in mase ujetih osebkov na ribogojnici v pomladanski sezoni s slovenskimi in latinskimi imeni

Table 9: The list of species, number and weight of caught fish on the fish farm in spring with Slovene and Latin names

ID vzorčenja	Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	abundanca	masa [g]
14	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	15	66.5
	črnopikčasti morski pes	<i>Mustelus punctulatus</i>	1	364.1
	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	2	118.2
	gnezdīvka	<i>Symphodus cinereus</i>	3	20.6
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	20	50.7
	morski bič	<i>Dasyatis pastinaca</i>	1	14,400.00
	papalina	<i>Sprattus sprattus</i>	6	22.80
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	3	443.70
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	240	2,784.40
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	52	2175.3
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	6	15.2
	zlati cipelj	<i>Liza aurata</i>	1	337.1
	<b>Skupaj</b>		<b>12</b>	<b>350</b>
15	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	60	180.5
	bukva	<i>Boops boops</i>	2	232.8
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	67	2512.2
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	353	4014.4
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	16	73.6
	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	11	205.2
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	1	137.7
	rogata babica	<i>Parablennius tentacularis</i>	1	3.2
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	1	10.6
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	4	22
	<b>Skupaj</b>		<b>10</b>	<b>516</b>
38	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	10	65
	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	3	209
	gnezdīvka	<i>Symphodus cinereus</i>	3	20
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	2	105
	prilīkavi list	<i>Buglossidium luteum</i>	1	8
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	104	5043
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	1	77
	ugor	<i>Conger conger</i>	1	1295
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	10
<b>Skupaj</b>		<b>9</b>	<b>126</b>	<b>6832</b>
39	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	6	58

“se nadaljuje”

“nadaljevanje”

39	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	1	74
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	1	11
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	3	354
	morski list	<i>Solea solea</i>	1	223
	orada	<i>Sparus aurata</i>	1	56
	patarača	<i>Arnoglossus laterna</i>	1	28
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	80	4024
	ugor	<i>Conger conger</i>	1	1119
	<b>Skupaj</b>		<b>9</b>	<b>95</b>
42	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	3	25
	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	2	156
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	43	139
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	13	1243
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	43	549
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	71	3038
	veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	2	594
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	18
	<b>Skupaj</b>		<b>8</b>	<b>178</b>
43	brancin	<i>Dicentrarchus labrax</i>	1	55
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	7	40
	gnezdivka	<i>Symphodus cinereus</i>	4	21
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	48	159
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	1	55
	okati ribon	<i>Pagellus bogaraveo</i>	1	85
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	26	358
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	90	4628
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	4	48
	zlata cipelj	<i>Liza aurata</i>	1	370
	<b>Skupaj</b>		<b>10</b>	<b>183</b>
<b>Skupaj pomlad</b>			<b>1448</b>	<b>52550</b>

Preglednica 10: Seznam vrst, števila in mase ujetih osebkov na ribogojnici v poletni sezoni s slovenskimi in latinskimi imeni

Table 10: The list of species, number and weight of caught fish on the fish farm in summer with Slovene and Latin names

ID vzorčenja	Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	abundanca	masa [g]
18	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	13	72
	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	1	91
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	10	35
	morski golob	<i>Myliobatis aquila</i>	1	331
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	10	3034
	orada	<i>Sparus aurata</i>	8	1032
	progasti bradač	<i>Mullus surmuletus</i>	2	41
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	8	316
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	292	3250
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	128	5344
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	17	661
	veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	2	137
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	4	21
	vrsta Campogramma glaycos	<i>Campogramma glaycos</i>	1	20
	vrvica	<i>Cepola macrophthalma</i>	1	17
	zlati cipelj	<i>Liza aurata</i>	5	1605
<b>Skupaj</b>		<b>16</b>	<b>503</b>	<b>16007</b>
19	bukva	<i>Boops boops</i>	1	210
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	11	41
	konj	<i>Sciaena umbra</i>	1	284
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	23	77
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	5	1471
	orada	<i>Sparus aurata</i>	7	807
	pritlikavi list	<i>Buglossidium luteum</i>	1	7
	progasti bradač	<i>Mullus surmuletus</i>	6	161
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	5	247
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	1	18
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	188	1897
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	202	8490
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	6	200
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	7	35
zlati cipelj	<i>Liza aurata</i>	4	1112	
<b>Skupaj</b>		<b>15</b>	<b>468</b>	<b>15057</b>
22	bradač	<i>Mullus barbatus</i>	14	477.6
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	4	24

