

# TRLJE (MULLIDAE) KAO INDIKATORI UČINKOVITOG UPRAVLJANJA RIBLJIM RESURSIMA I STANJA PRIOBALNIH ZAJEDNICA

---

**Brajčić Jurica, Dajana**

**Doctoral thesis / Disertacija**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split / Sveučilište u Splitu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:226:666069>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-12**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of University Department of Marine Studies](#)



UNIVERSITY OF SPLIT

  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Splitu i Sveučilište u Dubrovniku

Poslijediplomski sveučilišni studij

“Primijenjene znanosti o moru”

Dajana Brajčić Jurica

“TRLJE (MULLIDAE) KAO INDIKATORI UČINKOVITOG  
UPRAVLJANJA RIBLJIM RESURSIMA I STANJA PRIOBALNIH  
ZAJEDNICA”

Doktorska disertacija

Split, travanj 2020.



Sveučilište u Splitu i Sveučilište u Dubrovniku

Poslijediplomski sveučilišni studij

“Primijenjene znanosti o moru”

Dajana Brajčić Jurica

“TRLJE (MULLIDAE) KAO INDIKATORI UČINKOVITOG  
UPRAVLJANJA RIBLJIM RESURSIMA I STANJA PRIOBALNIH  
ZAJEDNICA”

Doktorska disertacija

Split, travanj 2020.

Ova je doktorska disertacija izrađena na Sveučilištu u Splitu, Sveučilišnom odjelu za studije mora, pod vodstvom Prof. dr. sc. Sanje Matić-Skoko u sklopu poslijediplomskog sveučilišnog studija "Primijenjene znanosti o moru" pri Sveučilištu u Splitu i Sveučilištu u Dubrovniku.

## ZAHVALE

*Na prvome mjestu se posebno zahvaljujem mentorici prof. dr. sc. Sanji Matić-Skoko, znanstvenoj savjetnici u trajnom zvanju, na ukazanom povjerenju, brojnim savjetima i poticajima tijekom istraživanja i pisanja ovog rada.*

*Zahvaljujem se članovima Povjerenstva za ocjenu ovog doktorskog rada izv. prof. dr. sc. Josipi Ferri, prof. dr. sc. Nedi Vrgoču, znanstvenom savjetniku u trajnom zvanju, prof. dr. sc. Mati Šantiću i doc. dr. sc. Peri Tutmanu, znanstvenom savjetniku, koji su svojim korisnim savjetima pridonijeli njegovom konačnom obliku.*

*Posebno bi se zahvalila dragom prijatelju Jošku Pedišiću na nesebičnoj pomoći tijekom sakupljanja uzoraka ali i svim ostalim ribarima koji su uskočili kada mi je nedostajalo uzoraka.*

*Zahvaljujem se i kolegama Danieli Blažević, Miši Pavičiću, Jasni Šiljić, te Ivani Čović Tešija na pomoći u laboratorijskom radu. Bez njihove pomoći obrada uzoraka bi trajala neusporedivo duže.*

*Još jednom bi se zahvalila izv. prof. dr. sc. Josipi Ferri na pomoći u obradi i čitanju otolita, te doc. dr. sc. Mireli Petrić koja mi je nesebično pomogla u histološkoj obradi gonada.*

*Zahvalila bi se doc. dr. sc. Igoru Isajloviću i prof. dr. sc. Nedi Vrgoču, znanstvenom savjetniku u trajnom zvanju, na podacima koje su mi ustupili za pisanje ovog rada.*

*Hvala svim kolegama i prijateljima koji su me pratili na putu prema doktoratu znanosti i na bilo koji način doprinjeli izradi ovog rada.*

*Hvala mom predivnom mužu i životnom učitelju Luču Jurici na svemu što mi pruža kroz život.*

*I na kraju, najveću zahvalnost želim izraziti svojim roditeljima i sestri na beskrajnoj podršci i razumijevanju, što su uvijek TU kad mi treba. Oni su pripremili dobar temelj na kojem je bilo puno lakše graditi život...*

*Ovaj rad posvećujem mojim anđelima Luki i Antoanu koji su moji mentori u doktoratu iz područja zvanog ŽIVOT !!!*

# SADRŽAJ

1.	UVOD	1
1.1.	Svrha i ciljevi istraživanja	8
1.1.1.	Trlje kao indikatori staništa	9
1.1.2.	Trlje kao indikatori ribolovnog pritiska	9
1.1.3.	Trlje kao indikatori promjene u staništima	10
1.1.4.	Trlje kao indikatori promjene temperature i klimatskih promjena	10
1.2.	Pregled dosadašnjih istraživanja	11
2.	MATERIJALI I METODE	15
2.1.	Područje istraživanja	15
2.2.	Istraživanja u okviru programa MEDITS	17
2.3.	Konstruktivske osobine i način ribolova upotrebljivanih ribolovnih alata	17
2.3.1.	Pridnena povlačna mreža koća	18
2.3.2.	Obalna mreža potegača (migavica)	19
2.3.3.	Trostruke mreže stajačice (poponice)	20
2.4.	Obrada prikupljenih uzoraka trlje od kamena i trlje od blata	21
2.5.	Dužinsko – maseni odnos	22
2.6.	Indeks kondicije	23
2.7.	Ishrana	23
2.8.	Starost i rast	25
2.9.	Razmnožavanje	26
2.10.	Histološka analiza gonada	29
2.11.	Smrtnost	31
2.12.	Analiza stanja populacije trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> s obzirom na ribolovni pritisak	31
3.	REZULTATI	33
3.1.	TRLJE KAO INDIKATORI STANIŠTA	33
3.1.1.	Brojnost i prostorna rasprostranjenost trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> u istočnom Jadranu od 1996. do 2018. godine	33
3.1.2.	Rasprostranjenost po dubini trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> u istočnom Jadranu od 1996. do 2018. godine	36
3.1.3.	Rasprostranjenost s obzirom na vrstu dna trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> u istočnom Jadranu od 1996. do 2018. godine	37

3.2.	TRLJE KAO INDIKATORI RIBOLOVNOG PRITISKA	38
3.2.1.	Brojnost i biomasa trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> od 1996. godine do 2018. godine u otvorenom Jadranu (MEDITS) i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> od 1993. godine do 2009. godine u priobalnom dijelu Jadrana	38
3.2.2.	Analiza sastava populacije trlja (trlja od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlja od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> )	46
3.2.3.	Dužinsko – maseni odnos trlja od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlja od kamena, <i>Mullus surmuletus</i>	50
3.2.4.	Indeks kondicije trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> u istočnom Jadranu	56
3.2.5.	Morfologija i morfometrija otolita trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i>	60
3.2.6.	Starost i rast trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i>	65
3.2.7.	Veza između morfometrije otolita i starosti trlje od blata i trlje od kamena	74
3.2.8.	Prirodna, ribolovna i ukupna smrtnost kod trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i>	76
3.3.	TRLJE KAO INDIKATORI PROMJENE U STANIŠTIMA	80
3.3.1.	Rasprostranjenost uzduž istočne obale Jadrana	80
3.3.2.	Reprodukcija trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> u istočnom Jadranu	80
3.3.3.	Spolno sazrijevanje trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i>	80
3.3.4.	Mrijest trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i>	82
3.3.5.	Histološka analiza gonada trlja <i>Mullus barbatus</i> i <i>Mullus surmuletus</i>	87
3.3.6.	Fekunditet trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i>	96
3.3.7.	Ishrana trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i>	98
3.3.8.	Mikroplastika u probavnom traktu trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i>	106
3.4.	TRLJE KAO INDIKATORI PROMJENE TEMPERATURE I KLIMATSKIH PROMJENA	107
3.4.1.	Pomicanje rasprostranjenosti trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> na području istočnog Jadrana	107



3.4.2.	Povećanje temperature mora i ulova trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i>	108
4.	RASPRAVA	111
4.1.	Trlje kao indikatori staništa	111
4.1.1.	Brojnost, prostorna i dubinska rasprostranjenost te raspodjela s obzirom na vrstu dna trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> na području istočnog Jadrana	114
4.2.	Trlje kao indikatori ribolovnog pritiska	115
4.2.1.	Sastav populacije trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> na području istočnog Jadrana	118
4.2.2.	Omjer spolova	120
4.2.3.	Dužinsko-maseni odnos i indeks kondicije trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> u istočnom Jadranu	121
4.2.4.	Starost i rast trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i> u istočnom Jadranu	124
4.3.	Trlje kao indikatori promjene u staništima	132
4.3.1.	Rasprostranjenost uzduž istočne obale Jadrana	132
4.3.2.	Razmnožavanje trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> i trlje od kamena <i>Mullus surmuletus</i>	132
4.3.3.	Ishrana trlje od kamena, <i>Mullus surmuletus</i>	136
4.4.	Trlje kao indikatori promjene temperature i klimatskih promjena	140
4.4.1.	Pomicanje rasprostranjenosti i povećanje temperature mora	140
5.	ZAKLJUČCI	142
5.1.	Trlje kao indikatori staništa	142
5.2.	Trlje kao indikatori ribolovnog pritiska	142
5.3.	Trlje kao indikatori promjene u staništima	145
5.4.	Trlje kao indikatori promjene temperature i klimatskih promjena	146
6.	LITERATURA	147
7.	ŽIVOTOPIS	184

**“TRLJE (MULLIDAE) KAO INDIKATORI UČINKOVITOG UPRAVLJANJA RIBLJIM RESURSIMA I STANJA PRIOBALNIH ZAJEDNICA”****Dajana Brajčić Jurica**

Rad je izrađen u: Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za studije mora

**Sažetak**

U ovoj su disertaciji predstavljeni rezultati istraživanja trlje od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) kao indikatora staništa, ribolovnog pritiska, promjena u staništima te promjena temperature mora, odnosno klimatskih promjena. Na osnovi prikupljenih podataka je vidljivo da su vrste *M. barbatus* i *M. surmuletus* široko rasprostranjene na čitavom istraživanom području i u svim dubinskim pojasevima, a posljednjih je godina uočen pozitivan trend učestalosti pojavljivanja, brojnosti i biomase obje vrste, koji je u *M. surmuletus* u pozitivnoj korelaciji u odnosu na srednje vrijednosti površinske temperature mora za srednji Jadran. Vrijednost ribolovne smrtnosti ( $F_{M. barbatus} = 0,783$ ;  $F_{M. surmuletus} = 0,987$ ) su veće od vrijednosti prirodne smrtnosti ( $M_{M. barbatus} = 0,517$ ;  $M_{M. surmuletus} = 0,728$ ) kod obje vrste. Prema dobivenim vrijednostima stope rasta  $K$  ( $K_{M. barbatus} = 0,33 \pm 0,01$ ;  $K_{M. surmuletus} = 0,376 \pm 0,012$ ) proizlazi da *M. surmuletus* raste brže od *M. barbatus* te da je rast ženki obje vrste nešto brži od rasta mužjaka. Ukupna dužina tijela ulovljenih i analiziranih jedinki *M. barbatus* je bila u rasponu od 8,1 do 22,0 cm ( $14,37 \pm 2,402$  cm), dok je raspon ukupne dužine tijela *M. surmuletus* bio veći nego kod *M. barbatus* i kolebao je od 6,4 do 34,3 cm ( $17,29 \pm 8,595$  cm). Srednje vrijednosti ukupne dužine tijela ženki *M. barbatus* ( $15,30 \pm 2,348$  cm) i *M. surmuletus* ( $19,09 \pm 4,585$  cm) su bile statistički značajno veće od srednjih vrijednosti ukupne dužine tijela mužjaka *M. barbatus* ( $13,46 \pm 2,051$  cm) i *M. surmuletus* ( $16,82 \pm 3,619$  cm). Omjer ženki i mužjaka unutar populacije *M. barbatus* u ovom istraživanju je približno jednak očekivanom idealnom omjeru (1:1), dok je u *M. surmuletus* uočen pomak omjera spolova u korist mužjaka (1:0,71). Najstarije ženke su imale 5 godina, a najstariji mužjaci 4 godine, kako kod *M. barbatus*, tako i kod *M. surmuletus*. U ukupnom uzorku obje vrste su najzastupljenije jединke starosti 1 i 2 godine. *M. barbatus* se mrijesti od svibnja do srpnja, a *M. surmuletus* od svibnja do lipnja. Prijelaz iz nezrelog stadija u stadij sazrijevanja je zabilježen pri ukupnoj dužini tijela od 10 cm za ženke i 11 cm za mužjake *M. barbatus*, za razliku od *M. surmuletus* kod koje mužjaci spolno sazrijevaju pri dužini tijela od 11 cm, a ženke pri ukupnoj dužini tijela od 12 cm. U probavnom su traktu trlje od kamena u 63 od 203 ispitana probavila pored očekivanog plijena (39 vrsta plijena svrstanih u 11 sistematskih grupa) pronađeni ostaci mikroplastike. Najniže vrijednosti i najmanja učestalost ingestirajućih plastičnih niti su pronađene u siječnju i u nižim dužinskim razredima.

(188 stranica, 70 slika, 38 tablica, 458 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u: Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilišna knjižnica u Splitu

Ključne riječi: biometrija, indikatori, ishrana, Jadran, *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*, rast, razmnožavanje, smrtnost, starost

Mentor: Prof. dr. sc. Sanja Matić-Skoko, znanstvena savjetnica u trajnom zvanju

Ocjenjivači: 1. Izv. prof. dr. sc. Josipa Ferri

2. Prof. dr. sc. Nedo Vrgoč, znanstveni savjetnik u trajnom zvanju

3. Prof. dr. sc. Mate Šantić

Rad prihvaćen: 24. travnja 2020.

**“MULLETS (MULLIDAE) AS INDICATORS OF EFFICIENT MANAGEMENT OF FISHERY RESOURCES AND STATUS OF COASTAL COMMUNITIES”****Dajana Brajčić Jurica**

Thesis performed at University of Split, University Department of Marine Studies

**Abstract**

This dissertation presents the results of a study of Red mullet, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) and Striped red mullet, *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) as indicators of habitat, fishing pressure, changes in habitats and changes in sea temperature and climate change. Based on the data collected, it is evident that *M. barbatus* and *M. surmuletus* species are widespread throughout the study area and in all depth zones, and in recent years a positive trend in the incidence, abundance and biomass of both species has been observed, which for *M. surmuletus* is in positive correlation with the mean sea surface temperature values for the middle Adriatic. The fishing mortality values ( $F_{M. barbatus} = 0.783$ ;  $F_{M. surmuletus} = 0.987$ ) are higher than the natural mortality values ( $M_{M. barbatus} = 0.517$ ;  $M_{M. surmuletus} = 0.728$ ) in both species. Values of growth rate K ( $K_{M. barbatus} = 0.33 \pm 0.01$ ;  $K_{M. surmuletus} = 0.376 \pm 0.012$ ) show that *M. surmuletus* grows faster than *M. barbatus* and females of both species grows slightly faster than males. The total body length of captured and analyzed *M. barbatus* individuals ranged from 8.1 to 22.0 cm ( $14.37 \pm 2.402$  cm), while the total body length of *M. surmuletus* was larger and oscillated from 6.4 to 34.3 ( $17.29 \pm 8.595$  cm). Mean values of total body length of females *M. barbatus* ( $15.30 \pm 2.348$  cm) and *M. surmuletus* ( $19.09 \pm 4.585$  cm) were statistically significantly higher than mean values of total body lengths of males *M. barbatus* ( $13.46 \pm 2.051$  cm) and *M. surmuletus* ( $16.82 \pm 3.619$  cm). The ratio of females and males within the population of *M. barbatus* in this study is approximately equal to the expected ideal ratio (1:1), while a shift in the sex ratio in favor of males (1:0.71) was observed in *M. surmuletus*. The oldest females were 5 years old and the oldest males were 4 years old, both in *M. barbatus* and *M. surmuletus*. In the total sample of both species, the most prevalent individuals are ages 1 and 2. *Mullus barbatus* spawn from May to July and *M. surmuletus* from April to May. The transition from the immature stage to the maturation stage was observed at total body length of 10 cm for females and 11 cm for males *M. barbatus*, and at total body length of 11 cm for females and total body length of 12 cm for males *M. surmuletus*. In addition to the expected prey (39 prey species classified into 11 systematic groups) in the digestive tract of *M. surmuletus* traces of microplastics were found in 63 out of 203 examined digestive organs. The lowest values and the lowest frequency of ingestive plastic threads were found in January and in the lower length classes.

(188 pages, 70 figures, 38 tables; 458 references, Original in: Croatian)

Thesis deposited in: National and University Library in Zagreb and Split University Library

Keywords: biometrics, indicators, nutrition, Adriatic, *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*, growth, reproduction, mortality, age

Supervisor: Sanja Matić-Skoko, Ph. D. / Full Professor

Reviewers: 1. Josipa Ferri, Ph. D. / Associate Professor  
2. Nedo Vrgoč, Ph. D. / Full Professor  
3. Mate Šantić, Ph. D. / Full Professor

Thesis accepted: 24. travnja 2020.

## 1. UVOD

Priobalne vode u Sredozemnom i Jadranskom moru su vrlo visoko strukturirane te obuhvaćaju različita morska dna koja su nastanjena brojnim, raznolikim organizmima (Stagličić i sur. 2011). Također, one su u neposrednom dodiru s obalnim pojasom koji je pod sve većim pritiskom uslijed porasta broja stanovnika, urbanizacije obalnog područja, razvoja turizma i industrije, prekomjernog i nekontroliranog iskorištavanja prirodnih resursa, onečišćenja vode, zraka i sl. Zbog intenziviranja gospodarskih i drugih ljudskih aktivnosti u obalnom pojasu mijenjaju se izvorna obilježja priobalnih morskih područja što uvelike utječe na organizme i odnose među organizmima koji tu obitavaju. Stoga su brojna istraživanja posvećena traženju najprikladnijih bioindikatora koji će nam „objasniti“ promjene u okolišu uzrokovane kako prirodnim, tako i antropogenim čimbenicima. Posebno je važno utvrditi ekološku ulogu organizama i funkciju u staništu i/ili ekosustavu i pokušati procijeniti potencijalnu uporabu te vrste kao indikatorske i/ili ključne vrste za praćenje stanja priobalnih ekosustava i upravljanje resursima.

Indikatori se definiraju kao organizmi koji snažno i transparentno odgovaraju na pojedine prirodne čimbenike ili one inducirane od strane čovjeka (Uiblein, 2007). To znači da njihovi odgovori moraju biti izravno povezani s određenim čimbenicima, relativno lako mjerljivi i učinkoviti u smislu vremena i troškova. Pod mjerljivim čimbenicima se podrazumijevaju pojava i rasprostranjenost, brojnost, biomasa, veličina, ponašanje i fiziologija vrste (Nicholls, 2002). Stoga, indikatorske vrste moraju biti relativno brojne, široko rasprostranjene, jednostavne za uzorkovanje i tolerantne prema cijelom nizu okolišnih uvjeta. Brojni su biljni i životinjski organizmi u literaturi prikazani kao bioindikatori, a među njima je i nekoliko ribljih vrsta (Uiblein, 2007; Authman i sur. 2015). S obzirom da vrste iz porodice Mullidae zadovoljavaju većinu gore navedenih uvjeta, potencijalno bi mogle biti biološki indikatori promjena u staništu uzrokovanih od strane čovjeka (prekomjerni ribolov, različiti tipovi onečišćenja, klimatske promjene) ili nastalih uslijed složenih ekoloških odnosa između organizama (kaskadni učinci u ekosustavu). U tim složenim ekološkim odnosima posebnu važnost imaju vrste koje značajno doprinose stvaranju i očuvanju strukture zajednice i odnosa unutar nje, a nazvane su ključnim vrstama.

Ključne vrste su u uskoj vezi s cijelom zajednicom u kojoj žive i sposobne su promijeniti tu zajednicu izravno ili neizravno. Zbog takve interaktivne uloge, ključne vrste mogu pružiti važnu informaciju o procesima u ekosustavu te tako mogu biti indikatori cjelovitosti i stanja

ekosustava. Dok neke ključne vrste imaju izuzetno jak utjecaj na strukturu hranidbene mreže kroz kontrolu odozgo kao predatori ili kontrolu odozdo kao važna hrana ili plijen, druge vrste se ponašaju kao ekosustav inženjeri (Jones i sur. 1994) jer fizički mijenjaju okoliš, ili same po sebi ili manipuliranjem pojedinim osobinama staništa (Uiblein, 2007). Sam proces ekosustav inženjeringa i organizama koji modificiraju staništa poznat je već od ranije pa tako i Darwin (1881) (citirano u Berkenbusch & Rowden 2003) spominje organizme koji mijenjaju vlastiti okoliš. Kao potvrda navedenog, trlje imaju ključnu ulogu u okupljanju različitih vrsta riba u zajedničkoj potrazi za hranom (Uiblein, 2007). Također, energičnim traganjem za hranom pomoću dva specifična brka miješaju i podižu sediment i čestice detritusa u vodeni stupac što ih čini potencijalnim alohtonim ekosustav inženjerima. Društvene navike trlje od blata prate sezonski obrazac te ih u kasno proljeće uglavnom nalazimo u pratnji *Trachurus mediterraneus*, *Diplodus annularis* i *Pagellus erythrinus*, dok su im u jesen pratnja *Sepia officinalis*, *Squilla mantis* i *Eledone moschata* (Biagi i sur. 2002). Navedene grupe su sastavljene od vrsta tipičnih za mješovita dna, a variraju ovisno o staništu u kojem trlja od blata živi (Sartor i sur. 2017). Nedorasle jedinke trlje od kamena se uglavnom udružuju, dok odrasle jedinke žive izolirano ili u manjim grupama (Tortonese, 1975). Za praćenje stanja ekosustava i upravljanje resursima poželjno je pronaći organizme koji će pokazati osobine i ključnih i indikatorskih vrsta.

U ovoj disertaciji osnovni cilj je pokazati da jadranske trlje, trlja od blata, *Mullus barbatus* i trlja od kamena, *Mullus surmuletus* imaju potencijal ključnih i indikatorskih vrsta te bi stoga mogle poslužiti za praćenje stanja ekosustava i za upravljanje resursima, uz niz bioloških i ekoloških istraživanja koje je potrebno dodatno provesti u svrhu razotkrivanja njihovih specifičnih bioloških i ekoloških osobina.

Trlja od blata, *M. barbatus*, Linnaeus, 1758 i trlja od kamena, *M. surmuletus*, Linnaeus, 1758 morske su ribe iz porodice trlja (Mullidae). Uobičajene su pridnene vrste u Sredozemnom moru (Fischer i sur. 1987). Simpatične su vrste s vrlo sličnom geografskom distribucijom koja obuhvaća obalna područja i kontinentalni šelf Sredozemnog mora i sjeveroistočnog Atlantika (Hureau, 1986). Međutim, rasprostranjenost im se samo djelomično preklapa jer preferiraju različite tipove dna i različite dubine (Margalef, 1980; Hureau, 1986; Lombarte i sur. 2000). Trlja od blata je rasprostranjena u cijelom Sredozemnom moru, Crnom moru, te u istočnom Atlantiku od zapadne Norveške, Engleskog kanala (rijetko u Sjevernom moru) do Dakra, Senegala i Kanarskog otočja (Whitehead i sur. 1986) (Slika 1.1.), dok je trlja od kamena rasprostranjena od Norveške i Engleskog kanala do Dakra, Senegala (uključujući Madeiru i Kanarsko otočje), te u cijelom Sredozemnom i Crnom moru (Vasil'eva, 2011) (Slika 1.2.). Prema Jardasu (1996) trlja od blata i trlja od kamena su jednoliko rasprostranjene u svim dijelovima

Jadranskog mora što potvrđuje i istraživanje koje su proveli Relini i Lanteri (2010) koji navode da su iste prisutne u svih 9 biogeografskih sektora u talijanskom moru.



**Slika 1.1.** Geografska rasprostranjenost trlje od blata, *Mullus barbatus*. Izvor fotografije: IUCN Red List of Threatened Species.



**Slika 1.2.** Geografska rasprostranjenost trlje od kamena, *Mullus surmuletus*. Izvor fotografije: IUCN Red List of Threatened Species.



Dok trlja od blata najčešće naseljava pjeskovita i muljevita područja, trlja od kamena uglavnom obitava na podlozi heterogene granulometrije i na livadama morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (Fisher i sur. 1987). Batimetrijski raspon trlje od blata u Ionskom moru je između 10-328 m, a trlje od kamena između 5-409 m (Mytilineou i sur. 2005). U Sredozemnom moru trlja od blata pokazuje maksimalnu gustoću između 50 i 100 m dubine, dok trlja od kamena pokazuje maksimalnu gustoću između 100 i 200 m dubine (Lombarte i sur. 2000; Tserpes i sur. 2002). U Jadranskom moru trlja od blata uglavnom obitava na kontinentalnom šelfu iako su pronađene jedinke sve do 300 m dubine. Jedinke pokazuju svojstveni batimetrijski obrazac koji karakterizira masovno novačenje u blizini obale te postepeno raspršivanje prema dubljim vodama (Lo Bianco, 1909; Scaccini, 1947a; D'Onghia i sur. 1989; Voliani i sur. 1991; Abella i sur. 1996). Prema Jukić & Piccinetti (1981) trlje od blata preferiraju pliće vode sjevernog i središnjeg Jadrana, do dubine od 100 m, dok se rijetki primjerci nalaze u dubljim vodama. Iako je vrsta široko rasprostranjena, indeks brojnosti trlje od blata se smanjuje s porastom dubine (Haidar, 1970; Jukić, 1972; Jukić & Arneri 1984; Županović & Jardas 1989; Jukić-Peladić i sur. 1999; Vrgoč, 2000). Trlja od kamena obitava u priobalnom dijelu Jadranskog mora, a može se pronaći i izvan kontinentalnog šelfa, u rijetkim slučajevima i do 500 m dubine. Veće jedinke žive na većim dubinama (uglavnom ljeti i zimi) dok su manje jedinke češće u plitkim vodama (Machias i sur. 1998).

Maksimalna zabilježena dužina tijela trlje od blata je 33,2 cm, a masa 680,00 g (Filiz, 2011). Prema Jardasu (1996) trlja od blata raste sve do 30,0 cm (0,5 kg) i ženke narastu veće od mužjaka. Ženke rastu brže, što je vidljivo već u prvim godinama života (Haidar, 1970). Mužjaci ne narastu preko dužine od 20,0 cm (Relini i sur. 1999). Maksimalna zabilježena dužina tijela trlje od kamena je 40,0 cm (Bauchot, 1987), a masa 1,00 kg (Muus & Nielsen 1999) što potvrđuje i istraživanje Tortonese i sur. (1975) koji navode da ženke rastu brže od mužjaka i postižu maksimalnu dužinu tijela od 40,0 cm, dok mužjaci ne prelaze 30,0 cm.

Trlja od blata i trlja od kamena pokazuju zajedničke morfološke karakteristike koje ih razlikuju od drugih vrsta iz porodice Mullidae uključujući uređenje zubi (Hureau, 1986; Aguire, 1997), muskulaturu i kostur glave koji daje karakterističan profil glave rodu *Mullus* (Gosline, 1984). Trlja od blata (Slika 1.3.) ima strmiju glavu u odnosu na tijelo nego trlja od kamena (Slika 1.4.). Obje imaju vretenasto tijelo, neposredno iza glave najdeblje, koje se sužava od glave prema repu, dvije leđne peraje, dvije bočne uz škrge i jednu podrepnu peraju. Rep im je pravilnog oblika, a u sredini repa je urez koji je u trlje od blata nešto manji nego u trlje od kamena. Dok je rep trlje od blata smeđe boje, kod trlje od kamena je žućkast. Trlja od blata ima crvenkasta leđa s uzdužnom isprekidanom crvenkastom prugom i crvenim pjegicama preko

bokova dok trlja od kamena ima crvenkasto smeđa leđa s uzdužnom tamnijom crveno smeđom prugom preko bokova i tanjom žućkastom ispod bočne pruge. Obje imaju sedefasto bijeli trbuh i na podbratku dva duguljasta brka kojima kopaju po podlozi tražeći hranu (Šoljan, 1948; Tortonese, 1975; Gosline, 1984; Fisher i sur. 1987; Jardas, 1996; Miller & Loates 1997; Muus & Nielsen 1999; Nielsen, 2000).



**Slika 1.3.** Trlja od blata, *Mullus barbatus*. Izvor fotografije: Dalibor Andres.



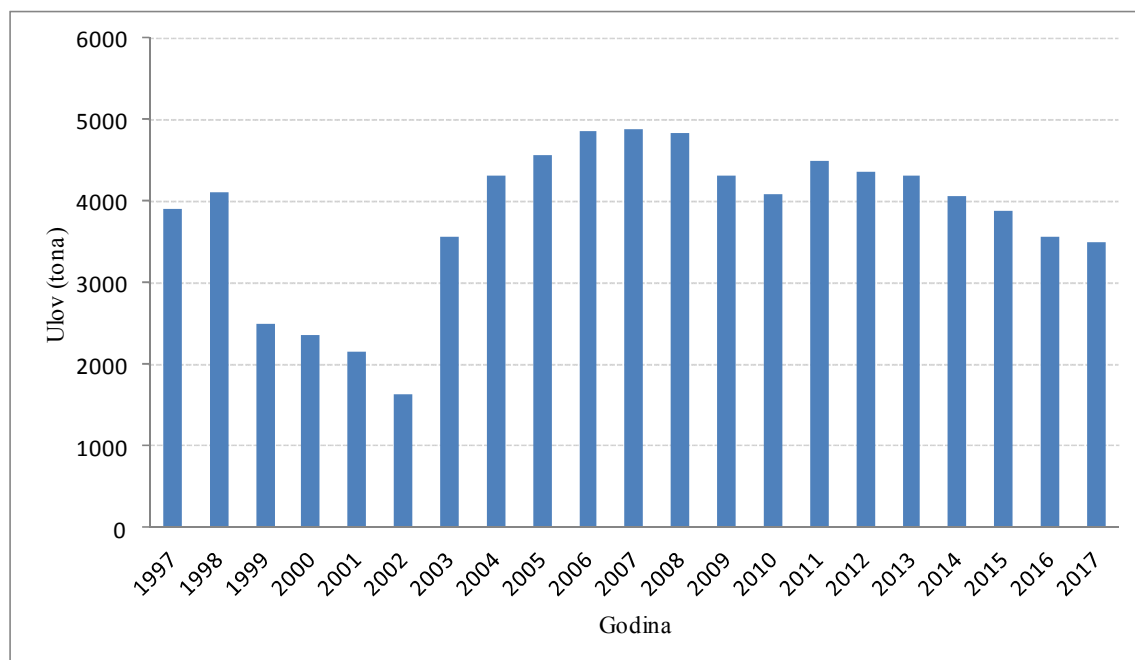
**Slika 1.4.** Trlja od kamena, *Mullus surmuletus*. Izvor fotografije: Stefano Guerrieri.

Također, jadranske trlje imaju slične obrasce ponašanja, pogotovo u ishrani jer su obje vrste bentički karnivori. Hrane se sitnim beskralježnjacima (rakovima, mekušcima, mnogočetinašima) koji žive na ili unutar pridnenog supstrata (Gharbi & Ktari 1979; Golani &

Galil 1991). Trlja od blata se uglavnom hrani organizmima koji žive ispod morskog dna (mnogočetinašima koji se hrane detritusom i polihetima mesožderima) dok trlja od kamena preferira školjkaše, male račiće i zmijače. Općenito, trlja od kamena jede manji plijen u usporedbi s trljom od blata iste veličine (Bautista-Vega i sur. 2008). Trlja od blata je u ishrani svejed i oportunist s procjenjenom trofičkom razinom između 2,79 i 3,57. Na razlike u trofičkoj razini vjerojatno utječu područje, godina, dužinska struktura kao i ribolovni pritisak obzirom da isti utječe na smanjenje udjela velikih jedinki koje su aktivne u višim trofičkim razinama (Cherif i sur. 2011). Od rakova preferiraju amfipode, mizide i izopode, a rijeđe glavonošce (Auteri i sur. 1987). Jukić & Županović (1965) su zabilježili intenzivnije hranjenje u istočnom Jadranu u ljeto i jesen kada je more toplije. Bautista-Vega i sur. (2008) navode da je ishrana trlje od blata u ovisnosti o veličini tijela, te da veće jedinke povećavaju konzumaciju mnogočetinaša i škampa, a smanjuju konzumaciju manjih račića. Također, postoji razlika u ishrani mužjaka i ženki koja je vjerojatno posljedica različite stope rasta (Vassilopoulou & Papaconstantinou 1993a). Ishrana trlje od kamena varira ovisno o nekoliko čimbenika kao što su veličina, područje i doba godine. Hrani se pridnenim organizmima, uglavnom dekapodnim i amfipodnim rakovima, ali također i mnogočetinašima i školjkašima (N'Da, 1992; Guillén & Martínez 1995; Labropoulou i sur. 1997). Jedinke koje žive bliže obali uglavnom se hrane organizmima koji su povezani sa staništem cvjetnica *Cyrodoca nodosa*, *P. oceanica* ili česticama supstrata (Arculeo i sur. 1989; La Rosa i sur. 1997). Trlje od blata i trlje od kamena su plijen velikim obalnim predatorima (*Lichia amia* i *Pomatomus saltatrix*) i dupinima (*Tursiops truncatus*) (Scuderi i sur. 2011). U Jadranskom moru, glavni predator nedoraslih i odraslih trlja od blata su *Lophius piscatorius*, *Raja clavata*, *Trygon pastinaca*, *Galeus canis*, *Zeus faber* i *Merluccius merluccius* (Haidar, 1970).

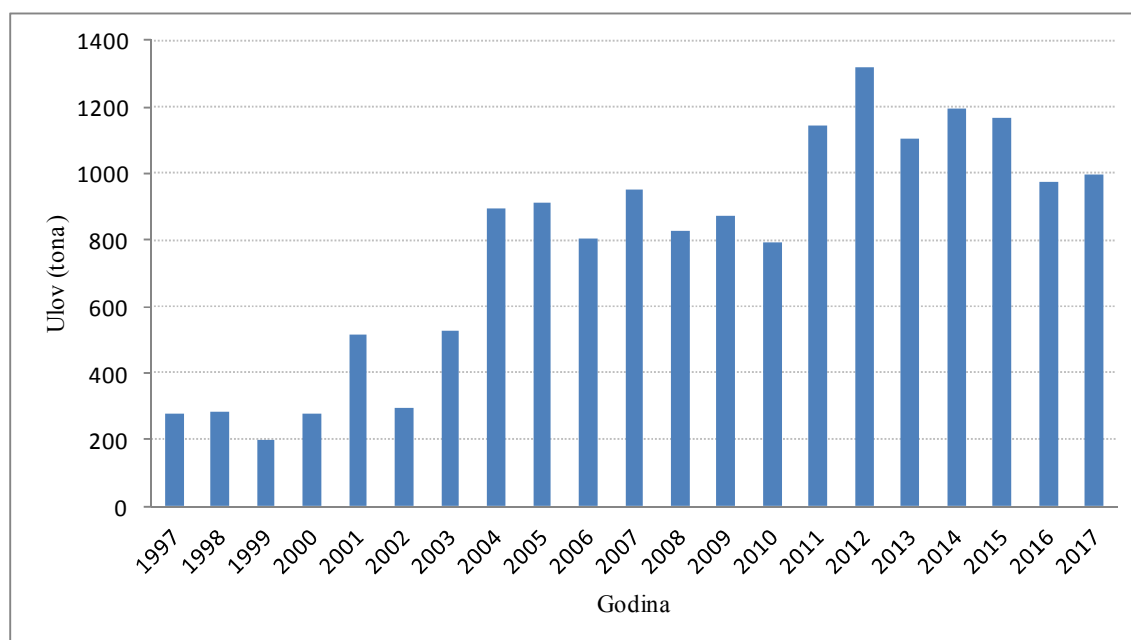
Trlja od blata i trlja od kamena su glavne, ciljane vrste pridnenog ribolova u Sredozemnom moru, a love se s više od jednim tipom ribolovnog alata (Gharbi & Ktari 1979; Golani & Galil 1991). Dok se trlja od blata lovi gotovo isključivo pridnenom povlačnom mrežom kočom, trlja od kamena se lovi uglavnom različitim mrežama stajaćicama, posebice niskim trostrukim mrežama stajaćicama, manje potegačama, vršama i udičarskim alatima, a rijetko se ulove i kočom (Jardas, 1996). Inače se prodaju svježe i smrznute (Frimodt, 1995). Ulov je najčešće sastavljen od jedinki dužinskog raspona između 15-20 cm dužine što odgovara prvom i drugom starosnom razredu (Reñones i sur. 1995), što znači da stokovi podliježu visokom ribolovnom pritisku koji je u većini slučajeva usmjeren prema mlađim jedinkama (Larrañeta & Rodríguez Roda 1956; Hadjistephanou, 1992; Stergiou i sur. 1992; Vasilopoulou & Papaconstantinou 1992a, 1992b; Vrantzas i sur. 1992; Farrugio, 1993; Demestre i sur. 1997; Voliani i sur. 1998a).

Dominacija mladih jedinki u ulovu ukazuje na ekstremnu ranjivost stokova na kolebanja u novačenju (Farrugio, 1993). Općenito, ukupan godišnji ulov bijele ribe je u konstantnom padu zadnjih nekoliko godina (Slika 1.5.), te se nastavlja smanjivati i u 2017. godini u usporedbi s 2016. godinom i to s 3.564 tone na 3.497 tona.



**Slika 1.5.** Ukupan godišnji ulov bijele ribe u razdoblju od 1997. do 2017. godine. Izvor: [www.izor.hr](http://www.izor.hr); baza podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva; statistika ulova.

Ulov trlje od blata (Slika 1.6.) od 1997. do 2017. godine oscilira, a posljednjih je nekoliko godina (od 2014. do 2016. godine) zabilježen pad ulova te ponovno blagi porast s 974 tone u 2016. godini na 999 tona u 2017. godini. Ukupan godišnji udio trlje od blata u ukupnom godišnjem ulovu bijele ribe u 2017. godini iznosi 28,56% što dodatno potvrđuje veliku komercijalnu važnost navedene vrste u Jadranskom moru.



**Slika 1.6.** Ukupan godišnji ulov trlje od blata, *Mullus barbatus* u razdoblju od 1997. do 2017. godine. Izvor: www.izor.hr; baza podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva; statistika ulova.

Imajući u vidu loše stanje stokova glavnih vrsta koje se iskorištavaju, poduzimaju se brojne mjere s ciljem smanjenja ribolovne smrtnosti. Mjere obuhvaćaju sustave ograničenja ribolovnih alata i opreme u smislu njihovih dimenzija i područja korištenja, trajnu obustavu ribolovnih aktivnosti („scraping“), te privremene mjere obustave ribolova. Prema bazi podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva Instituta za oceanografiju i ribarstvo kapacitet ribarske flote RH je definiran 2013. godine nakon ukidanja kategorije za mali obalni ribolov koji ne postoji u EU. Od tada pa sve do danas nastavlja se trend smanjenja kapaciteta ribolovne flote zahvaljujući programu otkupa ribolovnih plovila i povlastica. Referentni kapacitet flote RH je definiran EU Uredbom 1380/2013 te za 2017. godinu iznosi: 53452 GT i 426064 kada je u Registru ribarske flote evidentirano 7770 plovila, od kojih 3500 pripada malom obalnom ribolovu (s kapacitetom od 7720, 56 GT i 83888, 15 kW).

### 1.1. Svrha i ciljevi istraživanja

Zbog relativno lake identifikacije, široke rasprostranjenosti, obilja i lakog uzorkovanja trlje su potencijalno mogući biološki indikatori brojnih promjena nastalih kako pod utjecajem čovjekova djelovanja, tako i uslijed složenih ekoloških odnosa između organizama. Jedan od najvažnijih uvjeta koji treba biti zadovoljen da bi se neka vrsta mogla smatrati indikatorom je dobro poznavanje njenih bioloških i ekoloških osobina (Rudneva i sur. 2005). Osnovni je cilj

ovog doktorskog istraživanja opisati biološke i ekološke osobine trlje od blata i trlje od kamena u Jadranskom moru, usporediti ih, te testirati potencijal obiju vrsta kao indikatora staništa s obzirom na prirodne osobine, ribolovni pritisak, promjene u staništima te promjene u odnosu na temperaturu mora, odnosno klimatske promjene.

### **1.1.1. Trlje kao indikatori staništa**

Vrste, populacije i odrasle jedinke mogu se poprilično razlikovati u uporabi staništa. Neke vrste su više ograničene na tvrdo, hridinasto dno ili meko, pjeskovito-muljevito dno, dok su druge vrste uglavnom odjeljene dubinom ili nekim posebnim reljefnim ili hidrografskim obilježjima staništa. Kako bi provjerili potencijal trlja kao indikatora staništa testirat će se sljedeće hipoteze:

- Hipoteza 1: Na rasprostranjenost trlje od blata najviše utječe dubina
- Hipoteza 2: Na rasprostranjenost trlje od kamena najviše utječe vrsta dna

### **1.1.2. Trlje kao indikatori ribolovnog pritiska**

S obzirom da trlje imaju visoku ekonomsku vrijednost i ciljane su vrste ribarstava u Sredozemnom moru, pa tako i u Jadranskom moru, potencijalno su dobri indikatori ribolovnog pritiska. Kako bi provjerili da li su trlje dobri indikatori ribolovnog pritiska testirat će se sljedeće hipoteze:

- Hipoteza 3: Postoji negativan trend brojnosti, biomase i dužinske strukture kod obiju trlja u Jadranu u zadnjih 20 godina kao posljedica velikog ribolovnog napora
- Hipoteza 4: Postoje izrazite razlike u vrijednostima prirodne, ribolovne i ukupne smrtnosti između dviju jadranskih vrsta trlja
- Hipoteza 5: Trlja od kamena raste sporije i živi duže od trlje blatarice
- Hipoteza 6: Nema spolne razlike u dužinskoj i starosnoj strukturi trlja u Jadranu
- Hipoteza 7: Postoje spolne razlike u brzini rasta kod obje vrste: ženke rastu sporije i žive duže

Hipoteze 5, 6 i 7 će biti testirane određivanjem starosti očitavanjem otolita. Novija istraživanja upućuju na to da je određivanje starosti riba iz dužine ili mase otolita objektivnija i jeftinija metoda od određivanja starosti očitavanjem otolita (Pino i sur. 2004). Stoga je u ovom doktorskome istraživanju starost trlja određena očitavanjem i mjerenjem otolita (dužina, širina i masa otolita), opisane su osobitosti rasta ovih vrsta te je istraženo postoji li veza između starosti ribe i mjera otolita.

- Hipoteza 8: Postoji jasna vremenska segregacija vrhunca mrijesta kod trlja u Jadranu
- Hipoteza 9: Dužina prve spolne zrelosti je značajno viša kod trlje od kamena u odnosu na trlju blataricu
- Hipoteza 10: Postoje spolne razlike u dostizanju prve spolne zrelosti

Hipoteze 8, 9 i 10 su testirane određivanjem gonadosomatskog indeksa za ženke i mužjake trlja te praćenjem razvoja gonada oba spola preko histoloških preparata. Cilj je bio odrediti i ukupnu dužinu sazrijevanja ženki i mužjaka trlja te fekunditet i njegovu vezu s dužinom i starosti analiziranih jedinki.

### **1.1.3. Trlje kao indikatori promjene u staništima**

Ukupno 20% ljudske populacije živi unutar 30 km od obale (Cohen i sur. 1997) te direktno i indirektno utječu na morska staništa, a taj utjecaj ima i globalne posljedice kao što su klimatske promjene (Uiblein, 2007). Pojava tropske alge *Caulerpa taxifolia* u Sredozemnom moru dovela je do smanjenja brojnosti i aktivnosti hranjenja trlje od kamena, a samim time i do širenja navedene alge (Longepierre i sur. 2005). Izgradnja umjetnih grebena privukla je određene vrste trlja koje su se na kraju zadržale na tom području (Golani & Diamant 1999; Angel i sur. 2002). Otvaranjem Sueskog kanala tri vrste trlja su imigrirale iz Crvenog u Mediteransko more (Lesepske migracije) (Ben-Tuvia, 1966). Ova Lesepska migracija je uzrokovala promjenu u jugozapadnom dijelu sredozemnog mora gdje su dvije autohtone vrste trlja zamjenila dva lesepska migranta (Golani, 1994).

- Hipoteza 11: Obje vrste su proširile svoju rasprostranjenost uzduž istočne obale Jadrana
- Hipoteza 12: U probavnom traktu trlje od kamena su prisutni ostaci plastičnih masa
- Hipoteza 13: Ontogenetske i spolne razlike ne utječu na način ishrane kod trlja u Jadranu

### **1.1.4. Trlje kao indikatori promjene temperature i klimatskih promjena**

Temperatura mora je pod utjecajem i klimatskih promjena i hidrografskih značajki. Ribe su vrlo osjetljive i na najmanje promjene u temperaturi mora. Kako bi se utvrdio potencijal trlja kao navedenog indikatora testirat će se već navedene hipoteze, hipoteza 1 i hipoteza 2, hipoteza 11, te sljedeća hipoteza

- Hipoteza 14: Na rasprostranjenost trlje od kamena najviše utječe povećanje temperature

## 1.2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Prva istraživanja porodice Mullidae datiraju još iz prve polovice dvadesetog stoljeća kada je Desbrosses (1935) opisao biologiju trlje od blata, *M. barbatus* i trlje od kamena *M. surmuletus* na području sjevernog Atlantika. Godinu kasnije, Castelnovo (1936) sistematizira trlje na temelju biometrijske analize populacija. Scaccini (1947a) daje znanstveni doprinos u saznanjima o porodici Mullidae u Jadranskom moru, te starosti i rastu trlje od blata u Jadranskom moru (Scaccini, 1947b). Istraživanja su nastavili brojni autori od kojih su jedni obrađivali vrste pojedinačno, dok su drugi obrađivali biološke aspekte obiju vrsta. Primjerice, Montalenti (1956) je napravio detaljni opis ontogenetskog razvoja priznajući postojanje obiju vrsta. Tortonese (1975) zaključuje da trlja od blata i trlja od kamena pripadaju različitim vrstama kod kojih postoje jasne morfološke (profil glave, položaj oka, broj ljuskica na obrazu, boja tijela i prve leđne peraje) i biološke razlike (stopa rasta, maksimalna veličina i vrsta staništa) a isto potvrđuju i istraživanja koja su proveli Arias & Morales (1977), Basaglia & Callegarini (1988), Cammarata i sur. (1991).

Starost i rast trlje od blata u Sredozemnom moru proučava se dugi niz godina i u mnogim područjima kao što su Francuska (Bougis, 1952; Passalaigue, 1974), Španjolska (Larraneta & Rodriguez Roda 1956; Planas & Vives 1956; Suau & Vives 1957), Sardinija (Sabatini i sur. 2002), Ligursko more (Fiorentino i sur. 1998), Tirensko more (Spedicato i sur. 1994; Fiorentino i sur. 1998), Sicilija (Andaloro & Prestipino Giarritta 1985; Potoschi i sur. 1993; Greco i sur. 1998; Sonin i sur. 2005; Bianchini & Ragonese 2011), Tunis (Gharbi & Ktari 1981), Ionsko more (Tursi i sur. 1994), Dardanel (Numann & Denizci 1955), Grčka (Papacostantinou i sur. 1981; Karlou & Vrantzas 1989; Froese & Pauly 2010), Egejsko more (Vassilopoulou & Papacostantinou 1992a; Akyol i sur. 2000; Arslan & İşmen 2014), Mramorno more (Kutaygil, 1967), Turska (Akyuz, 1957), Egipat (Hashem, 1973), Cipar (Lividas, 1984, 1988), Izrael (Wirszubski, 1953; Gottlieb, 1956; Sonin i sur. 2007). Rezultati istraživanja pokazali su da ženke rastu brže i narastu duže od mužjaka iste starosti, a u višim dužinskim razredima dominiraju ženke. Navedenu razliku u dinamici rasta između mužjaka i ženki trlje od blata u Jadranskom moru pokazala su i istraživanja Scaccini (1947b), Bougis & Mužinić (1958), Haidar (1970), Jukić & Piccinetti (1981), Županović & Jardas (1989), Relini i sur. (1999) i Vrgoč (2000). Proučavanje starosti i rasta ne daje samo osnovne podatke o biologiji vrste već omogućuje usporedbu različitih obrazaca spolnog sazrijevanja, hranjenja i ekoloških obrazaca vrste tijekom njenog životnog ciklusa kao i osnovu za gospodarenje ribljim stokovima. Starost i rast trlje od kamena u Sredozemnom moru istraženi su na području Španjolske (Morales Nin, 1991; Renones



i sur. 1995), Tirenskog mora (Andaloro, 1982; Ligas i sur. 2012; Spedicato i sur. 2012), Ligurskog mora (Voliani i sur. 1998a, Egejskog mora (Stergiou, 1992; Vassilopoulou & Papaconstantinou 1992b), Egipta (Hashem, 1973; Mehanna, 2009), Sardinije (Cau i sur. 2013) i Sicilijanskog mora (Andaloro & Giarritta 1985; Gancitano i sur. 2012). O starosti i rastu trlje od kamena u Jadranskom moru pisali su Dulčić & Kraljević (1996), Dulčić & Glamuzina (2006), Carbonara i sur. (2012) i Santojanni i sur. (2012).

Reproduktivnu biologiju trlje od blata u Sredozemnom moru istražili su Papaconstantinou i sur. (1981), Orsi Relini & Arnaldi (1986), Lividas (1988), Anastasopoulou & Saborido-Rey (2011), Kokokiris i sur. (2014), Ferrer-Maza i sur. (2015), a u Jadranskom moru Scaccini, (1947a), Županović (1963), Haidar (1958; 1970), Guescini i sur. (1983), Županović & Jardas (1989), Tursi i sur. (1994), Voliani i sur. (1998a), Relini i sur. (1999), Vrgoč (2000), Joksimović (2005), Cherif i sur. (2007), Fiorentino (2008) i Carbonara i sur. (2015). Prema svim autorima trlja od blata se mrijesti u kasno proljeće i ljeto - od travnja do srpnja. Ženke postižu prvu spolnu zrelost između 12-13 cm, a mužjaci između 11,5-12 cm dužine. O reproduktivnoj biologiji trlje od kamena pisali su brojni autori (Lalami, 1971; Hashem, 1973; Sanchez i sur. 1983; Dorel, 1986; Campillo, 1992; Renones i sur. 1995; Stergiou i sur. 1997; Paujelo i sur. 1997; Mehanna, 2009; Mahe, 2013; Torcu-Koc i sur. 2015), a o reproduktivnoj biologiji trlje od kamena u Jadranskom moru Lo Bianco i sur. (1909), Desbrosses (1935), Gharbi & Ktari (1979), Morales-Nin (1991), Vassilopoulou i Papaconstantinou (1992b), N'Da & Deniel (1993), Voliani i sur. (1998b), te Pesci (2006).

Ishrana trlje od blata je opisana u zaljevu zapadnog dijela Grčke (Vassilopoulou & Papaconstantinou, 1993b), zaljevu Castellammare (Sicilija) (Lipari i sur. 1998), Tirenskom moru (Auteri i sur. 1987) te sjevernoj obali Tunisa (Cherif i sur. 2011), a rezultati istraživanja pokazuju da se iste hrane rakovima, mnogočetinašima i školjkašima. Isto potvrđuju i rezultati istraživanja kojeg je proveo Jukić (1972, 1975) u kanalima središnjeg Jadrana. Isti plijen su opisali i Haidar (1970) i Froglija (1988). Uočeno je i da veće jedinice jedu veći plijen (Froglija 1988). Nadalje, Jukić i Županović (1965) navode da se trlje od blata na području istočnog Jadrana kontinuirano hrane tijekom cijele godine, a pojačano u ljeto i jesen što je vjerojatno povezano s temperaturom mora. O ishrani trlje od kamena u Sredozemnom moru pisali su Golani & Galil (1991), Arculeo i sur. (1989), Golani (1994), La Rosa i sur. (1997), Labropoulou i sur. (1997), Vassilopoulou i sur. (2001), Bautista-Vega (2008) te Cherif i sur. (2008). Labropoulou i sur. (1997) navode da trlje od kamena preferiraju određenu vrstu rakova u odnosu na određeno godišnje doba (sezonski) i to amfipode u zimu i proljeće, a dekapode ljeti. Razliku u sustavu

kemoreceptora na brkovima trlje od blata i trlje od kamena u odnosu na različita staništa opisali su Lombarte & Aguirre (1997).

O rasprostranjenosti trlja na području Sredozemnog mora pisali su razni autori (Suau & Vives 1957; Gharbi & Ktari 1979; Vassilopoulou & Papaconstantinou 1993a, 1993b; Golani, 1994; Tursi i sur. 1994; Machias i sur. 1998; Relini i sur. 1999; Tserpes i sur. 1999, 2002; Lombarte i sur. 2000) i zaključili kako na rasprostranjenost trlja najviše utječu dubina, salinitet, temperatura mora i vrsta dna. O rasprostranjenosti trlje od blata u Jadranskom moru pisali su Scaccini (1947a), Haidar (1970), Jukić (1972), Merker & Ninčević (1973), Jukić & Piccinetti (1981), Jukić & Arneri (1984), Arneri & Jukić (1986), Županović & Jardas (1989), Jukić-Peladić i sur. (1999) i Vrgoč (2000). Dubinsku rasprostranjenost i kretanje trlje od kamena opisali su Machias i sur. (1998), dok su rasprostranjenost trlje od kamena u Jadranskom moru opisali Tortonese (1975), te Relini & Lanteri (2010) koji navode da je trlja od kamena prisutna u svih 9 biogeografskih sektora u talijanskim vodama Jadranskog mora.

Identifikacija i prostorna raspodjela ribljih stokova osnova su za razumijevanje dinamike populacija i daju važne informacije za upravljanje ribljim resursima (Reiss i sur. 2009) obzirom da svaki stok ima jedinstvenu strategiju kao odgovor na određeni stupanj iskorištavanja. Proučavanje oblika otolita se pokazalo kao značajna metoda za identifikaciju vrsta i/ili stokova (Campana & Casselman 1993; Begg & Brown 2000; Stransky, 2005; Burke i sur. 2008; Stransky i sur. 2008) jer oblik otolita odražava obrasce rasta i specifičan je za svaku vrstu. Sljedeća značajna metoda za identifikaciju stokova je praćenje zakonitosti rasta jer je rast usko povezan s uvjetima u okolišu pa je samim time specifičan za svaki stok (Benzinou i sur. 2013).

Usavršavanjem istraživačkih postupaka, tehnika i metodoloških pristupa podiže se učinkovitost i kvaliteta znanstvenih istraživanja i omogućuju saznanja koja su nekoć bila nezamisliva. Jedna od takvih su genetska istraživanja koja nastoje pojasniti genetsku razliku unutar istih ili različitih vrsta riba (Basaglia & Callegarini 1988; Cammarata i sur. 1991; Vitturi i sur. 1992; Mamuris i sur. 1999a, 1999b, 2001; Arculeo i sur. 1999; Apostolidis i sur. 2001, 2008; Golani & Ritte 1999; Garoia i sur. 2004; Turan 2006, Galarza i sur. 2007, 2009; Keskin & Can 2009; Maggio i sur. 2009; Vogiatzi i sur. 2012; Félix-Hackradt i sur. 2013), a rezultati takvih istraživanja sve češće se koriste kao podloga za pravilno gospodarenje ribljim resursima jer se genetska istraživanja koriste i kao jedna od tehnika za identifikaciju ribljih stokova (Mamuris i sur. 1988; Apostolidis i sur. 2009; Galarza i sur. 2009; Matić-Skoko i sur. 2018).

Pregledom dosadašnjih istraživanja dostupnih u domaćoj i međunarodnoj literaturi može se zaključiti kako dominiraju ona o bioakumulaciji kemijskih i metalnih spojeva u organizmu ovih vrsta. Za ovakva istraživanja postoji veliki interes budući da se sve veća pažnja pridaje očuvanju

„zdravlja“ mora, ali i zdravlja ljudi kao jednih od završnih potrošača morskih resursa. Stoga, brojna su istraživanja posvećena traženju najprikladnijih bioindikatora koji će nam „objasniti“ promjene u okolišu uzrokovane kako prirodnim, tako i antropogenim čimbenicima. Da trlje bioakumuliraju razne kemijske i metalne spojeve i pokazuju dobra bioindikatorska svojstva za procjenu utjecaja istih već su pokazali razni autori (Stoeppler & Nürnberg 1979; Stoeppler i sur. 1979; Bastürk i sur. 1980; Hornung i sur. 1980; Balkas i sur. 1982; Capelli i sur. 1983; Medina i sur. 1986; Moharram i sur. 1987; Hernández i sur. 1990; Miramand i sur. 1991; Burgeot i sur. 1994; Pastor i sur. 1988, 1994; Serrano i sur. 1994; Gabrielides, 1995; Kargin, 1996; Catsiki, 1999; Kucuksezgin i sur. 2001, 2011; Bayarri i sur. 2001; Corsi i sur. 2002; Kljaković-Gašpić i sur. 2002; Regoli i sur. 2002; Filipović, 2003; Lionetto i sur. 2004; Celik i sur. 2004; Storelli i sur. 2005; Marijić & Raspor, 2003, 2006, 2007a, 2007b; Uiblein, 2007; Hornung & Kress 2008; Galarza i sur. 2009; Harmelin-Vivien i sur. 2009; Dural i sur. 2010; Mendil i sur. 2010; Bilandžić i sur. 2011; Taş i sur. 2011; Tramati i sur. 2011; Carreras-Aubets i sur. 2012; Norouzi i sur. 2012; Bonsignore i sur. 2013; Giannakopoulou & Neofitou 2014; Kulcu i sur. 2014; Perugini i sur. 2014; Cresson i sur. 2015; Dorta i sur. 2015; Fernández i sur. 2015; Yabanli & Alparslan 2015) i zaključili da akumulacija teških metala u morskim organizmima ovisi o raznim čimbenicima kao što su temperatura, salinitet, ishrana, mrijest, individualne razlike i mnogi drugi. Rezultati istraživanja kojeg su proveli Cresson i sur. (2015) potvrđuju da su trlje učinkoviti bioindikator zagađenja živom (iako su pronađene količine žive bile unutar dopuštenih granica od strane Europske organizacije za zaštitu zdravlja) i da na sposobnost bioakumulacije utječu kako razni čimbenici okoliša tako i sama biologija istraživane vrste.

## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. Područje istraživanja

Jadransko more je veliki zaljev Sredozemnog mora. Granica Jadranskog i Jonskog mora su Otrantska vrata koja povezuju Jadran s ostatkom Sredozemnog bazena. Dužina Jadranskog mora iznosi 870 km, širina 159,3 km, a površina s otocima 138595 km<sup>2</sup> što čini oko 4,6 % ukupne površine Sredozemnog mora (Jardas, 1996).

Jadran je pretežito plitko more. Srednja dubina iznosi 251 m, pri čemu kontinentska podina ili šelf zauzima čak 102415 km<sup>2</sup> ili 73,9%, a prostire se preko sjevernog i srednjeg dijela Jadrana. Dubina se postupno povećava u smjeru od sjeverozapada prema jugoistoku, pa tako najveća izmjerena dubina u Tršćanskom zaljevu iznosi 25 m, dok veće dubine od 200 m nalazimo samo na području Jabučke (270 m) i Južnojadranske kotline (1330 m) (Buljan & Zore Armanda 1971). Morsko dno Jadrana prekrivaju sedimenti različite strukture i mineraloško-petrografskog sastava. S obzirom na fizičku strukturu i različite facijese morskog dna, razlikujemo sljedeće vrste dna: hridinasto, šljunkovito, ljuštuno, pjeskovito i muljevito dno. Muljeviti i pjeskoviti sedimenti prekrivaju najveću površinu šelfa Jadranskog mora, pri čemu pjeskoviti karakteriziraju sjeverni, a muljeviti južni Jadran dok je srednji Jadran prijelazno područje (Peres & Gamulin-Brida 1973).

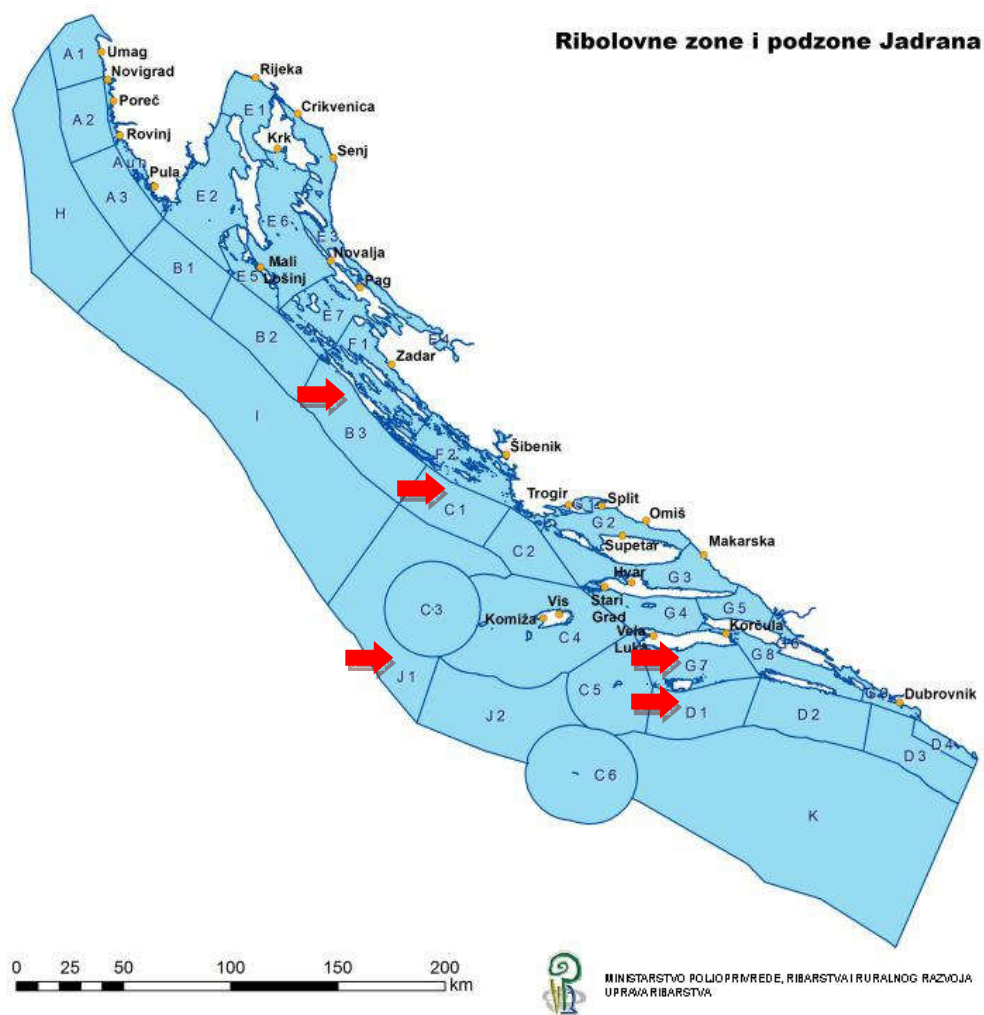
Slanost Jadranskog mora je u prosjeku 38,3‰, a vrijednosti saliniteta se smanjuju od juga (38,5-39,0‰) prema sjeveru (37,5-38,5‰) te od otvorenog mora prema obali. Uz učestale godišnje varijacije slanosti, javljaju se i one koje traju po nekoliko godina, a posljedica su izmjene vodenih masa između Jadrana i istočnog Sredozemnog mora (Buljan & Zore Armanda 1971).

Jadran je relativno toplo more, a voda iz najdubljih slojeva gotovo je uvijek toplija od 11°C. Ljeti površinska temperatura na otvorenom Jadranu iznosi oko 22-25°C, a pri dnu oko 11-12°C (Jabučka i Južnojadranska kotlina). Zimi je južni Jadran topliji od srednjeg i sjevernog, a tada je otvoreni topliji od obalnog. Termoklina se ljeti stvara na dubini između 10 i 30 m, a zimi postaje sve slabija i spušta se dublje, dok se potpuno ne izgubi u izotermiji. Morske mijene Jadrana nisu pretjerano izražene, a ukupan raspon oscilacija se kreće od oko 30 cm u južnom Jadranu do oko 120 cm u Tršćanskom zaljevu (Buljan & Zore-Armanda 1971; Jardas, 1996).

Strujanje vodenih masa u površinskom sloju Jadrana je ciklonalno, pa tako ulazna vodena masa iz istočnog Sredozemnog mora prevladava uz istočnu, a izlazna vodena masa uz zapadnu obalu. U intermedijarnom sloju prevladava ulazno strujanje tijekom cijele godine, koje se

pojavljuje kao kompenzacijska struja izlaznog strujanja u površinskom sloju, dok je strujanje u pridnom sloju najslabije poznato (Buljan & Zore-Armanda 1971).

Jedinke trlje od kamena i trlje od blata analizirane u ovom istraživanju su prikupljane mjesečno, u razdoblju od studenog 2011. do listopada 2012. godine, a potječu s nekoliko područja srednjeg i južnog Jadrana (Slika 2.1.1.). Uzorkovanje trlje od blata je obavljeno na području ribolovne zone B (podzone B3), ribolovne zone C (podzone C1), te ribolovne zone J (podzone J1). Uzorkovanje trlje od kamena je obavljeno na području ribolovne zone D (podzone D1) i zone G (podzone G7), te na području ribolovne zone B (podzone B3).



**Slika 2.1.1.** Jadransko more s označenim područjima uzorkovanja trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus*. Izvor: Ministarstvo poljoprivrede.

Na šibenskom su području uzorci trlja prikupljeni s područja Blitvenice, jugoistočne strane otoka Prvić i ponajviše duž cijele obale otoka Zlarina. Dubina uzorkovanja je bila od 15 do 105 m (prosječno 65 m, radna dubina koćarenja na tom području). Dno je na navedenim postajama

bilo uglavnom pjeskovito i muljevito. Na ovom su području srednje vrijednosti temperature mora u rasponu od 14,09°C (zimsko razdoblje) do 21,21°C (jesensko razdoblje), a saliniteta od 37,47‰ (proljetno razdoblje) do 38,27‰ (zimsko razdoblje) (Grbec i sur. 2008; Grbec i sur. 2009). Utjecaj rijeke Krke je izražajniiji ako se analizira vrijednost saliniteta površinskog sloja mora (do 3 m dubine) koja je iznosila 16,12‰ (srpanj 2008. godine) (Grbec i sur. 2009).

## **2.2. Istraživanja u okviru programa MEDITS**

MEDITS (Mediterranean International Bottom Trawl-Surveys) je međunarodni ribarstveno-biološki program organiziran 1993. godine na inicijativu Europske Komisije (Anonymous, 1993) s ciljem ocjene stanja i kvantitativno-kvalitativnih promjena i zaštite pridnenih zajednica na području Sredozemnog mora. Program je započeo s radom 1994. godine, a Hrvatska se uključila 1996. godine. Sve zemlje sudionice dogovorile su i prihvatile jedinstvenu metodologiju rada (Bertrand, 1995; Fiorentini & Dremière 1999) kojom je reguliran tehnički i biološki aspekt istraživanja, organizacija istraživanja, prikupljanje podataka, obrada podataka, zajednička baza podataka te standardne analize bioloških podataka. Postaje su raspodjeljene na osnovu stratificirane sheme s nasumičnim izborom za pojedini dubinski pojas. Usvojeni stratifikacijski parametar je dubina, sa sljedećim batimetrijskim granicama koje određuju pet dubinskih pojasa: 10-50 m, 51-100 m, 101-200 m, 201-500 m, i 501-800 m (Green, 1979; Hilborn & Walters 1992). Standardni korišteni ribolovni alat je pridnena povlačna mreža GOC 73, konstruirana za potrebe eksperimentalnog ribolova u znanstvene svrhe (Fiorentini i sur. 1999). Konstrukcijske specifikacije korištene mreže su horizontalni otvor od 14,6-18,3 m te veličina oka na vreći mreže 20 mm. Mreža se povlači u vremenu od 30 minuta, na dubinama manjim od 200 m, ili jedan sat na dubinama većim od 200 m. MEDITS program sadrži popis od 30-ak glavnih, ciljanih vrsta (engl. "target species") riba, rakova i glavonošaca za koje se uzimaju podaci o dužini, masi, spolu i stupnju zrelosti gonada svakog primjerka. Sakupljeni i obrađeni podaci programa MEDITS koristili su se u svrhu opisa distribucije trlje od blata uz pomoć indeksa brojnosti i biomase te dužinskih frekvencija, i za procjenu demografskih parametara populacija, kao što su: novačenje i smrtnost.

## **2.3. Konstrukcijske osobine i način ribolova upotrebljivanih ribolovnih alata**

Prema Mediteranskoj Uredbi ribolovni alati se dijele na povlačne alate, pridnene mreže stajačice i okružujuće alate. Povlačni alati obuhvaćaju povlačne mreže i dredže, a okružujući alati sve mreže kojima se riba lovi zapasivanjem. U povlačne mreže ubrajaju se sve potegače i

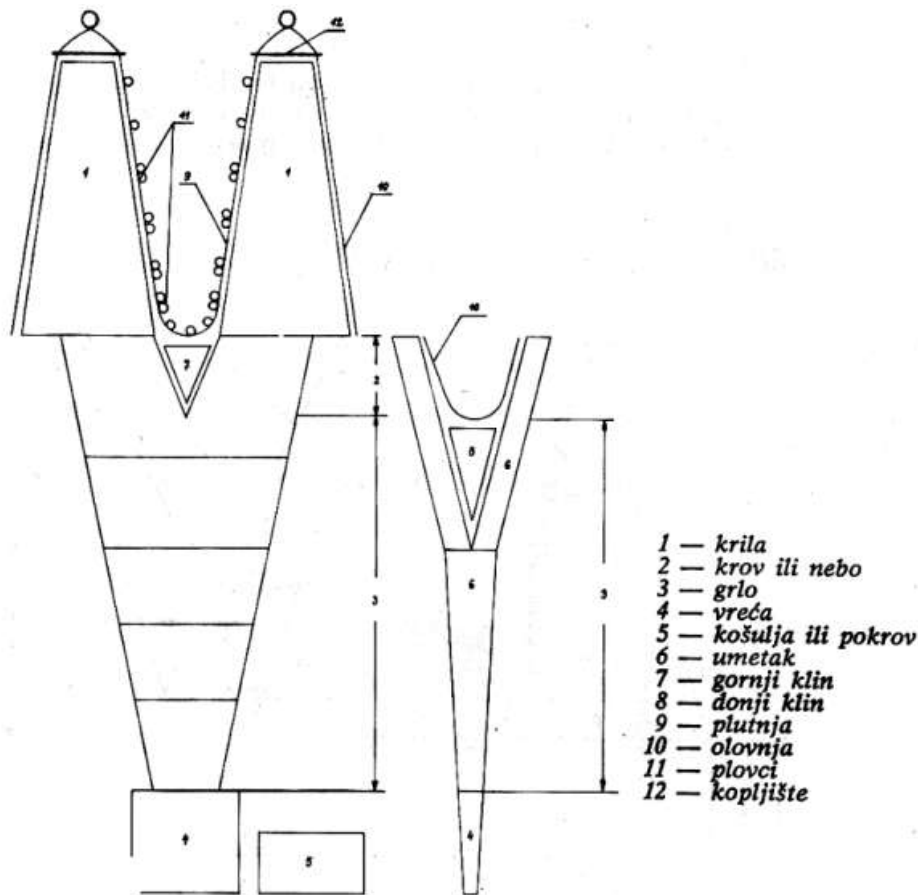
koće (Uredba Vijeća br. 1967/2006). Povlačne mreže su aktivni ribolovni alati koji svojom konstrukcijom i ribolovnom tehnikom omogućavaju lovljenje objekta ulova koji se nalazi na putu njihova djelovanja. Mogu se povlačiti po samom dnu, iznad njega ili u različitim dubinama vodenog stupca, uz upotrebu jednog ili dvaju povlačnih plovila (Cetinić & Swiniarski 1985).

Prikupljene jedinke trlje od blata analizirane u ovom istraživanju potječu isključivo iz gospodarskih lovina pridnene povlačne mreže koće. Najveći broj jedinki trlje od kamena analiziran u ovom istraživanju također potječe iz gospodarskih lovina pridnene povlačne mreže koće. Međutim, manji broj jedinki trlje od kamena koji se nije uspio izdvojiti iz gospodarskih lovina pridnene mreže koće potječe iz obalne mreže potegače (migavice) i trostrukih mreža stajačica (poponica). Iz cjelokupnog gospodarskog ulova se mjesečno izdvajalo oko 100 jedinki obiju trlja s tim da je u pojedinim mjesecima broj prikupljenih jedinki trlje od kamena bio nešto manji zbog manjka ove vrste u lovini.

### **2.3.1. Pridnena povlačna mreža koća**

Pridnena povlačna mreža koća povlači se po morskom dnu ili neposredno iznad njega i namijenjena je za ulov pridnenih vrsta riba i drugih morskih organizama. Ribolov pridnenom kočom smije obavljati samo ovlaštenik povlastice za obavljanje gospodarskog ribolova na moru plovilom na koje je izdano važeće Odobrenje. U unutarnjem ribolovnom moru ribolov pridnenom kočom dozvoljen je samo uz uporabu plovila koje ima ukupnu snagu porivnog stroja do najviše 184 kW. U vanjskom ribolovnom moru ribolov pridnenom kočom dozvoljen je samo uz uporabu plovila koje ima ukupnu snagu porivnog stroja do najviše 662 kW (NN 101/2014). Nedelec & Prado (1990) su za potrebe FAO-a (Food and Agriculture Organization) povlačne mreže (koće) definirali kao mreže konusnog oblika, u prednjem dijelu produžene krilima, a na kraju zatvorene vrećom, koje se povlače s jednim ili dva broda po morskom dnu ili u vodenom stupcu (pelagijalu). Pridnena povlačna mreža (koća), se kao i svaka druga povlačna mreža sastoji iz dva osnovna dijela (Cetinić & Swiniarski 1985): tijela i armiranja. Tijelo koće sačinjavaju svi mrežni elementi i užad koji spojeni u jednu cjelinu ulaze u sastav konstrukcije mreže. Elementi tijela pridnene koće sastavljeni od mrežnog tega proizvode se odvojeno i nakon toga spajaju. Ti mrežni elementi su krila, krov ili nebo, grlo i vreća (saka) (Slika 2.3.1.1). Bilo koji mrežni element može biti izrađen od različitih komada mrežnog tega koji se međusobno mogu razlikovati oblikom, veličinom oka, vrstom i debljinom konca, te vrstom materijala (Cetinić & Swiniarski 1985). Mediteranska uredba propisuje da veličina oka povlačnih mreža (što obuhvaća sve potegače i koće) mora biti najmanje 40 mm na saki. Sve trlje od blata i veći dio trlje od

kamena iz ovog istraživanja potječu iz ulova pridnene povlačne mreže koće kvadratnog oka 40 mm.



