

Dnevna i sezonska učestalost orade, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758), u uvali Martinska

Gelli, Martina

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:309056>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-29**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Martina Gelli

**Dnevna i sezonska učestalost orade, *Sparus
aurata* (Linnaeus, 1758), u uvali Martinska**

Diplomski rad

Zagreb, 2021.

University of Zagreb

ZAHVALA

Veliko hvala profesorici i mentorici, izv.prof. dr. sc. Ani Gavrilović na podršci i pomoći koju mi je pružila, kako tijekom kompletnog studiranja, tako i tijekom pisanja diplomskog rada.

Zahvaljujem se i izv. prof. dr. sc. Petru Kružiću na datim smjernicama za pisanje diplomskog rada.

Također, zahvaljujem se dr. sc. Nevenu Cukrovu i djelatnicima Instituta Ruđer Bošković istraživačke postaje Martinska na ustupanju podvodnih fotografija te Nevenu Iveši, dipl.ing.biol. na pomoći prilikom determinacije vrsta.

Hvala cijeloj mojoj obitelji, prijateljima i kolegama na svim lijepim trenutcima i podršci tijekom studiranja.

Ovaj rad je izrađen u Zavodu za ribarstvo, pčelarstvo, lovstvo i specijalnu zoologiju pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Ane Gavrilović i u Laboratoriju za biologiju mora na Zoologijskom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta pod suvoditeljstvom izv. prof. dr. sc. Petra Kružića. Predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistre Ekologije i zaštite prirode.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

Dnevna i sezonska učestalost orade, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758), u uvali Martinska

Martina Gelli

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Orada, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) je jedna od značajnih gospodarskih vrsta riba u Sredozemnom moru. Pokazuje različitu godišnju sezonalnu distribuciju koju karakteriziraju migracije prema obalnim i estuarnim područjima. Njezina se brojnost posljednjih godina povećala posebno u područjima uzgoja školjkaša gdje nanosi značajne štete. Istraživanje dnevne i sezone učestalosti pojavljivanja orade, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758), u estuariju rijeke Krke, u uvali Martinska kod Šibenika provedeno je tijekom 2019. godine podvodnom video kamerom s kabelskim napajanjem. Sezonalnost pojavljivanja jedinki analizirana je u kontekstu etologije osnovnih fizioloških procesa, u prvom redu mrijescenja i hranjenja. Najveća brojnost utvrđena je u siječnju, a najmanja u studenom. Najveća dnevna aktivnost ustanovljena je u popodnevnim satima. Za razliku od istraživanja klasičnim ribolovnim tehnikama, metoda procjene putem podvodne kamere je neinvazivna i omogućuje konstantan monitoring. Upotreba podvodne kamere pokazala se kao vrijedan alat za ihtiološka istraživanja, a u cilju prikupljanja detaljnih podataka o sezonskim promjenama brojnosti vrsta bilo bi poželjno provoditi kontinuirani monitoring te proširiti istraživanje korelirajući abiotičke ekološke parametre (salinitet, temperatura i dr.).

Rad sadrži: 34 stranice, 23 slike, 1 tablica, 73 literaturna navoda. Jezik izvornika: hrvatski.

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: video monitoring, orada, distribucija, Natura 2000 područje

Voditelj: izv. prof. dr. sc. Ana Gavrilović

Suvoditelj: izv. prof. dr. sc. Petar Kružić

Ocjenitelji:

Rad prihvaćen:

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology
Thesis

Master

Daily and seasonal abundance of the sea bream, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758), in the Martinska Bay

Martina Gelli

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Gilthead seabream, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) is one of the significant commercial fish species in the Mediterranean Sea. It shows a different annual seasonal distribution characterized by migrations to coastal and estuarine areas. Its number has increased in recent years, especially in the areas of shellfish farming where it has also causing significant damage. The study of the daily and seasonal frequency of gilthead seabream, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758), in the estuary of the Krka River, in the bay of Martinska near Šibenik, was conducted in 2019 using an underwater video camera with cable power. The seasonality of the appearance of individuals was analyzed in the context of the ethology of basic physiological processes, primarily spawning and feeding. The highest numbers were found in January, and the lowest in November. The highest daily activity was in the afternoon. Unlike research with classical fishing techniques, the underwater camera assessment method is non-invasive and allows constant monitoring. The use of an underwater camera has proven to be a valuable tool for ichthyological research. In order to collect detailed data on the seasonal changes in abundance of species, it would be desirable to conduct continuous monitoring and expand the research by correlating abiotic ecological parameters (salinity, temperature, etc.).

