

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU  
ODJEL ZA AKVAKULTURU  
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Marko Relić

**RAZLIKOVNE KARAKTERISTIKE IZMEĐU PRIRODNIH I SELEKTIVNIM  
UZGOJEM IZMJENJENIH OBILJEŽJA LUBINA (*Dicentrarchus labrax* L. 1758)  
NA ZAPADNOJ OBALI ISTRE**

**DIPLOMSKI RAD**

**Dubrovnik, 2015. godine**

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU  
ODJEL ZA AKVAKULTURU  
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Marko Relić

**RAZLIKOVNE KARAKTERISTIKE IZMEĐU PRIRODNIH I SELEKTIVNIM  
UZGOJEM IZMJENJENIH OBILJEŽJA LUBINA (*Dicentrarchus labrax* L. 1758)  
NA ZAPADNOJ OBALI ISTRE**

**DIPLOMSKI RAD**

**Mentor:**

Prof.dr.sc. Ivan Katavić

**Dubrovnik, 2015. godine**

## **ISKAZ O IZVEDBI RADA**

---

Ovaj diplomski rad izrađen je pod stručnim vodstvom Prof.dr.sc. Ivana Katavića, u sklopu diplomskog studija Marikultura na Odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku.

---

---

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentoru prof.dr.sc Ivanu Kataviću na inicijativi i omogućavanju ostvarenja svih uvjeta za izradu ovog diplomskog rada kao i doc.dr.sc. Leonu Grubišiću, dr.sc Tanji Šegvić – Bubić te dip.mg Igoru Talijančiću koji su svojim strpljenjem, stručnošću i podrškom pridonijeli kvaliteti izrade ovog diplomskog rada.

Posebno se zahvaljujem gospodinu Mariju Lovrinovu, Claudiu Folu, Te Matku Brajnoviću kao i ostalim djelatnicima Cromarisa bez čije ljubaznosti i omogućavanja mjerena uzgojnih jedinki ne bi bilo moguće napisati ovaj diplomski rad.

Također se zahvaljujem svojoj djevojci i obitelji s čijom sam ljubavlju, podrškom te velikim strpljenjem uspješno skončao studiranje. Naravno moram se zahvaliti i svim svojim kolegama i prijateljima koji su mi uljepšali studentske dane i olakšali učenje.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Dubrovniku  
Sveučilišni odjel za akvakulturu  
Diplomski studij Marikultura

Diplomski rad

### **RAZLIKOVNE KARAKTERISTIKE IZMEĐU PRIRODNIH I SELEKTIVNIM UZGOJEM IZMJENJENIH OBILJEŽJA LUBINA (*DICENTRARCHUS LABRAX* L. 1758) NA ZAPADNOJ OBALI ISTRE**

**Marko Relić**

#### **Sažetak**

U ovom diplomskom radu predstavljeni su rezultati istraživanja razlikovnih fenotipskih obilježja divljih i uzgojnih lubina *Dicentrarchus labrax* (L. 1758) na području zapadne obale Istre. Ukupno je obrađeno 200 jedinki lubina, 100 divljih i 100 uzgojnih koje su skupljene u jesenskom i zimskom periodu 2014/2015 god na spomenutom području. Za određivanje porijekla jedinki korištena je metoda vezane mreže i morfometrijski indikatori. Rezultati pokazuju da je najveća razlika između divljih i uzgojnih u predjelu glave. Divlji lubini imaju veći glaveni indeks te je jednako dobiveno i iz rezultata dobivenih obradom podataka metode vezane mreže. Osim razlike u predjelu glave rezultati su pokazali i razliku u mjerama repnog drška. Na temelju tih razlika određeno je porijeklo za svih 200 jedinki. Diskriminantna analiza je na temelju opisanih varijabli uzgojne jedinke s točnošću od 100 % svrstala prema originalnoj raspodjeli i unakrsnoj validaciji, što implicira da prebjega nema. Rezultati ukazuju na korisnost metode vezane mreže pri određivanju porijekla riba ali jednako i potrebe za multidisciplinarnim pristupom.

(stranica 43, slika 12, tablica 14, 76 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

**Ključne riječi:** *Dicentrarchus labrax*, lubin, prebjegi, fenotipska obilježja, morfometrija, metoda vezane mreže, morfometrijski indikatori, zapadna obala Istre

**Mentor:** Prof.dr.sc. Ivan Katavić

**Ocjenzivači:** 1.

2.

3.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Dubrovnik  
Department of Marine Studies  
Graduate study Mariculture

MSc Thesis

### **DIFFERENCES BETWEEN WILD AND BY SELECTIVE BREEDING MODIFIED FARMED SEA BASS (*DICENTRARCHUS LABRAX* L. 1758 G.) ON THE WEST COAST OF ISTRA**

**Marko Relić**

#### **Abstract**

This thesis presents the results of distinguishing phenotypic characteristics of wild and breeding sea bass *Dicentrarchus labrax* (L. 1758) in the area of the West coast of Region of Istria. During the autumn/winter 2014/2015, there were compared 200 samples of sea basses (100 wild and 100 breeding ones). The truss network system and morphometric indicators are used in process of determining the origin of the species. The results present how the biggest difference between wild and breeding ones is at the head section. Wild sea bass have increased the main index that is proven by results after processing the truss network system. In addition to differences at the head section, the results showed a difference in the measures of the tail shaft. Based on these differences, we determined the origin of all 200 species. Discriminated analysis, based on the observed variables breeding individuals, with an accuracy of 100 % aligned to the original allocation and cross valorization, which implies that there are no escapes.

(pages 43, figures 12, tables 14, 76 references, original in: Croatian)

**Keywords :** *Dicentrarchus labrax*, sea bass, escapes, phenotypic characteristics, morphometry, truss network system, morphometric indicators, western coast of Istria

**Supervisor:** Prof.dr.sc. Ivan Katavić

**Reviewers:** 1.

2.

3.

# SADRŽAJ

---

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Marikulturna proizvodnja u Republici Hrvatskoj.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Bio – ekološke značajke i tehnologija proizvodnje lubina, <i>Dicentrarchus labrax</i> .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Kavezni uzgoj u morskom okolišu.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4. Pregled dosadašnjih istraživanja problematike prebjega na europskoj razini ...</b>	<b>11</b>
1.4.1 Okolišne posljedice prebjega uzgojnih riba u morski okoliš .....	11
1.4.2 Okolišne posljedice prebjega orade i lubina u morski okoliš.....	13
1.4.3 Prevencija umnožavanja prebjega.....	14
<b>1.5 Uzroci prebjega .....</b>	<b>15</b>
<b>1.6 Metode identifikacije prebjega .....</b>	<b>16</b>
<b>1.7. istraživanja prebjega u Republici Hrvatskoj.....</b>	<b>19</b>
<b>1.8. Svrha i ciljevi istraživanja.....</b>	<b>20</b>
<b>2. MATERIJALI I METODE.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. Područje i vrijeme istraživanja.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. Prikupljanje i obrada materijala .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3. Statistička analiza.....</b>	<b>26</b>
2.3.1. Metoda vezane mreže .....	26
<b>3. REZULTATI.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Tjelesni i kondicijski indeksi.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Glavni index .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3. Metoda vezane mreže .....</b>	<b>32</b>
<b>4. RASPRAVA .....</b>	<b>37</b>
<b>5. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>44</b>
<b>6. LITERATURA.....</b>	<b>45</b>

## 1. UVOD

### 1.1. Marikulturna proizvodnja u Republici Hrvatskoj

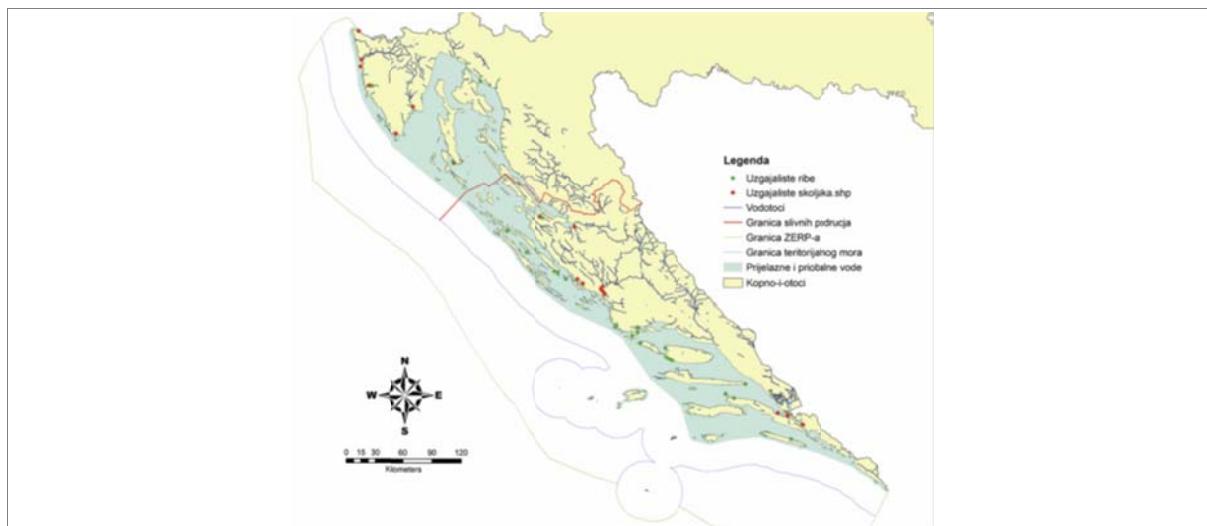
Početak akvakulture proizvodnje na teritoriju današnje Republike Hrvatske datira iz doba Rimskog carstva i bazirao se na uzgoju školjkaša. Uzgoj bijele morske ribe afirmrao se prije tridesetak godina, prvenstveno orade (*Sparus aurata*) i lubina (*Dicentrarchus labrax*). Uzgoj plave ribe odnosno tune (*Thunnus thynnus*) u Republici Hrvatskoj započinje 1996. godine. Republika Hrvatska prva započinje na Mediteranu s uzgojem tuna (Ministarstvo poljoprivrede, 2015).

Hrvatska ima uzgoj u svih sedam primorskih županija u kojima su smještena 330 uzgajališta (Tablica 1.). Ukupna površina pod uzgojem iznosi 4.8 km<sup>2</sup>, dok u uzgoju sudjeluje 147 proizvođača, 25 uzgajivača bijele ribe, 118 proizvođača školjkaša i 4 proizvođača plave ribe (Tablica 1.). Komercijalno se uzbaja 7 vrsta organizama, dvije vrste školjkaša; dagnja (*Mytilus galloprovincialis*) i kamenica (*Ostrea edulis*), jedna vrsta plave ribe; tuna (*Thunnus thynnus*) i četiri vrste bijele ribe; lubin (*Dicentrarchus labrax*), orada (*Sparus aurata*), hama (*Agyrosomus regius*) i zubatac (*Dentex dentex*). Hrvatska ima tendenciju uzgoja novih vrsta, pa je tako u Cromarisovom uzgajalištu Budava započeo eksperimentalni uzgoj plosnatice, romba *Scophthalmus rhombus* s odličnim rezultatima. (Ministarstvo poljoprivrede, 2015).

Uzgoj bijele ribe dostiže 5 000 tona godišnje (Tablica 1.) . Uzgoj započinje kontroliranom proizvodnjom mlađi u mrjestilištu, te se dalje odvija uzgojem u plutajućim kavezima uz primjenu najmodernije tehnologije i opreme, te podrazumijeva zatvoreni uzgojni ciklus, od mriješta do konzumnog proizvoda. Premda se uzgoj prakticira , duž čitave obale no većina uzgoja odvija se u Zadarskoj županiji.

U Hrvatskoj postoje tri mrjestilišta za bijelu ribu s proizvodnjom od cca. 14 mil. komada mlađi. U 2012 godini nasađeno je 36,74 mil. što znači da sami proizvodimo samo 1/3 potrebne mlađi, dok potražnja za mlađi u Hrvatskoj raste iz godine u godinu. Trenutačno se renovira i modernizira naše najveće mrjestilište koje se nalazi u Ninu što za posljedicu ima još veći uvoz mlađi iz Francuske i Italije. (Ministarstvo poljoprivrede, 2015)

**TABLICA 1.** Prikaz registriranih uzgajališta morskih organizama po županijama u Republici Hrvatskoj (Izvor: IZOR, 2012; Pavlović, 2010.)



OPIS SEKTORA 2012. (UZGAJALIŠTA)	BROJ UZGAJALIŠTA	BROJ PROIZVOĐAČA	POVRŠINA (m <sup>2</sup> )
Bijela riba	51	25	1.701.022
Školjkaši	255	118	1.784.230
Polikultura	10	6	302.736
Tuna	14	4	1.068.080

**BROJ REGISTRIRANIH UZGAJIVAČA MORSKIH ORGANIZAMA PO ŽUPANIJAMA U RH  
(2012)**

Županija / uzgojna skupina	Istra	Rijeka	Zadar	Šibenik	Split	Dubrovnik	UKUPNO
Bijela riba	1	3	8	2	7	3	25
Školjkaši	17	/	12	20	1	68	118
Polikultura	1	1	1	/	4	1	8
Tuna	/	/	3	/	1	/	4

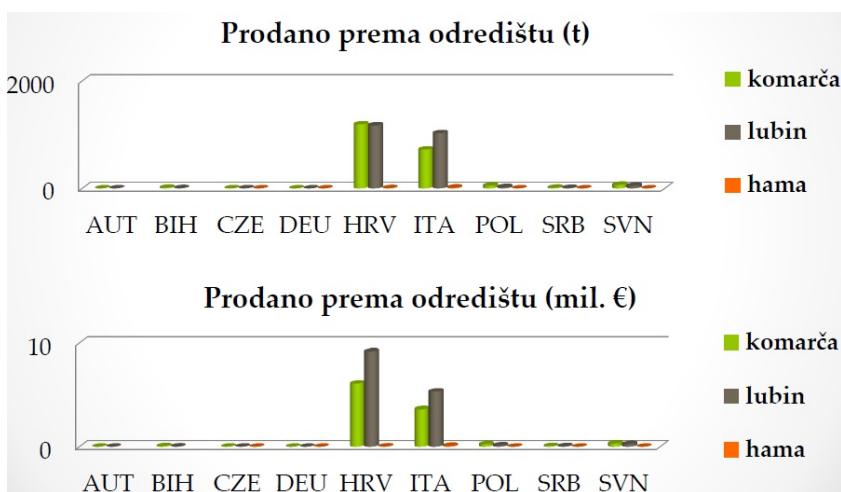
**MARIKULTURNA PROIZVODNJA (t) TIJEKOM DESETOGODIŠnjEG RAZDOBLJA  
REPUBLIKE HRVATSKE**

VRSTA	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
Lubin	1.702	2.100	2.000	2.400	2.800	2.500	2.800	2.800	2.775	2.453
Komarča	808	800	1.000	1.050	1.150	2.000	2.200	2.400	1.719	2.173
Dagnja	2.800	2.400	2.500	3.500	3.000	3.000	2.000	2.000	3.000	3.000
Kamenica	40	40	50	50	50	50	50	55	150	150
Tuna	4.679	3.777	3.425	6.700	4.180	3.711	4.200	3.592	3.223	1.907
Hama								2	39	24
Pic								0,65		
Zubatac										0,037
UKUPNO	10.029	9.117	8.975	13.700	11.180	11.261	11.250	10.849	10.906	9.707

Uzgoj plave ribe temelji se na ulovu malih tuna (8-10 kg) i njihovom intenzivnom uzgoju do tržišne veličine od 30 i više kg. Tune se uzgajaju u plutajućim kavezima promjera 60 m i više. Uzgajališta tuna su smještena u Zadarskoj i Splitsko-dalmatinskoj županiji. Volumni uzgoj tune s 3 000 t godišnje proizvodnje predstavlja 30% od ukupne proizvodnje u marikulturi, i sva proizvedena tuna je namijenjena za izvoz na Japansko tržište (Tablica 1.). Zbog restriktivnih mjera u ulovu plavoperajne tune, zadnjih nekoliko godina bilježi se posljedično stagnacija u uzgoju (Ministarstvo poljoprivrede, 2015).