**Slika 2.3.1.1.** Shematski prikaz tijela mediteranske koće (Cetinić & Swiniarski 1985).

### 2.3.2. Obalna mreža potegača (migavica)

Potegače su mreže kojima se okružuje određeni vodeni prostor (morska površina), a zatim se pomoću užadi pričvršćene na krajeve mreže potežu na obalu ili na plovilo u mirovanju (Cetinić & Swiniarski 1985). Migavica je obalna potegača koja se sastoji od krila, grla i vreće te pripadajućeg armiranja (užad, sredstva plivanja i opterećenja). Krila su najduži dio mreže, imaju oblik izduženog pravokutnika ili trapeza, a svrha im je usmjeravanje ribe u grlo i vreću. Gornji dio krila pričvršćen je na plutnju (uže na kojem su nanizani plovci), a donji dio krila na olovnju (uže na kojem su nanizane olovnice), čime se osigurava vertikalni otvor mreže u moru (Cetinić & Swiniarski 1985). U ovom istraživanju, migavica se topila u more iz plovila na određenoj udaljenosti od obale i nakon toga pomoću užadi potezala na plovilo vezano uz obalu. Pri potezanju olovnja mreže je strugala po dnu, a krila su se protezala od morskog dna do površine. Obalna mreža potegača je korištena u ovom istraživanju samo za ulov trlje od kamena na



području Zadra i Šibenika i to tijekom ljetnih mjeseci, a bila je duga 250 m, s visinom grla od 20 m i visinom na krajevima krila od 2 m (Slika 2.3.2.1.).



**Slika 2.3.2.1.** Uzorkovanje obalnom mrežom potegačom (migavicom). Izvor fotografije: galerija Instituta za oceanografiju i ribarstvo.

### **2.3.3. Trostruke mreže stajaćice (poponice)**

Poponice su zaplićući ribolovni alati koje ubrajamo u skupinu pasivnih ribolovnih alata koji se uglavnom koriste za lov pridnenih vrsta riba. Sastoje se od tri mrežna zastora – središnjeg (maha), koji se sastoji od mrežnog tega manjih oka i dva vanjska (popone), koja se sastoje od mrežnog tega većih oka. Visina mahe je kod potpuno ispruženih oka nekoliko puta veća od visine popona, ali se sastavljanjem mreže (spajanjem na plutnju i olovnju) visina mahe snizi na visinu popona te se na taj način dobije labavo obješena maha. Objekt ulova prolazi kroz velika oka popona, udara u olabavljenu mahu i zapliće se u suvišku mrežnog tega (Cetinić & Swiniarski 1985) (Slika 2.3.3.1.). Zaplićuće mreže se izrađuju od tankog i elastičnog mrežnog tega, koji je često obojan da bi bio manje uočljiv. Poponice se bacaju na raznim tipovima morskog dna, iako najviše na tvrdim i hridinastim te na pjeskovito – muljevitim dnima obraslim livadama morske cvjetnice, *Posidonia oceanica*.

Poponice korištene u ovom istraživanju za ulov trlje od kamena na području Lastova su bile zakonski propisanih dimenzija s veličinom oka središnjeg zastora od 40 mm. Lovine su pretežno ostvarene noćnim lovom budući da su mreže spuštane na morsko dno u večernjim satima (oko jedan sat prije zalaza sunca) i dizane u ranim jutarnjim satima (oko jedan sat poslije

izlaza sunca). Dodatno, iz poponica potječu i uzorci korišteni za višegodišnju analizu stanja populacije trlje od kamena uzduž jadranske istočne obale.



**Slika 2.3.3.1.** Trostruka mreža stajaćica (poponica). Izvor fotografije: Sanja Matić Skoko.

#### **2.4. Obrada prikupljenih uzoraka trlje od kamena i trlje od blata**

Prilikom mjesečnih uzorkovanja svim je ulovljenim jedinkama izmjerena ukupna dužina tijela (Lt), s točnošću od 0,1 cm (Slika 2.4.1.), masa (W) digitalnom vagom, s točnošću od 0,01 g, spol, stupanj zrelosti i masa gonada (s točnošću od 0,01 g). Za određivanje stupnja spolne zrelosti gonada koristio se kriterij kojeg je predložio tim stručnjaka MEDITS ekspedicije (MEDITS Handbook, 2012). Nakon vaganja, odabrani poduzorak ovarija i testisa se konzervirao u 4-postotnoj otopini formaldehida radi daljnje histološke obrade. Ovariji su kasnije korišteni za potrebe određivanja fekunditeta u laboratoriju.



**Slika 2.4.1.** Mjerenje ukupne dužine tijela (Lt) trlje od blata, *Mullus barbatus* s točnošću od 0,1 cm.

Također, svim su jedinkama izvađeni otoliti koji su se spremali u označene papirnate vrećice iz kojih se naknadno određivala starost ribe. Za potrebe određivanja starosti, izmjerena je dužina i širina, te masa otolita (pomoću analitičke vage s točnošću od 0,1 mg). Potom su se otoliti brusili i postavljali na crnu podlogu u nekoliko kapi vode te očitavali uz pomoć lupe pod reflektirajućim svjetlom. Svi otoliti su se fotografirali Olympus DP-25 digitalnom kamerom, a u svrhu njihovog ponovnog očitavanja. Otolite je čitala jedna osoba tri puta i to s određenim vremenskim razmakom. Otoliti s slabo vidljivim prstenovima su se potpuno izostavili iz daljnje analize.

Nadalje, svježim su se jedinkama u odabranom poduzorku (oko 30 jedinki trlje od kamena i oko 30 jedinki trlje od blata) izvagali želuci (s točnošću od 0,01 g) koji su se potom konzervirali u 4-postotnoj otopini formaldehida za potrebe određivanja ishrane. Ishrana je analizirana samo u trlje od kamena, a određivala se kvalitativno kvantitativnom analizom sastava hrane u konzerviranim želucima. U laboratoriju, nakon otvaranja želudaca, svaki dio pronađene vrste ili skupine plijena se prenosio na suhi filter papir kako bi se odstranio višak tekućine. Pronađeni ostaci organizama u želucima su se brojali i vagali (s točnošću od 0,01 g) te pomoću standardnih ključeva određivali do najnižih taksonomskih kategorija (roda ili vrste) gdje je to bilo moguće s obzirom na stanje pronađenih ostataka, a u suprotnom samo do razine porodice ili reda. Posebna pozornost je posvećena na traženje prisutnosti mikroplastike u probavilu istraživane vrste.

Svi su se dobiveni podaci unosili u Excel datoteke koje su služile kao privremena pohrana podataka, a sve su se statističke analize navedene u sljedećim potpoglavljima obavile pomoću odgovarajućih paketa za obradu podataka (Minitab 15, STATISTICA 8, PRIMER 7).

Tijekom analize sastava populacije obiju vrsta, omjer spolova se analizirao pomoću Hi-kvadrat testa. Srednje vrijednosti dužine tijela te mase ženki i mužaka su međusobno uspoređene *t* testom ( $P \leq 0,05$ ), kao i zastupljenost ukupne dužine tijela i mase za oba spola. U rezultatima su, uz srednje vrijednosti svih analiziranih podataka, u zagradama prikazane i vrijednosti standardne devijacije.

## **2.5. Dužinsko – maseni odnos**

Odnos između ukupne dužine tijela (*Lt*) i mase (*W*) obiju trlja je analiziran na ukupnom broju ulovljenih jedinki tijekom istraživanja, putem funkcionalne regresije (Ricker, 1975):

$$\log W = \log a + b \log Lt$$

te pomoću eksponencijalne jednadžbe:

$$W = a L t^b,$$

gdje su:  $W$  – masa ribe,  $Lt$  ukupna dužina tijela ribe,  $a$  i  $b$  varijable.

Do promjena u dužinsko – masenom odnosu dolazi tijekom nekoliko kritičnih trenutaka u životu ribe, kao što su preobrazba, sazrijevanje ili mrijest. U ovom odnosu, vrijednosti varijable  $b$  veće od 3,0 označavaju pozitivnu (riba raste brže u masu nego u dužinu), a manje od 3,0 negativnu alometriju (riba raste brže u dužinu nego u masu). Ako je varijabla  $b$  jednaka 3,0 odnos je izometrijski, odnosno savršen budući da riba raste razmjerno jednako i u dužinu i u masu, zadržavajući svoj uobičajeni oblik. Statistička značajnost razlike varijable  $b$  od 3,0 je određena  $t$  testom ( $P \leq 0,05$ ) za ukupni uzorak, ženke i mužjake (Petz i sur. 2012).

## 2.6. Indeks kondicije

Indeks kondicije je posljedica dužinsko – masenog odnosa, a njegove promjene ukazuju na određena fiziološka stanja ribe kao i na utjecaj abiotičkih i biotičkih čimbenika na organizam. Indeks kondicije obiju trlja je analiziran na ukupnom broju ulovljenih jedinki tijekom istraživanja, a izračunat je pomoću kubičnog ili Fultonovog koeficijenta (Ricker, 1975):

$$IK = 100 W L t^{-3},$$

gdje su:  $IK$  – indeks kondicije,  $W$  – masa ribe,  $Lt$  – ukupna dužina tijela ribe.

Dobivene vrijednosti indeksa kondicije za ženke i mužjake su međusobno uspoređene  $t$  testom ( $P \leq 0,05$ ) (Petz i sur. 2012).

## 2.7. Ishrana

Ishrana trlje od kamena, *Mullus surmuletus* je određena kvalitativno kvantitativnom analizom sastava hrane u konzerviranim želucima. S obzirom na prikupljene podatke, određena je pojedinačna zastupljenost pojedinih vrsta, rodova ili skupina plijena, broj jedinki i njihova biomasa. Niže skupine plijena su združene u veće taksonomske kategorije za koje su se izračunali sljedeći hranidbeni indeksi (Hureau, 1970; Berg, 1979; Rossechi & Nouaze 1987):

- postotak učestalosti pojavljivanja (%F): omjer broja onih probavila koja su sadržavala određeni plijen ( $n$ ) i broja ukupno analiziranih probavila u kojima je pronađena hrana ( $N$ ):

$$\%F = (n / N) 100;$$

- postotak brojnosti (%N): odnos broja jedinki određene taksonomske skupine plijena ( $np$ ) i ukupnog broja jedinki svih pronađenih skupina plijena ( $Np$ ):

$$\%N = (np / Np) 100;$$

- postotak mase (%W): odnos ukupne mase jedinki određene taksonomske skupine (pw) i ukupne mase jedinki svih pronađenih skupina (Pw):

$$\%W = (pw / Pw) 100.$$

Za analizu selektivnosti ishrane i lakše usporedbe razlika u sastavu hrane s obzirom na sezone, izračunati su i sljedeći koeficijenti proizašli iz ranije navedenih hranidbenih indeksa:

- koeficijent relativnog značaja (IRI) (Pinkas i sur. 1971):

$$IRI = (\%N + \%W) \%F$$

- koeficijent osnovnih tipova hrane (MFI) (Zander, 1982):

MFI =  $[(\%N + \%F) / 2] \%W$ , prema kojem postoje 4 različita tipa hrane:

neophodna hrana (MFI > 75),

glavna hrana (MFI = 52 – 75),

dodatna (sekundarna) hrana (MFI = 26 – 51) i

slučajna (sporedna) hrana (MFI < 26);

- koeficijent hranjivosti (Q) (Hureau, 1970):

$$Q = \%N \times \%W,$$

prema kojem se hrana pronađena u analiziranim probavilima može svrstati u 3 skupine:

glavna hrana (Q > 200; teoretski najviše 10000),

dodatna (sekundarna) hrana (Q = 20 – 200) i

slučajna (sporedna) hrana (Q < 20; obično između 0 i 10).

Za analizu hranidbenih aktivnosti tijekom različitih godišnjih razdoblja je korišten koeficijent praznosti probavila (%V) (Hureau, 1970):

$$\%V = Er / (100 N),$$

gdje su: Er – broj praznih probavila; N – ukupan broj svih analiziranih probavila.

Sezonske promjene koeficijenta praznosti probavila u *M. surmuletus* su analizirane pomoću Hi-kvadrat testa. Uz koeficijent praznosti probavila, određen je i koeficijent punoće probavila *M. surmuletus* (%Jr):

$$\%Jr = (\text{masa probavljene hrane} / \text{masa ribe}) 100.$$

Prikupljeni podaci o ishrani su se usporedili i s obzirom na spol pomoću multivarijatnih metoda (statistički paket PRIMER 7). Tako je sličnost u ishrani između ženki i mužjaka analizirana pomoću Bray – Curtisovog koeficijenta sličnosti, a u svrhu preglednosti rezultati su se prikazali putem MDS ordinacijskog prikaza. Statistička značajnost rezultata je ispitana pomoću ANOSIM rutine koja kao rezultat daje R vrijednost. R se uglavnom kreće u granicama od 0 do 1, a govori o tome kolika je razlika među pojedinim grupama (manji R – manja razlika).

## 2.8. Starost i rast

Prije brušenja prikupljenih otolita za potrebe određivanja starosti obiju trlja, dužina ( $L_o$ ) i širina ( $\check{S}_o$ ) svakog lijevog i desnog otolita u odabranom poduzorku se mjerila pomičnom mjerkom (s točnošću od 0,01 mm), a masa otolita ( $W_o$ ) analitičkom vagom (s točnošću od 0,1 mg). Dužina otolita je uvijek mjerena duž najduže osi, između prednjeg i stražnjeg dijela otolita, dok je širina otolita predstavljala mjeru koja je bila okomita s dužinom otolita te je pritom prolazila kroz njegov radijus. Dobivene vrijednosti navedenih mjera za lijevi i desni otolit svake jedinke su se međusobno usporedile  $t$  testom ( $P \leq 0,05$ ). Prilikom opisivanja morfologije otolita, koristila se terminologija koju su predložili Tuset i sur. (2008).

Obrušeni su se otoliti postavljali na crnu podlogu i u nekoliko kapi vode te tako očitavali uz pomoć lupe pod reflektirajućim svjetlom (Slika 2.8.1.). Svi su se otoliti pritom i fotografirali Olympus DP 25 digitalnom kamerom, a u svrhu njihovog ponovnog očitavanja i mjerenja marginalnog prirasta koji se uvijek mjerio na istoj, najdužoj osi otolita. Otolite je očitavala samo jedna osoba, ali tri puta i to s razmakom od mjesec dana između svakog očitavanja. Otoliti koji su u potpunosti bili prozirni, slomljeni ili na kojima su se slabo vidili godišnji prstenovi su u potpunosti izostavljeni iz daljnje analize.



**Slika 2.8.1.** Godišnji prstenovi na otolitu trlje od blata *Mullus barbatus* ( $L_t=12,5$ ,  $W_t= 22,24$ ).

Vrijeme stvaranja godišnjih prstenova je određeno označavanjem vrste prstena (opaki ili hijalini) na samom rubu otolita, a postotak otolita s pojedinim prstenom na svom rubu je analiziran kroz mjesece. Također, marginalni prirast (MIR) je određen prema formuli (Araújo & Martins 2007):

$$\text{MIR} = (Or - RL) / (RL - RL-1),$$

gdje su:  $O_r$  – radijus otolita,  $R_L$  – radijus zadnjeg stvorenog prstena,  $R_{L-1}$  – radijus prethodnog stvorenog prstena.

Rast obiju trlja je u ovom radu opisan von Bertalanffyevom jednadžbom rasta (Beverton & Holt 1957):

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}],$$

gdje su:  $L_t$  – ukupna dužina u trenutku  $t$ ,  $L_\infty$  – asimptotska vrijednost dužine  $L_t$ ,  $K$  - koeficijent rasta,  $t_0$  - teoretska starost pri dužini  $l_0$ .

Parametri rasta dobiveni za ženke i mužjake su izračunati uz pomoć *user specified regression* metode u paketu STATISTICA 8, te uspoređeni pomoću Hotelling  $T^2$ -testa (Bernard, 1981). Dugovječnost obiju trlja, odnosno starost pri kojoj ove vrste dostižu 95% asimptotske vrijednosti dužine  $L_t$  ( $A_{0,95}$ ) je određena prema formuli (Taylor, 1958):

$$A_{0,95} = t_0 + 2,996 / K;$$

gdje su:  $t_0$  i  $K$  – parametri iz von Bertalanffyve jednadžbe rasta.

Da bi se usporedio rast obiju trlja s dostupnim podacima izračunat je parametar  $\Phi$  (Pauly & Munro 1984):

$$\Phi = \log K + 2 \log L_\infty,$$

gdje su:  $K$  i  $L_\infty$  – parametri iz von Bertalanffyve jednadžbe rasta.

Sve dobivene vrijednosti mjera otolita su se analizirale u odnosu s ukupnom dužinom i masom trlja te s odgovarajućom određenom starošću jedinki. Analizom diskriminante su se odredile mjere otolita pomoću kojih je najbolje odrediti starost trlja (statistički paket STATISTICA 8).

## 2.9. Razmnožavanje

Reproduktivni je ciklus trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *M. surmuletus* opisan na osnovu prikupljenih podataka o spolu jedinki, stupnju zrelosti i masi gonada te analize histoloških preparata gonada. Spol i stupnjevi zrelosti gonada određeni su makroskopski prema izgledu i relativnoj veličini gonada, spolnih produkata te pomoćnih organa reproduktivnog sustava prema protokolu kojeg je predložio tim stručnjaka MEDITS (MEDITS Handbook, 2012) (Tablica 2.9.1.).

Dužine kod kojih je 50% i 100% jedinki obiju trlja u populaciji spolno zrelo su se odredile za ženke i mužjake.

Razdoblje razmnožavanja trlja je određeno utvrđivanjem napredovanja reproduktivnog procesa tijekom godine obzirom na učestalost pojavljivanja naprednijih stupnjeva zrelosti po

mjesecima. Uz navedeno, iz odnosa mase trlja ( $W$ ) i mase gonada ( $W_g$ ) izračunale su se vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) koji opisuje reproduktivni status jedinke uz praćenje promjena istih tijekom godine:

$$GSI = (W_g / W) 100.$$

Dobivene su vrijednosti gonadosomatskog indeksa uspoređene između ženki i mužjaka  $t$  testom ( $P \leq 0,05$ ).

U laboratoriju su se od ovarija, konzerviranih za potrebe određivanja fekunditeta, uzimala tri jednaka poduzorka (svaki veličine od 0,03 g iz prednjeg, srednjeg i stražnjeg dijela) u kojima su se brojali oociti pomoću lupe. Tijekom brojanja oocita, isti su se slikali da bi se naknadno u programu OLYMPUS cell<sup>A</sup> Imaging Software mogli izmjeriti njihovi promjeri. Fekunditet ( $F$ ) trlja je određen prema formuli:

$$F = (W_{ov} / W_u) N,$$

gdje su:  $W_{ov}$  – masa ovarija,  $W_u$  – masa odabranog uzorka ovarija (0,03 g),  $N$  – broj jaja u odabranom uzorku ovarija.



**Tablica 2.9.1.** Stupanj zrelosti gonada ženki i mužjaka (MEDITS Handbook, 2012).

SPOL	OPIS REPRODUKTIVNOG APARATA	STADIJ ZRELOSTI	STUPANJ	MEDITS
N	Spol se ne može odrediti prostim okom. Gonade su vrlo male i gotovo prozirne. Spol neodređen	Neodređen	0	0
♀ ♂	Mali ružičasti prozirni jajnik kraći od 1/3 trbušne šupljine. Jaja nisu vidljiva golim okom. Tanki bjelkasti sjemenik kraći od 1/3 trbušne šupljine.	Nezreli	1	1
♀ ♂	Mali ružičasto crveni jajnik kraći od 1/2 trbušne šupljine. Jaja nisu vidljiva golim okom. Tanki bjelkasti sjemenik kraći od 1/2 trbušne šupljine.	U razvoju	2a	2
♀ ♂	Ružičasto-crveni ili crvenkasto-narančasti prozirni ovarij dug otprilike 1/2 trbušne šupljine. Jaja nisu vidljiva golim okom. Bjelkasto ružičasti sjemenik, više manje simetričan, dug otprilike 1/2 tjelesne šupljine	U oporavku	2b	
♀ ♂	Ružičasto-žuti jajnik zrnate strukture, dug otprilike 2/3 trbušne šupljine. Jaja nisu vidljiva golim okom kroz opnu koja još uvijek nije prozirna. Pod laganim pritiskom jaja još uvijek ne izlaze Mliječno bijeli sjemenik dug otprilike 2/3 trbušne šupljine. Pod laganim pritiskom sjeme još uvijek ne izlazi	U sazrijevanju	2c	
♀ ♂	Narančasto-ružičasti jajnik s izraženim površinskim krvnim žilama, dug 2/3 do cijelu dužinu trbušne šupljine. Pod laganim pritiskom izlaze prozirna zrela jaja. U naprednijem stadiju jaja sama izlaze. Mliječno bijeli sjemenik dug 2/3 do cijelu dužinu trbušne šupljine. Pod laganim pritiskom izlazi sjeme koje u naprednijem stadiju izlazi samo.	Zreli	3	3
♀ ♂	Crvenkasti spljošteni jajnik smanjen na 1/2 trbušne šupljine. Mekane je strukture i može sadržavati ostatke raspadnutih prozirnih i/ili neprozirnih jaja Mlitavi krvavi sjemenik smanjen na otprilike 1/2 trbušne šupljine	Izmriješteni	4a	4
♀ ♂	Ružičasti prozirni jajnik dug otprilike 1/3 trbušne šupljine. Jaja nisu vidljiva golim okom Bjelkasto/ružičasti sjemenik, više manje simetričan, dug otprilike 1/3 trbušne šupljine	U mirovanju	4b	

## 2.10. Histološka analiza gonada

Čitave gonade ili češće njihovi manji dijelovi su prolazili kroz dehidracijski niz koncentracija etilnog alkohola od 75% do 100%, u trajanju od 6 do 24 sata, s ciljem zamjene vode u tkivu s organskim otapalom. Potom se vršio postupak jasnjenja tkiva u ksilolu, i to tri puta po 20 minuta, nakon čega se tkivo utapalo u otopljeni parafin na 60°C u trajanju od jednog do tri sata. Ovim postupkom parafin prodire u sve međustanične prostore i stanice, pa tkivo otvrdne i postaje pogodno za rezanje. Blokovi tkiva su se rezali uz pomoć mikrotoma čeličnom oštricom na rezove debljine 6 µm. Rezovi bi se zatim izravnavali na površini tople vode, prenosili na predmetno stakalce te bojali posebnim bojama (eozin i hematoksilin) kako bi se istaknuli pojedini dijelovi tkiva i uočile razlike među njima. Nakon što su se preparati napravili i na sobnoj temperaturi osušili, mogli su se analizirati korištenjem mikroskopa.

Histološki preparati gonada su omogućili praćenje razvojnih stadija tijekom oogeneze i spermatogeneze trlja koji su opisani prema Wallace & Selmanu (1981) i Griuru (1981). Histološki preparati ovarija su se slikavali, da bi se naknadno u programu OLYMPUS cell^A Imaging Software mogli izmjeriti promjeri oocita za svaki opisani stadij.

Za opisivanje razvojnih stadija oocita tijekom oogeneze s obzirom na njihov histološki prikaz korišteni su kriteriji prema Wallace i Selman (1981), dok je prema Uribe i sur. (2014) opisan proces spermatogeneze. Za identificiranje i opisivanje pojedinih stadija reproduktivnog tkiva ženki i mužjaka trlja korišteni su kriteriji prema Brown-Peterson i sur. (2011) navedeni u Tablici 2.10.1. Na histološkom presjeku gonada ženki u različitom stadiju zrelosti nasumično su izabrane oocite u različitom stadiju razvoja kojima je izmjeren promjer uzduž najveće osi s preciznošću od 1 µm uz pomoć mikroskopske kamere Olympus DP25 montirane na mikroskop Olympus BX51 i računalnog programa Cell^A. Prema prethodno opisanom načinu, izmjereni su promjeri sjemenskih tubula mužjaka u razvoju, i to s točnošću od 1 µm.

**Tablica 2.10.1.** Histološka klasifikacija razvojnih stadija gonada kod riba koštunjača (Brown-Peterson i sur. 2011).

Stadij	Opis
<b>Ženke</b>	
Nezreli	Mrijest se još nije dogodio. Prisutne su samo oogonije i stanice primarnog rasta: oocite u kromatin nukleolus stadiju i oocite u perinuklearnom stadiju.
U razvoju	Gonade tek počinju razvijati. Prisutne su stanice primarnog rasta, oocite koje su u stadiju kortikalnih alveola, a ponekad i rane vitelogenske oocite.
Sposobno za mrijest	Gonade su razvijene. Prisutne su vitelogenske oocite, ali i oocite ranijeg razvojnog stadija, kao oocite primarnog rasta i oocite stadija kortikalnih alveola. Može biti tragova atrezije i postovulacijskih folikula.
Aktivan mrijest	Na ovulaciju ukazuje prisutnost sljedećih stanica: oocita u stadiju migracije germinativnog vezikula, oocita u stadiju pucanja germinativnog vezikula, hidratiziranih oocita i postovulacijskih folikula. Također, atrezija kasnih vitelogenskih i hidratiziranih oocita.
Regresija	Prestanak mrijesta. Atrezija vitelogenskih oocita je prisutna, kao i postovulacijski folikuli. Oocite u stadiju kortikalnih alveola ponekad prisutne.
Regeneracija	Prisutne oocite primarnog rasta. Krvne žile su povećane, a stijenka jajnika (lat. <i>tunica albuginea</i> ) je odebljala.
<b>Mužjaci</b>	
Nezreli	U sjemenicima su prisutni samo spermatogoniji. U sjemenskim tubulima se ne vidi središnji lumen.
U razvoju	Početak spermatogeneze se očituje prisutstvom spermatocista u kojima se mogu nalaziti sljedeće stanice: sekundarne spermatogonije, primarne i sekundarne spermatocite, spermatide. Spermatozoa nisu prisutni u lumenu sjemenskog tubula.
Sposobno za mrijest	Svi tipovi stanica su prisutni u sjemeniku. Spermatozoa su prisutni u lumenu sjemenskog tubula. Histološki teško razlikovati od stadija aktivnog mrijesta.
Aktivan mrijest	Svi tipovi stanica su prisutni u sjemeniku. Spermatozoa su prisutni u lumenu sjemenskog tubula. Histološki teško razlikovati od stadija sposobnog za mrijest.
Regresija	Preostali spermatozoa prisutni u lumenu. Spermatociste su široko raštrkane, a sadrže spermatide. Vidljiva regeneracija germinalnog epitela u periferiji sjemenika.
Regeneracija	Sjemenici nemaju spermatocista. Lumena sjemenog tubula nema ili je isti jako malen. Vidljiva proliferacija primarnih, ponekad i sekundarnih spermatogonija kroz testis. Ponekad vidljivi preostali spermatozoa prisutni u lumenu.

## 2.11. Smrtnost

Vrijednosti ukupne (Z), prirodne (M) i ribolovne (F) smrtnosti trlje od blata, *M. barbatus* i trlje od kamena, *M. surmuletus* izračunate su odvojeno za ženke, mužjake, te ukupni uzorak. Vrijednosti ukupne smrtnosti (Z) su određene metodom linearizirane krivulje ulova (engl. 'linearized Length – Converted Catch Curve' – LCCC) koji se zasniva na direktnom očitavanju starosti (u ovom istraživanju pomoću otolita) i primjeni von Bertalanffyeve jednadžbe rasta za pretvaranje dužine u starost, a nagib tako dobivenog regresijskog pravca predstavlja ukupnu smrtnost.

Prirodna se smrtnost (M) za ženke, mužjake, te ukupni uzorak odredila pomoću Taylorove formule (Taylor, 1958):

$$M = (2,996 K) / (2,996 + K t_0),$$

gdje su: K i  $t_0$  – parametri dobiveni iz von Bertalanffyeve jednadžbe.

Riblovna smrtnost (F) ženki, mužjaka, te ukupnog uzorka izračunata je korištenjem dobivenih vrijednosti ukupne (Z) i prirodne (M) smrtnosti prema sljedećoj jednadžbi:

$$F = Z - M.$$

Stopa iskorištavanja ili eksploatacijski omjer (E) izračunat je korištenjem dobivenih vrijednosti ribolovne (F) i ukupne (Z) smrtnosti prema sljedećoj jednadžbi:

$$E = F / Z.$$

## 2.12. Analiza stanja populacije trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* s obzirom na ribolovni pritisak

Za procjenu stanja trlje od blata, *M. barbatus* korišteni su podaci MEDITS ekspedicije prikupljeni od 1996. do 2018. godine dok je stanje populacije trlje od kamena, *M. surmuletus* u istočnom Jadranu opisano analizom vremenskog niza podataka prikupljenog tijekom višegodišnjih ribarstvenih istraživanja Instituta za oceanografiju i ribarstvo od strane Laboratorija za ihtiologiju i priobalni ribolov kroz nacionalni monitoring priobalnih voda (projekt "Pag-Konavle"). Podaci za trlje od kamena prikupljeni od 1985. do 2009. godine nisu bili cjeloviti s obzirom na nedovoljan broj uzoraka do 1993. godine, ali i nedostatka podataka za zimska razdoblja uslijed loših vremenskih prilika tijekom nekoliko godina. Stoga su se u analizi stanja populacije trlje od kamena koristili podaci od 1993. do 2009. godine, i to samo za topliji dio godine, odnosno od svibnja do listopada. Analizirane su vrijednosti ukupne dužine i mase tijela trlje od kamena ulovljenih trostrukim mrežama stajaćicama na četiri

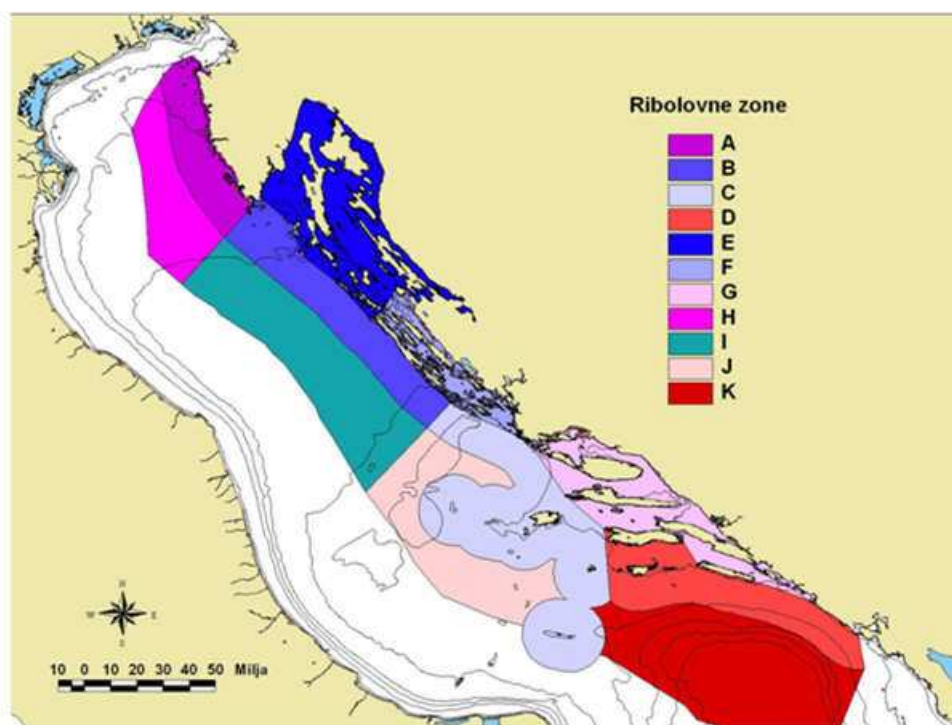
područja duž istočne obale Jadrana (zadarsko, šibensko, splitsko i dubrovačko područje). Upotrebljavane trostruke mreže stajačice su zahvaljujući svojim konstrukcijskim osobinama te posljedičnoj neselektivnosti najpogodnije za dobivanje najdetaljnije procjene stanja i promjena ribolovnih resursa. Podaci o odabranim područjima, karakteristikama upotrebljavanog ribolovnog alata te obradi uzoraka trlje od kamena su isti prethodno opisanima u ovom poglavlju. Podaci o ukupnoj brojnosti i biomasi trlje od kamena za svaka 32 m upotrebljavanih mreža poponica su prvo izraženi kao ulov po jedinici napora s obzirom na broj i masu ulovljenih jedinki, a zatim su podvrgnuti statističkom testu – ortogonalnoj permutacijskoj analizi varijance (PERMANOVA, statistički paket PRIMER 7). Ova se analiza temelji na matrici Euklidske udaljenosti te su odabrani faktori 'godine' i 'područja' kako bi se utvrdilo da li s obzirom na njih postoje razlike u lovinama trlje od kamena. Vremenski niz podataka se analizirao i pomoću linearne regresije, a u svrhu detaljnijeg praćenja promjena tijekom odabranih godina.

### 3. REZULTATI

#### 3.1. TRLJE KAO INDIKATORI STANIŠTA

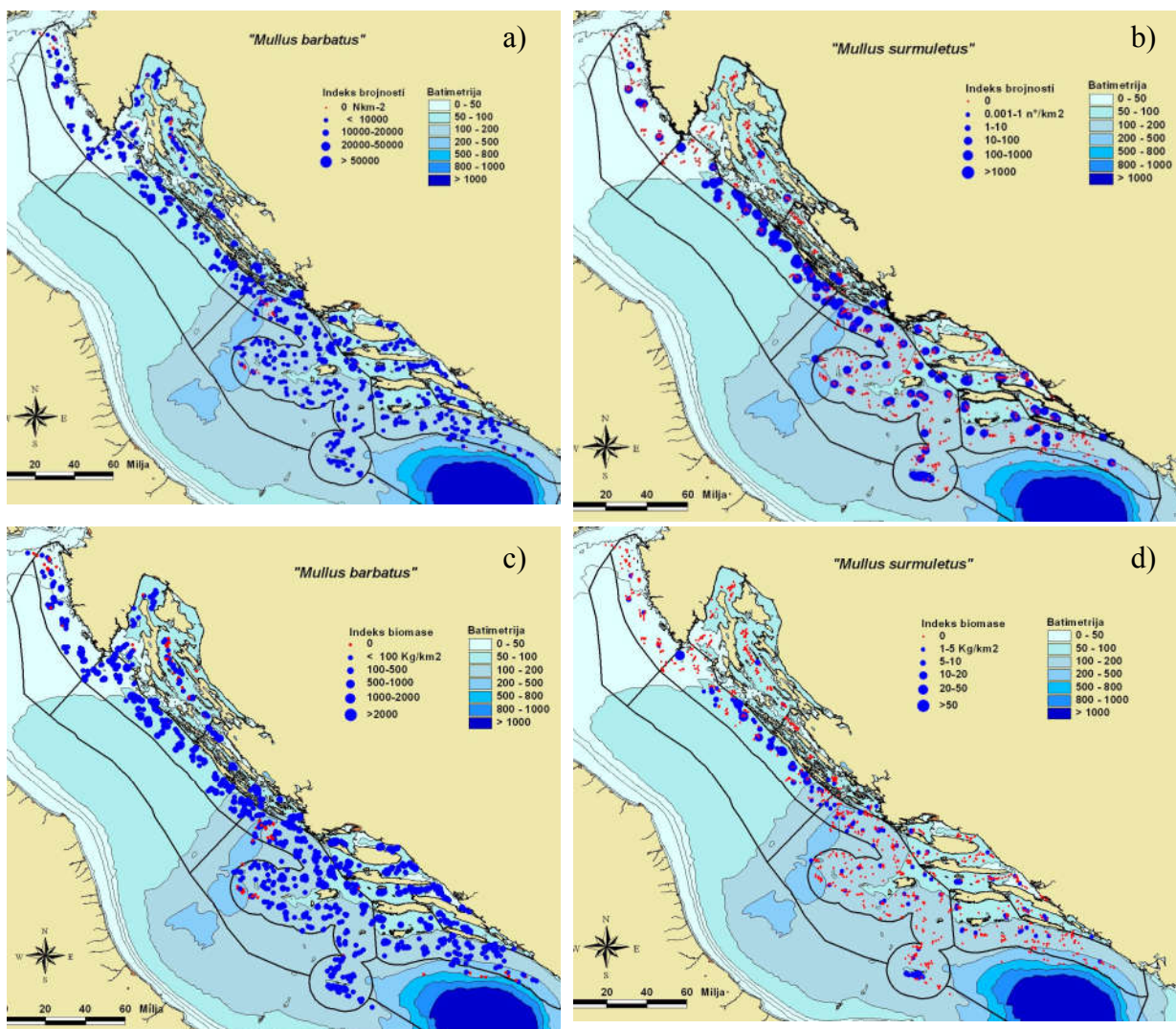
##### 3.1.1. Brojnost i prostorna rasprostranjenost trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u istočnom Jadranu od 1996. do 2018. godine

Tijekom uzorkovanja u okviru programa MEDITS, u vremenskom razdoblju od 1996. do 2018. godine, na području istočnog Jadrana je ulovljeno 116551 jedinka trlje od blata ukupne mase od 3446,58 kg, te 782 jedinke trlje od kamena, ukupne mase od 26,48 kg. Od 1205 potega napravljenih tijekom gore navedenog razdoblja, trlja od blata se nalazila u lovinama od 1059 (87,9%) potega, pri čemu je zabilježena u svim istraživanim dubinskim pojasima, dok je trlja od kamena pronađena u lovinama od samo 142 (11,8%) potega u istraživanim ribolovnim zonama (Slika 3.1.1.1.). Prostorna raspodjela trlje od blata pokazuje kako je ova vrsta široko rasprostranjena na čitavom istraživanom području, a posebno na području otvorenog srednjeg Jadrana, od Blitvenice prema sjeveru, uz obalu Dugog otoka (zone B i C), te u kanalskim područjima srednjeg Jadrana (zona G) (Slika 3.1.1.2.a), gdje su zabilježena i njena najgušća naselja.



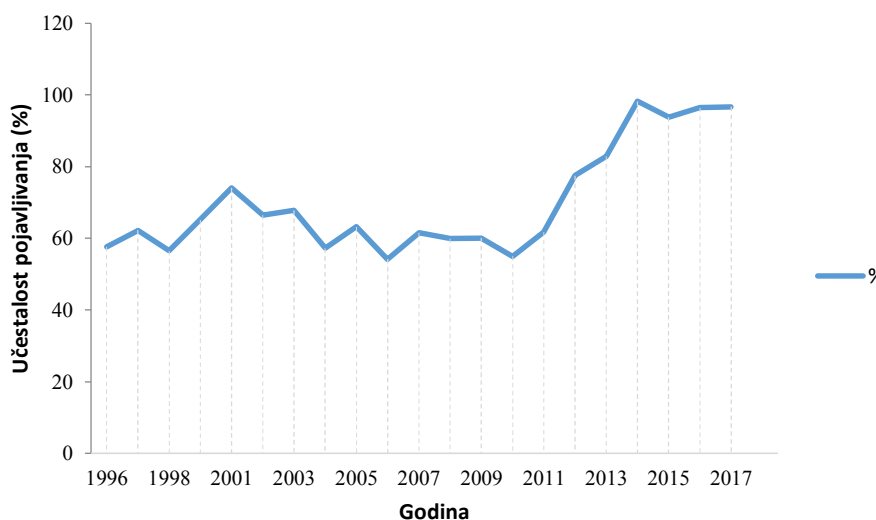
**Slika 3.1.1.1.** Jadransko more s označenim ribolovnim zonama u istočnom Jadranu. Izvor: Institut za oceanografiju i ribarstvo.

Na osnovu prikupljenih podataka ekspedicije MEDITS, trlja od kamena ima znatno manju zastupljenost i gustoću populacije u odnosu na trlju od blata na istraživanom području, ali sličnu rasprostranjenost. Trlja od kamena je najrasprostranjenija u otvorenom srednjem Jadranu, od područja Blitvenice prema sjeveru, uz obalu Dugog otoka (zone B i C). Značajnije populacije su zabilježene i u kanalima srednjeg i južnog Jadrana (zone C i G) (Slika 3.1.1.2.b). Najgušća naselja trlje od kamena su zabilježena na području ribolovne zone B, od područja Blitvenice prema sjeveru, uz obalu Dugog otoka (Slika 3.1.1.2.c, Slika 3.1.1.2.d).

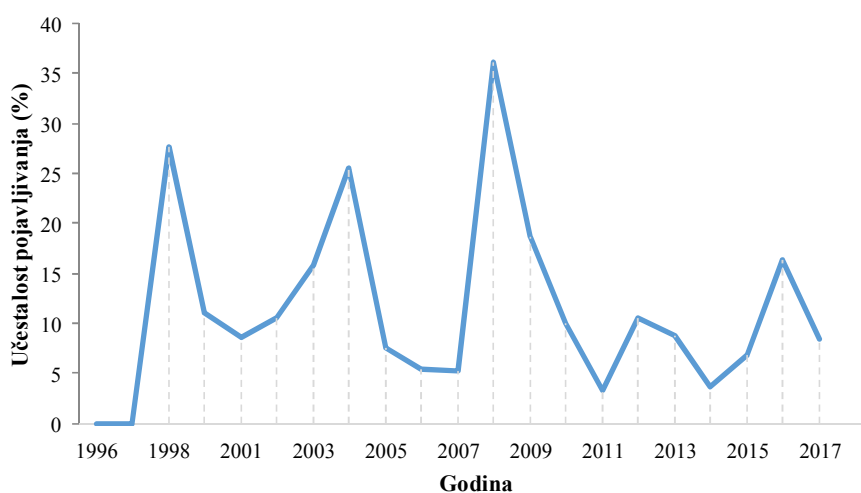


**Slika 3.1.1.2. (a)** N/km<sup>2</sup> - Indeks brojnosti trlje od blata, *Mullus barbatus*, **(b)** N/km<sup>2</sup> - Indeks brojnosti trlje od kamena, *Mullus surmuletus* **(c)** kg/km<sup>2</sup> - indeks biomase vrste *Mullus barbatus*, **(d)** kg/km<sup>2</sup> - indeks biomase vrste *Mullus surmuletus* na području istočnog Jadrana (podaci su prikazani na osnovu podataka međunarodnog ribarstveno-biološkog programa MEDITS od 1996. do 2018. godine).

Stanje gospodarski najvažnijih stokova opisano je i kroz njihovu učestalost pojavljivanja. Učestalost pojavljivanja definirana je kao postotak pozitivnih postaja za pojedinu vrstu u odnosu na ukupan broj postaja u određenoj godini. Stoga se učestalost pojavljivanja u ekspediciji može uzeti kao mjera rasprostranjenosti u Jadranskom moru. Učestalost pojavljivanja trlje od blata kontinuirano raste od 2010. godine, a jedino je zabilježen blagi pad 2015. godine u odnosu na 2014. godinu (Slika. 3.1.1.3.). Za razliku od trlje od blata, učestalost pojavljivanja trlje od kamena je skokovita i jako oscilira iz godine u godinu (Slika 3.1.1.4.).



**Slika 3.1.1.3.** Učestalost pojavljivanja trlje od blata, *Mullus barbatus* na području istočnog Jadrana tijekom uzorkovanja u okviru programa MEDITS u razdoblju od 1996. do 2017. godine.



**Slika 3.1.1.4.** Učestalost pojavljivanja trlje od kamena, *Mullus surmuletus* na području istočnog Jadrana tijekom uzorkovanja u okviru programa MEDITS u razdoblju od 1996. do 2017. godine.



### 3.1.2. Rasprostranjenost po dubini trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u istočnom Jadranu od 1996. do 2018. godine

Prema dobivenim rezultatima trlja od blata pretežito obitava na dubinama između 51-200 m dubine. Tijekom cijelog istraživanog razdoblja, od 1996. do 2018. godine, najveća učestalost pojavljivanja trlje od blata je zabilježena u dubinskom pojasu od 50 do 100 m, te od 101 do 200 m (Slika 3.1.2.1.). U dubinskom pojasu od 51 do 100 m najmanja vrijednost učestalosti pojavljivanja od 75% je zabilježena 2006. godine, a u pojasu od 101 – 200 m najmanja vrijednost od 82,35 je zabilježena 1998. godine. U ostalim godinama vrijednosti u oba dubinska pojasa variraju između 94% - 100%. Raspon učestalosti pojavljivanja u dubinskom pojasu od 10 do 50 m je bio od 62,50% - 100,00%. S obzirom na mali broj postaja dublje od 200 m najmanja je učestalost pojavljivanja opažena upravo u dubinskom pojasu od 201 do 500 m dubine s rasponom od 25,00% - 66,67%.



**Slika 3.1.2.1.** Učestalost pojavljivanja (% FO) trlje od blata, *Mullus barbatus* u odnosu na dubinske pojase, od 10 do 500 m dubine, na području istočnog Jadrana tijekom uzorkovanja u okviru programa MEDITS u razdoblju od 1996. do 2018. godine.

Za razliku od trlje od blata, trlja od kamena je znatno manje prisutna u kočarskom ulovu, a najveća učestalost pojavljivanja tijekom cijelog istraživanog razdoblja od 52,94% je zabilježena 1998. godine u dubinskom pojasu između 101 i 200 m dubine (Slika 3.1.2.2.). Iznimka je učestalost od 100% zabilježena 1998. godine u dubinskom pojasu od 201 do 500 m dubine kada je napravljen samo jedan poteg u kojem je zabilježena samo jedna jedinka.

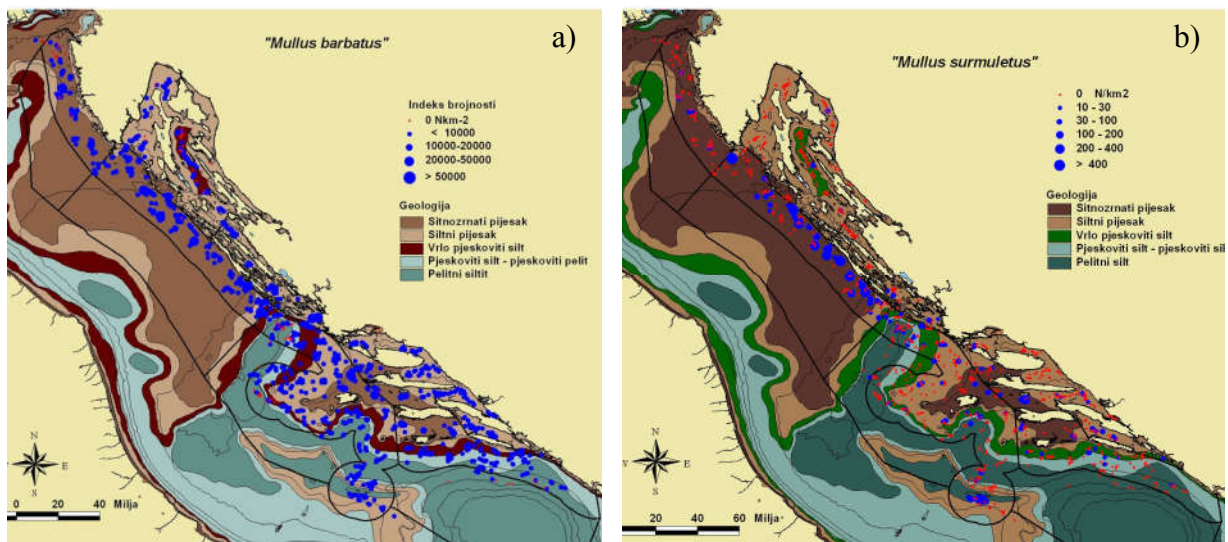
Dobivena vrijednost značajno odstupa od realnog stanja s obzirom da je učestalost pojavljivanja trlje od kamena u navedenom pojasu rijetka. Naime, pored navedene 1998. godine, u istom je prisutna još samo 2004. i 2016. godine s učestalosti pojavljivanja od 20%. Također, jako mali broj postaja se nalazi dublje od 200 m. U dubinskom pojasu od 10 do 50 m dubine zabilježena je samo 2002., 2003., 2004., 2008., 2009., 2010., te 2012. godine te je prosječna učestalost pojavljivanja za navedeno razdoblje iznosila 14,78%. Najmanja učestalost pojavljivanja u dubinskom pojasu od 51 do 100 m od 4,17% je zabilježena 2006. i 2007. godine, a najviša vrijednost od 38,46% 2008. godine.



**Slika 3.1.2.2.** Učestalost pojavljivanja (% FO) trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u odnosu na dubinske pojase, od 10 do 500 m dubine, na području istočnog Jadrana tijekom uzorkovanja u okviru programa MEDITS u razdoblju od 1996. do 2018. godine.

### 3.1.3. Rasprostranjenost s obzirom na vrstu dna trlja od blata, *Mullus barbatus* i trlja od kamena, *Mullus surmuletus* u istočnom Jadranu od 1996. do 2018. godine

Prema dobivenim rezultatima MEDITS ekspedicije, a s obzirom na rasprostranjenost u odnosu na tip dna, trlja od blata je najviše rasprostranjena na sitnozrnatom pijesku, a najmanje na pelitnom siltitu (Slika 3.1.3.1.a), dok je trlja od kamena najviše rasprostranjena na sitnozrnatom pijesku, a najmanje na pjeskovitom siltu - pjeskovitom pelitu (Slika 3.1.3.1.b). Navedene karte su geološke i ne sadrže hridinasta dna ni livade morskih cvjetnica stoga je za potrebe ovog rada ispravnije navesti kako trlja od blata naseljava pretežito muljevite sedimente, za razliku od trlje od kamena koja preferira pjeskovita i stjenovita dna heterogene granulometrije, kao i livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica*.

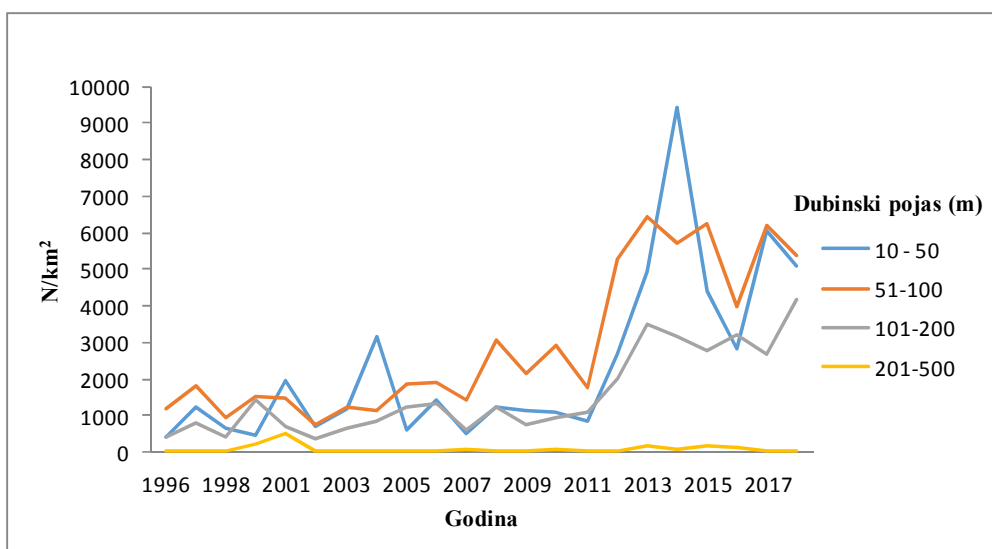


**Slika 3.1.3.1.** Rasprostranjenost **(a)** trlje od blata, *Mullus barbatus* i **(b)** trlje od kamena, *Mullus surmuletus* s obzirom na vrstu dna na području istočnog Jadrana (podaci su prikazani na osnovu podataka međunarodnog ribarstveno-biološkog programa MEDITS od 1996. do 2018. godine).

### 3.2. TRLJE KAO INDIKATORI RIBOLOVNOG PRITISKA

#### 3.2.1. Brojnost i biomasa trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* od 1996. godine do 2018. godine u otvorenom Jadranu (MEDITS) i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* od 1993. godine do 2009. godine u priobalnom dijelu Jadrana

Tijekom uzorkovanja u okviru programa MEDITS, u vremenskom razdoblju od 1996. do 2018. godine najveća vrijednost indeksa brojnosti trlje od blata u odnosu na dubinske pojase je zabilježena 2014. godine u dubinskom pojasu između 10 i 50 m dubine (9451,62 N/km<sup>2</sup>) i 2013. godine u dubinskom pojasu između 51 i 100 m dubine (6457,15 N/km<sup>2</sup>). Međutim, uspoređujući prosječne vrijednosti indeksa brojnosti svih dubinskih pojasa u pojedinačnoj godini uzorkovanja trlja od blata je najbrojnija na dubinama između 51 i 100 m dubine s prosječnom vrijednosti od 2927,28 N/km<sup>2</sup>, a tek onda između 10 i 50 m dubine s prosječnom vrijednosti od 2362,53 N/km<sup>2</sup> (Slika 3.2.1.1). Raspon vrijednosti indeksa brojnosti trlje od blata na dubini između 101 i 200 metara dubine je između 365,34 N/km<sup>2</sup> i 4162,88 s prosječnom vrijednosti od 1554,85 N/km<sup>2</sup>. U dubinskom pojasu od 200-500 m dubine (izuzevši godine u kojima trlja od blata nije zabilježena) zabilježen je najmanji indeks brojnosti u cijelom istraživanom razdoblju (2,57 N/km<sup>2</sup>) i to 2003. godine.



**Slika 3.2.1.1.** Indeks brojnosti ( $N/km^2$ ) trlje od blata, *Mullus barbatus* u odnosu na dubinske pojase, od 10 do 500 m dubine, na području otvorenog Jadrana tijekom uzorkovanja u okviru programa MEDITS u razdoblju od 1996. do 2018. godine.

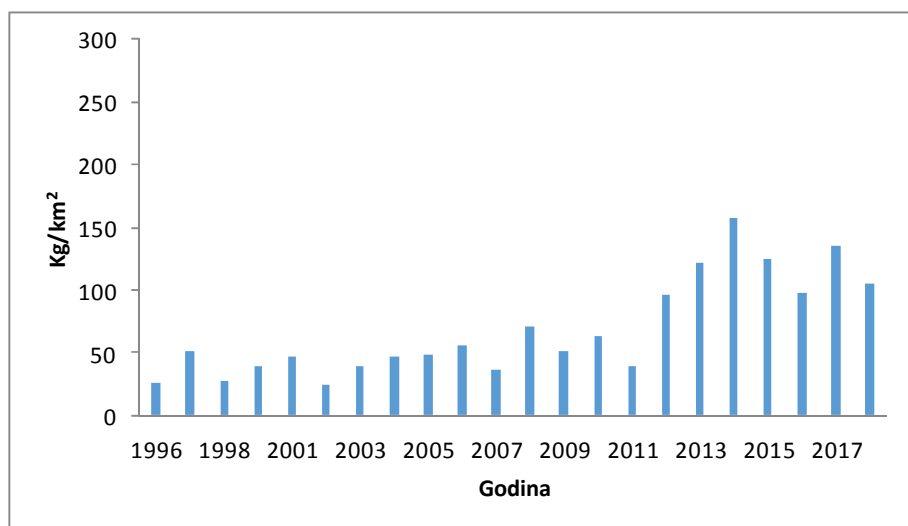


**Slika 3.2.1.2.** Indeks brojnosti ( $N/km^2$ ) vrste trlja od kamena, *Mullus surmuletus* u odnosu na dubinske pojase, od 10 do 500 m dubine, na području otvorenog Jadrana tijekom uzorkovanja u okviru programa MEDITS u razdoblju od 1996. do 2018. godine.

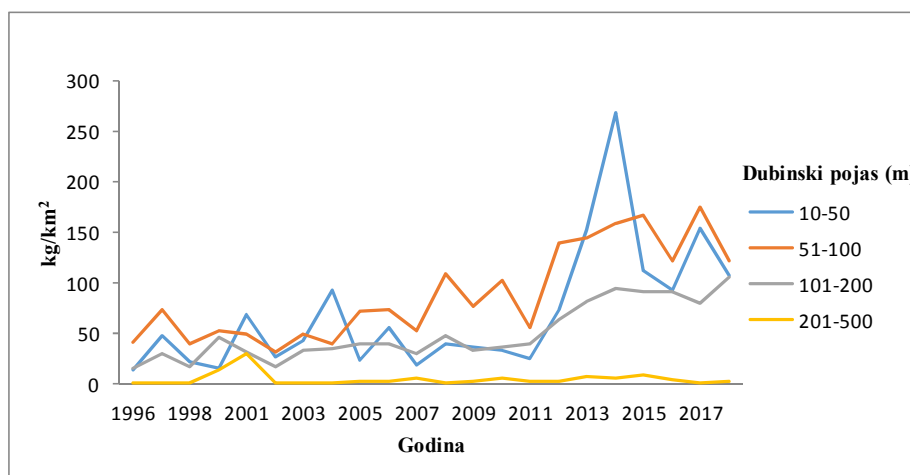
Kao i kod učestalosti pojavljivanja, trlja od kamena ima značajno manji indeks brojnosti u odnosu na trlju od blata tijekom istraživanog razdoblja. Najveća vrijednost indeksa brojnosti trlje od kamena zabilježena je u dubinskom pojasu od 10 do 50 m 2004. godine ( $64,66 N/km^2$ ), a najniža vrijednost 2003. godine ( $2,06 N/km^2$ ) (Slika 3.2.1.2.). Najveća prosječna vrijednost indeksa brojnosti ( $10,44 N/km^2$ ) je zabilježena u dubinskom pojasu od 51 do 100

m, te u pojasu od 101 do 200 m ( $5,78 \text{ N/km}^2$ ). Za dubinski pojas od 201 do 500 m postoje podaci za samo 1998. ( $10,06 \text{ N/km}^2$ ), 2004. ( $2,01 \text{ N/km}^2$ ) i 2016. ( $2,06 \text{ N/km}^2$ ) godinu jer u ostalim godinama trlja od kamena nije zabilježena u ovom dubinskom pojasu.

Vrijednosti indeksa biomase trlje od blata su također varirale ovisno o dubini i godini uzorkovanja (Slika 3.2.1.3.). Uspoređujući prosječne vrijednosti indeksa biomase svih dubinskih pojasa u pojedinačnoj godini uzorkovanja vidljivo je da su naselja trlje od blata najgušća na dubinama od 51 do 100 m s prosječnom vrijednosti od  $87,98 \text{ kg/km}^2$ , te između 10 i 50 m dubine s prosječnom vrijednosti od  $68,97 \text{ kg/km}^2$ . Najveća vrijednost indeksa biomase je zabilježena 2014. godine u dubinskom pojasu između 10 i 50 m dubine s vrijednošću od  $268,64 \text{ kg/km}^2$  i 2017. godine u dubinskom pojasu između 51 i 100 m dubine gdje je indeks biomase iznosio  $174,14 \text{ kg/km}^2$  (Slika 3.2.1.4.). Raspon vrijednosti indeksa biomase na dubini između 101 i 200 metara dubine je između  $15,41 \text{ kg/km}^2$  i  $104,84 \text{ kg/km}^2$  s prosječnom vrijednosti od  $49,44 \text{ kg/km}^2$ . Najmanja vrijednost indeksa biomase trlje od blata od svega  $0,13 \text{ kg/km}^2$  (izuzevši godine u kojima nije zabilježena) zabilježena je 2003. godine u najdubljem dubinskom pojasu od 201 do 500 m na kojem je ujedno i najmanji broj istraživanih postaja.

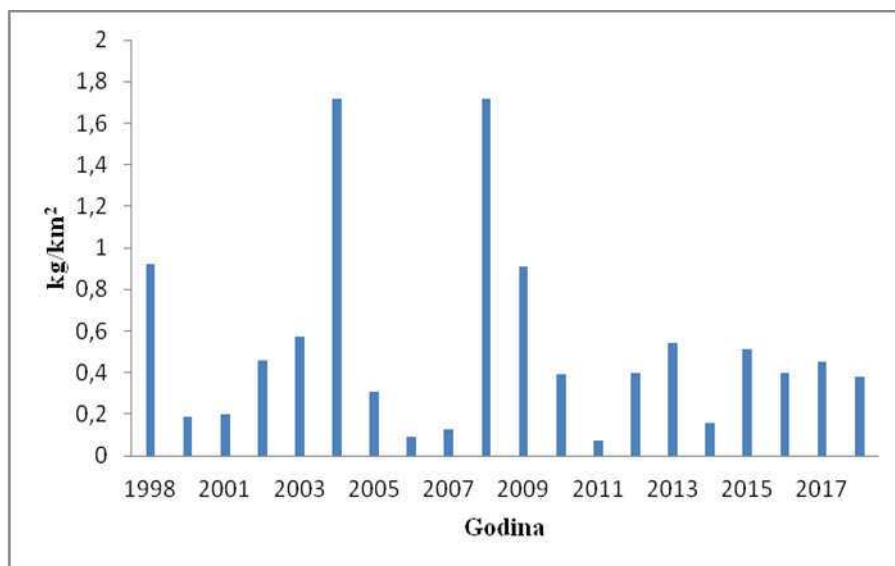


**Slika 3.2.1.3.** Indeks biomase ( $\text{kg/km}^2$ ) trlje od blata, *Mullus barbatus* na području otvorenog Jadrana tijekom uzorkovanja u okviru programa MEDITS u razdoblju od 1996. do 2018. godine.

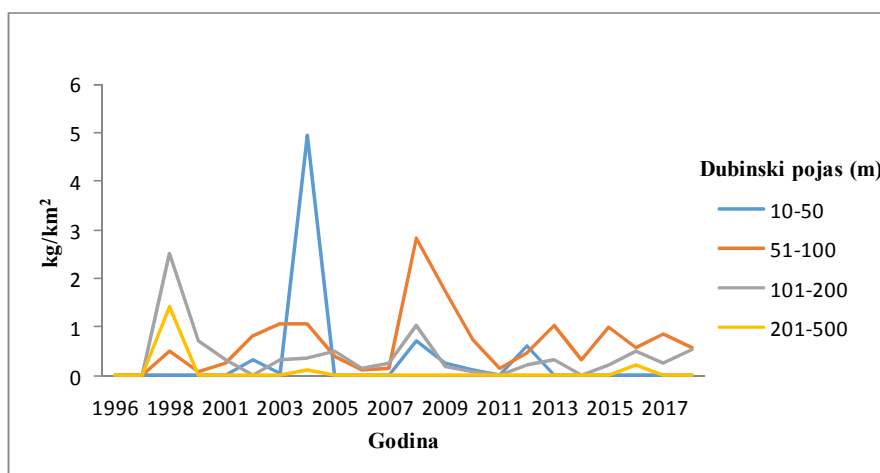


**Slika 3.2.1.4.** Indeks biomase ( $\text{kg}/\text{km}^2$ ) trlje od blata, *Mullus barbatus* u odnosu na dubinske pojase, od 10 do 500 m dubine, na području otvorenog Jadrana tijekom uzorkovanja u okviru programa MEDITS u razdoblju od 1996. do 2018. godine.

Vrijednosti indeksa biomase trlje od kamena su jako male i uspoređujući prosječne vrijednosti indeksa biomase svih dubinskih pojasa u pojedinačnoj godini uzorkovanja vidljivo je da u većini slučajeva ne prelaze  $1 \text{ kg} / \text{km}^2$  (Slika 3.2.1.5.). Najviša vrijednost od  $4,94 \text{ kg}/\text{km}^2$  je zabilježena 2004. godine u dubinskom pojasu od 10 do 50 m (Slika 3.2.1.6.).



**Slika 3.2.1.5.** Indeks biomase ( $\text{kg}/\text{km}^2$ ) trlje od kamena, *Mullus surmuletus* na području otvorenog Jadrana tijekom uzorkovanja u okviru programa MEDITS u razdoblju od 1996. do 2018. godine.



**Slika 3.2.1.6.** Indeks biomase ( $\text{kg}/\text{km}^2$ ) trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u odnosu na dubinske pojase, od 10 do 500 m dubine, na području otvorenog Jadrana tijekom uzorkovanja u okviru programa MEDITS u razdoblju od 1996. do 2018. godine.

Prosječna vrijednost indeksa biomase trlje od kamena na dubini između 101 i 200 m iznosi  $0,38 \text{ kg}/\text{km}^2$ . Najniža prosječna vrijednost indeksa biomase u iznosu od  $0,08 \text{ kg}/\text{km}^2$  je zabilježena u dubinskom pojasu od 201 do 500 m gdje je ujedno i manji broj istraživanih postaja (vrijednost je dobivena na temelju podataka iz 1998., 2004. i 2016. godine jer u ostalim godinama nije zabilježena u navedenom dubinskom pojasu).

Stanje populacije trlje od kamena u istočnom Jadranu je analizirano na ukupno 993 jedinke ulovljene na zadarskom, šibenskom, splitskom i dubrovačkom području od 1993. do 2009. godine, tijekom toplijih godišnjih mjeseci. Ukupna dužina tijela svih ulovljenih jedinki je bila u rasponu od 13,2 do 36,2 cm ( $23,51 \pm 3,51$  cm), a masa u rasponu od 24,00 do 578,00 g ( $148,31 \pm 62,13$  g).

Utjecaj oba odabrana faktora ('godine' i 'područja') na ulov trlje od kamena po jedinici napora s obzirom na njihov broj i masu je bio značajan (PERMANOVA), a zabilježene razlike su bile naglašenije između područja ( $P \leq 0,001$ ), nego između godina ( $P \geq 0,005$ ). Tijekom analiziranog razdoblja, promjene brojčanog i masenog ulova trlje od kamena po mreži su imale pozitivan trend na svim područjima, a nagib regresijskog pravca je bio značajan za sva područja (Tablica 3.2.1.1).

**Tablica 3.2.1.1.** Vrijednosti parametra b i koeficijenta determinacije R<sup>2</sup> linearne regresije brojčanog i masenog ulova trlje od kamena, *Mullus surmuletus* po poponici na četiri odabrana područja u priobalnom Jadranu (T test, P < 0,05 statistički značajna vjerojatnost).

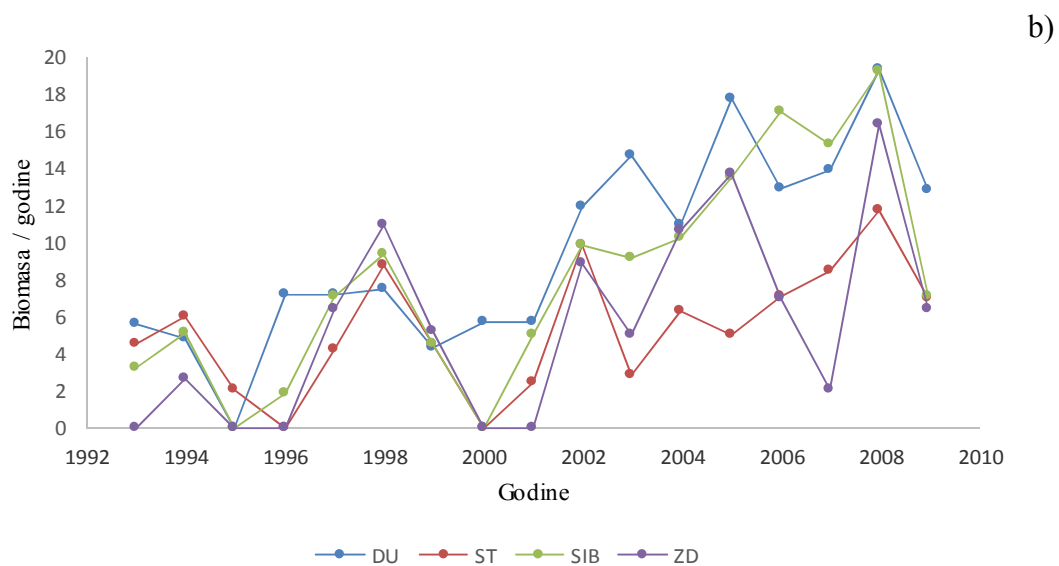
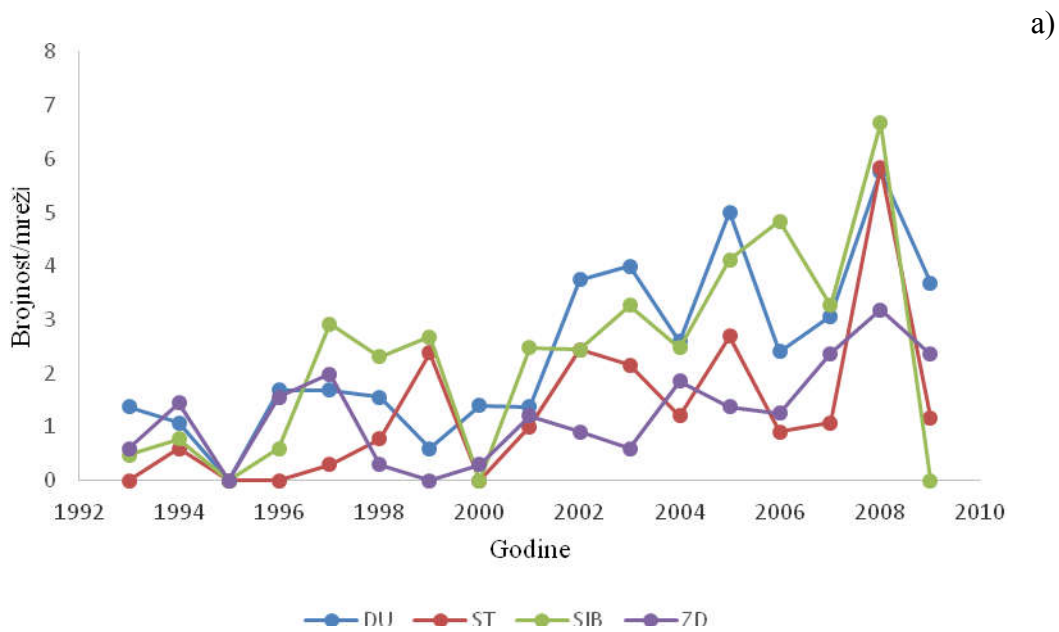
	R <sup>2</sup>	B	T	P
<b>brojčani ulov po mreži</b>				
zadarsko područje	0,345	0,105	3,06	0,009*
šibensko područje	0,334	0,213	3,12	0,018*
splitsko područje	0,346	0,171	3,11	0,002*
dubrovačko područje	0,596	0,242	2,17	<0,01*
<b>maseni ulov po mreži</b>				
zadarsko područje	0,307	0,566	1,98	0,011*
šibensko područje	0,558	0,846	1,15	0,003*
splitsko područje	0,259	0,333	2,31	0,015*
dubrovačko područje	0,860	0,686	1,78	<0,01*

Na Slici 3.2.1.7. su prikazane srednje vrijednosti brojčanog i masenog ulova trlje od kamena po mreži na zadarskom, šibenskom, splitskom i dubrovačkom području, a uz pojedinačne visoke vrijednosti zabilježene tijekom nekih godina, može se uočiti i prethodno određen pozitivan trend na svim područjima.

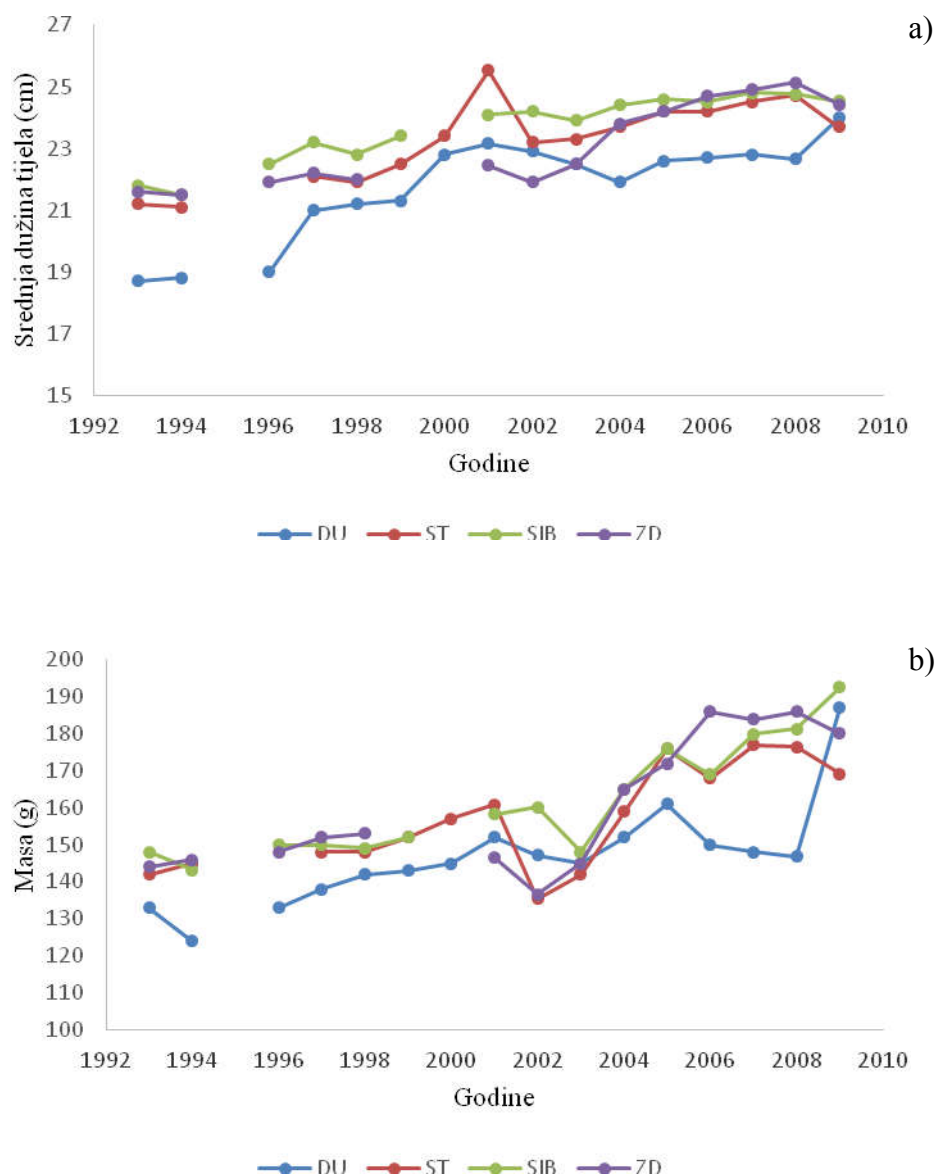
Srednje vrijednosti brojčanog i masenog ulova trlje od kamena, *Mullus surmuletus* po mreži na dubrovačkom području (brojčani ulov po mreži = 2,48 ± 1,61; maseni ulov po mreži = 0,37 ± 0,53) i šibenskom (brojčani ulov po mreži = 2,43 ± 1,86; maseni ulov po mreži = 0,40 ± 0,58) su bile statistički značajno veće od zabilježenih vrijednosti na zadarskom (brojčani ulov po mreži = 1,29 ± 0,92; maseni ulov po mreži = 0,21 ± 0,51) i splitskom području (brojčani ulov po mreži = 1,41 ± 1,42; maseni ulov po mreži = 0,22 ± 0,34).