Thesis contains: 34 pages, 23 figures, 1 table, 73 references. Original in: Croatian.

Thesis deposited in the Central Biological Library.

Key words: video monitoring, Gilthead seabream, distribution, Nature 2000 sites

Supervisor: Assist. prof. dr. sc. Ana Gavrilović

Cosupervisor: Assoc. prof. dr. sc. Petar Kružić

Reviewers:

Thesis accepted:

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Osnovne značajke orade, <i>Sparus aurata</i> (Linnaeus, 1758)	1
1.2. Sistematika	2
1.3. Rasprostranjenost	3
1.4. Utjecaj ekoloških čimbenika na ponašanje i distribuciju	4
1.5. Brojnost i ulov orade	4
1.6. Ishrana i ritam hranjenja	5
1.7. Reprodukcijska i sezonalnost mriješta	6
1.8. Upotreba podvodnog monitoringa u svrhu praćenja stanja morskog okoliša	7
2. Cilj istraživanja	9
3. Materijal i metode	10
3.1. Područje istraživanja	10
3.2. Prikupljanje fotografija	11
3.3. Obrada podataka	12
4. Rezultati	13
5. Rasprava	23
6. Zaključak	26
Literatura	27
Životopis	34

1.Uvod

1.1. Osnovne značajke orade, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)

Orada, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) je zahvaljujući iznimnoj kvaliteti mesa jedna od važnijih komercijalnih vrsta riba u Sredozemnom moru (Moretti i sur., 1999).

Tijelo joj je izduženo, bočno spljošteno i prekriveno ktenoidnim ljuskama (Slika 1). Dorzalna strana tijela je modrozelenkastosiva, a ventralna srebrnobijela. Glava je robusna s dobro razvijenim i jakim čeljustima. Prsne peraje su dugačke, dok su trbušne mnogo kraće. Kraj kuta škržnog poklopca nalazi se veća crna mrlja koja zahvaća dio bočne pruge. Između očiju se nalazi zlatno-žuti most, tzv. „naočale“. Repna peraja je račvasta (Jardas, 1996).

Maksimalan zabilježen životni vijek je 11 godina (Campillo, 1992), a maksimalno zabilježena dužina 70 cm (Muus i Nielsen, 1999), pri čemu je prosječna dužina 33-40 cm (Bauchot i Hureau, 1986).



Slika 1. Orada, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)

1.2. Sistematika

Prema Svjetskom registru morskih vrsta (WoRMS), orada, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) pripada porodici ljuskavki (Sparidae) koja u Jadranu broji 18 vrsta i 10 rodova koje imaju veliko značenje u gospodarskom ribolovu (Dobroslavić i sur., 2010). Orada je jedini predstavnik roda *Sparus* u Sredozemnom moru (Jardas, 1996).

Tablica 1. Sistematika orade, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) (Izvor:

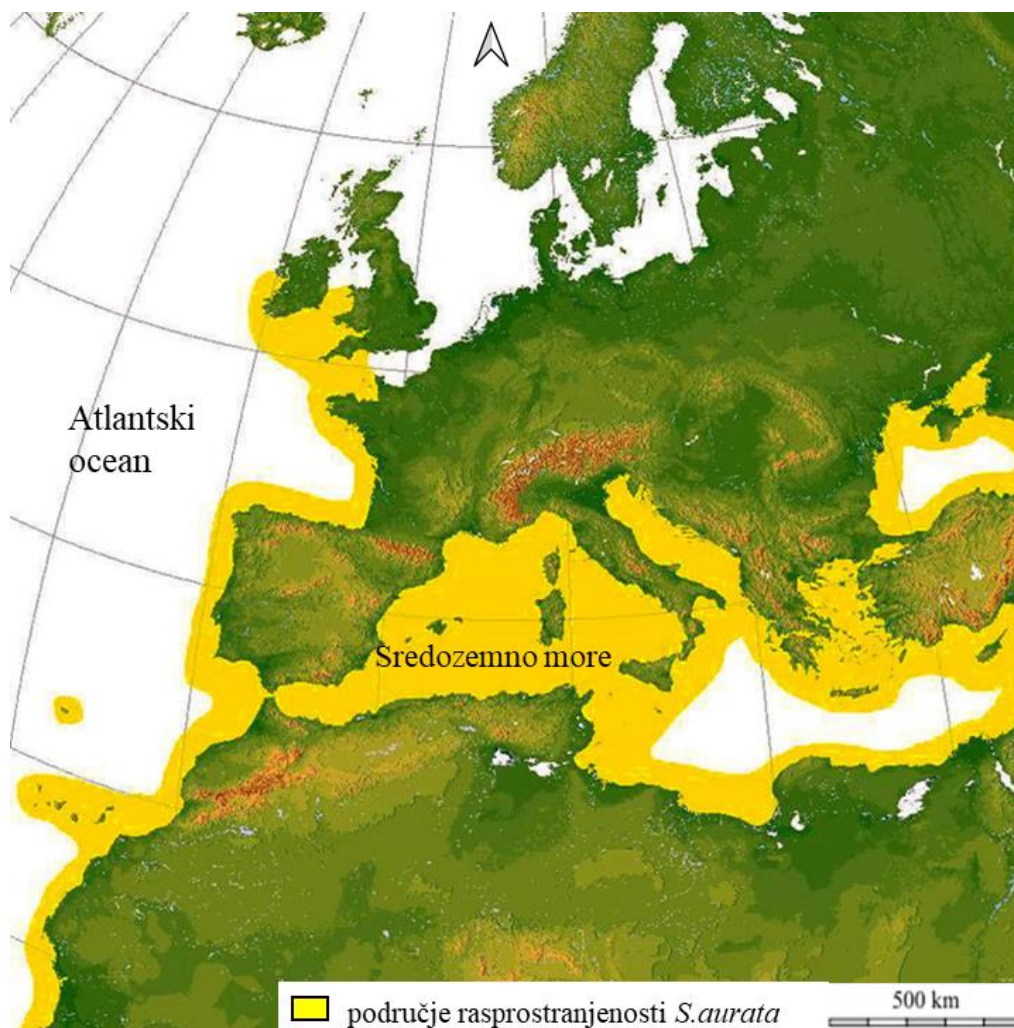
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=151523>; pristupljeno 17.08.2021.)

Carstvo: Animalia (životinje)
Koljeno: Chordata (svitkovci)
Potkoljeno: Vertebrata (kralješnjaci)
Razred: Osteichthyes (koštunjače)
Podrazred: Actinopterygii (zrakoperke)
Red: Perciformes
Porodica: Sparidae
Rod: <i>Sparus</i> (Linnaeus, 1758)
Vrsta: <i>Sparus aurata</i> (Linnaeus, 1758)

1.3. Rasprostranjenost

Orada je euritermna (odgovara joj širok raspon temperature mora) i eurihalina vrsta (odgovara joj širok raspon saliniteta) što znači da obitava u morskoj i bočatoj vodi, poput riječnih estuarija i obalnih laguna (Muus i Nielsen, 1999).

Rasprostranjena je u istočnom dijelu Atlantskog oceana (oko Britanskog otočja, Gibraltarskog prolaza pa sve do Capa Verde i Kanarskog otočja) te u Sredozemnom i Crnom moru (Jardas, 1996; Glamuzina i sur., 2014) (Slika 2).



Slika 2. Rasprostranjenost orade, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) (Izvor: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=151523>, pristupljeno: 22.8.2021.)

Živi na dubinama do 150 m (Muus i sur., 1999), ali najčešće se zadržava na dubini do 30 m (Bauchot i Hureau, 1986; Kraljević i sur., 1998). Preferira pjeskovita dna ili područja gdje se nalaze livade morskih cvjetnica (Pavlidis i Mylonas, 2011). Živi solitarno ili u manjim plovama. Juvenilne jedinke su češće u estuarijima, posebno u proljeće kada se iz otvorenog mora približavaju zaljevima (Kraljević i sur., 1997).