U uzgoju školjkaša dominiraju dvije vrste, dagnja (*Mytilus galloprovincialis*) i europska plosnata kamenica (*Ostrea edulis*). Uzgajaju se na linijskim plutajućim sustavima s vertikalno položenim (vješajućim) uzgojnim strukturama (pergolari). Uzgoj se u većini odvija na području Malostonskog zaljeva i Malog mora, zapadne obale Istre, ušća rijeke Krke i Novigradskog mora. Uzgoj nije biološki zaokružen, te uvelike ovisi o dostupnosti mlađi iz prirode. Mlađ se prikuplja uz pomoć naroćitih kolekta, te se daljnjim porastom prebacuje u pergolare (dagnje), odnosno „lanterne“ (kamenice) gdje ostaju sve do konzumne veličine. Godišnje se proizvede oko 2 000 t dagnja i 1 mil. kamenica (50 t.) (Tablica 1.) (Ministarstvo poljoprivrede, 2015) .

Najveće tržište predstavlja Italija (EU), no velike količine proizvoda iz marikulture plasira se na domaće tržište (Slika 1.). Proširenjem turističkih kapaciteta i produljenjem turističke sezone u Hrvatskoj raste i potražnja za proizvodima marikulture. Cilj Hrvatske je povećanje proizvodnje bijele ribe iškoljkaša, te ukoliko se povećaju ulovne kvote očekuje se povećanje uzgoja plave ribe (Tablica 2.). Kvantificirani nacionalni ciljevi rasta prikazani su u tablici broj 2.



**SLIKA 1.** Prikaz tržišta bijele ribe u 2012 god.

(Izvor: Ministarstvo poljoprivrede, 2015)

**TABLICA 2.** Prikaza kvantificiranih nacionalnih ciljeva rasta proizvodnje u marikulturi

Vrsta	2012 - tona	2020 - tona
Bijela riba (lubin, komarča, hama, ostalo)	4 650	18 000
Plavoperajna tuna	1 907	*
Dagnja	3 000	15 000
Kamenica	150	1000

## 1.2. Bio-ekološke značajke i tehnologija proizvodnje lubina, *Dicentrarchus labrax*

Lubin, *D. Labrax* pripada razredu koštunjača (Osteichthyes), podrazredu zrakoperki (Actinopterygii), redu grgečki (Perciformes), porodici Moronidae. Klasifikacija je vidljiva iz dolje priložene tablice broj 3.



**SLIKA 2.** Lubin *Dicentrarchus labrax* L. 1758;  
(Izvor: vlastita izrada)

**TABLICA 3.** Klasifikacija Lubina; (izvor: Jardas 1996.)

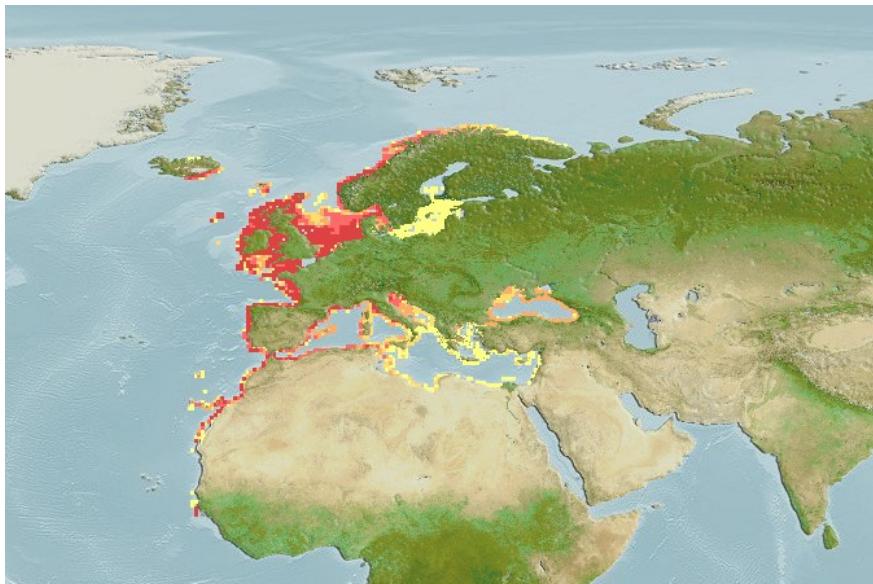
Carstvo	Animalia - životinja
Koljeno	Chordata - svitkovci
Potkoljeno	Vertebrata - kralježnjaci
Nadrazred	Gnathostomata - čeljouste
Razred	Osteichthyes - košturnjače
Podrazred	Actinopterygii - zrakoperke
Red	Perciformes - grgečke
Porodica	Moronidae
Rod	<i>Dicentrarchus</i> (Linnaeus, 1758)
Vrsta	<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)

**Morfologija:** Tijelo lubina je izduženo i ima vretenast oblik, bočno je blago spljošteno. Gornja čeljust je kraća od donje. Stražnji rub škržnog pretpoklopca je pilasto nazubljen, donji rub s jačim i naprijed usmjerenim zubićima. Zubi su sitni i nalaze se u više redova, nalaze se na nepcu i jeziku. Dvije plosnate bodlje nalaze se na škržnom poklopcu. Na gornjoj strani glave nalaze se cikloidne ljske. Lubin ima dvije leđne peraje. Repna peraja je blago račvastog oblika. D1: VIII-X, D2: 1 + 12-3, A: III + 10 – 12. (Jardas, 1996).

**Boja:** Lubin je srebrne, plavkaste ili zelenkaste boje po leđima te srebrnkasto bijele po trbuhu. Kod juvenilnih jedinki uočljive su duž tijela rijetke crnkaste točke. Na gornjem dijelu škržnog poklopca nalazi se difuzna crna mrlja (Jardas, 1996).

**Veličina:** Lubin u dužinu može narasti do jednog metra te mase do 14 kg. Obično u prosjeku od 22 – 55 cm. Ženke su u prosjeku duže jer kasnije spolno sazrijevaju što znači da kasnije počinju trošiti energiju za razvoj gonada.

**Rasprostranjenost:** Lubin predstavlja vrstu koja je široko rasprostranjena na području istočnog Atlantika naseljava područja od Norveške do Senegala. Rasprostranjen je u čitavom Mediteranu, jednako tako živi uzduž cijele jadranske obale (istočne i zapadne) no najgušća naselja su oko riječnih ušća (Jardas, 1996).



**SLIKA 3.** Rasprostranjenost *D. labrax* u Atlantiku i Sredozemnom moru

(Izvor: FishBase, 2015.)

**Stanište i biologija:** Zadržava se i živi uz obalu. Eurihalina (salinitet  $\geq 3$ ) je vrsta (slanost  $\geq 3$  ppt, i euritermna ( $5 - 28$  °C) vrsta. Zalazi u ušća rijeka te ga se ponekad može pronaći i u dubljim riječnim tokovima. Zalazi do dubine od najviše 100 metara, uglavnom do 20 metara. Mrijeti se jednom godišnje u zimskim mjesecima od studenog do ožujka, kad temperatura vode padne ispod 15 °C. Mužjaci spolno sazrijevaju tijekom druge (23-30 cm), a ženke tijekom treće godine (31-40 cm). Jaja su pelagička i mala (1.02 - 1.39 mm). Mrijeti se u lagunama i mjestima gdje salinitet ne prelazi 35. Predator je, hrani se rakovima i mekušcima ali i ribom. Najaktivniji je u svitanje i pred zalazak sunca, ali je jednako dobar lovac i noću. Jako je proždrljiv (Jardas, 1996).

## Proizvodnja :

**Ekstenzivni lagunarni** uzgoj temelji se na lovu mlađi i juvenilnih jedinki za vrijeme proljetnih migracija, postavljanjem posebnih barijera unutar laguna. Tu se brancin uzgaja u polikulturi zajedno s oradom i jeguljom. U 37 mjeseci dostiže težinu od 400 – 500 g. Limitirajući čimbenik je dostupnost prirodne hrane (FAO, 2015).

**Poluintezivni lagunarni** uzgoj temelji se na poribljavanju laguna sa mlađi lubina, kontrolom saliniteta, prekapanjem kanala i kontrolom vegetacije. U ovakvom sistemu moguć je uzgoj veće količine ribe (500-700 kg/ha/god) u odnosu na ekstenzivni (50-150 kg/ha/god) (FAO, 2015).

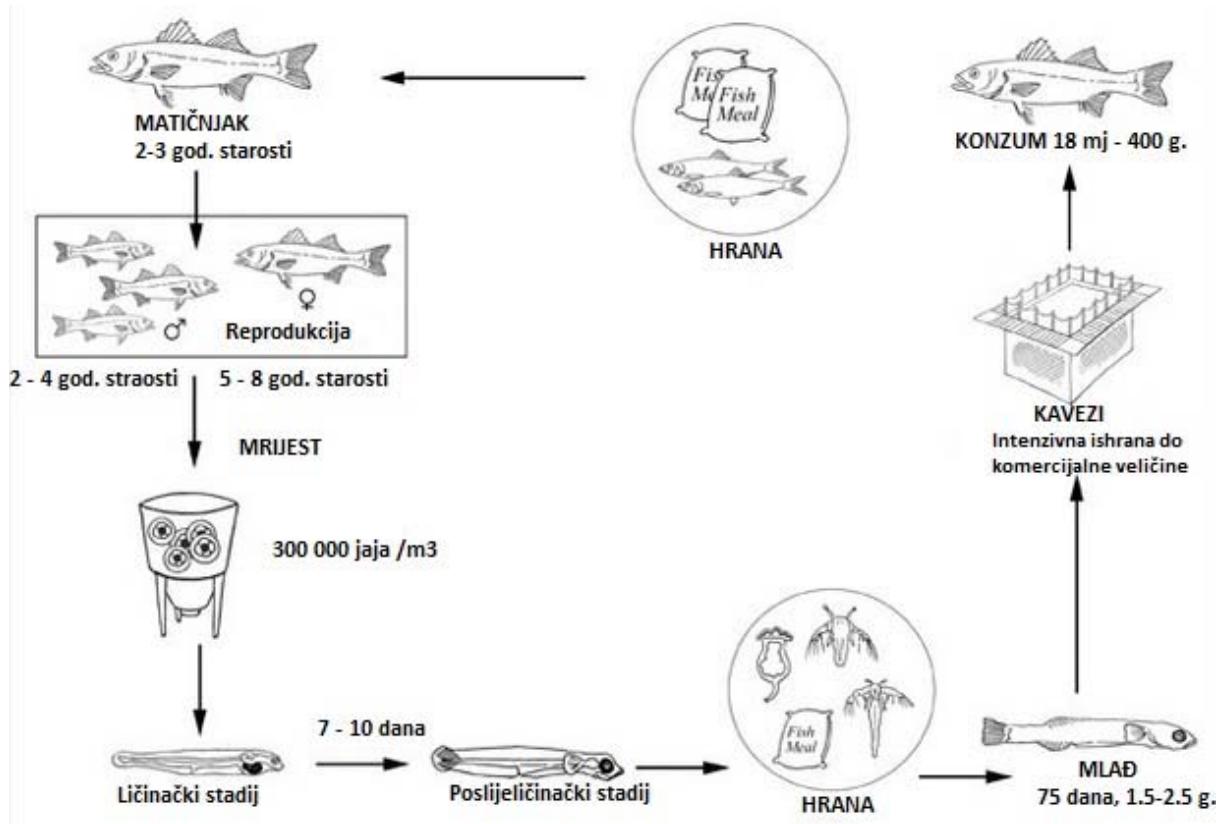
Većina lubina danas se uzgaja u **plutajućim kavezima**. Sve započinje u mrjestilištu gdje se mrijeste jedinke matičnog jata koje su kroz generacije selektirane radi što bolje kvalitete jaja i mlađi. Ženke su najbolje za mrijest između 5 – 8 godine života dok su mužjaci najbolji za mrijest između 2 – 4 godine života (Slika 4.). Upravljanje matičnim jatom podrazumijeva odabir fenotipski poželjnih jedinki, spolno sazrijevanje istih primjenom hormonalne terapije ili manipulacijom ekološkim čimbenicima, prvenstveno temperature i fotoperioda. , te naposlijedku oplodnju oplodnju zrelih oocita i inkubaciju embrija u specijalnim bazenima (FAO, 2015).

U sezoni mrijesta ženke se zajedno s mužjacima izdvajaju iz matičnih jata te se premještaju u manje bazene za razmnožavanje. Omjer ženki i mužjaka u bazenima za mrijest iznosi 1:2. Izabiru se mužjaci i ženke na temelju zrelosti gameta. Mužjaci su spremni ukoliko sami ili na blagi pritisak abdomena ispuštaju mlječ , dok kod ženki gamete moraju biti u kasnoj vitalogenezi s promjerom većim od 650 µm (FAO, 2015).

Kod potpomognute ovulacije hormonalnom terapijom u dorzalne mišiće ubrizgava se HCG1 kroz dva tretmana u dozi 800-1000 IU kg/bw, u razmaku od 6 sati (FAO, 2015).

Mlađ (1.5-2.5 g) se nasadjuje u plutajuće okrugle plastične kaveze promjera od 12 do 16, pa i više metara, te dubine mreže od 15 m (dimenzije ovise o strategiji uzbajališta). Gustoća nasada ovisi o načinu uzgoja. Ukoliko se radi o organskom „eko-uzgoju“ gustoća ne smije prelaziti  $10 \text{ kg/m}^3$ , dok je gustoća kod klasičnog uzgoja i do  $20 \text{ kg/m}^3$ . Mlađ do 15 grama hrani se kompletном peletiranom hranom poželjno primjenom automatske hranilice, . Povećanjem ribe smanjuje se frekvencija

hranjenja ali se povećava veličina peleta i količina hrani u ovisnosti o dostignutoj biomasi (FAO, 2015)..



**SLIKA 4.** Uzgojni ciklus od izvaljene ličinke do komercijalne veličine

(Izvor: FAO, 2015.)

Poželjno je provest veličinsku selekciju kako bi se smanjila stopa kanibalizma. Riba do konzumne veličine (400-450 g) u prosjeku raste od 18-24 mjeseca, ovisno o ekološkim i zootehničkim uvjetima (Slika 4.) (FAO, 2015.).

### 1.3. Kavezni uzgoj u morskom okolišu

Hrvatska proizvodnja lubina u 2012 iznosila je 2100 t. što je otprilike za 200 tona manje u odnosu na 2011 g (Ministarstvo poljoprivrede, 2015.). Iako je prisutan pad u proizvodnji lubina, koji je rezultat ekonomске krize i općeg stanja na tržištu šroizvoda marikulture, postoje planovi i tendencije za njegov rast (Tablica 2.). Sa povećanjem proizvodnje povećava se i pritisak na okoliš te se postavlja pitanje jeli taj pritisak opravdan u odnosu na ekonomsku dobit. Iz tog razlog u Europi a i kod nas sve više se aktualizira pojam „održivosti“ kao posljedica promašenog cilja marikulture

koji je bio provesti što više, zanemarujući utjecaj uzgoja na morski okoliš (Katavić, 2003, 2008).

Antropogeni utjecaj ovisi o sposobnosti ekosustava da mineralizira tvari u najvećoj mjeri dušika i fosfora iz organske tvari. Proizvodni kapacitet riblje farme ovisi o biologiji uzgajane vrste ali i prihvatnom kapacitetu ekosustava u kojem se odvija uzgoj (Katavić, 2003, 2008).

Najugroženije su bentonske zajednice na čijem se staništu akumulira najviše organske tvari proizvedene prilikom uzgoja. Kako bi spriječilo očečišće morskog okoliša i uspostavila „održivost“ prvenstveno je potrebno odabrati lokaciju koja ima adekvatni prihvatni kapacitet, te u čijoj se blizini ne nalaze rijetki i ugroženi organizmi koji tvore posebne strukture poput koraljnih grebena i staništa od iznimne važnosti kao naselja morske cvjetnice *P. oceanica* (Cvitković i sur., 2005).

U današnje vrijeme sve više se uviđa i aktualizira problem prebjega i njegov negativni utjecaj na divlu populaciju, što dosad nije bila praksa jer je fokusiranost bila na prethodno navedenom problemu mineralizacije organske tvari. No moguće je da je aktualizacija ovog problema upravo došla u vrijeme kad je selekcija unutar procesa domestifikacije dosegla visoki stupanj, te je povećanje prebjega proporcionalno povećanju uzgoja što za posljedicu ima veću genetsku interakciju, veću stopu prijenosa bolesti i veću stopu kompticije s divljim ribama iz prirodnog staništa.