Tijekom analiziranog razdoblja, promjene u vrijednostima ukupne dužine tijela i mase trlje od kamena su bile pozitivne, posebice nakon 2000. godine (Slika 3.2.1.8.).





**Slika 3.2.1.7.** Srednje vrijednosti a) brojnosti trlje od kamena, *Mullus surmuletus* i b) mase trlje od kamena *Mullus surmuletus* po mreži od 1993. do 2009. godine na četiri područja (DU – dubrovačko područje, ZD – zadarsko područje, SIB – šibensko područje, ST – splitsko područje).



**Slika 3.1.2.8.** Srednje vrijednosti a) ukupne dužine tijela trlje od kamena, *Mullus surmuletus* i b) mase tijela trlje od kamena, *Mullus surmuletus* od 1993. do 2009. godine na četiri područja (DU – dubrovačko područje, ZD – zadarsko područje, SIB – šibensko područje, ST – splitsko područje).

Značajnost pozitivnih nagiba regresijskih pravaca ukazuju da u istočnom Jadranu dolazi do povećanja ukupne dužine i mase tijela trlje od kamena (Tablica 3.2.1.2). Srednje vrijednosti ukupne dužine i mase tijela na šibenskom (ukupna dužina tijela =  $23,98 \pm 0,76$  cm; masa =  $163,94 \pm 14,75$  g) i splitskom području (ukupna dužina tijela =  $23,61 \pm 1,05$  cm; masa =  $159,17 \pm 13,70$  g) su bile veće nego na zadarskom (ukupna dužina tijela =  $23,34 \pm 1,29$  cm; masa =  $162,85 \pm 18,14$  g) i dubrovačkom području (ukupna dužina tijela =  $22,18 \pm 1,22$  cm;

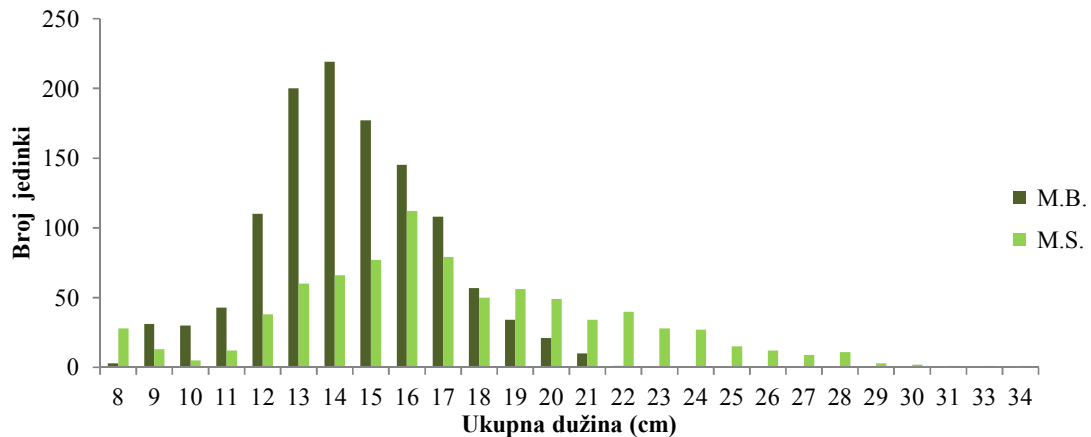
masa =  $149,29 \pm 12,77$  g). Povećanje mase po jedinki je najznačajnije na šibenskom i zadarskom području, dok je povećanje dužine jedinki u analiziranom razdoblju najznačajnije na dubrovačkom području.

**Tablica 3.2.1.2.** Vrijednosti parametra  $b$  i koeficijenta determinacije  $R^2$  linearne regresije ukupne dužine i mase tijela trlje od kamena, *Mullus surmuletus* po poponici na četiri odabrana područja u priobalnom Jadranu (T test,  $P < 0,05$  statistički značajna vjerojatnost).

	$R^2$	$b$	T	P
<b>ukupna dužina tijela (Lt)</b>				
zadarsko područje	0,817	0,232	3,26	0,003*
šibensko područje	0,891	0,213	3,11	0,002*
splitsko područje	0,652	0,200	2,13	0,004*
dubrovačko područje	0,743	0,284	2,58	0,002*
<b>masa (W)</b>				
zadarsko područje	0,616	2,667	1,77	0,003*
šibensko područje	0,802	2,645	1,96	0,002*
splitsko područje	0,565	2,113	1,85	0,004*
dubrovačko područje	0,614	2,200	2,08	0,003*

### 3.2.2. Analiza sastava populacije trlja (trlja od blata, *Mullus barbatus* i trlja od kamena, *Mullus surmuletus*)

Tijekom istraživanja, u vremenskom razdoblju od studenog 2011. godine do listopada 2012. godine ulovljeno je 1189 jedinki trlje od blata i 839 jedinki trlje od kamena. Ukupna dužina tijela ulovljenih i analiziranih jedinki trlje od blata je bila u rasponu od 8,1 do 22,0 cm ( $14,37 \pm 2,402$  cm), dok je raspon dužine tijela trlje od kamena bio veći nego kod trlje od blata i iznosio je od 6,4 do 34,3 cm ( $17,29 \pm 8,595$  cm). Modalna vrijednost ovih raspona je bila 14,0 cm (18,42%) za trlju od blata i 16 cm (13,34%) za trlju od kamena (Slika 3.2.2.1.). Raspon mase ulovljenih jedinki trlje od blata je bio od 6,01 do 112,31 g ( $33,96 \pm 17,66$  g) i od 2,74 do 611,00 g ( $75,21 \pm 60,097$  g) za trlju do kamena.



**Slika 3.2.2.1.** Zastupljenost ukupnih dužina tijela trlje od blata, *Mullus barbatus* (N = 1189; M.B.) i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (N = 839; M.S.).

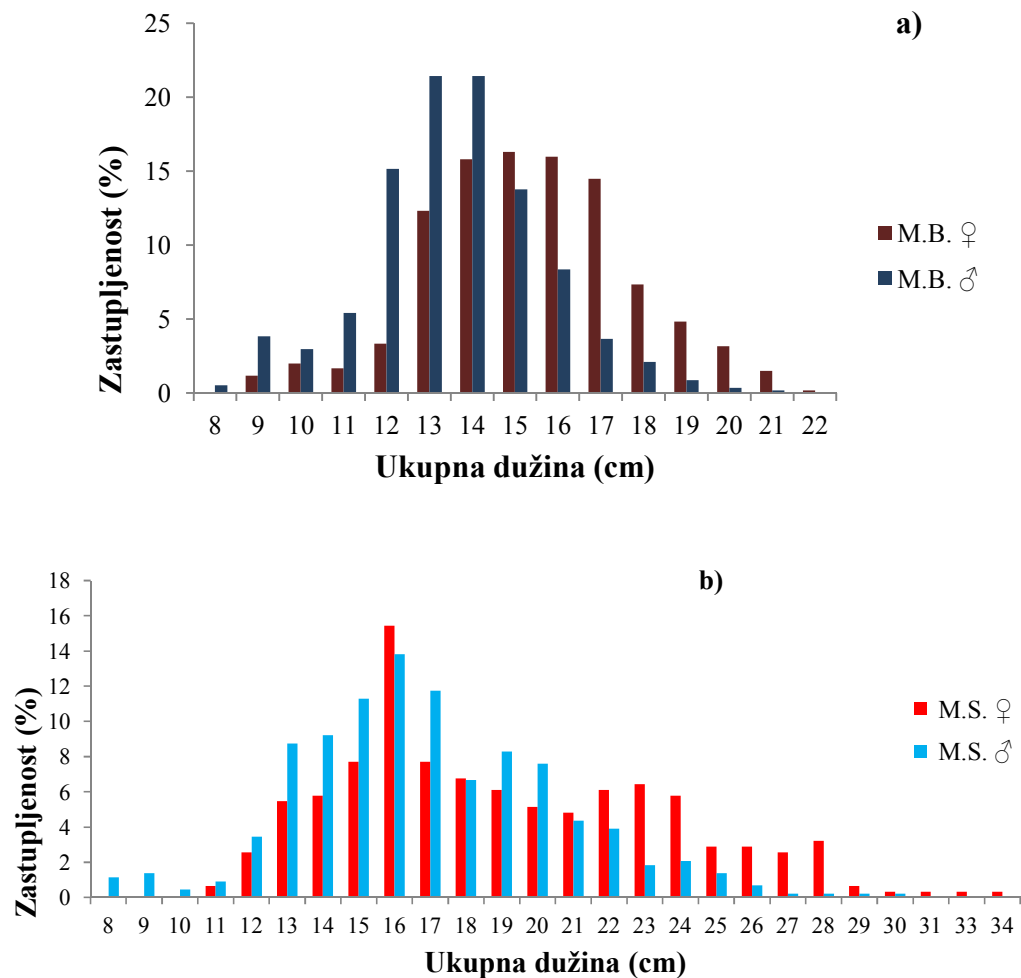
U ukupnom je uzorku trlje od blata bila 601 ženka (50,55%), 574 mušjaka (48,28%) i 14 nedoraslih jedinki (1,17%), odnosno onih neodređenog spola. Iz navedenog je vidljivo da je omjer ženki i mušjaka unutar populacije trlje od blata približno jednak očekivanom omjeru (1:1) i iznosio je 1:0,95 ( $\chi^2 = 0,62$ ;  $P > 0,05$ ).

U ukupnom je uzorku trlje od kamena bilo 311 ženki (37,07%), 434 mušjaka (51,73%) i 94 nedorasle jedinke (11,20%) te se omjer ženki i mušjaka unutar populacije trlje od kamena statistički značajno razlikovao od očekivanog omjera (1:1) i iznosio je 1:0,71 ( $\chi^2 = 20,31$ ;  $P < 0,05$ ) u korist mušjaka.

Ukupna dužina tijela ženki trlje od blata je bila u rasponu od 8,7 do 22,0 cm s modalnom vrijednosti ovog raspona u iznosu od 15,0 cm (16,31%) dok je raspon ukupne dužine tijela mušjaka trlje od blata bio od 8,1 do 20,7 cm s modalnom vrijednosti ovog raspona između 13,0 i 14,0 cm (42,86%) (Slika 3.2.2.2.a). Raspon ukupne dužine tijela trlje od blata je bio manji od raspona ukupne dužine tijela trlje od kamena kod oba spola.

Ukupna dužina tijela ženki trlje od kamena je bila u rasponu od 11,2 do 34,3 cm, a modalna vrijednosti ovog raspona iznosila je 16,0 cm (15,43%) dok je raspon ukupne dužine tijela mušjaka bio od 7,5 do 29,5 cm, a modalna vrijednost ovog raspona je iznosila 16,0 cm (13,82%), te je jednaka prethodno utvrđenoj vrijednosti za ženke (Slika 3.2.2.2.b).

Najmanja zastupljenost ženki i mušjaka je zabilježena pri najmanjim i najvećim ukupnim dužinama tijela kako kod trlje od blata, tako i kod trlje od kamena.

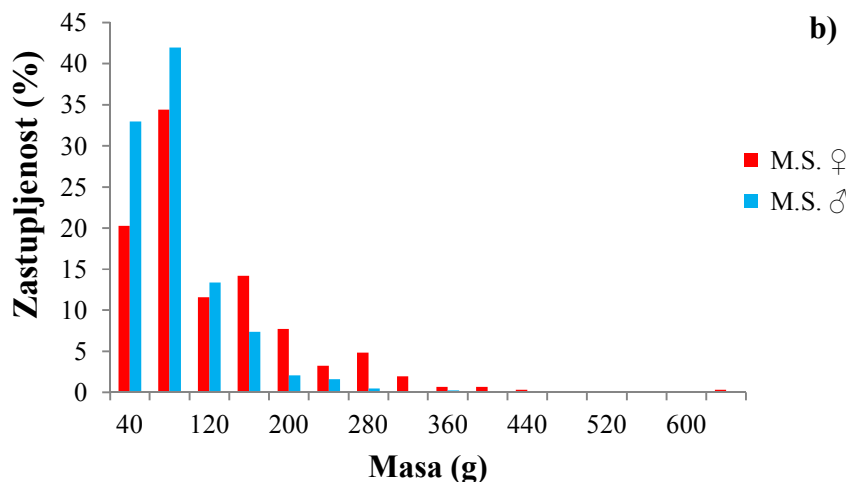
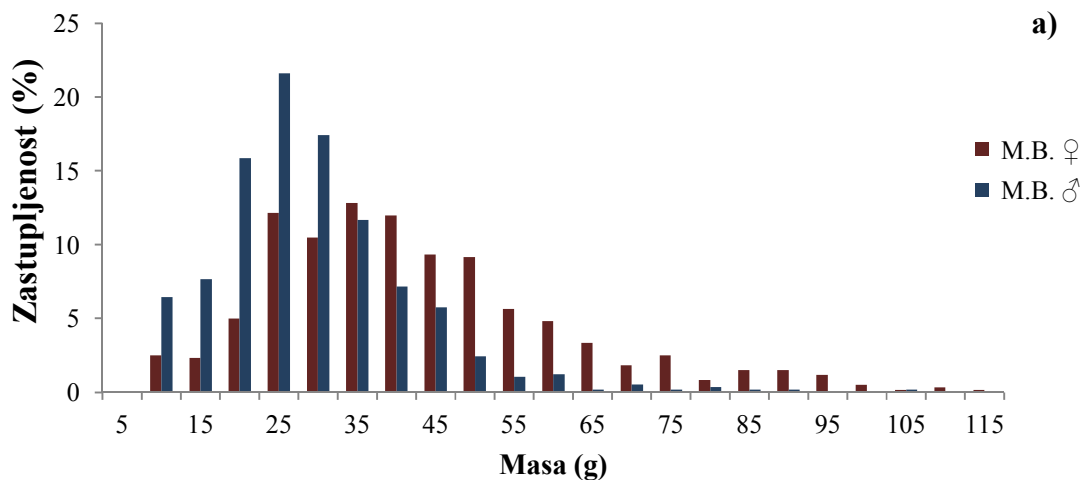


**Slika 3.2.2.2.** Zastupljenost ukupnih dužina tijela a) ženki (N = 601) i mužjaka (N = 574) trlja od blata, *Mullus barbatus* (M.B.), b) ženki (N = 311) i mužjaka (N = 434) trlja od kamena, *Mullus surmuleus* (M.S.). Korištene su sljedeće oznake za spol: mužjaci ♂, ženke ♀.

Iako je ukupna dužina tijela ženki i mužjaka kod obje vrste imala unimodalnu raspodjelu, zastupljenost ukupnih dužina tijela kod oba je spola bila značajno različita kako kod trlje od blata (t test;  $P > 0,05$ ), tako i kod trlje od kamena (t test;  $P < 0,05$ ). Srednje vrijednosti ukupne dužine tijela ženki trlje od blata ( $15,30 \pm 2,348$  cm) i trlje od kamena ( $19,09 \pm 4,585$  cm) su bile statistički značajno veće od srednjih vrijednosti ukupne dužine tijela mužjaka trlje od blata ( $13,46 \pm 2,051$  cm) i trlje od kamena ( $16,82 \pm 3,619$  cm) (t test,  $P < 0,05$  u oba slučaja).

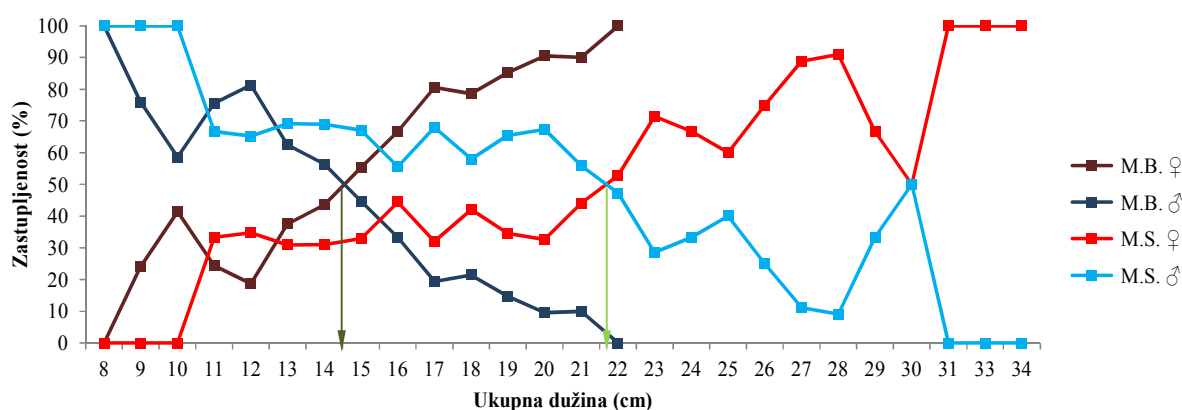
Raspon mase ženki trlje od blata je bio od 6,53 do 112,31 g ( $40,85 \pm 19,164$  g) dok je raspon mase ženki trlje od kamena bio od 14,33 do 611,00 g ( $103,98 \pm 83,090$  g). Raspon mase mužjaka trlje od blata je bio od 6,01 do 104,01 g ( $27,01 \pm 2,051$  g), a trlje od kamena od

4,63 do 337,72 g ( $65,58 \pm 45,793$  g). Raspon mase u oba spola je bio manji kod trlje od blata u odnosu na trlju od kamena. Masa ženki i mužjaka je imala lijevo nagnutu (desnostrano simetrična distribucija) raspodjelu i kod trlje od blata (Slika 3.2.2.3.a) i kod trlje od kamena (Slika 3.2.2.3.b). Zastupljenost mase za oba spola je bila statistički značajno različita i za trlje od blata (t test,  $P < 0,05$ ) i za trlje od kamena (t test,  $P < 0,05$ ). Srednja vrijednost mase ženki trlje od blata ( $40,85 \pm 19,164$  g) i trlje od kamena ( $103,98 \pm 83,090$  g) je bila značajno veća od srednje vrijednosti mase mužjaka trlje od blata ( $27,01 \pm 2,051$  g) i trlje od kamena ( $65,58 \pm 45,793$  g) (t test,  $P < 0,05$  u oba slučaja).



**Slika 3.2.2.3.** Zastupljenost mase a) ženki (N = 601) i mužjaka (N = 574) trlje od blata, *Mullus barbatus* (M.B.), b) ženki (N = 311) i mužjaka (N = 434) trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (M.S.). Korištene su sljedeće oznake za spol: mužjaci ♂, ženke ♀.

Analizirajući udio ženki i mužjaka trlje od blata s obzirom na njihovu ukupnu dužinu tijela uočen je gotovo pravilan rast udjela ženki iz nule u potpunu dominaciju, odnosno pad udjela mužjaka iz potpune dominacije u nulu. Iznimka u pravilnom rastu (padu) udjela ženki (mužjaka) trlje od blata je pri manjim dužinama (9,0 – 12,0 cm), a jedino u rasponu ukupnih dužina tijela od 14,0 do 15,0 cm omjer spolova je bio otprilike 1:1 (Slika 3.2.2.4.). Slična situacija je zabilježena i kod trlje od kamena gdje je uočena potpuna dominacija mužjaka pri manjim dužinama (8,0 - 10,0 cm) koji su u postotku bili brojniji sve do dužine tijela od 20 cm. Pri većim dužinama (23,0 – 30,0 cm) ženke postaju brojnije nakon čega slijedi potpuna dominacija ženki (31,0 - 34,0 cm). Jedino u rasponu ukupnih dužina tijela od 21,0 do 22,0 cm omjer spolova je bio otprilike 1:1 (Slika 3.2.2.4.).



**Slika 3.2.2.4.** Udio ženki (N = 601) i mužjaka (N = 574) trlje od blata, *Mullus barbatus* (M.B.) te udio ženki (N = 311) i mužjaka (N = 434) trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (M.S.) s obzirom na njihovu ukupnu dužinu tijela. Korištene su sljedeće oznake za spol: mužjaci ♂, ženke ♀.

### 3.2.3. Dužinsko – maseni odnos trlja od blata, *Mullus barbatus* i trlja od kamena, *Mullus surmuletus*

Dužinsko – maseni odnos je analiziran s obzirom na spol te se može izraziti sljedećim jednadžbama:

➤ trlja od blata

$$W = 0,010 Lt^{3,015}, R^2 = 0,945 \text{ (ženke; Slika 3.2.3.1.a) i}$$

$$W = 0,014 Lt^{2,872}, R^2 = 0,936 \text{ (mužjaci; Slika 3.2.3.1.b).}$$

➤ trlja od kamena

$$W = 0,008 Lt^{3,131}; R^2 = 0,982 \text{ (ženke; Slika 3.2.3.1.a) i}$$

$$W = 0,013 \text{ Lt}^{2,972}; R^2 = 0,970 \text{ (mu\u017eijaci; Slika 3.2.3.1.b).}$$

Du\u017einjsko – maseni odnos je odre\u0111en i na svim ulovljenim jedinkama tijekom istra\u017eivanja te se mo\u017ee izraziti sljede\u0107im jednad\u017dbama:

➤ trlja od blata (N = 1189)

$$W = 0,011 \text{ Lt}^{2,974}, R^2 = 0,950 \text{ (ukupni uzorak; Slika 3.2.3.1.c)}$$

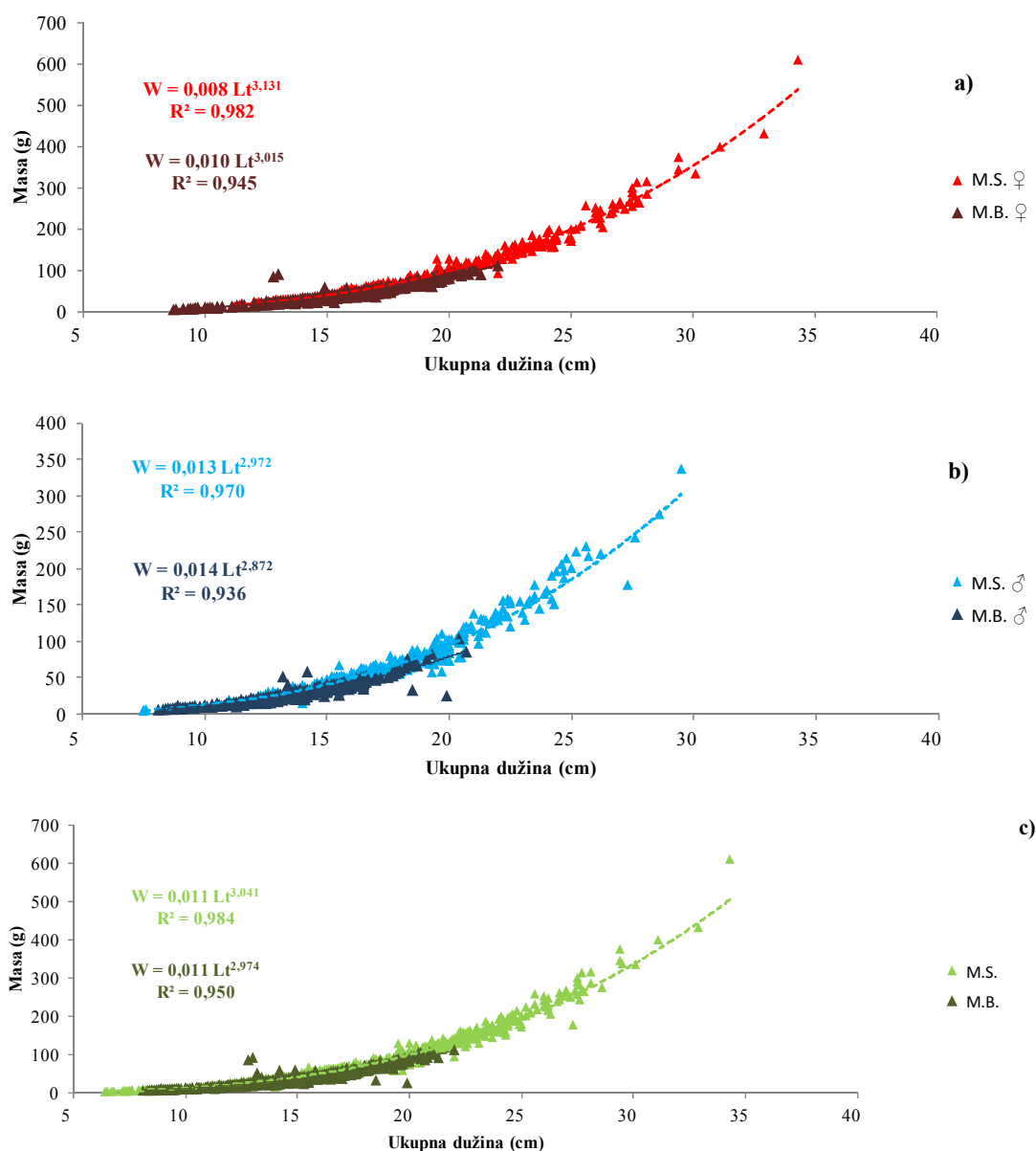
➤ trlja od kamena (N = 839)

$$W = 0,011 \text{ Lt}^{3,041}; R^2 = 0,984 \text{ (ukupni uzorak; Slika 3.2.3.1.c).}$$

Du\u017einjsko - maseni odnos \u017benki trlje od blata se statisti\u0107ki zna\u0107ajno ne razlikuje od vrijednosti 3 ( $P > 0,05$ ), te je rast izometrijski (Slika 3.2.3.1.a), dok je za \u017benke trlje od kamena vrijednost varijable b statisti\u0107ki zna\u0107ajno ve\u0107a od 3,0 ( $P < 0,05$ ), a rast pozitivno alometrijski (Slika 3.2.3.1.a). Du\u017einjsko - maseni odnos u mu\u017ejaka trlje od blata je statisti\u0107ki zna\u0107ajno manji od vrijednosti 3,0 ( $P < 0,05$ ), te je rast negativno alometrijski (Slika 3.2.3.1.b), dok se u mu\u017ejaka trlje od kamena du\u017einjsko - maseni odnos statisti\u0107ki zna\u0107ajno ne razlikuje od vrijednosti 3 ( $P > 0,05$ ), te je rast izometrijski (Slika 3.2.3.1.b). Dobivena vrijednost varijable b za ukupni uzorak trlje od blata (Slika 3.2.3.1.c) se statisti\u0107ki zna\u0107ajno ne razlikuje od vrijednosti 3,0 ( $P > 0,05$ ), te je du\u017einjsko – maseni odnos izometrijski, dok je za ukupni uzorak trlje od kamena (Slika 3.2.3.1.c) vrijednost varijable b statisti\u0107ki zna\u0107ajno ve\u0107a od 3,0 ( $P < 0,05$ ), a rast pozitivno alometrijski.

Odnos ukupne du\u017eine tijela i mase trlje od blata je prikazan u Tablici 3.2.3.1., dok je odnos ukupne du\u017eine tijela i mase trlje od kamena prikazan u Tablici 3.2.3.2. U tablicama je vidljiva zastupljenost ukupnih du\u017eina tijela trlje (N) te srednje vrijednosti mase ( $\pm$  SD) za svaki du\u017einski razred \u017benki, mu\u017ejaka i ukupnog uzorka.





**Slika 3.2.3.1.** Dužinsko – maseni odnos trlja od blata, *Mullus barbatus* (M.B.) i trlja od kamena, *Mullus surmuletus* (M.S.): a) ženki (N (M.B.) = 601 i N (M.S.) = 311), b) mužjaka (N (M.B.) = 574 i N (M.S.) = 434), c) ukupni uzorak (N (M.B.) = 1189 i N (M.S.) = 839). Korištene su sljedeće oznake za spol: mužjaci ♂, ženke ♀.

Ženke trlja od blata su bile najzastupljenije u dužinskim razredima od 13,0 do 17,0 cm, a nešto slabije zastupljene u manjim i većim dužinskim razredima, dok su mužjaci bili najzastupljeniji u dužinskim razredima od 12,0 do 15,0 cm. U svim su dužinskim razredima, osim u razredu od 9,0 i 11,0 cm, uočene veće srednje vrijednosti mase ženki u odnosu na mužjake (razred od 8,0 cm ima podatak samo za mužjake pa nije uzet u obzir). Jedinke s najvećim srednjim vrijednostima mase su pripadale i najvećim dužinskim razredima, kako za

ženke i mužjake, tako i za ukupni uzorak. U nižim dužinskim razredima nema značajnih odstupanja srednjih vrijednosti mase ženki u odnosu na mužjake. Veća odstupanja prisutna su tek pri dužinskim razredima > 19,0 cm (Tablica 3.2.3.1.).

**Tablica 3.2.3.1.** Mase ženki (N = 601), mužjaka (N = 574) i ukupnog uzorka (N = 1189) trlje od blata, *Mullus barbatus* s obzirom na dužinske razrede od 10 mm.

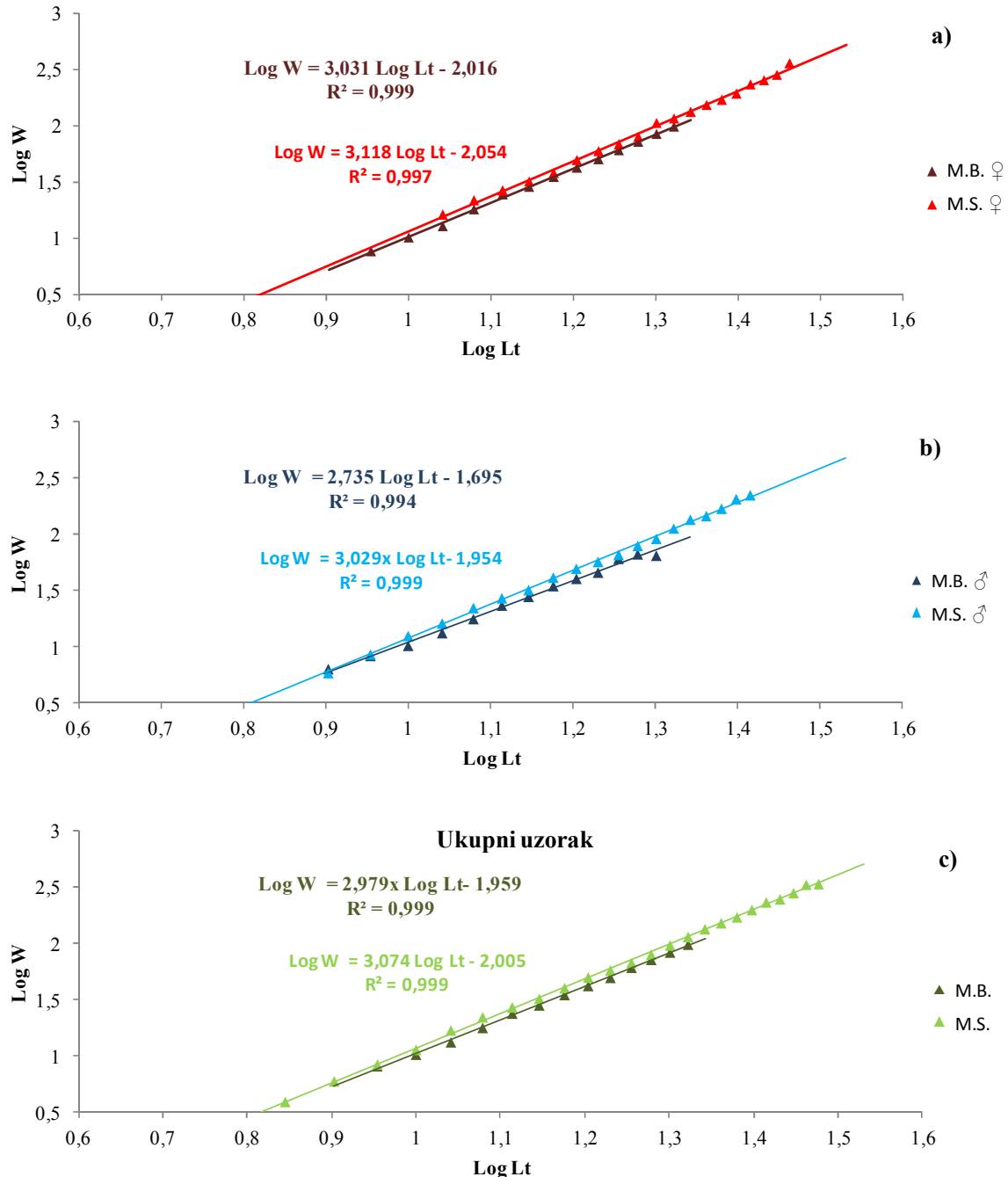
Dužinski razredi (cm)	Ženke		Mužjaci		Ukupni uzorak	
	N	$\bar{W}(g) \pm \sigma$	N	$\bar{W}(g) \pm \sigma$	N	$\bar{W}(g) \pm \sigma$
8	-	-	3	6,34 ± 0,38	3	-
9	7	7,71 ± 0,75	22	8,28 ± 1,09	31	8,14 ± 1,07
10	12	10,20 ± 0,82	17	10,19 ± 1,31	30	10,26 ± 1,15
11	10	12,88 ± 1,72	31	13,24 ± 1,73	43	13,21 ± 1,70
12	20	18,18 ± 2,03	87	17,69 ± 1,95	110	17,78 ± 1,95
13	74	24,65 ± 10,99	123	23,30 ± 3,96	200	23,79 ± 7,38
14	95	28,74 ± 3,05	123	27,79 ± 3,96	219	28,19 ± 3,62
15	98	35,17 ± 4,32	79	34,56 ± 3,10	177	34,90 ± 3,83
16	96	42,64 ± 3,79	48	40,30 ± 5,07	145	41,87 ± 4,37
17	87	50,53 ± 5,07	21	45,57 ± 4,43	108	49,57 ± 5,31
18	44	60,82 ± 6,54	12	60,66 ± 6,96	57	60,96 ± 6,65
19	29	72,46 ± 7,00	5	66,45 ± 19,57	34	71,58 ± 9,62
20	19	85,05 ± 6,35	2	64,58 ± 55,77	21	83,10 ± 15,16
21	9	98,68 ± 6,78	1	-	10	97,38 ± 7,60
22	1	-	-	-	1	-
Ukupno	601	15,30 ± 2,35	574	13,46 ± 2,05	1189	14,37 ± 2,40

Ženke trlje od kamena su bile najzastupljenije u dužinskom razredu od 16,0 cm, a nešto slabije zastupljene u manjim i većim dužinskim razredima, dok su mužjaci bili najzastupljeniji u dužinskim razredima od 13,0 do 20,0 cm. Jedinke s najvećim srednjim vrijednostima mase su pripadale i najvećim dužinskim razredima, kako za ženke i mužjake, tako i za ukupni uzorak. U nižim dužinskim razredima nema značajnih odstupanja srednjih vrijednosti mase ženki u odnosu na mužjake. U višim dužinskim razredima (>16 cm) srednje vrijednosti mase ženki su veće u odnosu na srednje vrijednosti mase mužjaka, osim u razredu od 25,0 cm gdje je zabilježeno odstupanje u iznosu od 11,01 g u korist mužjaka. Općenito, promjene u srednjim vrijednostima mase su izraženije s porastom ukupne dužine tijela, odnosno rastom trlje od kamena (Tablica 3.2.3.2.).

**Tablica 3.2.3.2.** Mase ženki (N = 311), mužjaka (N = 434) i ukupnog uzorka (N = 839) trlje od kamena, *Mullus surmuletus* podijeljenih u dužinske razrede.

Dužinski razredi (cm)	Ženke		Mužjaci		Ukupni uzorak	
	N	$\bar{W}(g) \pm \sigma$	N	$\bar{W}(g) \pm \sigma$	N	$\bar{W}(g) \pm \sigma$
6	-	-	-	-	1	-
7	-	-	-	-	9	3,90 ± 0,63
8	-	-	5	5,85 ± 1,09	28	5,95 ± 0,79
9	-	-	6	8,55 ± 1,12	13	8,38 ± 1,02
10	-	-	2	12,46 ± 0,66	5	11,35 ± 1,16
11	2	16,32 ± 1,99	4	16,12 ± 2,31	12	16,85 ± 2,56
12	8	21,89 ± 2,85	15	22,15 ± 2,63	38	22,08 ± 2,52
13	17	26,79 ± 3,27	38	27,04 ± 3,03	60	27,02 ± 3,06
14	18	32,13 ± 3,37	40	31,89 ± 4,33	66	32,22 ± 4,21
15	24	38,21 ± 5,09	49	41,10 ± 4,99	77	40,04 ± 5,13
16	48	49,73 ± 4,95	60	49,37 ± 6,31	112	49,69 ± 5,85
17	24	59,80 ± 7,02	51	56,88 ± 6,29	79	57,52 ± 6,80
18	21	68,87 ± 7,39	29	65,55 ± 6,19	50	66,94 ± 6,92
19	19	80,34 ± 7,71	36	78,87 ± 8,58	56	79,32 ± 8,25
20	16	106,45 ± 13,20	33	90,97 ± 11,79	49	96,02 ± 14,25
21	15	116,57 ± 7,21	19	112,39 ± 15,33	34	114,23 ± 12,59
22	19	133,45 ± 13,84	17	134,61 ± 10,76	40	133,86 ± 12,07
23	20	154,05 ± 11,89	8	145,23 ± 12,99	28	151,53 ± 9,62
24	18	170,96 ± 11,59	9	168,60 ± 16,18	27	170,17 ± 13,35
25	9	194,09 ± 13,27	6	205,10 ± 11,75	15	198,49 ± 13,78
26	9	234,14 ± 16,43	3	222,96 ± 5,91	12	231,35 ± 15,32
27	8	255,02 ± 10,30	1	-	9	246,43 ± 26,16
28	10	284,38 ± 19,92	1	-	11	280,64 ± 22,38
29	2	360,43 ± 15,05	1	-	3	332,07 ± 41,95
30	1	-	1	-	2	336,49 ± 1,24
31	1	-	-	-	1	-
33	1	-	-	-	1	-
34	1	-	-	-	1	-
Ukupno	311	103,98 ± 83,09	434	65,58 ± 45,79	839	75,21 ± 66,10

Na Slici 3.2.3.2. prikazana je linearna regresija logaritamskih vrijednosti ukupne dužine tijela i mase trlje od blata i trlje od kamena za svaki dužinski razred ženki (Slika 3.2.3.2.a), mužjaka (Slika 3.2.3.2.b) i ukupnog uzorka (Slika 3.2.3.2.c).



**Slika 3.2.3.2.** Linearna regresija logaritamskih vrijednosti u dužinsko – masenom odnosu trlja od blata, *Mullus barbatus* (M.B.) i trlja od kamena, *Mullus surmuletus* (M.S.) za a) ženke (crveno), b) mužjake (plavo) i c) ukupni uzorak (zeleno). Korištene su sljedeće oznake za spol: mužjaci ♂, ženke ♀.

Linearna regresija dužinsko – masenog odnosa ženki trlje od blata opisana je sljedećom jednačbom:

$$\text{Log } W = 3,031 \text{ Log } Lt - 2,016, R^2 = 0,996.$$

Ista je za mužjake opisana jednačbom:

$$\text{Log } W = 2,735 \text{ Log } Lt - 1,695, R^2 = 0,994,$$

dok je za ukupni uzorak opisana jednačbom:

$$\text{Log } W = 2,979 \text{ Log } Lt - 1,959, R^2 = 0,999.$$

Dužinsko - maseni odnos ženki trlje od blata se statistički značajno ne razlikuje od vrijednosti 3 ( $P > 0,05$ ), te je rast izometrijski

Vrijednost varijable  $b$  u linearnoj regresiji dužinsko – masenog odnosa ženki trlje od blata se statistički značajno ne razlikuje od vrijednosti 3,0 te je rast izometrijski. Vrijednosti varijable  $b$  u linearnoj regresiji dužinsko – masenog odnosa mužjaka su manje od 3,0 što označava negativnu alometriju tj. riba raste brže u dužinu nego u masu, dok je vrijednost varijable  $b$  u linearnoj regresiji dužinsko – masenog odnosa za ukupni uzorak približno jednaka vrijednosti 3, a odnos izometrijski.

Linearna regresija dužinsko – masenog odnosa ženki trlje od kamena opisana je sljedećom jednačbom:

$$\log W = 3,118 \log Lt - 2,054; R^2 = 0,997.$$

Ista je za mužjake opisana jednačbom:

$$\log W = 3,029 \log Lt - 1,954; R^2 = 0,996,$$

dok je za ukupni uzorak opisana jednačbom:

$$\log W = 3,074 \log Lt - 2,005; R^2 = 0,999$$

Vrijednosti varijable  $b$  u linearnoj regresiji dužinsko – masenog odnosa ženki, mužjaka i ukupnog uzorka *M. surmuletus* su veće od 3,0 što označava pozitivnu alometriju tj. riba raste brže u masu nego u dužinu.

#### **3.2.4. Indeks kondicije trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u istočnom Jadranu**

Indeks kondicije je određen na svim ulovljenim jedinkama trlje od blata ( $N = 1189$ ) i trlje od kamena ( $N = 839$ ) tijekom istraživanja te je analiziran s obzirom na spol.

Vrijednosti empirijski određenog indeksa kondicije trlje od blata za ženke su bile u rasponu od 1,017 do 1,138 ( $1,063 \pm 0,03150$ ), za mužjake u rasponu od 0,772 do 1,140 ( $1,045$

$\pm 0,0863$ ), te za ukupni uzorak u rasponu od 1,026 do 1,122 ( $1,064 \pm 0,0277$ ) (Tablica 3.2.4.1.).

Vrijednosti empirijski određenog indeksa kondicije trlje od kamena za ženke su bile u rasponu od 1,126 do 1,514 ( $1,264 \pm 0,088$ ), za mužjake u rasponu od 0,873 do 1,339 ( $1,214 \pm 0,093$ ) te za ukupni uzorak od 1,045 do 1,514 ( $1,245 \pm 0,0792$ ) (Tablica 3.2.4.2.).

Kod obe vrste trlja dobivene vrijednosti indeksa kondicije za ženke i mužjake su bile statistički značajno različite ( $t$  test,  $P < 0,05$ ).

**Tablica 3.2.4.1.** Promjene indeksa kondicije (IK) u odnosu na ukupnu dužinu tijela i masu ženki (N = 601), mužjaka (N = 574) i ukupnog uzorka (N = 1189) trlja od blata, *Mullus barbatus*.

Dužinski razredi (cm)	Ženke		Mužjaci		Ukupni uzorak	
	$W(g) \pm \sigma$	IK	$W(g) \pm \sigma$	IK	$W(g) \pm \sigma$	IK
8	/	/	6,34	1,122	6,34	1,122
9	7,71	1,017	8,28	1,140	8,14	1,111
10	10,20	1,049	10,19	1,057	10,26	1,055
11	12,88	1,018	13,24	1,023	13,21	1,026
12	18,18	1,057	17,69	1,033	17,78	1,038
13	24,65	1,138	23,30	1,069	23,79	1,094
14	28,74	1,057	27,79	1,040	28,19	1,047
15	35,17	1,051	34,56	1,048	34,90	1,050
16	42,64	1,056	40,30	1,013	41,87	1,043
17	50,53	1,052	45,57	0,990	49,57	1,040
18	60,82	1,059	60,66	1,042	60,96	1,058
19	72,46	1,079	66,45	0,986	71,58	1,065
20	85,05	1,094	64,58	0,772	83,10	1,064
21	98,68	1,098	/	0,966	97,38	1,085
22	/	1,055	/	/	/	1,055
Ukupno	15,298	1,063	13,456	1,045	14,373	1,064

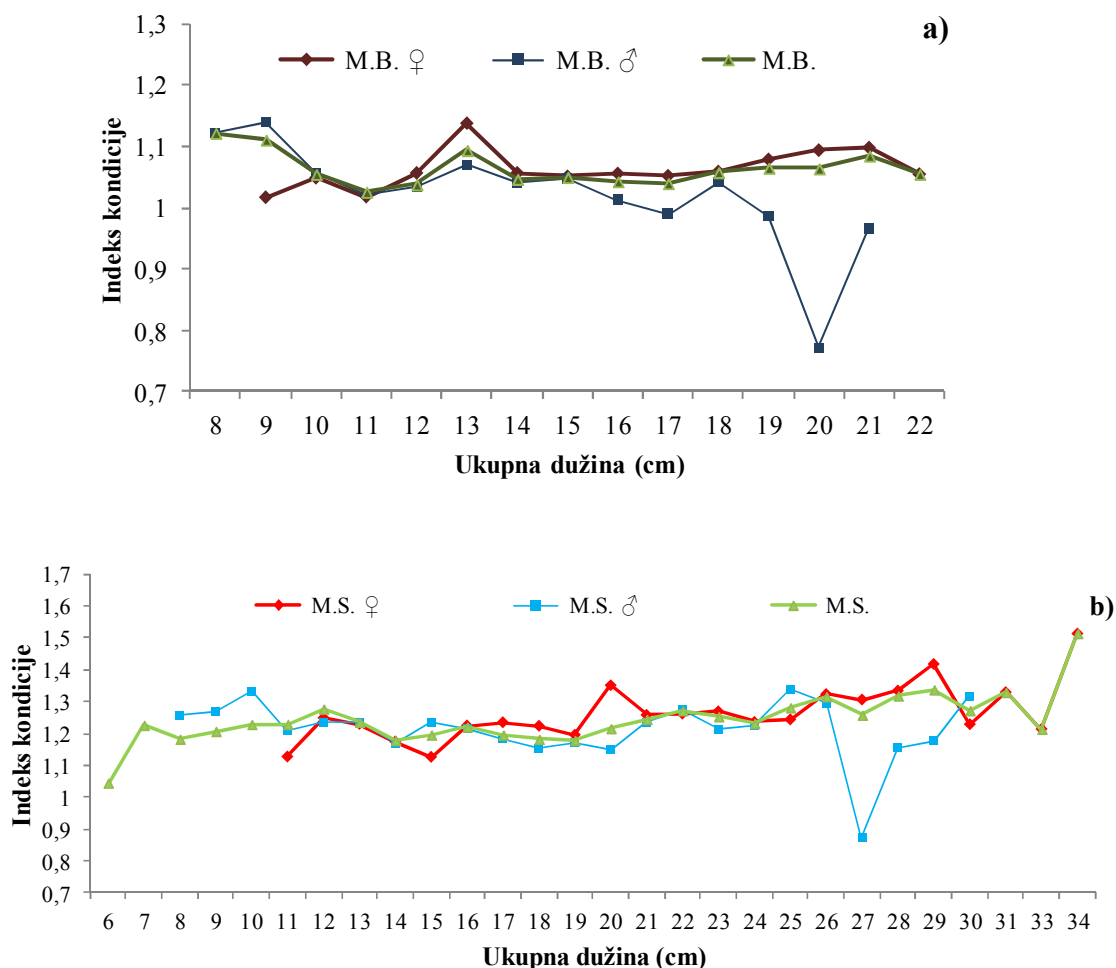
Promjene vrijednosti indeksa kondicije (IK) u odnosu na ukupnu dužinu tijela i masu ženki, mužjaka i ukupnog uzorka trlje od blata prikazane su u tablici 3.2.4.1. Indeks kondicije za ženke, mužjake i ukupni uzorak je bio  $> 1,000$  s iznimkom pri ukupnoj dužini tijela mužjaka od 20 cm kada je indeks kondicije pao ispod vrijednosti 1,000. Najveći rast

vrijednosti indeksa kondicije za mužjake i ukupni uzorak je zabilježen pri najmanjim ukupnim dužinama tijela i to pri dužinama od 8,0 i 9,0 cm, a za ženke pri dužini od 13,0 cm.

**Tablica 3.2.4.2.** Promjene indeksa kondicije (IK) u odnosu na ukupnu dužinu tijela i masu ženki (N = 311), mužjaka (N = 434) i ukupnog uzorka (N = 839) trlje od kamena, *Mullus surmuletus*.

Dužinski razredi (cm)	Ženke		Mužjaci		Ukupni uzorak	
	$W(g) \pm \sigma$	IK	$W(g) \pm \sigma$	IK	$W(g) \pm \sigma$	IK
6	-	-	-	-	-	1,045
7	-	-	-	-	3,90	1,226
8	-	-	5,85	1,257	5,95	1,183
9	-	-	8,55	1,269	8,38	1,207
10	-	-	12,46	1,331	11,35	1,229
11	16,32	1,128	16,12	1,211	16,85	1,230
12	21,89	1,250	22,15	1,234	22,08	1,277
13	26,79	1,230	27,04	1,234	27,02	1,236
14	32,13	1,175	31,89	1,169	32,22	1,179
15	38,21	1,126	41,10	1,235	40,04	1,196
16	49,73	1,225	49,37	1,215	49,69	1,221
17	59,80	1,236	56,88	1,184	57,52	1,196
18	68,87	1,224	65,55	1,152	66,94	1,182
19	80,34	1,196	78,87	1,171	79,32	1,179
20	106,45	1,351	90,97	1,150	96,02	1,216
21	116,57	1,258	112,39	1,234	114,23	1,245
22	133,45	1,263	134,61	1,274	133,86	1,272
23	154,05	1,270	145,23	1,214	151,53	1,254
24	170,96	1,236	168,60	1,225	170,17	1,232
25	194,09	1,244	205,10	1,339	198,49	1,282
26	234,14	1,324	222,96	1,294	231,35	1,317
27	255,02	1,306	-	0,873	246,43	1,258
28	284,38	1,335	-	1,157	280,64	1,319
29	360,43	1,418	-	1,177	332,07	1,338
30	-	1,229	-	1,315	336,49	1,272
31	-	1,330	-	-	-	1,330
33	-	1,214	-	-	-	1,214
34	-	1,514	-	-	-	1,514
Ukupno	103,98	1,264	65,58	1,214	75,21	1,245

Iz tablice 3.2.4.2. vidljiv je blagi rast vrijednosti indeksa kondicije u odnosu na ukupnu dužinu tijela trlje od kamena, kako u ukupnom uzorku, tako i kod ženki, odnosno mužjaka. Najveće odstupanje vrijednosti indeksa kondicije u odnosu na blago uzlazni trend rasta je zabilježen kod nedoraslih jedinki, dok je naveći rast vrijednosti indeksa kondicije zabilježen kod ženke dužine 34 cm.



**Slika 3.2.4.1.** Indeks kondicije a) trlje od blata, *Mullus barbatus* (M.B.) u odnosu na ukupnu dužinu tijela ženki (N = 601), mužjaka (N = 574) i ukupnog uzorka (N = 1189), b) trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (M.S.) u odnosu na ukupnu dužinu tijela ženki (N = 311), mužjaka (N = 434) i ukupnog uzorka (N = 839). Korištene su sljedeće oznake za spol: mužjaci ♂, ženke ♀.

Statističkom metodom višestruke regresije su dobivene srednje vrijednosti indeksa kondicije za ženke, mužjake i ukupni uzorak (Slika 3.2.4.1.a) trlje od blata kako slijedi:

$$IK = 1,133 Lt^3/1000; R^2 = 0,951 \text{ (ženke);}$$

$$IK = 1,098 Lt^3/1000; R^2 = 0,969 \text{ (mužjaci);}$$



$IK = 1,104 \text{ Lt}^3/1000$ ;  $R^2 = 0,978$  (ukupni uzorak).

Usporedbom empirijskih i procijenjenih srednjih vrijednosti indeksa kondicije trlje od blata utvrđene su relativno slične vrijednosti, uz napomenu da su vrijednosti dobivene procjenom (statističkom metodom višestruke regresije) više od empirijskih.

Također, statističkom metodom višestruke regresije su dobivene srednje vrijednosti indeksa kondicije za ženke, mužjake i ukupni uzorak trlje od kamena (Slika 3.2.4.1.b):

$IK = 1,333 \text{ Lt}^3/1000$ ;  $R^2 = 0,962$  (ženke);

$IK = 1,199 \text{ Lt}^3/1000$ ;  $R^2 = 0,958$  (mužjaci);

$IK = 1,304 \text{ Lt}^3/1000$ ;  $R^2 = 0,971$  (ukupni uzorak).

Usporedbom empirijskih i procijenjenih srednjih vrijednosti indeksa kondicije trlje od kamena utvrđene su relativno slične vrijednosti, uz napomenu da su za ženke i ukupni uzorak vrijednosti dobivene procjenom (statističkom metodom višestruke regresije) više od empirijskih, a za mužjake niže.

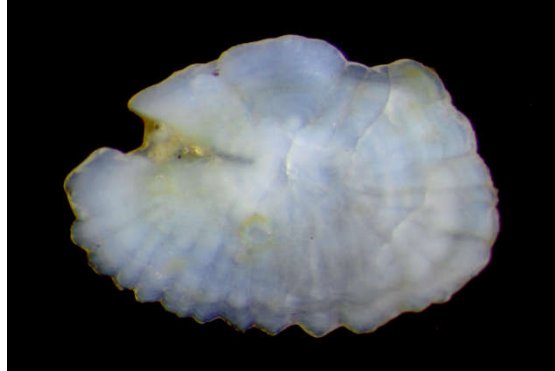
### **3.2.5. Morfologija i morfometrija otolita trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus***

Otoliti trlje od blata su eliptičnog do ovalnog oblika (Slika 3.2.5.1.). Prednji dio otolita je šiljastog oblika s kratkim, širokim, šiljastim, tupim ili nepravilnim rostrumom, te kratkim, širokim i šiljastim antirostrumom koji može biti i spojen s rostrumom. Stražnji dio je okruglog do nepravilno ovalnog oblika.



**Slika 3.2.5.1.** Desni otolit trlje od blata, *Mullus barbatus* (jedinka  $Lt = 12,5 \text{ cm}$ ;  $W = 21,64 \text{ g}$ ).

Otoliti trlje od kamena su ovalnog oblika s nepravilnim zupčastim ili valovito zaobljenim rubovima (Slika 3.2.5.2.). Prednji dio otolita je ovalan ili šiljast s kratkim, širokim, okruglim ili šiljastim rostrumom, te kratkim, širokim i šiljastim antirostrumom koji može biti i spojen s rostrumom. Stražnji dio je okruglog oblika.



**Slika 3.2.5.2.** Desni otolit trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (jedinka Lt = 20,8 cm; W = 119,92 g).

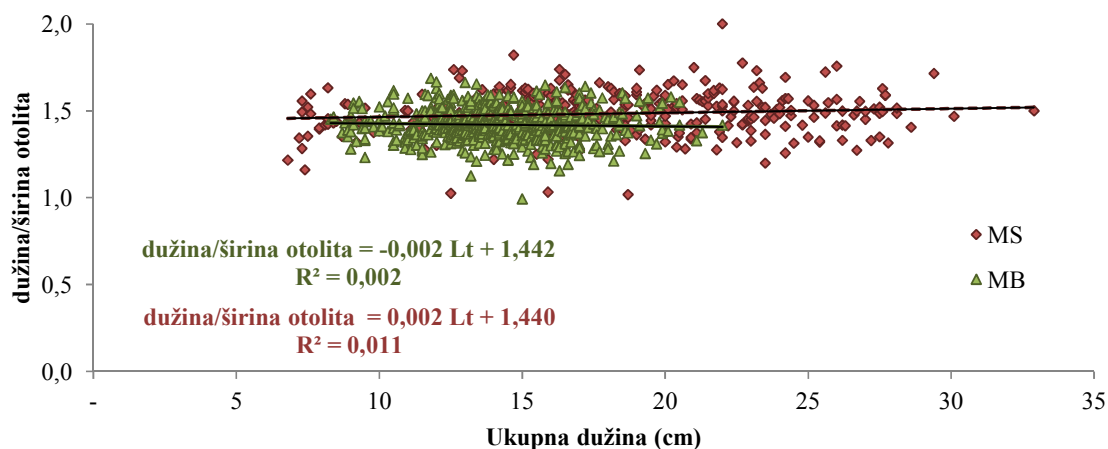
Morfometrija otolita trlje od blata je analizirana na poduzorku (N = 603) te je raspon ukupne dužine tijela odabranih jedinki bio od 8,3 do 22,0 cm ( $14,13 \pm 2,33$  cm), a mase od 6,26 do 112,31 g ( $32,32 \pm 17,04$  g). Morfometrija otolita trlje od kamena je analizirana na nešto manjem poduzorku od trlje od blata (N = 386) te je raspon ukupne dužine tijela odabranih jedinki bio od 6,8 do 32,9 cm ( $17,89 \pm 4,97$  cm), a mase od 3,49 do 432,25 g ( $88,38 \pm 73,33$  g). S obzirom da statistički značajna razlika u mjerama između lijevog i desnog otolita nije utvrđena ni kod trlje od blata ni kod trlje od kamena ( $t$  test,  $P > 0,05$  u svim slučajevima), sve mjere u daljnjim analizama predstavljaju srednju vrijednost između lijevog i desnog otolita.

Rasponi dužine i širine otolita trlje od blata i trlje od kamena sa srednjim vrijednostima ( $\pm$  SD) su prikazani u Tablici 3.2.5.1. Dužina otolita trlje od blata bila je u rasponu od 1,96 do 4,17 mm, a dužina otolita trlje od kamena u rasponu od 1,74 do 5,27 mm. Otolit trlje od blata s najmanjom dužinom (1,96 mm) je bio širok 1,35 mm te je imao masu 0,0012 g, a otolit s najvećom dužinom (4,17 mm) je bio širok 2,69 mm te je imao masu 0,0065 g. Otolit trlje od kamena s najmanjom dužinom (1,74 mm) je bio širok 1,5 mm te je imao masu 0,0008 g, a otolit s najvećom dužinom (5,27 mm) je bio širok 3,0 mm te je imao masu 0,0089 g.

**Tablica 3.2.5.1.** Raspon i srednje vrijednosti ( $\pm$ SD) dužine, širine i mase otolita trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (dužina i širina otolita su izražene u milimetrima, a masa otolita u gramima).

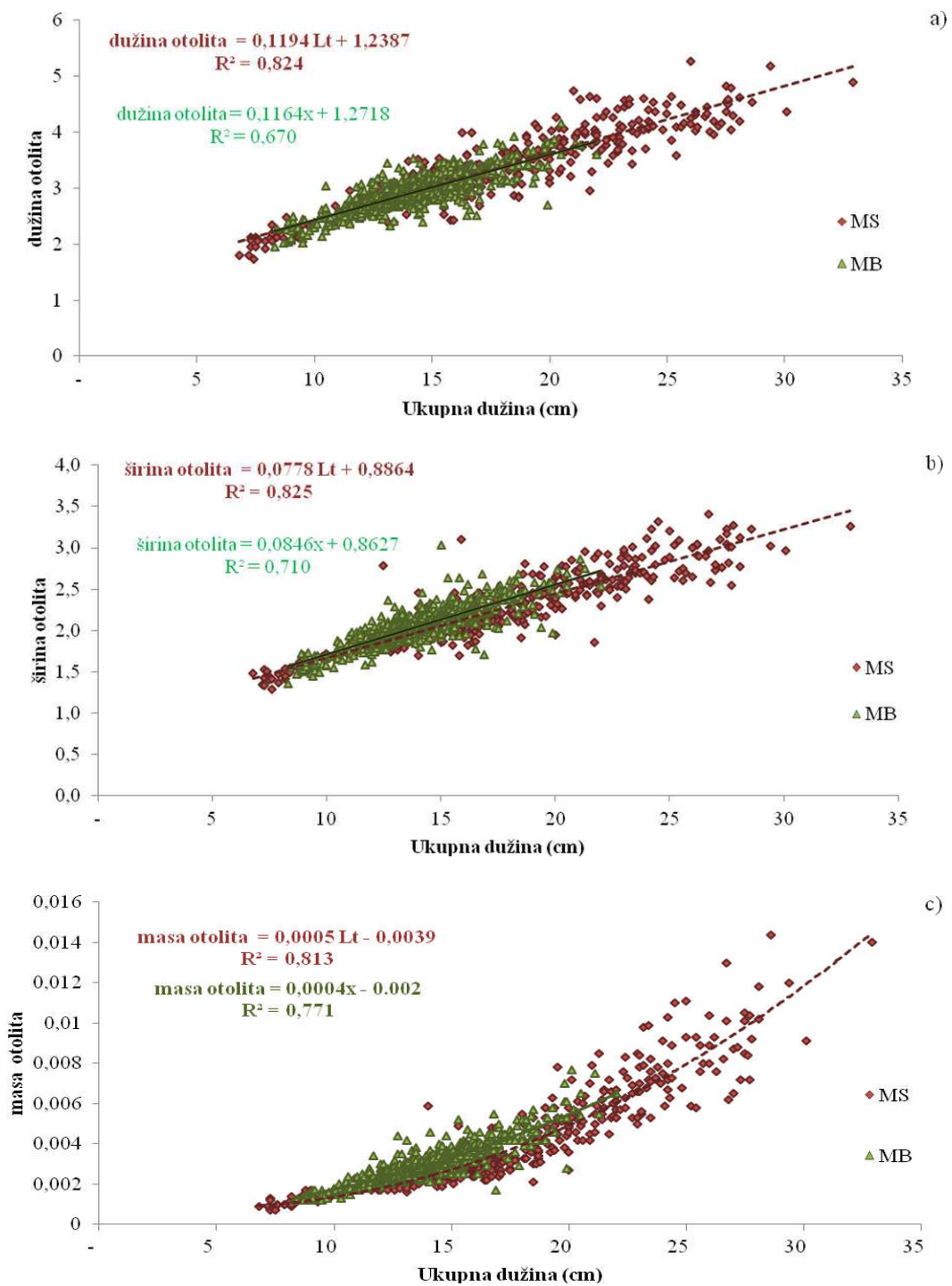
Mjere otolita	trlja od blata		trlja od kamena	
	Raspon	$\bar{x} \pm SD$	Raspon	$\bar{x} \pm SD$
dužina (mm)	1,96 - 4,17	2,92 $\pm$ 0,33	1,74 - 5,27	3,38 $\pm$ 0,43-
širina (mm)	1,35 - 3,03	2,06 $\pm$ 0,23	1,29 - 3,41	2,28 $\pm$ 0,18
masa (g)	0,0012 - 0,0077	0,0031 $\pm$ 0,0010	0,0007 - 0,0144	0,0043 $\pm$ 0,0000064

Omjer dužine i širine otolita trlje od blata ( $L_o/\check{S}_o$ ) se nalazio u rasponu od 0,99 do 1,69, a trlje od kamena u rasponu od 1,02 do 2,00. S porastom ukupne dužine tijela vrijednosti ovog omjera bile su gotovo konstantne za obe vrste prema jednadžbi linearne regresije tog omjera, odnosno njenog nagiba  $a$  ( $b_{MB} = -0,002$ ,  $b_{MS} = 0,002$ ) (Slika 3.2.5.3.), što znači da s porastom dužine tijela otoliti rastu približno ravnomjerno u dužinu i širinu kod *M. surmuletus*, a kod *M. barbatus* se taj rast usporava.



**Slika 3.2.5.3.** Odnos omjera dužine i širine otolita ( $L_o/\check{S}_o$ ) s ukupnom dužinom  $L_t$  trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus*.

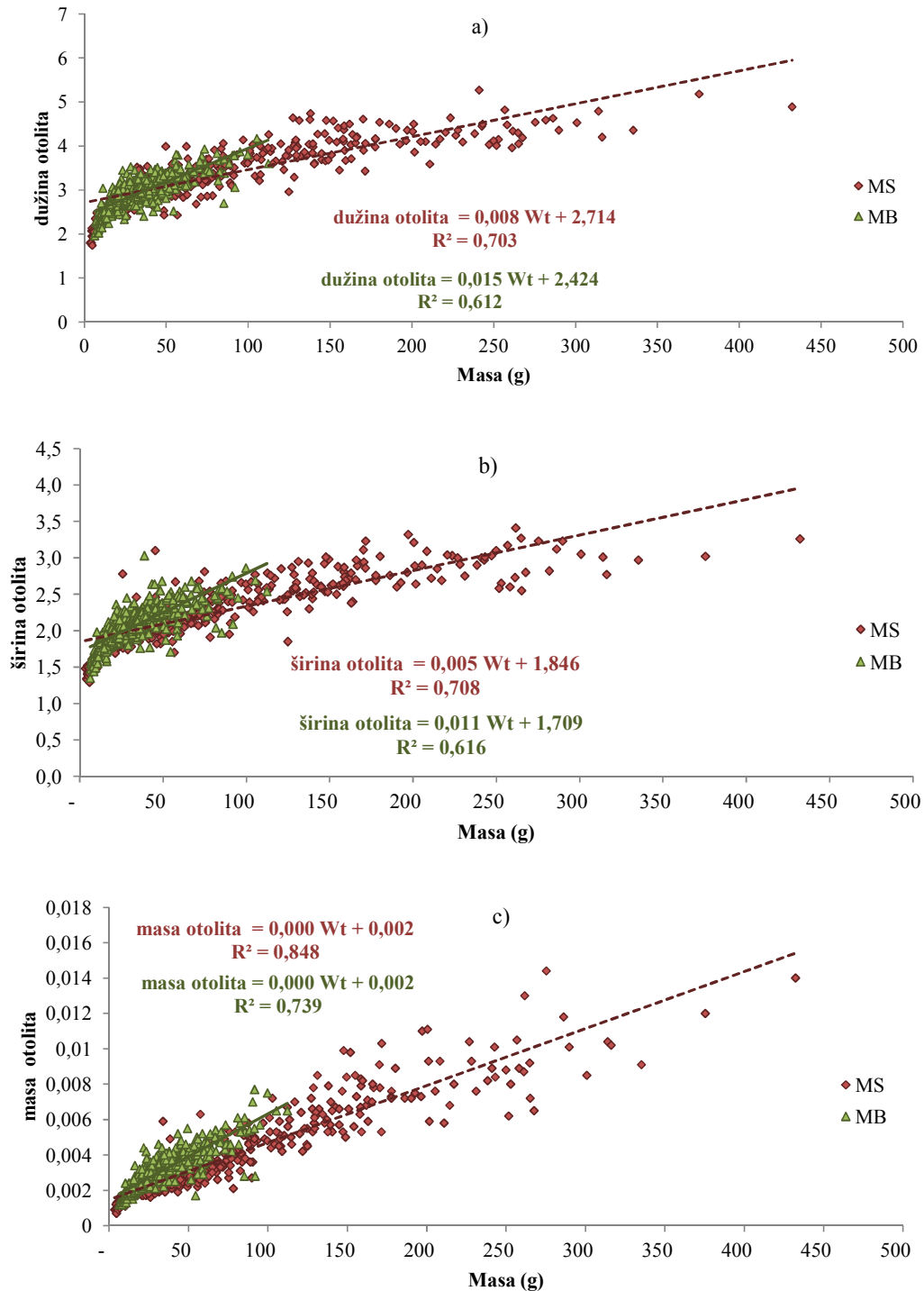
Prema pojedinačnim analizama napravljenim za dužinu otolita, širinu otolita i masu otolita (Slika 3.2.5.4.a, b, c) proizlazi da su širina otolita i dužina otolita vrlo dobri pokazatelji rasta trlje od kamena u odnosu na ukupnu dužinu tijela (najviši  $R^2$ ), dok je masa otolita pokazala nešto manju statističku značajnost. Kod trlje od blata (Slika 3.2.5.4.a, b, c) masa otolita je pokazala najvišu značajnost (najviši  $R^2$ ), a zatim širina otolita pa dužina.



**Slika 3.2.5.4.** Odnos ukupne dužine tijela  $L_t$  trlje od blata, *Mullus barbatus* (M.B.) i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (M.S.) i a) dužine otolita, b) širine otolita i c) mase otolita.

Kada je analiziran odnos ukupne mase tijela  $W_t$  trlje od blata i trlje od kamena u odnosu na dužinu, širinu i masu otolita (Slika 3.2.5.5.a, b, c), proilazi da je kod obje vrste masa otolita u najboljem odnosu s masom tijela (najviši  $R^2$ ). Također vidljivo je da je taj odnos linearniji kod *M. surmuletus* za sva tri pokazatelja, a posebice kod mase otolita. Ovakav rezultat

upućuje na činjenicu da se masa otolita može uzimati kao proxy za masu tijela odnosno postavljanje međusobnog odnosa omogućuje da se iz mase otolita odredi starost kod jedinki poznate ukupne dužine i mase bez da se očitavaju prsteni rasta odnosno starost.



**Slika 3.2.5.5.** Odnos ukupne mase tijela  $W_t$  trlje od blata, *Mulus barbatus* (M.B.) i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (M.S.) i a) dužine otolita, b) širine otolita i c) mase otolita.

### 3.2.6. Starost i rast trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus*

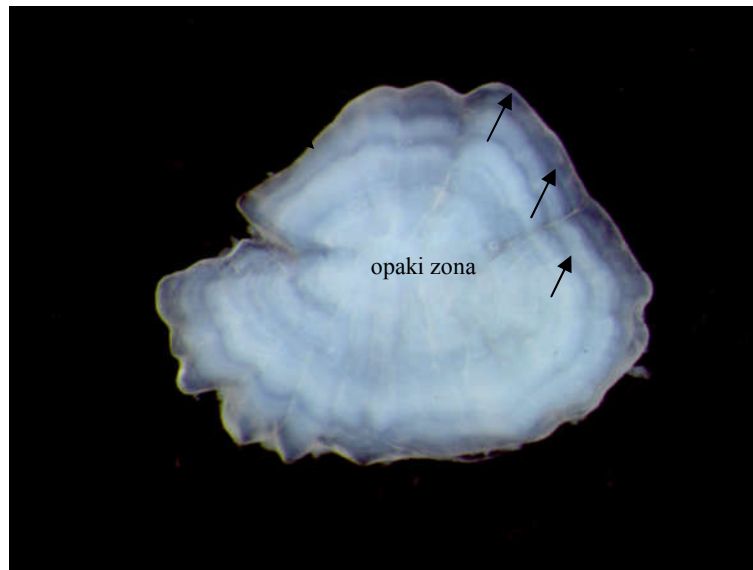
Ukupna dužina tijela trlje od blata u poduzorku (N = 603) na kojem je analizirana starost i rast je bila u rasponu od 8,3 do 22,0 cm ( $14,13 \pm 2,33$  cm). Raspon mase trlje od blata je bio od 6,26 do 112,31 g ( $32,32 \pm 17,04$  g). Poduzorak se sastojao od 284 ženke (47,10%), 318 mužjaka (52,74%) i 1 nedorasle jedinke trlje od blata (0,16%), odnosno one neodređenog spola. Raspon ukupne dužine tijela ženki je bio od 8,7 do 22,0 cm ( $15,05 \pm 2,34$  cm), a mužjaka od 8,3 do 19,9 cm ( $13,31 \pm 2,00$  cm).

Ukupna dužina tijela trlje od kamena u poduzorku (N = 386) na kojem je analizirana starost i rast je bila u rasponu od 6,8 do 32,9 cm ( $17,89 \pm 4,97$  cm). Raspon mase trlje od kamena je bio od 3,49 do 432,25 g ( $88,38 \pm 73,33$  g). Poduzorak se sastojao od 151 ženke (39,12%), 201 mužjaka (52,07%) i 34 nedorasle jedinke trlje od kamena (8,81%), odnosno one neodređenog spola. Raspon ukupne dužine tijela ženki je bio od 11,5 do 32,9 cm ( $20,03 \pm 4,83$  cm), a mužjaka od 7,5 do 28,6 cm ( $17,41 \pm 4,05$  cm).

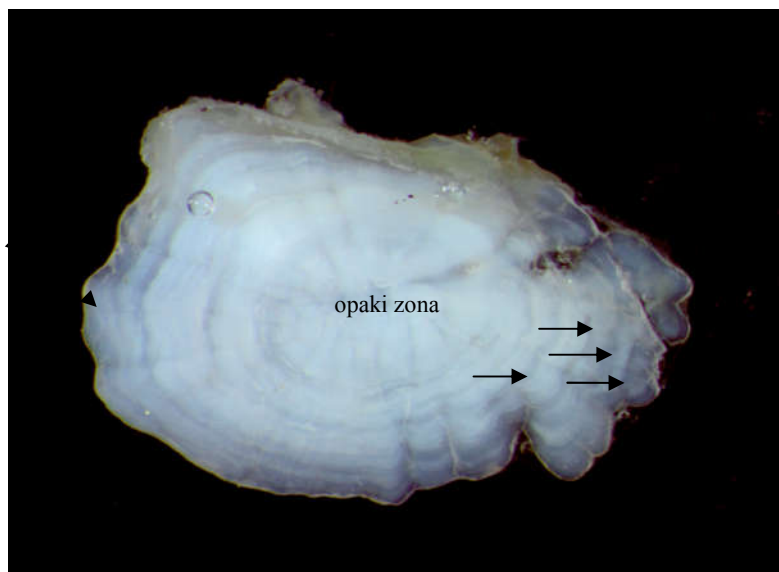
Starost trlje od blata i trlje od kamena je određena očitavanjem otolita u čijem je središtu uvijek bila jasno vidljiva široka opaki zona, nakon koje su se naizmjenično izmjenjivali hijalini i opaki prstenovi (Slika 3.2.6.1.; 3.2.6.2.). Jedan opaki i jedan hijalini prsten su se označavali kao jedna godina starosti trlja. Širina prvog godišnjeg prstena (lažni prsten), koji se sastojao od središnje opaki zone i prvog hijalinog prstena, je često bila različita između jedinki kod obiju vrsta te je njegova prosječna širina u trlje od blata iznosila 0,67 mm, a u trlje od kamena 0,78 mm. Prosječna širina drugog godišnjeg prstena je iznosila 1,50 mm u trlje od blata te 1,73 mm u trlje od kamena. Prosječna širina trećeg godišnjeg prstena je iznosila 1,67 mm u trlje od blata te 1,97 mm u trlje od kamena. Prosječna širina četvrtog godišnjeg prstena je iznosila 1,67 mm u trlje od blata i 2,15 mm u trlje od kamena. S obzirom da je samo jedna jedinka trlje od blata bila stara 5 godina prosječna širina godišnjeg prstena joj je iznosila 1,89 mm dok je u trlje od kamena ista iznosila 2,43 mm. Nakon drugog godišnjeg prstena širina opakih i hijalinih prstenova je bila relativno slična dok su na samom kraju otolita prstenovi uglavnom bili malo uži. Svi otoliti koji su puknuli tijekom brušenja ili se zbog nekog razloga nisu mogli očitati su bili odbačeni, pa je postotak uspješno očitanih otolita relativno nizak i iznosi 50,71% za trlju od blata i 46,00% za trlju od kamena (početna veličina odabranog poduzorka za analizu starosti i rasta trlje od blata je iznosila 603 jedinke, a za trlju od kamena 386 jedinki).