1.4. Utjecaj ekoloških čimbenika na ponašanje i distribuciju

Povezanost između distribucije populacija i ponašanja jedinki naročito je vidljiva kod riba zahvaljujući njihovoj mobilnosti koja im omogućuje da cijela populacija brzo reagira na okolišne promjene (Cheung i sur., 2013; Aguzzi i sur., 2015). Primijećeno je da ribe uslijed promjena u salinitetu, temperaturi i primarnoj produkciji u kratkom vremenu mijenjaju svoju geografsku i dubinsku distribuciju (Perry i sur., 2005; Dulvy i sur., 2008; Azzurro i sur., 2011; Jørgensen i sur., 2012; Aguzzi i sur., 2015). Međutim, promjene u distribuciji populacija ne moraju nužno biti rezultat dugoročnih okolišnih promjena, već rezultat dnevnog i sezonskog ritma ponašanja jedinki (Aguzzi i sur., 2020b). To može biti povezano sa ritmičnošću dnevnih aktivnosti ili sezonskih migracija povezanim s rastom i razmnožavanjem (Aguzzi i sur., 2015).

Orada je poikiloterman organizam, što znači da joj je tjelesna temperatura jednaka temperaturi okoliša. Takvi organizmi proizvode premalo metaboličke topline da bi spriječili njeno prenošenje u okoliš (Hill i sur., 2012). Zato se svojim ponašanjem, odnosno izborom staništa prilagođavaju uvjetima okoliša na način da prilagođavaju svoj cirkadijalni ritam. Kada se govori o ponašanju vezanom za termoregulaciju kod riba, uglavnom se misli na promjene koje prate promjene temperature vodenog okoliša. Ukoliko se temperatura promjeni izvan optimuma, riba će na to reagirati na način da promjeni svoje ponašanje. Primjerice, orada je osjetljiva na niske temperature (Moretti i sur., 1999) pa zbog toga tijekom zime kada temperature mora počinju opadati, mijenja svoje stanište te odlazi u otvoreno more (Šegvić-Bubić i sur., 2011). Osim toga, padom temperatura opada i brzina metaboličkih procesa u tijelu tako da pri nižim temperaturama manje jede i sporije raste (Angilletta i sur., 2002). Najveći rast ostvaruje pri temperaturama iznad 20°C (Remen, 2015). Maksimalna temperatura koju tolerira je 32-34 °C, a minimalna letalna temperatura je 5°C (Moretti i sur., 1999). Promjena u ponašanju uočena je i pri naglom padu koncentracije kisika, kada kao odgovor na stanje hipoksije reagira na način da smanjuje svoju aktivnost s ciljem da uštedi energiju (Remen, 2015).

1.5. Brojnost i ulov orade

Povećanje populacija orada zapaženo je u Atlantiku, a uzrok njezinom povećanju pripisuje se marikulturi zbog mriješta u kavezima ili zbog pribjega (Jensen i sur., 2010). Također, kao jedan od uzroka povećanja stokova orade u Sredozemnom moru, navode se i klimatske promjene (Coscia i sur., 2011; Glamuzina i sur., 2014). Smatra se da su klimatske promjene jedan od glavnih uzroka promjena u abundanciji i distribuciji vrsta (Žužul i sur., 2019). Pretpostavlja se

da orada kao suptropska vrsta iskorištava povišenje temperatura u pogledu uspješnijeg preživljavanja mlađi i širenja svoje distribucije na sjevernija područja (Glamuzina i sur., 2014; Žužul i sur., 2019).