Izvori kavezognog utjecaja na biotičku komponentu ekosustava su prema Karakasisu prikazani u tablici 4. U većini slučajeva kavezni utjecaj dolazi do izražaja zbog lošeg rukovođenja, te se negativni utjecaj može umanjiti primjenom bolje upravljačke prakse, odnosno novih tehnologija i drugih preventivnih mjera. (Karakassis, 2007; Katavić, 2008). Mora se istaknuti da će otpad uvijek postojati u obliku nepojedene hrane, fecesa i metaboličkih produkata. Iz tog razloga je potrebno bolje planiranje i integracija marikulture u obalni prostor, kako bi se smanjila percepcija marikulture kao proizvodne grane s negativnim efektom u očima javnosti. Pronalaženje odgovarajućih lokacija i prostora za uzgoj, uvođenje visoko kvalitetne hrane i dobre prakse upravljanja su najviše doprinjele razvoju i boljem prihvaćanju ove rastuće gospodarske djelatnosti (Katavić, 2003; Karakassis, 2007).

**TABLICA 4.** Utjecaj akvakulture na biotičku komponentu morskog okoliša  
(Izvor: Karakassis, 2007.)

IZVORI KAVEZNOG PRITiska	POTENCIJANI UTJECAJ NA OKOLNU BIOTU	RAZINA ZNANSTVENE DOKUMENTACIJE	ZAJEDNICE POD UTJECAJEM	VELIČINA PROSTORNOG UTJECAJA	TIP UTJECAJA	PROCIJENJENO VRIJEME OPORAVKA ZAJEDNICA
Kavezna infrastruktura	Direktni mortalitet kroz zaplitanje	Slaba	Kralježnici	Lokalni	-	Srednje
	Promjena ponašanja priobalnih vrsta	Srednje	Kralježnici (ribe)	Lokalni	?	Nepoznato
	Promjena ponašanja priobalnih ptica i morskih sisavaca	Slaba	Kralježnici	Lokalno-regionalni	-	Nepoznato
Sustavi za kontrolu predatora	Direktni mortalitet	slaba	Kralježnici	Lokalno-regionalni	-	Nepoznato
	Promjene u ponašanju divlje faune	srednja	Kralježnici	Lokalno-regionalni	-	Nepoznato
Prebjезi	Prijenos bolesti na okolnu faunu	slaba	Utjecaji na veći broj. Posebice na ihtiofaunu	Regionalno-globalni	-	Nepoznato
	Genetička interakcija sa divljom ribom	visoka	Kralježnjaci (ribe)	Regionalno-globalni	-	Sporo
	Istiskivanje divljih riba iz prirodnog staništa (npr. Korz predaciju , kompeticiju)	slaba	Kralježnjaci (ribe)	Regionalno-globalni	-	Nepoznato
Nepojedena hrana	Gušenje i istiskivanje bentonskih organizama	Visoka	makrofauna	Lokalni	-	Sporo
	Gubitak prirodnih mrjestilišta, rastilišta i hranilišta za divlje vrste	Visoka	Utjecaj na veći broj	Lokalni	-	Sporo
	Gubitak biodiverziteta	Visoka	Makrofauna	Lokalni	-	Sporo
	Fragmentacija bentoskog staništa	Slaba	Utjecaj na veći broj	Lokalno-regionalni	-	Sporo
Nutrijenti	Promjene u vodenom stupcu	Slaba	Utjecaj na veći broj	Lokalno-regionalni	-/+	Brzo
	Mortalitet planktona (uključujući i ihtiol plankton)	Slaba	Utjecaj na veći broj	Lokalni	-	Brzo
	Povećanje primarne produkcije	Slaba	Utjecaj na veći broj	Lokalno-regionalni	-/+	Brzo
	Promjene u strukturi planktonske zajednice	Slaba	Fitoplankton	Lokalno-regionalni	?	Brzo
	Toksične cvatnje	Slaba	Utjecaj na veći broj	Lokalno-regionalni	-	Brzo
	Degradacija naselja morskih cvjetnica	Slabo-srednje	Morske biljke-indirektni utjecaj	Lokalno-regionalni	-	Sporo
Lijekovi	Mogućnost zaraze divljih populacija	Slaba	Utjecaj na veći broj	Lokalni	-	Brzo
	Promjene u strukturi bentoskih zajednica	Slaba	Mikrobi	Lokalni	-	Nepoznato
	Pojačana otpornost bakterija	Slaba	Indirektan utjecaj na veći broj zajednica	Nepoznato	-	Nepoznato
Pesticidi	Direktni mortalitet i subletalni efekti	Slaba	Beskralježnjaci	Lokalni	-	Nepoznato
	Mogućnost zaraze divljih populacija	Slaba	Utjecaj na veći broj	Lokalni	-	Nepoznato
Antivegetativni premazi i dezifikacijensi	Direktni mortalitet i subletalni efekti	Slaba	Beskralježnjaci	Lokalni	-	Nepoznato
	Mogućnost zaraze divljih populacija	Slaba	Beskralježnjaci	Lokalno-regionalni	-	Nepoznato
	Promjene u fiziologiji	Slaba	Beskralježnjaci	Lokalno-regionalni	-	Nepoznato

Iz slike 5. Već je sad vidljivo da je ukupna iskorištenost dopuštenog kapaciteta u Republici Hrvatskoj oko 35 %, te da ima puno prostora za povećanje proizvodnje a s njom dolazi i povećanje pritiska na okoliš.

**TABLICA 5.** Ukupna iskorištenost dopuštenog kapaciteta (Izvor: Ministarstvo poljoprivrede, 2015.)

VRSTA	DOPUŠTENA KOLIČINA UZGOJA (t)	OSTVARENA PROIZVODNJA (t)	RAZLIKA (t)	POSTOTAK ISKORIŠTENOSTI %
Bijela riba	1.347,7	4.607,273	8.867,427	34,19
Školjkaši	7.144,859	3.150.000*	3.994,859	44,08
Tune	6.980	1.906,743	5.073,257	27,32
<b>UKUPNO</b>	<b>27.599,56</b>	<b>9.664,02</b>	<b>17.935,54</b>	<b>35,02</b>

#### **1.4. Pregled dosadašnjih istraživanja problematike prebjega na europskoj razini**

##### **1.4.1 Okolišne posljedice prebjega uzgojnih riba u morski okoliš**

Pod prebjegom se smatraju sve uzgojne juvenilne i adultne jedinke koje zbog određenog razloga pristupaju bijegu iz kavezne infrastrukture u morski okoliš. Prebjeci su zabilježeni za sve uzgajane vrste riba ; Atlanstki losos (*Salmon salar*), romb (*Scopelamus rombus*), orada (*Sparus aurata*), lubin (*Dicentrarchus labrax*) itd..(Soto et al. 2001, Naylor et al. 2005, Gillanders et Joyce 2005, Moe et al. 2007, Toledo Guedes et al 2009.)

Prebjeg karakterizira potencijalno negativno genetsko i ekološko djelovanje na divlje populacije kroz kompeticiju za resurse, predaciju, transmisiju štetnih patogena i alternaciju genetske strukture prirodnih ihtionaselja kroz međusobno križanje (interbridging). Faktori prebjega koji imaju najveći utjecaj na ihtiopopulaciju oko kaveza su (Forrest i sur., 2007):

- Stopa prebjega;
- Opseg selekcije osobina uzgojnog stoka;
- Veličina izlova i njena koleriranost sa spolnom zrelošću;
- Sposobnost preživljavanja i reprodukcije prebjega u prirodnoj okolini koja je određena ishranom i međusobnim križanjem sa divljim jedinkama;
- Veličina, distribucija i zdravstveni status ihtiopopulacije.

Prve tri navedene stavke mogu se kontrolirati preko bolje prakse upravljanja. Odabirom ranih razvojnih stadija iz matičnjaka koji se stalno obnavljaju divljim

jedinkama, izbjegava se križanje u bliskom srodstvu i time smanjuje ispoljavanje recesivnih osobina. Rizici posljednje dvije stavke su određeni lokalitetom i vrstom koja se uzgaja budući da njihovi učinci variraju u ovisnosti o abundanciji, distribuciji i ponašanju okolne ihtiofaune.



**SLIKA 5.** Prikaz djelovanja prebjega na divlje populacije

(Izvor: Arechavala – Lopez i sur. 2011)

Ribe se u kavezima uzgajaju u velikim gustoćama u odnosu na prirogni morski okoliš, pa samim time povećava se mogućnost izbijanja bolesti i prijenosa patogena. U Norveškoj, uzgoj i prebjesi salmonida predstavljaju izvor zaraze nametnikom kopepodom *Lepeophtheirus salmonis* u obalnim područjima (Heuch i Mo 2001.) Nametnik ima veliki utjecaj na juvenilne stadije putem infekcije ili gušenja, te predstavlja značajnu opasnost za populacije divljih salmonida (Rewie i sur. 2009, Finstad i sur. 2011, Gargan i sur. 2012). 2007 godine u južnom dijelu Norveške pobjeglo je 60 000 lososa *S. salar* zaraženih infektivnom anemijom te je pobjeglo 115 000 jedinki lososa zaraženih bolešću pankreasa. Za sad još posljedice nisu vidljive ili identificirane (Torstad, 2008). Prijenos bolesti zabilježen je u Škotskoj gdje je 1990 iz Švedske prevezen zaraženi stok lososa. Stok je bio zaražen gljivičnom bolešću i vjeruje se da su divlje populacije zaražene upravo preko prebjega (Naylor et al. 2005). Vjerojatnost prijenosa bolesti ovisi o direktnom kontaktu te životnom stadiju prebjeglih i divljih jedinki.

Uzgojne ribe se genetski razlikuju od divljih. Razlog tome je proces selekcije u svrhu domestifikacije. Domestifikacija je proces koji podrazumijeva uspostavu kontroliranog okoliša gdje uzgojni organizmi tijekom vremena prolaze kroz genetičke i razvojne promjene kako bi se prilagodili novim uvjetima sredine. Genetičke promjene su svi mehanizmi koji djeluju na genotip poput prirodne ili umjetne selekcije, križanje u bliskom srodstvu, genetički drift, hibridizacija, kromosomske manipulacije i genetički inženjering (Lorenzen i sur., 2012). Sve genetske promjene, kasnije kroz generacije utječu na ekspresiju određenog fenotipskog obilježja. U uzgoju nastojimo selektivnim uzgojem dobiti jedinke što boljih tržišnih svojstava (brži rast, ljepši izgled, više iskoristivog dijela). Takvim selektivnim uzgojem smanjujemo genetičku raznolikost a ona se dobije prethodno navedenim genetičkim promjenama. Križanje prebjega s divljim jedinkama može dovesti do promjena u frekvenciji alela i uvođenju ne-nativnih alela u lokalne populacije, regulirajući poremećajem adaptiranih lokalnih genotipova. Križanjem se narušava genetska varijabilnost unutar vrste koja je nužna za uspješno prilagođavanje promjena okoliša njeno preživljavanje.

Danas sve veću pozornost znanstvenika zaokupljuje pojam prebjega kroz mriješćenje "Egg escape" unutar kaveza pri čemu oplođena jaja, a time i prebjesi, ulaze u morski okoliš te ih je skoro pa i nemoguće kontrolirati. Zbog zasićenja tržišta i svjetske krize (2008) proizvođači su s ciljem diversifikacije ponude bili primorani uvesti nove proizvode na tržište. Radi bolje konkurentnosti proizvođači su se okrenuli produljenju uzgojnog ciklusa sa 12- 18 do 40 mjeseci kako bi dobili veću ribu 600 g  $\geq$  koja je pogodna za filetiranje. Takvo produljenje uzgojnog ciklusa kod orade omogućilo je spolno sazrijevanje i preobrazbu mužjaka u ženke, dok je kod lubina omogućilo spolno sazrijevanje ženki u kavezima. Rezultat produljenja komercijalnog uzgoja su povećani spontani mrijest objiju vrsta unutar kaveza i prebjesi putem oplođenih jaja (Dimitriou et al. 2007).

#### 1.4.2 Okolišne posljedice prebjega orade i lubina u morski okoliš

Za razliku od okolišnih posljedica prebjega atlanstskog lososa (*S. salar*), znanje o posljedicama prebjega orade i lubina je vrlo malo. Za oradu postoje saznanja sa južne atlantske obale iz zaljeva Cadiz (Sanchez-Lamadrid 2002, 2004). Pobjegla riba udaljila se manje od 10 km od uzbunjališta. Dobar indeks kondicije i stopa rasta ukazali su na dobru adaptaciju prebjega u morskom okolišu (divljini), te da se

pridružuju divljim populacijama. Dokaz tome je porast divlje populacije orade u zaljevu Messolonghi u Grčkoj otkako je započeo kavezni uzgoj orade (Dimitriou et al. 2007). Dempster et al. (2002) locirali su mali broj orada u blizini kaveza gdje se orada uzgajala te su zaključili da je mala stopa prebjega ili da se prebjeci orade ne zadržavaju u blizini kaveza već se pridružuju divljim jedinkama te da postoji mogućnost međusobnog miješanja. Iz tih razloga postoji opasnost negativne interakcije u obliku prijenosa bolesti, kompeticije i prijenosa gena.

Podataka o prebjegu lubina je malo. Bahri-Sfar i sur. (2005) su dobili rezultate da su lubini koji su pobjegli u istočnom Mediteranu (porijeklo, fenotip populacije lubina iz zapadnog Mediterana) u divljini zadržao svoja fenotipska svojstva populacije iz zapadnog Mediterana te da nije došlo do interakcije s nativnim populacijama lubina. Toledo Guedes i sur. (2009) navode da prebjeci lubina na nekim lokacijama predstavljaju problem jer na tim lokacijama obitava vrlo mali broj jedinki lubina ili ih uopće nema i te lokacije ne predstavljaju prirodno područje rasprostranjenosti lubina. Primjer predstavljaju prebjeci na Kanarskim otocima gdje se lubin uopće ne može naći u divljini te se pojavljivanje u divljini pripisuje upravo prebjezima. Takvi prebjeci predstavljaju problem jer lubin u tom slučaju predstavlja alohtonu vrstu i može kompetirati s autohtonim vrstama za hranu i prostor.

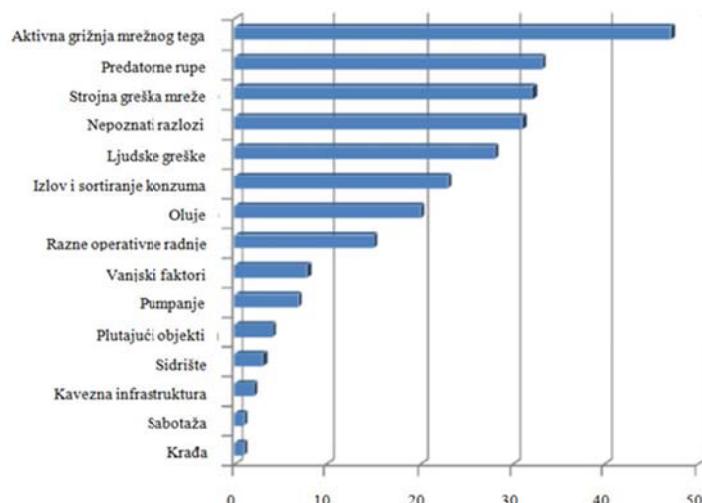
#### 1.4.3 Prevencija umnožavanja prebjega

Zaključak mnogih internacionalnih radionica na temu prebjega u akvakulturi je uložiti znanje i trud u sprječavanje prebjega, a ne kao do sada u zaštitu divljih populacija. Upravo je Europska Unija shvatila ozbiljnost problema te je u travnju 2009. započela s provedbom projekta "Prevent escape" (<http://preventescape.eu>) s ciljem praćenja i znanstvenog rješavanja problematike prebjega. Projekt je završio 2013. godine. U projektu je angažiran veliki broj znanstvenika i institucija čija je zadaća provođenje i međusobno integriranje biotehnoloških istraživanja s ciljem pružanja adekvatnih smjernica za tehnološke i operativne strategije koje bi trebale reducirati broj prebjega. Skupljeno je svo dosadašnje znanje o prebjezima za sve uzgajane vrste. Opisani su uzroci prebjega, načini prebjega, posljedice prebjega, način pravilnog upravljanja uzgajalištem, te su opisane tehnike i indikatori za prepoznavanje prebjega u prirodi. Provedba projekta je podijeljena u pet istraživačkih ograna: Provedba projekta je podijeljena u pet istraživačkih ograna:

- "Map escape", evaluira se cijena i opseg tehničko – operativnih posljedica prebjega;
- "Pre – escape", proučavaju se obrasci ponašanja uzgojnih vrsta riba europske akvakulture;
- "Post – escape", identificiraju se osobine prebjega, njihova distribucija, moguće ekološke implikacije i metode ponovnog ulova;
- "Egg escape", procjenjuju se ekološke posljedice mriještenja uzgojne ribe u kavezima;

## 1.5 Uzroci prebjega

Razloge i čimbenike koji dovode do prebjega opisali su Jackson i sur. (2011). U šest europskih zemalja (Norveška, Irska, Škotska, Španjolska, Grčka, i Malta) proveli su istraživanje u trajanju od tri godine. Svrha i cilj istraživanja je bila analiza zootehničkih troškova i gubitaka prinosa kroz prebjegle jedinke. Promatrano je 5 uzgojnih vrsta: atlantski losos (*Salmon salar*), bakalar (*Godus morhua*), orada (*S.aurata*), lubin (*D. labrax*) i hama (*Agyrosomus regius*). Prema provedenom istraživanju rupe na mrežnom tegu u najvećoj mjeri nastaju zbog naleta predatora, aktivne grižnje, strojne greške pri izradi pletiva, ljudske greške, oluje (slika 7.)