“se nadaljuje”

“nadaljevanje”

22	električni skat	<i>Torpedo marmorata</i>	1	243.4	
	morski list	<i>Solea solea</i>	1	4.9	
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	1	654.5	
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	5	369.7	
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	167	1785.3	
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	31	1493.9	
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	3	398.3	
	<b>Skupaj</b>		<b>9</b>	<b>227</b>	<b>5451</b>
23	bradač	<i>Mullus barbatus</i>	8	243.2	
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	7	43	
	fratrc	<i>Diplodus vulgaris</i>	1	124.1	
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	1	3.3	
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	1	135.2	
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	4	135.8	
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	172	1879.4	
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	27	1233.1	
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	2	7	
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	3	28.2	
	zlati cipelj	<i>Liza aurata</i>	2	625.2	
	<b>Skupaj</b>		<b>11</b>	<b>228</b>	<b>4457</b>
46	bradač	<i>Mullus barbatus</i>	1	39	
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	11	29	
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	24	75	
	morski zmaj	<i>Trachinus draco</i>	1	208	
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	6	1745	
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	2	32	
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	6	53	
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	101	1047	
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	71	3060	
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	3	101	
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	2	14	
	zlati cipelj	<i>Liza aurata</i>	1	172	
	<b>Skupaj</b>		<b>12</b>	<b>229</b>	<b>6575</b>
	47	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	18	54
divji ribon		<i>Pagellus acarne</i>	7	52	
mali gavun		<i>Atherina boyeri</i>	73	233	
morski zmaj		<i>Trachinus draco</i>	1	62	
navadni morski pes		<i>Mustelus mustelus</i>	1	291	
ribon		<i>Pagellus erythrinus</i>	2	89	
sardela		<i>Sardina pilchardus</i>	3	43	

“se nadaljuje”

“nadaljevanje”

<b>47</b>	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	74	808
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	103	4561
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	4	144
	veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	1	324
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	6
	vrvice	<i>Cepola macrophthalma</i>	1	31
	<b>Skupaj</b>	<b>13</b>	<b>289</b>	<b>6698</b>
	<b>Skupaj poletje</b>		<b>1944</b>	<b>54246</b>

Preglednica 11: Seznam vrst, števila in mase ujetih osebkov na ribogojnici v jesenski sezoni s slovenskimi in latinskimi imeni

Table 11: The list of species, number and weight of caught fish on the fish farm in autumn with Slovene and Latin names

ID vzorčenja	Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	abundanca	masa [g]	
26	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	2	12	
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	8	170	
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	5	54	
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	3	383	
	veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	2	758	
	<b>Skupaj</b>		<b>5</b>	<b>20</b>	<b>1377</b>
27	brancin	<i>Dicentrarchus labrax</i>	1	451	
	bukva	<i>Boops boops</i>	2	555	
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	3	31	
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	2	12	
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	1	79	
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	5	445	
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	2	249	
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	22	493	
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	16	206	
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	18	927	
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	1	110	
	veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	1	110	
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	12	
	<b>Skupaj</b>		<b>13</b>	<b>75</b>	<b>3680</b>
50	bradač	<i>Mullus barbatus</i>	7	245	
	čepa	<i>Alosa fallax</i>	1	256	
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	7	50	
	konj	<i>Sciaena umbra</i>	1	344	
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	33	107	
	orada	<i>Sparus aurata</i>	1	152	
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	1	60	
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	11	50	
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	17	985	
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	1	156	
	tankousti cipelj	<i>Liza ramada</i>	1	578	
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	4	
	<b>Skupaj</b>		<b>12</b>	<b>82</b>	<b>2987</b>
	51	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	29	97
špar		<i>Diplodus annularis</i>	21	1089	
sardon		<i>Engraulis encrasicolus</i>	10	101	

“se nadaljuje”



“nadaljevanje”