Literaturni podaci o brojnosti orade u Jadranu se razlikuju. Glamuzina i sur. (2014) navode kako je zastupljenost orade u sastavu ulova u različitim mrežama stajaćicama bila niža u odnosu na sredinu prošlog desetljeća. Prema podacima istraživanja Jardasa i Pallaora (1993), u razdoblju od 1960. do 1988. godine, orada je činila 0,2 do 0,5 % ulova u mrežama stajaćicama, dok je u ulovu tramate bila zastupljena sa svega 0,05 % (Cetinić i Pallaoro, 1993). Glamuzina i sur. (2014) navode da se u periodu od 1960. do 2000. godine u cijeloj Hrvatskoj lovilo prosječno 58 tona godišnje. Noviji podaci, prikupljeni analizom ulova gospodarskih vrsta u mrežama stajaćicama u periodu od 2011. do 2017. godine u sjevernom Jadranu (južna i zapadna obala Istre) pokazali su da je ulov orade uglavnom stabilan i ne pokazuje pad brojnosti populacija (Draščić, 2018). Na godišnjim razinama ulov orade u Istri kretao se između 50 i 150 kg, izuzev 2015. i 2017. godine kad je lovljeno preko 500 kg orade. Ipak, treba uzeti u obzir neprijavljivanje ulova, pri čemu podaci o ulovu vrsta mogu dovesti u zabludu i ne odražavati stvarno stanje ostvarenog ribolova (Vrgoč, 2008).

1.6. Ishrana i ritam hranjenja

Orada je pretežiti karnivor, ali jede i hranu biljnog podrijetla. Najviše se hrani rakovima, mekušcima i bodljikašima (Sola i sur., 2006). Intenzitet hranjenja tijekom godine joj se mijenja. Kao i kod svih riba, s padom temperatura smanjuje se i potreba za hranom (Tyler, 1971). Tako pri temperaturi od 16 °C opada njezin intenzitet hranjenja (Pita i sur., 2002). Najviši intenzitet hranjenja primijećen je u proljeće kada jedinke nastoje nadoknaditi energiju utrošenu za mrijest (Taieb i sur., 2013).

Kada govorimo o ritmu hranjenja, važno je uzeti u obzir vanjske faktore koji se periodično mijenjaju (Madrid i sur., 2007), kao što je dostupnost hrane koja u moru nije konstanta već je ograničena prostorom i vremenom (López-Olmeda i sur., 2009; Montoya i sur., 2010).

Periodično hranjenje kod riba može biti uzrokovano abiotičkim (svjetlost, temperatura, koncentracija kisika) i biotičkim faktorima (dostupnost hrane, interspecijske i intraspecijske interakcije) koji se mijenjaju u pravilnim razmacima. Kod nekih vrsta riba, ritam hranjenja ovisi o morskim mijenama i lunarnim fazama. Oscilacije plime i oseke, u pogledu hranjenja, pretežito su povezane s vertikalnim i horizontalnim kretanjima plijena koji koristi plimu i oseku kako bi migrirao ili sinkronizirao svoj reproduktivni ciklus (Madrid i sur., 2007).

Većina životinja se hrani ili tijekom noći ili tijekom dana, što je uglavnom određeno genetički (Madrid i sur., 2007). Ipak, postoje vrste poput brancina, *Dicentrarchus labrax* kod kojeg se taj model ne može primijeniti (Sánchez-Vázquez i Madrid, 2001) zato što on mijenja period hranjenja ovisno o sezonskoj dostupnosti plijena (Sánchez -Vazquez i sur., 2001; Madrid i sur., 2007). Ribe pokazuju ritmičnost u hranjenju, ali ih je teško svrstati u isključivo noćne i isključivo dnevne (Boujard, 1992). Prema literaturi, različiti autori tumače hranjenje orade na različite načine. Prema Pita i sur. (2002) i Sanchez-Muros i sur. (2003), orada je dnevna vrsta te se najradije hrani tijekom dana. Bégout i Lagardère (1995) ističu da ritam hranjenja ovisi o starosti jedinke i brojnosti jedinki u plovi, dok Velazquez i sur. (2004) navode da period hranjenja ovisi o godišnjem dobu.