Stvaranje opakih i hijalinih prstenova je slijedilo sezonski obrazac (Slika 3.2.6.3.). Udio otolita s neprozirnim rubovima bio je najveći (> 70%) u zimskom razdoblju (prosinac-ožujak)

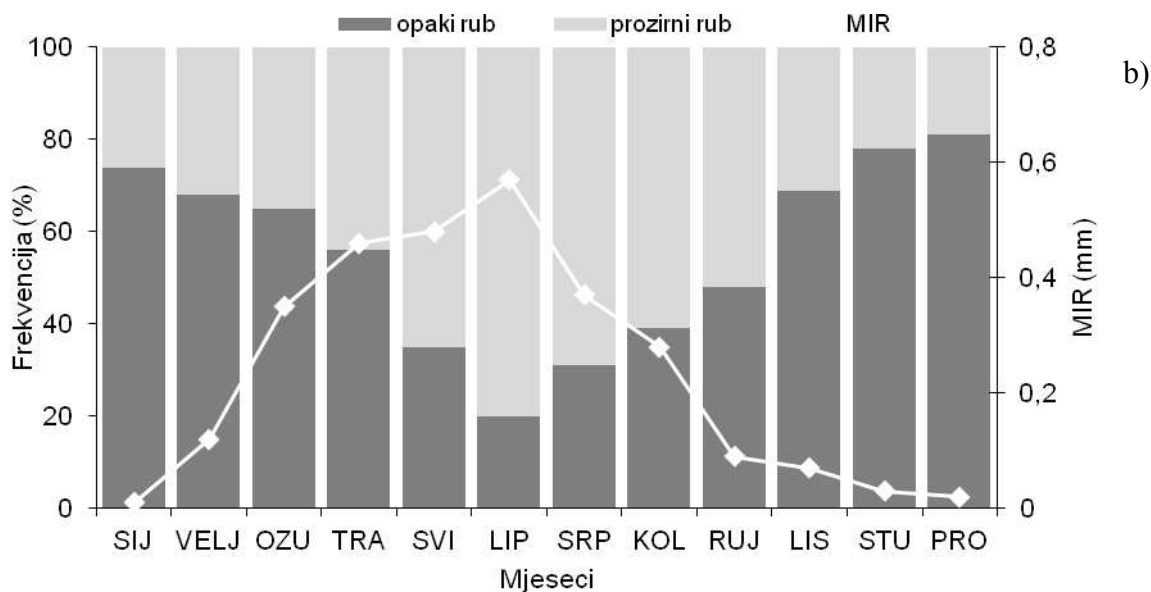
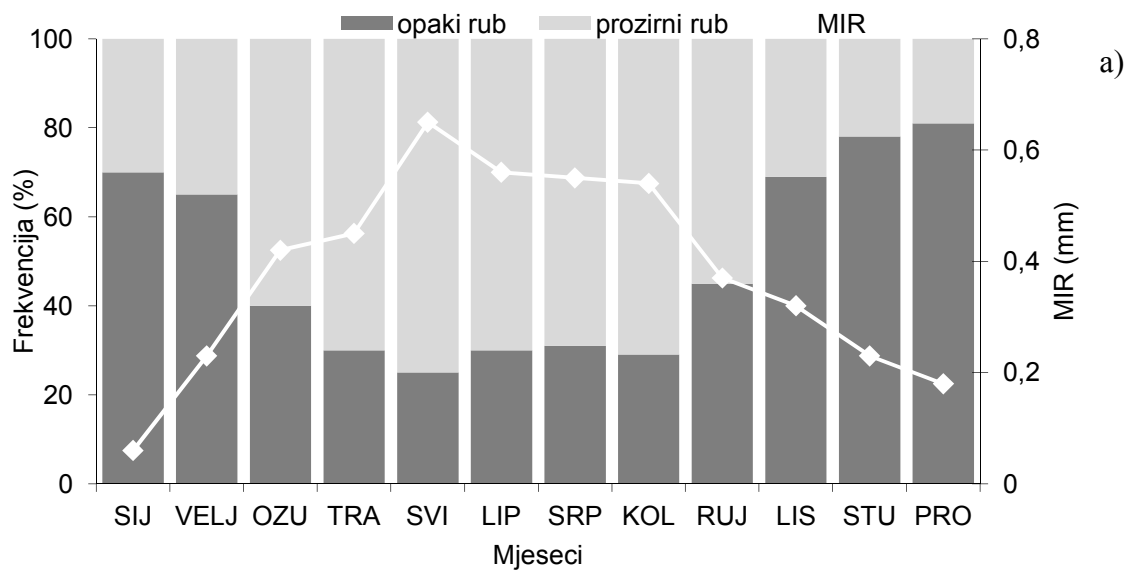
za obje vrste. Štoviše, mjesečni prosječni rubni prirast pokazao je jedan minimum u svibnju kod trlje od blata i jedan u lipnju kod trlje od kamena te potvrdio formiranje jednog prstena godišnje (Slika 3.2.6.3.a i 3.2.6.3.b). Analiza mjerenja udaljenosti pokazala je da se prvi pravilni prsten pojavljuje na udaljenosti od 0,75 mm ( $\pm 0,095$  SD) od jezgre otolita i starosti riba od oko 0,88 godine za trlju od blata, te na udaljenosti od 0,78 mm ( $\pm 0,104$  SD) od jezgre otolita i starosti riba od oko 0,83 godine za trlju od kamena. Od rujna do travnja ravnomjerno opada postotak prozirnih prstenova i u tom razdoblju dolazi do stvaranja opakih rubova.



**Slika 3.2.6.1.** Otolit trlje od blata, *Mullus barbatus* s označenom opakom zonom i hijalnim prstenovima (crne strelice) (Lt =17,49; starost = 3 godine).



**Slika 3.2.6.2.** Otolit trlje od kamena, *Mullus surmuletus* s označenom opakom zonom i hijalnim prstenovima (crne strelice) (Lt =28,10 cm; starost = 4 godine).



**Slika 3.2.6.3.** Zastupljenost opakih i hijalinih prstenova na rubu otolita a) trlje od blata, *Mullus barbatus* i b) trlje od kamena, *Mullus surmuletus* s prikazanim mjesečnim srednjim vrijednostima marginalnog prirasta (MIR).

Najstarije ženke su imale 5 godina, a najstariji mužjaci 4 godine, kako kod trlje od blata, tako i kod trlje od kamena (Tablica 3.2.6.1.; 3.2.6.2.). U ukupnom su uzorku trlje od blata i trlje od kamena bile najzastupljenije jedinke starosti 1 godine ( $N_{M.B.} = 156$ ;  $N_{M.S.} = 164$ ) i 2 ( $N_{M.B.} = 303$ ;  $N_{M.S.} = 136$ ), s odgovarajućim rasponom ukupne dužine tijela od 8,3 do 16,6 cm za trlju od blata i od 6,8 do 22,9 cm za trlju od kamena iako je za očekivati da bi u ukupnom uzorku trebale dominirati jedinke starosti 0 godina. Navedeno odstupanje je iz razloga što



primjerci iz ovog rada potječu iz godspodarskih lovina (iskrcanih jedinki), te su jedinke 0 klase odbačene kao prilov. U jadranskoj populaciji obiju vrsta Mullidae dominiraju ženke starosti od 2 i 3 godine ( $N_{M.B.} = 207$ ;  $N_{M.S.} = 98$ ) i mušjaci starosti od 1 i 2 godine ( $N_{M.B.} = 282$ ;  $N_{M.S.} = 174$ ). Ženke starije od četiri godine, kao i mušjaci stariji od tri godine su bili slabo zastupljeni u populacijama obiju vrsta trlja.

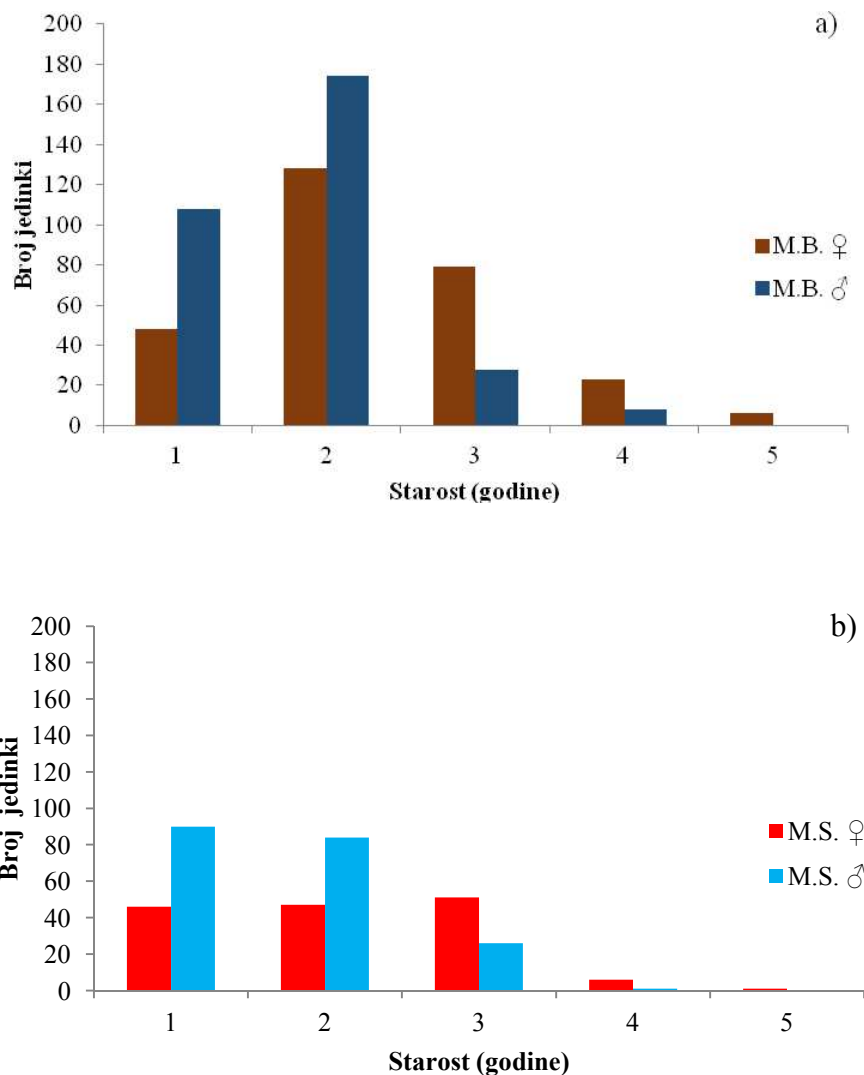
**Tablica 3.2.6.1.** Broj jedinki (N) i srednje vrijednosti ( $\pm$  SD) ukupne dužine tijela ženki, mušjaka i ukupnog uzorka trlje od blata, *Mullus barbatus* uz pripadajući starosni razred i raspon ukupne dužine tijela.

Starosni razred (god)	Ženke		Mušjaci		Ukupni uzorak		Raspon ukupne dužine tijela (cm)
	N	$\bar{x} \pm \sigma$	N	$\bar{x} \pm \sigma$	N	$\bar{x} \pm \sigma$	
1	48	11,68 $\pm$ 1,25	108	11,41 $\pm$ 1,30	156	11,49 $\pm$ 1,29	8,3 - 13,1
2	128	14,44 $\pm$ 0,85	174	13,79 $\pm$ 1,05	303	14,06 $\pm$ 1,03	11,8 - 16,6
3	79	16,54 $\pm$ 0,87	28	16,10 $\pm$ 0,79	107	16,43 $\pm$ 0,87	14,7 - 18,6
4	23	18,86 $\pm$ 0,88	8	18,69 $\pm$ 0,68	31	18,81 $\pm$ 0,83	17,0 - 20,5
5	6	20,83 $\pm$ 0,71	-	-	6	20,83 $\pm$ 0,71	19,9 - 22,0

**Tablica 3.2.6.2.** Broj jedinki (N) i srednje vrijednosti ( $\pm$  SD) ukupne dužine tijela ženki, mušjaka i ukupnog uzorka trlje od kamena, *Mullus surmuletus* uz pripadajući starosni razred i raspon ukupne dužine tijela.

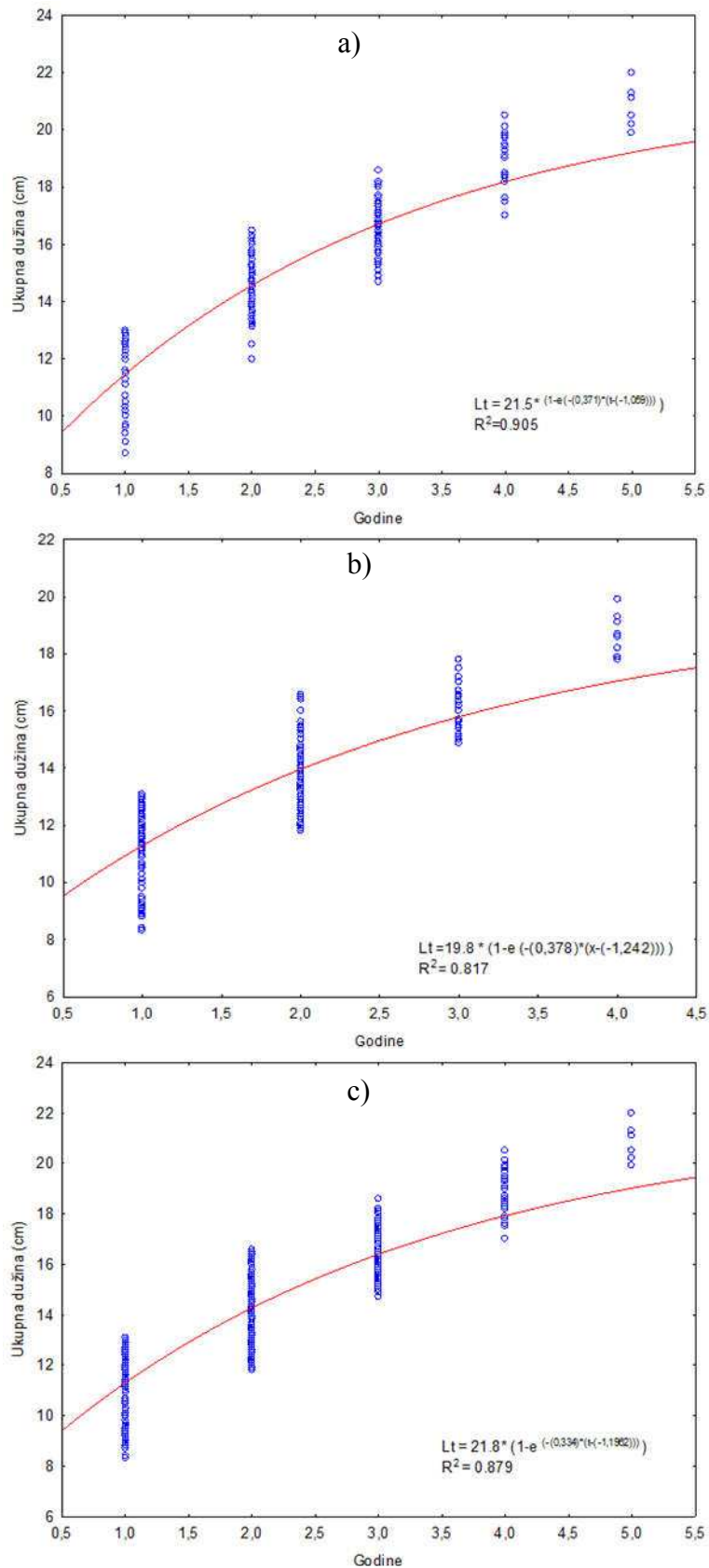
Starosni razred (god)	Ženke		Mušjaci		Ukupni uzorak		Raspon ukupne dužine tijela (cm)
	N	$\bar{x} \pm \sigma$	N	$\bar{x} \pm \sigma$	N	$\bar{x} \pm \sigma$	
1	46	14,73 $\pm$ 1,38	90	13,97 $\pm$ 2,39	164	13,51 $\pm$ 2,76	6,8 - 17,0
2	47	18,78 $\pm$ 1,97	84	18,96 $\pm$ 1,69	136	18,80 $\pm$ 1,85	14,2 - 22,9
3	51	24,71 $\pm$ 1,85	26	23,85 $\pm$ 1,71	78	24,39 $\pm$ 1,86	20,3 - 28,1
4	6	28,40 $\pm$ 0,99	1	-	7	28,43 $\pm$ 0,92	27,5 - 30,1
5	1	-	-	-	1	-	32,9 - 32,9

S obzirom na oblik raspodjele u prva dva starosna razreda mušjaci su bili brojniji od ženki, dok je pri starostima većim od dvije godine situacija bila obrnuta kako kod trlje od blata, tako i kod trlje od kamena (Slika 3.2.6.4.a i b). Također, u starosnom razredu od 5 godina su bile zastupljene samo ženke kod obe vrste.



**Slika 3.2.6.4.** Zastupljenost starosnih razreda (1 – 5) ženki i mužjaka a) trlje od blata, *Mullus barbatus* (M.B.) i b) trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (M.S). Korištene su sljedeće oznake za spol: mužjaci ♂, ženke ♀.

Rast trlje od blata je opisan von Bertalanffyevom jednadžbom rasta te su dobivene krivulje rasta za ženke (Slika 3.2.6.5.a), mužjake (Slika 3.2.6.5.b) i ukupni uzorak (Slika 3.2.6.5.c). Također, rast trlje od kamena je opisan von Bertalanffyevom jednadžbom rasta te su dobivene krivulje rasta za ženke (Slika 3.2.6.6.a), mužjake (Slika 3.2.6.6.b) i ukupni uzorak (Slika 3.2.6.6.c).



Slika 3.2.6.5. Krivulje rasta za a) ženke i b) mužjake i c) ukupni uzorak trlje od blata, *Mullus barbatus* u istočnom Jadranu.

U Tablici 3.2.6.3. su prikazane vrijednosti parametara dobivene korištenjem von Bertalanffyevog modela rasta za ženke, mužjake i ukupni uzorak trlje od blata kao i vrijednosti parametra  $\Phi'$ . Prema dobivenim vrijednostima stope rasta (K) proizlazi da je rast ženki nešto brži od rasta mužjaka. Zabilježena je veća asimptotska vrijednost dužine kod ženki, što je zapravo posljedica i većih ukupnih dužina tijela ženki trlje od blata u ukupnom uzorku.

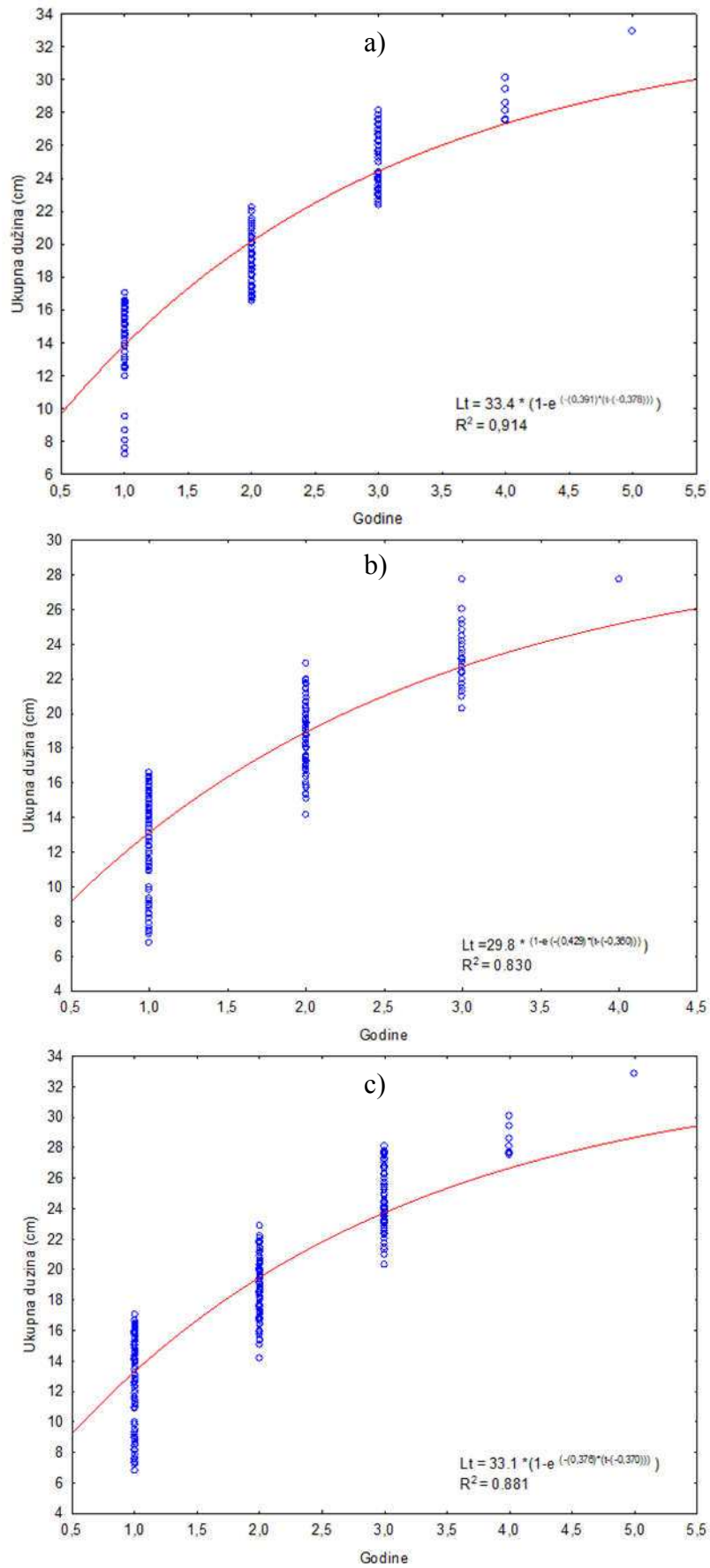
**Tablica 3.2.6.3.** Vrijednosti parametara ( $\pm$  SE) za ženke (N = 151), mužjake (N = 201) i ukupni uzorak (N = 386) trlje od blata, *Mullus barbatus* dobivene korištenjem von Bertalanffyevog modela rasta.

Parametri	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
$L_{\infty}$	21,50 $\pm$ 1,47	19,80 $\pm$ 1,30	21,80 $\pm$ 1,83
K	0,37 $\pm$ 0,01	0,38 $\pm$ 0,02	0,33 $\pm$ 0,01
$t_0$	-1,06 $\pm$ 0,09	-1,24 $\pm$ 0,12	-1,20 $\pm$ 0,07
R <sup>2</sup>	0,905	0,817	0,879
$\Phi'$	2,08	2,01	2,03

U Tablici 3.2.6.4. su prikazane vrijednosti parametara dobivene korištenjem von Bertalanffyevog modela rasta za ženke, mužjake i ukupni uzorak trlje od kamena kao i vrijednosti parametra  $\Phi'$ . Prema dobivenim vrijednostima stope rasta (K) proizlazi da trlja od kamena raste brže od trlje blatarice, te da je rast ženki obje vrste nešto brži od rasta mužjaka. Također, zabilježena je veća asimptotska vrijednost dužine kod ženki, što je zapravo posljedica i većih ukupnih dužina tijela ženki obje trlje u ukupnom uzorku.

**Tablica 3.2.6.4.** Vrijednosti parametara ( $\pm$  SE) za ženke (N = 151), mužjake (N = 201) i ukupni uzorak (N = 386) trlje od kamena, *Mullus surmuletus* dobivene korištenjem von Bertalanffyevog modela rasta.

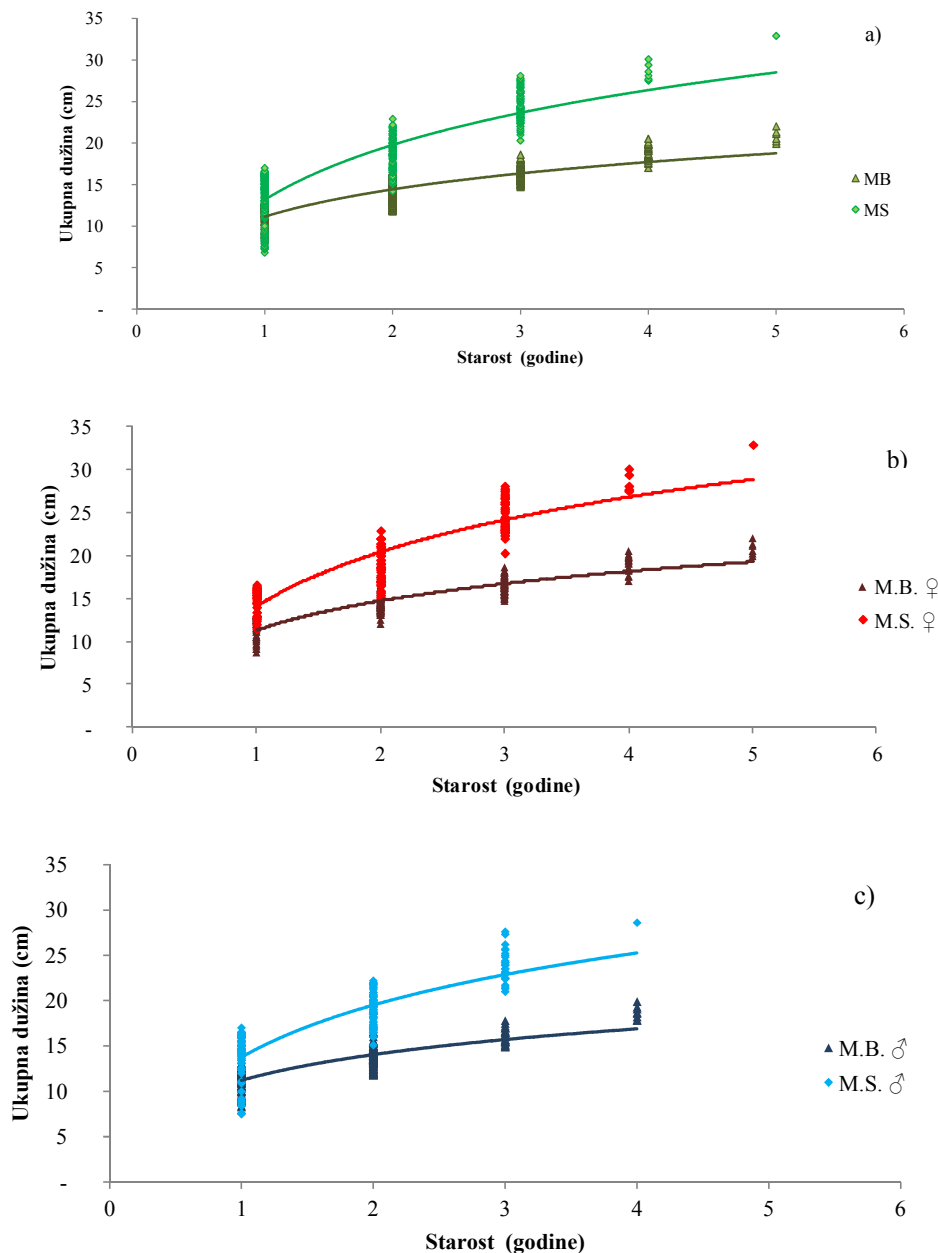
C	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
$L_{\infty}$	33,4 $\pm$ 2,97	29,8 $\pm$ 2,70	33,1 $\pm$ 3,13
K	0,391 $\pm$ 0,016	0,429 $\pm$ 0,022	0,376 $\pm$ 0,012
$t_0$	-0,378 $\pm$ 0,085	-0,360 $\pm$ 0,090	-0,370 $\pm$ 0,060
R <sup>2</sup>	0,914	0,830	0,881
$\Phi'$	2,08	2,01	2,03



**Slika 3.2.6.6.** Krivulje rasta za a) ukupni uzorak b) ženke i c) mužjake trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u istočnom Jadranu.

Rezultati Hotelling  $T^2$ -testa su ukazali na statistički značajnu razliku u krivuljama rasta, odnosno u samom rastu između ženki i mužjaka trlje od blata ( $T^2 = 128,13 > T_{20; 0,05; 3; 14,574}$ ) te trlje od kamena ( $T^2 = 326,04 > T_{20; 0,05; 3; 14,574}$ ).

Usporedne razlike rasta trlje od blata i trlje od kamena za ženke (Slika 3.2.6.7.a), mužjake (Slika 3.2.6.7.b) i ukupni uzorak (Slika 3.2.6.7.c) ukazuju na brži rast trlje od kamena po spolovima i ukupno.



**Slika 3.2.6.7.** Krivulje rasta za a) ukupni uzorak b) ženke i c) mužjake trlje od blata, *Mullus barbatus* (M.B.) i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (M.S.) u istočnom Jadranu. Korištene su sljedeće oznake za spol: mužjaci ♂, ženke ♀.

Na osnovu utvrđenih vrijednosti rasta kod oba spola i obje vrste dobivene su sljedeće vrijednosti za  $A_{0,95}$  (Tablica 3.2.6.5.). Iz navedenog je dobivena nešto veća dugovječnost trlje od blata iako prema procjenama iz parametara rasta proizlaze da oba spola trlje od kamena žive dulje, i to ženke pola godina dulje od mužjaka kod obje vrste.

**Tablica 3.2.6.5.** Dugovječnost trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* odnosno starost pri kojoj ove vrste dostižu 95% asimptotske vrijednosti dužine Lt.

	trlja od blata	trlja od kamena
Ukupni uzorak	7,88	7,59
Ženke	7,03	7,28
Mužjaci	6,64	6,62

### 3.2.7. Veza između morfometrije otolita i starosti trlje od blata i trlje od kamena

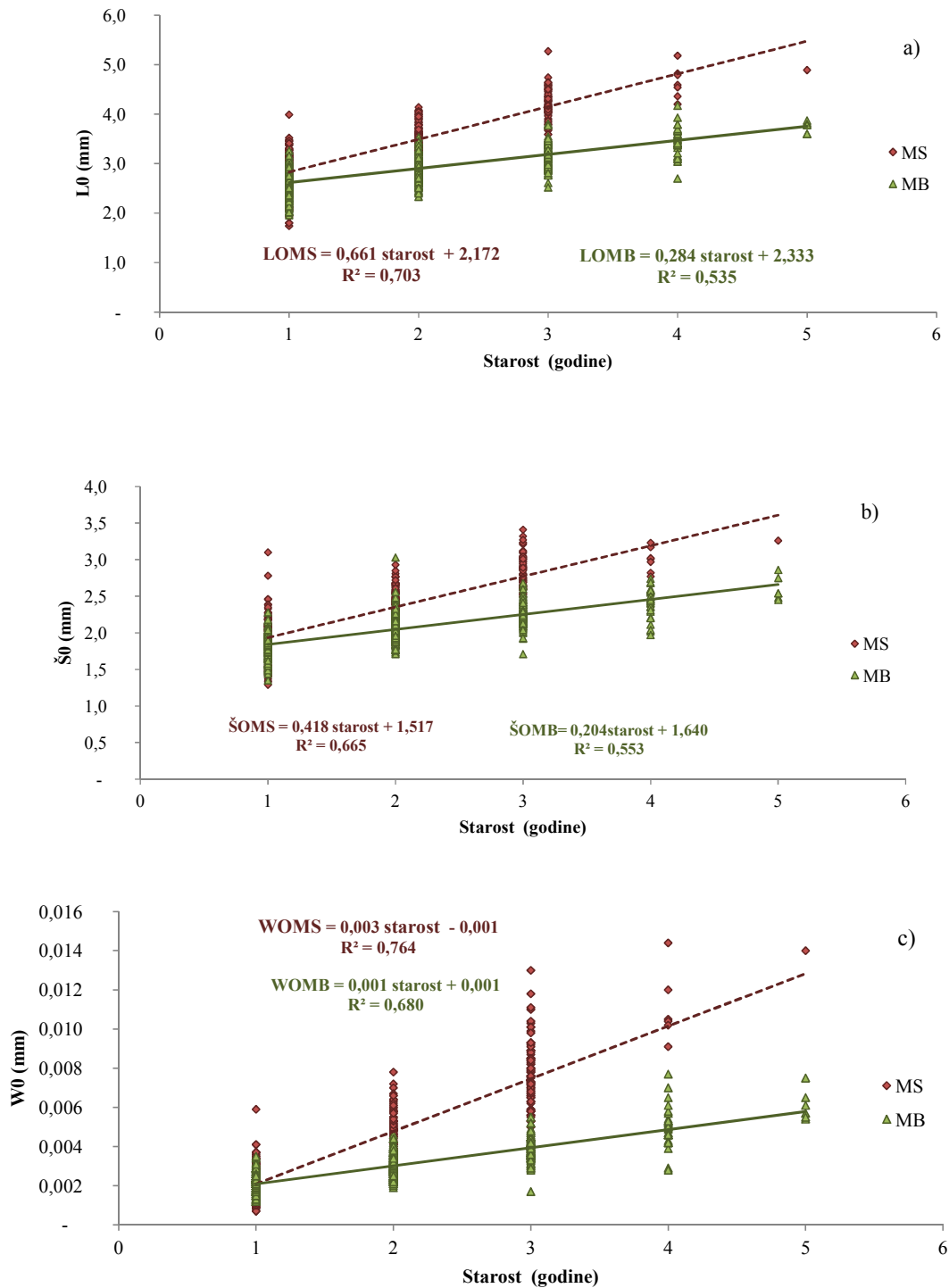
Između mjera otolita (dužine, širine i mase otolita) i u prethodnom potpoglavlju određene starosti trlje od blata (poduzorak od 603 jedinke) i trlje od kamena (poduzorak od 386 jedinki) je utvrđena njihova međusobna linearna veza (Tablica 3.2.7.1)

**Tablica 3.2.7.1.** Vrijednosti parametara a i b te koeficijenta determinacije  $R^2$  linearnog odnosa između mjera otolita i starosti trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (mjera otolita =  $a + b \cdot$  starost ribe).

Mjere otolita	trlja od blata			trlja od kamena		
	A	B	$R^2$	A	B	$R^2$
dužina (mm)	2,3329	0,2842	0,5345	2,1724	0,6605	0,7032
širina (mm)	1,6396	0,2041	0,5528	1,5172	0,418	0,6647
masa (g)	0,0012	0,0009	0,680	0,0006	0,0027	0,7643

Uspoređujući dobivene vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  starost obje vrste trlje se može najbolje procijeniti iz mase otolita, a nakon mase iz širine otolita kod trlje od blata ( $R^2 = 0,5528$ ) i dužine otolita kod trlje od kamena ( $R^2 = 0,7032$ ).

Najbolja korelacija je utvrđena između mase otolita i starosti kako kod trlje od blata ( $R^2 = 0,680$ ), tako i kod trlje od kamena ( $R^2 = 0,7643$ ) (Slika 3.2.7.1.).



**Slika 3.2.7.1.** Odnos a) dužine otolita (LO), b) širine otolita (ŠO) i c) mase otolita (MO) s određenom starosti trlje od blata, *Mullus barbatus* (M.B.) i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (M.S.).



### 3.2.8. Prirodna, ribolovna i ukupna smrtnost kod trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus*

Smrtnost trlje od blata u istočnom Jadranu je analizirana na poduzorku od 603 jedinke kojima je prethodno određena starost (potpoglavlje 3.2.6.). Vrijednosti ukupne (Z), prirodne (M) i ribolovne (F) smrtnosti kao i omjera iskorištavanja (E) su prikazani u Tablici 3.2.8.1. Za ukupni uzorak trlje od blata, vrijednost ukupne smrtnosti je iznosila 1,300, a vrijednost prirodne smrtnosti je predstavljala 34,0% ribolovne smrtnosti. Za mužjake je zabilježen veći ribolovni pritisak, ali i veće vrijednosti prirodne smrtnosti. S druge strane, omjer iskorištavanja je bio najveći za ženke.

**Tablica 3.2.8.1.** Vrijednosti ukupne (Z), prirodne (M) i ribolovne (F) smrtnost i omjera iskorištavanja (E) ženki, mužjaka i ukupnog uzorka trlje od blata, *Mullus barbatus* u istočnom Jadranu.

	Ženke	Mušjaci	Ukupni uzorak
Ukupna smrtnost (Z)	1,042	1,540	1,300
Prirodna smrtnost (M)	0,517	0,526	0,517
Ribolovna smrtnost (F)	0,525	1,014	0,783
Omjer iskorištavanja (E)	0,959	0,658	0,602

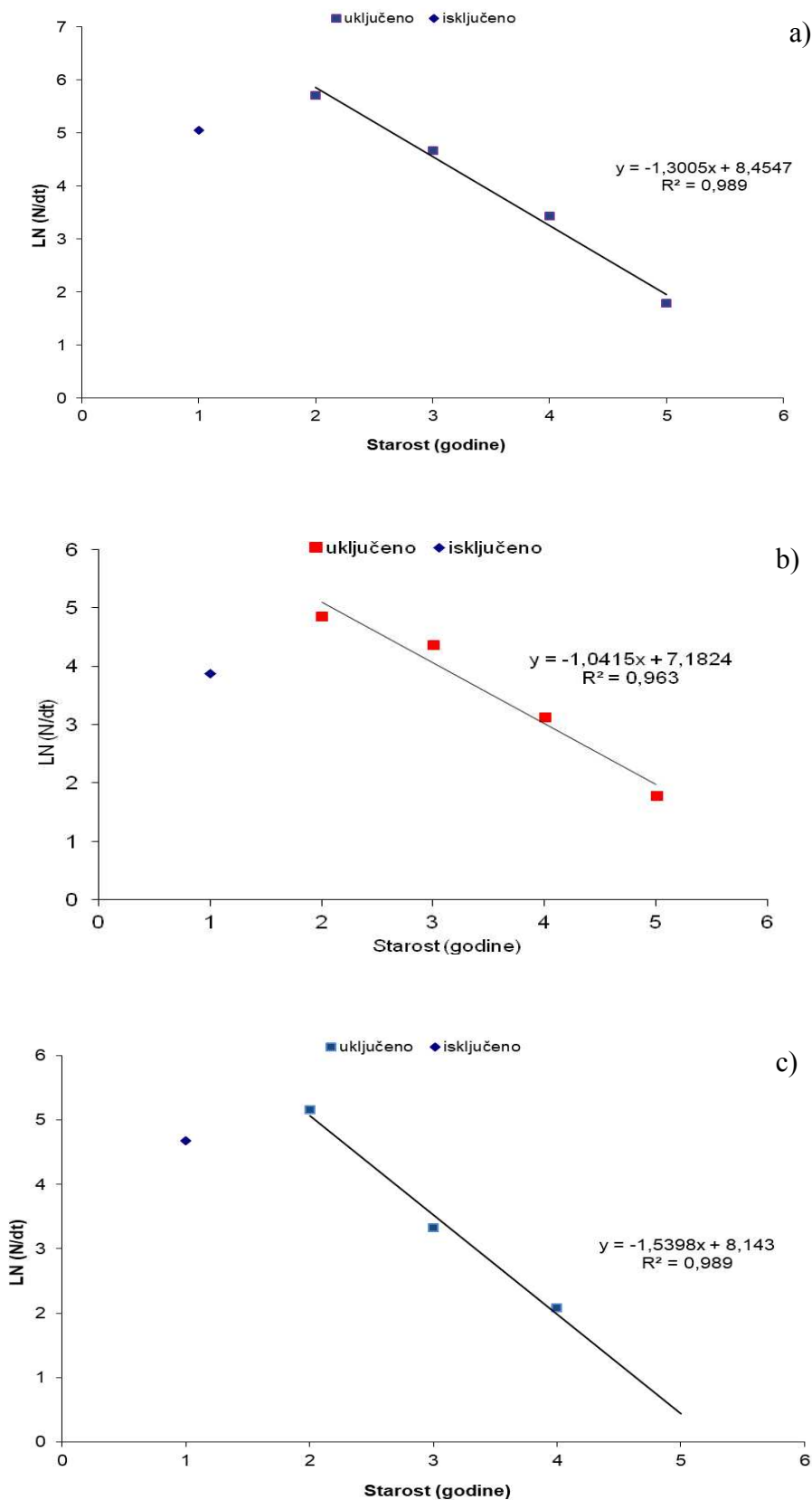
Smrtnost trlje od kamena u istočnom Jadranu je analizirana na poduzorku od 386 jedinki kojima je prethodno određena starost (potpoglavlje 3.2.6.). Vrijednosti ukupne (Z), prirodne (M) i ribolovne (F) smrtnosti kao i omjera iskorištavanja (E) su prikazani u Tablici 3.2.8.2. Za ukupni uzorak trlje od kamena, vrijednost ukupne smrtnosti je iznosila 1,715, a vrijednost prirodne smrtnosti je predstavljala 26,0% ribolovne smrtnosti. Za mužjake je zabilježen veći ribolovni pritisak, ali i veće vrijednosti prirodne smrtnosti, ali i omjer iskorištavanja.

Na Slici 3.2.8.1.a je vidljivo da su jedinke trlje od blata u ukupnom uzorku od druge godine života pod punim ribolovnim iskorištavanjem. Također, i ženke (Slika 3.2.8.1.b) i mužjaci (Slika 3.2.8.1.c) trlje od blata u istočnom Jadranu su od druge godine bili pod punim ribolovnim iskorištavanjem.

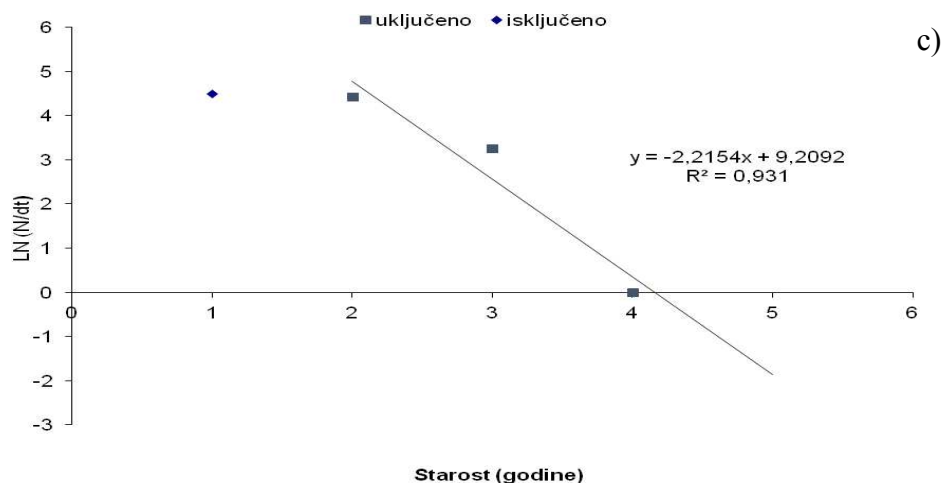
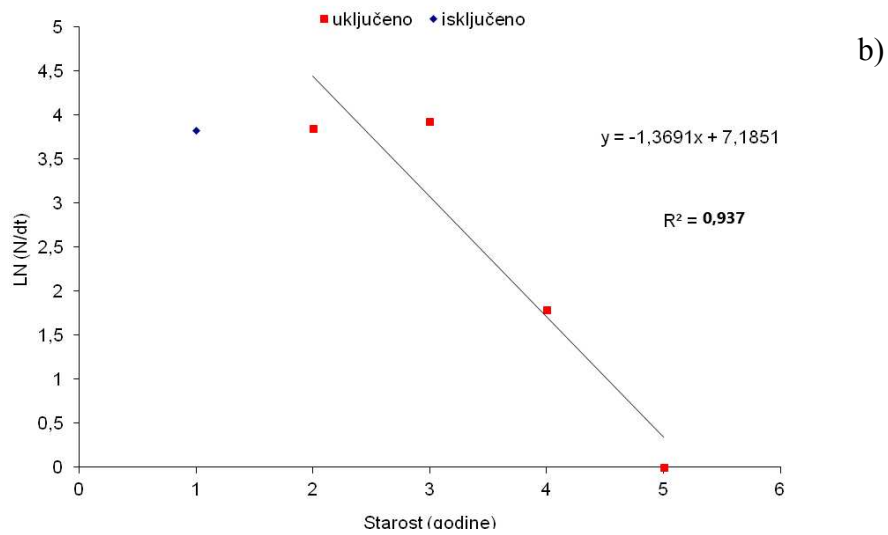
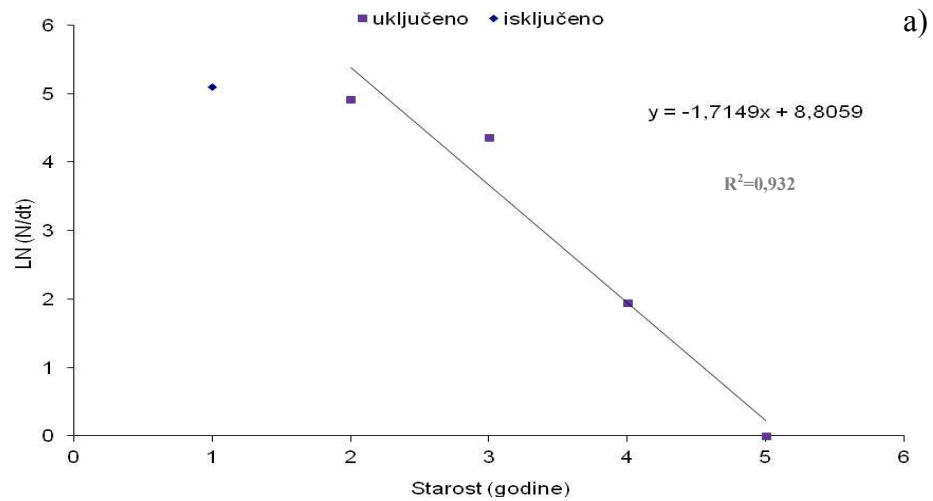
**Tablica 3.2.8.2.** Vrijednosti ukupne (Z), prirodne (M) i ribolovne (F) smrtnost i omjera iskorištavanja (E) ženki, mužjaka i ukupnog uzorka trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u istočnom Jadranu.

	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
Ukupna smrtnost (Z)	1,369	2,215	1,715
Prirodna smrtnost (M)	0,721	0,745	0,728
Ribolovna smrtnost (F)	0,648	1,470	0,987
Omjer iskorištavanja (E)	0,473	0,663	0,576

Na Slici 3.2.8.2.a je vidljivo da su jedinke trlje od kamena u ukupnom uzorku od druge godine života pod punim ribolovnim iskorištavanjem. Također, i ženke (Slika 3.2.8.2.b) i mužjaci (Slika 3.2.8.2.c) trlje od kamena u istočnom Jadranu su od druge godine bile pod punim ribolovnim iskorištavanjem.



**Slika 3.2.8.1.** a) Ukupna smrtnost (Z) jedinki a) ukupnog uzorka, b) ženki i c) mužjaka trlje od blata, *Mullus barbatus* u istočnom Jadranu.



**Slika 3.2.8.2.** Ukupna smrtnost (Z) a) ukupnog uzorka, b) ženki i c) mužjaka trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u istočnom Jadranu.

### **3.3. TRLJE KAO INDIKATORI PROMJENE U STANIŠTIMA**

#### **3.3.1. Rasprostranjenost uzduž istočne obale Jadrana**

Prostorna raspodjela trlje od blata prema podacima sakupljenim u ovom radu i onima korištenim u ovom radu koji proizlaze iz ekspedicije MEDITS (Institut za oceanografiju i ribarstvo) pokazuje kako je ova vrsta široko rasprostranjena na čitavom istraživanom području, a posebno na području otvorenog srednjeg Jadrana, od Blitvenice prema sjeveru, uz obalu Dugog otoka (zone B i C), te u kanalskim područjima srednjeg Jadrana (zona G).

Trlja od kamena je najrasprostranjenija u otvorenom srednjem Jadranu, od područja Blitvenice prema sjeveru, uz obalu Dugog otoka (zone B i C). Značajnije populacije su zabilježene i u kanalima srednjeg i južnog Jadrana (zone C i G).

#### **3.3.2. Reprodukcijska trlja od blata, *Mullus barbatus* i trlja od kamena, *Mullus surmuletus* u istočnom Jadranu**

Dužine spolnog sazrijevanja ženki i mužjaka trlje od blata te vrijeme mrijesta ove vrste u Jadranu su analizirane na 595 jedinki raspona ukupne dužine tijela od 8,3 do 22,0 cm ( $14,15 \pm 2,34$  cm). Odabrani poduzorak se sastojao od 283 ženke (47,56%) i 312 mužjaka (52,44%). Ukupna dužina tijela ženki je bila u rasponu od 8,7 do 22,0 cm ( $15,05 \pm 2,34$  cm), a mužjaka od 8,3 do 19,9 cm ( $13,3 \pm 2,01$  cm).

Dužine spolnog sazrijevanja ženki i mužjaka trlje od kamena te vrijeme mrijesta ove vrste u Jadranu je analizirano na 345 jedinki raspona ukupne dužine tijela od 7,5 do 32,9 cm ( $18,61 \pm 4,60$  cm). Odabrani poduzorak se sastojao od 149 ženki (43,19%) i 196 mužjaka (56,81%). Ukupna dužina tijela ženki je bila u rasponu od 11,5 do 32,9 cm ( $20,09 \pm 4,83$  cm), a mužjaka od 7,5 do 28,6 cm ( $17,49 \pm 4,06$  cm).

#### **3.3.3. Spolno sazrijevanje trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus***

Prijelaz iz nezrelog stadija u stadij sazrijevanja je zabilježen pri ukupnoj dužini tijela od 10 cm za ženke i 11 cm za mužjake trlje od blata (Tablica 3.3.3.1.), za razliku od trlje od kamena kod kojih mužjaci spolno sazrijevaju pri dužini tijela od 11 cm, a ženke pri dužini tijela od 12 cm (Tablica 3.3.3.2.). Pri ukupnoj dužini tijela  $> 15,0$  cm sve su ženke bile spolno zrele, a mužjaci pri ukupnoj dužini tijela  $> 16$  cm, kod obje vrste.

**Tablica 3.3.3.1.** Broj (N) i postotak nezrelih i zrelih ženki i mužjaka trlje od blata, *Mullus barbatus* u odnosu na ukupnu dužinu tijela analiziranih jedinki.

	<i>Mullus barbatus</i> ♂				<i>Mullus barbatus</i> ♀			
	N		%		n		%	
dužina	Nezreli	Zreli	Nezreli	Zreli	Nezreli	Zreli	Nezreli	Zreli
10-11	18	0	100,00%	0,00%	6	1	85,71%	14,29%
11-12	20	15	57,14%	42,86%	3	6	33,33%	66,67%
12-13	15	51	22,73%	77,27%	9	20	31,03%	68,97%
13-14	7	82	7,87%	92,13%	6	39	13,33%	86,67%
14-15	1	69	1,43%	98,57%	2	62	3,13%	96,88%
15-16	2	50	3,85%	96,15%	1	70	1,41%	98,59%
16-17	1	45	2,17%	97,83%	0	51	0,00%	100,00%
17-18	0	19	0,00%	100,00%	0	33	0,00%	100,00%

**Tablica 3.3.3.2.** Broj (N) i postotak nezrelih i zrelih ženki i mužjaka trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u odnosu na ukupnu dužinu tijela analiziranih jedinki.

	<i>Mullus surmuletus</i> ♂				<i>Mullus surmuletus</i> ♀			
	N		%		N		%	
Dužina	Nezreli	Zreli	Nezreli	Zreli	Nezreli	Zreli	Nezreli	Zreli
11-12	5	2	71,43%	28,57%	0	4	0,00%	100,00%
12-13	18	6	75,00%	25,00%	1	14	6,67%	93,33%
13-14	14	29	32,56%	67,44%	2	12	14,29%	85,71%
14-15	2	42	4,55%	95,45%	0	19	0,00%	100,00%
15-16	4	47	7,84%	92,16%	2	37	5,13%	94,87%
16-17	1	61	1,61%	98,39%	0	38	0,00%	100,00%
17-18	0	41	0,00%	100,00%	0	27	0,00%	100,00%

### 3.3.4. Mrijest trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus*

Razvoj gonada ženki i mužjaka je analiziran na temelju makroskopski određenih stadija gonada trlje od blata i trlje od kamena tijekom istraživanja. Promatrajući dobivene podatke analize mjesečnih promjena odnosa stadija zrelosti kod oba spola trlje od blata vidljivo je da se jedinke u stadiju oporavka (2b) javljaju tijekom cijele godine (osim u lipnju), a dominantno od listopada do travnja što se djelomično preklapa sa stadijem sazrijevanja (2c) koji se odvija od siječnja do travnja, a potom se u svibnju javlja mrijest (stadij 3) koji traje sve do srpnja (Tablica 3.3.4.1.). U srpnju su zastupljene i izmriještene (stadij 4a) i spolno zrele jedinke (stadij 3). Nakon razdoblja mrijesta javlja se stadij 4 koji obuhvaća izmriještene jedinke (4a) i one u fazi mirovanja (4b). Navedeni stadij se javlja do rujna, nakon čega se jedinke ponovno oporavljaju (2b) i pripremaju za idući mrijest (2c).

**Tablica 3.3.4.1.** Broj ženki i mužjaka trlje od blata, *Mullus barbatus* kroz mjesece, s gonadama u različitim stadijima razvoja (I – IV).

Mjeseci	Broj ženki							Broj mužjaka						
	1	2a	2b	2c	3	4a	4b	1	2a	2b	2c	3	4a	4b
siječani		3	21	12						12	9			
Veljača	1	1	14	5				1	1	22	3	1		
Ožujak			15	3		6			3	8	7		6	
travanj			17	3					1	24	38			
svibanj		1	1	7	12	1			5	2	4	4		
lipanj					25				1			7	3	1
srpanj			1		4	19				2		8	7	9
kolovoz		3	1			17	7		12	1		1	18	11
Rujan		10	2				7		35	1			2	3
listopad			31				1			7				
studeni		2	9						2	4				
prosinac	1	3	16			1			1	18	7			1
UKUPNO	2	23	128	30	41	44	15	1	61	100	68	21	36	25

Promatrajući dobivene podatke analize mjesečnih promjena odnosa stadija zrelosti kod oba spola trlje od kamena vidljivo je da se gonade jedinki u stadiju oporavka (2b) javljaju u razdoblju od studenog do ožujka (Tablica 3.3.4.2). Najveći broj jedinki s gonadama u

sazrijevanju (stadij 2c) je kod oba spola zabilježen od veljače do travnja dok je najveći broj spolno zrelih jedinki (stadij 3) zabilježen u svibnju i lipnju. Nakon razdoblja mrijesta javlja se stadij 4 koji obuhvaća izmriještene jedinke (4a) i one u fazi mirovanja (4b). Najveći broj jedinki u stadiju 4a je za ženke zabilježen u kolovozu, a za mužjake u srpnju, nakon čega u rujnu i listopadu kod oba spola slijedi stadij mirovanja (4b), a potom slijedi oporavak (stadij 2b) i priprema za idući mrijest (stadij 2c).

Na temelju utvrđenih podataka može se pretpostaviti da se mrijest kod oba spola trlje od blata odvija od svibnja do srpnja, a trlje od kamena od travnja do svibnja.

**Tablica 3.3.4.2.** Broj ženki i mužjaka trlje od kamena, *Mullus surmuletus* kroz mjesece, s gonadama u različitim stadijima razvoja (I – IV).

Mjeseci	Broj ženki							Broj mužjaka						
	1	2a	2b	2c	3	4a	4b	1	2a	2b	2c	3	4a	4b
siječani		3	9						6	10	3	1		
veljača			6	4						2	15	3		
ožujak			3	4	1	4				6	12	3	3	
travanj				2	1						21			
svibanj				1	21	9	1		1		3	6	3	1
lipanj				1	4	8	1					9	3	
srpanj			3		2						2	1	11	
kolovoz						17			15					4
rujan			4			2	4							16
listopad						2	7		2			1		13
studeni		1	9								1			7
prosinac		2	8	1		4				2	9	1		
UKUPNO	0	6	42	13	29	46	13	0	24	20	66	25	20	41

Vrijednosti gonadosomatskog indeksa su se nalazile u rasponu od 0,10 do 8,11 za ženke trlje od blata te od 0,04 do 3,79 za mužjake trlje od blata, dok su se vrijednosti gonadosomatskog indeksa nalazile u rasponu od 0,02 do 9,02 za ženke trlje od kamena, te od 0,01 do 6,81 za mužjake trlje od kamena (Tablice 3.3.4.3. i 3.3.4.4.).



**Tablica 3.3.4.3.** Raspon i srednje vrijednosti ( $\pm$  SD) gonadosomatskog indeksa ženki i mužjaka trlje od blata, *Mullus barbatus* tijekom istraživanja.

Mjeseci	Ženke			Mužjaci		
	N	Raspon	$\bar{x} \pm \sigma$	N	Raspon	$\bar{x} \pm \sigma$
Siječanj	36	0,25 – 1,08	0,70 $\pm$ 0,18	21	0,20 – 2,27	0,76 $\pm$ 0,51
Veljača	21	0,14 – 4,09	1,11 $\pm$ 0,78	28	0,28 – 1,45	0,83 $\pm$ 0,31
Ožujak	24	0,27 – 1,77	0,93 $\pm$ 0,34	24	0,29 – 1,58	0,81 $\pm$ 0,35
Travanj	20	0,56 – 2,39	1,35 $\pm$ 0,51	41	0,23 – 2,98	1,32 $\pm$ 0,62
Svibanj	22	0,86 – 8,11	4,29 $\pm$ 2,32	37	0,16 – 3,79	1,42 $\pm$ 0,68
Lipanj	25	2,01 – 16,27	8,18 $\pm$ 3,02	12	0,12 – 2,09	1,01 $\pm$ 0,46
Srpanj	24	0,75 – 3,59	1,38 $\pm$ 0,58	26	0,07 – 2,11	0,73 $\pm$ 0,48
Kolovoz	28	0,15 – 0,90	0,56 $\pm$ 0,21	43	0,11 – 1,09	0,36 $\pm$ 0,20
Rujan	19	0,09 – 0,78	0,27 $\pm$ 0,20	40	0,05 – 0,57	0,14 $\pm$ 0,10
Listopad	32	0,18 – 1,69	0,61 $\pm$ 0,28	7	0,04 – 0,95	0,56 $\pm$ 0,29
Studen	11	0,32 – 1,40	0,72 $\pm$ 0,33	6	0,19 – 0,39	0,32 $\pm$ 0,07
Prosinac	21	0,10 – 0,71	0,40 $\pm$ 0,16	27	0,14 – 1,86	0,49 $\pm$ 0,33

**Tablica 3.3.4.4.** Raspon i srednje vrijednosti ( $\pm$  SD) gonadosomatskog indeksa ženki i mužjaka trlje od kamena, *Mullus surmuletus* tijekom istraživanja.

Mjeseci	Ženke			Mužjaci		
	N	Raspon	$\bar{x} \pm \sigma$	N	Raspon	$\bar{x} \pm \sigma$
Siječanj	12	0,21 – 0,78	0,44 $\pm$ 0,16	20	0,09 – 2,31	0,69 $\pm$ 0,63
Veljača	9	0,70 – 1,90	1,19 $\pm$ 0,39	20	1,19 – 6,81	1,50 $\pm$ 1,24
Ožujak	8	0,35 – 1,05	0,70 $\pm$ 0,22	21	0,24 – 3,96	1,72 $\pm$ 1,03
Travanj	33	0,26 – 5,70	2,25 $\pm$ 1,52	29	0,82 – 3,63	2,13 $\pm$ 0,73
Svibanj	3	4,23 – 9,02	6,31 $\pm$ 2,01	22	0,05 – 2,38	0,68 $\pm$ 0,46
Lipanj	14	0,42 – 2,52	0,84 $\pm$ 0,53	7	0,20 – 0,83	0,43 $\pm$ 0,21
Srpanj	5	0,13 – 2,90	1,09 $\pm$ 0,97	3	0,40 – 1,13	0,66 $\pm$ 0,33
Kolovoz	17	0,23 – 1,15	0,51 $\pm$ 0,20	7	0,12 – 0,42	0,24 $\pm$ 0,10
Rujan	10	0,02 – 1,13	0,30 $\pm$ 0,36	31	0,01 – 0,22	0,07 $\pm$ 0,06
Listopad	9	0,04 – 1,24	0,31 $\pm$ 0,35	16	0,01 – 0,69	0,12 $\pm$ 0,17
Studen	11	0,09 – 1,25	0,38 $\pm$ 0,33	8	0,08 – 0,85	0,27 $\pm$ 0,23
Prosinac	18	0,15 – 1,47	0,47 $\pm$ 0,33	12	0,35 – 2,75	0,98 $\pm$ 0,70

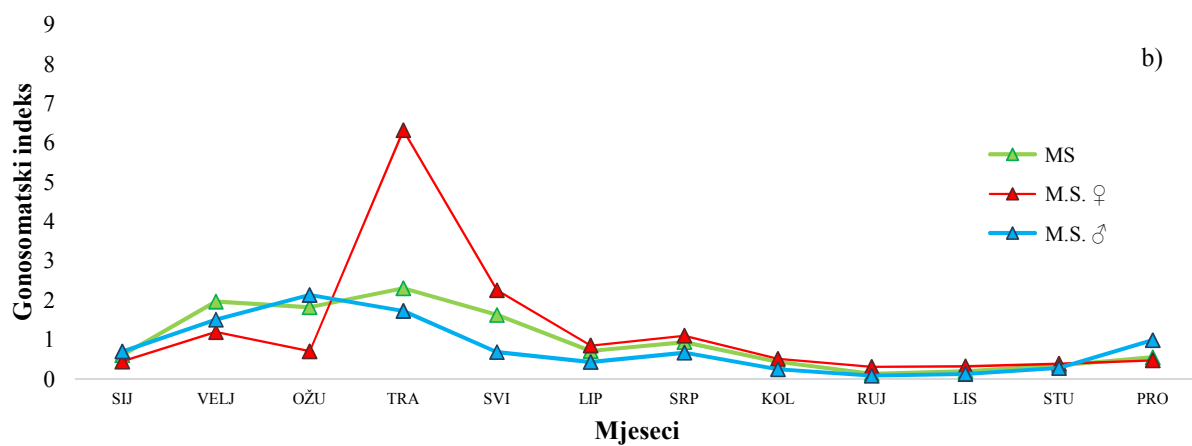
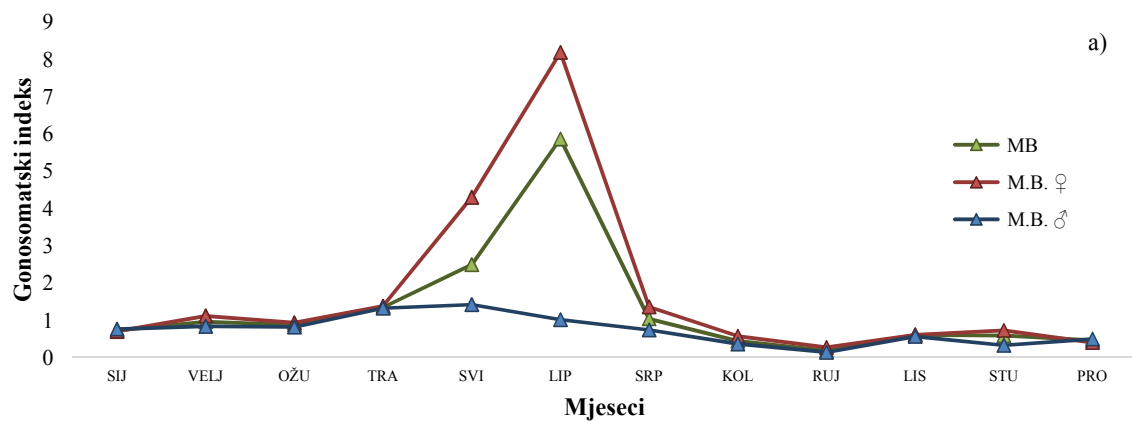
Srednja vrijednost gonadosomatskog indeksa za ženke trlje od blata ( $1,72 \pm 2,52$ ) je bila statistički značajno veća od srednje vrijednosti za mužjake ( $0,76 \pm 0,60$ ) (t test,  $P < 0,05$ ). Srednja vrijednost ovog indeksa za ženke trlje od kamena ( $1,07 \pm 1,34$ ) nije bila statistički značajno veća od srednje vrijednosti za mužjake ( $1,01 \pm 1,06$ ) (t test,  $P > 0,05$ ).

Analiza vrijednosti gonadosomatskog indeksa za ženke, mužjake i ukupni uzorak je potvrdila da mrijest trlje od blata traje od svibnja do srpnja, s najvišim zabilježenim vrijednostima ovog indeksa u lipnju za ženke, te u svibnju za mužjake (Slika 3.3.4.1.a). Najveći porast vrijednosti ovog indeksa je za ženke zabilježen na prijelazu iz svibnja u lipanj, a za mužjake na prijelazu iz ožujka u travanj. U siječnju i ožujku, te od kolovoza do prosinca za ženke i od siječnja do ožujka, te od srpnja do prosinca za mužjake, vrijednosti gonadosomatskog indeksa su bile ispod 1,00.

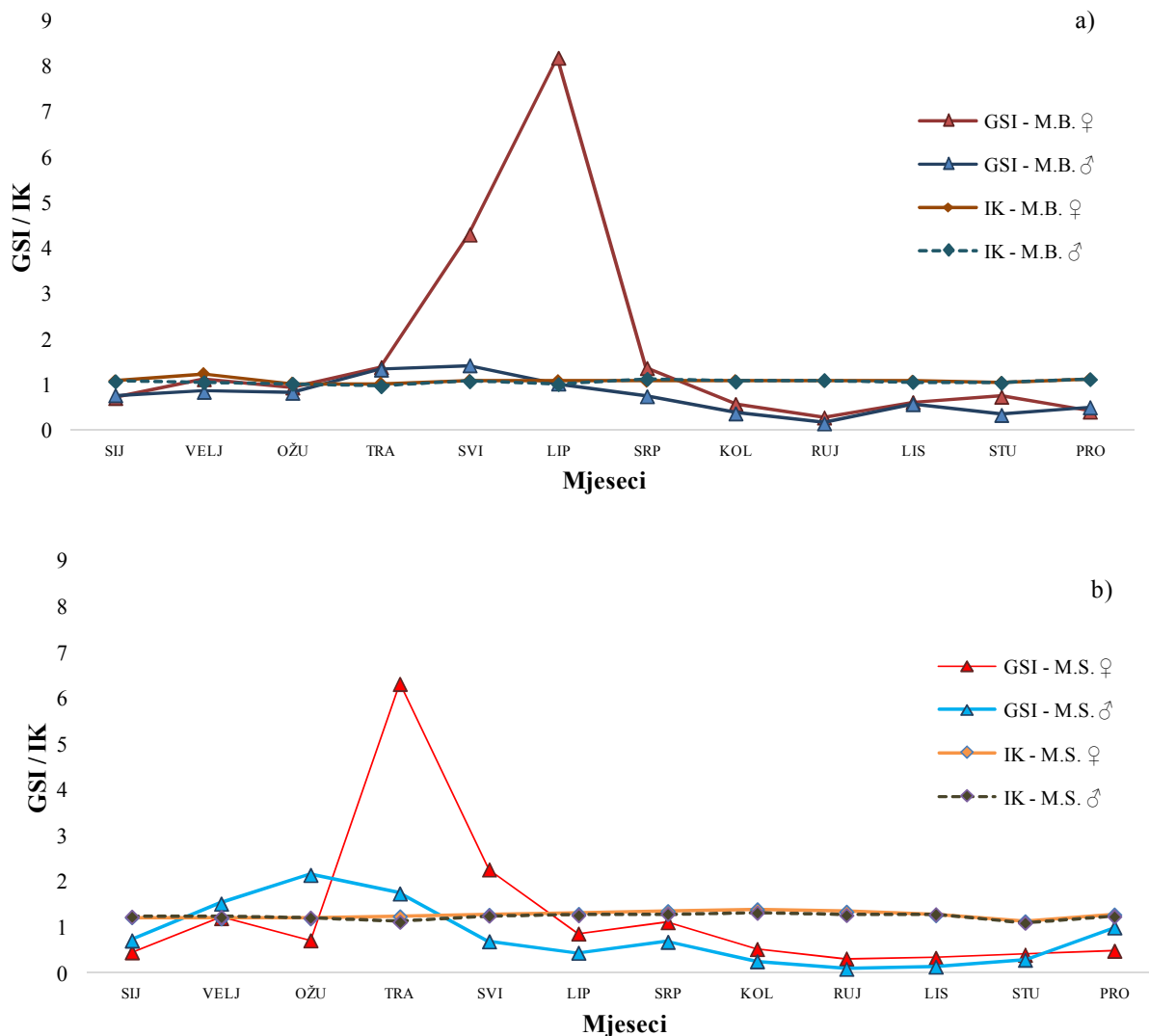
Najviše vrijednosti gonadosomatskog indeksa su zabilježene u svibnju za ženke, te u travnju za mužjake trlje od kamena što se razlikuje od makroskopski određenih stadija gonada prema kojima mrijest trlje od kamena traje od svibnja do lipnja (Slika 3.3.4.1.b). Najveći porast vrijednosti ovog indeksa je za ženke trlje od kamena zabilježen na prijelazu iz travnja u svibanj, a za mužjake na prijelazu iz siječnja u veljaču. U siječnju, ožujku i lipnju, te od kolovoza do prosinca za ženke, te u siječnju i od srpnja do prosinca za mužjake, vrijednosti gonadosomatskog indeksa trlje od kamena su bile ispod 1,00.

Promjene srednjih vrijednosti gonadosomatskog indeksa ženki i mužjaka trlje od blata nisu utjecale na indeks kondicije jedinki oba spola čije su vrijednosti tijekom mjeseci uglavnom bile oko 1,10 (Slika 3.3.4.2.a). Blagi porast vrijednosti indeksa kondicije je uočen kod ženki trlje od blata tijekom veljače.

Promjene srednjih vrijednosti gonadosomatskog indeksa ženki i mužjaka trlje od kamena nisu utjecale na indeks kondicije jedinki oba spola čije su vrijednosti tijekom mjeseci uglavnom bile oko 1,3 (Slika 3.3.4.2.b). Blagi porast vrijednosti indeksa kondicije je uočen kod ženki trlje od kamena od lipnja do rujna. Blagi pad vrijednosti indeksa kondicije je uočen kod mužjaka trlje od kamena tijekom travnja, te kod oba spola tijekom studenog.



**Slika 3.3.4.1.** Promjene srednjih vrijednosti gonadosomatskog indeksa ženki, mužjaka i ukupnog uzorka a) trlje od blata, *Mullus barbatus* (M.B.) b) trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (M.S.). Korištene su sljedeće oznake za spol: mužjaci ♂, ženke ♀.



**Slika 3.3.4.2.** Promjene srednjih vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) i indeksa kondicije (IK) ženki i mužjaka a) trlje od blata, *Mullus barbatus* (M.B.) b) trlje od kamena, *Mullus surmuletus* (M.S.). Korištene su sljedeće oznake za spol: mužjaci ♂, ženke ♀.

### 3.3.5. Histološka analiza gonada trlja *Mullus barbatus* i *Mullus surmuletus*

**Oogeneza.** Tijekom svih sezona uzorkovanja u jajnicima ženki trlje od blata i trlje od kamena pronađene su oocite u različitim stadijima razvoja (Slike 3.3.5.1., 3.3.5.2., 3.3.5.3.). Oogeneza predstavlja razvoj i rast oocita od oogonija pa sve do sazrijevanja. Utvrđeni su sljedeći stadiji oogeneze: stadij primarnog rasta, stadij kortikalnih alveola, stadij vitelogeneze i stadij sazrijevanja.

**Stadij primarnog rasta.** Tijekom stadija previtelogeneze, u jajnicima u ranom razvoju su pronađene oogonije (og) (Slika 3.3.5.3.A) koje se mitotički dijele u primarne oocite.

Primarne oocite, s obzirom na morfologiju jezgre se mogu podijeliti na: oocite u kromatin nukleolus stadiju (cn) i oocite u perinuklearnom stadiju (pn) (Slika 3.3.5.1.A, Slika 3.3.5.2.A).

Oocite u kromatin nukleolus stadiju (cn) su manje veličine, a jezgra (n) im je okrugla s nekoliko vidljivih jezgri (nc) u nukleoplazmi (Slika 3.3.5.3.B). Kako ove oocite rastu, tako im se povećava promjer jezgre i broj jezgri. U njihovoj bazofilnoj citoplazmi nema tragova granula žumanjka. Kod trlje od blata prosječna dužina ovih oocita je iznosila 32,15  $\mu\text{m}$  (SD = 6,75) s rasponom od 20,54 do 44,91  $\mu\text{m}$  (Tablica 3.3.5.1.). Utvrđena prosječna dužina oocita u kromatin nukleolus stadiju kod trlje od kamena je bila 31,09  $\mu\text{m}$  (SD = 7,08), i to raspona od 17,80 do 48,24  $\mu\text{m}$  (Tablica 3.3.5.2.).