51	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	5	20	
	bradač	<i>Mullus barbatus</i>	7	153	
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	1	698	
	okati ribon	<i>Pagellus bogaraveo</i>	2	52	
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	2	117	
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	5	107	
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	2	23	
	orada	<i>Sparus aurata</i>	3	924	
	barakuda	<i>Sphyraena sphyraena</i>	1	133	
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	1	45	
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	8	1419	
	<b>Skupaj</b>		<b>14</b>	<b>97</b>	<b>4978</b>
	62	brancin	<i>Dicentrarchus labrax</i>	1	451
mali gavun		<i>Atherina boyeri</i>	4	13	
menola		<i>Spicara flexuosa</i>	1	62	
mol		<i>Merlangius merlangus</i>	25	1909	
papalina		<i>Sprattus sprattus</i>	6	46	
ribon		<i>Pagellus erythrinus</i>	1	145	
sardela		<i>Sardina pilchardus</i>	2	47	
sardon		<i>Engraulis encrasicolus</i>	42	476	
špar		<i>Diplodus annularis</i>	2	126	
šur		<i>Trachurus trachurus</i>	1	211	
volkec		<i>Serranus hepatus</i>	3	9	
<b>Skupaj</b>			<b>88</b>	<b>3495</b>	
63	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	1	8	
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	7	22	
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	41	2994	
	obrežni glavački	<i>Pomatoschistus</i>	1	2	
	papalina	<i>Sprattus sprattus</i>	4	36	
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	1	73	
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	2	55	
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	20	200	
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	1	66	
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	1	
<b>Skupaj</b>		<b>79</b>	<b>3457</b>		
<b>Skupaj jesen</b>			<b>441</b>	<b>19974</b>	

Preglednica 12: Seznam vrst, števila in mase ujetih osebkov na kontrolni lokaciji v zimski sezoni s slovenskimi in latinskimi imeni

Table 12: The list of species, number and weight of caught fish on control location in winter with Slovene and Latin names

ID vzorčenja	Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	abundanca	masa [g]
30	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	1	2
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	36	114
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	8	786
	papalina	<i>Sprattus sprattus</i>	2	10
	rdečeusti glavač	<i>Gobius cruentatus</i>	1	7
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	4	45
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	2	291
	veliki gavun	<i>Atherina hepsetus</i>	1	3
	veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	2	450
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	15
	<b>Skupaj</b>		<b>10</b>	<b>58</b>
31	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	3	13
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	3	309
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	10	993
	orada	<i>Sparus aurata</i>	3	150
	papalina	<i>Sprattus sprattus</i>	1	6
	<b>Skupaj</b>		<b>5</b>	<b>20</b>
34	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	1	4
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	27	81
	obrežni glavački	<i>Pomatoschistus</i>	2	2
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	2
	<b>Skupaj</b>		<b>4</b>	<b>31</b>
35	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	9	85
	mali zmajček	<i>Callionymus risso</i>	1	2
	<b>Skupaj</b>		<b>2</b>	<b>10</b>
74	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	4	42
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	4	153
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	2	125
	patarača	<i>Arnoglossus laterna</i>	1	27
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	6	662
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	5	377
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	3
	<b>Skupaj</b>		<b>7</b>	<b>23</b>
75	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	10	90
	gnezdivka	<i>Symphodus cinereus</i>	5	27
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	2	10

“se nadaljuje”

“nadaljevanje”

75	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	25	1319	
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	11	811	
	orada	<i>Sparus aurata</i>	3	240	
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	7	851	
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	7	204	
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	2	34	
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	28	1976	
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	2	253	
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	4	
	<b>Skupaj</b>		<b>12</b>	<b>103</b>	<b>5819</b>
	<b>Skupaj zima</b>			<b>245</b>	<b>10578</b>

Preglednica 13: Seznam vrst, števila in mase ujetih osebkov na kontrolni lokaciji v pomladanski sezoni s slovenskimi in latinskimi imeni

Table 13: The list of species, number and weight of caught fish on control location in spring with Slovene and Latin names

ID vzorčenja	Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	abundanca	masa [g]
14	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	15	66.5
	črnopikčasti morski pes	<i>Mustelus punctulatus</i>	1	364.1
	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	2	118.2
	gnezdivka	<i>Symphodus cinereus</i>	3	20.6
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	20	50.7
	morski bič	<i>Dasyatis pastinaca</i>	1	14,400.00
	papalina	<i>Sprattus sprattus</i>	6	22.80
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	3	443.70
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	240	2,784.40
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	52	2175.3
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	6	15.2
	zlati cipelj	<i>Liza aurata</i>	1	337.1
	<b>Skupaj</b>		<b>12</b>	<b>350</b>
15	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	60	180.5
	bukva	<i>Boops boops</i>	2	232.8
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	67	2512.2
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	353	4014.4
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	16	73.6
	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	11	205.2
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	1	137.7
	rogata babica	<i>Parablennius tentacularis</i>	1	3.2
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	1	10.6
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	4	22
	<b>Skupaj</b>		<b>10</b>	<b>516</b>
38	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	10	65
	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	3	209
	gnezdivka	<i>Symphodus cinereus</i>	3	20
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	2	105
	prtljikavi list	<i>Buglossidium luteum</i>	1	8
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	104	5043
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	1	77
	ugor	<i>Conger conger</i>	1	1295
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	10
<b>Skupaj</b>		<b>9</b>	<b>126</b>	<b>6832</b>
39	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	6	58