Ovisno o temperaturi mora, orada se hrani na različitim dubinama te prema tome mijenja svoju vertikalnu distribuciju. Naime, u sklopu istraživanja Bilić (2011), praćena je aktivnost hranjenja orade na uzgajalištu školjakaš metodom podvodne vizualne procijene tijekom jedne kalendarske godine. Rastom temperature mora iznad 17 °C, značajnije je krenuo rasti i intenzitet hranjenja. Također, što su temperature mora bile niže, ona se hranila u dubljim dijelovima stupca mora. U veljači su dublji slojevi mora bili topliji od površinskih, pa se tada hranila na dubinama između 7 i 12 m. Kada se kroz srpanj i kolovoz površinski sloj mora zagrijao do 28 °C, orada se hranila pri samoj površini mora. U istom istraživanju, vrhunac hranjenja zabilježen je u svibnju i lipnju.

1.7. Reprodukcijska i sezonalnost mrijesta

Orada je proterandrični hermafrodit. U prve dvije godine života je mužjak (20-30 cm), a u trećoj godini postaje ženka (33-40 cm) (Colloca i sur., 2005). Tijekom faze mužjaka jedinka ima funkcionalan testis te nefunkcionalne jajnike i obrnuto (tzv. asinhroni hermafrodit) (Bauchot i sur., 1981; Buxton, 1990).

Fotoperiod i temperatura imaju važnu ulogu u određivanju sezonalnih ciklusa, kao što je mrijest (Clark i sur., 2005). Većina riba se razmnožava jednom godišnje, u određenom periodu godine kako bi osigurale da se mlađ razvije onda kada su okolišni parametri najpogodniji za preživljavanje (Kulczykowska i sur., 2010).

Sezonalnost mrijesta ovisi o cikličnim promjenama koje se pojavljuju u okolišu tijekom godine (fotoperiod, temperatura, klimatski uvjeti i dostupnost hrane). Međutim, duljina dana je vjerojatno odgovorna za određivanje perioda mrijesta za većinu riba koje žive u umjerenim geografskim pojasevima (Kulczykowska i sur., 2010).

U Jadranu se orada mrijesti potkraj jeseni i početkom zime (Jardas, 1996). U zapadnom dijelu Sredozemnog mora mrijest započinje u listopadu, a u istočnom dijelu Sredozemnog mora između prosinca i siječnja (Kissil i sur., 2001). Prilikom mrijesta, ženke polažu 20 000 - 80 000 jaja svakodnevno tijekom 3 mjeseca (Colloca i sur., 2005).

Kao i kod drugih vrsta ljuskavki, mrijest se obično odvija u zoru ili u sumrak (oko 6 sati i 19 sati) (Ibarra-Zatarain i Duncan, 2015). Prema Meseguer i sur. (2008), proučavanjem ritma mrijesta orade u kontroliranim uvjetima, ustanovljeno je da se orada počinje mrijestiti u poslijepodnevnim satima pri čemu je maksimum primijećen netom prije mraka. Trajanje mrijesta pri umjetnom fotoperiodu traje 7 sati, a kod prirodnog proljetnog perioda produžen je do 13 sati. U proljeće je primijećen manji intenzitet mrijesta u odnosu na onaj koji je potaknut umjetnim fotoperiodom. Pretpostavlja se da razlog leži u tome što proljetni fotoperiod nije stimulirao gametogenezu.

Ponašanje orade tijekom perioda mrijesta istraživalo je nekoliko autora (Bond, 1996; Stacey i Sorensen, 2008; Ibarra-Zatarain i Duncan, 2015). Udvaranje započinje s naglim ubrzanjem plivanja ženki koje onda prate mužjaci. Prilikom udvaranja, mužjaci postaju malo tamniji te se počinju gurkati i približavati trbuhu ženki (Ibarra-Zatarain i Duncan, 2015). Pretpostavlja se da takvo gurkanje i trljanje oko ženkinog trbuha pospješuje aktivaciju ferohormona te potiče ovulaciju i oslobađanje oocita (Stacey i Sorensen, 2008; Ibarra-Zatarain i Duncan, 2015). Smatra se da promjena boje kod mužjaka motivira ženke da odaberu onog mužjaka koji je u najboljoj kondiciji te ima najbolji socijalni status (Ibarra-Zatarain i Duncan, 2015).