**SLIKA 6.** Prikaz glavnih čimbenika koji uzrokuju prebjeg  
(Izvor: Karakasis, 2007.)

Za razliku od orade aktivna grižnja mrežnog tega kod lubina ne predstavlja primaran način bjega iz razloga jer se lubin u kavezu drugačije ponaša od orade i ne hrani se obraštajem. Prebjegi lubina rjeđi su u odnosu na prebjegje orade. Prebjegi

orade i lubina kad se nađu u prirodnom okolišu zadržavaju se i do mjesec dana u blizini kaveza (?) (Arechavala – Lopez i sur. 2011). Orada se odmah privikava na prirodnu ishranu, dok se lubin sporo prilagođava na novonastale uvjete što za rezultat ima nisku stopu preživljavanja i reducirani reproduktivni uspjeh s prirodnim populacijama (Arechavala – Lopez i sur., 2011).

### **1.6 Metode identifikacije prebjega**

U početku istraživanja 1980. korišteno je samo nekoliko metoda identifikacije prebjega. Metode su se temeljile na velikim razlikama u rastu, režimu hranjenja i okolišu u kojem žive uzgojne i divlje jedinke. Istraživanja su započela na lososu i koristile su se metode koje su se koristile za identifikaciju stoka u ribarstvu (Fiske i sur., 2005). Danas je razvijen veliki broj indikatora identifikacije:

- Genetski
- Razlike u kemijskom sastavu
- Sastav masnih kiselina
- Stupanj elemenata u tragovima
- Prisutnost polutanata
- Stabilni izotopi
- Morfometrija
- Organoloptička svojstva

U tablici 6. prikazan je pregled deskriptivnih indikatora između uzgojnih i divljih orada i lubina te efikasnost njihove primjene, također je prikazana i cost – benefit analiza za indikatore koji daju najviše informacija i najmanje koštaju.

Morfometrijska metoda odlikuje se visokom efikasnošću i malim troškom (tablica 6). Iz dosadašnjih istraživanja fenotipskih razlika uzgojnih i divljih jedinki lubina i orade pokazalo se da je tijelo uzgojne orade i lubina robusnije i nabijenije što je posljedica gustoće nasada, strategije hranjenja i procesa selekcije (Grigorakis, 2007). Kod uzgojnih orada vidljive su malformacije koje su rezultat uzgoja u velikim gustoćama (Sola i sur., 1998; Loy i sur., 1999). Osim okom vidljivih malformacija uzgojna orada ima veću visinu tijela, zdepastiji tjelesni oblik i plosnatiji oblik glave (Grigorakis, 2007). Zubi kod uzgojne orade su manji i slabije razvijeni, okruglasto - četvrtastog oblika. Razlike su još vidljive u koži, ljuskama i perajama što je vidljivo iz Tablice 7.

Za razliku od orade kod lubina su te razlike manje izražene i identifikacija se ne može temeljiti samo na obliku, boji, izgledu i eroziji peraja (Eaton 1996). Za prvi stupanj identifikacije prebjega praktičnom se pokazala metoda vezane mreže gdje je vidljiva razlika u kranijalnim i trupnim dijelovima kod uzgojnih i lubina i orade. Kao indikatori za prvi stupanj identifikacije još su se pokazali index kondicije, relativni profilni index i glaveni index (Tablica 6.).

**TABLICA 6.** Pregled razlikovnih deskriptivnih indikatora između uzgojnih i divljih komarči i lubina te efikasnost njihove primjenjivosti: raspon boje odgovara od najmanje (bijela boja) do visoke točnosti (crna boja) indikatora u odnosu na promatranu skupinu. Cost – Benefit analiza prikazuje koji deskriptivni indikatori daju najviše informacija s najmanjim troškom

(Arechavala – Lopez i sur., 2013; Sanchez – Jerez i sur., 2013).

	VI	M/S	BK/SMK	SI	ET	GE
	Boja, oblik Peraje Ljuske	Morfologija Kondicija Otoliti	Lipidi LA, ARA	δ13C δ15N	Ljuske Otoliti	DNK
Učinkovitost						
Brzi odgovor						
Vremenska perzistantnost						
Gospodarenje divljim populacijama						
Tržište (prodavači, potrošači)						
Uzgajivači						
Okolišno upravljanje						
Podrijetlo jedinke						
Podrijetlo uzgojnog stoka						
	VI	M/S	BK/SMK	SI	ET	GE
	Boja, oblik Peraje Ljuske	Morfologija Kondicija Otoliti	Lipidi LA, ARA	δ13C δ15N	Ljuske Otoliti	DNK
Učinkovitost						
Brzi odgovor						
Vremenska perzistantnost						
Gospodarenje divljim populacijama						
Tržište (prodavači, potrošači)						
Uzgajivači						
Okolišno upravljanje						
Podrijetlo jedinke						
Podrijetlo uzgojnog stoka						

#### COST – BENEFIT ANALIZA PRIMJENE DESKRIPTIVNIH INDIKATORA IZMEĐU UZGOJNIH I DIVLJIH JEDINKI

Orada, <i>S. aurata</i>	Lubin, <i>D. labrax</i>
Indeks kondicije	1
Morfometrija	0,96
Obilježja ljusaka	0,96
Vanjski izgled	0,92
Profil masnih kiselina	0,89
Genetske metode	0,86
Indeks kondicije	1
Morfometrija	0,93
Profil masnih kiselina	0,88
Elementi u tragovima kod ljusaka	0,80
Genetske metode	0,78
Obilježja ljusaka	0,64

\*VI – vanjski izgled; M/S – morfometrija i somatometrija; BK – biokemijska kompozicija; Sadržaj masnih kiselina (LA – linoleinska kiselina, ARA – arahidonska kiselina); SI – stabilni izotopi; ET – elementi u tragovima; GE – genetikartwt4

**TABLICA 7.** Lituralni pregled fenotipskih razlika uzgojnih i divljih jedinki lubina i komarče

(Arechvala –Lopez i sur., 2013).

	Uzgojna	Orada, <i>S. Aurata</i>	Divlja		Lubin, <i>D. labrax</i>
			Divlja	Uzgojni	Divlji
<b>Tijelo/ Oblik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Veća tjelesna visina</li> <li>Veći kondicijski indeks</li> <li>Veći relativni profilni indeks</li> <li>Zdepastiji tjelesni oblik</li> <li>Plosnatiji oblik glave</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manja tjelesna visina</li> <li>Manje kondicijski i relativni profilni indeks</li> <li>Izduženiji tjelesni oblik</li> <li>Oštriji oblik glave</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Veći indeks kondicije</li> <li>Manja glava</li> <li>Skeletni abnormaliteti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niži indeks kondicije</li> <li>Veća glava, blago oštijeg oblika</li> </ul>	
<b>Zubi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manji i slabije razvijeni</li> <li>Okruglasto – četvrttaskog oblika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Više razvijeniji</li> <li>Oštrog i koničnog oblika</li> </ul>			
<b>Koža</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tamnija obojenost, naročito oko glave i leđnog područja</li> <li>Tvrda koža</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Svjetlijie iridiscentne boje</li> <li>Veća gustoća</li> <li>Tanja koža</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sjajno srebrenkaste boje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jaki kontrasti među sivim bojama</li> </ul>	
<b>Ljuske</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regenerirani nukleus</li> <li>Manja gustoća</li> <li>Teže čitljive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jasno uočljiv nukleus</li> <li>Veća gustoća</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nejasan godišnji prstenast</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jasni godišnji prstenovi</li> </ul>	
<b>Peraje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visok stupanj erozije na repnoj i prsnoj peraji</li> <li>Manja trbušna i oštira leđna peraja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jako mali stupanj erozije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deformiteti u broju šipčića</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niska stopa abnormaliteta</li> </ul>	

## 1.7. istraživanja prebjega u Republici Hrvatskoj

Katavić i sur. 2013 su proveli istraživanje u suradnji s Hrvatskim športsko-ribolovnim savezom. Napravili su studiju u kojoj su odredili genetsku strukturu izvornih i prirodnih populacija vrsta od interesa za športsko – rekreativski ribolov i marikulturu duž obale Jadrana (Gof, zubatac, lubin i orada). U rezultatima je uočena znatna genska sličnost između prirodnih populacija lubina iz Piranskog zaljeva i uzgojnih populacija talijanskog porijekla uzorkovanih također u Piranskom zaljevu, sugerirajući genetske interakcije prebjega s lokalnim populacijama. Iz rezultata je također uočena znatna genska sličnost između uzgojne populacije s otoka Ugljana čiji je matičnjak Jadranskog porijekla s divljom populacijom iz akvatorija Makarske, što ukazuje na kvalitetno genetsko upravljanje matičnjakom s očuvanom visokom razinom genetske raznolikosti i niskom stopom križanja u srodstvu. Iz njihovih rezultata vidljiva je genetska razlika između divljih populacija srednjeg i sjevernog Jadrana što ukazuje na reducirani protok gena između njih, te dolazi do jačanja genetske strukturiranosti populacija unutra različitih dijelova Jadrana (Katavić i sur., 2013).

### **1.8. Svrha i ciljevi istraživanja**

Svrha ovog rada je istražiti razlike u fenotipskim obilježjima uzgojnih i divljih lubina na zapadnoj obali Istre, s obzirom da se zbog nepostojanja kontrole prebjegapovećava i utjecaj prebjeglih jedinki na gospodarsku vrijednost ulovnog divljeg lubina. Kako je lubin od velikog značenja za ribarstvo zapadne obale Istre važno je ustanoviti postoje li prebjezi, i u kolikoj mjeri, s obzirom da marikultura na tom području ima tendenciju rasta, osobito uzgoja lubina.

Ciljevi istraživanja:

1. Biometrijskim istraživanjem analizirati i utvrditi morfološke razlike uzgojnih i divljih jedinki.
2. Utvrditi postoje li fenotipske razlike i točno ih odrediti kako bi poslužile za daljnja istraživanja u svrhu prebjega.
3. Dati osnovne podatke o ribarstveno – biološkim značajkama lubina na zapadnoj obali Istre.
4. Potvrditi korisnost metode vezane mreže i morfoloških indeksa za određivanje prebjega.

## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. Područje i vrijeme uzorkovanja

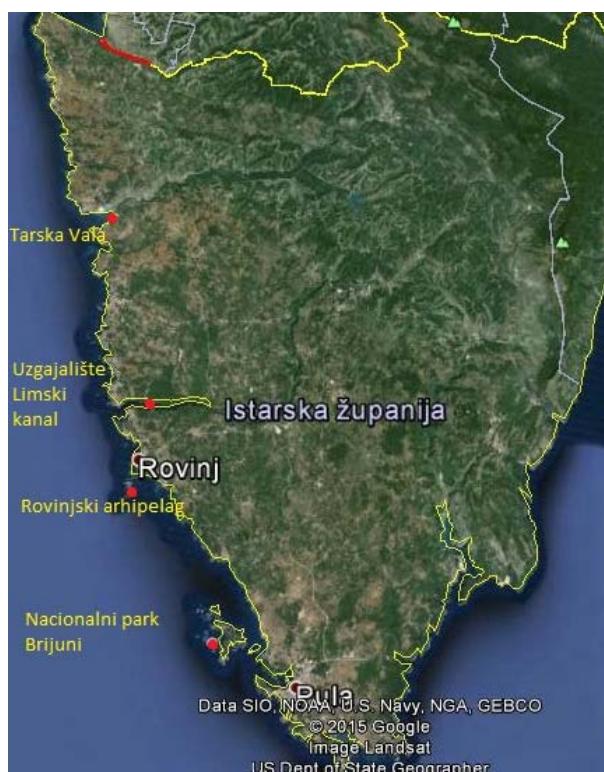
Istraživanje je provedeno na zapadnoj obali Istarske županije (Slika 7). Uzorci su uzeti na nekoliko lokacija. Divlje jedinke dobivene su većinom prilikom izlova Tarske vale. Izlov se vrši jednom godišnje i ovisi o vremenskim uvjetima odnosno o temperaturi mora te je ove godine to bilo sredinom siječnja. Radi što većeg broja i reprezentativnijeg uzorka uzete su divlje jedinke s još dvije lokacije, a to su Nacionalni park Brijuni i jedinke s Rovinjskog akvatorija. Uzgojne jedinke dobivene su iz uzbunjališta u Limskom kanalu.

Tarska vala se nalazi između grada Poreča i Novigrada na ušću rijeke Mirne u more. Tarska vala oduvijek predstavlja prirodno stanište i područje agregacije i odrastanja lubina te se u njoj stoljećima vrši izlov mrežom potegačom (izvor usmeno pripovijedanje). Lokalni mještani pamte dane kad se lovilo po 12 vagona ribe (1 vagon = 10 tona), većinu tog ulova (80 %) činio je lubin dok je ostatak bio raspoređen na razne vrste cipla – *Mugilidae sp.*, manjih orada *S. aurata* i ovčica *Lithognathus mormyrus*. Tarska Vala kao i Brijuni predstavljaju točke koje su udaljene od Limskog kanala, područja uzgoja lubina (početak 1982. god.) i kao takve predstavljaju područje gdje ne bi trebalo biti genetske zagađenosti.

Brijuni su otočje na zapadnoj obali Istre nasuprot grada Fažane. Sastoje se od 14 otoka i otočića ukupne površine 33.9 km<sup>2</sup>. Dva velika otoka dominiraju, Veliki i Mali brijun dok su manji Sveti Marko, Gaz, Okrugljak, Šupin, Šupinić, Galija, Grunj, Vanga, Madona, Vrsar, Kozada i Sveti Jerolim (izvor wikipedia). 27. Listopada 1983. godine proglašeni su nacionalnim parkom te predstavljaju nedirnuto i ribom bogato područje. Strogo je zabranjena bilo kakva ribolovna aktivnost u blizini otočja. Kako je iz priložene karte vidljivo u blizini nema uzbunjališta i pretpostavka je da ne bi trebalo biti genetskog zagađenja.

Limski kanal predstavlja zaljev na zapadnoj obali Istre između Rovinja i Vrsara, koji je nastao kao rijas (potopljeno riječno ušće) rijeke Pazinčice. Pazinčica danas ponire u Pazinsku jamu i izvire negdje u Limskom zaljevu dok se u prošlosti uljevala u njega. Ime je dobio od latinske riječi *limes* što znači granica jer je u rimsko doba predstavljao granicu provincije Italije i Dalmacije. Od 1982. godine u njemu se aktivno uzgajaju školjkaši (kamenica - *Ostrea edulis* i dagnja *Mytilus galloprovincialis*) i ribe,

orada i ILubin. Zbog svog geografskog položaja i čistog mora predstavlja pogodnu lokaciju za uzgoj u marikulturi. Nema prevelikog utjecaja vjetra i valova te su morske struje povoljne. 2009 godine Adris grupa kupuje dotadašnje uzgajalište Marimirne i zajedno s Cenmarom i još nekoliko manjih hrvatskih uzgajališta stvara „Cromaris“, poduzece za uzgoj promet i preradu ribe(?) . U Limu se danas uzgaja većinom lubin, uz oradu dostiže oko 300 tona. Uzgoj je organski, te se mlađ zbog rekonstrukcije mrjestilišta u Ninu u većini dobija iz Italije i Francuske. Razvojna strategija Cromarisa je povećanje uzgoja na 10 000 tona što znači da će rasti uzgoj i u Limu, a samim time i pritisak na okoliš. Iz tog razloga ovaj rad je neophodan kako bi se utvrdilo trenutno stanje genetske kontaminacije prirodnih populacija lubina prebjezima.