“se nadaljuje”

“nadaljevanje”

39	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	1	74
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	1	11
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	3	354
	morski list	<i>Solea solea</i>	1	223
	orada	<i>Sparus aurata</i>	1	56
	patarača	<i>Arnoglossus laterna</i>	1	28
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	80	4024
	ugor	<i>Conger conger</i>	1	1119
	<b>Skupaj</b>		<b>9</b>	<b>95</b>
42	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	3	25
	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	2	156
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	43	139
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	13	1243
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	43	549
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	71	3038
	veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	2	594
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	18
	<b>Skupaj</b>		<b>8</b>	<b>178</b>
43	brancin	<i>Dicentrarchus labrax</i>	1	55
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	7	40
	gnezdivka	<i>Symphodus cinereus</i>	4	21
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	48	159
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	1	55
	okati ribon	<i>Pagellus bogaraveo</i>	1	85
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	26	358
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	90	4628
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	4	48
	zlata cipelj	<i>Liza aurata</i>	1	370
	<b>Skupaj</b>		<b>10</b>	<b>183</b>
<b>Skupaj pomlad</b>			<b>1448</b>	<b>52550</b>

Preglednica 14: Seznam vrst, števila in mase ujetih osebkov na kontrolni lokaciji v poletni sezoni s slovenskimi in latinskimi imeni

Table 14: The list of species, number and weight of caught fish on control location in summer with Slovene and Latin names

ID vzorčenja	Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	abundanca	masa [g]
18	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	13	72
	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	1	91
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	10	35
	morski golob	<i>Myliobatis aquila</i>	1	331
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	10	3034
	orada	<i>Sparus aurata</i>	8	1032
	progasti bradač	<i>Mullus surmuletus</i>	2	41
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	8	316
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	292	3250
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	128	5344
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	17	661
	veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	2	137
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	4	21
	vrsta Campogramma glycos	<i>Campogramma glycos</i>	1	20
	vrvica	<i>Cepola macrophthalma</i>	1	17
	zlati cipelj	<i>Liza aurata</i>	5	1605
<b>Skupaj</b>		<b>16</b>	<b>503</b>	<b>16007</b>
19	bukva	<i>Boops boops</i>	1	210
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	11	41
	konj	<i>Sciaena umbra</i>	1	284
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	23	77
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	5	1471
	orada	<i>Sparus aurata</i>	7	807
	pritlikavi list	<i>Buglossidium luteum</i>	1	7
	progasti bradač	<i>Mullus surmuletus</i>	6	161
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	5	247
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	1	18
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	188	1897
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	202	8490
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	6	200
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	7	35
	zlati cipelj	<i>Liza aurata</i>	4	1112
<b>Skupaj</b>		<b>15</b>	<b>468</b>	<b>15057</b>
22	bradač	<i>Mullus barbatus</i>	14	477.6
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	4	24

“se nadaljuje”

“nadaljevanje”

22	električni skat	<i>Torpedo marmorata</i>	1	243.4
	morski list	<i>Solea solea</i>	1	4.9
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	1	654.5
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	5	369.7
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	167	1785.3
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	31	1493.9
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	3	398.3
	<b>Skupaj</b>		<b>9</b>	<b>227</b>
23	bradač	<i>Mullus barbatus</i>	8	243.2
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	7	43
	fratrc	<i>Diplodus vulgaris</i>	1	124.1
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	1	3.3
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	1	135.2
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	4	135.8
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	172	1879.4
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	27	1233.1
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	2	7
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	3	28.2
	zlata cipelj	<i>Liza aurata</i>	2	625.2
	<b>Skupaj</b>		<b>11</b>	<b>228</b>
46	bradač	<i>Mullus barbatus</i>	1	39
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	11	29
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	24	75
	morski zmaj	<i>Trachinus draco</i>	1	208
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	6	1745
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	2	32
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	6	53
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	101	1047
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	71	3060
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	3	101
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	2	14
	zlata cipelj	<i>Liza aurata</i>	1	172
	<b>Skupaj</b>		<b>12</b>	<b>229</b>
47	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	18	54
	divji ribon	<i>Pagellus acarne</i>	7	52
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	73	233
	morski zmaj	<i>Trachinus draco</i>	1	62
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	1	291
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	2	89
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	3	43