Oocite u perinuklearnom stadiju (pn) su veće od prethodno opisanih oocita, a također ih karakterizira bazofilna citoplazma. Tijekom rasta, jezgra se povećava i čini tzv. germinalni vezikul (gv). U ovećaljoj jezgri vidljivo je nekoliko jezgri koje su smještene na periferiji (Slika 3.3.5.3.B). Utvrđena je prosječna dužina ovih oocita od 70,10  $\mu\text{m}$  (SD = 7,60) s rasponom od 54,01 do 86,85  $\mu\text{m}$  kod trlje od blata, te prosječna dužina od 63,67  $\mu\text{m}$  (SD = 8,54) s rasponom od 46,36 do 86,17  $\mu\text{m}$  kod trlje od kamena (Tablica 3.3.5.1. i Tablica 3.3.5.2.).

**Stadij kortikalnih alveola.** S ovim stadijem započinje sekundarni rast oocita. Glavna karakteristika oocita u stadiju kortikalnih alveola (ca) je upravo pojava kortikalnih alveola tj. proteina žumanjka u citoplazmi (Slika 3.3.5.1.B, Slika 3.3.5.2.B, Slika 3.3.5.3.C). Alveole (al) se prvo pojavljuju na rubnom dijelu oocite, a onda u ostalom dijelu što za posljedicu ima postupno smanjenje bazofilnog obojenja citoplazme (Slika 3.3.5.3.C). Citoplazma poprima granulasti izgled, a uočava se i sloj plosnatih folikularnih stanica (fc) (Slika 3.3.5.3.C). Ove oocite su veće i svjetlije u odnosu na prethodno opisane. Njihovo prisutstvo u jajniku ukazuje na početak predstojeće vitelogeneze, odnosno da slijedi sezona mrijesta. Promjer oocita u stadiju kortikalnih alveola je bio u rasponu od 87,16 do 120,08  $\mu\text{m}$ , sa srednjom vrijednošću od 99,98  $\mu\text{m}$  (SD = 8,22) kod trlje od blata (Tablica 3.3.5.1.) te raspona od 76,66 do 109,75  $\mu\text{m}$  sa srednjom vrijednošću od 95,47  $\mu\text{m}$  (SD = 8,55) kod trlje od kamena (Tablica 3.3.5.2.).

**Stadij vitelogeneze.** Sazrijevanjem jajnika dolazi do daljnjeg povećanja oocita uslijed akumulacije granula žumanjka u citoplazmi (Slika 3.3.5.1.C, Slika 3.3.5.2.C i Slika 3.3.5.3.D, E i F). Ove vitelogenske oocite (vo) označavaju aktivan proces vitelogeneze koje karakterizira prisutnost globula žumanjka (yg) i velike kapi lipida (ld) (Slika 3.3.5.3.F). Ovisno o stadiju, razlikuju se rane (evo) (Slika 3.3.5.2.B) i kasne (lvo) vitelogenske oocite (Slika 3.3.5.2.C)

Srednja vrijednost promjera vitelogenskih oocita kod trlje od blata je iznosila 171,67  $\mu\text{m}$  (SD = 22,44), dok se raspon nalazio između 131,07 i 218,67  $\mu\text{m}$  (Tablica 3.3.5.1.). Kod trlje od kamena, prosječna dužina vitelogenskih oocita je bila 160,62  $\mu\text{m}$  (SD = 12,47), i to raspona od 136,84 do 198,19  $\mu\text{m}$  (Tablica 3.3.5.2.).

**Stadij sazrijevanja.** Prisutnost zrelih oocita (mo), koje su spremne za izbacivanje, ukazuje da je vitelogeneza završila i da su jedinke spremne na mrijest (Slika 3.3.5.2.C, Slika 3.3.5.3.E i F). Zrele oocite su prepune žumanjka, a vidljiva je migracija jezgre, odnosno germinalnog vezikula (gvm) prema animalnom polu (Slika 3.3.5.3.E). Prisutstvo hidratiziranih oocite (ho) (Slika 3.3.5.3.E) ukazuje da je sazrijevanje pri kraju i da će ubrzo doći do procesa ovulacije.

Histološka analiza jajnika ženki trlje od blata i trlje od kamena je pokazala da sazrijevanje ženki započinje tijekom jeseni (Slika 3.3.5.1., Slika 3.3.5.2.). U ovom razdoblju zabilježene su jedinke koje su spolno zrele, ali još reproduktivno inaktivne, budući su jajnici bili u stadiju ranog razvoja ili previtelogeneze, bez vidljivih tragova atrezije (Slika 3.3.5.1.A, Slika 3.3.5.2.A). Od oocita su bile prisutne: oocite u kromatin nukleolus stadiju (cn), oocite u perinukleolarnom stadiju (pn) i oocite u stadiju kortikolarnih alveola (ca). Tijekom zime, u jajnicima su osim oocita primarnog rasta, vidljive i vitelogenske oocite, što ukazuje da je započeo proces vitelogeneze, odnosno da su jedinke sposobne za mrijest koji će se ubrzo dogoditi (Slika 3.3.5.1.B, Slika 3.3.5.2.B). U proljeće se, prema histološkom presjeku jajnika, evidentno odvija mrijest, budući su svi tragovi aktivnog mrijesta prisutni (Slika 3.3.5.1.C, Slika 3.3.5.2.C). Zreli jajnici su u fazi ovulacije, na što ukazuje prisutstvo sljedećih tipova stanica: hidratizirane oocite (ho), oocite u stadiju migracije germinativnog vezikula (gvm) i oocite u stadiju pucanja germinativnog vezikula (gvbd) (Slika 3.3.5.3.E i F). Također su vidljivi brojni postovulacijski folikuli (pof), kao i atrezija kasnih vitelogenskih i hidratiziranih oocita. U ljeto je zabilježen stadij regresije jajnika kojeg karakterizira prisutnost atretičnih oocita (ao) i brojnih postovulacijskih folikula (pof) što ukazuje na završetak reproduktivnog ciklusa (Slika 3.3.5.1.D, Slika 3.3.5.2.D, Slika 3.3.5.3.E). Kod atretičnih oocita se uočava modifikacija afiniteta bojanja, tako da jezgra počinje gubiti svoja bazofilna svojstva, a sama oocita poprima deformirani oblik. Naposljetku dolazi do pucanja stanične membrane i izljevanja sadržaja jezgre i citoplazme. Sama stijenka jajnika, *tunica albuginea*, je poprilično odebljala (Slika 3.3.5.2.D).

**Tablica 3.3.5.1.** Opisna statistika stanica oogeneze vrste trlje od blata, *Mullus barbatus*.

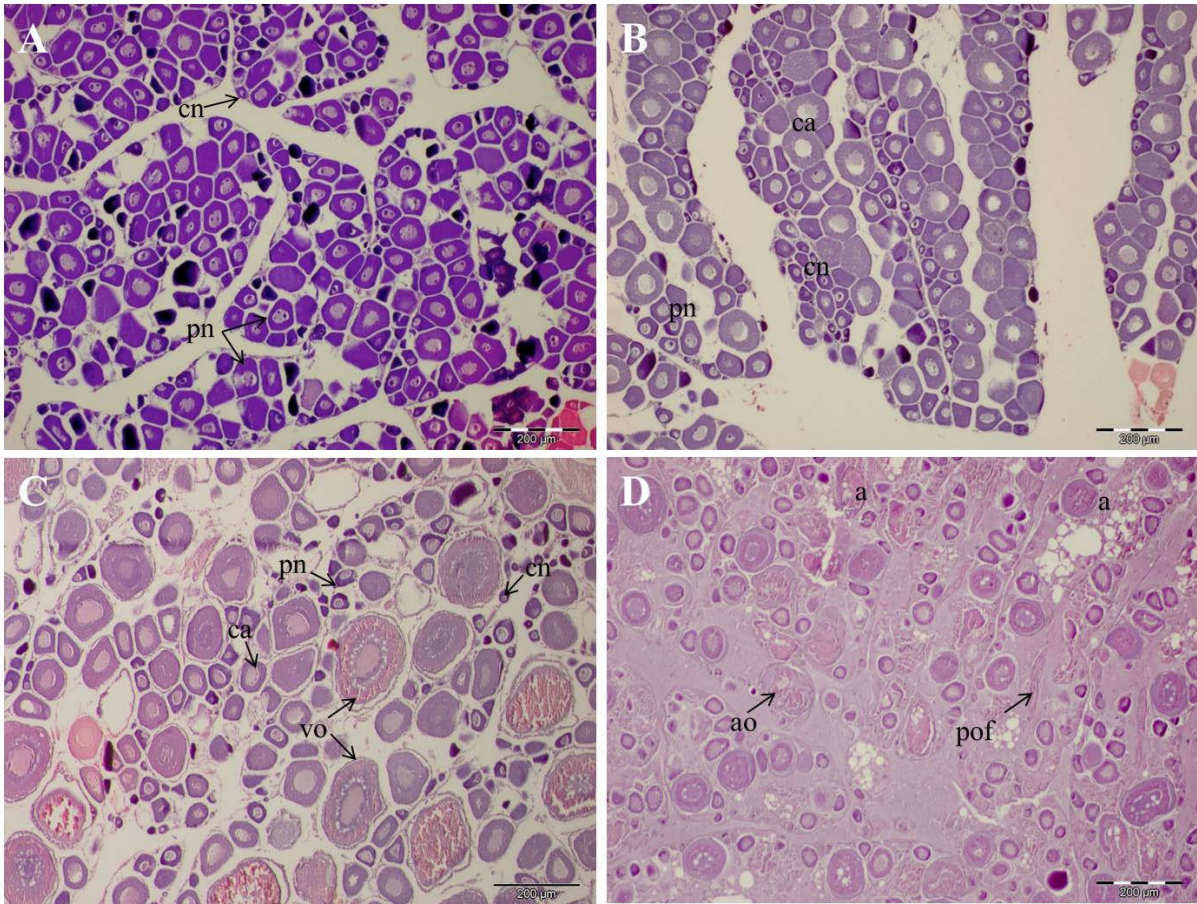
Oocita	N	Promjer ( $\mu\text{m}$ )		
		min	max	$\bar{x} \pm \text{SD}$
Oocite u kromatin nukleolus stadiju (cn)	58	20,54	44,91	32,15 $\pm$ 6,75
Oocite u perinuklearnom stadiju (pn)	57	54,01	86,85	70,10 $\pm$ 7,60
Oocite u stadiju kortikalnih alveola (ca)	47	87,16	120,08	99,98 $\pm$ 8,22
Vitelogenske oocite (vo)	34	131,07	218,67	171,67 $\pm$ 22,44

**Tablica 3.3.5.2.** Opisna statistika stanica oogeneze vrste trlje od kamena, *Mullus surmuletus*.

Oocita	N	Promjer ( $\mu\text{m}$ )		
		min	max	$\bar{x} \pm \text{SD}$
Oocite u kromatin nukleolus stadiju (cn)	63	17,80	48,24	31,09 $\pm$ 7,08
Oocite u perinuklearnom stadiju (pn)	62	46,36	86,17	63,67 $\pm$ 8,54
Oocite u stadiju kortikalnih alveola (ca)	53	75,66	109,75	95,47 $\pm$ 8,55
Vitelogenske oocite (vo)	38	136,84	198,19	160,62 $\pm$ 12,47

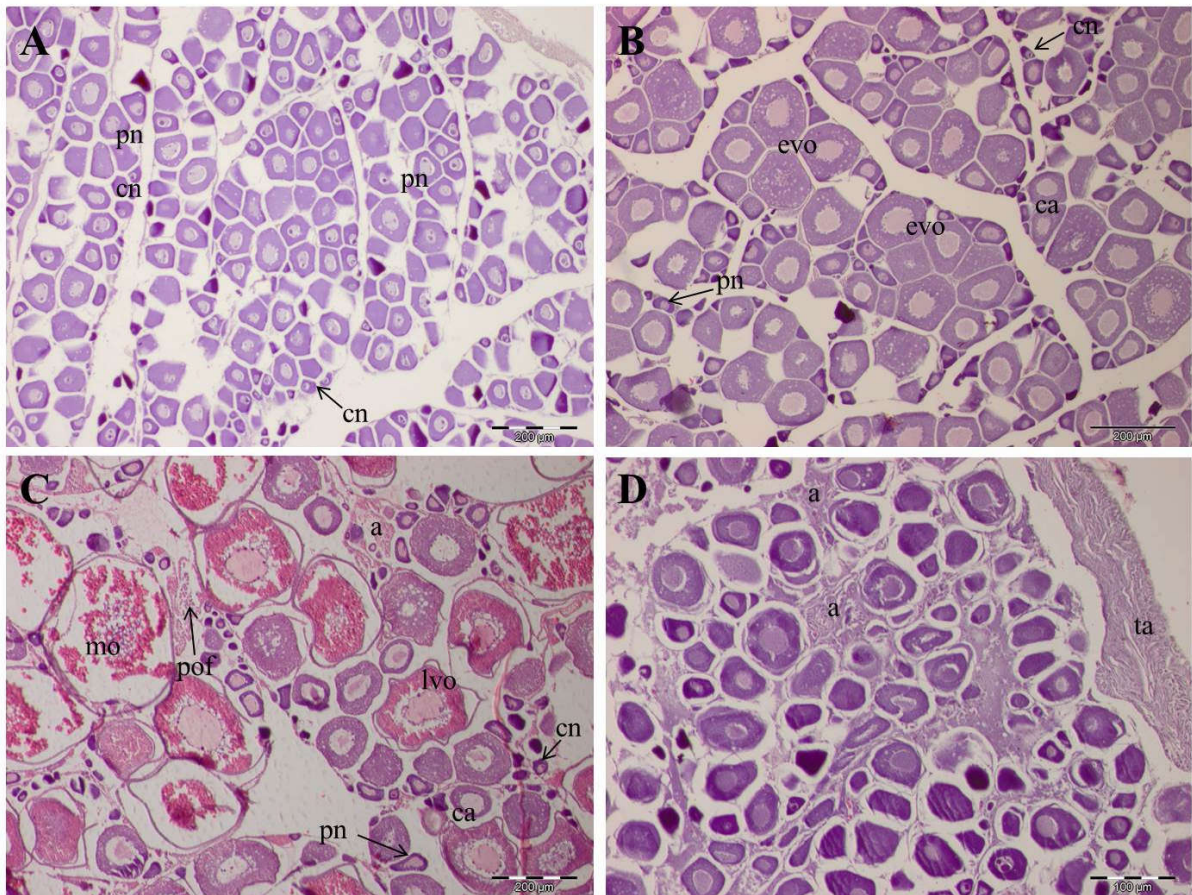
Analiza histoloških presjeka jajnika trlja tijekom jednogodišnjeg razdoblja uzorkovanja je pokazala da ženke dugo održavaju određenu količinu oocita primarnog rasta te da se u jajniku zajedno nalaze oocite primarnog (cn, pn oocite) i sekundarnog rasta (ca, vo oocite) što ukazuje na asinhroni razvoj. Budući se novačenje oocita od faze primarnog rasta do sekundarnog rasta nastavlja tijekom razdoblja mrijesta može se zaključiti da imaju indeterminirani fekunditet, s tim da se tijekom mrijesta, izbacivanje jaja odvija u nekoliko navrata (obrazac mrijesta tzv. engl. *batch spawner*) jer ženke imaju sposobnost ovulacije i izbacivanja više nakupina jaja. Pokazatelj indeterminiranog fekunditeta je i velika količina utvrđene atrezije kod jajnika u stadiju regresije koja ukazuje da dolazi do reapsorpcije preostalog viška oocita sekundarnog rasta.





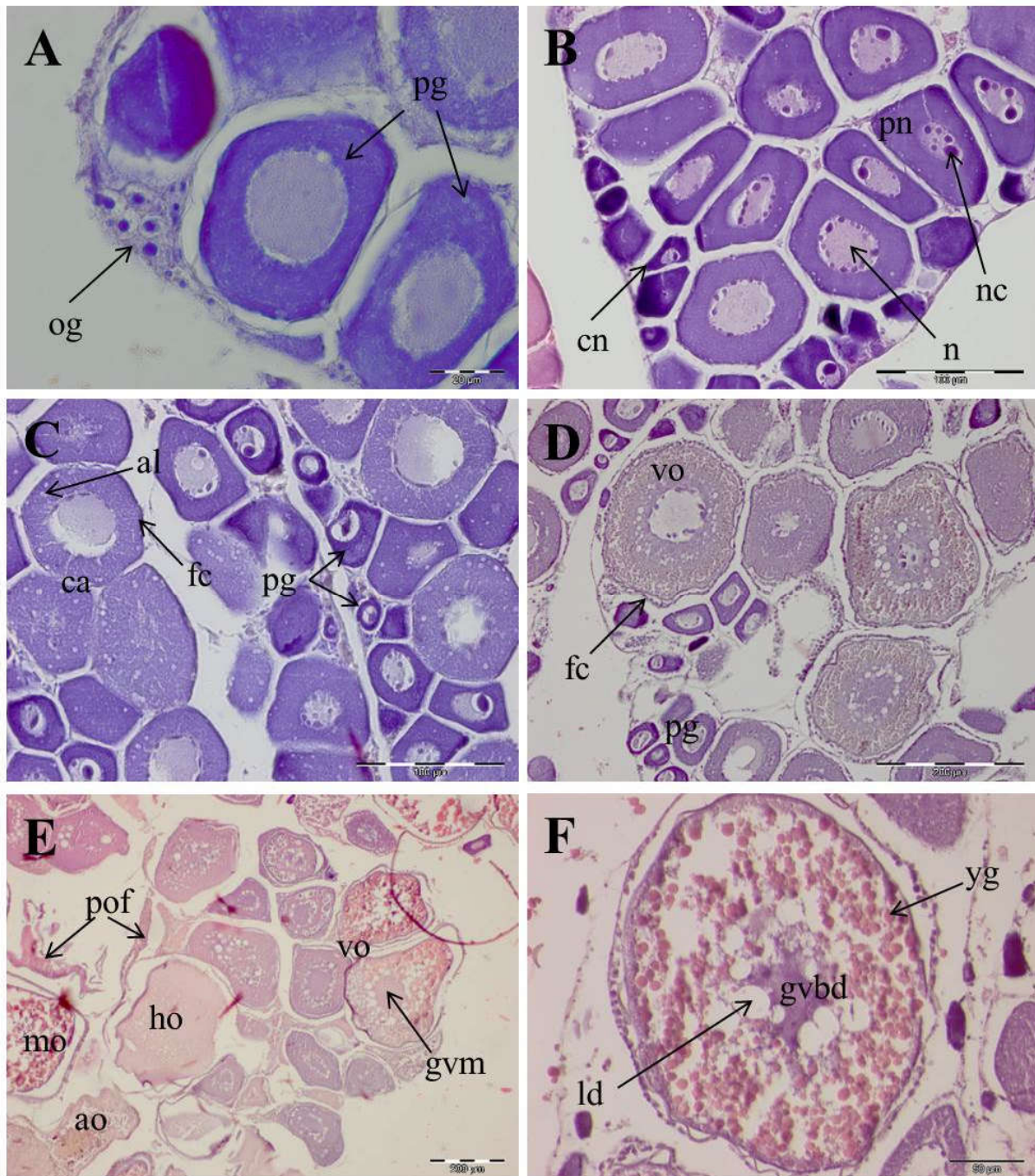
**Slika 3.3.5.1.** Histološki presjek kroz jajnik vrste trlja od blata, *Mullus barbatus* u različitim stadijima reproduktivnog razvoja. **A.** Stadij ranog razvoja. **B.** Stadij kasnog razvoja – priprema za mrijest. **C.** Stadij aktivnog mrijesta. **D.** Stadij regresije. (Oznake: cn – oocita u kromatin nukleolus stadiju, pn – oocita u perinuklearnom stadiju, ca – oocita u stadiju kortikalnih alveola, vo – vitelogenska oocita, ao – atretična oocita, a – atrezija, pof – postovulacijski folikul).





**Slika 3.3.5.2.** Histološki presjek kroz jajnik vrste trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u različitom stadiju reproduktivnog razvoja. **A.** Stadij ranog razvoja. **B.** Stadij kasnog razvoja – priprema za mrijest. **C.** Stadij aktivnog mrijesta. **D.** Stadij regresije. (Oznake: cn – oocita u kromatin nukleolus stadiju, pn – oocita u perinuklearnom stadiju, ca – oocita u stadiju kortikalnih alveola, evo – rana vitelogenska oocita, lvo – kasna vitelogenska oocita, mo – zrela oocita, a – atrezija, pof – postovulacijski folikul, ta – *tunica albuginea*).





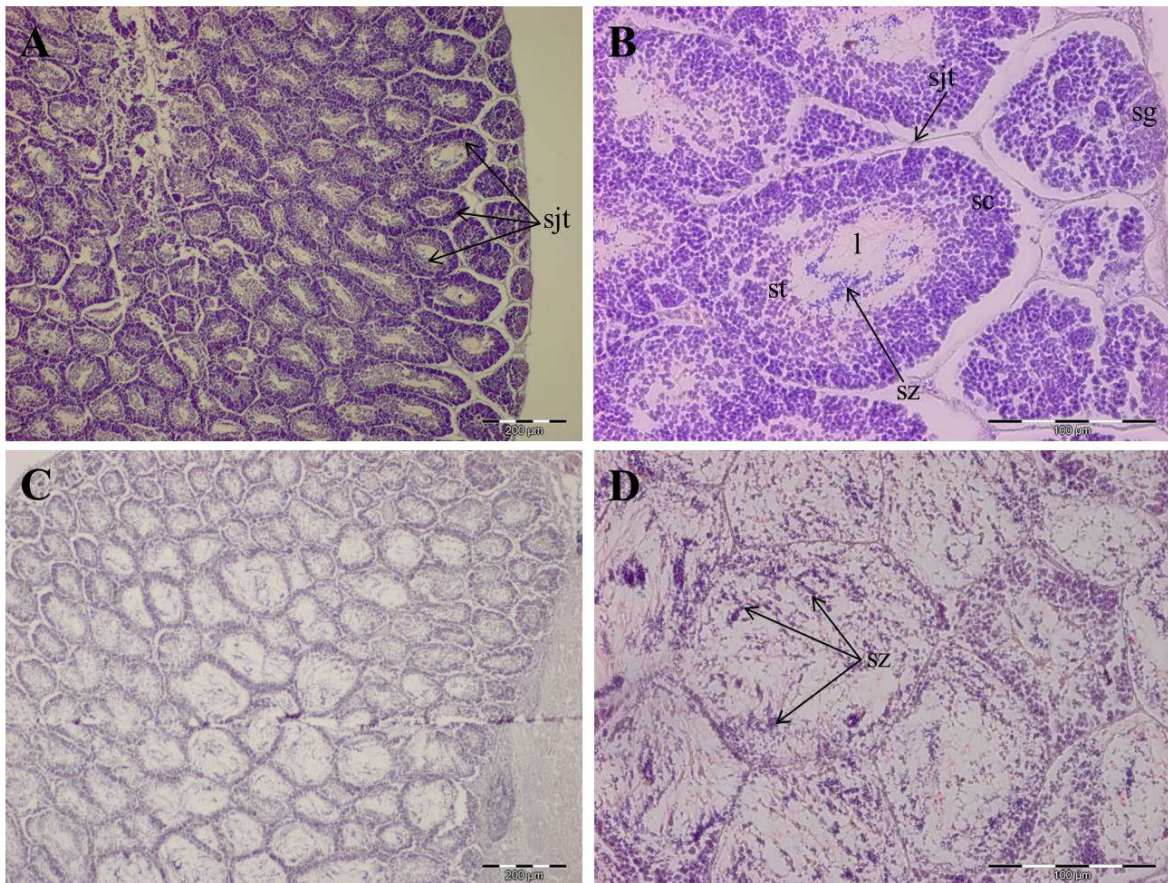
**Slika 3.3.5.3.** Histološki prikaz oogeneze vrste trlje od blata, *Mullus barbatus*. **A., B. i C.** Previtelogeneza. **D. i E.** Vitelogeneza. **F.** Zrela oocita. (Oznake: og – oogonije, pg – oocite primarnog rasta, cn – oocite u kromatin nucleolus stadiju, pn – oocite u perinuklearnom stadiju, n – jezgra, nc – jezgrica, ca – oocite u stadiju kortikalnih alveola, al – alveole, vo – vitelogene oocite, fc - olikularne stanice, mo – zrela oocita, ho – hidratizirane oocite, pof – postovulacijski folikul, gvm – oocita u stadiju migracije germinativnog vezikula, gvbd – oocita u stadiju pucanja germinativnog vezikula, yg – globule žumanjka, ld – kapljice lipida.

**Spermatogeneza.** U sjemenicima mužjaka trlje trlje od blata i trlje od kamena tijekom jednogodišnjeg uzorkovanja su pronađene stanice spermatogenetske loze, spermatogonije (sg), spermatocite (sc), spermatide (st) i spermatozoidi (sz) (Slika 3.3.5.4., Slika 3.3.5.5.). Sjemenici imaju karakterističnu tubularnu građu, a kako se sjemenik razvija tako se sjemenski tubuli (sjt) povećavaju, a sam lumen (l) tubula postaje sve izraženiji (Slika 3.3.5.4.A i C, Slika 3.3.5.5.A i C). Sjemenici u razvoju sadrže veće spermatogonije (sg) koje se nalaze uz bazalnu laminu sjemenskih tubula te spermatocite (sc) koje su nastale diobom spermatogonija (Slika 3.3.5.4.B, Slika 3.3.5.5.B). To što su spermatocite prisutne pokazuje da je spermatogeneza započela. S daljnim razvojem sjemenika uočava se prisutstvo sljedećih spolnih stanica, i to spermatida (st) koje nastaju diobom spermatocita, a koje se nalaze u sredini sjemenskog tubula. Na kraju sazrijevanja, uočavaju se prvi spermatozoidi (sz), koji se nakupljaju u lumenu sjemenskog tubula (Slika 3.3.5.4.B, Slika 3.3.5.5.B).

Promjeri sjemenskih tubula (N = 82) kod vrste trlje od blata su se nalazili u rasponu od 81,25 do 150,41  $\mu\text{m}$ , sa srednjom vrijednošću od 111,09  $\mu\text{m}$  (SD = 16,52), dok su izmjereni promjeri sjemenskih tubula (N=74) vrste trlje od kamena imali prosječni promjer od 164,04  $\mu\text{m}$  (SD = 39,20), i to raspona od 94,36 do 277,66  $\mu\text{m}$ .

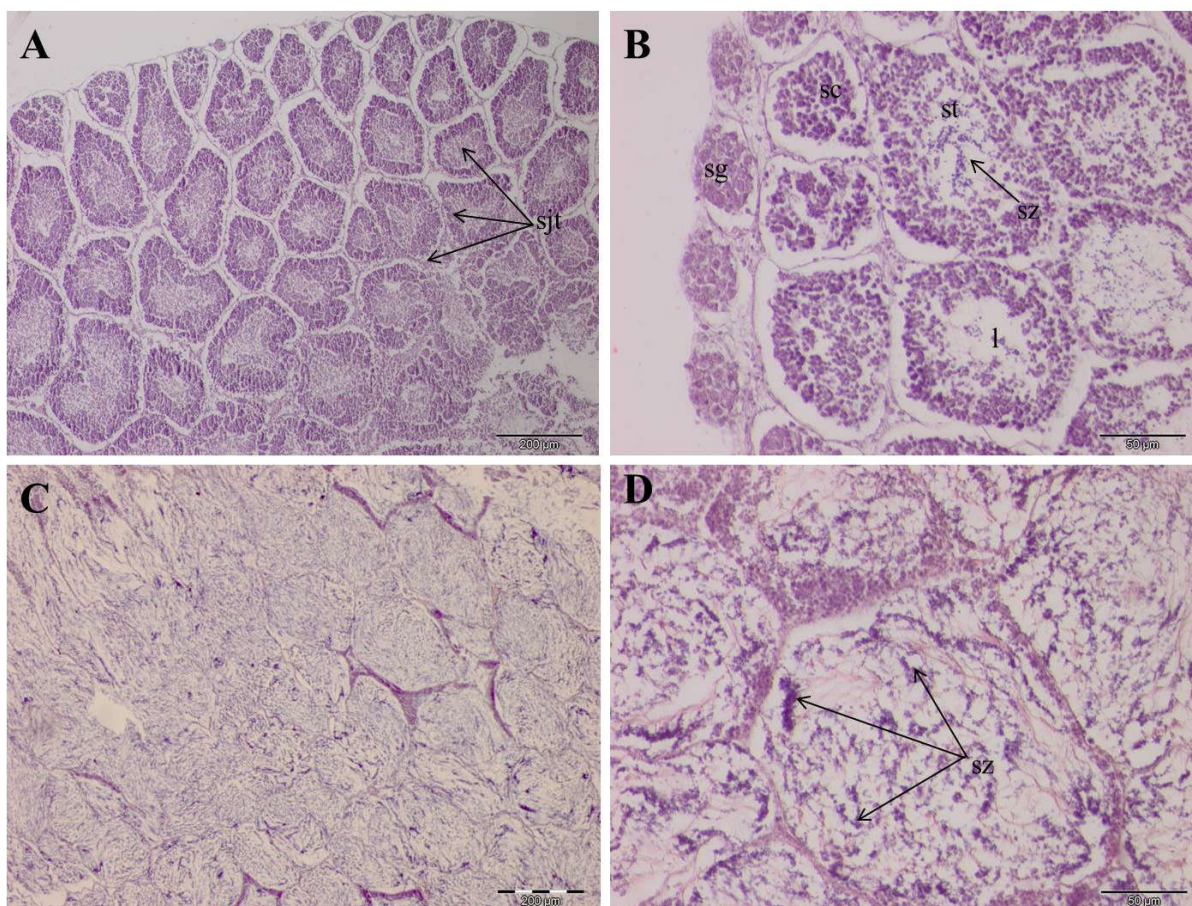
Prema histološkoj analizi, razvoj sjemenika započinje tijekom jeseni kad su uočene spermatogonije, spermatocite te spermatide u tubulima sjemenika. Već tijekom zime, prema stadiju sjemenika u kojima su se nalazili brojni spermatozoidi se može zaključiti da su mužjaci spremni za mrijest. Kod mužjaka koji su uzorkovani tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci očito je da se mrijest dogodio. Vidljivi su veliki prazni sjemenski tubuli u čijim su lumenima prisutni samo preostali spermatozoidi (Slika 3.3.5.4.D, Slika 3.3.5.5.D).





**Slika 3.3.5.4.** Histološki presjek kroz sjemenik vrste trlja od blata, *Mullus barbatus*. **A.** Sjemenik u razvoju. **B.** Detalj sjemenskog tubula. **C.** Sjemenik u stadiju nakon mrijesta. **D.** Detalj sjemenskog tubula sjemenika nakon mrijesta u kojem se preostali spermatozoidi (Oznake: sjt – sjemenski tubul, l – lumen sjemenskog tubula, sg – spermatogonije; sc – spermatocite; st – spermatide; sz – spermatozoidi).





**Slika 3.3.5.5.** Histološki presjek kroz sjemenik vrste trlja od kamena, *Mullus surmuletus*. **A.** Sjemenik u razvoju. **B.** Detalj sjemenskog tubula. **C.** Sjemenik u stadiju nakon mrijesta. **D.** Detalj sjemenskog tubula sjemenika nakon mrijesta u kojem se preostali spermatozoidi (Oznake: sjt – sjemenski tubul, l – lumen sjemenskog tubula, sg – spermatogonije; sc – spermatocite; st – spermatide; sz – spermatozoidi).

### 3.3.6. Fekunditet trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus*

Fekunditet trlje od blata je analiziran na poduzorku od 50 zrelih ženki raspona ukupne dužine tijela od 16,6 do 21,6 cm ( $18,87 \pm 1,04$  cm). Masa ženki je bila u rasponu od 46,43 do 91,89 g ( $62,43 \pm 14,99$ ), a masa gonada ženki od 1,52 do 9,78 g ( $4,89 \pm 1,75$ ). Promjer zrelih oocita je bio u rasponu od 0,38 do 0,84 mm ( $0,64 \pm 0,09$  mm). Raspon dobivenih vrijednosti apsolutnog fekunditeta je bio od 4336,89 do 15808,00 ( $8485,26 \pm 3893,74$ ) (Tablica 3.3.6.1). Vrijednosti relativnog fekunditeta su se nalazile u rasponu od 39,32 do 48,00 ( $43,74 \pm 3,104$ ).

**Tablica 3.3.6.1.** Srednje vrijednosti relativnog i apsolutnog fekunditeta *Mullus barbatus* u istočnom Jadranu, s obzirom na ukupnu dužinu tijela i masu gonada.

Ukupna dužina (cm)	N	Masa gonada (g)	Relativni fekunditet	Apsolutni fekunditet
17,00	9	2,99	43,67	4336,89
18,00	9	4,36	43,70	6351,51
19,00	16	5,38	46,17	8279,82
20,00	13	5,73	41,59	7943,69
21,00	2	6,25	39,32	8191,66
22,00	1	9,88	48,00	15808,00

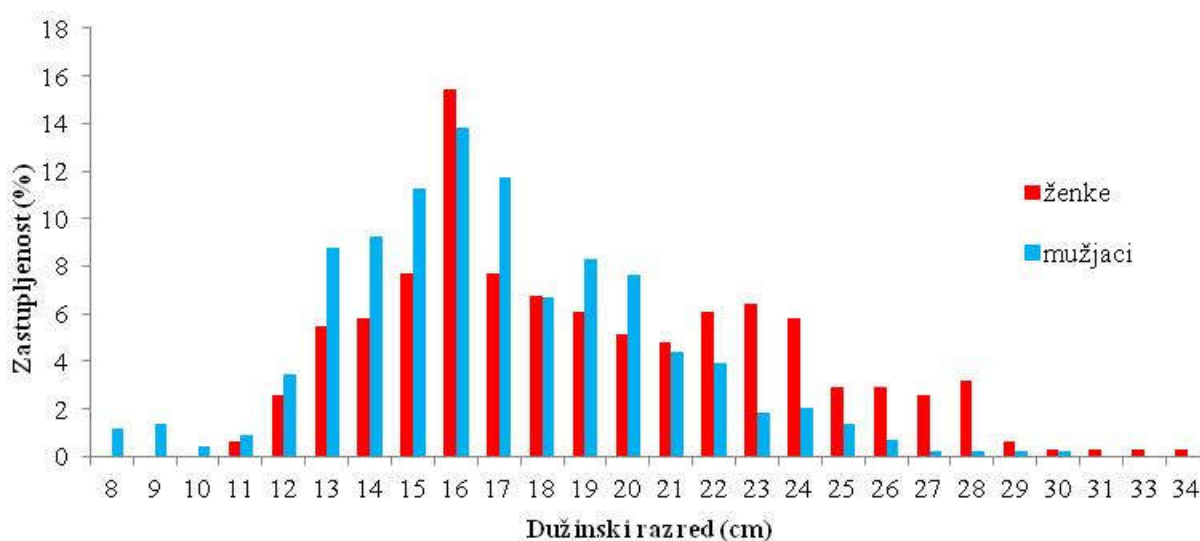
Fekunditet trlje od kamena je analiziran na poduzorku od 44 zrele ženke raspona ukupne dužine tijela od 19,1 do 28,4 cm ( $22,24 \pm 2,25$  cm). Masa ženki je bila u rasponu od 46,43 do 91, 89 g ( $62,43 \pm 14,99$ ), a masa gonada ženki od 0,53 do 10,54 g ( $4,91 \pm 3,21$ ). Promjer zrelih oocita je bio u rasponu od 0,40 do 0,81 mm ( $0,61 \pm 0,08$  mm). Raspon dobivenih vrijednosti apsolutnog fekunditeta je bio od 2928,83 do 14664,00 ( $8216,78 \pm 4445,62$ ) (Tablica 3.3.6.2). Vrijednosti relativnog fekunditeta su se nalazile u rasponu od 40,00 do 57,03 ( $48,13 \pm 5,54$ ).

**Tablica 3.3.6.2.** Srednje vrijednosti relativnog i apsolutnog fekunditeta *Mullus surmuletus* u istočnom Jadranu, s obzirom na ukupnu dužinu tijela i masu gonada.

Ukupna dužina (cm)	N	Masa gonda	Relativni fekuditet	Apsolutni fekunditet
19	1	1,83	48,03	2929,83
20	9	2,59	44,25	3820,25
21	8	3,57	43,12	5131,28
22	7	4,26	40,00	5680,00
23	3	4,76	57,03	9048,76
24	5	7,178	51,18	12245,67
26	2	7,38	50,33	12381,18
28	2	8,46	52,00	14664,00

### 3.3.7. Ishrana trlje od kamena, *Mullus surmuletus*

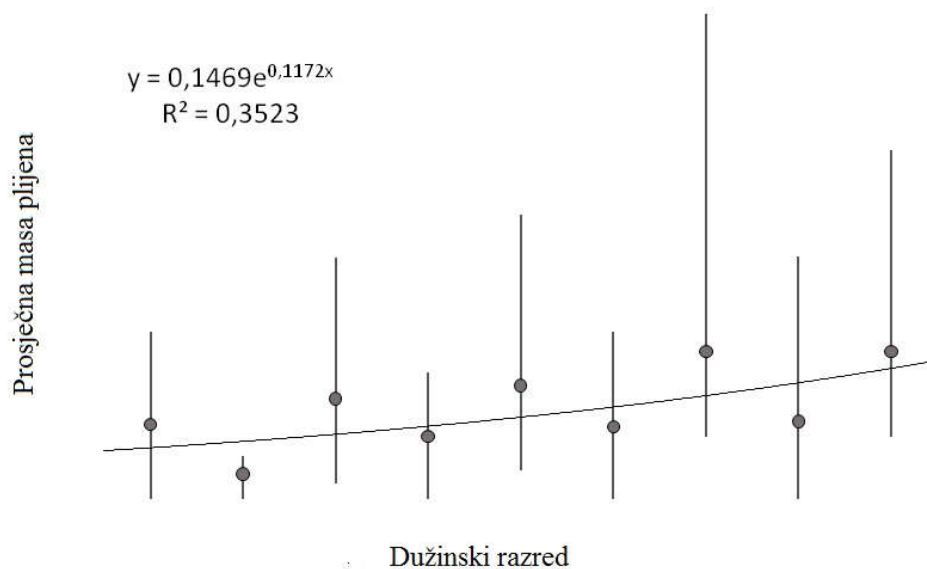
Ishrana trlje od kamena je analizirana na poduzorku od 203 želuca ukupne dužine tijela u rasponu od 11,5 do 32,9 cm ( $17,29 \pm 3,34$  cm) i mase tijela u rasponu od 18,39 do 432,25 g ( $68,86 \pm 49,91$ ). Poduzorak se sastojao od 74 ženke i 124 mužjaka. Raspon ukupne dužine tijela ženki je bio od 11,5 do 32,9 ( $17,38 \pm 3,84$  cm), a mužjaka od 11,9 do 28,6 cm ( $17,19 \pm 2,99$  cm). Mužjaci i ženke su podijeljeni u 10 mm dužinske razrede (Slika 3.3.7.1.) Raspon mase ženki je bio od 18,39 do 432,25 g ( $77,11 \pm 64,57$ ), a mužjaka od 14,88 do 275,34 g ( $64,75 \pm 38,21$  cm).



**Slika 3.3.7.1.** Zastupljenost ženki i mužjaka trlje od kamena, *Mullus surmuletus* s obzirom na dužinske razrede.

Od ukupno 203 analizirana želuca trlje od kamena, 65 ih je u potpunosti bilo prazno s koeficijentom praznoće probavila VI (%) u iznosu od 32,02 %. Godišnje promjene navedenog koeficijenta su bile statistički značajne ( $\chi^2=26,67$ ;  $P<0,05$ ) te je njegova najveća vrijednost zabilježena tijekom jeseni za ženke (%VI= 28,13%) i tijekom ljeta za mužjake (%VI= 60,0 %). Najveća vrijednost koeficijenta praznoće probavila ženki je zabilježena u dužinskim razredima manjim od 12 cm s maksimalnom vrijednosti od 100%, dok u višim dužinskim razredima (18, 19, >20 cm) nije bilo praznih želuca. U 61 želucu (30,00%) je pronađena barem mala količina hrane koju je bilo moguće identificirati, dok su u potpunosti probavljeni ostaci hrane koju nije bilo moguće identificirati pronađeni u 77 želuca (37,93%). Najviše takvih uzoraka je bilo iz ljeta, stoga u analizama nedostaju podaci za ljetnu sezonu. Iz odnosa mase probavljene hrane i mase ribe izračunat je koeficijent punoće probavila (%J<sub>r</sub>) koji je

relativno nizak i iznosi 1,16. Masa probavljenog sadržaja je kolebala u odnosu na veličinu ribe s maksimalnom vrijednosti pri dužini od 18 cm. Najniža vrijednost mase plijena ( $W = 0,03$ ) je primjećena kod manjih jedinki i to u dužinskom razredu od 13 cm. Prosječna masa plijena je bila  $1,84 \pm 2,08$  SD (Slika 3.3.7.2.).



**Slika 3.3.7.2.** Prosječna masa plijena u odnosu na dužinske razrede kod trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u Jadranu.

Ukupno je identificirano 39 vrsta plijena svrstanih u 11 sistematskih grupa (rakovi, puževi, školjkaši, ribe, žarnjaci, bodljikaši, mnogočetinaši, oblići, mahovnjaci, alge i krednjaci). Važnost pojedinih grupa plijena i vrsta prikazana je u Tablici 3.3.7.1.

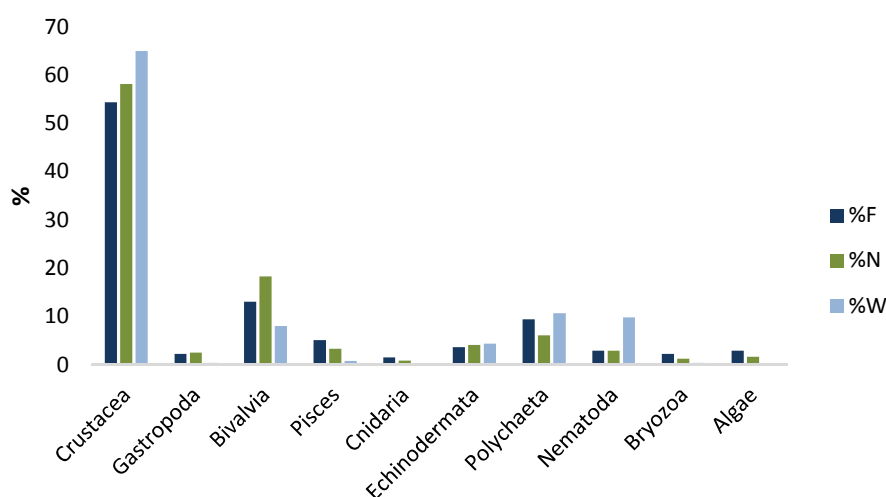


**Tablica 3.3.7.1.** Vrijednosti postotka učestalosti pojavljivanja (%F), postotka brojnosti (%N), postotka mase (%W) i postotka relativnog značaja (%IRI) plijena trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u Jadranu.

Vrste plijena	F (%)	N(%)	W(%)	IRI(%)
<b>Crustacea</b>	<b>54,39</b>	<b>58,16</b>	<b>65,03</b>	<b>81,66</b>
Neodređena Crustacea	23,91	29,27	40,32	76,54
Decapoda	2,90	6,50	4,52	1,47
Natania				
Palaemonetes	0,72	0,41	0,32	0,02
Penaeidae	0,72	0,81	0,18	0,03
Eucarida				
Galatheidae	4,35	2,44	2,44	0,98
<i>Galathea squamifera</i>	1,45	0,81	0,32	0,08
<i>Galathea strigosa</i>	0,72	0,81	0,09	0,03
<i>Munida rugosa</i>	0,72	0,41	1,45	0,06
Leucosiidae				
<i>Ilia nucleus</i>	0,72	0,41	0,18	0,02
<i>Ebalia sp.</i>	0,72	0,41	0,18	0,02
<i>Ebalia granulosa</i>	0,72	0,81	0,32	0,04
Xanthidae	2,17	4,47	4,71	0,92
<i>Xantho pilipes</i>	0,04	0,031	0,009	0,088
<i>Xantho poressa</i>	0,72	0,41	0,18	0,02
<i>Monodaeus couchii</i>	0,72	0,41	0,23	0,02
Portunidae	2,90	2,44	1,13	0,48
<i>Bathynectes longipes</i>	0,72	0,41	0,36	0,03
<i>Macropipus corrugatus</i>	2,17	1,22	2,53	0,38
<i>Macropipus pusilus</i>	0,72	0,41	1,72	0,07
<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0,72	0,41	0,23	0,02
Paguridae	0,72	0,41	0,54	0,03
Parthenopeidae	1,45	0,81	0,32	0,08
Grapsidae	0,72	1,63	0,63	0,08
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,72	1,63	0,63	0,08
Pilumnidae	1,45	0,81	0,27	0,07
<i>Pilumnus hirtellus</i>	1,45	0,81	0,27	0,07
Majidae	0,72	0,81	0,95	0,06
<i>Pisa nodipes</i>	0,72	0,81	0,95	0,06
Amphipoda	0,72	0,41	0,90	0,04
<b>Gastropoda</b>	<b>2,17</b>	<b>2,44</b>	<b>0,32</b>	<b>0,09</b>
Neodređena Gastropoda	0,72	0,81	0,09	0,03
Nassariidae				
<i>Hinia sp.</i>	0,72	0,41	0,05	0,02
Cerithiidae	0,72	1,22	0,18	0,05
<i>Bittium reticulatum</i>	0,72	1,22	0,18	0,05
<b>Bivalvia</b>	<b>13,04</b>	<b>18,29</b>	<b>8,01</b>	<b>6,94</b>
Neodređena Bivalvia	7,25	9,35	4,43	4,59
Limidae	0,72	0,41	0,09	0,02
<i>Limulata subovata</i>	0,72	0,41	0,09	0,02
Pectinidae	0,72	0,41	0,05	0,02
<i>Palliolum incomparabile</i>	0,72	0,41	0,05	0,02

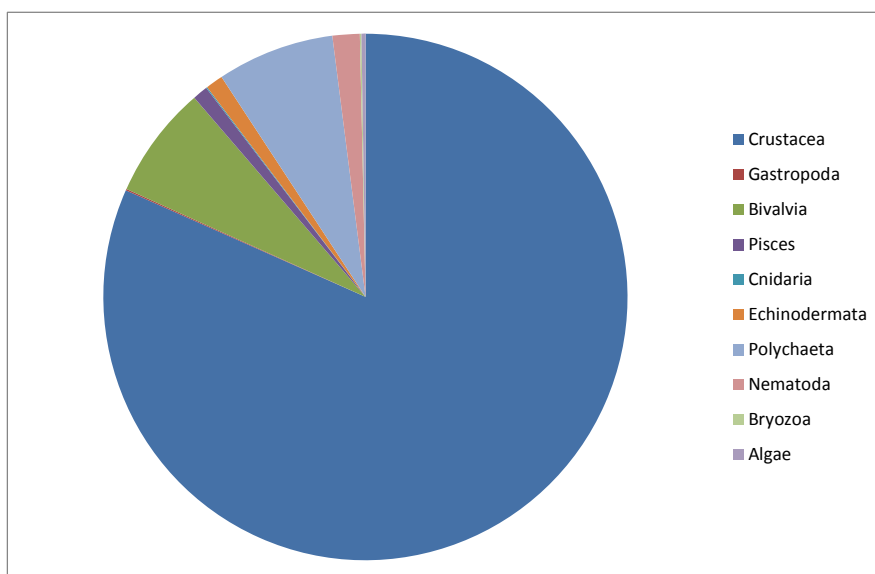
	Solemidae	<i>Solemya togata</i>	4,35	8,13	3,44	2,31
<b>Pisces</b>			<b>5,07</b>	<b>3,25</b>	<b>0,77</b>	<b>0,94</b>
<b>Cnidaria</b>			<b>1,45</b>	<b>0,81</b>	<b>0,14</b>	<b>0,06</b>
Anthozoa			1,45	0,81	0,14	0,06
<b>Echinodermata</b>			<b>3,62</b>	<b>4,07</b>	<b>4,34</b>	<b>1,07</b>
Echinoidea	Regularia		0,72	0,41	0,09	0,02
		<i>Echinocyanus pusillus</i>	2,90	3,66	4,25	1,05
<b>Polychaeta</b>			<b>9,42</b>	<b>6,10</b>	<b>10,63</b>	<b>7,25</b>
Neodređena Polychaeta			9,42	6,10	10,63	7,25
<b>Nematoda</b>			<b>2,90</b>	<b>2,85</b>	<b>9,77</b>	<b>1,68</b>
<b>Bryozoa</b>			<b>2,17</b>	<b>1,22</b>	<b>0,36</b>	<b>0,09</b>
Neodređena Bryozoa			1,45	0,81	0,32	0,08
		<i>Margaretta cereoides</i>	0,72	0,41	0,05	0,02
<b>Algae</b>			<b>2,90</b>	<b>1,63</b>	<b>0,23</b>	<b>0,25</b>
<b>Rhizaria</b>			<b>0,72</b>	<b>0,41</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>
Foraminifera		<i>Elphidium crispum</i>	0,72	0,41	0,05	0,02

Slika 3.3.7.3. predstavlja sažetak vrijednosti analiziranih postotaka (%N, %W, %F) iz prethodne tablice za osnovne kategorije plijena. Iz analiziranih vrijednosti postotaka (%F, %N, %W) vidljivo je da kategorije Gastropoda, Bivalvia, Pisces, Cnidaria, Bryozoa, Algae i Rhizaria imaju veći postotak brojnosti nego mase, dok je za kategorije Polychaeta i Nematoda zabilježena veća vrijednost postotka mase. Za kategorije Crustacea i Echinodermata postoci brojnosti i mase su približno jednaki.



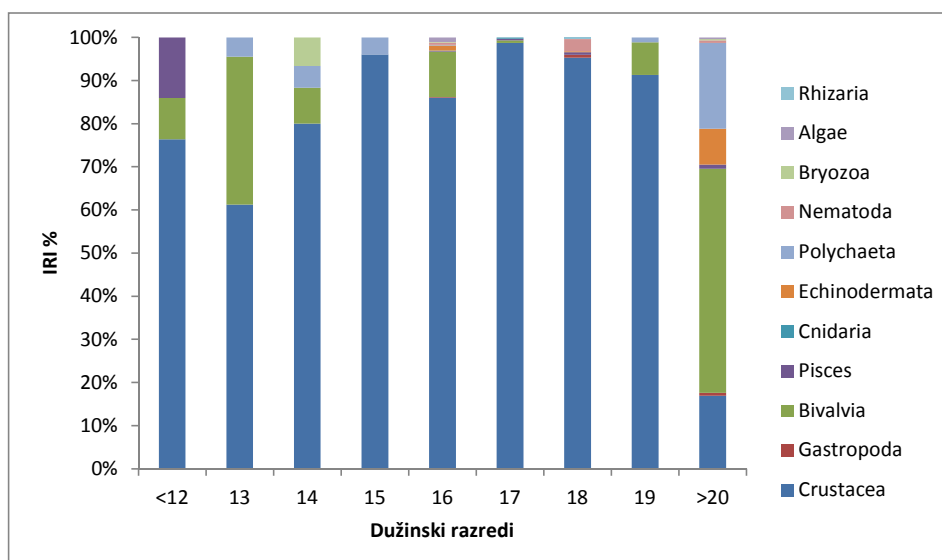
**Slika 3.3.7.3.** Učestalost pojavljivanja (%F), postotak brojnosti (%N) i postotak mase (%W) glavnih skupina plijena trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u Jadranskom moru.

Analizirajući vrijednost postotka učestalosti pojavljivanja izdvajaju se kategorije Crustacea (%F=54,39), Bivalvia (%F=13,04) i Polychaeta (%F=9,42). Isto vrijedi i za postotak relativnog značaja plijena gdje dominiraju rakovi (%IRI=81,66) kao preferentna hrana, a u značajnijem postotku javljaju se i Polycheta (%IRI=7,25) i Bivalvia (%IRI=6,94) koji se mogu smatrati sekundarnom hranom (Slika 3.3.7.4.). Ostale skupine plijena imaju nizak postotak učestalosti pojavljivanja i nizak postotak relativnog značaja pa se smatraju slučajnom hranom.



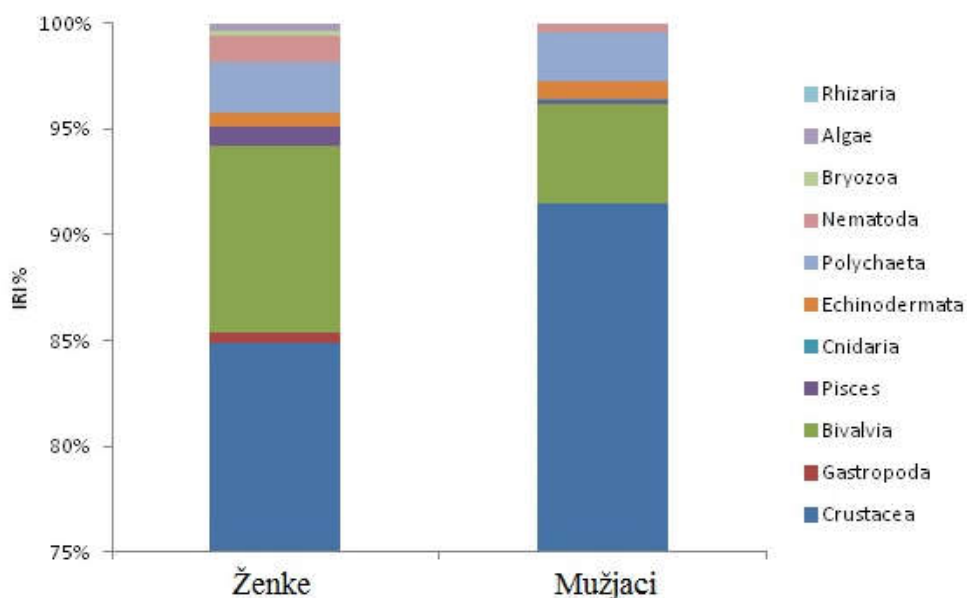
**Slika 3.3.7.4.** Postotak relativnog značaja (%IRI) glavnih skupina plijena trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u Jadranskom moru.

Sve vrste u čijim je želucima pronađena hrana su podijeljene u 10 mm dužinske razrede kako bi se odredila učestalost i brojnost pojedine grupe plijena u odnosu na veličinu ribe. U svim razredima manjim od 20 cm (>12-19 cm) dominantan plijen su rakovi s postotkom relativnog značaja u rasponu od 61,27 – 98,82% (Slika 3.3.7.5.). U navedenim dužinskim razredima pored rakova javljaju se i školjkaši (max % IRI= 34,31%), dok ostale skupine plijena nisu značajnije zastupljene. Naprotiv, u višim dužinskim razredima dominiraju školjkaši (%IRI=52,54), mnogočetinaši (%IRI=20,11) pa tek onda rakovi (%IRI=17,21).



**Slika 3.3.7.5.** Postotak relativnog značaja u odnosu na dužinske razrede za glavne skupine plijena trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u Jadranskom moru.

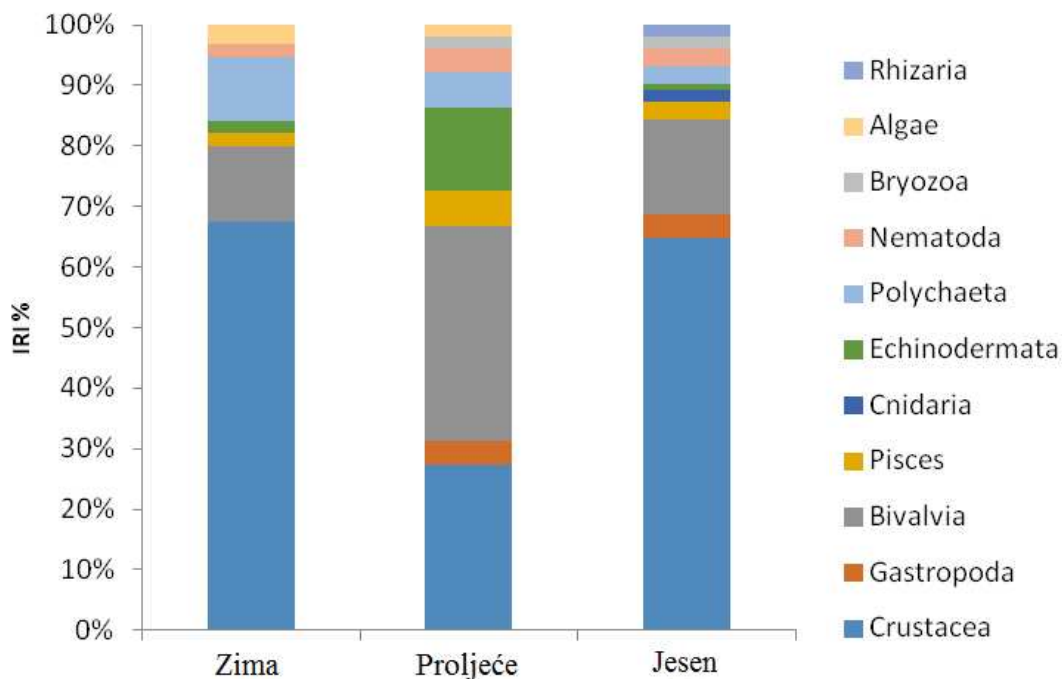
Slična raspodjela hrane primjećena je i u odnosu na spol gdje u oba spola dominiraju rakovi s postotkom relativnog značaja u iznosu od 85,16% za ženke, te 91,7% za mušjake. Naprotiv, zastupljenost školjkaša je nešto niža kako kod ženki (% IRI = 8,88), tako i kod mušjaka (% IRI = 4,76). Ostale skupine plijena nisu značajnije zastupljene (Slika 3.3.7.6.).



**Slika 3.3.7.6.** Postotak relativnog značaja u odnosu na spol za glavne skupine plijena trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u Jadranskom moru.

Vrijednosti koeficijenta relativnog značaja glavnih skupina plijena analizirane su i s obzirom na godišnja doba. U zimu i jesen dominantni plijen su rakovi s koeficijentom

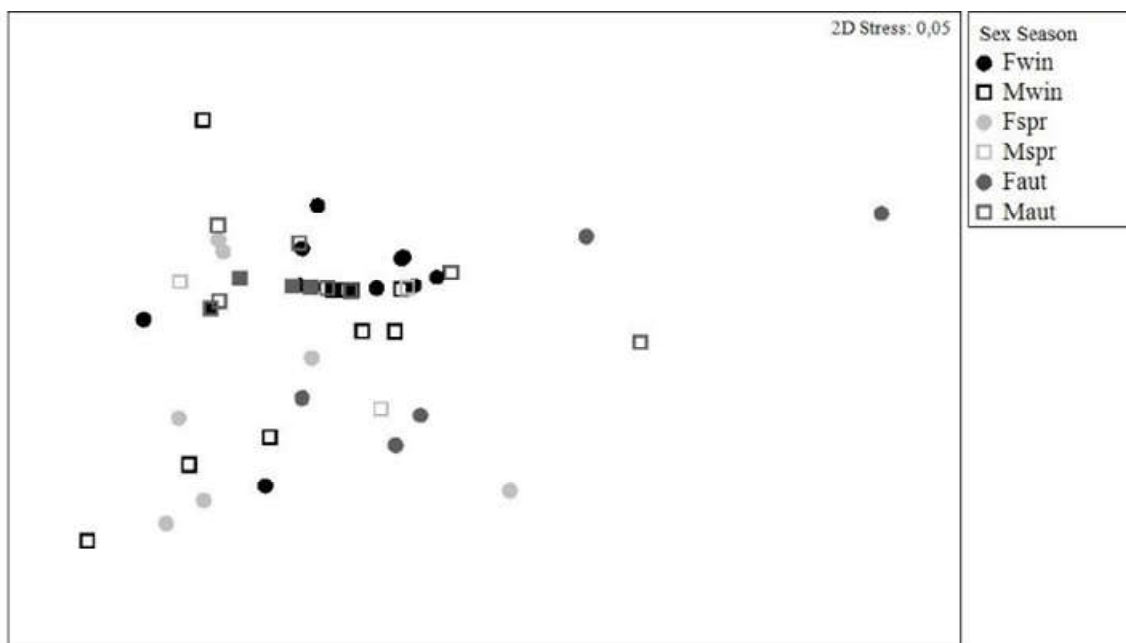
relativnog značaja > 90%. U toplijem razdoblju trlja od kamena pokazuje nešto drugačije prehrambene navike te pored rakova (%IRI=46,19), za plijen bira i školjkaše (%IRI=35,59), mnogočetinaše (%IRI=8,07) i bodljikaše (%IRI=5,67) (Slika 3.3.7.7.).



**Slika 3.3.7.7.** Vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI) glavnih skupina plijena trlje od kamena, *Mullus surmuletus* tijekom godišnjih sezona u Jadranskom moru.

Usporedba sličnosti sastava hrane u želucima trlje od kamena s obzirom na spol jedinki je predočena MDS ordinacijskim prikazom koji pokazuje isti sastav hrane u odnosu na spol i godišnje doba ( $P > 0,05$ ) (Slika 3.3.7.8.).

S obzirom na osnovne tipove hrane neophodna hrana trlje od kamena su rakovi (MFI= 3659,62), školjkaši (MFI=125,49) i mnogočetinaši (MFI= 82,50), dok oblići predstavljaju dodatnu (sekundarnu hranu) (MFI=28,07). Uzimajući u obzir koeficijent hranjivosti (Q) glavna hrana trlje od kamena su rakovi (Q= 3782,34) i školjkaši (Q= 146,51), dok mnogočetinaši (Q= 64,84) i oblići (Q= 27,81) spadaju u dodatnu (sekundarnu) hranu (Tablica 3.3.7.2).



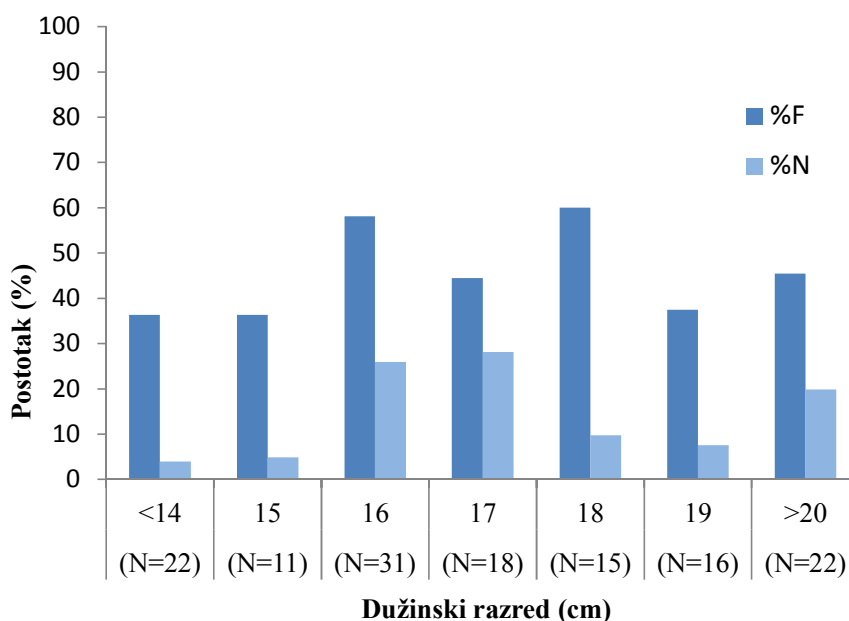
**Slika 3.3.7.8.** MDS ordinacijski prikaz usporedbe sastava hrane u želucima trlje od kamena, *Mullus surmuletus* s obzirom na spol jedinki i godišnje doba (F-ženka, M-mužjak, win-zima, spr-proljeće, aut-jesen), Jadransko more.

**Tablica 3.3.7.2.** Vrijednosti koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) plijena trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u Jadranskom moru.

Kategorije plijena	MFI	Q
Crustacea	3659,622	3782,344
Gastropoda	0,730556	0,772542
Bivalvia	125,4864	146,507
Pisces	3,201729	2,501563
Cnidaria	0,153549	0,110363
Echinodermata	16,69842	17,6581
Polychaeta	82,50441	64,83832
Nematoda	28,07061	27,8115
Bryozoa	0,614195	0,441452
Algae	0,511829	0,367877
Rhizaria	0,025591	0,018394

### 3.3.8. Mikroplastika u probavnom traktu trlje od kamena, *Mullus surmuletus*

Do sada nije provedeno niti jedno ciljano istraživanje koje se bavi prisutnošću mikroplastike u probavilu trlje od kamena duž hrvatskog dijela Jadranskog mora. Pojava mikroplastike u želucu trlje od kamena istražena je mjesečno od siječnja do prosinca 2012. godine na središnjem dijelu istočnog Jadrana. Od 203 ispitana uzorka mikroplastika je pronađena u 63 želuca (31,03%) i to u obliku niti različitih boja. Ukupno je pronađeno 555 plastičnih predmeta, od 1-112 niti po želucu (prosječan broj niti po želucu je iznosio  $8,81 \pm 14,26$ ). Svi uzorci koji su sadržavali mikroplastične predmete (Lt od 11,9 do 27,3 cm) podijeljeni su u sedam dužinskih razreda za određivanje frekvencije i brojnosti mikroplastike (Slika 3.3.8.1.) Samo je jedan primjerak sadržavao 112 djelova mikroplastike, dok je u drugima pronađeno manje od 27 (Slika 3.3.8.2). Najniže vrijednosti i najmanja učestalost ingestirajućih plastičnih niti pronađene su u nižim dužinskim razredima (Lt < 16 cm). Sezonske varijacije gutanja mikroplastike izražene su mjesečno. Najmanja učestalost mikroplastike i broj plastičnih proizvoda pronađeni su u siječnju (% F = 11,11, N% = 0,9).



**3.3.8.1.** Učestalost pojavljivanja (% F) i brojnost (%N) niti mikroplastike u želucu trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u odnosu na dužinske razrede, Jadransko more.



**Slika 3.3.8.2.** Niti mikroplastike pronađene u želucima trlje od kamena, *Mullus surmuletus* koristeći se stereomikroskopom (Jadransko more).

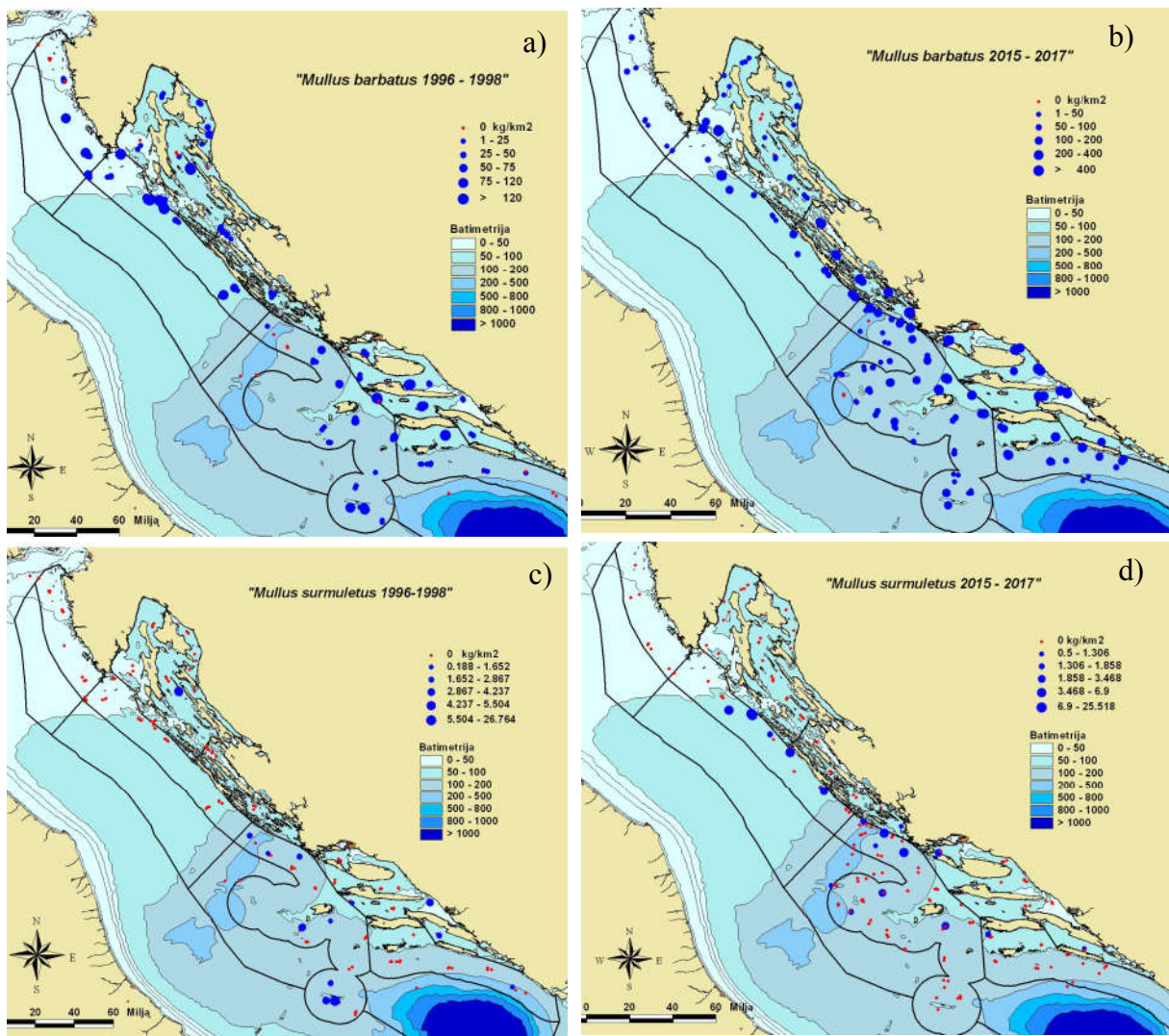
### **3.4. TRLJE KAO INDIKATORI PROMJENE TEMPERATURE I KLIMATSKIH PROMJENA**

#### **3.4.1. Pomicanje rasprostranjenosti trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* na području istočnog Jadrana**

U svrhu praćenja pomicanja rasprostranjenosti na Slici 3.4.1.1.a prikazana je biomasa trlje od blata u vremenskom periodu od 1996. do 1998. godine, a na Slici 3.4.1.1.b biomasa trlje od blata u vremenskom periodu od 2015. do 2017. godine. Promatrajući rasprostranjenost trlje od blata u dva navedena perioda istraživanja ekspedicije MEDITS vidljivo je da ne postoje značajnije promjene u rasprostranjenosti vrste između dva perioda niti u slučaju kada se promatra indeks brojnosti (N/km<sup>2</sup>) niti indeks biomase (kg/km<sup>2</sup>).

U svrhu praćenja pomicanja rasprostranjenosti trlje od kamena na Slici 3.4.1.1.c prikazana je biomasa trlje od kamena u vremenskom periodu od 1996. do 1998. godine, a na Slici 3.4.1.1.d biomasa trlje od kamena u vremenskom periodu od 2015. do 2017. godine. Vidljivo je smanjenje indeksa biomase i brojnosti u otvorenom srednjem Jadranu. Međutim, ovakvo tumačenje treba uzeti s rezervom jer je na njega moglo utjecati donekle drugačija raspodjela i brojnost postaja koja se mijenjala tijekom ekspedicija MEDITS.



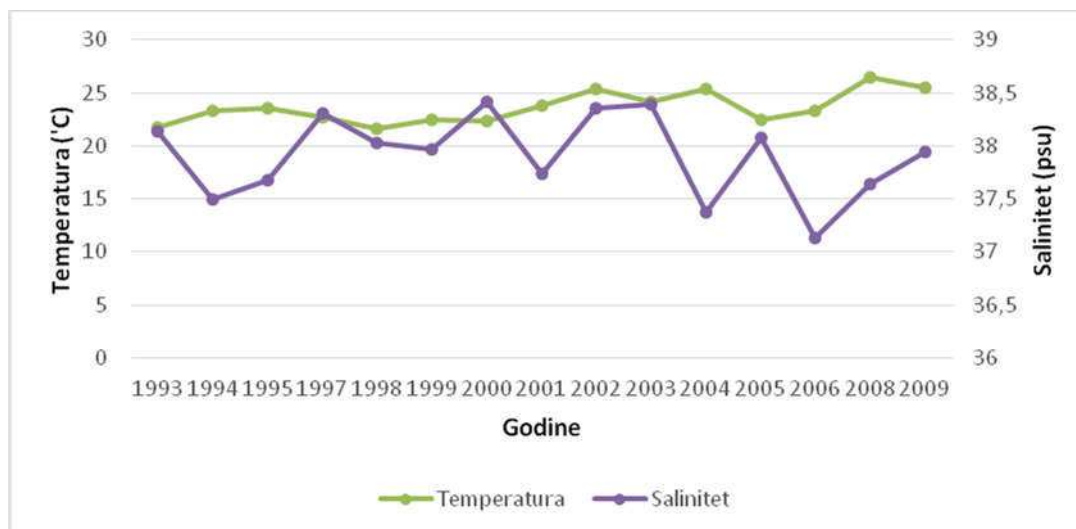


**Slika 3.4.1.1.** (a)  $\text{kg}/\text{km}^2$  - Indeks biomase trlje od blata, *Mullus barbatus* u vremenskom periodu od 1996.-1998. godine, (b)  $\text{kg}/\text{km}^2$  - Indeks biomase trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u vremenskom periodu od 1996.-1998. godine, (c)  $\text{kg}/\text{km}^2$  – indeks biomase trlje od blata, *Mullus barbatus* u vremenskom periodu od 2015.-2017. godine, (d)  $\text{kg}/\text{km}^2$  – indeks biomase trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u vremenskom periodu od 2015.-2017. godine na području istočnog Jadrana (podaci su prikazani na osnovu podataka međunarodnog ribarstveno-biološkog programa MEDITS od 1996. do 2018. godine).