**SLIKA 7.** Područje istraživanja, zapadna obala Istre  
(Izvor: vlastita izrada prema Google Maps-u, 2015.)

## 2.2. Prikupljanje i obrada materijala

Većina uzorka (79 jedinki) divljih lubina je dobivena iz Tarske vale za vrijeme njenog izlova (1/2015) koji se tradicionalno prakticira jednom godišnje u zimskim mjesecima. Ostatak je prikupljen na pulskoj ribarnici, uz pomoć Rovinjskih ribara (29 jedinki) i podvodnih ribolovaca tijekom jeseni (12/2014). Uzgojni uzorci (100 jedinki

jadranskog podrijetla ) su dobiveni iz uzgajališta Limski kanal u trećem mjesecu 2015 godine.

Biometrijska kobra je vršena neposredno po uzorkovanju. Svaka jedinka, divlja i uzgojna fotografirana je digitalnim fotoaparatom (Canon EOS 600 D) koji je bio pričvršćen na metalni stalak s podlogom za ribu i adekvatnim izvorom svijetlosti. Ravnalo s mjernom skalom postavljeno je pored svake ribe kako bi se moglo iščitavati mjerne vrijednosti. Prilikom obrade slike korišteno je 13 točaka koje su povezane davale mrežu od 26 mjera (Tablica 8) (Humphries et al., 1981; Strauss & Bookstein, 1982). Točke su povezane u mrežu digitalno uz pomoć programa ImageJ, te su uzete morfometrijske mjere. Ovaj način umrežavanja točaka na slici naziva se eng. Truss Network System (TNS) ili metoda vezane mreže. Mreža uniformno prekriva cijelu ribu i teoretski povećava razlučivanje morfoloških razlika između različitih jedinki. Važnost ove metode je što je regionalna uniformna mreža morfometrijskih mjera smještena dvodimenzionalno na projekciju ribe, daje više informacija o razlikama u pojedinim djelovima tijela u odnosu na klasičnu metodu odnosa (Booksten, 1982; Strauss & Bookstein, 1982). Dvadeset i šest mjera uzeto je sa svake jedinke što je vidljivo iz Tablice 8. Osim metode vezane mreže kao indikatori morfološke razlike korišteni su indeks, kondicije, glaveninindeks i relativni indeks profila

- **Index kondicije (IK)**

IK kod riba opisuje njihovo fiziološko stanje, a izražava se koeficijentom ili ponderalnim indeksom (Thompson, 1942). Promjene danog koeficijenta ukazuju na fiziološka stanja ribljih populacija, čijom se pravilnom interpretacijom mogu okarakterizirati abiotičke i biotičke komponente okoliša u kojima jedinke obitavaju, dobivajući uvid u ekofiziološke procese promatrane vrste (npr. sezonska pohrana lipida, spolno sazrijevanje itd.).

IK je izračunat za divlje i uzgojne jedinke pomoću kubičnog ili Fulton – ovog koeficijenta (Ricker, 1975) te alternativnog kondicijskog indeksa (Richeter i sur., 2000):

- *Fulton – ov indeks:*  $IK = W / L^3 * 100$ , gdje je IK vrijednost indeksa kondicije, W masa ribe, L dužina ribe

- *Alternativni kondicijski indeks:*  $AIK = M / (H^2 * L)$ , gdje je AIK vrijednost indeksa kondicije, H najveća tjelesna visina, L dužina ribe.

Primjenom spomenutih indeksa nastojao se dobit uvid u validnosti tradicionalnog kubičnog indeksa s obzirom da i danas ima široku primjenu u ribarstvenoj biologiji, unatoč činjenici što jednadžba nije precizna budući da ne uzima u obzir alometrijski rast ribe već se izračun zasniva na jednoj tjelesnoj dužini koja se kubira. Time se vrijednosti indeksa povećavaju s dužinom, čime se limitira njegova primjena na ribe sličnih dužinskih frekvencija unutar promatrane vrste. U odnosu na Fulton – ov indeks, alternativni indeks kondicije uzima u obzir dvije tjelesne dimenzije, dužinu i visinu, s obzirom da je masa u relaciji s trodimenzionalnošću tjelesnog oblika (dužina, visina i debljina).

- **Glaveni Index**

Glaveni indeks (Ringuelet 1964) je ispitivani parametar kod riba koji opisuje njihovo fizičko stanje koje je odraz ontogenetskih uvjeta kroz različite životne faze. Na primjer, u nepovoljnijim uvjetima, što je u ovom primjeru divljina u odnosu na kavez zbog dostupnosti hrane, pretpostavlja se da jedinke iz divljine imaju veći glaveni indeks, jer veća glava i manje tijelo predstavljaju prednost pri kompeticiji u prirodi. Glaveni index izračunava se prema :

$$IG = Dg / L$$

Gdje su :

IG- glaveni index; Dg- duljina glave; L- dužina ribe

- **Relativni index profila**

Relativni index profila je ispitivani parametar kod riba koji opisuje omjer najveće visine tijela i duljine. Čovjek je procesom selekcije imao za cilj uzgojiti one jedinke koje imaju najveći iskoristivi volumen, odnosno najveću visinu tijela i duljinu. Ovaj indikator je dobar jer ukazuje na veći relativni profil kod uzgojnih jedinki što je rezultat procesa selekcije s jedne strane, ali i režima hranjenja s druge.

$$RIP = (H/L)$$

Gdje su:

RIP- relativni index profila, gdje je H – najveća visina ribe; L- najveća duljina ribe

**TABLICA 8.** Shematski prikaz tijela lubina s naznačenom mrežom

(Izvor: vlastita izrada prema Arechavala – Lopez i sur, 2011a).

METODA VEZANIH MREŽA	
Kod	Dužina
A1	1 – 2
A2	2 – 12
A3	1 – 12
B1	2 – 3
B2	3 – 11
B3	11 – 12
B4	2 – 11
B5	3 – 12
C1	3 – 4
C2	4 – 10
C3	10 – 11
C4	3 – 10
C5	4 – 11
D1	4 – 5
D2	5 – 9
D3	9 – 10
D4	4 – 9
D5	5 – 10
E1	5 – 6
E2	6 – 8
E3	8 – 9
E4	5 – 8
E5	6 – 9
F1	6 – 7
F2	7 – 8
F3	1 – 13

## 2.3. Statistička analiza

### 2.3.1. Metoda vezane mreže

Statistička analiza provedena je primjenom računalnog programq SPSS ver. 20.

Prvi korak u obradi podataka metodom vezanih mreža jest uklanjanje utjecaja različitih dužina tijela u ispitivanom uzorku na morfometrijske mjere. To je nužno jer heterogenost veličina standardne dužine tijela uzoraka uvjetuje i heterogenost u mjerama. U tu svrhu je odabrana alometrična transformacija svih ispitivanih morfometrijskih mjera (Reist, 1985) :

$$S = \exp * [ \ln (Mj) - b * \{ \ln (LS) - \ln (\bar{LS}) \} ],$$

gdje je:

Mj – morfometrijska mjera metode vezane mreže;

b – koeficijent nagiba od  $\ln (Mj)$  u odnosu na  $\ln (LS)$ ;

LS – standardna dužina tijela jedinke;

$\bar{LS}$  – aritmetička sredina standardne dužine tijela uzorka.

### *Analiza glavnih komponenti (eng. Principal Component Analysis – PCA)*

Analiza glavnih komponenti je multivarijantna metoda reduciranja broja manifesnih (polaznih) varijabli, formirajući nove latentne (glavne komponente) varijable, odnosno linearne kombinacije polaznih varijabli koje su međusobno ortogonalne i ne korelirane. Njome se određuje:

- Minimalan broj latentnih (glavnih komponenti) varijabli koje objašnjavaju maksimalno moguću ukupnu varijancu manifesnih varijabli (eng. *eigenvalue*);
- Komponenta opterećenja (eng. *PC loadings*) korelacijske matrice manifesnih varijabli koja predočuje korelacije između bilo koje polazne varijable i glavne komponente te su ključ za razumijevanje prirode same komponente;
- Komponentni bodovi (eng. *PC scores*) manifesnih varijabli odnosno transformirane vrijednosti polaznih varijabli koje se koriste za daljnju

interpretaciju rezultata grafičkim predstavljanjem kako bi se njihov relativni međusobni položaj mogao i vizualizirati.

Prikladnost korelacijske matrice za analizu glavnih komponenti ispitana je pomoću Keiser-Meyer-Olkinovog testa (eng. *KMO of Sampling adequacy*) i Bartettovog testa (eng. *Bartlett's test of Sphericity*). KMO test pokazuje zajedničku proporciju varijance, odnosno onu proporciju koja je objašnjena izvučenim komponentama. Da bi korelacijska matrica bila prikladna za analizu glavnih komponenti, vrijednost KMO mora biti  $> 0,5$ . Bartlettov test provjerava da li je naša korelacijska matrica jednaka matrici identiteta. Korelacijska matrica se smatra prikladnom za analizu glavnih komponenti ako Bartettov test ima značajnost čija je vrijednost  $p < 0,05$ .

Kako bi se odredio adekvatan broj komponenti koje nose najveći dio informacija sadržanih u polaznom sustavu varijabli, odabran je Kaiserov kriterij prema kojemu se uzimaju samo one glavne komponente kojima odgovaraju svojstvene vrijednosti veće od 1.

Komponente u većini slučajeva nisu definirane na način da se jedna varijabla javlja samo na jednoj komponenti, već je čest slučaj da se jedna varijabla javlja na više komponenti. Da bi se takav scenarij izbjegao, dobivene glavne komponente se transformiraju – rotiraju, kako bi se postigla što veća nezavisnost unutar ispitivanih komponenti, sa svrhom da jedna glavna komponenta bude što bolje opisana jednim skupom polaznih varijabli. To omogućava da manji broj varijabli postane zajednički većem broju glavnih komponenti. U tu je svrhu korištena Kaiserova varimax ortogonalna rotacija, koja teži dati veliko komponentno opterećenje (značajne korelacije između komponenti i varijabli) za svaku pojedinu komponentu malom broju polaznih varijabli. U ovom radu uzeta su ona opterećenja polaznih varijabli čija je vrijednost veća od 0,55 (55%).

### *Diskriminatna analiza*

- Diskriminatna analiza je multivariatna metoda koja se primjenjuje u slučajevima gdje je primarni cilj identificirati grupe kojoj neki objekt (npr. genotip, fenotip) pripada. U tu se svrhu koriste diskriminantne varijable

odnosno linearne kombinacije polaznih varijabli, uz uvjet da te varijable maksimalno razlikuju promatrane grupe. Na temelju diskriminatnih varijabli prognozira se pripadnost objekta pojedinoj grupi, te se iz tog razloga polazne varijable, koje opisuju objekte i iz kojih se izvode diskriminatne varijable, nazivaju još i prediktorima. Naprotiv, varijable putem kojih se određuje pripadnost objekta pojedinoj grupi nazivaju se kriterijske (eng. *grouping*) varijable.

Metoda uključuje predikciju uspješnosti ili podbačaja klasifikacije objekta u grupu kao pronalaženje onih prediktora koje najviše pridonose klasifikaciji.

U ovom je radu korištena tvz. "Forward Stepwise" diskriminatna analiza upotrebom metode Mahalanobisove uopćene udaljenosti (eng. *Mahalanobis Generalized Distance*) s obzirom da je to jedno od najpouzdanijih mjerila udaljenosti između dvije populacije te su njenom upotrebom izbjegnuti problemi koreliranih svojstava i ovisnosti o skali mjerena. Primijenjenom metodologijom se nastojalo dobiti set prediktora koji najbolje opisuju divlje i uzgojne jedinke lubina.

### 3. REZULTATI

Ukupne tjelesne dužine ispitivanih divljih jedinki lubina bile su u rasponu od 200.56 mm do 627.64 mm. Njihova prosječna vrijednost je iznosila 344.71 mm. Raspon tjelesnih masa ispitivanih divljih jedinki se kretao od 85 g do 2055 g. s prosječnom vrijednosti od 453 g. Kod uzgojnih jedinki ukupna tjelesna dužina bila je u rasponu od 307.85 mm do 392.21 mm s prosječnom vrijednosti od 345.37 mm. Masa se kod uzgojnih jedinki kretala u rasponu od 305 g do 651 g s prosječnom vrijednosti od 441 g.

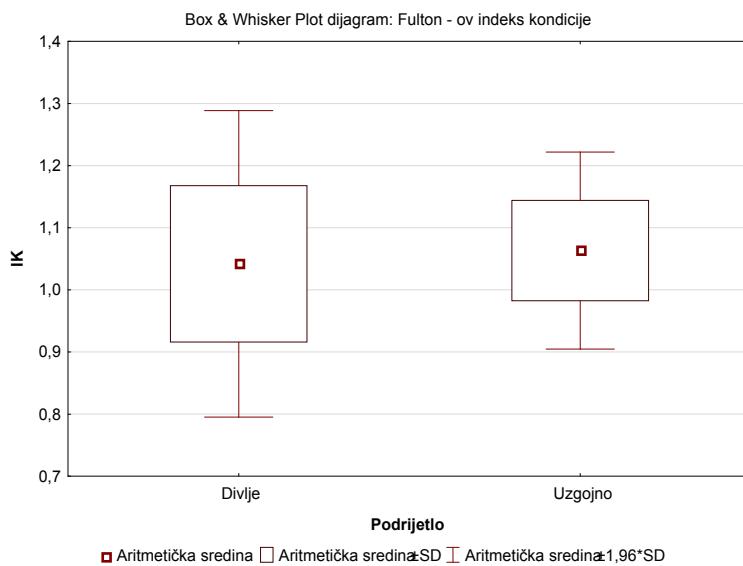
#### 3.1 Tjelesni i kondicijski indeksi

Iz rezultata je vidljiva razlika između divljih i uzgojnih jedinki u 3 od 4 indikatora morfometrijske različitosti.

**TABLICA 9.** Indikatori morfološke razlike

	Aritmetička sredina Dv	Aritmetička sredina Uz	t - vrijednost	df	p	Standardna devijacija Dv	Standardna devijacija Uz
Fulton –ov indeks	1,041925	1,063346	-1,43197	198	0,154	0,125840	0,080876
Alternativni kondicijski indeks	0,212950	0,230548	-7,47223*	198	0,000	0,020489	0,011614
Relativni profilni Indeks	0,221234	0,234932	-7,90883*	198	0,000	0,011258	0,013163
Glaveni Indeks	0,249052	0,214725	21,42041*	198	0,000	0,013982	0,007830

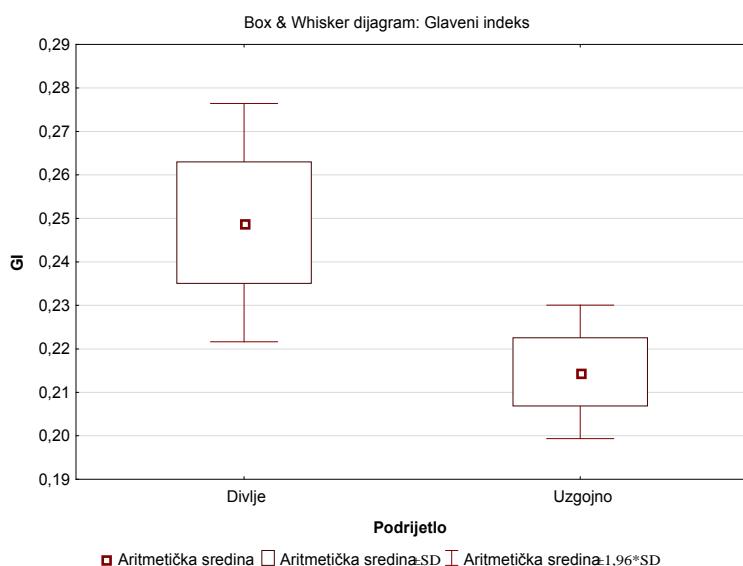
Fultonov index kondicije nije pokazao značajnu statističku razliku između divljih i uzgojnih jedinki. Nezadovoljavajuća statistička snaga testa rezultat je jako male vrijednosti veličine učinka (Cohen – ov d = 0,202515).