1.8. Upotreba podvodnog monitoringa u svrhu praćenja stanja morskog okoliša

U posljednje vrijeme sve se više radi na boljem razumijevanju funkcioniranja morskog ekosustava (Aguzzi i sur., 2020) pri čemu se, zahvaljujući napretku tehnologije za monitoring faune, koriste podvodne video kamere. Jedan od takvih primjera predstavlja istraživanje godišnjeg ritma pojavljivanja nekih vrsta ljuskavki u Sredozemnom moru na obali Španjolske (Sbragaglia i sur., 2019). Za razliku od istraživanja klasičnim ribolovnim tehnikama, ove metode su neinvazivne pa su svoju primjenu pronašle i u provedbi ihtioloških istraživanja. Korištenje fotografija i videa omogućuje praćenje ponašanja i aktivnosti vrsta tijekom dužeg vremenskog razdoblja. Kretanje životinja u vremenu i prostoru jedna je od važnijih informacija za razumijevanje ekologije vrsta, a onda i izradu smjernica za njihovo očuvanje i održivo upravljanje (Pittman i McAlpine, 2001).

Jedinke u populaciji odgovaraju na okolišne promjene (npr. stohastičke okolišne procese) i sukladno tome ponašaju se prema određenim etološkim obrascima, što je do danas slabo istraženo (Aguzzi i sur., 2020). Također, uspoređujući prisutnost vrsta, dobivaju se informacije o intra- i interspecijskim odnosima te o hranidbenim mrežama (Aguzzi i sur., 2020a). Ovakav tip monitoringa od posebnog je značaja za komercijalno važne vrste riba čija se prisutnost može pratiti na određenom području (Iveša i sur., 2019). Primjenom video monitoringa mogu se analizirati podaci o sezonskom pojavljivanju vrste na nekom području te proučavati dnevna ritmičnost u ponašanju na koju utječu fiziološke potrebe, prvenstveno razmnožavanje i hranjenje (Aguzzi i sur., 2020).

Podaci o sezonalnoj raspodjeli orade kroz godinu na određenom području mogu poslužiti kao korisna informacija za uzgajališta školjkaša, budući da orade predstavljaju problem u profitabilnosti uzgoja školjkaša (Šegvić-Bubić i sur., 2011). Smatra se da je količina proizvedene dagnje u opadanju djelomično zbog prirodnih neprijatelja – predatora orade (Bratoš Cetinić i Bolotin, 2016).

S obzirom da je orada jedna od važnih komercijalnih vrsta u Sredozemnom moru, većina dostupnih istraživanja bazirana je na jedinkama iz zatočeništva. Svi navedeni pokusi provedeni su s ciljem povećanja profitabilnosti, odnosno unapređenja tehnologije uzgoja (Remen, 2015; Jensen i sur., 2010; Ibarra-Zatarain i sur., 2015; Čoko, 2017; Pavlidis i Mylonas, 2011; Saavedra i Pousao-Ferreira, 2006). Istraživanja vezana za sezonalnu prisutnost orade temeljena su većinom na podacima iz ulova (Draščić, 2018; Dulčić i sur., 2013). Postoji nekoliko radova koji obrađuju tematiku grabežljivosti predatora na uzgajalištima školjkaša s područja Jadranskog mora iz kojih je moguće dobiti informacije o sezonskoj prisutnosti orade (Bilić, 2011; Šegvić-Bubić i sur., 2011). Učestalost pojavljivanja gospodarskih vrsta riba u uvali Martinska analizirana je pomoću podvodne video kamere u sklopu istraživanja Iveše i sur. (2019), ali samo u periodu od siječnja do travnja. Rezultati istraživanja pokazali su da je orada jedna od najbrojnijih gospodarskih vrsta koje se tamo pojavljuju. Kako je orada iznimno značajna vrsta u ribarstvu i akvakulturi, a imajući u vidu njezin negativan utjecaj na uzgajališta školjkaša, svaki podatak o ritmičnosti dnevnih aktivnosti i dinamici sezonskog pojavljivanja na određenom području, koristan je za održivo upravljanje njezinim stokovima.