### 3.4.2. Povećanje temperature mora i ulova trlje od kamena, *Mullus surmuletus*

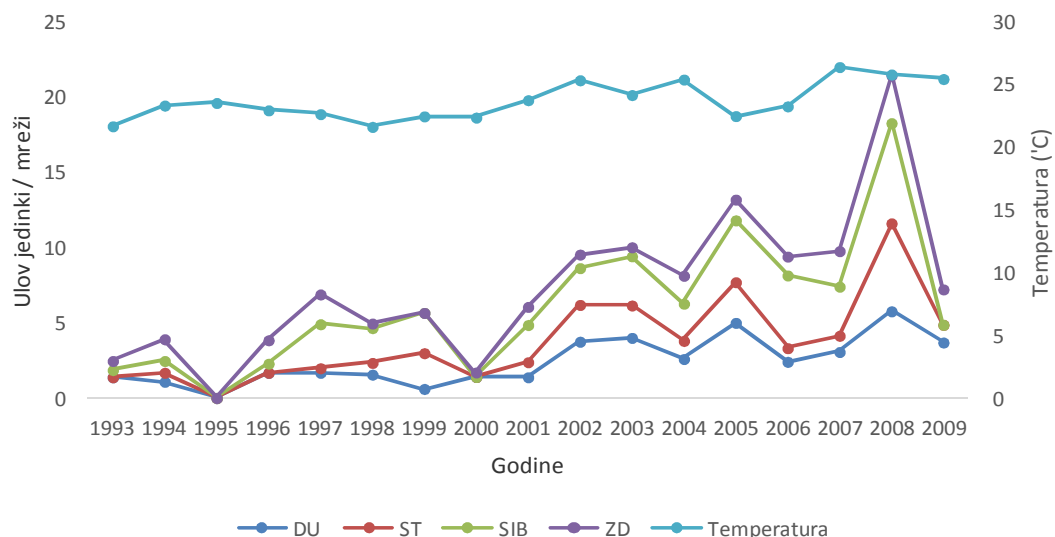
Analiza ovisnosti povećanja temperature mora kao indikatora klimatskih promjena i ulova, analizirana je na trlji od kamena. Na slici 3.4.2.1. su prikazane vrijednosti površinske temperature i saliniteta na postaji Stončica. Iz iste je vidljivo značajno kolebanje navednih parametara od 2002. godine. Srednja temperatura postiže sve više vrijednosti i maksimalna je

zabilježena 2008. godine (26,3°C), dok je salinitet snižen i iste te godine je zabilježena vrijednost 37,7 psu.

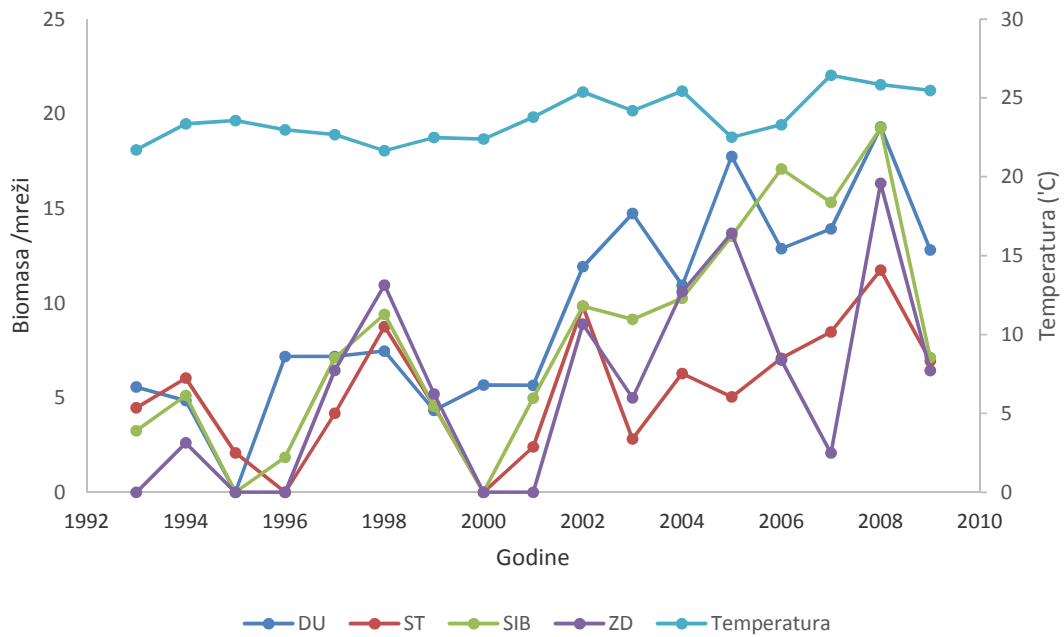


**Slika 3.4.2.1.** Srednje vrijednosti površinske temperature i saliniteta na postaji Stončica (baza ROSCOP, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split).

Na Slikama 3.4.2.2. i 3.4.2.3 su prikazane srednje vrijednosti i brojčanog i masenog ulova trlje od kamena po mreži na zadarskom, šibenskom, splitskom i dubrovačkom području, uz korelaciju s temperaturom.



**Slika 3.4.2.2.** Srednje vrijednosti brojnosti trlje od kamena, *Mullus surmuletus* od 1993. do 2009. godine na četiri područja (DU – dubrovačko područje, ZD – zadarsko područje, SIB – šibensko područje, ST – splitsko područje) u korelaciji sa srednjom površinskom temperaturom na postaji Stončica (baza ROSCOP, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split).



**Slika 3.4.2.3.** Srednje vrijednosti biomase trlje od kamena, *Mullus surmuletus* od 1993. do 2009. godine na četiri područja (DU – dubrovačko područje, ZD – zadarsko područje, SIB – šibensko područje, ST – splitsko područje) u korelaciji sa srednjom površinskom temperaturom na postaji Stončica (baza ROSCOP, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split).

Može se uočiti i prethodno određen pozitivan trend na svim područjima u odnosu na srednje vrijednosti površinske temperature mora za srednji Jadran. Usklađenost podataka se vidi nakon 2002. godine (Slika 3.4.2.2.).

## 4. RASPRAVA

Vremenski prihvatljivo i troškovno učinkovito praćenje i upravljanje ekosustavom može se postići korištenjem lako dostupnih i široko rasprostranjenih vrsta koje imaju neke relevantne karakteristike indikatorskih vrsta (Nicholls, 2002). S obzirom na spomenuto, istraživane vrste trlja od blata i trlja od kamena mogle bi se dobro uskladiti s ovim konceptom indikatorskih vrsta, a zahvaljujući dugoročnim nizovima podataka iz eksperimentalnih ulova različitim alatima u ovom se radu mogao testirati cijeli niz hipoteza koje se tiču indikatorskih vrsta. To je osobito važno jer je poznato da su biološki indikatori osjetljivi samo na dugoročne promjene i stoga mogu ukazivati samo na dugoročnu interakciju stresora i njihove učinke na vrste (Rochet & Trenkel 2003).

U recentnim radovima (Matić-Skoko i sur. 2011; Stagličić i sur. 2011) su utvrđene strukturne promjene u zajednicama riba duž istočne jadranske obale, a trlja od kamena je jedna od 4 vrste (*Symphodus tinca*, *Pagellus erythrinus*, *Mullus surmuletus*, *Scorpaena porcus*) koje su statistički najviše doprinijele promjeni trenda, odnosno iste su proglašene odgovornim za nastajanje vremenskog uzorka promjene sastava zajednice. Pokazalo se također da su te promjene u pozitivnom smjeru s jasnim trendovima povećanja srednjih ulova istraživanih vrsta tijekom godina na svim područjima istraživanja, baš kao i u ovom radu. Zbog ograničene robusnosti i široke raspodjele u obalnim zonama mediteranske regije s jedne strane i velike lovnosti s druge, sve te 4 vrste riba imaju potencijal smatrati se indikatorskim vrstama. Zapravo, za trlje od kamena je već predloženo da dobiju status indikatora ribolovnog pritiska same vrste, ali i priobalnih zajednica u cjelini (Uiblein, 2007).

### 4.1. Trlje kao indikatori staništa

Trlje su pridnene vrste koje se mogu pronaći u širokom rasponu staništa. Neke vrste su pronađene na dubini od 500 m (Golani, 2001), dok se ličinke ponekad mogu pronaći kako plivaju u vanjskom dijelu kontinentalnog šelfa (Hernandez i sur. 2003) ili u oceanskim vodama (Deudero, 2002). Većina trlja ubrzo nakon metamorfoze prelazi na morsko dno što se podudara s trenutkom kad im se razvijaju brkovi (McCormic, 1993) i promjenama u strukturi oka (Shand, 1997). Međutim, ponekad juvenilne vrste ostaju u otvorenim vodama (McCormic & Milicich 1993) i hrane se planktonom čak i u kasnijim ontogenetskim stadijima (Krajewski & Bonaldo 2006). Različita istraživanja su pokazala da se trlje mogu pronaći na različitim dubinama i na različitim vrstama podloge, mekanim, tvrdim, pjeskovitim i onima obraslim različitom vegetacijom (Tablica 4.1.1.). Ipak, najčešće se pronalaze na pjeskovitim i tvrdim

dnima, kao i na koraljnim grebenima (Uiblein, 2007). Osim kratkih dnevnih migracija u potrazi za hranom i zaklonom (Holland i sur. 1993; Meyer i sur. 2000) trlje obavljaju i sezonske migracije, pogotovo u vrijeme reproduktivnog razdoblja kada formiraju agregacije za mrijest (Colin & Clavijo 1978; Lobel, 1978; Thresher, 1984; Colin, 1996; Machias & Labropoulou 2002; Claydon, 2004). Nedorasle se jedinke često mogu pronaći na pjeskovitom dnu, u livadama morskih cvjetnica i mangrovim šumama, kao i na različitim dubinama u odnosu sa odraslim jedinkama, što ukazuje na horizontalne i vertikalne ontogenetske pomake u korištenju staništa (Uiblein, 2007; Tablica 4.1.1.). Ontogenetski pomaci u korištenju staništa se mogu pojaviti i u kasnijim životnim stadijima što je često povezano s promjenama u ishrani, socijalnom ponašanju i formiranju grupa različitih vrsta riba (Uiblein, 2007; Tablica 4.1.1.).

Morsko dno Jadrana prekrivaju sedimenti različite strukture i mineraloško-petrografskog sastava. S obzirom na fizičku strukturu i različite facijese morskog dna, razlikujemo sljedeće vrste dna: hridinasto, šljunkovito, ljuštuno, pjeskovito i muljevito dno. Muljeviti i pjeskoviti sedimenti prekrivaju najveću površinu kontinentalnog šelfa Jadranskog mora, pri čemu pjeskoviti sedimenti karakteriziraju sjeverni, muljeviti južni Jadran dok je srednji Jadran prijelazno područje s obje vrste sedimenta (Peres & Gamulin-Brida 1973). Različite vrste trlja preferiraju različite podloge i razlikuju se u tolerantnosti promjene staništa (McCormic, 1993; Krajewski i sur. 2006). Prema dobivenim rezultatima u ovom istraživanju, trlja od blata je najviše rasprostranjena na sitnozrnatom i muljevitom sedimentu, dok trlja od kamena naseljava miješanu podlogu na kojoj su prisutni pijesak i hridinasto dno. Slično navodi i Lombarte i sur. (2000) prema kojima trlja od kamena preferira tvrda dna i plića područja u odnosu na trlju od blata.

**Tablica 4.1.1.** Utjecaj prirodnih staništa na populacije različitih vrsta trlja.

Vrsta	Područje istraživanja	Glavni čimbenici	Parametri	Specifična opažanja	Izvor
<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>	Zapadni Indijski ocean	Zaštićena pješčana obala	Prisutnost, brojnost	Ograničena pojava, velika brojnost	Garpe & Öhman 2003
<i>Mulloidichthys flavolineatus</i> , sedam vrsta <i>Parupeneus</i>	Jugozapadni Pacifik	Koraljni greben, različita područja i podloge	Brojnost, Aktivnost hranjenja	Četiri vrste uglavnom na pijesku, <i>P. multifasciatus</i> i <i>P. cyclostomus</i> na tvrdom dnu, ontogenetske promjene staništa kod <i>P. multifasciatus</i>	McCormick, 1993
<i>Mullus barbatus</i> , <i>Mullus surmuletus</i>	Zapadni Mediteran	Blato, pijesak, tvrdo dno, dubina	Prisutnost, brojnost, veličina	<i>M. barbatus</i> na muljevitom dnu i dublje, <i>M. surmuletus</i> više na	Lombarte i sur. 2000

				grubom dnu i pliće	
<i>Mullus barbatus</i>	Istočni Mediteran	Dubina	Brojnost, težina, veličina	Ontogenetske promjene od plićih, toplijih voda do dubljih područja s početkom zrelosti	Machias & Labropoulou 2002
<i>Mullus barbatus</i>	Istočni Mediteran	Lagune s pješčanim dnom i morskom travom	Brojnost na temelju iskrcavanja u ribarstvu	Ograničena prisutnost, velika brojnost	Katselis i sur. 2003
<i>Mullus surmuletus</i>	Sjeverozapadni Mediteran	Livade morske trave	Brojnost	Velika brojnost nedoraslih jedinki	Garcia-Rubies & Macpherson 1995
<i>Parupeneus barberinus</i> , <i>P. Rubescens</i>	Zapadni Indijski ocean	Uvale morskih trava uz koraljni greben	Brojnost	Velika brojnost nedoraslih jedinki	Dorenbosch i sur. 2006
<i>Parupeneus barberinoides</i> , <i>P. barberinus</i> , <i>P. Ciliatus</i>	Sjeverozapadni Pacifik	Livade morske trave uz koraljni greben	Brojnost, veličina	Velika brojnost nedoraslih jedinki	Nakamura & Sano 2003, 2004
<i>Parupeneus frosskali</i>	Sjeverno Crveno more	Pijesak i tvrdo dno oko koraljnih grebena	Brojnost, veličina, ponašanje u hranjenju	Velike odrasle i nedorasle jedinke uglavnom na pijesku, srednje veličine više na tvrdom dnu	Uiblein, 1991
<i>Parupeneus frosskali</i> , <i>P. Macronema</i>	Sjeverno Crveno more	Pješčana dna oko koraljnih grebena	Brojnost, aktivnost hranjenja, dnevno-noćne promjene	Velika brojnost i stopa resuspenzije sedimenta tijekom dana	Yahel i sur. 2002
<i>Parupeneus frosskali</i> , <i>P. Macronema</i>	Sjeverno Crveno more	Koraljni grebeni i livade morske trave	Prisutnost, brojnost	Velika brojnost na koraljnim grebenima, nedorasle jedinke na livadama morske trave	Al-Rousan i sur. 2005
<i>Parupeneus indicus</i> , <i>P. Rubescens</i>	Zapadni Indijski ocean	Livade morske trave	Brojnost, dužina, težina	Velika brojnost nedoraslih jedinki	Gullström & Dahlberg 2004
<i>Upeneichthys lineatus</i> , <i>U. stotti</i> <i>Upeneichthys lineatus</i> , <i>U. stotti</i> <i>Upeneichthys lineatus</i> , <i>U. stotti</i>	Jugozapadni Pacifik	Dubina	Brojnost	<i>U. lineatus</i> uglavnom na obali, pliće od <i>U. stotti</i>	Platell i sur. 1998
<i>Upeneus japonicus</i> , <i>U. Taeniopterus</i>	Zapadni Indijski ocean	Mangrovi	Prisutnost	Prisutnost nedoraslih jedinki	Muhando i sur. 1998
<i>Mullus barbatus</i>	Jadransko more	Blato, pijesak, dubina	Prisutnost, brojnost	Preferira dubine < 100 m i područja s najviše dostupne hrane	Jukić & Piccinetti, 1981
<i>Mullus surmuletus</i>	Jadransko more	Pijesak i tvrdo dno, dubina	Prisutnost, brojnost	Odrasli na višim dubinama, nedorasli pliće i bliže obali	Sartor i sur. 2017

#### **4.1.1. Brojnost, prostorna i dubinska rasprostranjenost te raspodjela s obzirom na vrstu dna trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlja od kamena, *Mullus surmuletus* na području istočnog Jadrana**

Trlja od blata i trlja od kamena su jednoliko rasprostranjene u svim dijelovima Jadranskog mora (Jardas, 1996). Rezultati dobiveni analizom podataka iz MEDITS ekspedicije, tijekom vremenskog razdoblja od 1996. do 2018. godine, su pokazali kako su jadranske trlje rasprostranjene širom istočnog Jadrana i to posebno na području otvorenog srednjeg Jadrana, gdje su zabilježena i njihova najgušća naselja. Osim otvorenog srednjeg Jadrana, trlja od blata je značajno rasprostranjena i u kanalskim područjima srednjeg Jadrana, a trlja od kamena u kanalima srednjeg i južnog Jadrana.

Trlja od blata tipična je bentička vrsta koja obitava na muljevitom, pjeskovitom ili detritusnom dnu. U ranim fazama života bira morska dna prekrivena finim sedimentom, a kako raste naseljeva obalna (terigena), muljevita dna. Može se pronaći i na detritusnim dnima (Sartor i sur. 2017). Trlja od blata preferira područja na kojima je šelf širok i jednolik, za razliku od trlje od kamena koja bira raznolikiji okoliš s kamenim i pjeskovitim dnom (Lombarte i sur. 2000). Navedeno potvrđuje i istraživanje Fischer i sur. (1987) prema kojima trlja od blata naseljava pjeskovita i muljevita dna, dok je trlja od kamena rasprostranjena na podlozi heterogene granulometrije i u livadama morske cvijetnice *Posidonia oceanica*, te istraživanje koje su proveli Lombarte i Aguirre (1997) koji navode da trlja od blata naseljava muljevita dna, za razliku od trlje od kamena koja preferira pjeskovita i stjenovita dna. U Jadranu se trlja od blata tijekom proljeća uglavnom nalazi na pjeskovitom dnu istočne obale Jadranskog mora, a u jesen na cijelom kontinentalnom šelfu (Arneri i Jukić, 1986).

U Jadranskom moru trlja od blata uglavnom obitava na već spomenutom kontinentalnom šelfu iako su pronađene jedinke sve do 300 m dubine. Jedinke pokazuju svojstven batimetrijski obrazac koji karakterizira masivno novačenje u blizini obale te postepeno raspršivanje prema dubljim vodama (Lo Bianco, 1909; Scaccini, 1947a; D'Onghia i sur. 1989; Voliani i sur. 1991; Abella i sur. 1996). Slično navode i ostala istraživanja Jadranskog mora koja navode da je raspodjela trlje od blata ograničena dubinom od 100 do 150 m (Haidar, 1970; Jukić, 1972; Jukić & Arneri 1984; Županović & Jardas 1989; Jukić-Peladić i sur. 1999; Vrgoč, 2000). Prema Jukić i Piccinetti (1981) trlje od blata preferiraju pliće vode sjevernog i središnjeg Jadrana, do dubine od 100 m, dok se rijetki primjerci nalaze u dubljim vodama. Trlja od kamena je pridnena vrsta s širokim batimetrijskim rasponom. Prema Bauchot (1987) rasprostranjena je na području kontinentalnog šelfa i padine pa sve do

$\geq 400$  m dubine. Hureau (1986) navodi da trlja od kamena nastanjuje dubine  $\leq 100$  m, a Macpherson & Duarte (1991) navode batimetrijski raspon od 12 do 182 m. U Jadranskom moru trlja od kamena obitava u priobalnom dijelu, a može ju se pronaći iznad, pa čak i izvan kontinentalnog šelfa, rijetko i do 500 m dubine (Sartor i sur. 2017). Veće jedinke žive na većim dubinama (uglavnom ljeti i zimi) dok su manje jedinke češće u plitkim vodama (Machias i sur. 1998).

U Sredozemnom moru trlja od blata pokazuje maksimalnu brojnost između 50 i 100 m dubine, dok trlja od kamena pokazuje maksimalnu brojnost između 100 i 200 m dubine (Lombarte i sur. 2000; Tserpes i sur. 2002). U vodama Majorce, najgušća naselja trlje od kamena su zabilježena između 30 i 70 m dubine, a dublje dominaciju preuzima trlja od blata (Reñones i sur. 1995). Razliku u batimetrijskoj raspodjeli su zabilježili i Sanchez i sur. (1983) za Katalonsku obalu, te Golani i Galil (1991) za obalu Izraela. Analizom podataka MEDITS tijekom vremenskog razdoblja od 1996. do 2018., utvrđeno je da su jadranske trlje zastupljene u svim istraživanim dubinskim pojasima, od 0 do 500 m s tim da je trlja od blata najbrojnija i najgušća na dubinama između 10 i 100 m dubine, a trlja od kamena između 50 i 200 m. Također, rezultati pokazuju da su naselja trlje od blata znatno brojnija i gušća u odnosu na naselja trlje od kamena u svim istraživanim područjima i na svim dubinama. Navedeno je vjerojatno posljedica korištenja pridnene mreže koće kao alata istraživanja koja između ostalog ima ograničen rad nad grubim dnima koje trlja od kamena preferira.

Godišnje promjene u učestalosti pojavljivanja, brojnosti i biomasi trlje od blata pokazuju pozitivne trendove po svim dubinskim pojasima, posebice iza 2011. godine, dok trlja od kamena nema izraziti trend niti u pojavi, brojnosti ni biomasi već su vidljive skokovite promjene u pojedinim razdobljima, osim u zadnje 3 godine kada su zabilježeni pozitivni trendovi.

#### **4.2. Trlje kao indikatori ribolovnog pritiska**

Priobalna područja morskog ekosustava su pod utjecajem brojnih čimbenika o kojima ovisi i brojnost riba koje žive u tom području (Bailey, 2000). U Sredozemnom je moru ribolovni pritisak upravo na priobalna područja velik već dugi niz godina s obzirom da se stanovništvo tradicionalno bavi ribolovom. S obzirom da su ribe lako uočljiv i dominantan dio morske faune te se smatraju važnim biološkim indikatorima (Whitfield & Elliott 2002) bilo prirodnih promjena ili onih nastalih uslijed čovjekova djelovanja, analize dugogodišnjih podataka su ključne za opisivanje stanja populacija riba, ali i složenih ekoloških odnosa



između organizama u zajednicama nekog ekosustava. Različite vrste iz porodice Mullidae su važne za ribarstvo u mnogim područjima diljem svijeta, a nekoliko vrsta ima visoko gospodarsko značenje. Na primjer, na Havajima, u središnjem Pacifiku, najmanje šest vrsta trlja su ciljane vrste u ribarstvu (Williams i sur. 2006). Budući da se povećava brojnost trlje od kamena u sve više sjevernih mora, u tim područjima se razvija i ribarstvo (npr. ICES 2006). Kao pokazatelji stanja ribarstva, korištene su trlje u brojnim radovima kako za ispitivanje neposrednog pritiska u ribarstvu (Wantiez i sur. 1997; Friedlander & DeMartini 2002; Pinnegar i sur. 2003; Labropoulou & Papaconstantinou 2004; Maravelias & Papaconstantinou 2006; Ordines i sur. 2005) tako i za utvrđivanje utjecaja izostanka ribolova na zaštićenim morskim područjima (Dufour i sur. 1995; Lipej i sur. 2003; Claudet i sur. 2006) (Tablica 4.2.1.). Ribolovni pritisak dovodi do smanjenja brojnosti i ulova trlja, te značajnog smanjenja njihove veličine i mase (Tablica 4.2.1.). Suprotni trendovi u tim parametrima opaženi su u područjima bez ribolovnog pritiska, posebno u zaštićenim područjima s dodatnim "učinkom prelijevanja" na okolna područja (Tablica 4.2.1.). Williams i sur. (2006) sugeriraju da bi trajnim zabranama ribolova trebalo zamijeniti učestale rotacijske zabrane na zaštićenim područjima. Važne varijable koje se moraju uzeti u obzir pri planiranju zaštićenih područja jesu rezidentnost mjesta i opseg gibanja oko staništa („home-range“), jer trlje (npr. *Mulloidichthys flavolineatus* i *Parupeneus porphyreus*) imaju posebne zahtjeve za dnevna i sezonska gibanja (Holland i sur. 1993; Meyer i sur. 2000). Navedeno potvrđuje i istraživanje Haidar (1970) središnjeg i sjevernog dijela Jadranskog mora prema kojem trlje od blata vrše dvije sezonske migracije i to migracija nedoraslih jedinki od obale prema otvorenom moru, te proljetna migracija zrelih jedinki prema kanalima duž hrvatske obale na dubine između 50 i 85 m.

Analizom vremenskog niza podataka prikupljenih mrežama poponicama koje su i jedan od najvažnijih ribolovnih alata korištenih u priobalnom ribolovu u cijelom Sredozemnom moru (Goñi i sur. 2008), moguće je dati procjenu stanja populacije trlja od kamena u istočnom Jadranu. Trlja od kamena je u razdoblju od 1960. do 1994. godine bila među dominantnijim vrstama u lovinama poponica posebice u masenom dijelu, no s obzirom na brojčani i maseni udio ove vrste po mreži trend je kolebao s izraženim padom u razdoblju od 1982.-1988. (Jardas, 1999).

Analiza stanja populacije trlje od kamena u istočnom Jadranu od 1993. do 2009. godine zapravo predstavlja nastavak gore navedenih rezultata istraživanja budući da je trlja od kamena i dalje vrlo brojna u lovinama. No, zadnjih godina, ova vrsta pokazuje pozitivan trend u ulovu s obzirom na broj i masu ulovljenih jedinki po mreži, te se srednje vrijednosti njihove

ukupne dužine i mase tijela povećavaju. Takvo povećanje je najvjerojatnije posljedica smanjenja ribolovnog pritiska koji povećava broj velikih i zrelih jedinki u populaciji. Također, važan indikator mogućih promjena u populacijama riba je smanjenje brojnosti i biomase određene vrste po jedinici ribolovnog napora (Cushing, 1975) koje nije zabilježeno u istočnojadranskoj populaciji trlje od kamena od 1993. godine, odnosno i od prvih istraživanja od 1960. godine. Svi prethodno navedeni trendovi unutar populacije trlje od kamena u razdoblju od 1993. do 2009. godine su zabilježeni i za svako od četiri istraživana područja.

**Tablica 4.2.1.** Utjecaj ribolovnog pritiska i mjera zaštite na populacije različitih vrsta tlja.

Vrsta	Područje istraživanja	Glavni čimbenici	Parametri	Specifična opažanja	Izvor
<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>	Središnji Pacifik	Visok ribolovni pritisak	Brojnost, masa	Smanjenje brojnosti, biomasa, srednja težina	Friedlander & DeMartini 2002
<i>Mullus barbatus</i>	Sjeveroistočni Mediteran	Ribolovni pritisak, Topografija šelfa i padine	Brojnost, dominacija u zajednici	Niska brojnost na dubokim mjestima, dominantna na najmanjoj dubini (<32 m)	Labropoulou & Papaconstantinou 2004, Maravelias & Papaconstantinou 2006
<i>Mullus surmuletus</i>	Zapadni Mediteran	Smanjen ribolovni pritisak	Brojnost, veličina	Povećana veličina	Ordines i sur. 2005
<i>Mullus surmuletus</i>	Sjeverozapadni Mediteran	Zaštićena morska područja	Brojnost, veličina	Povećana brojnost u i van zaštićenih morskih područja	Dufour i sur. 1995
<i>Mullus surmuletus</i>	Sjeverozadani Mediteran	Zaštićena morska područja	Brojnost	Povećana brojnost, dominantna na dubljim mjestima	Claudet i sur. 2006
<i>Mullus surmuletus</i>	Jadransko more	Zaštićena morska područja	Pojavljivanje, brojnost	Brojnost se povećava	Lipej i sur. 2003
<i>Parupeneus ciliatus</i> , <i>P. trifasciatus</i> *	Južni Pacifik	Zaštićena morska područja	Brojnost, težina, veličina	Brojnost (*), masa i povećanje veličine	Wantiez i sur. 1997
<i>Mullus barbatus</i>	Jadransko more	Visok ribolovni pritisak	Brojnost	Brojnost se smanjuje s povećanjem dubine	Haidar, 1970
<i>Mullus surmuletus</i>	Jadransko more	Visok ribolovni pritisak	Brojnost	Jedinke se nakon novačenja okupljaju blizu obale	Sala i sur. 2018
<i>Mullus barbatus</i>	Istočna obala Jadranskog mora	Visok ribolovni pritisak	Brojnost, masa	Povećana brojnost i biomasa, dominantna na dubinama 10-100 m	Ovaj rad
<i>Mullus surmuletus</i>	Istočna obala Jadranskog mora	Smanjen ribolovni pritisak	Brojnost, masa, ukupna dužina	Povećana brojnost i biomasa, i srednja dužina i masa tijela u priobalnom pojasu	Ovaj rad

Ipak, dok su s jedne strane brojčani i maseni ulovi trlje od kamena po poponici bili veći na dubrovačkom i šibenskom području, srednje vrijednosti ukupne dužine i mase tijela ove vrste su bile veće na šibenskom i splitskom području. Iz ovakvih rezultata jasno je da je stanje populacije u smislu brojnosti i biomase, ali i demografskih parametara populacije trlje od kamena najbolje na šibenskom području. Iako se u ovakvim istraživanjima trenda populacije neke vrste uvijek nastoje odabrati slična područja s obzirom na dubinu uzorkovanja i tip morskog dna, ipak vjerojatno je i šibensko područje u smislu staništa i njegovih ekoloških karakteristika najpovoljnije za trlju od kamena (Katsanevakis i sur. 2009; Damalas i sur. 2010). Iako je teško otkriti prave razloge ovog izrazitog pozitivnog trenda, posebice ako uzmemo u obzir visoki ribolovni pritisak u istočnom Jadranu, u istraživanom su se razdoblju (od 1993. do 2009. godine) dogodile bitne promjene u Pravilniku o obavljanju ribolova mrežama stajaćicama (NN 74/94 i 57/96) i Pravilniku o ribolovnim alatima i opremi za mali ribolov (NN 46/97). Tako se prvo 1999. godine veličina oka središnjeg zastora mreža poponica povećala s 28 mm na 40 mm, da bi se 2002. godine ove mreže u potpunosti zabranile u malom ribolovu, a njihov dnevni ulov i broj poponica koje ribar može imati po povlastici ograničio. Stoga je pozitivan trend istraživane populacije trlje od kamena zapravo mogući rezultat provedenih strožih zakonskih mjera (Matić-Skoko i sur. 2011).

#### **4.2.1. Sastav populacije trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* na području istočnog Jadrana**

U usporedbi s najvećom ukupnom dužinom tijela u ovom radu, veće su jedinice trlje od blata u istočnom Jadranu zabilježili Jukić & Piccinetti (1988), Dulčić & Kraljević (1996), Vrgoč (2000) i Dulčić & Glamuzina (2006). Najveća je ukupna dužina tijela za trlju od blata od 38,2 cm (Filiz, 2011) zabilježena u Egejskom moru što predstavlja ujedno i najveću ukupnu dužinu tijela utvrđenu na čitavom području njene rasprostranjenosti. U ostalim su istraživanjima kod većine autora najveće ukupne dužine tijela u rasponu od 20,0-25,0 cm (Tablica 4.2.2).

Najveća je ukupna dužina tijela trlje od kamena u iznosu od 46,5 cm (Coull i sur. 1989) zabilježena u sjevernom Atlantiku, a predstavlja ujedno i najveću ukupnu dužinu tijela na čitavom području njene rasprostranjenosti. U ovom radu su ukupne dužine tijela trlje od kamena veće u odnosu na istraživanja koja su proveli Dulčić & Kraljević (1996) i Dulčić & Glamuzina (2006). U ostalim su istraživanjima kod većine autora najveće ukupne dužine tijela bile u rasponu od 25,0 - 32,0 cm (Tablica 4.2.3.).

**Tablica 4.2.2.** Najveća ukupna dužina tijela (cm) kod trlje od blata, *Mullus barbatus* u različitim istraživanjima ove vrste u Sredozemnom, Ionskom, Egejskom i Jadranskom moru.

Područje	Autori	Najveća ukupna dužina tijela
Sred. more (Istočni dio)	Tıraşın i sur. (2007)	22,0
Sred. more (Istočni dio)	Gönen i sur. (2006)	22,0
Ionsko more	Papaconstantinou i sur. (1988)	24,0
Egejsko more	Vrantzas i sur. (1992)	25,0
Egejsko more	İlkyaz i sur. (2008)	28,2
Egejsko more	Filiz (2011)	38,2
Jadransko more	Jukić & Piccinetti (1988)	27,0
Jadransko more	Dulčić & Kraljević (1996)	24,7
Jadransko more	Vrgoč (2000)	26,9
Jadransko more	Dulčić & Glamuzina (2006)	24,1
Jadransko more	ovaj rad	22,0

**Tablica 4.2.3.** Najveća ukupna dužina tijela (cm) kod trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u različitim istraživanjima ove vrste u Sjevernom, Sredozemnom, Egejskom i Jadranskom moru.

Područje dužina tijela	Autori	Najveća ukupna
Sjeverno more	Coull i sur. (1989)	46,5
Sred. more	Mehanna (2009)	31,7
Sred. more	Valle i sur. (2003)	25,4
Sred. more	Pesci (2006)	38,71
Egejsko more	Vassilopoulou & Papaconstantinou i sur. (1992a)	41,34
Egejsko more	Arslan & Ismen (2013)	26,8
Egejsko more	Moutopoulos & Stergiou (2002)	32,0
Jadransko more	Dulčić & Kraljević (1996)	30,9
Jadransko more	Dulčić & Glamuzina (2006)	28,5
Jadransko more	ovaj rad	34,3

Uspoređujući ukupnu dužinu tijela porodice Mullidae u Jadranskom moru, ukupna dužina tijela trlje od blata je manja od ukupne dužine tijela trlje od kamena, kako u ovom istraživanju tako i kod Dulčić i Kraljević (1996) te Dulčić i Glamuzina (2006). Međutim, srednje vrijednosti raspona ukupne dužine tijela u ovom istraživanju za trlje od blata ( $14,37 \pm 2,402$  cm) i trlje od kamena ( $17,29 \pm 8,595$  cm) su niže od vrijednosti koje iznose Dulčić i Kraljević (1996) (*M. barbatus*,  $20,88 \pm 0,477$  cm; *M. surmuletus*,  $21,29 \pm 0,249$  cm). Zabilježene razlike u najvećim dužinama tijela trlje od blata i trlje od kamena i njihovim

srednjim vrijednostima mogu biti posljedica različitog ribolovnog pritiska na različitim područjima istraživanja (Pauly i sur. 1998; Jennings i sur. 1999), ali i različite dubine ili vremena uzorkovanja te različite selektivnosti upotrebljivanih ribolovnih alata. Na istraživanom području se više od 65% ulovljenih jedinki trlje od blata nalazilo u rasponu ukupne dužine tijela od 13,0 cm do 16,0 cm, a kod trlje od kamena od 13,0 cm do 21,0 cm. Rasponi trlje od kamena bi bili sigurno širi da se istraživanje provelo pasivnim alatima uz obalu umjesto pridnene povlačne mreže kočice. Razlike u utvrđenim rasponima ukupnih dužina i masa su posljedica najčešće selektivnosti različitih ribolovnih alata korištenih u navedenim istraživanjima, ali mogu biti i posljedica istraživanja u različitim geografskim područjima gdje hidrografske osobine mora utječu na rast morskih vrsta. Isto tako, kronološki pregled referenci, može dati uvid u stanje populacije, ukoliko se uočava bilo pozitivni bilo negativni trend u kronološkom smislu. Izostajanje velikih jedinki kakve su zabilježene u literaturi 60-tih godina prošlog stoljeća jasno upućuju na duboke negativne promjene u sastavu populacije ili stokova (Pauly i sur. 1998).

#### **4.2.2. Omjer spolova**

U dostupnoj literaturi različiti autori navode različite omjere spolova između ženki i mužjaka trlje od blata pa tako u crnomorskoj populaciji Okur (1991) navodi dominaciju mužjaka u odnosu na ženke dok Aydın & Karadurmuş (2013), Togulga & Mater (1992), Jica (1993), te Samsun & Ozdamar (1995) navode omjer spolova u korist ženki dok prema Genc (2002) nema razlike u omjeru spolova. Omjer ženki i mužjaka unutar populacije trlje od blata u ovom istraživanju je približno jednak očekivanom idealnom omjeru (1:1), dok je u radovima Joksimović (2005) i Vrgoč (2000) zabilježen nešto veći udio ženki u odnosu na mužjake. Isto su potvrdili i Županović & Jardas (1989) za područje Jabučke kotline, te Celik & Torcu (2000) u istraživanju provedenom u zaljevu Edremit u Egejskom moru. Analizirajući literaturu koja se odnosi na istraživanja zapadnog dijela Sredozemnog mora uočena je obrnuta situacija (Županović, 1963). Ove razlike mogu biti posljedica različitih utvrđenih raspona ukupnih dužina tijela u navedenim istraživanjima, s obzirom da je i u ovom radu uočena promjena ovog odnosa kroz dužinske razrede. Tako je pri nižim ukupnim dužinama tijela trlje od blata zabilježena veća zastupljenost mužjaka, dok pri većim dužinama dominiraju ženke. Isto je uočeno i za crnomorsku populaciju (Aydın & Karadurmuş 2013; Yildiz & Karakulak 2016). Tome najčešće treba tražiti razlog u selektivnosti alata kojim su uzorci prikupljeni (Goodyear, 1995; Ricker, 1975), posebice kod vrsta s izraženim spolnim dimorfizmom.

Ponekad je razlog tome i dvospolnost kada pojedine vrste prvo sazrijevaju kao jedan spol, a zatim pri određenoj dužini tijela i starosti mijenjaju spol, no kod analiziranih vrsta to nije slučaj.

Za razliku od trlje od blata kod koje je omjer ženki i mužjaka približno jednak očekivanom omjeru (1:1), kod trlje od kamena je u ovom istraživanju uočen pomak omjera spolova u korist mužjaka dok je u istraživanju Pajuelo i sur. (1997) te Mahé i sur. (2013) uočen pomak omjera spolova u korist ženki. Međutim, kao i kod trlje od blata i kod trlje od kamena je uočena promjena ovog odnosa kroz dužinske razrede. Tako je pri nižim ukupnim dužinama tijela zabilježena veća zastupljenost mužjaka, dok pri većim dužinama dominiraju ženke. Isto su za populaciju trlje od kamena uočili i Reñones i sur. (1995) u istraživanju provedenom u sjeverozapadnom dijelu Sredozemnog mora. Zabilježene razlike su vjerojatno posljedica različite selektivnosti upotrebljavanih ribolovnih alata, ali mogu biti i posljedica različite prostorne rasprostranjenosti, odnosno prostorne odijeljenosti mužjaka i ženki (Lozano-Cabo, 1983; Camiñas i sur. 1990). Svakako, različiti statistički značajni otkloni od idealnog omjera spolova mogu biti nagovještaj problema u mrijestu i novačenju budućih generacija.

#### **4.2.3. Dužinsko-maseni odnos i indeks kondicije trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u istočnom Jadranu**

U ribarstvenim istraživanjima, dužinsko maseni odnos ima mnogo različitih primjena, uključujući procjenu mase preko dužine (Beyer, 1991), procjenu mase pri određenoj starosti (Petralkis & Stergiou 1995) i pretvaranje jednadžbi rasta pri starosti u jednadžbe rasta u masu (Pauly, 1993). Koristan je i pri izračunu biomase neke populacije (Anderson & Gutreuter 1983), u primjeni modela procjene stokova kao i u usporedbi različitih geografskih područja (Kolher i sur. 1995; Gonçalves i sur. 1996; Froese & Pauly 2010; Moutopoulos & Stergiou 2002).

Vrijednost varijable  $b$  dobivena u ovom radu za ženke i ukupni uzorak trlje od blata se statistički značajno ne razlikuje od 3,0 što označava izometrijski odnos tj. situaciju kad riba raste jednako u masu i u dužinu, dok su vrijednosti varijable  $b$  za mužjake statistički značajno manje od 3,0 što označava negativnu alometriju tj. tada riba raste brže u dužinu nego u masu. Međutim, istraživanja autora Süer (2008), Aydın & Karadurmuş (2013) i Yildiz & Karakulak (2016) navode da ženke rastu sporije, postižu veće dužine i žive duže od mužjaka. U trlje od kamena su vrijednosti varijable  $b$  i za ženke i za ukupni uzorak veće od 3,0, te je odnos

pozitivno alometrijski dok se u mužjaka navedena vrijednost statistički ne razlikuje od 3,0 i odnos je izometrijski. Usporedbom vrijednosti varijable b u trlje od blata (Tablica 4.2.3.1.) i trlje od kamena (Tablica 4.2.3.2.) utvrđeno je postojanje razlika. Navedene razlike u vrijednosti varijable b su najvjerojatnije posljedica jednog ili više čimbenika kao što su temperatura, salinitet, dostupnost i kvaliteta hrane, spol, doba godine i stupanj spolne zrelosti (Shepherd & Grimes 1983; Pauly i Munro., 1984; Weatherley & Gill 1987; Dulčić & Kraljević 1996; Jobling, 1997; Mahe i sur. 2005; Gökçe i sur. 2007; Kling i sur. 2007) u trenutku uzorkovanja. Ipak, većina autora navodi pozitivan alometrijski odnos kako za trlju od blata, tako i za trlju od kamena.

**Tablica 4.2.3.1.** Vrijednosti varijable a i b dužinsko masenog odnosa u različitim istraživanjima vrste trlja od blata, *Mullus barbatus*.

<b>Autori</b>	<b>Područje</b>	<b>a</b>	<b>B</b>
<b>Županović (1963)</b>	<b>Jadransko more</b>	<b>0,00655</b>	<b>3,179</b>
<b>Haidar (1970)</b>	<b>Jadransko more</b>	<b>0,00847</b>	<b>3,082</b>
<b>Frogli &amp; Magistrelli (1981)</b>	<b>Jadransko more</b>	<b>0,00665</b>	<b>3,223</b>
<b>Jukić &amp; Piccinetti (1981)</b>	<b>Jadransko more</b>	<b>0,00508</b>	<b>3,262</b>
Livadas (1988)	Cyprus waters	0,01288	2,94
Vassilopoulou & Papaconstantinou (1992a)	Egejsko more	0,0096	3,179
<b>Marano i sur. (1994); Ungaro i sur. (1994)</b>	<b>Jadransko more</b>	<b>0,008</b>	<b>3,09</b>
Papaconstantinou i sur. (1994)	Egejsko more	0,0145	3,085
Petrakis & Stergiou (1995)	Grčka	0,0145	3,085
<b>Marano (1996)</b>	<b>Jadransko more</b>	<b>0,0125</b>	<b>3,015</b>
Çelik & Torcu (2000)	Zaljev Edremit (Grčka)	0,0157	2,98
Kinacigil i sur. (2001)	Zaljev İzmir (Turska)	0,0070	3,29
Genç (2002)	Crno more	0,0063	3,18
Abdallah (2002)	Egipat	0,0120	3,00
Moutopoulos & Stergiou (2002)	Ionsko more	0,0177	2,832
Slimani i sur. (2003)	Sredozemno more	0,0116	3,099
Joksimović (2005)	Crna gora	0,00767	3,102
Özaydin & Taskavak (2007)	Zaljev Izmir (Turska)	0,0102	3,176
<b>Ovaj rad</b>	<b>Jadransko more</b>	<b>0,011</b>	<b>2,97</b>
<b>Ovaj rad</b>	<b>Jadransko more (♂)</b>	<b>0,010</b>	<b>3,02</b>
<b>Ovaj rad</b>	<b>Jadransko more (♀)</b>	<b>0,014</b>	<b>2,87</b>

Negativan alometrijski odnos u trlje od blata zabilježili su Lividas (1988), Çelik & Torcu (2000) i Moutopoulos & Stergiou (2002) dok su negativan alometrijski odnos u trlje od

kamena zabilježili Moutopoulos & Stergiou (1998) i Stergiou & Moutopoulos (2001). Vrijednosti varijable b se mogu mijenjati ovisno o fenološkim fazama vrste pa npr. pad vrijednosti koji nastupa zimi je vjerojatno posljedica hidrografskih čimbenika u okolišu, dok je onaj koji se zbiva krajem proljeća i početkom ljeta, posljedica gubitka mase nakon izbacivanja spolnih produkata.

**Tablica 4.2.3.2.** Vrijednosti varijable a i b dužinsko masenog odnosa u različitim istraživanjima vrste trlja od kamena, *Mullus surmuletus*.

<b>Autori</b>	<b>Područje</b>	<b>a</b>	<b>B</b>
Dorel (1986)	Francuska	0,0073	3,19
Coull i sur. (1989)	Sjeverni Atlantik	0,047	3,30
Papaconstantinou i sur. (1993)	Grčka	0,015	3,03
Petrakis & Stergiou (1995)	Grčka	0,0124	3,14
Reñones i sur. (1995)	Majorka	0,0091	3,12
<b>Dulčić &amp; Kraljević (1996)</b>	<b>Jadransko more</b>	<b>0,001</b>	<b>3,51</b>
Gonçalves i sur. (1996)	Portugal	0,029	3,08
Merella i sur. (1997)	Balaeri	0,0082	3,09
Moutopoulos & Stergiou (1998)	Egejsko more	0,0176	2,89
Stergiou & Moutopoulos (2001)	Egejsko more	0,014	2,95
Abdallah (2002)	Egipat	0,011	3,03
Valle i sur. (2003)	Sredozemno more	0,0097	3,07
Koutrakis & Tsikliras (2003)	Grčka	0,0045	3,51
AMendes i sur. (2004)	Portugal	0,039	3,36
<b>Dulčić &amp; Glamuzina (2006)</b>	<b>Jadransko more</b>	<b>0,0039</b>	<b>3,36</b>
Karakulak i sur. (2006)	Otok Gökçeada	0,0069	3,19
Çiçek i sur. (2006)	Sredozemno more	0,082	3,11
Özaydın i Taskavak (2007)	Egejsko more	0,0106	3,20
İlhan i sur. (2009)	Zaljev Izmir	0,0083	3,12
Üstün (2010)	Zaljev Edremit	0,0044	3,35
Mukkader & Ali (2013)	Zaljev Saros	0,0084	3,12
<b>Ovaj rad</b>	<b>Jadransko more</b>	<b>0,010</b>	<b>3,06</b>
<b>Ovaj rad</b>	<b>Jadransko more (♂)</b>	<b>0,008</b>	<b>3,13</b>
<b>Ovaj rad</b>	<b>Jadransko more (♀)</b>	<b>0,013</b>	<b>2,97</b>

Indeks kondicije je posljedica dužinsko masenog odnosa riba te je pod izravnim utjecajem starosti, spola, zrelosti gonada i punoće želuca riba (Barnham & Baxter 1998). Indeks kondicije uvelike govori o fiziološkom stanju nekog organizma, pri čemu se za jednike



koje su u “boljoj“ kondiciji pretpostavlja da imaju veću stopu preživljavanja, veću stopu rasta i veću proizvodnju reproduktivnog materijala (Moltschaniwskyj & Martinez 1998).

Indeks kondicije za ženke, mužjake i ukupni uzorak u vrsta trlje od blata i trlje od kamena je bio  $> 1,000$  osim kod mužjaka trlje od blata pri ukupnoj dužini tijela od 20 cm kada je indeks kondicije iz nepoznatog razloga naglo pao ispod vrijednosti 1,000, što je kod mužjaka trlje od kamena zabilježeno pri dužini tijela od 27 cm. Uočeno je i da početkom spolnog sazrijevanja dolazi do pada kondicije, što upućuje na to da se u ovom životnom razdoblju energija počinje trošiti na razvitak reproduktivnih organa. Lizama i Ambrósio (2002) navode da su visoke vrijednosti indeksa kondicije karakteristične za ribe najmanjih ukupnih dužina tijela što je i potvrđeno u ovom radu. S obzirom da su utvrđene razlike u dužinsko – masenom odnosu između ženki i mužjaka u obje vrste Mullidae, razlike postoje i u srednjim vrijednostima indeksa kondicije te su srednje vrijednosti indeksa kondicije u ovom radu više za ženke u odnosu na mužjake, kako u trlje od blata, tako i u trlje od kamena. Uočeni padovi i porasti vrijednosti ovog indeksa kroz dužinske razrede su vjerojatno posljedica različitih bioloških i ekoloških čimbenika.

#### **4.2.4. Starost i rast trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena, *Mullus surmuletus* u istočnom Jadranu**

Jedan od najčešćih načina određivanja starosti kod riba je analiza mikrostrukture otolita. Otoliti su tvorevine smještene u unutarnjem uhu svih riba koštunjača. Nalaze se unutar polupropusne membrane u endolimfi. Služe kao organ za ravnotežu, a doprinose i sluhu ribe (Campana, 1999; Campana & Thorrold 2001). Struktura otolita je trodimenzionalna i raste ravnomjerno u veličinu, te se oblik i veličina otolita značajno razlikuju među vrstama riba (Campana & Thorrold 2001).

Otoliti sadrže koncentrične prstenove različitih promjera. Količina organskog materijala u području u kojem ribe žive će utjecati na izgled prstenova koji mogu biti opaki (neprozirni) ili hijalini (prozirni). Prva zona je sama jezgra otolita i predstavlja prvih nekoliko mjeseci života organizma. Opake zone u otolitima se formiraju tijekom razdoblja najvećeg rasta, a hijaline najčešće za vrijeme najsporijeg rasta ribe. Svaka bitna promjena u okolišu u kojem riba živi utječe na stvaranje prstenova što je najizraženije u umjerenim geografskim područjima s izraženim razlikama između ljeta i zime, odnosno toplog i hladnog dijela godine. Naprotiv, u uniformnim klimatskim zonama kao što su tropska i polarna područja ne

dolazi do stvaranja vidljivih prstenova rasta u koštanim strukturama riba (Holden & Raitt 1974).

Prva značajna karakteristika otolita je da ne podliježu resorpciji, odnosno, materijal koji je jednom utrošen na stvaranje otolita organizam više ne može koristiti niti u fazi preživljavanja što nije zabilježeno za nijednu drugu kalcificiranu strukturu (ljuske i kosti) u riba i ostalih kralježnjaka (Bilton, 1974, citirano u Campana & Thorrold 2001). Druga značajna karakteristika je da su otoliti jedina kalcificirana tvorevina koja kontinuirano raste za vrijeme čitavog života ribe (Rodríguez Mendoza, 2006). Zbog svega navedenog vidljivo je da su otoliti važan alat za određivanje starosti kod riba. Precizno određivanje starosti daje osnovu za izračune rasta, smrtnosti, novačenja i ostalih važnih parametara za dinamiku populacije riba (Holden & Raitt 1974).

Zbog nesuglasnosti u određivanju starosti iz otolita očitavanjem godišnjih prstenova u trlje od blata i trlje od kamena održana je ICES radionica 2009. godine (Maggio i sur. 2009). Na radionici je zaključeno da postoje nedoumice u raspoznavanju prvog prstena, kao i ostalih prstenova, te u određivanju osi za mjerenje. Utvrđeno je da otoliti prate godišnji rast ribe stvaranjem godišnjih prstenova. Svaki godišnji prsten je sastavljen od opake zone (ljetni prsten) koja predstavlja razdoblje brzog rasta, i prozirne zone (zimski prsten) koja predstavlja razdoblje sporog rasta što je u skladu s istraživanjem Holden i Raitt (1974). Cijeli godišnji prsten je vidljiv u ljetu kada se opaka zona od nove godine počinje formirati oko prozirne zone prethodne godine, u obje vrste. Na radionici je zaključeno da se otoliti trlje od kamena očitavaju lakše od otolita trlje od blata te da se otoliti atlantskih stokova očitavaju bolje od otolita mediteranskih stokova što je predloženo za temu sljedeće radionice. Za razliku od trlje od blata, brojni autori navode da je očitavanje starosti putem otolita pouzdana metoda za određivanje starosti u trlje od kamena (Bougis, 1952; Morales-Nin, 1991; Renones i sur. 1995; Mehanna, 2009). S obzirom na navedeno, u ovom istraživanju je analizirana i veza između mjera otolita (dužine, širine i mase) i starosti, kod obje vrste trlja. Worthington i sur. (1995) smatraju da je matematička procjena starosti iz mjera otolita brži, lakši, jeftiniji i objektivniji model procjene starosti od određivanja godišnjih prstenova na otolitima. U ovom radu je utvrđena linearna veza između mjera otolita i starosti, kod obje vrste trlje. Usporedbom dobivenih vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$ , starost obiju vrsta trlja se može najbolje procijeniti iz mase otolita, a nakon mase iz širine otolita kod trlje od blata i dužine otolita kod trlje od kamena. S druge strane, za vrstu *Pomatochantus arcuatus* je najbolja korelacija zabilježena između debljine otolita i starosti ribe (Pilling i sur. 2003), za vrstu *Hippoglossoides platessoides* između dužine otolita i starosti ribe (Fossen i sur. 2003), a

za vrstu *Serranus scriba* između širine otolita i starosti ribe (Tuset i sur. 2006). Stoga je nužno kalibrirati matematičke modele čija je osnovna veza između mjera otolita i starosti, a koji su, kao što je vidljivo iz prethodnih podataka, karakteristični za svaku vrstu riba.

Starost trlje od blata i trlje od kamena u ovom radu je određena i očitavanjem otolita u čijem je središtu jasno vidljiva široka opaki zona, nakon koje se izmjenjuju hijalini i opaki prstenovi. Jedan opaki i jedan hijalini prsten označavaju jednu godinu starosti trlja. Širina prvog godišnjeg prstena (koji se sastoji od središnje opaki zone i prvog hijalinog prstena) je često različita između jedinki kod obje vrste što je u skladu s rezultatima ICES radionice (Maggio i sur. 2009.). Nakon drugog godišnjeg prstena, širina opakih i hijalinih prstenova je uglavnom bila slična, dok su na rubovima otolita prstenovi postajali nešto uži. Treba naglasiti da je veliki broj otolita bio odbačen prilikom njihova očitavanja (puknuti i nečitki), pa je postotak uspješno očitanih otolita trlje od blata iznosio 50,71%, a za trlje od kamena 46,00%. Određivanje vremena stvaranja prstenova na otolitima riba je ključan korak u istraživanjima rasta i starosti neke vrste (Zaboukas & Megalofonou 2007). Rezultati ovog istraživanja o sezonskom stvaranju prstenova na otolitima se slažu s prethodno objavljenim podacima za trlje od blata (Gottlieb, 1956; Bianchini & Ragonese 2011) i trlje od kamena (Mahé i sur. 2013; Bakali i sur. 2015) te su potvrdila formiranje jednog prstena godišnje. Tako su se hijalini prstenovi stvarali tijekom zimskih mjeseci, a opaki tijekom proljeća i ljeta, kod obje vrste trlja. Osim razmnožavanja i ishrane, na sezonalnost stvaranja prstenova mogu utjecati i drugi čimbenici, kao sezonske promjene u okolišu, i to uglavnom temperature mora, kao što je već opisano kod nekih vrsta riba (Newman & Dunk 2003; Kingsford & Huges 2005).

Životni vijek trlje od blata u ovom radu je procijenjen na 5 godina što je u skladu s nekoliko istraživanja u Sredozemnom moru (Gharbi & Ktari 1981; Lividas, 1988; Tursi i sur. 1994) i Jadranskom moru (Bougis & Mužinić 1958; Haidar, 1970; Jukić i Piccinetti, 1981). Istraživanje Scaccini (1947b) Jadranskog mora je pokazalo maksimalnu starost od 8 godina u trlje od blata. U ukupnom su uzorku trlje od blata u ovom radu najzastupljenije jedinke starosti 2 (51%) i 1 (26%) godinu, iako je za očekivati da bi u ukupnom uzorku trebale dominirati jedinke starosti 0 godina. Navedeno odstupanje je iz razloga što primjerci iz ovog rada potječu iz godspodarskih lovina (iskrcanih jedinki), pa su jedinke 0 klase odbačene kao prilov. Prema Papaconstantinou i sur. (1981) najzastupljenije su jedinke starosti od 2 i 3 godine za starosne razrede od 0-7 godina u zaljevu Thermaikos, te jedinke starosti 2 i 3 godine za starosne razrede od 0-11 godina u zaljevu Seronikos, što je ujedno i najveća zabilježena starost za trlju od blata, koja je pored navedenog istraživanja zabilježena i u istraživanju Scaccini (1947a; 1947b). Vassilopoulou & Papasconstantinou (1992a) navode

dominaciju jedinki starosti 1 i 2 godine za starosne razrede od 0-8 godina u sjevernom dijelu Egejskog mora. Starosni razred od 1-4 godine i dominaciju riba 1 godine starosti je zabilježio Akyol i sur. (2000) za jedinke iz zaljeva Izmir, dok Toğulga (1976) i Toğulga & Mater (1992) za isto područje navode dominaciju jedinki 1 i 2 godine starosti za starosne razrede od 0-6 godina. Tokaç & Gurbet (1992) za isto područje navode dominaciju jedinki starosti 1 godine za starosne razrede od 0-3 godine, kao i Kınacıgil (1994) za Gülbahçe zaljev. Türeli & Erdem (1997) su zabilježili dominaciju starosti od 2 godine za starosne razrede od 0-5 godina za trlje od blata na obali Adana. Mogući razlog navedenih razlika u najvećim zabilježenim starostima je različiti ribolovni pritisak na različitim područjima, pa je duži životni vijek možda jednostavno posljedica manjeg ribolovnog pritiska na određenom području. Koristeći prirodnu smrtnost dobivenu Paulyjevom jednadžbom i odnos dugovječnosti (Alagaraja, 1984) procijenjen je životni vijek trlje od blata od 7,9 godina. Ta se vrijednost može usporediti s promatranom maksimalnom starosti od 5 godina. Dakle, M-vrijednost 0,517 iako procijenjena s vrlo širokim rasponom nesigurnosti, čini se prilično realističnom, ali može biti nešto precijenjena. Procijenjena stopa smrtnosti i eksploatacije može se ocijeniti izrazito visokom u usporedbi s drugim izlovljavanim stokovima, ali ipak ostaje neizvjesna na temelju danih podataka i može također biti precijenjena. Budući da ulovi iz komercijalnih pridnenih povlačnih mreža koća mogu uključivati značajan dio nedoraslih jedinki, trebalo bi detaljno proučiti odnos selektivnosti i stope smrtnosti. Mehanna (2009) za trlju od kamena u Egipatskim vodama utvrđuje visoko iskorištavanje jer im je trenutna ribolovna smrtnost ( $F$ ) viša od vrijednosti referentnih točaka ribolovne smrtnosti od 10% ( $F_{0.1} = 0,32$ ) i ribolovne smrtnosti pri kojoj je ribolovom uzeto 30% od procijenjene biomase stoka u mrijestu ( $F_{30\%SSB} = 0,44$ ). Stoga se preporučuje smanjenje ribolovnog napora pogotovo nedoraslih riba i onih u mrijestu te definiranje kritičnih područja poput rastilišta i hranilišta. Zaštita nedoraslih jedinki i njihovih staništa vjerojatno je ključni čimbenik održivosti ovih resursa (Mehanna, 2009).

Životni vijek trlje od kamena u ovom radu je isti kao u trlje od blata te je procijenjen na 5 godina (samo jedan primjerak u cjelokupnom uzorku je imao navedenu starost). Maksimalnu starost od 5 godina za trlju od kamena je zabilježio i Moldur (1999) za Marmara more i Jabeur i sur. (2000) za zaljev Gabes. Ilhan i sur. (2009) su zabilježili maksimalnu starost od 6 godina za trlje od kamena u Egejskom moru, dok je Üstün (2010) zabilježio maksimalnu starost od 4 godine za zaljev Edremit, a Mahé i sur. (2013) maksimalnu starost od 7 godina za istočni Engleski kanal i južni dio Sjevernog mora. Dosta veću maksimalnu starost, te starosne razrede od 1-10 godina su zabilježili Morales-Nin (1986) za Katalansko

more i Bakali i sur. (2015) za marokanski dio Sredozemnog mora, kao i Quéro & Vayne (1997) koji su zabilježili najstarije jedinke trlje od kamena za sjeverositočni Atlantik i to starosne razrede od 0-11 godina. Mogući razlog navedenih razlika u najvećim zabilježenim starostima je različiti ribolovni pritisak na različitim područjima, pa je zato duži životni vijek možda jednostavno posljedica manjeg ribolovnog pritiska na određenom području. No, u ovom radu za ovakve rezultate prvenstveno je odgovorna selektivnost pridnene povlačne mreže koće i činjenice da bi veće i starije jedinke lakše bile dostupne u različitim mrežama stajačicama te u plićem području. Stoga, navedene rezultate treba sagledati u tom kontekstu, a ne na razini cijelog Jadrana.

S obzirom da je raspon ukupne dužine tijela ženki i mužjaka kod obiju trlja u ovom radu različit, ne čudi što su zabilježene i razlike u najvećim određenim godinama za oba spola, te je najstarija ženka imala 5 godina, a najstariji mužjak 4 godine, kako u trlje od blata, tako i u trlje od kamena.

Što se tiče parametara rasta dobivenih korištenjem von Bertalanffyevog modela rasta, visoke vrijednosti stope rasta ( $K$ ) su zabilježene za obje vrste za Jadransko more (ovo istraživanje) i za područje Sicilije (Andaloro & Prestipino 1985), Lionski zaljev (Campillo, 1992), Gabeški zaljev (Jabeur i sur. 2000) i Egipat (Mehanna, 2009) s tim da su jedinke iz svih navedenih područja imale i sličnu vrijednost  $L_{\infty}$ . Općenito, dobivene su se vrijednosti svih parametara navedenog modela rasta u ovom radu nalazile u rasponima iz prethodnih istraživanja (Tablica 4.2.4.1. i 4.2.4.2.). Prethodno, pozitivni gradijent rasta je predložen od juga prema sjeveru areala rasprostranjenosti vrste (Mahé i sur. 2013), no rezultati ovog istraživanja to ne potvrđuju što ne čudi s obzirom na borealni karakter Jadranskog mora iako je po geografskoj širini smješten znatno južnije od Sjevernog mora, te nižu produktivnost Jadrana. Svakako, i u ovom radu kao i u većini navedenih, ženke rastu značajnije brže i dostižu veće ukupne dužine, i taj je spolni dimorfizam uočen u brojnim područjima (Andaloro & Giarritta 1985; N'Da, 1992; Morales-Nin, 1992; Pajuelo i sur. 1997; Jabeur, 1999; Mahé i sur. 2013). Razlike u parametrima rasta su rezultat uvjeta u okolišu, genotipa i potencijalno važne interakcije ta dva parametra (Conover & Schultz 1995; Garvey i sur. 2003). Kao glavni faktor, temperatura ima značajan učinak na stopu rasta riba (Taylor, 1958; Uiblein, 2007; Pauly, 2010). U hladnijim područjima, stopa metabolizma i zahtjevi za kisikom su niži pa koncentracija kisika manje vjerojatno utječe na rast (Pauly, 2010). Ipak, geografske razlike u stopi rasta ne mogu se pripisati samo temperaturi. U slučaju *M. barbatus*, viša stopa rasta je utvrđena u središnjem dijelu Sredozemnog mora nego u jugoistočnom dijelu Sredozemlja što je objašnjeno nižom primarnom produkcijom i višim temperaturama na jugu (Sonin i sur.

2007). Stoga, ostali parametri okoliša kao salinitet, dostupnost hrane i pritisak predacije mogu također kontrolirati rast *M. surmuletus*. Abookire & Macewicz (2003), stavljajući u odnos gradijent geografske širine u rastu kod doverskog lista (*Microstomus pacificus*), zaključuju da je rast znatno uvjetovan geografskim varijacijama u fizikalnim i okolišnim parametrima. U budućem istraživanju svakako treba uključiti širi raspon jedinki, i utvrditi moguće prostorne razlike u populacijama i stokovima unutar Jadrana, ali i Sredozemnog mora. Naime, u radu Matić-Skoko i sur. (2018) koristeći trinaest mikrosatelitskih lokusa za trlje od blata i trlje od kamena prikupljenih u Sredozemnom moru, istraživane su biogeografske granice, genetska distribucija između i unutar bazena i utjecaj produljenog iskorištavanja na obje vrste kao osnova za razumijevanje njihove populacijske dinamike i za poboljšanje upravljanja resursima obje vrste. Dobiveni su različiti indeksi raznolikosti među tim vrstama, pri čemu je trlja od blata pokazala veće bogatstvo alela i veći prosjek i očekivanu heterozigotnost od trlje od kamena. Smanjene vrijednosti efektivne veličine populacije ( $N_e$ ) i M-omjer u obje vrste dobivene u radu Matić-Skoko i sur. (2018) vjerojatno odražavaju nedavne demografske promjene, zbog kombinacije visokih ribolovnih pritisaka, fragmentacije staništa i prirodnih fluktuacija u veličini populacije. Različiti obrasci genetske povezanosti među populacijama uzorkovanim u Mediteranu zabilježeni su za obje vrste. Veća genetska struktura pronađena je kod trlje od blata za razliku od homogenijeg uzorka zabilježenog u uzorcima trlje od kamena. Jadranske populacije, prethodno smatrane panmiktičnim i izoliranim od drugih mediteranskih regija, pokazale su geografsku podjelu unutar Jadrana, ali i povezanost sa sjevernim Jonskim i Tirenskim morem. Ti rezultati naglašavaju potrebu za vremenskim uzorkovanjem za razumijevanje složenog obrasca povezanosti populacija na Mediteranu, osobito u svrhu održivog upravljanja resursima.

Parametrom  $\Phi'$  je moguće usporediti krivulje rasta između populacija iste vrste na različitim područjima ali i između različitih vrsta neke porodice. Vrijednosti ovog indeksa su za *M. barbatus* bile u rasponu od 1,78 do 2,20 (Tablica 4.2.4.1.), a za *M. surmuletus* u rasponu od 2,01 do 2,67 (Tablica 4.2.4.2.). Ako analiziramo vrijednosti ovog parametra dobivene za obje vrste s drugim istraživanjima, rezultati upućuju na direktnu vezu između veličine ribe i njihova rasta. Uglavnom, znanstvenici utvrđuju linearnu vezu između najveće dužine tijela i najveće određene starosti, pa tako jedinke onih vrsta koje dostižu veću ukupnu dužinu tijela i žive duže.

**Tablica 4.2.4.1.** Vrijednosti parametara trlje od blata, *Mullus barbatus* dobivene korištenjem von Bertalanffyevog modela rasta.

Autor	Područje	Spol	$L_{\infty}$ (cm)	K	$t_0$	$\Theta'$
Samsun & Erkoyuncu (1992)	Središnje Crno more	$\Sigma$	29,49	0,104	-3,222	1,95
Bingel i sur. (1995)	Crno more	$\Sigma$	24,80	0,120	-0,326	-
Şahin & Akbulut (1997)	Istočno Crno more	♂	21,03	0,204	-2,327	1,95
Şahin & Akbulut (1997)	Istočno Crno more	♀	21,26	0,231	-1,940	2,01
Genç (2000)	Istočno Crno more	♂	22,16	0,213	-2,038	2,01
Genç (2000)	Istočno Crno more	♀	25,55	0,238	-1,324	2,19
Genç (2000)	Istočno Crno more	$\Sigma$	23,83	0,227	-1,624	2,11
Genç i sur. (2002)	Istočno Crno more	$\Sigma$	24,22	0,218	-1,710	2,10
Süer (2008)	Istočno Crno more	♂	25,25	0,154	-1,590	1,99
Süer (2008)	Istočno Crno more	♀	39,36	0,082	-1,920	2,10
Aksu i sur. (2011)	Crno more	$\Sigma$	20,15	0,011	-	-
Aydin & Karadurmuş (2013)	Istočno Crno more	♂	19,30	0,353	-0,748	2,11
Aydin & Karadurmuş (2013)	Istočno Crno more	♀	25,40	0,144	-2,696	1,96
Aydin & Karadurmuş (2013)	Istočno Crno more	$\Sigma$	27,40	0,140	-2,351	2,02
Yildiz & Karakulak (2016)	Zapadno Crno more	♂	23,1	0,180	-1,910	1,98
Yildiz & Karakulak (2016)	Zapadno Crno more	♀	24,80	0,154	-2,316	1,97
Yildiz & Karakulak (2016)	Zapadno Crno more	$\Sigma$	24,10	0,171	-1,981	1,99
Samsun & Ozdamar (1995)	Zaljev Samsun	$\Sigma$	24,99	0,120	-3,284	-
Özvarol i sur. (2006)	Zaljev Antalya	♂	24,20	0,105	-5,618	1,78
Özvarol i sur. (2006)	Zaljev Antalya	♀	30,30	0,104	-4,465	1,97
Atar & Mete (2009)	Zaljev Mersin	$\Sigma$	27,90	0,114	-3,470	1,94
Çiçek (2015)	Zaljev Iskenderun	$\Sigma$	21,98	0,194	-1,168	1,97
Akyol i sur. (2000)	Zaljev İzmir	♂	22,50	0,202	-2,299	2,01
Akyol i sur. (2000)	Zaljev İzmir	♀	27,0	0,172	-1,844	2,09
Akyol i sur. (2000)	İzmir Bay	$\Sigma$	27,0	0,183	-0,150	2,12
Çelik & Torcu (2000)	Zaljev Edremit	$\Sigma$	26,08	0,127	-3,535	1,93
Kinacıgil i sur. (2001)	Zaljev İzmir	$\Sigma$	19,03	0,438	-0,777	2,20
Arslan & İşmen (2014)	Zaljev Saros	♂	26,60	0,180	-1,750	2,10
Arslan & İşmen (2014)	Zaljev Saros	♀	28,30	0,140	-2,390	2,04
Arslan & İşmen (2014)	Zaljev Saros	$\Sigma$	28,70	0,160	-1,920	2,11
Levi i sur. (1994)	Jadransko more	$\Sigma$	27,49	0,5	-0,25	5,93
Jukić & Piccinetti (1988)	Jadransko more	$\Sigma$	27,00	1,8	/	7,18
Vrgoč (1995)	Jadransko more	$\Sigma$	27,75	0,27	-0,616	5,35
Vrgoč (2000)	Jadransko more	$\Sigma$	26,86	0,29	/	5,36
Ovaj rad	Jadransko more	♂	19,80	0,38	-1,24	2,01
Ovaj rad	Jadransko more	♀	21,50	0,37	-1,06	2,08
Ovaj rad	Jadransko more	$\Sigma$	21,80	0,33	-1,20	2,03

**Tablica 4.2.4.2.** Vrijednosti parametara trlje od kamena, *Mullus surmuletus* dobivene korištenjem von Bertalanffyevog modela rasta.

Autor	Područje	Spol	$L_{\infty}$	K	$t_0$	$\Phi'$
Andaloro (1981)	Mediteransko more	-	27,60	0,27	0,39	2,31
Gharbi & Ktari (1981)	Tunis	♀	21,80	0,51	-0,11	2,38
Gharbi & Ktari (1981)	Tunis	♂	19,90	0,49	-0,03	2,29
Andaloro (1982)	Mediteransko more	♀	30,10	0,24	-2,68	2,34
Andaloro (1982)	Mediteransko more	♂	25,00	0,30	-2,39	2,27
Andaloro & Prestipino (1985)	Sicilija	♀	27,50	0,45	0,43	2,53
Morales-Nin (1986)	Katalansko more	-	30,94	0,11	3,85	2,21
Morales-Nin (1991)	Mallorca	-	29,76	0,24	-2,06	2,19
Morales-Nin (1991)	Mallorca	♀	34,53	0,14	-3,82	2,32
Morales-Nin (1991)	Mallorca	♂	23,29	0,29	-3,33	2,18
Campillo (1992)	Zaljev Lion	♀	33,40	0,43	-0,60	2,68
Campillo (1992)	Zaljev Gulf	♂	28,50	0,53	-0,44	2,63
Vassilopou & Papaconstantinou (1992b)	Egejsko more	♀	41,30	0,10	-2,80	2,23
Vassilopou & Papaconstantinou (1992b)	Egejsko more	♂	38,00	0,10	2,76	2,18
Papaconstantinou i sur. (1994)	Grčka	♀	24,80	0,26	-1,58	2,21
Papaconstantinou i sur. (1994)	Grčka	♂	22,00	0,27	-1,46	2,11
Reñones i sur. (1995)	Mallorca	-	31,28	0,21	-2,35	-
Machias i sur. (1998)	Greben Krete	-	34,50	0,23	-1,19	-
Moldur (1999)	Mramorno more	♀	34,48	0,21	-2,97	-
Moldur (1999)	Mramorno more	♂	27,30	0,25	-2,11	-
Moldur (1999)	Mramorno more	-	32,83	0,23	-2,13	-
Jabeur i sur. (2000)	Zaljev Gabes	♀	21,20	0,43	-0,65	2,29
Jabeur i sur. (2000)	Zaljev Gabes	♂	22,60	0,27	-1,07	2,14
N'Da i sur. (2006)	Zaljev Biscay	♀	42,70	0,28	0,641	-
N'Da i sur. (2006)	Zaljev Biscay	♂	35,90	0,30	0,74	-
Mehanna (2009)	Egipat	-	31,74	0,47	-0,30	2,67
İlhan i sur. (2009)	Zaljev İzmir	-	27,85	0,19	-1,58	2,18
Üstün (2010)	Zaljev Edremit	-	25,09	0,14	-2,48	-
Arslan & İşmen (2013)	Zaljev Saros	♂	26,94	0,20	-2,34	2,16
Arslan & İşmen (2013)	Zaljev Saros	♀	28,38	0,19	-2,16	2,18
Arslan & İşmen (2013)	Zaljev Saros	Σ	27,82	0,20	-2,16	2,19
Mahé i sur. (2013)	Sjeverno more	♂	36,0	0,22	-3,23	2,68
Mahé i sur. (2013)	Sjeverno more	♀	51,2	0,19	-2,91	2,68
Ovaj rad	Jadransko more	♂	29,8	0,43	-0,36	2,01
Ovaj rad	Jadransko more	♀	33,4	0,39	-0,38	2,08
Ovaj rad	Jadransko more	Σ	33,1	0,38	-0,37	2,03



### 4.3. Trlje kao indikatori promjene u staništima

#### 4.3.1. Rasprostranjenost uzduž istočne obale Jadrana

Stanje gospodarski najvažnijih stokova opisano je kroz njihovu učestalost pojavljivanja tijekom znanstvenih istraživanja (ekspedicija MEDITS) u Jadranskom moru, koje obuhvaća područje GSA 17 (uključivo hrvatsko teritorijalno more, ZERP, talijanski epikontinentalni pojas, talijansko teritorijalno more i teritorijalno more Slovenije). Učestalost pojavljivanja definirana je kao postotak pozitivnih postaja za pojedinu vrstu u odnosu na ukupan broj postaja u određenoj godini. U pravilu je bilo oko 180 postaja nasumično raspoređenih na istraživanom području. Stoga se učestalost pojavljivanja u ekspediciji može uzeti kao mjera rasprostranjenosti u Jadranskom moru.