**SLIKA 8 .** Grafički prikaz Box & Whisker Dijagram: Fulton-ov indeks kondicije

### 3.2 Glaveni index

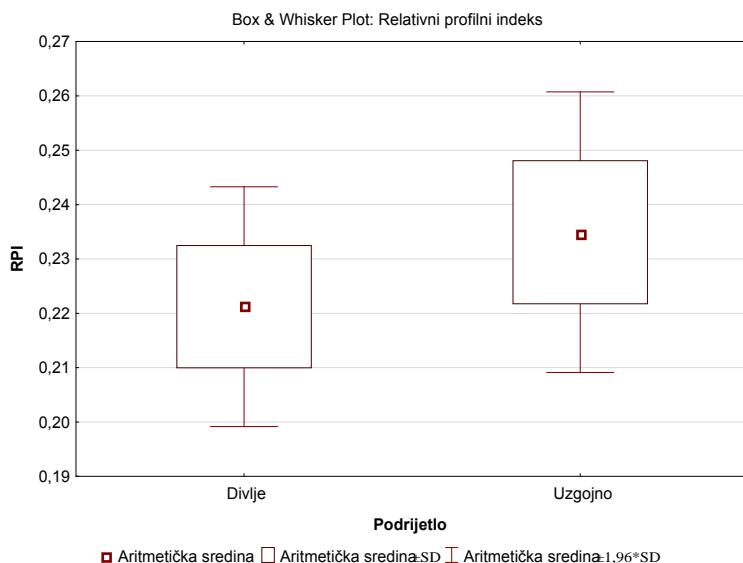
Glaveni index kondicije pokazao je znatnu razliku između divljih i uzgojnih jedinki, s divljim jedinkama kao onima s većim indeksom glave. Vrijednost veličine učinka je dosta velika (Cohen-ov  $d = 3,0293462$ ), sa zadovoljavajućom statističkom snagom testa (1,000000).



**SLIKA 9 .** Grafički prikaz Box & Whisker Dijagram: Glavni indeks

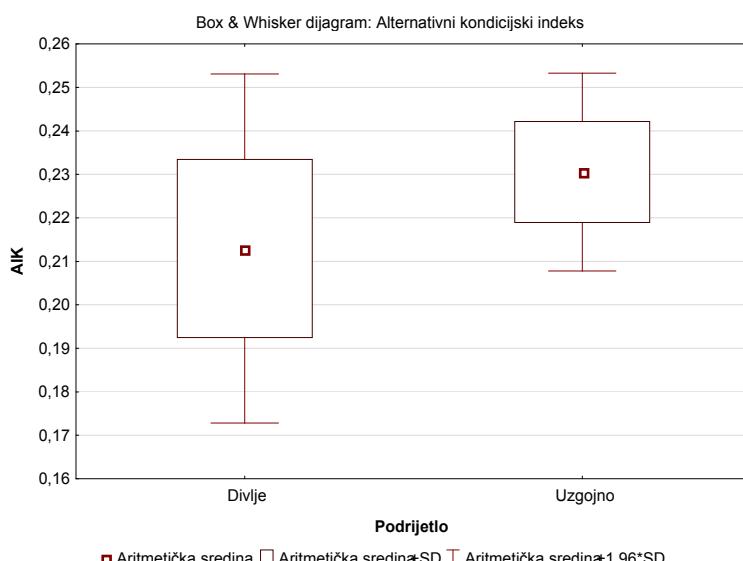
Utvrđena je statistički značajna razlika relativnog profilnog indeksa između divljih i uzgojnih jedinki lubina na zapadnoj obali Istre ( $t = 7,90883$ ). Velika vrijednost veličine

učinka (Cohen – ov d = 1,118423) rezultirala je zadovoljavajućom snagom statističkog testa (1,000000).



**SLIKA 10 .** Grafički prikaz Box & Whisker Dijagram: Relativni profilni indeks

Utvrđena je statistički značajna razlika alternativnog kondicijskog indeksa između divljih i uzgojnih jedinki lubina na zapadnoj obali Istre ( $t = 7,47223$ ). Velika vrijednost veličine učinka (Cohen–ov d = 1,056709) rezultirala je zadovoljavajućom snagom statističkog testa (1,000000).



**SLIKA 11 .** Grafički prikaz Box & Whisker Dijagram: Alternativni kondicijski indeks

### 3.3. Metoda vezane mreže

Vrijednosti Keiser-Meyer-Olkinovog (0.868) i Bartett-ovog testa ( $P < 0.000$ ) su pokazale valjanost korelacijske matrice za analizu glavnih komponenta. Tablica 8. Prikazuje iznose komunaliteta (eng. communalities) odnosno udjela varijance određene polazne varijable u ukupnoj varijanci koji je objašnjen dobivenim komponentama. Minimalni ekstrahirani udio varijance kod morfometrijskih mjera metode vezane mreže iznosio je 59,5 % za B5, a najviši za 95,9 % za D4 dužinu, što znači da sve ekstrahirane glavne komponente dobro predstavljaju varijable.

**TABLICA 10.** Komunaliteti polaznih varijabli metode vezane mreže

(Izvor: valstita izrada)

	Înicijalni	Ekstrahirani
A1	1,000	,855
A2	1,000	,924
A3	1,000	,818
B1	1,000	,856
B2	1,000	,935
B3	1,000	,676
B4	1,000	,939
B5	1,000	,595
C1	1,000	,911
C2	1,000	,911
C3	1,000	,886
C4	1,000	,756
C5	1,000	,945
D1	1,000	,895
D2	1,000	,860
D3	1,000	,734
D4	1,000	,959
D5	1,000	,918
E1	1,000	,830
F2	1,000	,837
E3	1,000	,763
E4	1,000	,876
E5	1,000	,856
Г1	1,000	,763
F2	1,000	,755
F3	1,000	,851

Analiza glavnih komponenti je ekstrahirala tri komponente sa svojstvenim vrijednostima većim od 1, objašnjavajući 84,36 % ukupne varijance (Tablica 9.).

**TABLICA 11.** Svojstvene vrijednosti PCA-Analize i ukupna varijanca objašnjena sa tri ekstrahirane komponente prije i nakon Kaiserove varimax rotacije  
(Izvor: vlastita izrada)

Ekstrahirane komponente	Početne svojstvene vrijednosti			Svojstvene vrijednosti nakon Kaiserove varimax rotacije		% kumulativa
	Ukupno	% varijance	% kumulativa	Ukupno	% varijance	
1	18,603	71,552	71,552	11,644	44,786	44,786
2	2,069	7,958	79,510	5,191	19,966	64,753
3	1,263	4,858	84,368	5,100	19,615	84,368

Pri definiranju opterećenosti komponenata s polaznim varijablama u obzir su uzeta ona čija je vrijednost veća od 0,55 (55 %) na pojedinu komponentu (Tablica 30). Stoga su glavne komponente definirane na sljedeći način:

- I. komponenta, u svim regijama ( glava, trup, rep ) (D1, D2, D3, D4, D5,C1 C2, C3, C4, C5, B1, B2, B3, B4, B5, F1, F2, );
- II. komponenta, karakteristikama repnog drška (E1, E2, E3, E4, E5);
- III. komponenta, mjerama glave (A1, A2, A3, F3);

**TABLICA 12 .** Matrica glavnih komponenti nakon Kaiserove varimax rotacije  
 (Izvor: vlastita izrada)

	Glavne komponente		
	1	2	3
D1	,871		
D4	,867		
C2	,865		
C3	,849		
B4	,807		
C5	,792		
C4	,792		
B3	,779		
D5	,778		
C1	,775		
B2	,741		,502
B1	,729		
D2	,695	,551	
F1	,671		
D3	,657		
B5	,649		
E2	,646	,550	
F2	,641		
E1		,835	
E3		,822	
E4		,816	
E5		,728	
F3			,913
A1			,851
A2	,565		,750
A3			,741

- I. Komponenta ukazuje da 44.786 % jedinki u uzorku pokazuje razliku u svim regijama tijela. Razlika je locirana na glavi, perajama, trupu i repu.
- II. Komponenta ukazuje da 19.996 % jedinki u uzorku pokazuje razliku u mjerama repnog drška.
- III. Komponenta ukazuje da 19. 615 % jedinki pokazuje razliku u predjelu glave.

**TABLICA 13 .** Prikaz pokazatelja valjanosti diskriminantne funkcije

Funkcija	Svojstvena vrijednost	% varijance	% kumulativa	Kanonička Korelacija	Wilks - ova lambda	$\chi^2$	df	Sig.
1	18.290	100,0	100,0	0.974	0.052	580.078	4	,000

Tablica 12. Prikazuje da su mjere glave (B4, F3), repnog drška (F1) i leđne peraje (D1) one prediktorske varijable na temelju kojih se vršila klasifikacija jedinki u divlje ili uzgojno podrijetlo. Uzgojne jedinke su pokazale veće vrijednosti u mjerama glave (F3, B4), repne peraje (D1) u odnosu na jedinke divljeg podrijetla.

**TABLICA 14 .** Koeficijent klasifikacijske funkcije

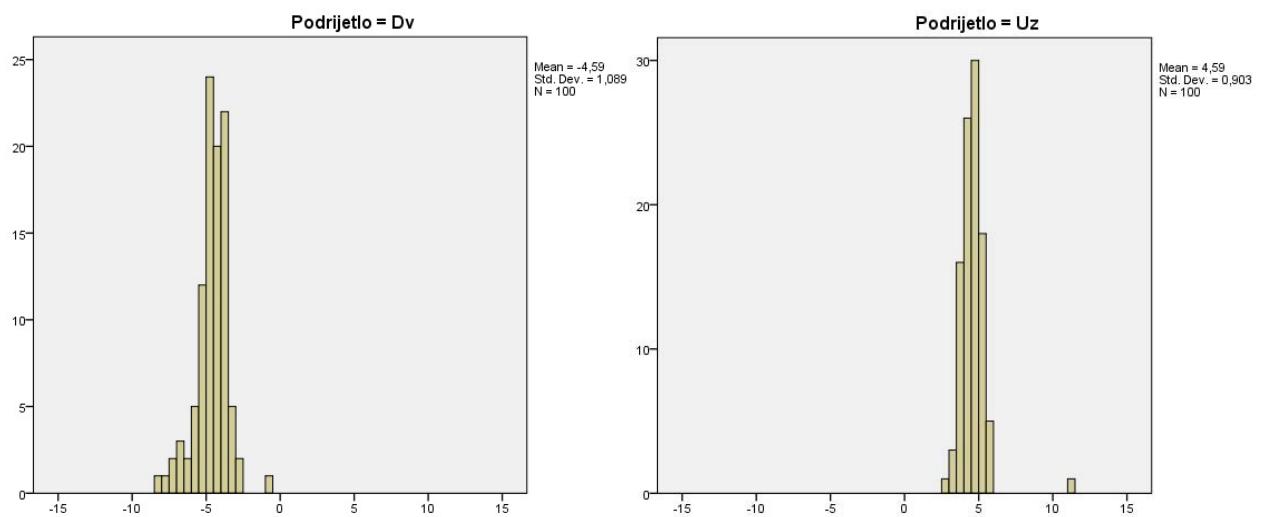
	Podrijetlo	
	Divlje jedinke	Uzgojne jedinke
B4	3.292	-4.625
D1	3.401	-4.107
F1	30.967	17.809
F3	-5.617	16.742
(Konstant)	-43,106	-60,326

Klasifikacija na temelju 3 morfometrijske mjere je rezultirala 100 % originalnom raspodjelom (Tablica 13.). Kod divljih jedinki je 100 od 100, a kod uzgojnih 99 od 100 točno klasificirano. Diskriminantna analiza je svrstala 100 jedinki divljeg podrijetla točno u divlje podrijetlo, što znači da prema morfometrijskim mjerama nema miješanja između divljih i uzgojnih jedinki. Jedna od 100 jedinki uzgojnog podrijetla svrstana je u divlje podrijetlo.

**TABLICA 15 .** Rezultat

Podrijetlo jedinki lubina zapadne obale Istre			Predviđena grupna pripadnost		Ukupno
Original	Broj	Uzgojne jedinke	100	0	
		Divlje jedinke	0	100	100
	%	Uzgojne jedinke	100	0	100,0
		Divlje jedinke	0	100	100,0
Unakrsna validacija	Broj	Uzgojne jedinke	99	1	100
		Divlje jedinke	0	100	100
	%	Uzgojne jedinke	99	1	100,0
		Divlje jedinke	0	100	100,0

- 100,0% orginalnom raspodjelom.
- 99,5% klasificirano prema metodi unakrsne validizacije.



**SLIKA 12.** Kanoničke diskriminantne funkcije za uzgojne i divlje jedinke

Slika 12 predstavlja grafove kanoničke diskriminantne funkcije za uzgojne i divlje jedinke. Na grafovima je jasno vidljiva odijeljena klasifikacija divljih i uzgojnih jedinki. Nula predstavlja granicu između divljih i uzgojnih jedinki i te je jasno vidljivo da su sve uzgojne jedinke smještene desno od nule dok su sve divlje jedinke na grafu smještene lijevo od nule.

## 4. RASPRAVA

Morfometrija je jasno pokazala razliku između divljih i uzgojnih jedinki. Kao i kod Arechavala – Lopez (2011) morfometrijski indikatori i metoda vezane mreže pokazali su se kao dobra metoda za određivanje porijekla kod lubina. Kao najbolji morfometrijski indikator pokazao se glaveni indeks, kojeg Arechavala – Lopez (2011) navodi kao osnovni, brzi i jeftin način za određivanje prebjega kod lubina. Uzgojni lubini što je vidljivo iz rezultata imaju manji glaveni indeks što je posljedica procesa selekcije. Prilikom selekcije odabiru se jedinke koje imaju manju glavu a veću površinu tijela (iskoristivi dio). Jedinke iz divljine imaju veći glaveni indeks, jer veća glava i manje tijelo predstavlja prednost pri kompeticiji u prirodi.

Fultonov indeks kondicije se pokazao kao statistički ne-značajan morfometrijski indikator kao i kod drugih koji su svoje uzorkovanje odradili u zimskim mjesecima (Francesca Tulli 2009., Mustafa Yıldız 2007.). Pravovremenim uzorkovanjem u zimskim mjesecima se otklonila razlika u indeksu kondicije koja se stvara intenzivnim hranjenjem u zatočeništvu u ljetnim mjesecima. Arechavala – Lopez (2011) je u svom radu dobio statistički značajnu razliku u indeksu kondicije kod lubina i kod orade, no on je uzorkovanje vršio u razdoblju od lipnja do srpnja kad je intenzitet hranjenja povećan, a time i razlika u indeksu kondicije.

Za razliku od fultonovog indeksa kondicije, alternativni kondicijski indeks (Richeter i sur., 2000) pokazao je statistički značajnu razliku između divljih i uzgojnih jedinki lubina na zapadnoj obali Istre ( $t = 7,47223$ ). Alternativni kondicijski index pokazao se kao bolji morfološki indikator, te bi se trebao primjenjivati pri određivanju porijekla riba. Razlog tome je uzimanje u obzir i visine tijela prilikom određivanja kondicije čime se u obzir uzima trodimenzionalnost jedinke. Za razliku od alternativnog, Fultonov indeks kondicije je adekvatan samo u slučaju kada se promatraju jedinke iste dužinske frekvencije, budući da uzima u obzir samo dužinu koja se kubira. Također, jedan od razloga zašto je alternativni indeks bolji nalazi se u procesu selekcije koji cilja proizvodnju jedinki s većim relativnim profilnim indeksom, odnosno većom visinom tijela, a sve u svrhu dobivanja većeg iskoristivog randmana (jestivog dijela). Veća visina tijela jedna je od karakteristika većine uzgojnih organizama, i ima veliki utjecaj na kondiciju ribe.

Rezultati su pokazali statistički značajnu razliku u relativnom profilnom indeksu, što je suprotno rezultatima Francesce Tulli (2009) i Arechavala – Lopeza (2011). Kod njih je relativni profilni indeks statistički zanemariv ( $p > 0.05$ ). U ovom radu rezultati su pokazali veći relativni profilni indeks uzgojnih jedinki u odnosu na divlje jedinke. Kako je relativni profilni indeks pokazatelj izduženosti i visine organizma za očekivati je da je taj indeks kod uzgojnih lubina veći. Upravo već spominjanim procesom selekcije dobivaju se jedinke koje imaju veću površinu tijela odnosno veću visinu i dužinu. Kako su dobivene jedinke Jadranskog porijekla (mrjestilište Nin), iz rezultata je vidljivo da se dobro radi na procesu selekcije.