“se nadaljuje”

“nadaljevanje”

47	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	74	808
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	103	4561
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	4	144
	veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	1	324
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	6
	vrvice	<i>Cepola macrophthalma</i>	1	31
	<b>Skupaj</b>		<b>13</b>	<b>289</b>
	<b>Skupaj poletje</b>		<b>1944</b>	<b>54246</b>



Preglednica 15: Seznam vrst, števila in mase ujetih osebkov na kontrolni lokaciji v jesenski sezoni s slovenskimi in latinskimi imeni

Table 15: The list of species, number and weight of caught fish on control location in autumn with Slovene and Latin names

ID vzorčenja	Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	abundanca	masa [g]
26	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	2	12
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	8	170
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	5	54
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	3	383
	veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	2	758
	<b>Skupaj</b>		<b>5</b>	<b>20</b>
27	brancin	<i>Dicentrarchus labrax</i>	1	451
	bukva	<i>Boops boops</i>	2	555
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	3	31
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	2	12
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	1	79
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	5	445
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	2	249
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	22	493
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	16	206
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	18	927
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	1	110
	veliki krulec	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	1	110
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	12
	<b>Skupaj</b>		<b>13</b>	<b>75</b>
50	bradač	<i>Mullus barbatus</i>	7	245
	čepa	<i>Alosa fallax</i>	1	256
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	7	50
	konj	<i>Sciaena umbra</i>	1	344
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	33	107
	orada	<i>Sparus aurata</i>	1	152
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	1	60
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	11	50
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	17	985
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	1	156
	tankousti cipelj	<i>Liza ramada</i>	1	578
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	1	4
	<b>Skupaj</b>		<b>12</b>	<b>82</b>
51	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	29	97
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	21	1089

“se nadaljuje”

“nadaljevanje”

51	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	10	101
	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	5	20
	bradač	<i>Mullus barbatus</i>	7	153
	navadni morski pes	<i>Mustelus mustelus</i>	1	698
	okati ribon	<i>Pagellus bogaraveo</i>	2	52
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	2	117
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	5	107
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	2	23
	orada	<i>Sparus aurata</i>	3	924
	barakuda	<i>Sphyraena sphyraena</i>	1	133
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	1	45
	sredozemski šur	<i>Trachurus mediterraneus</i>	8	1419
	<b>Skupaj</b>		<b>14</b>	<b>97</b>
	<b>4978</b>			
62	brancin	<i>Dicentrarchus labrax</i>	1	451
	mali gavun	<i>Atherina boyeri</i>	4	13
	menola	<i>Spicara flexuosa</i>	1	62
	mol	<i>Merlangius merlangus</i>	25	1909
	papalina	<i>Sprattus sprattus</i>	6	46
	ribon	<i>Pagellus erythrinus</i>	1	145
	sardela	<i>Sardina pilchardus</i>	2	47
	sardon	<i>Engraulis encrasicolus</i>	42	476
	špar	<i>Diplodus annularis</i>	2	126
	šur	<i>Trachurus trachurus</i>	1	211
	volkec	<i>Serranus hepatus</i>	3	9
	<b>Skupaj</b>		<b>88</b>	<b>3495</b>
	63	črni glavač	<i>Gobius niger</i>	1
mali gavun		<i>Atherina boyeri</i>	7	22
mol		<i>Merlangius merlangus</i>	41	2994
obrežni glavački		<i>Pomatoschistus</i>	1	2
papalina		<i>Sprattus sprattus</i>	4	36
ribon		<i>Pagellus erythrinus</i>	1	73
sardela		<i>Sardina pilchardus</i>	2	55
sardon		<i>Engraulis encrasicolus</i>	20	200
špar		<i>Diplodus annularis</i>	1	66
volkec		<i>Serranus hepatus</i>	1	1
<b>Skupaj</b>			<b>79</b>	<b>3457</b>
<b>Skupaj jesen</b>		<b>441</b>	<b>19974</b>	

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Polona PENGAL

**VPLIV MARIKULTURE NA RIBJE ZDRUŽBE V  
PORTOROŠKEM RIBOLOVNEM REZERVATU**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ljubljana, 2013