Promatrajući rasprostranjenost trlje od blata u vremenskom periodu od 1996. do 1998. godine u odnosu na vremenski period od 2015. do 2017. godine istraživanja ekspedicije MEDITS vidljivo je da ne postoje značajnije promjene u rasprostranjenosti vrste između dva perioda niti u slučaju kada se promatra indeks brojnosti (N/km<sup>2</sup>) niti indeks biomase (kg/km<sup>2</sup>). Situacija je donekle drugačija kod trlje od kamena kod koje je vidljivo smanjenje indeksa biomase i brojnosti u otvorenom srednjem Jadranu. Navedene razlike u rasprostranjenosti trlje od kamena mogu biti posljedica promjena u brojnosti i raspodjeli postaja uzorkovanja tijekom ekspedicije MEDITS.

#### 4.3.2. Razmnožavanje trlje od blata, *Mullus barbatus* i trlje od kamena *Mullus surmuletus*

U svrhu opisivanja reproduktivnog ciklusa u vrsta *M. barbatus* i *M. surmuletus* određene su dužine pri prvoj spolnoj zrelosti, stupnjevi zrelosti gonada, indeksi zrelosti te je napravljena analiza fekunditeta. Uz proučavanje razvoja gonada, posebna pažnja je posvećena mikroskopskoj analizi praćenjem histoloških promjena tijekom razvoja gonada, čime ovaj rad predstavlja prvo detaljno istraživanje reproduktivne biologije obiju vrsta trlja na području istočnog Jadrana.

Postizanje prve spolne zrelosti u vrste *M. barbatus* u ovom radu je zabilježeno u prvoj godini života pri ukupnoj dužini tijela od 10 cm za ženke i 11 cm za mužjake što se poklapa s nalazima većine autora (Zei & Sabioncello 1940; Scaccini, 1947b; Županović, 1963; Haidar,

1970; Jukić & Piccinetti 1981; Fiorentino i sur. 1998; Marano i sur. 1998; Relini i sur. 1999; Vrgoč, 2000; Slimani i sur. 2003, Carbonara i sur. 2015) prema kojima se dužina prve spolne zrelosti nalazi između 10 i 14 cm, što odgovara jedinkama starim godinu dana (eventualno dvije (Scaccini, 1947b). Nešto višu dužinu prve spolne zrelosti (12,9 - 14,4 cm) je zabilježio Gharbi (1980) u istraživanju na obali Tunisa, Metin (2005) u istraživanju provedenom u Izmirskom zaljevu (14,2 cm ♀, 12,4 cm ♂), te Kokokiris i sur. (2014) u istraživanju u zaljevu Thermaikos (11,4 - 15,5 cm). S druge strane, Papaconstantinou i sur. (1981) navode da ženke spolno sazrijevaju u drugoj godini života, a mužjaci krajem prve godine. Razlike u dužini pri postizanju prve spolne zrelosti mogu biti posljedica različite geografske rasprostranjenosti istraživane vrste na različitim područjima (Champanat i sur. 1983), a posljedično i različitih ekoloških uvjeta kao što su temperatura mora, salinitet i dostupnost hrane (Jabeur i sur. 2000; Mahe i sur. 2005; Basilone i sur. 2006).

Spolno sazrijevanje u prvoj godini života je uobičajeno kod obe istraživane vrste roda *Mullus* (Reñones i sur. 1995) što je u skladu s rezultatima ovog rada. Prijelaz iz nezrelog stadija u stadij sazrijevanja kod trlje od kamena je u ovom radu zabilježen pri dužini tijela od 12 cm kod ženki i pri dužini tijela od 11 cm kod mužjaka, što odgovara prvoj godini života. Dostizanje prve spolne zrelosti u prvoj godini života ali s malim razlikama u dužini su potvrdila istraživanja brojnih autora (Gharbi & Ktari 1981; Sanchez i sur. 1983; Morales-Nin, 1991; Reñones i sur. 1995), dok Dorel (1986) navodi više vrijednosti dužine prve spolne zrelosti u istraživanju provedenom u Francuskoj (18 cm ♀, 16 cm ♂). Mahé i sur. (2013) navode da se u istočnom Engleskom kanalu i u južnom dijelu Sjevernog mora *M. surmuletus* mrijesti između 0 i 2 godine starosti, pri 16,9 cm za ženke, a 16,2 cm za mužjake i da to odgovara prvoj godini života za oba spola. Prema istraživanju Morales-Nin (1991) srednja vrijednost pri kojoj mužjaci i ženke trlje od kamena postižu prvu spolnu zrelost je 15 cm, a prema podacima od Campillo (1992) pri 14 cm. Reñones i sur. (1995) navode postizanje prve spolne zrelosti pri 16,8 cm u ženki i pri 14 cm u mužjaka, dok su Stergiou i sur. (1997) odredili prvu spolnu zrelost samo za ženke i to pri 13,8 cm. Mehanna (2009) navodi prvu spolnu zrelost pri 15,1 cm. Pored okolišnih čimbenika, selektivnost ribolovnih alata utječe na dužinski sastav uzorkovane ribe, a samim time i na procjenu bioloških parametara vrsta (Goodyear, 1995).

Mjesečnim uzorkovanjem trlje od blata na području srednjeg istočnog Jadrana, i to tijekom jednogodišnjeg razdoblja, zabilježeni su svi stadiji spolne zrelosti kod oba spola. Na temelju makroskopske analize gonada zabilježeno je da se ista mrijesti od svibnja do srpnja što potvrđuje i kolebanje gonadosomatskog indeksa koji raste početkom proljeća, te nakon

maksimuma koji dosegne u svibnju, dolazi do njegovog pada početkom ljeta. Srednje vrijednosti ovog indeksa za ženke trlje od blata su statistički značajno veće od srednjih vrijednosti za mužjake što je očekivano obzirom da ženske gonade sadrže veću masu spolnih produkata. Navedeno razdoblje mrijesta je u skladu s istraživanjima reproduktivne biologije trlje od blata u Sredozemnom moru (Bougis, 1952; Papaconstantinou i sur. 1981; Orsi Relini & Arnaldi 1986; Lividas 1988; Metin, 2005; Anastasopoulou & Saborido-Rey 2011; Kokokiris i sur. 2014 i Ferrer-Maza i sur. 2015) i Jadranskom moru (Scaccini, 1947 a; Županović, 1963; Haidar 1970; Guescini i sur. 1983; Županović i Jardas, 1989; Relini i sur. 1999; Vrgoč, 2000; Joksimović, 2005; Cherif i sur. 2007 i Carbonara i sur. 2015). Prema navedenim istraživanjima mrijest trlje od blata se odvija u kasno proljeće i ljeto, između travnja i srpnja, ovisno o autoru, odnosno području istraživanja. Istraživanje mrijesta trlje od blata na obalama Maroka pokazuje nešto duže razdoblje mrijesta i to od travnja do kolovoza (Slimani i sur. 2003), dok su Celik & Torcu (2000) zabilježili najdulje razdoblje mrijesta (od ožujka do rujna). Prema istraživanju Haidar (1970) pojedine su jedinice trlje od blata u mrijestu gotovo cijele godine što autor pripisuje činjenici da se veće jedinice love od svibnja do prosinca. Prema Wootton (1998) i Lahnsteiner & Kletzl (2012) na sazrijevanje gonada utječu promjene u temperaturi mora.

Prema rezultatima istraživanja u ovom radu i kod trlje od kamena su zabilježeni svi stadiji spolne zrelosti kod oba spola. Na temelju makroskopske analize gonada mrijest u trlje od kamena završava mjesec ranije u odnosu na trlju od blata i traje od svibnja do lipnja što potvrđuje i kolebanje gonadosomatskog indeksa koji maksimum dosegne u travnju, te naglo pada prije početka ljeta. Isto vrijeme mrijesta navode i N'Da & Deniel (1993) i Mahè i sur. (2013) dok se prema Morales-Nin (1991) i Gharbi & Ktari (1981) mrijest odvija od travnja do svibnja. Campillo (1992) navodi mrijest od svibnja do kolovoza, a Renones i sur. (1995) od ožujka do lipnja. Paujelo i sur. (1997) su zabilježili nešto ranije razdoblje mrijesta (veljača-svibanj) dok su Torcu-Koç i sur. (2015) zabilježili najdulje razdoblje mrijesta i to od ožujka do listopada. Rezultati svih istraživanja uključujući i one iznesene u ovom radu ukazuju da trlje od blata i trlje od kamena preferiraju mrijest u toplijem dijelu godine. Na početak i kraj reproduktivnog ciklusa utječu različiti ekološki i klimatski uvjeti zbog kojih se isti može odvijati u različitim mjesecima (Nikolsky, 1980).

Histološka analiza jajnika ženki trlje od blata i trlje od kamena ukazuje na početak sazrijevanja ženki tijekom jeseni (jajnici u stadiju ranog razvoja ili previtelogeneze). Tijekom zime (u jajnicima su osim oocita primarnog rasta, vidljive i vitelogenske oocite) započinje proces vitelogeneze, odnosno jednike postaju sposobne za mrijest koji se odvija u proljeće

(zreli jajnici u fazi ovulacije). U ljeto je zabilježen stadij regresije jajnika što ukazuje na završetak reproduktivnog ciklusa. Isto navode i rezultati istraživanja Kokokiris i sur. (2014) prema kojima se previtelogeneza u trlje od blata odvija od studenog do siječnja, nakon čega u veljači započinje proces vitelogeneze. Spolno zrele jedinke su zabilježene u travnju i svibnju, a faza regresije jajnika od lipnja do kolovoza. Kokokiris i sur. (2014) smatraju da se rana oogeneza podudara sa sezonskim padom temperature mora i skraćanjem dnevnog svjetla, te da su fotoperiod i temperatura mora među ključnim čimbenicima koji utječu na spolno sazrijevanje i vrijeme mrijesta kod riba. Razdoblje oogeneze u trlje od kamena se podudara s rezultatima istraživanja N'Da & Deniel (1993) prema kojima se razdoblje rane oogeneze odvija od studenog do veljače, nakon čega slijedi razdoblje vitelogeneze od veljače do travnja, a potom u svibnju i lipnju dolazi do mrijesta.

Tijekom svih sezona uzorkovanja u janjima ženki obiju trlja pronađene su oocite u različitim stadijima razvoja što ukazuje na njihov asinhroni razvoj. Budući se novačenje oocita od faze primarnog rasta do sekundarnog rasta nastavlja tijekom razdoblja mrijesta može se zaključiti da imaju indeterminirani fekunditet, s tim da se tijekom mrijesta, izbacivanje jaja odvija u nekoliko navrata (obrazac mrijesta tzv. engl. *batch spawner*) jer ženke imaju sposobnost ovulacije i izbacivanja više nakupina jaja. S obzirom da su ženke u fazi regresije pronađene za vrijeme cijele sezone mrijesta koja se preteže na nekoliko mjeseci može se pretpostaviti da je individualni mrijest jedinki ipak kraći na što navodi i istraživanje Ferrer-Maza i sur. (2015). Pokazatelj indeterminiranog fekunditeta je i velika količina utvrđene atrezije kod jajnika u stadiju regresije koja ukazuje da dolazi do reapsorpcije preostalog viška oocita sekundarnog rasta što potvrđuju i Murua i Saborido-Rey (2003), te Murua i Motos (2006). Da je trlja od blata “*batch spawner*“ s asihronim razvojem oocita i indeterminiranim fekunditetom slažu se Menini i sur. (2001), Anastasopoulou & Saborido-Rey (2011) i Ferrer-Maza i sur. (2015). Međutim, N'Da & Deniel (1993) navode da je trlja od kamena “*determinate spawner*” kojem se kroz atrezije sposobnost fekunditeta značajno smanjuje, što nije u skladu s ovim radom.

Tijekom mrijesta broj proizvedenih oocita u ženki trlje od blata se nalazio u rasponu od 4336 do 15808, što je dosta niže od rezultata istraživanja Ferrer-Maza i sur. (2015) koji navode raspon od 2408 do 43736 jaja. Prosječni fekunditet od 7030 jaja zabilježen je za ljetno razdoblje u sjevernom Egejskom moru, 11180 jaja za sjeverozapadni te 13000 za sjeveroistočni dio Levantskog mora (Tirasin, 2007). U obje vrste (*M. barbatus* i *M. surmuletus*) fekunditet je rastao s porastom ukupne dužine i mase tijela, mase gonada ženki i starosti jedinki iz čega se može zaključiti da veće jedinke imaju veću sposobnost

reprodukcije. Navedeno za trlju od blata potvrđuju i istraživanja Tirasin (2007) za tursku obalu Sredozemnog mora i Ferrer-Maza i sur. (2015) za zapadni dio Sredozemnog mora. Ovaj zaključak podupire hipotezu po kojoj se uklanjanjem većih jedinki iz populacije negativno utječe na reproduktivni potencijal u brojnih vrsta ribe (Birkeland & Dayton 2005; Lloret i sur. 2012). U Istraživanju Kokokiris i sur. (2014) naveden je raspon promjera oocita od 56 do 363  $\mu\text{m}$  dok je raspon oocita u ovom radu od 381 do 842  $\mu\text{m}$  ( $640 \pm 91,5104 \mu\text{m}$ ). Veće vrijednosti promjera oocita u ovom radu mogu biti iz razloga što su analizirane samo jedinke u fazi mrijesta, dok su uzorci iz istraživanja Kokokiris i sur. (2014) prikupljeni u dužem vremenskom razdoblju. Ferrer-Maza i sur. (2015) navodi sličan prosječan promjer oocita u fazi mrijesta kao u ovom radu ( $684 \pm 23 \mu\text{m}$ ), dok Carbonara i sur. (2015) navode veći raspon oocita u mrijestu (od 1050 do 1100  $\mu\text{m}$ ). Raspon promjera oocita u mrijestu u trlje od kamena nalazi se između 400 i 811  $\mu\text{m}$  ( $608 \pm 85,0256 \mu\text{m}$ ).

#### **4.3.3. Ishrana trlje od kamena, *Mullus surmuletus***

Iako su u literaturi prisutni općeniti podaci o sastavu prehrane trlje od kamena u Jadranu (Labropolou i sur. 1997; Lombarte i sur. 2000; Mehanna, 2009; Ajemian i sur. 2016) ne postoji cjelovito istraživanje na ovu temu. O ishrani trlje od kamena u Sredozemnom moru pisali su Golani & Galil (1991), Golani (1994), Vassilopoulou i sur. (2001) i Labropoulou i sur. (1997). Rezultati istraživanja navedenih autora su pokazali da se trlja od kamena hrani rakovima dok su Labropoulou i sur. (1997) ukazali na sezonski karakter ishrane te da se trlja od kamena u proljeće i zimu hrani amfipodima, a dekapodima ljeti. Iste rezultate istraživanja za Jadransko more objavljuje Dulčić (2002) koji navodi da trlja od kamena preferira mizide u jesen.

Rezultati istraživanja ovoga rada ukazuju na povezanost koeficijenta praznoće želuca kod *M. surmuletus* sa spolom i godišnjim dobom ali ne i sa samim razdobljem mrijesta. Međutim, Labropoulou i sur. (1997) nisu pronašli sezonske razlike u praznoći želuca u Sredozemnom moru dok su Jardas & Pallaoro (1991), Dulčić & Kraljević (1996) i Jardas i sur. (2004) proučavajući različite vrste riba u Jadranu došli do zaključka da razdoblje mrijesta može utjecati na intenzitet hranjenja jer je za vrijeme mrijesta zabilježen najveći broj praznih želudaca. Da na koeficijent praznoće želuca *M. surmuletus* utječe i veličina jedinki utvrdili su Labropoulou i sur. (1997) za istočni dio Sredozemnog mora te Vassilopoulou i sur. (2001) za Egejsko more. Rezultati istraživanja ovih radova se djelomično preklapaju s prije navedenim s obzirom da je veći broj praznih želudaca pronađen u nižim dužinskim razredima kod

mužjaka, dok veće ženke nisu imale prazne želuca. Također, najveći je broj praznih želudaca pronađen upravo kod najmanjih jedinki.

Općenito, rakovi su dominantna skupina plijena prema svim analiziranim koeficijentima i to po učestalosti pojavljivanja, postotku brojnosti, postotku mase i postotku relativnog značaja plijena kod trlje od kamena. Skupine Bivalvia i Polychaeta su značajno manje zastupljene prema svim istraživanim koeficijentima dok ostale skupine plijena nisu značajno zastupljene. Labropoulou & Eleftheriou (1997) su također zaključili kako su dekapodi (desetonožni rakovi) dominantni plijen u ishrani trlje od kamena po postotku brojnosti i postotku mase. Do istih rezultata istraživanja dolaze i Golani & Gail (1991), dok Vassilopoulou i sur. (2001) nadodaju da su u ishrani pored dekapoda po brojnosti važni i mizidi i eufazidi, ribe su zastupljene u malom postotku, dok glavonošce konzumiraju samo veće jedinke. Međutim, N'Da (1992) daje podatke o važnoj ulozi pelagičkog plijena u ishrani *M. surmuletus* na francusko atlantskoj obali.

Analizirajući vrijednost postotka relativnog značaja plijena, u ishrani dominiraju rakovi (%IRI=81,66) kao preferentna hrana, a u značajnijem postotku javljaju se i Polycheta (%IRI=7,25) te Bivalvia (%IRI=6,94) dok ostale skupine plijena imaju nizak postotak relativnog značaja. Ipak, neke skupine plijena mogu biti manje zastupljene zbog niske razine identifikacije ili visokog stupnja razgradnje pojedine vrste plijena. Brojne studije (Ben-Eliahu & Golani, 1990; N'Da, 1992; Badalamenti i sur. 1993; Labrapoulou & Eleftheriou 1997; Serrano i sur. 2003) naglašavaju važnost pokretljivih i mesoždernih vrsta u ishrani *M. surmuletus* pa tako, Bautista-Vega i sur. (2008) u istraživanju ishrane trlje od kamena iz sjeverozapadnog dijela Sredozemnog mora izvještava o dominantnosti pokretljivih poliheta u ishrani. Općenito, trlje od kamena se uglavnom hrane rakovima, polihetima, školjkašima, ofiuridima i amfipodima. Nadalje, u istraživanjima provedenim u istočnom dijelu Jadranskog mora u probavnom traktu trlje od kamena je pronađeno mnogo sedimenta anorganskog porijekla. Mazzola i sur. (1999) su pisali o prisutnosti detritusa u probavnom traktu trlje od kamena što se može povezati s ponašanjem u ishrani. Naime, trlje od kamena pomoću dva brka kopaju po podlozi i traže hranu koju gutaju zajedno sa sedimentom (Lombarte & Aguirre, 1997). Definitivno, prisutnost detritusa u probavnom traktu je posljedica življenja na muljevitom detritusnom dnu zbog čega se javlja potreba za daljnjim istraživanjima ishrane jedinki koje žive na drukčijem tipu podloge i na različitim dubinama.

Osim na intezitet ishrane, veličina ribe također utječe na strukturu plijena. Brojni su autori (Golani & Galil 1991; Golani, 1994; Guillén & Martinez 1995) zabilježili da trlje od kamena biraju različite skupine plijena s obzirom na svoju veličinu, kao i u odnosu na

različite ontogenetske stadije. Dok su rakovi (Decapoda) i mekušci karakteristične kategorije plijena za odrasle, Mazzola i sur. (1999) su zabilježili da u ishrani manjih jedinki dominiraju Copepoda, Polychaeta, Amphipoda i Tanaidacea. U svim dužinskim razredima manjim od 20 cm dominantan plijen su rakovi dok u višim dužinskim razredima dominiraju školjkaši, mnogočetinaši pa tek onda rakovi. Svakako, veće jedinke pokazuju veću raznolikost u ishrani različitim skupinama plijena u odnosu na manje jedinke.

S rastom ribe povećava se i raznolikost u izboru plijena i raspon konzumiranih organizama što dovodi do pojave promjene u prehrani trlje od kamena (Ware, 1972; Ross, 1977; Stoner & Livingston 1984). Ove promjene ishrane povezane s veličinom ribe se mogu objasniti morfološkim promjenama u širini i visini usta, što rezultira odabirom većeg plijena (Ross, 1977; Stoner & Livingston 1984). Te su morfološke osobine u uskoj vezi s hranidbenim ponašanjem ribe te ih svrstavaju u odgovarajuće trofičke niše (Labropoulou & Eleftheriou 1997). U odnosu na morfološke promjene, Labropoulou i sur. (1997) su istražili prevlast riba i glavonošaca u prehrani većih jedinki (> 161 mm). Nadalje, Bautista-Vega i sur. (2008) su zabilježili statistički značajnu promjenu ishrane između srednjih (110-180 mm) i većih (> 180 mm) jedinki, ali ne i između manjih i srednjih jedinki. Također su istaknuli odnos između veličine ribe i strukture plijena pa tako rastom ribe raste konzumacija poliheta, a pada konzumacija manjih rakova. Naši rezultati potvrđuju ove zaključke. Rezultati oba istraživanja (Bautista-Vega i sur. 2008; ovaj rad) ukazuju na moguću snažnu intraspecifičnu kompeticiju između malih i srednjih jedinki. Razlike u hranidbenim navikama u odnosu na veličinu ribe mogu utjecati na smanjenje intraspecifične kompeticije između jedinki različitih dužinskih razreda (Grossman, 1980; Langton, 1982; Harmelin-Vivien i sur. 1989). Osim na sastav prehrane, veličina ribe utječe i na količinu konzumirane hrane. Količina konzumirane hrane se može izraziti kroz masu plijena i broj jedinki plijena. Rezultati ovog istraživanja ukazuju na blagi rast prosječne mase plijena s rastom ribe s maksimalnim vrijednostima u dužinskom razredu od 18 cm, te na smanjenje prosječnog broja jedinki plijena u nižim dužinskim razredima. Labropoulou i sur. (1997) navode da s rastom ribe raste prosječna masa plijena u većih jedinki, dok se prosječni broj jedinki plijena nije razlikovao u odnosu na veličinu ribe. Smanjenje srednjeg broja jedinki plijena i povećanje srednje mase plijena u višim dužinskim razredima se može povezati s konzumacijom većeg plijena kao što su ribe i glavonošci. Međutim, strukturu plijena je potrebno sagledati kroz dužinske razrede pa je tako u ovom istraživanju zabilježena ista struktura plijena u svim dužinskim razredima s tim da su veće jedinke konzumirale veću količinu plijena.

Rezultati ovog istraživanja nisu pokazali statistički značajnu razliku u sastavu prehrane između mužjaka i ženki trlje od kamena. Dekapodi su dominantan plijen kod oba spola, a ujedno i najznačajniji plijen kod trlje od kamena u Sredozemnom moru (Ben-Eliahu & Golani 1990; Golani & Galil 1991; Golani, 1994). Također, u ovoj studiji, kao i u studiji Bautista-Vega i sur. (2008) nije pronađena statistički značajna sezonska razlika u sastavu plijena u ishrani, ali uzrok tome može biti nedostatak podataka jer uzorkovanjem nisu obuhvaćeni svi mjeseci. Svakako, u jesen i zimu dominantni plijen su rakovi s koeficijentom relativnog značaja  $> 90\%$ , dok u proljeće trlja od kamena pokazuje nešto drugačije prehrabene navike te pored rakova (%IRI=46,19) za plijen bira i školjkaše, mnogočetinaše i bodljikaše. S druge strane, Labropoulou i sur. (1997) su u istraživanju provedenom na obali Krete utvrdili značajnu razliku u prehrani s obzirom na godišnja doba i to da u ljetnom razdoblju trlje od kamena preferira dekapode, a u zimskom i proljetnom razdoblju amphipode. Ostale skupine plijena (mногоčetinaši, školjkaši i mizidi) nisu značajno zastupljene. Također Labropoulou i sur. (1997) navode kako ishrana trlje od kamena sadrži uski raspon skupina plijena, što upućuje na status specijalista u ishrani. Ovi su nalazi suprotni našim rezultatima. Svakako, prostorne i sezonske razlike u sastavu hrane mogu biti povezane s dostupnosti određenih skupina plijena u okolišu. Nadalje, veća prisutnost pojedine skupine plijena u ishrani *M. surmuletus* može biti i posljedica prisutnosti određenih ekoloških trofičkih skupina na području istraživanja (Labropoulou i sur. 1997) i ne mora isključivo biti posljedica preferentnosti ribe prema određenoj skupini plijena. Osim navedenog, dobiveni rezultati mogu biti i posljedica različitih obilježja staništa i potencijalnih promjena nastalih zbog antropogenog utjecaja.

Dostupna saznanja ukazuju da trlje od kamena imaju potencijal za praćenje stanja ekosustava i upravljanje resursima jer pokazuju osobine i ključnih i indikatorskih vrsta (Uiblein, 2007). Međutim, zbog znatnih intraspecifičnih razlika u preferencama prema staništu, odabiru hrane, ponašanju i strukturi tijela, potrebna su dodatna istraživanja i praćenja stanja na području njene rasprostranjenosti, te poticanje bolje razmjene informacija i zajedničkih istraživanja o ekologiji trlje od kamena. S tim ciljem u ovom radu je istražena prisutnost mikroplastike u probavilu trlje od kamena i ovo je prvo ciljano istraživanje koje se bavi prisutnošću mikroplastike u probavilu trlje od kamena duž hrvatskog dijela Jadranskog mora. Od 203 ispitana uzorka mikroplastika je pronađena u 63 probavila i to u obliku niti različitih boja. Rezultati ovog istraživanja ukazuju na značajnu razliku u broju plastičnih niti u probavilu trlje od kamena u odnosu na godišnja doba i dužinske razrede s tim da su najniže vrijednosti i najmanja učestalost ingestirajućih plastičnih niti pronađene u siječnju (% F =



11,11, N% = 0,9) i u nižim dužinskim razredima (TL <16 cm) što se može objasniti prethodno iznesenim rezultatima.

#### **4.4. Trlje kao indikatori promjene temperature i klimatskih promjena**

##### **4.4.1. Pomicanje rasprostranjenosti i povećanje temperature mora**

Na temperaturu morske vode utječu klimatske varijacije i hidrografske značajke mora, uključujući horizontalno ili vertikalno gibanje vodenih masa. Općenito, ribe mogu biti osjetljive na minimalne promjene temperature vode na različite načine, uključujući promjene u brzini rasta, reproduktivnoj aktivnosti ili razvoju, a to je potvrđeno i kod trlja (Cushing, 1982; McCormick & Molony 1995; Levi i sur. 2003; Vaz i sur. 2004; Goren & Galil 2005) (Tablica 4.4.1.1.). Širenje areala rasprostranjenosti trlja u ranije rijetko naseljena ili nenaseljena područja s povećanjem temperature mora, rezultiralo je povećanim obiljem i ulovom (Tablica 4.4.1.1.). Trlja od kamena je u posljednje vrijeme povećala obilje u Engleskom kanalu (Vaz i sur. 2004) i Sjevernom moru (ICES 2006), uključujući i ekskluzivnu norvešku ekonomsku zonu (Nedreaas i sur. 2006). U Sjevernom moru nije prikupljena u međunarodnim istraživanjima kočarenjem prije 1988. godine, ali od tada kontinuirani pomak prema sjeveru, uz stalno povećanje broja u jugozapadnim područjima je vidljiv (Beare i sur. 2004). Ova promjena u raspodjeli i brojnosti dogodila se tijekom faze rasta temperature zbog globalnih klimatskih promjena (McCarty i sur. 2001; Hulme i sur. 2002). Slično smo i mi pokazali u ovom radu gdje od 2002. godine imamo izraženi godišnji porast temperature (Grbec i sur. 2015). Iako isti nije statistički značajan, vrlo je indikativan. Usmjerenija istraživanja s dugoročnim nizovima podataka kako hidrografskih parametara (posebice temperature) tako i ulova vrsta poput trlja od kamena, zasigurno će rezultirati točnijim procjenama odnosa između navedenih varijabli. Slični su nalazi nedavno dokumentirani za nekoliko drugih vrsta riba (Perry i sur. 2005).

**Tablica 4.4.1.1.** Utjecaj promjene temperature mora na populacije različitih vrsta trlja.

Vrsta	Područje istraživanja	Glavni čimbenici	Parametri	Specifična opažanja	Izvor
<i>Mullus barbatus</i>	Središnji Mediteran	Povećana temperatura površine mora	Brojnost, duljina frekvencije	Više razine zapošavljanja	Levi i sur. (2003)
<i>Mullus surmuletus</i>	Sjeveroistočni Atlantik	Povećana temperatura vode i zraka (1920-1950)	Brojnost	Povećana brojnost	Cushing (1982)
<i>Mullus surmuletus</i>	Sjeveroistočni Atlantik (Engleski kanal, Sjeverno more)	Povećana temperatura vode , klimatske promjene	Brojnost	Povećana brojnost	Vaz i sur. (2004); ICES ( <a href="http://www.ices.dk/marineworld/ices-fishmap.asp">http://www.ices.dk/marineworld/ices-fishmap.asp</a> )
<i>Upeneus moluccensis</i>	Jugoistočni Mediteran	Povećana temperatura vode	Podaci ulova iz iskrcaja	Povećan iskrcaj	Goren & Galil (2005)
<i>Upeneus tragula</i>	Jugozapadni Pacifik	Povećana temperature vode	Standardna duljina, dob metamorfoze, morfologija mreže	Veća veličina, ranija metamorfoza	McCormick & Molony (1995)
<i>Mullus surmuletus</i>	Srednji Jadran	Povećana temperatura vode	Brojnost	Povećana brojnost	Ovaj rad

## 5. ZAKLJUČCI

### 5.1. Trlje kao indikatori staništa

#### **Hipoteza 1: Na rasprostranjenost trlje od blata najviše utječe dubina**

- Istraživane vrste trlja se razlikuju u uporabi staništa. Prostorna raspodjela trlje od blata pokazuje kako je ova vrsta široko rasprostranjena na čitavom istraživanom području, a posebno na području otvorenog srednjeg Jadrana, od Blitvenice prema sjeveru, uz obalu Dugog otoka (zone B i C), te u kanalskim područjima srednjeg Jadrana (zona G), gdje su zabilježena i njena najgušća naselja dok trlja od kamena ima znatno manju zastupljenost i gustoću populacije u odnosu na trlju od blata na istraživanom području, ali sličnu rasprostranjenost. Najgušća naselja trlje od kamena su zabilježena na području ribolovne zone B, od područja Blitvenice prema sjeveru, uz obalu Dugog otoka.

#### **Hipoteza 2: Na rasprostranjenost trlje od kamena najviše utječe vrsta dna**

- Obje vrste su nađene u svim istraživanim dubinskim pojasevima s različitom frekvencijom pojave u različitim godinama. Najveća učestalost pojavljivanja trlje od blata je zabilježena u dubinskom pojasu od 50 do 100 m, a najveća učestalost pojavljivanja trlje od kamena je zabilježena u dubinskom pojasu od 100 do 200 m, no takvi su rezultati vjerojatno posljedica korištenja pridnene kočice kao alata istraživanja koja ima ograničen rad nad grubim dnima koje trlja od kamena preferira i zbog koje su plitka područja (< 10 m) ostala nepokrivena.

### 5.2. Trlje kao indikatori ribolovnog pritiska

#### **Hipoteza 3: Postoji negativan trend brojnosti, biomase i dužinskih struktura kod obiju trlja u Jadranu u zadnjih 20 godina kao posljedica velikog ribolovnog napora**

- Rezultati dobiveni analizom podataka MEDITS, tijekom vremenskog razdoblja od 1996. do 2018. godine pokazuju pozitivne promjene u učestalosti pojavljivanja, brojnosti i biomasi trlje od blata po svim dubinskim pojasevima, posebice iza 2011. godine, dok trlja od kamena nema izraziti trend niti u pojavi, brojnosti ni biomasi već su vidljive skokovite promjene u pojedinim razdobljima, osim u posljednje 3 godine kada su trendovi pozitivni. Također, analiza vremenskog niza podataka trlje od kamena prikupljenih mrežama popticama u istočnom Jadranu od 1993. do 2009.

godine pokazuje pozitivan trend u ulovu s obzirom na broj i masu ulovljenih jedinki po mreži, te se srednje vrijednosti njihove ukupne dužine i mase tijela povećavaju. Pozitivni trendovi mogu biti povezani s promjenama u regulaciji ribolova na istraživanom području.

**Hipoteza 4:** Postoje izrazite razlike u vrijednostima prirodne, ribolovne i ukupne smrtnosti između dviju jadranskih vrsta trlja

- Vrijednosti prirodne ( $M_{MB} = 0,517$ ;  $M_{MB♀} = 0,526$ ;  $M_{MB♂} = 0,517$ ), ribolovne ( $F_{MB} = 0,783$ ;  $F_{MB♀} = 0,525$ ;  $F_{MB♂} = 1,014$ ) i ukupne smrtnosti ( $Z_{MB} = 1,300$ ;  $Z_{MB♀} = 1,042$ ;  $Z_{MB♂} = 1,540$ ) trlje od blata su manje od vrijednosti prirodne ( $M_{MS} = 0,728$ ;  $M_{MS♀} = 0,721$ ;  $M_{MS♂} = 0,0745$ ), ribolovne ( $F_{MB} = 0,987$ ;  $F_{MS♀} = 0,648$ ;  $F_{MS♂} = 1,470$ ) i ukupne smrtnosti ( $Z_{MB} = 1,715$ ;  $Z_{MS♀} = 1,369$ ;  $Z_{MS♂} = 2,215$ ) trlje od kamena. Prirodna smrtnost trlje od blata je predstavljala 34,0% ribolovne smrtnosti, a u trlje od kamena 26,0% ribolovne smrtnosti. Veći ribolovni pritisak, ali i veće vrijednosti prirodne smrtnosti su zabilježene u mužjaka obiju vrsta.

**Hipoteza 5:** Trlja od kamena raste sporije i živi duže od trlje blatarice

- Prema dobivenim vrijednostima stope rasta K ( $K_{MB} = 0,33 \pm 0,01$ ;  $K_{MS} = 0,376 \pm 0,012$ ) proizlazi da trlja od kamena raste brže od trlje blatarice te da je rast ženki obje vrste nešto brži od rasta mužjaka. Koristeći prirodnu smrtnost dobivenu Paulyjevom jednadžbom dugovječnosti, procijenjen je životni vijek trlje od blata na 7,9 godina, a trlje od kamena na 7,6 godina. Međutim, životni vijek trlje od blata i trlje od kamena u ovom radu je jednak te je metodom analize mikrostrukture otolita procijenjen na oko 5 godina. Za ovakve je rezultate prvenstveno odgovorna selektivnost pridnene povlačne mreže kočice i činjenice da bi veće i starije jedinke, posebice trlje od kamena bile lakše dostupne različitim mrežama stajaćicama u plićem području.

**Hipoteza 6:** Nema spolne razlike u dužinskoj i starosnoj strukturi trlja u Jadranu

- Ukupna dužina tijela ulovljenih i analiziranih jedinki trlje od blata je bila u rasponu od 8,1 do 22,0 cm ( $14,37 \pm 2,402$  cm), dok je raspon ukupne dužine tijela trlje od kamena bio veći nego kod trlje od blata i kolebao je od 6,4 do 34,3 cm ( $17,29 \pm 8,595$  cm). Srednje vrijednosti ukupne dužine tijela ženki trlje od blata ( $15,30 \pm 2,348$  cm) i trlje od kamena ( $19,09 \pm 4,585$  cm) su bile statistički značajno veće od srednjih vrijednosti ukupne dužine tijela mužjaka trlje od blata ( $13,46 \pm 2,051$  cm) i trlje od kamena ( $16,82$

$\pm 3,619$  cm). Omjer ženki i mužjaka unutar populacije trlje od blata u ovom istraživanju je približno jednak očekivanom idealnom omjeru (1:1), dok je u trlje od kamena uočen pomak omjera spolova u korist mužjaka (1:0,71). Međutim, kod obje je vrste uočena promjena ovog odnosa kroz dužinske razrede pa je tako pri nižim ukupnim dužinama tijela zabilježena veća zastupljenost mužjaka, dok pri većim dužinama dominiraju ženke. Najstarije ženke su imale 5 godina, a najstariji mužjaci 4 godine, kako kod trlje od blata, tako i kod trlje od kamena. U jadranskoj populaciji obiju vrsta Mullidae su dominirale ženke starosti od 2 i 3 godine ( $N_{M.B.} = 207$ ;  $N_{M.S.} = 98$ ) i mužjaci starosti od 1 i 2 godine ( $N_{M.B.} = 282$ ;  $N_{M.S.} = 174$ ). Ženke starije od četiri godine, kao i mužjaci stariji od tri godine su bili slabo zastupljeni u populacijama obiju vrsta trlja.

**Hipoteza 7:** Postoje spolne razlike u brzini rasta kod obje vrste: ženke rastu sporije i žive duže

- Rezultati Hotelling  $T^2$ -testa su ukazali na statistički značajnu razliku u krivuljama rasta, odnosno u samom rastu između ženki i mužjaka trlje od blata ( $T_2 = 128,13 > T_{20; 0,05; 3; 14,574}$ ) te trlje od kamena ( $T_2 = 326,04 > T_{20; 0,05; 3; 14,574}$ ). Usporedne razlike rasta trlje od blata i trlje od kamena za ženke, mužjake i ukupni uzorak ukazuju na brži rast trlje od kamena i brži rast ženki.

**Hipoteza 8:** Postoji jasna vremenska segregacija vrhunca mrijesta kod trlja u Jadranu

- Na temelju makroskopske analize gonada zabilježeno je da se trlja od blata mrijesti od svibnja do srpnja, a trlja od kamena od travnja do lipnja što potvrđuje i kolebanje gonadosomatskog indeksa kod obje vrste.

**Hipoteza 9:** Dužina prve spolne zrelosti je značajno viša kod trlje od kamena u odnosu na trlju od blata

- Prijelaz iz nezrelog stadija u stadij sazrijevanja je zabilježen pri ukupnoj dužini tijela od 10 cm za ženke i 11 cm za mužjake trlje od blata, za razliku od trlje od kamena kod koje mužjaci spolno sazrijevaju pri dužini tijela od 11 cm, a ženke pri ukupnoj dužini tijela od 12 cm.

**Hipoteza 10:** Postoje razlike u dostizanju prve spolne zrelosti

- Ženke trlje od blata spolno sazrijevaju pri ukupnoj dužini tijela manjoj za 1 cm od mužjaka, za razliku od trlje od kamena kod koje ženke spolno sazriju pri ukupnoj dužini tijela većoj za 1 cm od mužjaka.

### 5.3. Trlje kao indikatori promjene u staništima

**Hipoteza 11:** Obje vrste su proširile svoju rasprostranjenost uzduž istočne obale Jadrana

- Na osnovi prikupljenih podataka ekspedicije MEDITS u vremenskom razdoblju od 1996. do 2018. godine je vidljivo da su trlja od blata i trlja od kamena široko rasprostranjene na čitavom istraživanom području i u svim dubinskim pojasevima

**Hipoteza 12:** U probavnom traktu trlje od kamena su prisutni ostaci plastičnih masa

- U analiziranim želucima trlje od kamena je ukupno identificirano 39 vrsta plijena svrstanih u 11 sistematskih grupa (rakovi, puževi, školjkaši, ribe, žarnjaci, bodljikaši, mnogočetinaši, oblići, mahovnjaci, alge i krednjaci). Općenito, rakovi su dominantna skupina plijena prema svim analiziranim koeficijentima i to po učestalosti pojavljivanja, postotku brojnosti, postotku mase i postotku relativnog značaja plijena. Pored očekivanog plijena u želucima su pronađeni ostatci mikroplastike. Od ukupno 203 ispitana uzorka trlje od kamena mikroplastika je pronađena u 63 probavila i to u obliku niti različitih boja. Zabilježena je značajna razlika u broju plastičnih niti u odnosu na godišnja doba i dužinske razrede. Najniže vrijednosti i najmanja učestalost ingestirajućih plastičnih niti su pronađene u siječnju i u nižim dužinskim razredima.

**Hipoteza 13:** Ontogenetske i spolne razlike ne utječu na način ishrane kod trlje od kamena u istočnom Jadranu

- Rezultati ovog istraživanja ukazuju na blagi rast prosječne mase plijena s rastom ribe s maksimalnim vrijednostima u dužinskom razredu od 18 cm, te na smanjenje prosječnog broja jedinki plijena u nižim dužinskim razredima. Veći broj praznih želudaca je zabilježen u nižim dužinskim razredima kod mužjaka, dok veće ženke nisu imale prazne želuca. Također, najveći je broj praznih želuca pronađen upravo kod najmanjih jedinki.

#### 5.4. Trlje kao indikatori promjene temperature i klimatskih promjena

**Hipoteza 14:** Na rasprostranjenost trlje od kamena najviše utječe povećanje temperature

- Na osnovi prikupljenih podataka ekspedicije MEDITS u vremenskom razdoblju od 1996. do 2018. godine je vidljivo da su trlja od blata i trlja od kamena široko rasprostranjene na čitavom istraživanom području te da imaju sličnu rasprostranjenost koja je već navedena u hipotezi 1. i 2.
- Srednje vrijednosti brojnosti i biomase trlje od kamena od 1993. do 2009. godine na dubrovačkom, zadarskom, šibenskom i splitskom području pokazuju pozitivan trend u odnosu na srednje vrijednosti površinske temperature mora za srednji Jadran. Pozitivna korelacija je utvrđena posebice nakon 2002. godine od kada se bilježi godišnji porast temperature mora. Ipak, još uvijek se ne može sa sigurnošću reći da li je ista posljedica povećanja temperature mora ili strožih mjera regulacije ribolova pasivnim alatima uzduž istočnojadranske obale u zadnjih 20 godina.

## 6. LITERATURA

- Abdallah, M. 2002. Length-weight relationship of fishes caught by trawl of Alexandria, Egypt. Naga. ICLARM Q., 25: 19-20.
- Abella, A., A. Voliani, A. Lazzeretti & R. Silvestri. 1996. Analisi della distribuzione geografica per taglia di *Mullus barbatus*. Biol. Mar. Mediterr., 3: 520-521.
- Abookire, A.A. & B.J. Macewicz. 2003. Latitudinal variation in reproductive biology and growth of female Dover sole (*Microstomus pacificus*) in the North Pacific, with emphasis on the Gulf of Alaska stock. J. Sea Res. 50: 187-197.
- Aguire, H. 1997. Presence of dentition in the premaxilla of juvenile *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus*. J. Fish Biol., 51: 1186-1191.
- Ajemian, M.J., M.D. Kenworthy, J.L. Sánchezlizaso & J. Cebrian. 2016. Aggregation dynamics and foraging behaviour of striped red mullet *Mullus surmuletus* in the western Mediterranean Sea. J. Fish Biol., 5: 2051-2059.
- Aksu H., Y. Erdem, S. Ozdemir & E. Erdem. 2011. Estimation of some population parameters of red mullet (*Mullus barbatus ponticus*, Essipov, 1927) caught in the Black Sea. J. of Fish. Sci., 5: 345-353.
- Akyol, O., Z. Tosunoğlu & A. Tokaç. 2000. Investigation of the Growth and Reproduction of Red Mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758). Population in the Bay of Izmir (Aegean Sea). Anadolu University. J. Sci. Technol., 1: 121-127.
- Akyuz, E.F. 1957. Observations on the Iskenderun red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) and its environment. In: General Fisheries Council for the Mediterranean, Proceedings and Technical Papers, FAO. Rome, 305-326 pp.
- Alagaraja, K. 1984. Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. Indian J. Fish., 31: 177-208.
- Al-Rousan, S.A., M.Y. Rasheed, M.A. Khalaf & M.I. Badran. 2005. Ecological and geochemical characteristics of bottom habitats at the northern Jordanian coast of the Gulf of Aqaba. Chem. Ecol., 21:227-39.
- Anastasopoulou, A. & F. Saborido-Rey. 2011. Reproductive ecology of *Mullus barbatus* in eastern Mediterranean Sea. Vigo Available at <http://freshcost.quadralia.net/fresh-final-conference/>.



- Andaloro, F. 1981. Contribution on the knowledge of the age and growth of the Mediterranean red mullet, *Mullus surmuletus* (L., 1758). Rapp. P.-V. Réun. CIEM 27: 111-113
- Andaloro, F. 1982. Résumé des paramètres biologiques sur *Mullus surmuletus* de la mer Tyrrhénienne méridionale et de la mer Ionienne septentrionale. FAO Fish. Rep., 266: 87-88.
- Andaloro, F. & G.S. Prestipino Giarritta. 1985. Contribution to the knowledge of the age and growth of the striped mullet, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) and red mullet, *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) in the Sicilian Channel. FAO Fish. Rep., 336: 89-92.
- Anderson, R.O. & S.J. Gutreuter. 1983. Length, weight, and associated structural indices. In: L. Nielsen & D. Johnson (eds.). American Fisheries Society, Maryland, Fish. Tech., 283-300 pp.
- Angel, D.L., N. Eden, S. Breitstein, A. Yurman, T. Katz & E. Spanier. 2002. In situ biofiltration: a means to limit the dispersal of effluents from marine finfish cage aquaculture. Hydrobiol., 469: 1-10.
- Anonymous. 1993. Report of an ad hoc working group of experts on an international bottom trawl survey in the Mediterranean. CE-DG XIV rep., 24 pp.
- Apostolidis, A.P., Z. Mamuris & C. Triantaphyllidis. 2001. Phylogenetic relationships among four species of Mullidae (Perciformes) inferred from DNA sequences of mitochondrial cytochrome b and 16S rRNA genes. Biochem. Syst. Ecol., 29: 901-909.
- Apostolidis, A., A. Georgiadis, N. Karaiskou & R. Sandaltzopoulos. 2008. Reliable and rapid discrimination of congeneric species by mtDNA SNP analysis by multiplex PCR: application on three *Trachurus* and two *Mullus* fish species as model cases. Hydrobiol., 614: 401-404.
- Apostolidis, A., K. Moutou, C. Stamatis & Z. Mamuris. 2009. Genetic structure of three marine fishes from the gulf of pagasitikos (Greece) based on 402 allozymes, RAPD, and mtDNA RFLP markers. Biol., 64: 1005-1010.
- Araújo, J.N. & A.S. Martins. 2007. Age, growth and mortality of white grunt (*Haemulon plumieri*) from the central coast of Brazil. Sci. Mar., 71: 793-800.
- Arculeo, M., C. Pipitone & S. Reggio. 1989. Aspetti del regime alimentare di *Mullus surmuletus* L. (Pisces, Mullidae) nel Golfo di Palermo. Oebalia. 15: 67-77.
- Arculeo, M., S. Lo Brutto, M. Cammarata, M. Scalisi & N. Parrinello. 1999. Genetic variability of the Mediterranean Sea red mullet (*Mullus barbatus*) (Pisces, Mullidae). Russ. J. Genet., 35: 292-296.

- Arias, E. & E. Morales. 1977. Estudio comparativo de los electroferogramas de las proteínas musculares solubles de *Mullus barbatus* y *Mullus surmuletus*. Invest. Pesq., 41: 323-330.
- Arneri, E., & S. Jukić. 1986. Some preliminary observations on the biology and dynamics of *Mullus barbatus* in the Adriatic Sea. FAO Fish. Rep., 345: 79-86.
- Arslan, A. & A. İşmen. 2013. Age, growth and reproduction of *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) in Saros Bay (Northern Aegean Sea). J. Black Sea/Medit. Environ., 2: 217-233.
- Arslan, A. & A. İşmen. 2014. Age, growth, reproduction and feeding of *Mullus barbatus* in Saros Bay (North Aegean Sea). J. Black Sea/Medit. Environ., 20: 184-199.
- Atar, H.H. & T. Mete. 2009. Investigating of some biological features of Red Mullet (*Mullus* sp. Linnaeus, 1758) distributing in Mersin Bay. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 2: 29-34. (In Turkish).
- Aydın, M. & U. Karadurmuş. 2013. An investigation on age, growth and biological characteristics of red mullet (*Mullus barbatus ponticus*, Essipov, 1927) in the Eastern Black Sea. Iran. J. of Fish. Sci., 12:277-288.
- Auteri, R., R. Baino, P. Mannini, A. Piras, B. Reale, P. Righini, F. Serena, R. Silvestri, A. Volani & C. Volpi. 1987. Valutazione delle risorse demersali dalla foce del Magra all'Isola d'Elba. U.O.3.Relazione Triennio 1985-1987. (Technical report).
- Authman, M.M.N., M.S. Zaki, E.A. Khallaf & H.H. Abbas. 2015. Use of Fish as Bio-indicator of the Effects of Heavy Metals Pollution. J. Aquac. Res. Development, 6: 328.
- Badalamenti, F., G. D'Anna, G. Fazio, M. Gristina & L. Lipari. 1993. Relazioni trofiche tra quattro specie ittiche catturate su differenti substrati nel Golfo di Castellammare (sicilia N/O). Biol. Mar. Medit., 1:145-150.
- Bailey, K.M. 2000. Shifting control of recruitment of walleye pollock *Theragra chalcogramma* after a major climatic and ecosystem change. Mar. Ecol. Progr. Ser., 198: 215-224.
- Bakali, M., M. Talbaoui, A. Bendriss & K. Chebbaki. 2015. Etude préliminaire de la reproduction en captivité du Rouget de roche (*Mullus surmuletus* L., 1758) au Maroc. Bulletin de l'Institut Scientifique. 37: 77-83.
- Balkas, T.I., S. Tuğrul & I. Salihoğlu. 1982. Trace metal levels in fish and crustacea from Northeastern Mediterranean coastal waters. Mar. Environ. Res., 6: 281-289.
- Barnham, C. & A. Baxter . 1998. Condition factor, K, for salmonid fish. Fish. Notes, 5: 1-3.

- Basaglia, F. & C. Callegarini. 1988. Biochemical characteristics of red mullet of the central Mediterranean. *Comp. Biochem. Physiol.*, 89: 731-736.
- Basilone, G., C. Guisande, B. Patti, S. Mazzola, A. Cuttitta, A. Bonanno, A.R. Vergara & I. Maneiro. 2006. Effect of habitat conditions on reproduction of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Strait of Sicily. *Fish. Océanogr.*, 15: 271-280.
- Bastürk, O., M. Dogan, I. Salihoglu & T.I. Balkas. 1980. DDT, DDE, and PCB residues in fish, crustaceans and sediments from the eastern Mediterranean coast of Turkey. *Mar. Poll. Bull.*, 11: 191-195.
- Bauchot, M.L. 1987. Poissons osseux. In: Fischer, W. Bauchot, M.L. Schneider, M. (eds.), Fiches FAO d'identification pour les besoins de la pêche. (rev. 1). Commission des Communautés Européennes and FAO. Rome. Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche, 891-1421 pp.
- Bautista-Vega, A., Y. Letourneur, M. Harmelin-Vivien & C. Salen-Picard. 2008. Difference in diet and size-related trophic level in two sympatric fish species, the red mullets *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus*, in the Gulf of Lions (North-West Mediterranean Sea). *J. Fish Biol.*, 73: 2402-2420.
- Bayarri, S., L.T. Baldassarri, N. Iacovella, F. Ferrara & A. Domenico. 2001. PCDDs, PCDFs, PCBs and DDE in edible marine species from the Adriatic Sea. *Chemosph.*, 3: 601-610.
- Beare, D.J., F. Burns, K. Peach & D.G. Reid. 2004. Red mullet migration into the northern North Sea during late winter. *J. Sea Res.*, 53: 205-212.
- Begg, G.A. & R.W. Brown. 2000. Stock identification of haddock *Meleanogrammus aeglefinus* on Georges Bank based on otolith shape analysis. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 129: 935-945.
- Ben-Eliahu, M.N. & D. Golani. 1990. Polychaetes (Annelida) in the gut contents of Goatfishes (Mullidae), with new polychaete records from the Mediterranean coast of Israel and the Gulf of Elat (Red Sea). *Mar. Ecol.*, 11: 193-205.
- Ben-Tuvia, A. 1966. Red Sea fishes recently found in the Mediterranean. *Copeia*, 1966: 254-475.
- Benzinou, A., S. Carbini, K. Nasreddine, R. Elleboode & K. Mahé. 2013. Discriminating stocks of striped red mullet (*Mullus surmuletus*) in the Northwest European seas using three automatic shape classification methods. *Fish. Res.*, 143: 153-160.

- Berg, J. 1979. Discussion of the methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the food of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Mar. Biol.*, 50: 263-273.
- Berkenbusch, K. & A.A. Rowden. 2003. Ecosystem engineering - moving away from just-so' stories. *N. Z. J. Ecol.*, 27: 67-73.
- Bernard, D. 1981. Multivariate analysis as a mean of comparing growth in fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 233-236.
- Bertrand, J. 1995. Campagnes internationales de chalutage demersal en Mediteranee (MEDITS). Campagne. 1994. Manuel des protocoles. Rapp. de Contract EC-IFREMER-IEO-SIBM-NCMR (MED93: 020-018 006004), 27 pp.
- Beverton, R.J.H. & S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish Food G.B.*, 19: 1-533.
- Beyer, J.E. 1991. On length-weight relationships. 2 Computing mean weights from length statistics. *Fishbyte*, 9: 50-54.
- Bianchini, M.L. & S. Ragonese. 2011. Establishing length-at-age references in the red mullet, *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 (Pisces, Mullidae), a case study for growth assessments in the Mediterranean Geographical Sub-Areas (GSA). *Med. Mar. Sci.*, 12: 316-332.
- Biagi, F., P. Sartor, G.D. Ardizzone, P. Belcarpi, A. Belluscio & F. Serena. 2002. Analysis of demersal fish assemblages off the Tuscany and Latium coasts (North-western Mediterranean). *Sci. Mar.*, 66: 233-242.
- Bilandžić, N., M. Đokić & M. Sedak. 2011. Metal content determination in four fish species from the Adriatic Sea. *Food Chem.*, 124: 1005-1010.
- Bilton, H. 1974. Effects of starvation and feeding on circulus formation on scales of young sockeye salmon of four racial origins, and of one race of young kokanee, coho and chinook salmon. In T. B. Bagenal (ed.), *The ageing of fish*. Unwin Brothers Ltd., Surrey, England. 40–70 pp.
- Bingel F., A.C. Gucu, A. Stepnowski, U. Niermann, M. Dogan & Y. Kayıkçı. 1995. Stock assessment studies for the Turkish black sea coast: fisheries investigations. Final report sponsored by NATO-SSP, DPT through TÜBİTAK. Institute of Marine Sciences of Middle East Technical University, Turkey, 159 pp.
- Birkeland, C. & P.K. Dayton. 2005. The importance in fishery management of leaving the big ones. *Trends Ecol. Evol.*, 20: 356-358.

- Bonsignore, M.D., E. Salvagio Manta, E. Oliveri, M. Sprovieri, G. Basilone, A. Bonanno, F. Falco, A. Traina & S. Mazzola. 2013. Mercury in fishes from Augusta Bay (southern Italy): Risk assessment and health implication. *Food Chem. Toxicol.*, 56: 184-194.
- Bougis, P. 1952. Recherches biometriques sur les rougets (*M. barbatus* L., *M. surmuletus* L.) (Biometric research on goat fish (*M. barbatus* L., 1758, *M. surmuletus* L., 1758). *Archs. Zool. Exp. Gen.*, 89: 57-174.
- Bougis, P. & R. Muzinic. 1958. Sur la croissance de *Mullus barbatus* L. dans les eaux de Split. *Acta Adriat.*, 8: 14 pp.
- Brown-Peterson, N.J., D.M. Wyanski, F. Saborido-Rey, B.J. Macewicz & S.K. Lowerre-Barbieri. 2011. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Manage. Ecosyst. Sci.*, 3: 52-70.
- Buljan, M. & M. Zore-Armanda. 1971. Osnove oceanografije i pomorske meteorologije. Institut za oceanografiju i ribarstvo. Split, 424 pp.
- Burgeot, T., G. Bocquené, G. Pingray, D. Godefroy, J. Legrand, J. Dimeet, F. Marco, F. Vincent, Y. Henocque, H.O. Jeanneret & F. Galgani. 1994. Monitoring biological effects of contamination in marine fish along French coasts by measurement of ethoxyresorufin-O-deethylase activity. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 29: 131-147.
- Burke, N., D. Brophy & P. King. 2008. Otolith shape analysis: its application for discriminating between stocks of irish sea and celtic sea herring (*Clupea harengus*) in the irish sea. *ICES J. Mar. Sci.*, 65: 1670–1675.
- Caddy, J.F. 1993. Some future perspectives for assessment and management of Mediterranean fisheries. *Sci. Mar.*, 57: 121-130.
- Camiñas, J.A., J. Baró, J.C. Núñez & F. Ramos. 1990. Local Fishery Study of the Spanish South Mediterranean Region (between Punta Europa and Cabo de Gata). Third year. Rep. IEO/EEC Collaboration Project XIV-B1/1989/90: 189 pp.
- Cammarata, M., N. Parrinello & M. Arculeo. 1991. Biochemical taxonomic differentiation between *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus* (Pisces, Mullidae). *Com. Biochem. Physiol.*, vol. 99B, 719-722 pp.
- Campana, S.E. & J.M. Casselman. 1993. Stock discrimination using otolith shape analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50: 1062–1083.
- Campana, S.E. 1999. Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 188: 263–297.

- Campana, S.E. & J.M. Thorrold. 2001. Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 30–38.
- Campillo, A. 1992. Les pêcheries françaises de Méditerranée: synthèse des connaissances. Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, France, 206 pp.
- Capelli, R., V. Contardi, B. Cosma, V. Minganti & G. Zanicchi. 1983. A four-year study on the distribution of some heavy metals in five marine organisms of the ligurian sea. *Mar. Chem.*, 12: 281-293.
- Carbonara, P., M.T. Spedicato, L. Casciaro, I. Bitetto, M.T. Facchini, W. Zupa, P. Gaudio, A. Surico, P. Gallo, S. Fazi, M. Palmisano, P. Pinto, C. Neglia, M. Arnesano & G. Lembo. 2012. Programma Nazionale Italiano per la raccolta di dati alieutici. Campionamento Biologico delle catture. Sezioni C ed E. Rapporto Finale. GSA 19 Mar Ionio, COISPA Tecnologia e Ricerca, Italia. 134 pp, (Technical Report).
- Carbonara, P., S. Intini, E. Modugno, F. Maradonna, M.T. Spedicato, G. Lembo, W. Zupa & O. Carnevali. 2015. Reproductive biology characteristics of red mullet (*Mullus barbatus*, Linnaeus, 1758) in Southern Adriatic Sea and management implications. *Aquat. Living Resour.*, 28: 21-31.
- Castelnuovo, G. 1936. Contributo biometrico alla conoscenza della sistematica delle triglie. *Boll. Pesca Pise. Idrobiol.*, 12: 289-301.
- Carreras-Aubets, M., F.E. Montero, A. Kostadinova & M. Carrassón. 2012. Parasite communities in the red mullet, *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 respond to small-scale variation in the levels of polychlorinated biphenyls in the Western Mediterranean. *Mar. Poll. Bull.*, 64: 1853–1860.
- Cau, A., M.C. Follesa, P. Pesci, D. Cuccu & A. Sabatini. 2013. Programma Nazionale Italiano per la Raccolta di Dati alieutici 2012. Campionamento biologico delle catture. Sezioni C ed E. Rapporto Finale. Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari, Cagliari, Italia. 216 pp (Technical Report).
- Catsiki, V.A. & E. Stroglyoudi. 1999. Survey of metal levels in common fish species from Greek waters. *Sci.Tot. Environ.*, 237-238: 387-400.
- Çelik, O. & H. Torcu. 2000. Ege Denizi, Edremit Körfezi Barbunya Balığı (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758)'nın Biyolojisi Üzerine Araştırmalar. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 24: 287–295.
- Celik, U., S. Cakli & J. Oehlenschläger. 2004. Determination of the lead and cadmium burden in some northeastern Atlantic and Mediterranean fish species by DPSAV. *Eur. Food Res. Technol.*, 128: 298-305.

- Cetinić, P. & J. Swiniarski. 1985. Alati i tehnika ribolova. Logos. Split, 659 pp.
- Champanat, C., A. Fontana, A. Caveriere, C. Conand, P. Cury, J.R. Durand, A. Fonteneau, P. Freon & A. Samba. 1983. Bluefish (*Pomatomus saltarix*, Linnaeus, 1766) Fishery, biology and dynamics on the coasts of Senegal and Mauritania. Institut Français de Recherche Scientifique pour le Developpement en Cooperation, Paris, France. Trav. Doc. ORSTOM., 168: 1-279.
- Cherif, M., R. Zarrad, H. Gharbi, H. Missaoui & O. Jarboui. 2007. Some biological parameters of the red mullet, *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758, from the Gulf of Tunis. Acta Adriat., 48: 131-144.
- Cherif M., S. Selmi, H. Gharbi, O. Jarboui & H. Missaoui. 2008. Regime alimentaire de rouget de roche (*mullus surmuletus* l, 1758) des cotes nord tunisiennes. Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer. de Salammbo. 35.
- Cherif, M., M.M. Ben Amor, S. Selmi., H. Gharbi., H. Missaoui & C. Capape. 2011. Food and feeding habits of the red mullet, *Mullus barbatus* (Actinopterygii: Perciformes: Mullidae), off the northern Tunisian coast (central Mediterranean). Acta Ichtiol. Piscat., 41: 109-116.
- Çiçek, E., H. Avşar, H. Yeldan & M. Özütok. 2006. Length–weight relationships for 31 teleost fishes caught by bottom trawl net in the Babadillilimanı Bight (Northeastern Mediterranean). J. Appl. Ichthyol., 22: 290-292.
- Çiçek E. 2015. Age, growth and mortality parameters of *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 (Perciformes: Mullidae) in Iskenderun Bay, northeastern Mediterranean. Iran. J. Fish. Sci., 2: 262–269.
- Claydon, J. 2004. Spawning aggregations of coral reef fishes: characteristics hypotheses, threats and management. An Annual Review. Oceanogr. Mar. Biol., 42 : 265-302.
- Claudet, J., D. Pelletier, J-Y. Jouvenel, F. Bachet & R. Galzin. 2006. Assessing the effects of marine protected areas (MPA) on a reef fish assemblage in a northwestern Mediterranean marine reserve: identifying community-based indicators. Biol. Conserv., 130: 349-369.
- Cohen, J.F., C. Small, A. Mellinger, J. Gallup & J.Sachs. 1997. Estimates of coastal populations. Science, 278: 1209-1213.
- Colin, P.L. 1996. Longevity of some coral reef fish spawning aggregations. Copeia, 189-192.
- Colin, P.L & I.E. Clavijo. 1978. Mass spawning by the spotted goatfish, *Pseudopeneus maculatus* (Bloch) (Pisces: Mullidae). Bull. Mar. Sci., 28:780-802.

- Conover, D.O. & E.T. Schultz. 1995: Phenotypic similarity and the evolutionary significance of counter gradient variation. *Trends Ecol. Evol.*, 10: 248-252.
- Corsi, I., M. Mariottini, V. Menchi, C. Sensini, C. Balocchi & S. Focardi. 2002. Monitoring a Marine Coastal Area: Use of *Mytilus galloprovincialis* and *Mullus barbatus* as Bioindicators. *Mar. Ecol.*, 23: 138-153.
- Coull, K.A., A.S. Jermyn, A.W. Newton, G.I. Henderson & W.B. Hall. 1989. Length/weight relationships for 88 species of fish encountered in the North Atlantic. *Scottish Fish. Res. Rep.*, no. 43, 81 pp.
- Cresson, P., M. Bouchoucha, F. Miralles, R. Elleboode, K. Mahé, N. Maruszczak, H. Thebault & D. Cossa. 2015. Are red mullet efficient as bio-indicators of mercury contamination? A case study from the French Mediterranean. *Mar. Poll. Bull.*, 91: 191–199.
- Cushing, D.H. 1975. *Marine ecology and fisheries*. Cambridge University Press. Cambridge, 287 pp.
- Cushing, D.H. 1982. *Climate and Fisheries*. London: Academic Press.
- Damalas, D., C.D. Maravelias, S. Katsanevakis, A.P. Karageorgis & C. Papaconstantinou. 2010. Seasonal abundance of non-commercial demersal fish in the eastern Mediterranean Sea in relation to hydrographic and sediment characteristics. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 89: 107-118.
- Darwin, C. 1881. On the formation of vegetable mould through the action of worms with observations on their habits. Murray, J. London, U.K.
- Demestre, M., M. Sabrana, F. Alvarez & P. Sánchez. 1997. Analysis of the interaction of fishing gear in *Mullus barbatus* fisheries of the Western Mediterranean. *J. Appl. Ichthyol.*, 13: 49-56.
- Desbrosses, P. 1935. Contribution a la connaissance de la biologie du rouget-barbet en Atlantique nord. *Rev. Trav. Off. Peches Marit.*, 8: 351-376.
- Deudero, S. 2002. Unexpected large numbers of *Mullus surmuletus* juveniles in open waters of the Mediterranean sampled with light attraction devices. *J. Fish. Biol.*, 61:1639-1642.
- D'Onghia, G., Tursi. A., Matarrese, A., Pollicoro, R. & C. Caroppo. 1989. Alcuni aspetti biologici della pesca di *Merluccius merluccius*, *Micromesistius poutassou*, *Phycis blennoides* e *Mullus barbatus* nel Mar Iono. *Nova Thalassia*, 10: 417-424.



- Dorel, D. 1986. Poissons de l'Atlantique nord-est relations taille-poids. Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer. <http://www.fishbase.org/>, last accessed: 28 March 2006.
- Dorenbosch, M., M.G.G. Grol, M.J.A. Christianen, I. Nagelkerken & G. van der Velde. 2005. Indo-Pacific seagrass beds and mangroves contribute to fish density and diversity on adjacent coral reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 302 : 63-67
- Dorenbosch, M., M.G.G. Grol, I. Nagelkerken & G. van der Velde. 2006. Different surrounding landscapes may result in different fish assemblages in East African seagrass beds. *Hydrobiol.*, 563:45-60.
- Dorta, P., C. Rubio, G. Lozano, D. González-Weller, Á. Gutiérrez, A. Hardisson & C. Revert. 2015. Metals in *Mullus surmuletus* and *Pseudupeneus prayensis* from the Canary Islands (Atlantic Ocean). *J. Food Prot.*, 78: 2257-2263.
- Dufour, V., J-V. Jouvenel & R. Galzin. 1995. Study of a Mediterranean reef fish assemblage. Comparisons of population distributions between depths in protected and unprotected areas over one decade. *Aquat. Living Resour.*, 8: 17-25.
- Dulčić, J. & M. Kraljević. 1996. Weight-length relationships for 40 fish species in the eastern Adriatic (Croatian waters). *Fish. Res.*, 28: 243-251.
- Dulčić, J. 2002. Feeding habits of the striped mullet, *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758, in the eastern central Adriatic. *Annales Series Historia Naturalis*, 12: 9–14.
- Dulčić, J. & B. Glamuzina. 2006. Length-weight relationships for selected fish species from three eastern Adriatic estuarine systems (Croatia)." *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 254-256.
- Dural, M., E. Bickici & M. Manasirli. 2010. Heavy metal concentrations in different tissues of *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus* from Iskenderun bay, Eastern coast of Mediterranean, Turkey. CIESM Congress, Venice, article 0499. European Commission. 2005. Dissemination of the Results of Biological Studies 1997/2000. Studies and Support Services Related to the Common Fisheries Policy. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, XXXI.
- Faruggio, B. 1993. The challenge of discharge planning. *Journal of Nursing Administration*, 23:40 pp.
- Félix-Hackradt, F.C., C.W. Hackradt, T. Pérez-Ruzafa & J.A. García-Charton. 2013: Discordant patterns of genetic connectivity between two sympatric species, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) and *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758), in south-western Mediterranean Sea. *Mar. Environ. Res.*, 92: 23-34.

- Fernández, B., C. Martínez-Gómez & J. Benedicto. 2015. Delta-aminolevulinic acid dehydratase activity (ALA-D) in red mullet (*Mullus barbatus*) from Mediterranean waters as biomarker of lead exposure. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 115: 209-216.
- Ferrer-Maza, M., M. Munoz, J. Lloret, E. Faliex, S. Vila & P. Sasal. 2015. Health and reproduction of red mullet, *Mullus barbatus*, in the western Mediterranean Sea. *Hydrobiol.*, 753: 189-204.
- Filipović, V. & B. Raspor. 2003. Metallothionein and metal levels in cytosol of liver, kidney and brain in relation to growth parameters of *Mullus surmuletus* and *Liza aurata* from the Eastern Adriatic Sea. *Water Res.*, 37: 3253-3262.
- Fiorentini, L. & P.Y. Dremière. 1999. ESMED Efficacy and selectivity of trawl used for the MEDITS project. Study proposal, No. 95/29, 118 pp.
- Fiorentini, L., P.Y. Dremière, I. Leonori, A. Sala & V. Palumbo. 1999. Efficiency of the bottom trawl used for the Mediterranean trawl survey (MEDITS). *Aquat. Living Resour.*, 12:187-205.
- Fiorentino, F., A. Vollani, A. Belluscio, V. Chiericoni & S. Greco. 1998. A comparison of growth pattern and demographic structure of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) in the western Italian seas. In: *Proceedings of the Symposium on Assessment of Demersal Resources by Direct Methods in the Mediterranean and the Adjacent Seas*, Pisa, 19 pp.
- Fiorentino, F., F. Badalamenti, G. D'Anna, G. Garofalo, P. Gianguzza, M. Gristina, C. Pipitone, P. Rizzo & T. Fortibuoni. 2008. Changes in spawning-stock structure and recruitment pattern of red mullet, *Mullus barbatus*, after a trawl ban in the Gulf of Castellammare (central Mediterranean Sea). *ICES J. Mar. Sci.*, 65: 1175–1183.
- Fischer, W., M.L. Bauchot & M. Schneider. 1987. Fiche FAO d'Identification des especes pour les besoins de la peche "Revision" Mediterranee et Mer noire. Zone de peche 37. (FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Mediterranean and Black Sea (Fishing Area 37, Vol. II). FAO. Rome, 761-1530 pp.
- Filiz, H. 2011. A New Maximum Length for the Red Mullet, *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758. *Res. J. Biol. Sci.*, 4: 131-135.
- Fossen, I., O.T. Albert & E.M. Nilssen, 2003. Improving the precision of ageing assessments for long rough dab by using digitised pictures and otolith measurements. *Fish. Res.* 60: 53–64.

- Friedlander, A.M. & E.E. DeMartini. 2002. Contrasts in density, size, and biomass of reef fishes between the northwestern and the main Hawaiian islands: the effects of fishing down apex predators. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 230: 253-264.
- Frimodt, C. 1995. Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England, 215 pp.
- Froese, R. & D. Pauly. 2010. FishBase. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (version 05/2010).
- Frogliola, C. & F. Magistrelli. 1981. Osservazioni sulla pesca a strascico nella fascia delle tre miglia dalla costa in un'area antistante il delta del Po. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, 3 (1 suppl.): 49-65.
- Frogliola, C. 1988. Food preferences of juvenile red mullet *Mullus barbatus* in a western Adriatic nursery ground (Osteichthyes: Mullidae). *Rapp. Comm. Int. Expl. Sci. Mer Médit.*, 31: 2: 263.
- Gabrielides, G.O. 1995. Pollution of the Mediterranean Sea. *Water Sci. Tech.*, 32: 1-10.
- Galarza, J.A., G.F. Turner, E. Macpherson, J. Carreras-Carbonell & C. Rico. 2007. Cross-amplification of 10 new isolated polymorphic microsatellite loci for red mullet (*Mullus barbatus*) in striped red mullet (*Mullus surmuletus*). *Mol. Ecol. Notes*, 7: 230-232.
- Galarza, J.A., G.F. Turner, E. Macpherson & C. Rico. 2009. Patterns of genetic differentiation between two co-occurring demersal species: the red mullet (*Mullus barbatus*) and the striped red mullet (*Mullus surmuletus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 66: 1478-1490.
- Gancitano, V., G. Basilione, A. Bonanno, A. Cuttitta, G. Garofalo, G.B. Giusto, M. Gristina, S. Mazzola, B. Patti, G. Sinacori & F. Fiorentino. 2012. GSA 16. Stretto di Sicilia. In: A. Mannini, G. Relini (eds), Rapporto annuale sullo stato delle risorse biologiche dei mari circostanti l'Italia: anno 2009. *Biol. Mar. Mediterr.*, 19: 90-112.
- Garoia, F., I. Guarniero, C. Piccinetti & F. Tinti. 2004. First microsatellite loci of red mullet (*Mullus barbatus*) and their application to genetic structure analysis of Adriatic shared stock. *Mar. Biotech.*, 6: 446-452.
- Garpe, K.C. & M.C. Öhman. 2003. Coral and fish distribution patterns in Mafia Island Marine Park, Tanzania: fishhabitat interactions. *Hydrobiol.* 498:191-211.
- Garvey, J.E., D.R. Devries, R.A. Wright & J.G. Miner. 2003. Energetic adaptations along a broad latitudinal gradient: implications for widely distributed assemblages. *Bioscience* 53: 141-150.
- Garcia-Rubies, A. & E. Macpherson. 1995. Substrate use and temporal pattern of recruitment in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. *Mar. Biol.* 124:35-42.