Metoda vezane mreže jasno je pokazala varijabilnost između divljih i uzgojnih jedinki (Tablica 13, slike 10, 11). Rezultati vezane mreže (PCA – analize) ukazuju da je varijabilnost evidentna po svim dijelovima tijela. Za razliku od orade, lubin ima samo jedno istaknuto morfološko obilježje po kojem se mogu raspoznati divlje i uzgojne jedinke a to je glaveni dio, te je teško determinirati pripadnost na osnovu samo metode vezane mreže (Arechavala – Lopez 2013., Eaton 1996). Tjelesni i kondicijski indeksi pokazali su se boljima s obzirom da utvrđuju baš razlike, dok metoda vezane mreže utvrđuje varijabilnost putem PCA metode, te se diskriminatnom analizom, s obzirom na uzete mjere, kategorizira jedinke u uzgojno ili divlje podrijetlo. Diskriminantna analiza je pokazala 4 varijable, raspoređene u tri tjelesne regije (Tablica 12.) po kojima je izvršila podjelu u divlje i uzgojno podrijetlo:

- glaveni dio (B4, F3),
- anteriorno – dorzalna regija (D1)
- repnom dršku (F1)

Uzgojne jedinke karakterizirane su manjom glavom s zdepastijim tjelesnim oblikom s obzirom na značajno utvrđene statističke razlike u indeksima relativnog profila i alternativnog kondicijskog indeksa (Arechvala –Lopez i sur., 2013). Također su karakterizirane deformacijama u repnom dršku i perajama u odnosu na divlje.

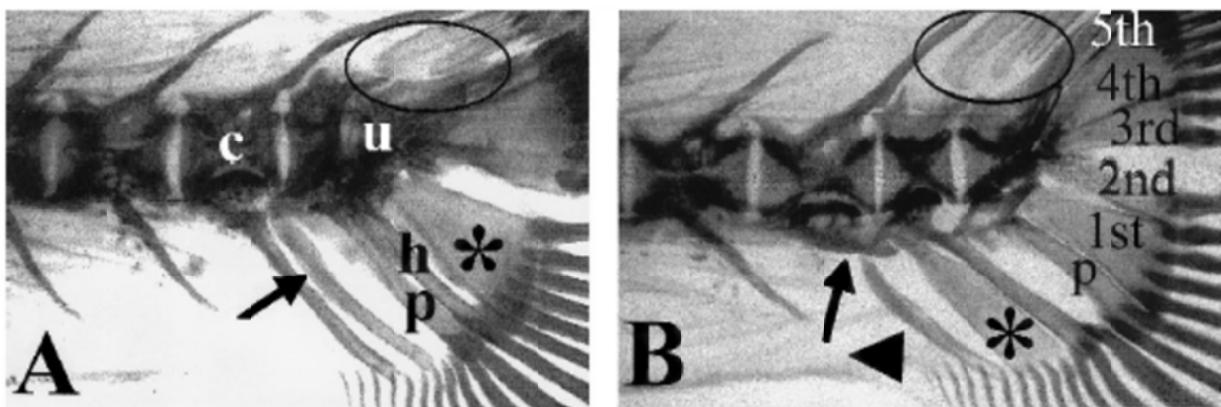
Dobro je poznato da su uvjeti u mrjestilištima i užgajalištima daleko od onih idealnih u prirodi (Sfakianakis i sur., 2004). Kao posljedice takvih uvjeta javljaju se deformacije različitih dijelova tijela u nekim slučajevima i do 80 % mlađi u mrjestilištu (Sfakianakis i sur., 2006). Deformacije uzrokuju velike ekonomski gubitke putem smanjenog preživljavanja, stope rasta i narušavanja vanjskog izgled same ribe (Divanach i sur., 1996). Deformacije se najčešće javljaju kod plivaćeg mjeđura

(Chatain, 1994; Divanach i sur., 1996), glavenoj regiji (Matsuoka, 1987; Koumoundouros i sur., 1997; Georgakopoulou i sur., 2007), predjelu kralježnice (Kihara i sur., 2002; Koumoundouros i sur., 2002; Favaloro i Mazzola, 2003; Sfakianakis i sur., 2006), bočnoj liniji (Carrillo i sur., 2001) i području peraja (Matsuoka, 1987; Koumoundouros i sur., 2001; Favaloro i Mazzola, 2003; Sfakianakis i sur., 2003, 2004).

Ribe su u prirodi suočene s različitim djelovanjem sila koje su posljedica gravitacije, valova i strujanja oko podvodnih konfiguracija (olupine, rtovi, klanci, grebeni itd.). Iz tog razloga konstantno su primorane koristiti se tijelom, parnim (prsne, trbušne) i neparnim (leđna i podrepna) perajama za plivanje. Veličina i oblik peraja djelom je određena ekomorfološki, odnosno utjecajem staništa koje ima svojstvo da olakšava ili osporava različite tipove kretanja. Karakteristike okoliša kao što su struktura dna, utjecaj strujanja, distribucija i obilje hrane, te rizik od predatora su samo neki od čimbenika koji su evolucijski uvjetovali različite lokomotorne prilagodbe riba (Kraljević, 2006.)

Nasuprot prirodnim uvjetima, uvjeti u kavezu ili bazenu predstavljaju sredinu smanjenog manevra za plivanje, smanjene hidrodinamičnosti, povećane nasadne gustoće, lišenosti predatora te svakodnevne dostupnosti hrane što za rezultat ima smanjenje upotrebe lokomotornog sustava uzgojnih jedinki. Cirkularno uvjetovano gibanje se iz mrjestilišta nastavlja i u fazu kaveznog uzgoja gdje manevarski zahvati peraja nisu toliko potrebni kao što su potrebni divljim jedinkama.

Diskriminantnom analizom je dobiveno da je jedna od prediktornih varijabli (F1) na temelju koje su jedinke razvrstane u divlje ili uzgojne, smještена na repnom dršku. Rezultati se podudaraju s onima Hurtado-Rodigueza i sur. (2010) i Talijančić, (2013), gdje je dobivena veća vrijednost u mjerama repnog drška uzgojnih u odnosu na divlje. Prema Hurtado- Rodigueza i sur. (2010) takav rezultat je posljedica povećanja indeksa u ljetnim mjesecima i deformiteta repne regije (slika 13.).



**SLIKA 13.** Deformacije repnoga drška i repne peraje kod komarče. A) Prikaz suplementarne i abnormalne hemalne šipčice (strelica), odsutnosti epurala (krug – vidi B za normalno stanje) te fuzija između prvog i drugog hipurala (zvjezdica). Posljednji repni kralježnjak (c) koji prethodi urostilu (u) je skraćen te je njegov hemalni luk (h) spojen s parahipuralnim (p) lukom. B) Drugi kralježnjak s lijeva je deformiran i spojen s hemalnim lukom (strelica), suplementarna (zvjezdica) i odvojena hemalna šipčica (trokut) – p = parahipural; 1st = prvi hipural; 2nd = drugi hipural; 3rd = treći hipural; 4th = četvrti hipural; 5th = peti hipural (Boglione i sur., 2001).

Osim u perajama rezultati su pokazali razliku i u glavenoj regiji. Diskriminantna analiza pokazala je dvije prediktorne varijable ključne za podjelu divljih i uzgojnih jedinki (B4 i F3). Divlje jedinke imale su veće vrijednosti mjera glave što se poklapa s istraživanjima Arechavala – Lopez (2011). Prema A.rechavala - Lopez (2011) divlji je lubin karakteriziran većom glavom, vretenastijim i izduženijim oblikom tijela što potvrđuju i rezultati u ovom radu. Također je karakteriziran jakim kontrastom među sivim bojama, jasnim godišnjim prstenovima te niskom stopom abnormaliteta u odnosu na uzgajne.

Unatoč svim tim razlikama Arechavala – Lopzr (2011) ističe da je jedino razlika u veličini glave najsigurniji pokazatelj podrijetla iz razloga jer je razlika u gore navedenim morfološkim osobinama (boja, abnormaliteti, oblik zuba boja) mala i teško uočljiva, te je potrebna dublja analiza (genetska).

Diskriminantna analiza je na temelju opisanih varijabli uzgajne jedinke s točnošću od 100 % svrstala prema orginalnoj raspodjeli i unakrsnoj validizaciji, što implicira da nema prebjega ili morfološki nisu dokazani. Mogući razlog tome je velika udaljenost između uzgajališta i mjesta skupljanja divljih uzoraka. Iako Lubin predstavlja vrstu koja je izvrstan i snažan plivač, sposoban za migraciju od nekoliko stotina kilometara

(Pickett i Pawson, 1994), u području istočnog Mediterana pa tako i u Jadranskom moru, lubin pokazuje teritorijalnost prema određenom akvatoriju bilo da je riječ o području gdje se mrijesti i odrasta ili se hrani što za rezultat ima sprječavanje protoka gena kroz generacije i formiranje ne-panmiktičnih populacija (Katavić i sur., 2013). Prebjezi komarče i lubina kad se nađe u prirodnom okolišu, zadržavaju se u okruženju kaveznih instalacija i do mjesec dana (Arechavala – Lopez i sur. 2011). U tom periodu komarča, s obzirom na prehrambene navike i strukturu zubala, brzo prilagodi prelasku na prirodnu ishranu, odnosno zamjeni peleta s beskralježnjacima čija je zastupljenost mnogobrojna oko uzgajališta. Međutim, za lubina to nije slučaj. Kao vršni predator, jednom kad se nađe u prirodnom okolišu veoma se sporo prilagođava na novonastale uvjete što u konačnici utječe na stopu preživljavanja i reducirani reproduktivni uspjeh s prirodnim populacijama (Arechavala – Lopez i sur. 2011). Upravo zbog izražene teritorijalnosti i slabe prilagodne na život u divljini, vrlo vjerojatno nije identificiran niti jedan prebjeg što ne znači da prebjega nema.

Morfologija i vanjski izgled jako su korisni pri određivanju divljeg ili uzgojnog porijekla kod riba, no ograničeni su samo na rane prebjege (Arechavala – Lopez i sur. 2013) što također može biti jedan od razloga ne pronalaska prebjega. Rogdakis i sur. (2011) su pokazali da je potrebno 6 do 7 mjeseci ribolovno uzgojnim (poribljavanje) komarčama da poprime većinu morfoloških obilježja divljih jedinki. I kod lubina promjena okoline (prirodno stanište) i režima hranjenja utječe na fenotip, no kako navode Arechavala – Lopez i suradnici (2013), vrijeme poprimanja morfoloških osobina divljih jedinki još je nedovoljno istraženo.

Diskriminantnom analizom je od 100 uzgojnih jedinki njih 99 determinirano kao uzgojne, dok je jedna determinirana kao divlja jedinka. To se može objasniti porijekлом mlađi. Uzorkovana mlađ je dobivena iz matica jadranskog genetskog podrijetla. Važno je istaknuti da mlađ iz Nina peistiže u uzgajalište Limski kanal unazad 10 godina. Genetska razlika između uzgojnih i divljih jedinki može se podijeliti u tri hijerarhijske razine. Prva razina različitosti zasniva se na genetičkim matičnjaka koji je ulovljen iz prirode i predstavlja mali dio ukupne genetske raznolikosti neke vrste. Rezultat toga je promjena frekvencije i gubitak nekih rijetkih alela. Upravo iz tog razloga efektivna veličina populacije je manja kod uzgojnih jedinki u odnosu na divlje (Youngson i sur. 2001).

Druga razina različitosti proizlazi iz nasuđivanja mlađi čije je genetsko porijeklo različito od onog autohtonog za to geografsko područje. Naprimjer, dobro je istražena genetska struktura divljeg lubina i razlikuju se tri genetski različita stoka lubina; Atlantski stok, Zapadno mediteranski stok, Istočno mediteranski stok (Patarnello i sur. 1993; Allegrucci i sur. 1997; Garcia de Leod i sur. 1997; Sola i sur. 1998, Castilho i McAndrew 1998; Bahri-Sfar i sur 2000, 2005; Castilho i Ciftci 2005; Ergüden i Turan 2005; Katsares i sur. 2005; Lemaire i sur. 2005).

Treća razina genetske različitosti posljedica je procesa selekcije unutar procesa domestifikacije. Prilikom selekcije određenih poželjnih osobina može doći do promjene u genotipu što se objašnjava „hitchhiking“ efektom, odnosno promjenom frekvencije određenog alela. Promjene u fenotipu se ne događaju odmah već je potrebno vrijeme da one postanu vidljive. Prebjegle jedinke mogu utjecati na promjenu genotipa kod divljih jedinki što za rezultat ima smanjenje fitnesa kod divljih jedinki (Lynch i O'Hely 2001; Ford 2002; Araki i sur. 2009). Pod „fitnes“ podrazumijevamo sposobnost organizma za preživljavanje u okolišu. Genetska struktura divljih jedinki određena je dugoročnim interakcijama okoliša i same populacije. Različiti okoliši ispoljuju različite alele ili kombinacije alela koje jačaju fitnes jedinke i čine ju sposobnijom za preživljavanje u prirodi. Smanjenje fitnesa miješanjem genotipova uzgojnih i divljih jedinki smanjujemo i njenu sposobnost za preživljavanjem u prirodi što kao krajnji rezultat može imati smanjenje bioraznolikosti (Sola i sur. 1998).

Morfometrijska metoda vezane mreže zajedno s indikatorima pokazala se kao dobar alat za razlikovanje divljih od uzgojnih jedinki. Metoda vezane mreže pokazala je varijabilnost morfoloških karakteristika na temelju čega je izvršena točna kategorizacija jedinki u uzgojno i divlje podrijetlo, no sama po sebi nije dovoljna za efektivno razlučivanje. S druge pak strane, indeksi predstavljaju jednostavan način diskriminacije jedinki budući da je utvrđeno da divlje jedinke imaju veće glave, dok su uzgojne karakterizira plosnati oblik s obzirom na veću visinu tijela. Time, oni predstavljaju jednostavan alat za njihovo raspoznavanje.

No problem prebjega u svijetu a i kod nas je zasigurno veći od samog raspoznavanja. Naglasak se mora staviti na prevenciju i daljnja genetska istraživanja kako bi se skupila genetska baza podataka kojim bi se održivije upravljalo Jadranskim stokom ne samo lubina i komarče, već i svih uzgajanih vrsta. Osim što bi pridonijele očuvanju bioraznolikosti, dobivene informacije mogli bi se

implementirati i u formiranju budućih selekcijskih programa, neophodnog dijela rada mrjestilišta.

## 5. ZAKLJUČAK

1. Morfometrijskom analizom nisu utvrđene fenotipske sličnosti divljih i uzgojnih lubina što upućuje da nije došlo do epizoda prebjega na zapadnoj obali Istre, što ne znači da ih nema, te je potrebno provesti kombinirani pristup morfometrijeke i genetike analize kako bi se ustanovila realna slika prebjega.
2. Metoda vezane mreže predstavlja metodu koja pokazuje varijabilnost morfometrijskih obilježja divljih i uzgojnih jedinki lubina dok tjelesni indeksi i indeksi kondicije pokazuju bolje razlike s obzirom da su određeni tjelesnim proporcijama.
3. Fenotipska obilježja divljeg lubina rezultat su dugoročnih interakcija okoliša i same populacije, dok je kod uzgojnog fenotip rezultat selekcijskih programa, uzgojne tehnologije, uvjeta i podrijetla matičnjaka.
4. U Republici Hrvatskoj ribarstveno – biol-ekološka istraživanja su u tijeku. Svi dobiveni dobiveni, uključivo i ovdje prezentirani rezultati mogu se iskoristiti za poboljšanja rada mrjestilišta, te uspostavu održive marikulture.
5. Moderna marikultura je vrlo mlada industrijska grana koja se razvila unazad 35 – 40 godina. Neke od posljedica prebjega su vidljive no za većinu je potrebno određeno vrijeme da izađu na vidjelo. Iz tog razloga nužno je unaprijediti zootehničke mјere i uvesti standardizaciju kavezne opreme kako bi se reducirale epizode prebjega.

## 6. LITERATURA

- Allegrucci G, Fortunato C, Sbordoni V, 1997. Genetic structure and allozyme variation of sea bass (*Dicentrarchus labrax* and *D. punctatus*) in the Mediterranean Sea. *Marine Biology* 128:347–358.
- Araki H, Cooper B, Blouin M. S, 2009. Carry-over effect of captive breeding reduces reproductive fitness of wild-born descendants in the wild. *Biology Letters* 5: 621–624.
- Arechavala – Lopez P, Sanchez – Jerez P, Bayle – Sempere J, Sfakianakis D, Somarakis S. 2011. Morphological differences between wild and farmed Mediterranean fish. *Hydrobiologia*, 679: 217 – 231.
- Arechavala-lopez P, Fernandez-Jover D, Black D.K, Ladoukakis E, Bayle-Sempere J.T, Sanchez-Jerez P, Dempster T, 2013. Differentiating the wild or farmed origin of Mediterranean fish: a review of tools for sea bream and sea bass, *Reviews in Aquaculture* br. 4: 1-21.
- Arechavala-Lopez P, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere J,
- Bahri-Sfar L, Lemaire C, Ben Hassine OK, Bonhomme F, 2000. Fragmentation of sea bass populations in the western and eastern Mediterranean as revealed by microsatellite polymorphism. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* 267:929–935.
- Bahri-Sfar L, Lemaire C, Chatain B, Divanach P, Hassine OKB, Bonhomme F, 2005. Impact of aquaculture on the genetic structure of Mediterranean populations of *Dicentrarchus labrax*. *Aquatic Living Resources* 18: 71–76.
- Boglione C, Gagliardi F, Scardi M, Stefano C. 2001. Skeletal descriptors and quality assessment in larvae and post – larvae of wild – caught and hatchery – reared gilthead sea bream (*Sparus aurata* L. 1758). *Aquaculture*, 192: 1 – 22.
- Carrillo J, Koumoundouros G, Divanach P, Martinez J, 2001. Morphological malformations of the lateral line in reared gilz-head sea bream (*Sparus aurata* L. 1758), *Aquaculture* 192, 281-290.
- Castilho R, Ciftci Y, 2005. Genetic differentiation between close eastern Mediterranean *Dicentrarchus labrax* (L.) populations. *Journal of Fish Biology* 67: 1746–1752.

- Castilho R, McAndrew BJ (1998) Population structure of sea bass in Portugal: evidence from allozymes. *Journal of Fish Biology* 53: 1038–1049.
- Chatain B, 1994. Abnormal swimbladder development and lordosis in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream ( *Sparus auratus*). *Aquaculture* 119: 371-379.
- Cvitković I, Žuljević A, Antolić B, Grubelić I, Despalatović M. 2005. Utjecaj marikulture na ekosustave. Dostupno sa:  
[http://www.hok.hr/cro/cehovi/cehovska\\_dogadanja/15\\_susret\\_ribara\\_porec](http://www.hok.hr/cro/cehovi/cehovska_dogadanja/15_susret_ribara_porec).
- Dimitriou E, Katselis G, Moutopoulos D, Akovitiotis C, Koutsikopoulos C. 2007. Possible influence of reared gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) on wild stocks in the area of the Messolonghi lagoon (Ionian Sea, Greece). *Aquaculture Research*, 38: 398 – 408.
- Divanach P, Boglione C, Menu B, Koumoundouros G, Kenturi M, Cataudella S, 1996. Abnormalities in finfish mariculture: an overview of the problem, causes and solution. In: Sea baas and sea bream culture: problem and prospects. Chatain B. S. M., Sweetman J, Lavens P. (Eds). European Aquaculture Society, Oostende, str 45-66.
- Eaton DR, 1996. The Identification and Separation of Wild-Caught and Cultivated Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). MAFF Fisheries Research Technical Report, br. 103. MAFF, Lowestoft.
- Eaton DR, 1996. The Identification and Separation of Wild-Caught and Cultivated Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*), MAFF Fisheries Research Technical Report, br. 103. MAFF, Lowestoft.
- Erguđen D, Turan C, 2005. Examination of genetic and morphologic structure of sea-bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758 populations in Turkish coastal waters. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 29: 727–733.
- FAO, 2015
- Favaloro E, Mazzola A, 2003. Meristic variation and skeletal anomalies of wild and reared sharpsnout seabream juveniles (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777) off costal Sicily, Mediterranean Sea, Aquac, vol 34, 575-579.
- Fernandez-Jover D, Martinez-Rubio L, Lopez-Jimenez
- Finstand B, Bjorn PA, Todd CD, Whariskey F, Gargan PG, Forde G, Revie Cv, 2011. The effect of sea lice on Atalntic salmon and other salmonid species. In

- Atlantic Salmon Ecology (Aas O, Einum S, Klemesten A, Skurdal J, eds). str. 253-276. Oxford: Willey – Blackwell.
- FishBase, 2015 Dostupno sa: <http://www.fishbase.org/summary/63>
  - Fiske P, Lund RA, Hansen LP, 2005. Identifying fish farm escapees. In Stock Identification Methods: Applications in Fishery Science Ed: Cadrin, S. X., K. D., Friedland i J. R. Waldman/ Elsevier, Amsterdam. Str. 659 – 680.
  - Ford MJ, 2002. Selection in captivity during supportive breeding may reduce fitness in the wild. *Conservation Biology* 16:815–825.
  - Forrest B, Keeley N, Gillespie P, Hopkins G, Knight B, Govier D, 2007. Review of the Ecological Effects of Marine Finfish Aquaculture: Final Report. Cawthron institute, Nelson, 80 str.
  - Garcia de Leon FJ, Chikhi L, Bonhomme F, 1997. Microsatellite polymorphism and population subdivision in natural populations of European sea bass *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus,1758). *Molecular Ecology* 6: 51–62.
  - Gargan PG, Forde G, Hazon N, Russel DJF, Todd CD, 2012. Evidence for sea lice-induced marine mortality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in westwrn Ireland from experimental releases of ranced smolts treated with emamectic benzoate. *Can J Fish Aquat Sci* 69: 343 – 353.
  - Georgakopoulou E, Angelopoulou A, Kaspiris P, Divanach P, Koumoundouros G, 2007. Temperature effects on cranial deformities in European sea bass, *Dicentarchus labrax* (L.). *J. Akkl. Ichtyol.* 23: 99-103.
  - Gillanders BM, Joyce TC, 2005. Distinguishing aquaculture and wild yellowtail kingfish via natural elemental signatures in otoliths. *Mar Freshwat Res* 56: 693-704.
  - Grigorakis K, 2007. Compositional and organoleptic quality of farmed nad wild sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: a review. *Aquaculture* 272: 55 – 75.
  - Heuch PA, Mo TA, 2001. A model of salmon louse production in Norway: effects of increasing salmon production and public menagment measures. *Dis Aquat Org* 45: 145-152.
  - Humphries, J. M, Bookstein F. L., Chernoff B, Smith G. R., Elder R. L., Poss S. G., 1981. Multivariate discrimination by shape in relation to size. *Systematic Zoology* 30: 291-308.

- Hurtado – Rodriguez R, Fountoulaki E, Grigorakis K, Alexis M, Flos R. 2010. Season and size effects: changes in the quality of gilthead seam bream (*Sparus aurata* L.). *Mediterranean Marine Science*, 11/1: 177 – 131.
- IZOR, Split. (Antolić B, Bogner D, Dadić V, Dulčić J, Čikeš Keč V, Grbec B, Grubelić I, Kušpilić G, Kršinić F, Krstulović N, Marasović I, Matijević S, Milun V, Nikolić V, Ninčević Ž, Skejić S, Šolić M, Tičina V, Vrgoč N, Zorica B, Žuljević A, Precali R, Mikac N, Vojvodić V, Furdek M) 2012. Početna procjena stanja i opterećenja morskog okoliša hrvatskog dijela Jadrana, str. 308 – 311.
- 
- Jackson D, Drumm A, Jensen O, Mendiola D, Borg J, Black K, Papageorgiou N, Hauron, R. 2011. An evalvuation on extent and causes of escapes from offshore fin fish farms ins ix europena countries over a three year period, Zbornik sažetaka: Mediterranean Aquaculture 2020, Harache Y, European Aquaculture Society, Rodos, str. 487 – 488.
- Jardas I. 1996. Jadranska ihtiofauna, Školska knjiga, Zagreb, 533 str.
- Karakassis I. 2007. Effect of aquaculture on Mediterranean marine ecosystems: findings of recent EU – funded projects and ongoing research activities. U: Impact of mariculture on coastal ecosytems, CIESM Workshop Monographs, Briand F, CIEMS, Monaco, str. 35 – 38.
- Katavić I. 2003. Učinci kaveznih uzgajališta riba duž istočne obale Jadrana na morski okoliš. Ribarstvo, 61: 175 – 194.
- Katavić I, 2008. Okolišni aspekti akvakulture s posebnim osvrtom na organski otpad i prihvatni kapacitet uzgajališa. Zbornik radova, Uzgoj slatkovodne rive, stanje i perspektive; 2. savjetovanje o slatkovodnom ribarstvu Republike Hrvatske s međunarodnim sudjelovanjem, Bogut I, Hrvatska gospodarska komora, Zagreb, str. 39 – 55.
- Katavić I, Bubuć Šegvić T, Grubišić L, Maršić-Lučić J, Talijančić I, 2013, Institut za oceanografiju i ribarstvo Split, Projekt : Određivanje genetske strukture izvornih prirodnih populacija vrsta od interesa za športsko – rekreatijski ribolov i marikulturu duž istočne obale Jadrana (gof, zubatac, lunina i komarča)
- Katsares V, Triantafyllidis A, Karaïskou N, Abatzopoulos T, Triantaphyllidis C, 2005. Genetic structure and discrimination of wild and cultured Greek

populations of the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus 1758). In: Book oAbstracts, pp. 350–353. 12th Panhellenic Congress of Ichthyologists Drama, Greece.

- Kihara M, Ogata S, Kawano N, Kubota I, Yamaguchi R, 2002. Lordosis induction in juvenile red sea bream, *Pagrus major*, by high swimming activity, Aquaculture 212, 149 – 158.
- Koumondouros G, Maingot E, Divanach P, Kentouri M, 2002. Kyphosis in red sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): ontogeny and effects on mortality, Aquaculture 209, 49-58.
- Kraljević M. 2006. Plivanje. U: Kraljević M, Fiziologija riba. Interna skripta Sveučilišta u Splitu, Split, str. 1 – 34.
- Lemaire C, Versini JJ, Bonhomme F, 2005. Maintenance of genetic differentiation across a transition zone in the sea: discordance between nuclear and cytoplasmic markers. Journal of Evolutionary Biology 18: 70–80.
- Lorenzen K, Beveridge M, Mangel M. 2012. Cultured fish: integrative biology and management of domestication and interactions with wild fish. Biological Reviews, 87: 639 – 660.
- Loy A, Boglione C, Cataudella S. 1999. Geometric morphometrics and morphology: a combined tool in the study of sea bream (*Sparus aurata*, sparidae) shape. Journal of Applied Ichthyology, 15: 104 – 110.
- Luomoundouros G, Gagliardi F, Divanach P, Boglione C, Cataudella S, Kentouri M, 1997. Normal and abnormal osteological development of caudal fin in *Sparus aurata* L. fry, Aquaculture 149: 215-226.
- Lynch M, O'Hely M, 2001. Captive breeding and the genetic fitness of natural populations. Conservation Genetics 2: 363–378.
- Martinez-Lopez F.J. (2011a) Direct interaction between wild fish aggregations at fish farms and fisheries activity at fishing grounds: a case study with *Boops boops*. Aquacult Res 42: 996–1010
- Matsuoka M, 1987. Development of the skeletal tissues and skeletal muscles in the red sea bream. Bull. Seikai Reg. Fish Res. Lab. 65: 1-114.
- Ministarstvo poljoprivrede 2015, Nacionalni strateški plan razvoja akvakulture za razdoblje 2014-2020. Dostupno sa: <http://www.mps.hr>

- Moe H, Dempster T, Sundle LM, Winther U, Fredheim A, 2007. Technological solutions and operational measures to prevent escape of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) from sea-cages. *Aquacult Res* 38: 90-99.
- Naylor R, Hindar K, Fleming I.A, Goldburg R, Williams S, Volpe J, Whariskey F, Eagle J, Kelso D, Mangel M, 2005. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *BioScience* 55(5): 427-437.
- Patarnello T, Bargelloni L, Caldera F, Colombo L ,1993. Mitochondrial DNA sequence variation in the European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. (Serranidae) evidence of differential haplotype distribution in natural and farmed population. *Molecular Marine Biology and Biotechnology* 2: 333–337.
- Pavlović A. 2010. Aktualni trenutak u marikulturi. Zbornik sažetaka, 16. Susret ribara, Hrvatska obrtnička komora, Poreč, power point prezentacija. Dostupno sa: <http://jadran.izor.hr/azo/>.
- Reist J .D, 1985. An empirical evaluation of several univariate methods that adjust size variation in morphometric dana. *Canadian Journal of Zoology*, 63: 1429 – 1439.
- Rewie C, Diill I, Finstand B, Todd CD, 2009. Sea Lice Working Group Report NINA Special Report 39: 1-17.
- Richter H, Luckstand C, Focken U, Becker K, 2000. An improved procedure to assess fish condition on the basis of lenght – weight relationship. *Archive of Fishery Marine Research*, 48:255-264.
- Ricker W .E, 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Population. *Bullentin of Fishery Research Board Canada*, 191: 382 str.
- Rogdakis Y, Koukou K, Ramfos A, Dimitriou E, Katselis G. 2011. Comparative morphology of wild, farmed and hatchery – released gilthead sea bream (*Sparus aurata*) in western Greece. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 3: 1 – 9.
- Sanchez-Jerez P, 2012. Final work package report on the identification of escapees, their post-escape behaviour, ecological risk and potential for recapture. PREVENT ESCAPE project (7th Framework European Commission, num. 226885; <http://www.preventescape.eu/>).

- Sfakianakis D. G, Koumoundouros G, Anezaki L, Divanach P, Kentouri M, 2003 Development of a saddleback-like syndrome in reared white seabream *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758), Aquaculture 217, 673-676.
- Sfakianakis D. G., Georgakopoulou E, Papadakis I. E., Divanach P, Kentouri M, Koumoundouros G, 2006. Environmental determinants of haemal lordosis in European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Aquaculture 254, 54-64.
- Sfakianakis D. G., Koumoundouros G, Divanach P, Kentouri M, 2004. Osteological development of the vertebral column and of the fins *Pagellus erythrinus* (L. 1758). Temperature effect on the developmental plasticity and morpho-anatomical abnormalities, Aquaculture 232, 407-424.
- Shancez-Lamadrid A, 2002. Stock enhancement of gilthead seabream (*Sparus aurata*, L.) assessment of season, fish size and place of release in SW Spanish coast. Aquaculture 210: 187-202.
- Shancez-Lamadrid A, 2004. Effectiveness of releasing gilthead seabream (*Sparus aurata*, L.) for stock enhancement in the bay of Cadiz. Aquaculture 231: 135-148.
- Sola L, De Innocentiis S, Rossi AR, Crosetti D, Scardi M, Boglione C i sur. 1998. Genetic variability and fingerling quality in wild and reared stocks of European sea bass. Cahiers Options Méditerranéennes 34: 273–280.
- Soto D, Jara F, Moreno C, 2001. Escaped salmon in the inner seas, southern Chile: facing ecological and social conflicts. Ecol App 11: 1750 – 1762.
- Strauss R. E., Bookstein F. L., 1982. The truss: body form reconstruction in morphometrics . Systematic Zoology 31: 113-135.
- Talijančić I, 2013, Diplomski rad, KARAKTERISTIKE PRIRODNIH I SELEKTIVNIM UZGOJEM IZMIJENJENIH FENOTIPSKIH OBILJEŽJA KOMARČE (*Sparus aurata* L. 1758) MALOSTONSKOG ZALJEVA Sveučilište u Splitu, diplomski rad, str. 1-68.
- Thompson DAW. 1942. On growth and form. New York and Cambridge, 55 str.
- Thorstad E. B, Fleming I. A, McGinnity P, Soto D, Wennevik V, Whoriskey F, 2008. Incidence and impacts of escaped farmed Atlantic salmon *Salmo salar* in nature. NINA Special Report 36: 1- 110.

- Toledo Guedes K, Sanchez-Jerez P, Gonzalez-Lorenzo G, Brito Hernandez A, 2009. Detecting the degree of establishment of a non-indigenous species in costal ecosystems seabass *Dicentrarchus labrax* escapes from sea cages in Canary Island (Northeastern Central Atlantic). *Hydrobiologia* 623: 203-212.
- Tulli F, Balenovic I, Messina M, Tibaldi E, 2008. Biometry traits and geometric morphometrics in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) from different farming systems. Dipartimento di Scienze Animali, Università di Udine, Italia.
- Yıldız M, Şener E, Timur M, Effects of Variations in Feed and Seasonal Changes on Body Proximate Composition of Wild and Cultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 7: 45-51.
- Youngson A, Dosdat A, Saroglia M, Jordan W. 2001. Genetic interactions between marine finfish species in European aquaculture and wild conspecifics. *Journal of Applied Ichthyology*, 17: 153 – 162.