- Genç, Y. 2002. Reproduction of Five Important Demersal Fishes in the Eastern Black Sea. CFRI Yunus. Res.. Bull., 2: 9- 10.
- Genç, Y., C. Mutlu, M. Zengin, I. Aydin, B. Zengin & I. Tabak. 2002. Determination of the effect of catch effort on demersal fish stocks in the Eastern Black Sea. Agricultural and Rural Affairs, TAGEM Final Report, 122 pp. (In Turkish).
- Gharbi, H. & M.H. Ktari. 1979. Régime alimentaire des rougets (*Mullus barbatus* Linnaeus 1758, *Mullus surmuletus* Linnaeus 1758) du golfe de Tunis. 1979. Bull. Ins. Océanogr. Pêche, Salammbô, 6: 41-52.
- Gharbi, H. 1980. Contribution a l'étude biologique et dynamique des rougets (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 et *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) des cotes tunisiennes (Contribution to the biology and dynamics of the goat fish (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 and *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) in Tunisian coasts. Ph. D.Thesis. University of Tunis, Fac. Sic. Tunis, 100 pp.
- Gharbi, H. & M.H. Ktari, 1981a. Croissance des rougets en Tunisie. Bulletin. Station Océanogr., Salammbô, 8: 5-40.
- Gharbi, H. & M.H. Ktari. 1981b. Biologie de *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 et *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 (Poissons, Teleosteens, Mullidés) des cotes Tunisiennes, taille et age de première maturité sexuell, cycle sexuel et coefficient de condition. Bull. Inst. Nat. Sci. Tech. Oceanogr. Pêche Salammbô, 8: 41-51.
- Giannakopoulou, L. & C. Neofitou. 2014. Heavy metal concentrations in *Mullus barbatus* and *Pagellus erythrinus* in relation to body size, gender, and seasonality. Environ. Sci. Poll. Res., 21: 7140-7153.
- Gökçe, G., İ. Aydin & C. Metin. 2007. Length– weight relationships of 7 fish species from the North Aegean Sea, Turkey. IJNES., 1: 51-52.
- Golani, D. 1994. Niche separation between colonizing and indigenous goatfish (Mullidae) along the Mediterranean coast of Israel. J. Fish Biol., 45: 503-513.
- Golani D. 2001. *Upeneus davidaromi*, a new deepwater goatfish (Osteichthyes, Mullidae) from the Red Sea. Isr. J. Zool., 47:111-121.
- Golani, D. & A. Diamant. 1999. Fish colonization of an artificial reef in the Gulf of Elat, northern Red Sea. Environ. Biol. Fish., 54: 275-282.
- Golani, D. & B. Galil. 1991. Trophic relationships of colonizing and indigenous goatfishes (Mullidae) in the eastern Mediterranean with special emphasis on decapod crustaceans. Hydrobiol., 218: 27-33.

- Golani, D. & U. Ritte. 1999. Genetic relationship in goatfishes (Mullidae: Perciformes) of the Red Sea and the Mediterranean, with remarks on Suez Canal migrants. *Sci. Mar.*, 63: 129-135.
- Gonçalves, J.M.S., L. Bentes, P.G. Lino, J. Ribeiro, A.V.M. Canario & K. Erzini. 1996. Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fish. Res.*, 30: 253-256.
- Gönen G., P. Mumoğullarında., V. Kahraman, L. Sangun & G. Gökçe. 2006. Length-weight relationship of red mullet (*Mullus barbatus*) in Iskenderun Bay. p. 48. In: 3. Ulusal Su Ürünleri Öğrenci Sempozyumu Özet Kitapçığı. Mugla University, Faculty of Fisheries, Mugla, Turkey.
- Goñi, R., S. Adlerstein, D. Alvarez-Berastegui, A. Forcada, O. Reñones, G. Criquet, S. Polti, G. Cadiou, C. Valle, P. Lenfant, P. Bonhomme, A. Pérez-Ruzafa, J.L. Sánchez-Lizaso, J.A. García-Charton, G. Bernard, V. Stelzenmüller & S. Planes. 2008. Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 366: 159-174.
- Goodyear, C.P. 1995. Mean size at age: an evaluation of sampling strategies with simulated red grouper data. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 124: 454-456.
- Goren, M. & B. S. Galil. 2005. A review of changes in the fish assemblages of Levantine inland and marine ecosystems following the introduction of non-native fishes. *J. Appl. Ichthyol.* 21, 364– 370.
- Gosline, W.A. 1984. Structure, function, and ecology in the goatfishes (family Mullidae). *Pac. Sci.*, 38: 312-323.
- Gottlieb, E. 1956. The age and growth of the Red Mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) in Israel waters. *Sea Fish. Res. Stat., Bull.*, 12: 1-20.
- Grbec, B., M. Morovic, J. Dulčić, I. Marasovic & Z. Ninčević. 2008. Impact of the climatic change on the Adriatic Sea ecosystem. *Fresenius. Environ. Bull.*, 17: 1615-1620.
- Grbec, B., M. Morovic, G. Beg Paklar, G. Kušpilić, S. Matijević, F. Matic & Ž. Ninčević Gladan. 2009. The relationship between the atmospheric variability and productivity in the Adriatic Sea area. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, 89: 1549-1558.
- Grbec, B., M. Morović, F. Matic, Ž. Ninčević, I. Marasović, O. Vidjak, N. Bojanić, V. Čikeš Keč, B. Zorica, G. Kušpilić & S. Matic-Skoko. 2015. Climate regime shifts and multi-decadal variability of the Adriatic Sea pelagic ecosystem. *Acta Adriat.*, 56: 47-66.
- Greco, S., P. Rinelli, D. Giordano & F. Perdichizzi. 1998. Valutazione delle risorse demersali da Capo Suvero a S. Vito Lo Capo (Tirreno meridionale). *Biol. Mar. Medit.*, 5: 74-84.

- Green, R.H. 1979. Sampling design and statistical methods for biologist. John Wiley & Sons. New York, 257 pp.
- Grier, H.J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *Amer. Zool.*, 21: 345-357.
- Grossman, G. D. 1980. Ecological aspects of ontogenetic shifts in prey size utilization in the Bay goby (Pisces: Gobiidae). *Ecol.*, 47: 233–238.
- Guescini, A., G. Piccinetti Manfrin & C. Piccinetti. 1983. Distribution des larves de *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758, en Adriatique. *Rapp. Comm. int. Mer. Medit.*, 28: 155-158.
- Guillén, J.E. & M. Martínez. 1995. *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) decapoda selective predation. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, 34: 244 pp.
- Gullström, M., & M. Dahlberg. 2004. Fish community structure of seagrass meadows around Inhaca Island, southern Mozambique. Minor Field Study 106. Uppsala University.
- Hadjistefanou, N.A. 1992. Assessment of five demersal marine fish stocks of cyprus for the year 1989. *FAO Fish. Rep.*, 477: 23-24.
- Haidar, Z. 1958. Ecologie du rouget barbet (*Mullus barbatus* L.) en Adriatique Orientale. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 14: 1-94.
- Haidar, Z. 1970. L'écologie du rouget (*Mullus barbatus*) en Adriatique orientale. *Acta Adriat.*, 14: 1-94.
- Harmelin-Vivien, H. L., R. A. Kaim-Malka, M. Ledoyer & S. S. Jakob - Abraham. 1989. Food partitioning among scorpaenid fishes in Mediterranean seagrass beds. *J. Fish Biol.*, 34: 715–734.
- Harmelin-Vivien, M., D. Cossa, S. Crochet, D. Bănaru, Y. Letourneur & C. Mellon-Duval. 2009. Difference of mercury bioaccumulation in red mullets from the north-western Mediterranean and Black seas. *Mar. Poll. Bull.*, 58: 679-685.
- Hashem, M. T. 1973. Age growth and maturity of the goath fish (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) in Abukir - Rosetta region during 1969-1970. *Bull. Inst. Oceanogr. Fish. Cairo*, 3: 163-182.
- Hernández, F., J. Medina, J. Ansuátegui & M. Conesa. 1990. Heavy metal concentrations in some marine organisms from the Mediterranean Sea (Castellón, Spain): Metal accumulation in different tissues. *Sci. Mar.*, 54: 113-129.
- Hernandez, F.J., R. F. Shaw, J.S. Cope, J.G. Ditty, T. Farooqi & M.C. Benfield. 2003. The across-shelf larval, postlarval, and juvenile fish assemblages collected at offshore oil and gas platforms of the Mississippi River Delta. *Am. Fish. Soc. Symp.*, 36:39-72.

- Hilborn, R. & C.J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics Uncertainty. Chapman & Hall. New York, 570 pp.
- Holland KN, Peterson JD, Lowe CG, Wetherbee BM. 1993. Movements, distribution and growth rates of the white goatfish *Mulloidés flavolineatus* in a fisheries conservations zone. *Bull. Mar. Sci.*, 52 : 982-992.
- Holden, M. J., & D.F.S. Raitt. 1974. Manual of Fisheries Science. Part 2: Methods of Resource Investigation and their Application. FAO, Rome.
- Hornung, H., L. Zismann & O.H. Oren. 1980. Mercury in twelve Mediterranean trawl fishes of Israel. *Environ. Internat.*, 3: 243-248.
- Hornung H. & N. Kress. 2008. Trace elements in offshore and inshore fish from the mediterranean coast of Israel. *Toxicol. Environ. Chem.*, 31: 135-145.
- Hulme, M., G.J. Jenkins, X. Lu, J.R. Turnpenny, T.D. Mitchell & R.G. Jones. 2002. Climate Change Scenarios for the United Kingdom: The UKCIP02 Scientific Report. Tyndall Centre for Climate Change Research, School of Environmental Sciences, University of East Anglia.
- Hureau, J.C. 1970. Biologie comparée de quelques Poissons antarctiques (Nototheniidae). Monaco. *Bull. Inst. Océanogr.*, 68: 1-244.
- Hureau, J.C. 1986. Mullidae. In: Whitehead, P.J., M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese, E (eds): Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris, 877-882 pp.
- ICES. 2006. Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management, Advisory Committee on the Marine Environment and Advisory Committee on Ecosystems, 2006. ICES Advice.
- İlhan, D.U., S. Akalın, O. Özaydın, Z. Tosunoğlu & R. Gurbet. 2009. İzmir Körfezi'nde Tekir Balığı'nın (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) Büyüme ve Üremesi. *Ege. J. Fish. Aqua. Sci.*, 26: 1-5.
- İlkyaz, A.T., G. Metin, O. Soykan & H.T. Kınacıgil. 2008. Length–weight relationship of 62 fish species from the Central Aegean Sea, Turkey. *J. Appl. Ichthyol.*, 24: 699–702.
- Jabeur C. 1999. La pêche dans le golfe de Gabès: Interactions techniques entres les métiers et exploitation partagée du rouget rouge (*Mullus surmuletus* L., 1758). PhD thesis, Université de Bretagne Occidentale, France, 168 pp.
- Jabeur, C., H. Missaoui, H. Gharbi & A. El Abed. 2000. La croissance du rouget rouge (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) dans le golfe de Gabès (Growth of red mullet

- (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) in the Gabès Bay). Bull. Inst. Natl. Sci. Tech. Mer Salammbô, 27: 35-43.
- Jardas, I. & A. Pallaoro. 1991. Food and feeding habits of black scorpionfish (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758) (Pisces: Scorpaenidae) along the Adriatic coast. Acta Adriat., 32: 885-898.
- Jardas, I. 1996. Jadranska ihtiofauna, Školska knjiga Zagreb, 533 – 536 pp.
- Jardas, I. 1999. Review of long-term changes in trammel bottom set catches – crustacean, cephalopoda and fish communities along the eastern Adriatic (Croatian) coastal area. Acta Adriat., 40: 67-79.
- Jardas, I., M. Šantić & A. Pallaoro. 2004. Diet composition and feeding intensity of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (Osteichthyes: Carangidae) in the eastern Adriatic. Mar. Biol., 144: 1051-1056.
- Jennings, S., Greenstreet, S.P.R. & J.D. Reynolds. 1999. Structural change in an exploited fish community: a consequence of differential fishing effects on species with contrasting life histories. J. Anim. Ecol. 68: 617-627.
- JICA, 1993. Demersal fisheries resources survey report in the Marmara, Aegean and Mediterranean. T.C. The ministry of agriculture and rural affairs, general directorate of agricultural researches. TAGEM, Japan International Cooperation Agency.
- Jobling, M. 1997. Temperature and growth: modulation of growth rate via temperature change. In: Wood, C.M., D.G. McDonald (Editors). Global Warming: Implications for Freshwater and Marine Fish. Cambridge University Press, 223–254 pp.
- Joksimović, A. 2005. Population dynamic of red mullet *Mullus barbatus*, Linnaeus, 1758 in the Montenegrin shelf. Ph. D. Thesis. Faculty of Biology, University of Belgrade, 93 pp.
- Jones, G.C., H.J. Lawton & M. Shachak. 1994. Organisms as ecosystem engineers. Oikos, 69: 373-386.
- Jukić, S. & s. Županović. 1965. Relations entre la temperature et l'intensite de l'alimentation chez *Mullus barbatus* L. et *Pagellus erythrinus* L. dans Baie de Kastela. FAO, Fish. Tech. Pap., 17: GFCM Fish Proc., 8:173-177.
- Jukić, S. 1972. Ishrana oslića (*Merluccius merluccius* L.), bukve (*Boops boops*), trlje (*Mullus barbatus*) i arbuna (*Pagellus erythrinus*) u Kaštelanskom zaljevu. Acta Adriat., 14: 1-40.
- Jukić, S. 1975. Kočarska područja u srednjem Jadranu. Acta Adriat., 17: 86 pp.



- Jukić, S. & C. Piccinentti. 1981. Quantitative and qualitative characteristics of demersal resources in the Adriatic Sea with some population dynamics estimates. General Fisheries council for the Mediterranean. Report of the second Technical Consultation on Stock Assessment in the Adriatic. Ancona. FAO Fish. Rep., 253: 73-91.
- Jukić, S. & E. Arneri. 1984. Distribution of hake (*Merluccius merluccius* L.), Red mullet (*Mullus barbatus* L.) and Pandora (*Pagellus erythrinus* L.) in the Adriatic sea. FAO, Fish. Rep., 290:85-91.
- Jukić, S., & C. Piccinetti. 1988. Contribution to the knowledge on the short and long-term effects of the application of 40 mm codend mesh size in Adriatic trawl fishery – Eastern Adriatic coast. FAO Fish. Rep. 394: 282-290.
- Jukić-Peladić, S., N. Vrgoč, V. Dadić, S. Krstučović-Šifner, C. Piccinetti & B. Marčeta. 1999. Spatial and temporal distribution of some demersal fish population in the Adriatic Sea described by GIS technique. Acta Adriat. 40:55-66.
- Karakulak, F.S., H. Erk, & B. Bilgin. 2006. Length–weight relationships for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. J. Appl. Ichthyol., 22: 274–278.
- Kargın, F. 1996. Seasonal Changes in Levels of Heavy Metals in tissues of *Mullus barbatus* and *Sparus aurata* collected from Iskenderun Gulf (Turkey). Water Air Soil Poll., 90, 557-562.
- Karlou, C. & N. Vrantzas. 1989. Evaluation of the relative yield per recruit approach in the case of the stock of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) in the Saronikos Gulf. FAO Fish. Rep., 412: 28-43.
- Katsanevakis, S., C.D. Maravelias, D. Damalas, A.P. Karageorgis, E.V. Tsitsika, C. Anagnostou & C. Papaconstantinou. 2009. Spatiotemporal distribution and habitat use of commercial demersal species in the eastern Mediterranean Sea. Fish. Oceanogr., 18: 439-457.
- Katselis G., C. Koutsikopoulos, E. Dimitriou & Y. Rogdakis. 2003. Spatial patterns and temporal trends in the fishery landings of the Messolonghi-Etoliko lagoon system (western Greek coast). Sci. Mar. 67:501-11.
- Keskin, E. & A. Can. 2009. Phylogenetic relationships among four species and a sub-species of Mullidae (Actinopterygii; Perciformes) based on mitochondrial cytochrome B, 12S rRNA and cytochrome oxidase II genes. Biochem. System. Ecol., 37: 653-661.
- Kinacigil, H. T., 1994. The studies on the distribution abundance and catch ability of Red Mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) stocks in Gulbahce Bay (in Turkish). Ege Univ. J. Fac. Sci., series B, 16/1.

- Kinacigil, H., T. Ilkyaz, O. Akyol, G. Mettin, E. Çıra & A. Ayaz. 2001. Growth parameters of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) and seasonal cod-end selectivity of traditional bottom trawl net in Izmir Bay (Aegean Sea). *Acta Adriat.*, 42: 113-123.
- Kingsford, M. J. & J. M. Hughes. 2005. Patterns of growth, mortality, and size of the tropical damselfish *Acanthochromis polyacanthus* across the continental shelf of the Great Barrier Reef. *Fish. Bull.* 103: 561–573.
- Kling, L.J., A. Muscato & A. Jordaan. 2007. Growth, survival and feed efficiency for post-metamorphosed Atlantic cod (*Gadus morhua*) reared at different temperatures. *Aquacul.*, 262: 281–288.
- Kljakovic Gašpić, Z., T. Zvonarić, N. Vrgoč, N. Ođak & A. Barić. 2002. Cadmium and lead in selected tissues of two commercially important fish species from the Adriatic Sea. *Wat. Res.* 36: 5023–5028.
- Kokokiris, L., A. Stamoulis, N. Monokrousos & S. Doulgeraki. 2014. Oocytes development, maturity classification, maturity size and spawning season of the red mullet (*Mullus barbatus barbatus* Linnaeus, 1758). *J. Appl. Ichthyol.*, 30: 20–27.
- Kolher, N., J. Casey, J. & P. Turner. 1995. Length-weight relationships for 13 species of sharks from the western North Atlantic. *Fish. Bull.*, 93: 412-418.
- Koutrakis, E.T. & A.C. Tsikliras. 2003. Length–weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *J. Appl. Ichthyol.*, 19: 258–260.
- Krajewski, J.P. & R.M. Bonaldo. 2006. Plankton-picking by the goatfish *Pseudupeneus maculatus* (Mullidae), a specialized bottom forager. *J. Fish Biol.*, 68 : 925-930.
- Kucuksezgin, F., O. Altay, E. Uluturhan & A. Kontas. 2001. Trace Metal and Organochlorine Residue Levels in Red Mullet (*Mullus barbatus*) from the Eastern Aegean, Turkey. *Water Res.*, 35: 2327-2332.
- Kucuksezgin, F., A. Kontas & E. Uluturhan. 2011. Evaluations of heavy metal pollution in sediment and *Mullus barbatus* from the Izmir Bay (Eastern Aegean) during 1997–2009. *Mar. Poll. Bull.*, 62: 1562-1571.
- Kulcu, A.M., D. Ayas, A.R. Kosker & K. Yatkin. 2014. The Investigation of metal and mineral levels of some marine species from the Northeastern Mediterranean Sea. *J. Mar. Biol. Oceanogr.*, 3: 1000127.
- Kutaygil, N. 1967. Preliminary age analysis of *Mullus barbatus* Linnaeus 1758 and *Merluccius merluccius* Linnaeus 1758 in the Sea of Marmara and some pelagic fish of Turkey. In: *Proceedings and Technical Papers of the General Fisheries Council for the Mediterranean*. FAO, Rome, 361-383 pp.

- Labropoulou, M., A. Machias, N. Tsimenides & A. Eleftheriou. 1997. Feeding habits and ontogenetic diet shift of the striped red mullet, *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758. *Fish. Res.*, 31: 257-267.
- Labropoulou, M. & A. Eleftheriou. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *J. Fish Biol.*, 50: 324–340.
- Labropoulou, M. & C. Papacontantinou. 2004. Community structure and diversity of demersal fish assemblages: the role of fishery. *Sci. Mar.*, 68: 215-226.
- Lahnsteiner, F. & M. Kletzl. 2012. The effect of water temperature on gamete maturation and gamete quality in the European grayling (*Thymalus thymallus*) based on experimental data and on data from wild populations. *Fish Physiol. Biochem.*, 38: 455-467.
- Lalami, Y. 1971. Contribution a l'étude systématique, biologique, écologique et statistique des poissons de la pecherie d'Alger. *Pelagos, Bull. Inst. Océanogr. Alger.*, 3: 1-150.
- Langton, R.W. 1982. Diet overlap between Atlantic cod, *Gadus morhua*, silver hake, *Merluccius bilinearis*, and fifteen other northwest Atlantic finfish. *Fish. Bull.*, 80: 745-759.
- La Rosa, T., L. Lopiano, G. Sara & A. Mazzola. 1997. Osservazioni sulla dieta di forme giovanilli di *Mullus surmuletus* (Linneo, 1758) nello Stagnone di Marsala (Sicilia occidentale). *Biol. Mar. Mediterr.*, 4: 530-532.
- Larrañeta, M.G. & J. Rodríguez-Roda. 1956. Contribución al conocimiento de la pesquería del salmonete de fango (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) de las costas de Castellón. *Investig. Pesq.*, 3: 45-68.
- Levi, D., M.G. Andreoli, E. Arneri, G. Giannetti & P. Rizzo. 1994. Otolith reading as a tool for stock identification. *Fish. Res.*, 20, 97–107.
- Levi, D., M. G. Andreoli, A. Bonanno, F. Fiorentino, G. Garofalo, S. Mazzola, G. Norrito, B. Patti, G. Pernice, S. Ragonese, G. B. Giusto & P. Rizzo. 2003. Embedding sea surface temperature anomalies into the stock recruitment relationship of red mullet (*Mullus Barbatus* L. 1758) in the Strait of Sicily. *Sci. Mar.*, 67:259–268.
- Ligas, A., A. Mannini, P. Carpentieri, C. Mancusi, P. Sartor & S. De Ranieri. 2012. Length weight relationship in demersal species from Ligurian and northern-central Tyrrhenian Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, 19: 212-2013.
- Lionetto, L.G., R. Caricato, M.E. Giordano & T. Schettino. 2004. Biomarker application for the study of chemical contamination risk on marine organisms in the taranto marine coastal area. *Chem. Ecol.*, 20: 333-343.

- Lipari R., F. Badalamenti & G. D'Anna. 1998. Relazioni trofiche e selezione alimentare di *Mullus barbatus* L. (1758) nella comunita' a sabbie fini del Golfo di Castellammare (Sicilia N/O). *Biol. Mar. Medit.*, 5: 354-356.
- Lipej, L., M.O. Bonaca & M. Šiško. 2003. Coastal fish diversity in three marine protected areas and one unprotected area in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *Mar. Ecol.*, 24: 259-273.
- Lividas, R.J. 1984. A study of the biology and population dynamics of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) family Mullidae, in Cyprian waters. Ministry of Agriculture & Natural Resources (Department of Fisheries), 36 pp.
- Lividas, R. J. 1988. A study of the growth and maturity of striped mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758), in waters of Cyprus. *FAO Fish. Rep.*, 412: 44-51.
- Lizama, M. & A.M. Ambrosio. 2002. Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Parana' river floodplain, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 62:113–124.
- Lloret, J., M. Muñoz & M. Casadevall. 2012. Threats posed by artisanal fisheries to the reproduction of coastal fish species in a Mediterranean marine protected area. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 113: 133–140.
- Lobel, P.S. 1978. Diel, lunar, and seasonal periodicity in the reproductive behavior of the pomacanthid fish, *Centropyge potteri*, and some other reef fishes in Hawaii. *Pac. Sci.*, 32 : 193-207.
- Lo Bianco, 1909. Notize biologiche riguaranti specialmente il periodo di maturita sessuale degli animali del Golfo di Napoli. *Mitt. Zool. Stn. Napel*, 19: 513-761.
- Lombarte, A. & H. Aguirre. 1997. Quantitative differences in the chemoreceptor systems in the barbels of two species of Mullidae (*Mullus surmuletus* and *Mullus barbatus*) with different bottom habitats. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 150: 57–64.
- Lombarte, A., L. Recasens, M. Gonzalez & L.G. Sola. 2000. Spatial segregation of two species of Mullidae (*Mullus surmuletus* and *Mullus barbatus*) in relation to habitat. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 206: 239-249.
- Longepierre, S., A. Robert, F. Levi & P. Francour. 2005. How an invasive alga species (*Caulerpa taxifolia*) induces changes in foraging strategies of the benthivorous fish *Mullus surmuletus* in coastal Mediterranean ecosystems. *Biodivers. Conserv.*, 14: 365-376.
- Lozano-Cabo, F. 1983. *Oceanografía, Biología Marina y Pesca*. Madrid; Paraninfo: 391 pp.

- Machias, A, S. Somarakis & N. Tsimenides. 1998. Bathymetric distribution and movements of red mullet *Mullus surmuletus*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 166: 247-257.
- Machias, A & M. Labropoulou. 2002. Intra-specific variation in resource use by red mullet, *Mullus barbatus*. Est. Coast. Shelf Sci., 55 : 565-578.
- Macpherson, E. & C.M. Duarte. 1991. Bathymetric trends in demersal fish size: is there a general relationship? Mar. Ecol. Prog. Ser., 71:103-112.
- Maggio, T., S. Brutto, F. Garoia, F. Tinti & M. Arculea. 2009. Microsatellite analysis of red mullet *Mullus barbatus* (Perciformes, Mullidae) reveals the isolation of the Adriatic Basin in the Mediterranean Sea. J. Mar. Sci., 66: 1883-1891.
- Mahé, K., A. Destombes, F. Coppin, P. Koubbi, S. Vaz, D.L. Roy & A. Carpentier. 2005. Le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) en manche orientale et mer du nord. Rapp. Contrat Ifremer/CRPMEM, Nord-Pas de Calais.
- Mahé, K., F. Coppin, S. Vaz & A. Carpentier. 2013. Striped red mullet (*Mullus surmuletus*, Linnaeus, 1758) in the eastern English Channel and southern North Sea: growth and reproductive biology. J. Appl. Ichthyol., 29: 1067-1072.
- Mamuris, Z., A.P. Apostolidis, A.J. Theodorou & C. Triantaphyllidis. 1988. Application of random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers to evaluate intraspecific genetic variation in red mullet (*Mullus barbatus*). Mar. Biol., 132: 171-178.
- Mamuris, Z., C. Stamatis & C. Triantaphyllidis. 1999a. Intraspecific genetic variation of striped red mullet (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) in the Mediterranean Sea assessed by allozyme and random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. Heredity, 83: 30-38.
- Mamuris, Z., C. Stamatis, M. Bani & C. Triantaphyllidis. 1999b. Taxonomic relationships between four species of the Mullidae family revealed by three genetic methods: allozymes, random amplified polymorphic DNA and mitochondrial DNA. J. Fish. Biol., 55: 572-587.
- Mamuris, Z., C. Stamatis, K.A. Moutou, A.P. Apostolidis & C. Triantaphyllidis. 2001. RFLP analysis of mitochondrial DNA to evaluate genetic variation in striped red mullet (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) and red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) populations, Mar. Biotechnol., 3: 264-274.
- Marano, G., V. De Zio, A. Pastorelli, E. Rizzi, N. Ungaro & R. Vaccrella. 1994. Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali (Basso Adriatico). Atti Sem. Sulla Regolaz. Sforzo Pesca. Biol. Mar. Medit., 1, 89-94.

- Marano, G. 1996. Valutazione della risorse demersali dell'Adriatico meridionale dal promontorio del Gargano al Capo d'Otranto: Relazione finale triennio '94-96' (Evaluation of demersal sources in the Middle Adriatic Sea from Gargano to Capo d'Otranto: Final report from 1994-1996). M.R.A.A.F., Roma.
- Marano, G., N. Ungaro, C.A. Marano & R. Marsan. 1998. La ricerca sulle risorse demersali del bacino Adriatico sud-occidentale (anni 1985-97): sintesi dei risultati. *Biol. Mar. Medit.*, 5: 109-119.
- Maravelias, C.D. & C. Papaconstantinou. 2006. Geographic, seasonal and bathymetric distribution of demersal fish species in the eastern Mediterranean. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 35- 42.
- Margalef, R. 1980. *Ecologia*. Editorial Planeta, Omega, Barcelona, Spain, 252pp.
- Marijić, V.F. & B. Raspor. 2003. Metallothionein and metal levels in cytosol of liver, kidney and brain in relation to growth parameters of *Mullus surmuletus* and *Liza aurata* from the Eastern Adriatic Sea. *Water res.*, 37: 3253-3262.
- Marijić, V.F. & B. Raspor. 2006. Age- and tissue-dependent metallothionein and cytosolic metal distribution in a native Mediterranean fish, *Mullus barbatus*, from the Eastern Adriatic Sea. *Com. Biochem. Physiol., Part C: Toxicol. Pharmacol.*, 143: 382-387.
- Marijić, V.F. & B. Raspor. 2007a. Metal exposure assessment in native fish, *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758, from the Eastern Adriatic Sea. *Toxicol. Lett.*, 168: 292-301.
- Marijić, V.F. & B. Raspor. 2007b. Metallothionein in intestine of red mullet, *Mullus barbatus* as a biomarker of copper exposure in the coastal marine areas. *Mar. Poll. Bull.*, 54: 935-940.
- Matić-Skoko, S., N. Stagličić, A. Pallaoro, M. Kraljević, J. Dulčić, P. Tutman & B. Dragičević. 2011. Effectiveness of conventional management in Mediterranean type artisanal fisheries. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 91: 314-324.
- Matic-Skoko, S., T. Šegvić-Bubić, I. Mandić, D. Izquierdo-Gomez, E. Arneri, P. Carbonara, F. Grati, Z. Ikica, J. Kolutari, N. Milone, P. Sartor, G. Scarcella, A. Tokac & E. Tzanatos. 2018. Evidence of subtle genetic structure in the sympatric species *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) in the Mediterranean Sea. *Sci. Rep.* 8, Art. Num. 676.
- Mazzola, A., L. Lopiano, T. La Rosa & G. Sara. 1999. Diel feeding habits of juveniles of *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) in the lagoon of the Stagnone di Marsala (western Sicily, Italy). *J. Appl. Ichthyol.*, 15: 143-148.

- McCarty, J.J., O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken & K.S. White. 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press.
- McCormick, M.I. 1993. Development and changes at settlement in the barbel structure of the reef fish, *Upeneus tragula* (Mullidae). Environ. Biol. Fish., 37:269-282.
- McCormick, M. & B.W. Molony. 1995. Influence of water temperature during the larval stage on size, age and body condition of a tropical reef fish at settlement. Mar. Ecol. Prog. Ser., 118: 59-68.
- Medina, J., F. Hernandez, A. Pastor, J.B. Beferull & J.C. Barbera. 1986. Determination of mercury, cadmium, chromium and lead in marine organisms by flameless atomic absorption spectrophotometry. Mar. Poll. Bull., 17 : 41-44.
- MEDITS-Handbook. International bottom trawl survey in the Mediterranean. Revision n. 6, April 2012, MEDITS Working Group : 92 pp.
- Mehanna, S. F. 2009. Growth, mortality and spawning stock biomass of the striped red mullet *Mullus surmuletus*, in the Egyptian Mediterranean waters” Mediterranean. Mar. Sci., 10: 05-17.
- Mendes, B., P. Fonseca & A. Campos. 2004. Weightlength relationships for 46 fish species of the Portuguese west coast. J. Appl. Ichthyol., 20: 355-361.
- Mendil, D., Z. Demirci, M. Tuzen & M. Soylak. 2010. Seasonal investigation of trace element contents in commercially valuable fish species from the Black sea, Turkey. Food Chem. Toxicol., 48: 865-870.
- Menini, S., A. Pirone, O. Fabiani, A. Volani & R. Baino. 2001. Osservazioni su maturità gonadica e fecondità in *Mullus barbatus*. Biol. Mar. Medit., 8: 736–740.
- Merella, P., A. Quetglas, F. Alemany & A. Carbonell. 1997. Length-weight relationship of fishes and cephalopods from the Balearic Islands (western Mediterranean). Naga, The ICLARM Quarterly, 20: 66-68.
- Merker, K. & T. Ninčević. 1973. Sastav i gustina bentoskih ihtio-naselja u južnom Jadranu. Studia Marina. Kotor, 6:75-117.
- Metin, G. 2005. Reproduction characteristics of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) in Izmir Bay (in Turkish). J. Fish. Aqua. Sci., 22: 225-228.
- Meyer, C.G., K.N. Holland, B.M. Wetherbee & C.G. Lowe. 2000. Movement patterns, habitat utilization, home range size and site fidelity of whitesaddle goatfish, *Parupeneus porphyreus*, in marine reserve. Environ. Biol. Fish., 59:235.242.

- Miller, P.J. & M.J. Loates. 1997. Fish of Britain and Europe. Collins pocket guide. Harper Collins, London.
- Miramand, P., M. Lafaurie, S.V. Fowler, P. Lemaire, J.C. Guray & D. Bentley. 1991. Reproductive cycle and heavy metals in the organs of red mullet, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758), from the northwestern Mediterranean. *Sci. Tot. Environ.*, 103: 47-56.
- Moharram, Y.G., E.K. Moustafa, A. El-Sokkary & M.A. Attia. 1987. Mercury content in some marine fish from the Alexandria coast. *Mol. Nut. Food Res.*, 31: 899-904.
- Moldur, S.E. 1999. The Biology of Red Mullet (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) Living in Northern Part of The Marmara Sea. Ph. D. Thesis. Firat University Graduate School of Natural and Applied Basic Sciences, 66 pp.
- Moltschaniwskyj, N.A. & P. Martinez. 1998. Effect of temperature and food levels on the growth and condition of juvenile *Sepia elliptica* (Hoyle, 1885): an experimental approach. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 229: 289–302.
- Montalenti, G. 1956. Mullidae. Fauna e Flora del Golfo di Napoli. *Monographia*, 38: 391-398.
- Morales-Nin, B. 1986. Age and growth of *Mullus barbatus* and *M. surmuletus* from the Catalan Sea. *Rapp P-V Réun Comm. Int. Explor. Sci. Mer. Méditerr. Monaco*, 10: 232 pp.
- Morales-Nin, B. 1991. Parámetros biológicos de *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) en Mallorca. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 7: 139-147.
- Morales-Nin, B. 1992. Biological parameters of red mullet *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 off Majorca (in Spanish). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 7: 139-147.
- Moutopoulos, D.K. & K. Stergiou. 1998. Length-weight and length relationships for seven fish species of the Aegean Sea. *Proceedings of the 20<sup>th</sup> Meeting of the Hellenic Society of Biol. Sci.*, 20: 207-208.
- Moutopoulos, D. & K.I. Stergiou. 2002. Length-Weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea, Greece. *J. Appl. Ichthyol.*, 17: 1-4.
- Muhandu, C.A., Y.E., Mndeme & A.T. Kamukuru. 1998. Mnazi BayRuvuma estuary proposed marine park: Environmental Assessment Report. Commissioned and sponsored by IUCN and World Bank.
- Mukadder, A. & A. İşmen. 2013. Age, growth and reproduction of *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) in Saros Bay (Northern Aegean Sea). *J. Black Sea/Mediter. Environ.*, 2: 217-233.
- Murua, H., & F. Saborido-Rey, 2003. Female Reproductive Strategies of Marine Fish Species of the North Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic. Fish. Sci.* 33: 23–31.



- Murua, H. & L. Motos. 2006. Reproductive strategy and spawning activity of the European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. *J. Fish Biol.*, 69: 1288–1303.
- Muus, B.J. & J.G. Nielsen. 1999. Sea fish., Scandinavian Fishing Year Book, Hedehusene, Denmark, 340 pp.
- Mytilineou, C., C.Y. Politou, C. Papaconstantinou, S. Kavadas, G. D'Onghia & L. Sion. 2005. Deep-water fish fauna in the Eastern Ionian Sea. *Belgian J. Zool.*, 135: 229-233.
- Nakamura, Y. & M. Sano. 2003. Comparison between community structures of fishes in *Enhalus acoroides*- and *Thalassia hemprichii*-dominated seagrass beds on fringing coral reefs in the Ryukyu Islands, Japan. *Ichthyol. Res.*, 51:38-45.
- Nakamura, Y. & M. Sano. 2004. Overlaps in habitat use of fishes between a seagrass bed and adjacent coral and sand areas at Amitori Bay, Iriomote Island, Japan: importance of the seagrass bed as juvenile habitat. *Fish. Sci.*, 70:788-803.
- N'Da, K. 1992. Regime alimentaire du rouget de roche *Mullus surmuletus* (Mullidae) dans le nord du Golfe de Gascogne. *Cybium*, 16: 159–167.
- N'Da, K. & C. Deniel. 1993: Sexual cycle and seasonal changes in the ovary of the red mullet, *Mullus surmuletus*, from the southern coast of Brittany. *J. Fish. Biol.*, 43: 229-244.
- N'Da, K., C. Déniel & K. Yao. 2006. Croissance du rouget de roche *Mullus surmuletus* dans le nord du golfe de Gascogne. *Cybium*, 30: 57-63.
- Nedelec, C. & J. Prado. 1990. Definition and classification of fishing gear categories. FAO Fisheries Technical Paper. No. 222. Revision 1. Rome, FAO: 92 pp.
- Nedreaas, K., T. Hesthagen, R. Borgstrøm, A. Brabrand, I. Byrkjedal & J.S. Christiansen. 2006. Fisker - 'Pisces'. In: Kalas J.A., Viken A, Bakken T, editors. Norsk Rødliste 2006 - 2006 Norwegian Red List. Artsdatabanken, 341-350 pp.
- Newman, S.J. & I.J. Dunk. 2003. Age validation, growth, mortality, and additional population parameters of the goldband snapper (*Pristipomoides multidens*) off the Kimberley coast of northwestern Australia. *Fish. Bull.*, 101:116-128.
- Nicholls, P. 2002. Determining impacts on marine ecosystems: the concept of key species. *Water and Atmosphere*, 10: 22-33.
- Nielsen, J.G. 2000. Mystisk mulle fra Skagen. *Dyr i Natur of Museum*, 2000-2027 pp.
- Nikolsky, G.V. 1980. Theory of Fish Population Dynamics as the Biological Background for Rational Exploitation and Management of Fishery Resources. Koengstein, Otto Koeltz Science Publishers, 323 pp.

- Norouzi, M., B. Mansouri, A.H. Hamidian, I. Zarei & A. Mansouri. 2012. Metal concentrations in tissues of two fish species from Qeshm Island, Iran. *Bull. Environ. Contamin. Toxicol.*, 89: 100-1008.
- Numann, W. & R. Denizci. 1955. Orientierende untersuchungen an meerbarben (*Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*, *Mulloidichthys auriflamma*), insbesondere berechnungen uber die notwendigkeit einer einfuhrung fischereilichen schonmassnahmen in der Turkischen gewassen. *Publ. Hydrobiol. Res. Inst. Fac.Sc. Univ. Istanbul*, 3:35-58.
- Okur, H. 1991. Investigation on red mullet (*Mullus barbatus*) in the middle black sea, minister of agricultural and rural affairs, Fisheries Institute publication, Trabzon.
- Ordines, F., J. Moranta, M. Palmer, A. Lerycke, A. Suau & B. MoralesNin. 2005. Variations in a shallow rocky reef fish community at different spatial scales in the western Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 304: 221-233.
- Orsi Relini, L. & D. Arnaldi. 1986. Note di biologia della triglia di fango, *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758, del Mar Ligure; riproduzione e reclutamento. *Bollettino del Museo dell'Istituto di Biologia dell'Universita di Genova*, 52: 237-250.
- Özaydin, O. & E. Taskavak. 2007. Length-weight relationships for 47 fish species from Izmir Bay (eastern Aegean Sea, Turkey). *Acta Adriat.*, 47: 211-216.
- Özvarol, Z.A.B., B.A. Balci, M. Özbaş, M. Gökoğlu, H. Gülyavuz, A. Taşlı, M. Pehlivan & Y. Kaya. 2006. An investigation on the growth properties of red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) in Antalya Bay. *Ege J. of Fish. and Aqua. Sci.*, 23: 113-118.
- Özyurt, G., E. Kuley, S. Özkütük & F. Özogul. 2009. Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. *Food Chem.*, 144: 505-510.
- “Pag – Konavle“. Kontrola kakvoće obalnoga mora. *Inst. za oceanograf. i ribarst., Split, Izvješća 1993-2009.*
- Papaconstantinou, C., N. Tsimenidis & C. Daoulas. 1981. Age, growth and reproduction of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) in the Gulf of Saronikos and Thermaikos. *Thalassographica*, 4: 39-66.
- Papaconstantinou, C., E. Caragitsou, C. Mytilineou, G. Petrakis, V. Vassilopoulou & T. Panou. 1988. Demersal fish population dynamics in Patraikos and Korinthiakos Gulfs, the Ionian Sea. National Centre for Marine Research, Special Publications 16, Athens, Hellas.
- Papaconstantinou, C., E. Caragitsou, V. Vassilopoulou, G. Petrakis, C. Mytilineou, A. Fourtouni, A. Tursi, C.Y. Politou, M. Giagnisi, G. D'Onghia, A. Siapatis, A. Matarese,

- A. Economou & E. Papageorgiou. 1993. Investigation of the abundance and distribution of demersal stocks of primary importance to the Greek fishery in the Northern Aegean Sea (Greece). National Centre for Marine Research, Technical Report, Athens, Hellas.
- Papaconstantinou, C., E. & V. Vassilopoulou. 1993. Feeding habits of red mullet (*Mullus barbatus*) in a gulf in western Greece. *Fish. Res.*, 16: 69-83.
- Papaconstantinou, C., C.Y. Politou, E. Caragitsou, K.I. Stergiou, C. Mytilineou, V. Vassilopoulou, A. Fourtouni, M. Karkani, S. Kavadas, G. Petrakis, A. Siapatis, P. Chatzinikolaou & M. Giagnisi. 1994. Investigations on the abundance and distribution of demersal stocks of primary importance in the Thermatikos Gulf and the Thracian Sea (Hellas). National Centre for Marine Research, Athens, Hellas, Technical Report, North Aegean Sea Series 4/1994, (In Hellenic), 356 pp.
- Passalaigne, F. 1974. Etude comparée de la croissance de quelques poissons téléostéens du Golfe de Marseille. Thèse 3ème cycle, Univ. Aix-Marseille, 155 pp.
- Pastor, A., F. Hernández, J. Medina, R. Melero, F.J. Lopez & M. Conesa. 1988. Organochlorine pesticides in marine organisms from the Castellón and Valencia coasts of Spain. *Mar. Poll. Bull.*, 19: 235-238.
- Pastor, A., F. Hernández, M.A. Peris, J. Beltrán, J.V. Sancho & M.T. Castillo. 1994. Levels of heavy metals in some marine organisms from the western Mediterranean area (Spain). *Mar. Poll. Bull.*, 28: 50-53.
- Paujelo, J.G., J.M. Lorenzo, A.G. Ramos & M. Méndez-villamil. 1997. Biology of the red mullet *Mullus surmuletus* (Mullidae) of the Canary island, central-east Atlantic. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 18: 265 –272.
- Pauly, D. & J.L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrate. *ICLARM Fishbyte*, 2: 21-33.
- Pauly, D. 1993. Fishbyte Section Editorial. *Naga, ICLARM Quart.*, 16: 26 pp.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., Torres, F. 1998. Fishing down marine food webs. *Science*, 279: 860-863.
- Pauly, D. 2010. Gasping Fish and Panting Squids: Oxygen, Temperature and the Growth of Water-Breathing Animals. International Ecology Institute. Excellence in Ecology. Book 22. 22.
- Peres, J.M. & H. Gamulin-Brida. 1973. Biološka oceanografija: Bentos, Bentoska bionomija Jadranskog mora. Školska knjiga. Zagreb, 493 pp.

- Perry, A.L., P.J. Low, J.R. Ellis & J.D. Reynolds. 2005. Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Sci.*, 308: 1912-1915.
- Perugini, M., P. Visciano, M. Manera, A. Zaccaroni, V. Olivieri & M. Amorena. 2014. Heavy metal (As, Cd, Hg, Pb, Cu, Zn, Se) concentrations in muscle and bone of four commercial fish caught in the central Adriatic Sea, Italy. *Environ. Monit. Assess.*, 186: 2205-2213.
- Pesci, P. 2006. Ecologia, biologia e struttura di popolazione delle triglie *Mullus barbatus* Linneo, 1758 e *Mullus surmuletus* Linneo, 1758 nei mari circosanti la Sardegna. PhD Thesis, Cagliari University, Italy.
- Petrakis, G. & K.I. Stergiou. 1995. Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fish. Res.*, 21: 465-469.
- Petz, B., V. Kolesarić & D. Ivanec. 2012. *Petzova statistika. Osnovne statističke metode za nematematičare*. Jastrebarsko, Naklada Slap, 680 pp.
- Pilling, G.M., E.M. Grandcourt & G.P. Kirkwood, 2003. The utility of otolith weight as a predictor of age in the emperor *Lethrinus mahsena* and other tropical fish species. *Fish. Res.* 60: 493–506.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant & I.L.K. Iversen. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish. Bull.*, 152: 1-105.
- Pinnegar, J.K., N.V.C. Polunin & F. Badalamenti. 2003. Long-term changes in the trophic level of western Mediterranean fishery and aquaculture landings. *Canadian J. Fish Aquatic. Sci.*, 60:222-235.
- Pino, C.A., L.A. Cubillos, M. Araya & A. Sepúlveda. 2004. Otolith weight as an estimator of age in the Patagonian grenadier, *Macruronus magellanicus*, in Central-South Chile. *Fish. Res.* 66, 145-156.
- Planas, A. & F. Vlives. 1956. Notas preliminares sobre la biología del salmonete (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758.). *Investigación Pesquera*, 5: 31-50.
- Platell, M.E., I.C. Potter & K.R. Clarke. 1998. Do the habitats, mouth morphology and diets of the mullids *Upeneichthys stotti* and *U. lineatus* in coastal waters of south-western Australia differ? *J. of Fish Biol.* 52:398-418.
- Potochi, A., G. Cavallaro, P. Sturiale, G. Lo Duca & A. Cefali. 1993. Distribuzione batimetrica, rendimenti di pesca ed accrescimento di *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 nel Golfo di Patti (Messina). *Biol. Mar.*, 1: 365-366.
- Quéro, J.C. & J.J. Vayne. 1997. *Les poissons de mer des pêches françaises*. Delachaux et Niestlé SA, Lausanne.

- Regoli, F., D. Pellegrini, G.W. Winston, S. Gorbi, S. Giuliani, C. Virno-Lamberti & S. Bompadre. 2002. Application of biomarkers for assessing the biological impact of dredged materials in the Mediterranean: the relationship between antioxidant responses and susceptibility to oxidative stress in the red mullet (*Mullus barbatus*). *Mar. Poll. Bull.*, 4: 912-922.
- Reiss, H., G. Hoarau, M. Dickey-Collas & W.J. Wolff. 2009. Genetic population structure of marine fish: mismatch between biological and fisheries management units. *Fish. Fisher.*, 10: 361-395
- Relini, G., J. Bertrand & A. Zamboni. 1999. Synthesis of the knowledge on bottom fishery resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, 6: 276-299.
- Relini, G. & Lanteri, L. 2010. Osteichthyes. In: Relini G. (ed), Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Parte II. *Biol. Mar. Mediterr.*, 17: 649-674.
- Reñones, O., E. Massutí & B. Morales-Nin. 1995. Life history of red mullet *Mullus surmuletus* from the bottom-trawl fishery off the Island of Majorca (north-west Mediterranean). *Mar. Biol.*, 123: 411-419.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can.*, 191: 1-382.
- Rochet, M.J. & V.M. Trenkel. 2003. Which community indicators can measure the impact of fishing? A review and proposals. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60: 86-99.
- Rodríguez Mendoza, R.P. 2006. Otoliths and their applications in fishery science. *Ribarstvo*, 64: 89-102.
- Ross, S.T. 1977. Patterns of resource partitioning in searobins (Pisces: Triglidae). *Copeia*, 561-571.
- Rossechi, E. & Y. Nouaze. 1987. Comparaison de conq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Revue Trav. Inst. Pech. Marit.*, 49: 111-123.
- Rudneva, I.I., N.F. Shevchenko, I.N. Zalevskaya & N.V. Zherko. 2005. Biomonitoring of the costal waters of the Black Sea. *Water Resour.* 32: 215-222.
- Rueda-Jasso, R., L.E.C. Conceição, J. Dias, J.W. De Coen, E. Gomes, J.F. Rees, F. Soares, M.T. Dinis & P. Zorruelos. 2004. Effect of dietary non-protein energy levels on condition and oxidative status of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) juveniles. *Aquacul.*, 231: 417-433.
- Sabatini, A., D. Cuccu, M.C. Follesa, J.P. Frodello & P. Pesci. 2002. Determinazione dell'età e accrescimento delle triglie *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 e *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 nei mari sardi (Mullidae, Osteichthyes). *Université de Corse Pasquale*

- Paoli, Corte. In: Actes du congrès international “Environnement et identité en Méditerranée”, 47-59 pp.
- Şahin, T. & B. Akbulut. 1997. Some Biological Characteristics of *Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927 in the Eastern Black Sea Coast of Turkey. Trends J. Zool., 21: 179-185.
- Sala, A., A. Lucchetti & P. Sartor. 2018. Technical solutions for European small-scale driftnets. Mar. Policy. 94: 247-255.
- Samsun, O. & İ. Erkoçuncu. 1992. Investigation on some properties in terms of fisheries biology of red mullet caught by trawlers in the middle Black Sea. XI. National Biology Congress, 24-27. Elazığ. (In Turkish).
- Samsun, O. & E. Ozdamar, 1995. Estimation of some population parameters for (*Mullus barbatus ponticus* Es., 1927) at 1994–1995 fisheries season in the Samsun Bay Ondokuz Mayıs University, Science Faculty, Sci. J., 5: 90–96.
- Sánchez, P., B. Morales-Nin & P. Martín. 1983. The mullets (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758, *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) of the Catalan coast: biological and fishing aspects. ICES Doc. C.M. 1983/G:27: 19 pp.
- Santoganni, A., S. Angelini, A. Belardinelli, P. Capri, N. Cingolani, S. Colella, C. Croci, F. Donato, M. Martinelli & M. Panfili. 2012. Programma Nazionale per la raccolta dei dati alieutici. Campionamento Biologico delle catture della pesca professionale di piccoli pelagici in Basso Adriatico (GSA 18). Anno 2011. Progetto del Ministero Italiano delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali. ISMAR-CNR. Relazione Finale. 54 pp. (Technical Report).
- Sartor, P., A. Mannini, R. Carlucci, E. Massaro, S. Queirolo, A. Sabatini, G. Scarcella & R. Simoni. 2017. Sintesi delle conoscenze di biologia, ecologia e pesca delle specie ittiche dei mari italiani. Biol. Mar. Mediterr., 24: 607 pp.
- Scaccini, A. 1947a. L'accrescimento e la proporzione dei sessi nella popolazione adriatica di *Mullus barbatus* Rond. Note del Lab. di Biol. Mar. e Pesca, Fano, 1: 1-8.
- Scaccini, A. 1947b. Contributo alla conoscenza della biologia dei Mullidi nell'Adriatico medio-occidentale. Note del Lab. di Biol. Mar. e Pesca, Fano, 1: 17-24.
- Scuderi, A., A. Voliani, C. Mancusi, C. Pedá & T. Romeo. 2011. Stomach contents of bottlenose dolphins stranded along the coasts of Tuscany (North western Mediterranean Sea). In: Abstract Book of the 25<sup>th</sup> Conference of the ECS: 307 p.
- Serrano, R., F. Hernández & F.J. Lopez. 1994. Trends in the bio availability of heavy metals and variations of fish catches in the western Mediterranean sea (Castellon coast, Spain). Toxicol. Environ. Chem., 42: 215-226.

- Serrano, A, F. Velasco, I. Olaso & F. Sánchez. 2003. Macrobenthic crustaceans in the diet of demersal fish in the Bay of Biscay in relation to abundance in the environment. *Sarsia* 88:36–48.
- Shand, J. 1997. Ontogenetic changes in retinal structure and visual acuity: a comparative study of coral-reef teleosts with differing post-settlement lifestyles. *Environ. Biol. Fish.*, 49:307-322.
- Shepherd, G. & C.B. Grimes. 1983. Geographic and historic variations in growth of weakfish, *Cynoscion regalis*, in the middle Atlantic Bight. *Fish. Bull. U.S.*, 81: 803-813.
- Slimani, A., N. Elouamari & H. Hamdi. 2003. Etat des stocks des principales ressources en Méditerranée marocaine. Document présenté au groupe de travail du Sous comité d'évaluation des stocks (SCSA – SAC - GFCM) (The state of principal stocks resources in the Moroccan Mediterranean area) Tanager, Morocco. 32 pp.
- Sonin, O., E. Spanier, D. Levi, B. Patti & P. Rizzo. 2007. Nanism (dwarfism) in fish: a comparison between red mullet *Mullus barbatus* from the southeastern and the central Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 343: 21-228.
- Spedicato M.T., G. Lembo, P. Carbonara, L. Casciaro, I. Bitetto, M.T. Facchini, W. Župa & P. Gaudio. 2012. Programma Nazionale Italiano per la raccolta di dati alieutici 2012. Campionamento Biologico delle catture. Sezioni C ed E. Rapporto Finale, GSA 10-Tirreno centro-meridionale. COISPA Tecnologia e Ricerca, Italia, 140 pp (Technical Report).
- Stagličić, N., S. Matić-Skoko, A. Pallaoro, R. Grgičević, M. Kraljević, P. Tutman, B. Dragičević & J. Dulčić. 2011. Long term trends in the structure of eastern Adriatic littoral fish assemblages: Consequences for fisheries management. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 94: 263-271.
- Stergiou, K.I., G. Petrakis & C. Papaconstantinou. 1992. The Mullidae (*Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*) fishery in Greek waters, 1964–1986. *FAO Fish. Rep.*, 477: 97–113.
- Stergiou, K.I., E.D. Christou, D. Georgopoulous, A. Zenetos & C. Souvermezoglou 1997. The Hellenic seas: physics, chemistry, biology and fisheries. *Oceanograph. and Marine Biology*, 35: 415-538.
- Stergiou, K.I. & D.K. Moutopoulos. 2001. A review of length–weight relationships of fishes from Greek marine waters. *Naga*, 24 (1 & 2), 23–39.
- Stoner, A.W. & R.J. Livingston. 1984. Ontogenetic patterns in diet and feeding morphology in sympatric sparid fishes from seagrass meadows. *Copeia*, 174-187.

- Stransky, C. 2005. Geographic variation of golden redfish (*Sebastes marinus*) and deep-sea redfish (*S. mentella*) in the North Atlantic based on otolith shape analysis. ICES, J. Mar. Sci., 62: 1691-1698.
- Stransky, C., A. Murta, J. Schlickeisen & C. Zimmermann. 2008. Otolith shape analysis as tool for stock separation of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the northeast Atlantic and Mediterranean. Fish. Res., 89: 159-166.
- Stoepler, M., M. Bernhard, F. Backhaus & E. Schulte. 1979. Comparative studies on trace metal levels in marine biota I. Mercury in marine organisms from western Italian coast, the strait of Gibraltar and the North Sea. Sci. Tot. Environ., 13: 209-223.
- Stoepler, M. & H.W. Nürnberg. 1979. Comparative studies on trace metal levels in marine biota: III. Typical levels and accumulation of toxic trace metals in muscle tissue and organs of marine organisms from different European seas. Ecotoxicol. Environ. Saf., 3: 335-351.
- Storelli, M.M., A. Storelli, R. Giacomini-Stuffler & G.O. Marcotrigiano. 2005. Mercury speciation in the muscle of two commercially important fish, hake (*Merluccius merluccius*) and striped mullet (*Mullus barbatus*) from the Mediterranean sea: estimated weekly intake. Food. Chem., 89: 295-300.
- Suau, P. & F. Vives. 1957. Contribución al estudio del salmonete de fango (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) del Mediterráneo occidental. Investigación Pesquera, 9: 27-118.
- Süer, S. 2008. Determination of age and growth model of red mullet *Mullus barbatus ponticus* (Essipov, 1927) (Mullidae) by age, growth and mortality of red mullet means of otolith reading and length-frequency analysis. Ph.D. Thesis. 99 pp. (In Turkish).
- Šoljan, T. 1948. Ribe Jadrana. Fauna i flora Jadrana I. Institut za oceanografiju i ribarstvo. Zagreb, 437 pp.
- Taş, E.C., I. Filipoçi, D.T. Çakır, S. Beyaztaş, U. Sunlu, M. Toğulga, O. Özaydın & A. Oktay. 2011. Heavy metal concentrations in tissues of edible fish (*Mullus Barbatus* Linnaeus, 1758) from the Çandarly bay (Turkey). Fres. Environ. Bull., 20: 2834-2839.
- Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. J. Conseil., 23: 366-370.
- Thresher, R.E. 1984. Reproduction in Reef Fishes. Neptune City: TFH Publications.
- Tıraşın, E.M. 2007: Fecundity of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) along the turkish coasts of the mediterranean sea. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 38 pp.
- Tıraşın, E.M., A. Ünlüoğlu & B. Cihangir. 2007. Fecundity of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) along the Turkish coasts of the Mediterranean Sea. Rapports



- Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée, 38: 614.
- Togulga, M. 1976. Investigation of biology and population parameters for red mullet (*Mullus barbatus*) Izmir Bay, Master Thesis, Ege University, Science Faculty, General Chair of Zoology, Bornova, 46 pp.
- Togulga, M. & S. Mater. 1992. A comparison of data population dynamics of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) from the Izmir Bay in 1973 and 1990. Ege J. Facul. Sci., 14: 11-28.
- Tokaç, A. & R. Gurbet. 1992. The catchability of Red Mullet (*Mullus barbatus* Lin. 1758) in the Bay of Izmir, (in Turkish). I.K. Oray [ Eds.], Fisheries and Sea Food Technology Congress , 38-44. Clubs of Rotary Beyoğlu, Istanbul.
- Torcu-Koç, H., Z. Erdoğan, F. Üstün & A. Joksimović. 2015. Some biological parameters of the Striped red mullet (*Mullus surmuletus* L.) from the Bay of Edremit (Northern Aegean Sea, Turkey). Acta Adriat., 56: 223 – 232.
- Tortonese, E. 1975. Fauna d'Italia, 'Osteichthyes'. Pesci Ossei. Vol. XI. Edizioni Calderini, Bologna, 636 pp.
- Tramati, S., S. Vizzini, A. Maci, A. Basset & A. Mazzola. 2011. Trace metal contamination in a Mediterranean coastal pond (Acquatina, Puglia). Transit. Water Bull., 5: 124-137.
- Tserpes G., P. Peristeraki, G. Potamias & N. Tsimenides. 1999. Species distribution in the southern Aegean sea based on bottom-trawl surveys. Aquat. Living Resour. 12: 167-175.
- Tserpes, G., F. Fioerentino, D. Levi, A. Cau, M. Murenu, A. Zamboni & C. Papaconstantinou. 2002. Distribution of *Mullus barbatus* and *M. surmuletus* (Osteichthyes: Perciformes) In the Mediteranean continental shelf: implications for management. Sci. Mar., 66: 39-54.
- Turan, C. 2006. Phylogenetic relationships of Mediterranean Mullidae species (Perciformes) inferred from genetic and morphologic data. Sci. Mar., 70: 311-318.
- Türel, C. & Ü. Erdem. 1997. Adana İli kıyı yöresinde ekonomik öneme sahip balık türlerinden barbunya (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) ve ıskarmoz (*Saurida undosquamis* Richardson, 1848) balıklarının büyüme özellikleri (İskenderun Körfezi, Türkiye). Tubitak J. of Zool. 21: 329-334.
- Tursi, A., A. Matarrese, G. D'Onghia & L. Sion. 1994. Population biology of red mullet (*Mullus barbatus*) from the Ionian Sea. Mar. Life, 4: 33-43.

- Tuset, V.M., P.L. Rosin & A. Lombarte. 2006. Sagittal otolith shape used in the identification of fishes of the genus *Serranus*. *Fish. Res.*, 81:316–325.
- Tuset, V.M., A. Lombarte & C.A. Assis. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Sci. Mar.*, 72: 7-198.
- Uiblein, F. 1991. Ontogenetic shifts in resource use and shoaling tendency related to body size in Red Sea goatfish (*Parupeneus forsskali*, Mullidae). *Mar. Ecol.*, 12:153-61.
- Uiblein, F. 2007. Goatfishes (Mullidae) as indicators in tropical and temperate coastal habitat monitoring and management. *Mar. Biol. Res.*, 3: 275-288.
- Ungaro, N., E. Rizzi & C. A. Marano. 1994. Utilizzo del modello di Beverton e Holt, “rendimento per recluta (Y/R)”, per la risorsa *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 nell’Adriatico pugliese. *Biol. Mar. Medit.*, 1: 317-318.
- Uribe, C., H.J. Grier & V. Mejía-Roa. 2014. Comparative testicular structure and spermatogenesis in bony fishes. *Spermatogenesis* 4:3, Taylor & Francis Group, LLC.
- Üstün, F. 2010. An investigation on the biological aspects of striped red mullet (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) in the Edremit Bay (North Aegean sea), Turkey. Ph.D. Thesis. Balıkesir University, 59 pp. (In Turkish).
- Valle, C., J.T. Bayle & A.A. Ramos. 2003. Weight-length relationships for selected fish species of the western Mediterranean Sea. *J. Appl. Ichthyol.*, 19: 261-262.
- Vassilopoulou, V. & C. Papaconstantinou. 1992a. Aspects of the biology of the red mullet (*Mullus barbatus*) in the Aegean Sea. *FAO Fish. Rep.*, 477: 115-126.
- Vassilopoulou, V. & C. Papaconstantinou. 1992b. Preliminary biological data of the striped mullet (*Mullus surmuletus*) in the Aegean Sea. *FAO Fish. Rep.*, 477: 85-95.
- Vassilopoulou, V. & C. Papaconstantinou. 1993a. Feeding habits of red mullet (*Mullus barbatus*) in a gulf in western Greece. *Fish. Res.*, 16: 69-83.
- Vassilopoulou, V. & C. Papaconstantinou. 1993b. Feeding habits of red mullet (*Mullus barbatus*) in the N. Aegean Sea. *Proceedings of the 4th Hellenic Symposium on Oceanogr. Fish.*, 4: 491–492.
- Vassilopoulou, V., C. Papaconstantinou & G. Christides. 2001. Food segregation of sympatric *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus* in the Aegean Sea. *Isr. J. Zool.*, 47: 201–211.
- Vasil'eva, E.D. 2011. Importance of morphological traits and coloration for diagnostics of species of the genus *Mullus* (Mullidae, Perciformes), assessment of the taxonomic status of populations, and revision of ranges. *J. Ichthyol.*, 51: 14-27.
- Vaz, S., A. Carpentier, F. Coppin. 2004. Eastern English Channel fish community from 1988 to 2003 and its relation to the environment. *ICES CM* 2004/K:40.

- Vitturi, R., E. Catalano & R. Barbieri. 1992. Karyological and Molecular Characterization of *Mullus surmuletus* and *Mullus Barbatus* (Pisces, Mullidae). *Cytologia*, 57: 65-74.
- Vogiatzi, E., R. Hanel, T. Dailianis, A. Magoulas & C.S. Tsigenopoulos. 2012. Description of microsatellite markers in four mullids based on the development and cross-species amplification of 18 new markers in red mullet (*Mullus barbatus*). *Biochem. Syst. Ecol.*, 44: 279-285.
- Voliani, A., P. Mannini & R. Baino. 1991. *Merluccius merluccius* L. E *Mullus barbatus* L. nell'Alto Tirreno. *Suppl. Ric. Biol. Selv.*, 16: 131-141.
- Voliani, A., A. Abella & R. Auteri. 1998a. Some considerations on the growth performance of *Mullus barbatus*. ARPAT. GEA Gestion della fauna ittica, ecosistemi marini. Livorno, Italy. *Cah. Option Méditerran.*, 35: 98-106.
- Voliani, A., A. Abella, R. Auteri & R. Silvestri. 1998b. Nota sui parametri biologici di *Mullus surmuletus* L., 1758 nell'Arcipelago Toscano. *Biol. Mar. Mediterr.*, 5: 864-868.
- Vrantzas, N., M. Kalagia & C. Karlou. 1992. Age, growth and state of stock of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) in the Saronikos gulf of Greece. *FAO Fish. Rep.*, 477: 51-67.
- Vrgoč, N. 1995. Obilježja rasta populacije oslića (*Merluccius merluccius*), trlje blatarice (*Mullus barbatus*), arbuna (*Pagellus erythrinus*) i škampa (*Nephrops norvegicus*) Jadranskog mora. Master Thesis. Sveučilište u Zagrebu, 101 pp.
- Vrgoč, N. 2000. Struktura i dinamika pridnenih zajednica riba Jadranskog mora. Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, 198 pp.
- Wallace, R.A. & K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Am. Zool.*, 21: 325-343.
- Wantiez, L., P. Thollot & M. Kulbicki. 1997. Effects of marine reserves on coral reef fish communities from five islands in New Caledonia. *Coral Reefs*, 16: 215-224.
- Ware, D. 1972. Predation by rainbow trout (*Salmo gairdneri*): the influence of hunger, prey density and prey size. *J. Fish. Res. Board Can.*, 29: 1193-1201.
- Weatherley, A.H. & H.S. Gill. 1987. The biology of fish growth. Acad. Press, London, 443 pp.
- Whitehead P.J.P., M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese. 1986. Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. 3: 511-1473.
- Whitfield, A.K. & M. Elliott. 2002. Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. *J. Fish Biol.*, 61: 229-250.

- Williams, I.D., W.J. Walsh, A. Miyasaka & A.M. Friedlander. 2006. Effects of rotational closure on coral reef fishes in Waikiki Diamond Head Fishery Management Area, Oahu, Hawaii. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 310: 139-149.
- Wirszubski, A. 1953. On the biology and biotope of the red mullet *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758. *Bulletin / State of Israel, Ministry of Agriculture, Department of Fisheries, the Sea Fisheries Research Station, Cesarea (Israel)*, 7: 1-20.
- Wootton, R. J. 1998. *Ecology of teleost fishes*. Kluwer Academic Publishers. London, 386 pp.
- Worthington, D.G., A.J. Fowler & P.J. Doherty. 1995. Determining the most efficient method of age determination for estimating the age structure of a fish population. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 2320–2326.
- Yabanli, M. & Y. Alparslan. 2015. Potential Health Hazard Assessment in Terms of Some Heavy Metals Determined in Demersal Fishes Caught in Eastern Aegean Sea. *Bull. Environ. Contamin. Toxicol.*, 95: 494-498.
- Yahel, R., G. Yahel & A. Genin. 2002. Daily cycles of suspended sand at coral reefs: a biological control. *Limnol. Oceanogr.* 47:1071-83.
- Yildiz, T. & F. S. Karakulak. 2016. An investigation of age, growth and mortality of the red mullet. *Cah. Biol. Mar.*, 57: 415-4.
- Zaboukas, N. & P. Megalofonou. 2007. Age estimation of the Atlantic bonito in the eastern Mediterranean Sea using dorsal spines and validation of the method. *Sci. Mar.*, 71: 691-698.
- Zander, C.D. 1982. Feeding ecology of littoral gobiid and blennoid fish of the Banyuls area (Mediterranean Sea). I. Main Food and trophic dimensions of niche and ecotope. *Vie Milieu*, 32: 10-20.
- Zei, M. & I. Sabioncello. 1940. Prilog poznavanju naselja bentoskih riba u kanalima srednje Dalmacije. *God. Oceanogr. inst. Kralj. Jugosl.*, 2: 103-115.
- Županović, Š. 1963. Contribution a la connaissance de la biologie du *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) dans l'Adriatique moyenne. *Rapp. Com. Int. Mer Medit.*, 17: 346-362.
- Županovic, S. & I. Jardas. 1989. *Fauna i flora Jadrana: Jabucka Kotlina*. Logos, Split, vol. IV. Institut za Oceanografiju i Ribarstvo.

## 7. ŽIVOTOPIS

Ime i prezime: **Dajana Brajčić Jurica**  
Datum i mjesto rođenja: 04. Prosinca 1984, Split, Hrvatska  
Adresa: Zaklopatica 21, 20290 Lastovo, Hrvatska  
Mobitel: +385 95 9009778  
e-mail: dajana@augustainsula.com

### Obrazovanje:

2011+ Međusveučilišni poslijediplomski (doktorski) studij primjenjene znanosti o moru  
2003-2008 Diplomirani inženjer Biologije i Ekologije mora, Sveučilišni studijski centar za studije mora Sveučilišta u Splitu  
1999-2003 Prva Jezična gimnazija, Split

### Znanstveno istraživačke i stručne aktivnosti:

Svibanj 2018 + **Manager**, Lago d.o.o.  
2016-2017 **Voditeljica**, Udruga Koordinacija kočara Hrvatske  
2010-2017 **Upraviteljica**, Ribarska zadruga Friška riba  
Svibanj-lipanj 2010 **Asistent koordinatora projekta** – Kartiranje morskih vrsta i staništa u N.P. Brijuni, N.P. Pakleni otoci i Parku prirode Lastovsko otočje. Pod vodstvom udruge za prirodu, okoliš i održivi razvoj 'Sunce'.  
Veljača-travanj 2010 **Stručni suradnik** – izrada elaborata za Studiju utjecaja na okoliš, pod vodstvom Građevinsko-arhitektonskog fakulteta, Split  
2009/2010 **Vanjski suradnik** – obrada podataka i pisanje izvještaja o morskoj cvjetnici *Posidonia oceanica*, pod vodstvom udruge za prirodu, okoliš i održivi razvoj 'Sunce'.  
Ožujak-listopad 2009 **Asistent koordinatora projekta** – Kartiranje morskih vrsta i staništa sjevero-zapadnog dijela Dugog otoka. U okviru projekta SIPA – “Strengthening of Institutions for Protected Areas“ financiranog od strane Europske unije.  
2008-veljača 2009 **Suradnik na projektu** – ‘Projekt kontrole zagađenja vode u

- priobalnim gradovima'. Pod vodstvom Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Splitu (Centar za Ekološka istraživanja), Hrvatskog hidrografskog instituta i Zavoda za javno zdravstvo Zadar.
- Rujan-listopad 2008 **Suradnik na projektu** – 'Inventarizacija morskih vrsta i staništa' na području Malog Lošinja' i uvale Milna (otok Brač). Pod vodstvom udruge za prirodu, okoliš i održivi razvoj 'Sunce'.
- 2007-2008 **Suradnik na projektu** – 'Pronalaženje i uklanjanje alge *Caulerpa racemosa* u N.P. Mljet'. Pod vodstvom znanstvenika s Instituta za oceanografiju i ribarstvo.
- 2007-2008 **Suradnik na projektu** – 'Inventarizacija morskih vrsta i staništa' na području Lastovskog arhipelaga. Pod vodstvom udruge za prirodu, okoliš i održivi razvoj 'Sunce'.
- 2007-2008 **Voditelj projekta** - 'Pregled stanja livada morske cvjetnice posidonije (*Posidonia oceanica*) ' na području Splitsko - dalmatinske županije. U suradnji s Podvodno istraživačkim klubom 'Mornar', Split.
- 2006 **Suradnik na projektu** – 'Pregled stanja livada morske cvjetnice posidonije (*Posidonia oceanica*) ' na području grada Splita. U suradnji s Podvodno istraživačkim klubom 'Mornar', Split.
- Ljeto 2006 **Suradnik na projektu** – 'Prince Madog to the Fladen Ground', Prof Chris Richardson, School of Ocean Sciences, University of Wales, U.K.
- Lipanj 2006 **Volonter** na projektu 'Neka plavo ostane plavo '. Projekt osmišljavanja sustava inventarizacije prioriternih vrsta i staništa Jadranskog mora putem mreže volontera, promocije koncepta održivog razvoja i edukacije stanovništva o važnosti zaštite, Pod vodstvom udruge za prirodu, okoliš i održivi razvoj 'Sunce'.
- Proljeće-Jesen 2006 **Suradnik na projektu** – 'Učinak zagađenja mora u akvatoriju grada Dubrovnika na vrstu volka *Hexaplex trunculus* '. U suradnji s Podvodno Istraživačkim Klubom 'Mornar', Split.

### **Sudjelovanja na radionicama i kongresima:**

Siječan 2011	Studijsko putovanje u Nizozemsku u okviru Projekta potpore organizacijama proizvođača u ribarstvu u RH, G2G09/HR/9/1
Studeni/prosinac 2010	Zajednička politika održivog ribarstva u Mediteranskom moru, u okviru PESCAMED projekta, Bari, Italija
Listopad 2010	Radionica o Organizacijama proizvođača (OP), Poreč, Hrvatska
Rujan 2009	Mediterranean Seagrass Workshop, Hvar, Hrvatska
Lipanj 2009	Znanstvena radionica: Spektroskopija obalnog područja
Listopad 2007	‘ACCOBAMS Training’ – radionica o konzervaciji <i>Cetacea</i> u Crnom moru, Mediteranskom moru i dijelu Atlanskog oceana.
Travanj 2007	‘Break the surface’– radionica podvodne robotike u Murteru.
Rujan 2006	Hrvatskoj biološki kongres. Rovinj.

### **Stipendije:**

2006	Stipendija za istraživački rad, School of Ocean Sciences, University of Wales, Bangor, U.K.,
2003–2008	Stipendija Ministarstva Znanosti, Obrazovanja i Sporta.

### **Članstva**

- Ronilački klub ‘Mornar’, Split
- Udruga studenata biologije – ‘BIUS’
- Udruga za razvoj i zaštitu okoliša – ‘Sunce’

### **Dozvole i certifikati:**

Vozačka dozvola, ronilac R2 kategorije (CMAS, P\*\*)

### **Strani jezici:**

- Engleski
- Talijanski

**Korištenje računala:** Microsoft Windows i aplikacije, Internet

## POPIS RADOVA

- Stagličić, N., M. Prime, M. Zoko, Ž. Erak, D. **Brajčić, D.** Blažević, K. Madirazza, K. Jelić & M. Peharda. 2008. Imposex incidence in *Hexaplex trunculus* from the Kaštela bay, Adriatic Sea. *Acta Adriat.* 49: 159-164.
- Stagličić, N., M. Prime, K. Madirazza, **D. Brajčić**, Ž. Erak, M. Zoko, D. Blažević, K. Jelić, Z. Popović & M. Peharda. 2006. Imposex incidence in *Hexaplex trunculus* from the Kaštela bay. Zbornik sažetaka 9. Hrvatskog biološkog kongresa (eds. Besenforfer, V., Klobučar, G.). Zagreb, Hrvatsko biološko društvo, 319-321 p.
- Brajčić, D.** 2008. Basic characteristics of meadows of marine phanerogam *Posidonia oceanica* (L.) Delile in the central Adriatic Sea, Graduation thesis.
- Nikolić, V., M. Despalatović, T. Alcoverro, J. Romero, B. Antolić, M. Zoko, D. Blažević, **D. Brajčić**, K. Madirazza, A. Obarčanin, A. Žuljević & I. Cvitković. 2009. First classification of coastal waters in the central Adriatic sea using *Posidonia oceanica* as bioindicator of water quality. (eds. Di Carlo, G., Calladine, A., Žuljević, A.).
- Kišević, M. A. Smailbegović, R. Andričević, K.T. Gray, J.D. Craft, V. Petrov, **D. Brajčić**, I. Dragičević. Spectral reflectance profile of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* and *Caulerpa taxifolia* in the Adriatic Sea. *Acta Adriat.*, 52:21-27.
- Pavičić, M. Š, Jasna, **D. Brajčić Jurica** & S. Matić-Skoko. 2018. Feeding habits of the striped red mullet, *Mullus surmuletus* in the eastern Adriatic Sea, *Acta Adriat.*, 59: 123-136.