2. Cilj istraživanja

Cilj ovog diplomskog rada je:

- utvrditi dnevni i sezonski ritam pojavljivanja orade na postaji Martinska kraj Šibenika
- analizirati dobivene rezultate u kontekstu etologije osnovnih fizioloških procesa, u prvom redu mrijesta i hranjenja te ih usporediti s literaturnim podacima za različita područja u Sredozemnom moru.

3. Materijal i metode

3.1. Područje istraživanja

Istraživanje je provedeno analiziranjem fotografija podvodne kamere postavljene u uvali Martinska kraj Šibenika (Slika 3) tijekom 2019. godine. Koordinate postaje su 43° 44'10,70" N, 15°52'36,57" E.



Slika 3. Područje istraživanja

Uvala Martinska dio je lokaliteta „Kanal – Luka“ (Slika 4), značajnog krajobraza zaštićenog 1974. godine. Duljina kanala iznosi oko 2 500 metara, a proteže se od Šibenskog mosta do izlaza iz Kanala sv. Ante. Zaštićen je zbog geomorfoloških karakteristika i bogate mediteranske vegetacije. Kanal je u prošlosti bio kanjon rijeke Krke u kojem dolazi do miješanja slane i slatke vode. Zbog toga je ovo područje značajno stanište za brojne vrste te se ujedno nalazi i na popisu ekološke mreže Natura 2000 (Marguš, 1998).



Slika 4. Značajni krajobraz Kanal-Luka (Izvor: <https://priroda-skz.hr/kanal-luka/o-lokalitetu/>; pristupljeno: 10.9.2021.)

Malo dalje od granica zaštićenog krajobraza nalazi se ušće rijeke Krke koje je zbog velike primarne produkcije bogato stanište školjkaša (Marguš, 2009). Zahvaljujući velikom unosu hranjivih tvari, područje ima izrazito povoljne uvjete za uzgoj školjkaša. Prema Registru dozvola u akvakulturi koje Ministarstvo poljoprivrede vodi sukladno članku 10. stavku 4. *Zakona o akvakulturi* ("Narodne novine", br. 130/17, 111/18 i 144/20), na području ušća rijeke Krke djeluje ukupno 49 uzgajališta školjkaša u sklopu kojih se uzgaja dagnja, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) i kamenica, *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) (<https://ribarstvo.mps.hr/default.aspx?id=415>; pristupljeno 22.8.2021.)

3.2. Prikupljanje fotografija

Za prikupljanje fotografija korištena je podvodna video kamera s kablskim napajanjem tipa Hikvision, model DS-2CD2020F-I koja je softverski programirana za fotografiranje pomoću detekcije pokreta (Slika 5). Prilikom prolaska živih organizama ispred kamere, kamera bi snimila fotografiju. Kamera je postavljena na dubini od 5 m i pozicionirana da prikazuje vodeni stupac i morsko dno. Radila je svaki dan tijekom 2019. godine, od izlaska sunca do zalaska sunca.



Slika 5. Prikaz podvodne kamere

3.3. Obrada podataka

Neposredno prije analize fotografija, eliminirane su one koje su bile neupotrebljive zbog zaklanjanja kamere nekim organizmima (zvjezdace, ježinci i dr.), zamućenja kamere ili greške na kameri (fotografije koje su crno obojane).

Analizirane su fotografije koje su prikupljane svaki dan tijekom 2019. godine, pri čemu je detektirana i potom bilježena prisutnost orade. Broj prebrojanih jedinki ove vrste je evidentiran za svako 30-minutno vremensko razdoblje u svrhu analiziranja dnevnog ritma pojavljivanja. Kako bi se izbjeglo višestruko prebrojavanje iste jedinke, pri brojanju su izuzete one jedinke za koje je evidentno da se pojavljuju u više uzastopnih fotografija u jednom vremenskom razdoblju (Aguzzi i sur., 2020).

Nakon prebrojavanja, podaci o svim evidentiranim jedinkama orade su uneseni u MS Excel. Prisutnost ove vrste na istraživanom području analizirana je s obzirom na sezonu i period dana. Radi bolje vizualizacije brojnosti orade tijekom godine, temeljem podataka su napravljeni grafovi koji prikazuju brojnost jedinki u svakom mjesecu po vremenskim razdobljima. Kako bi

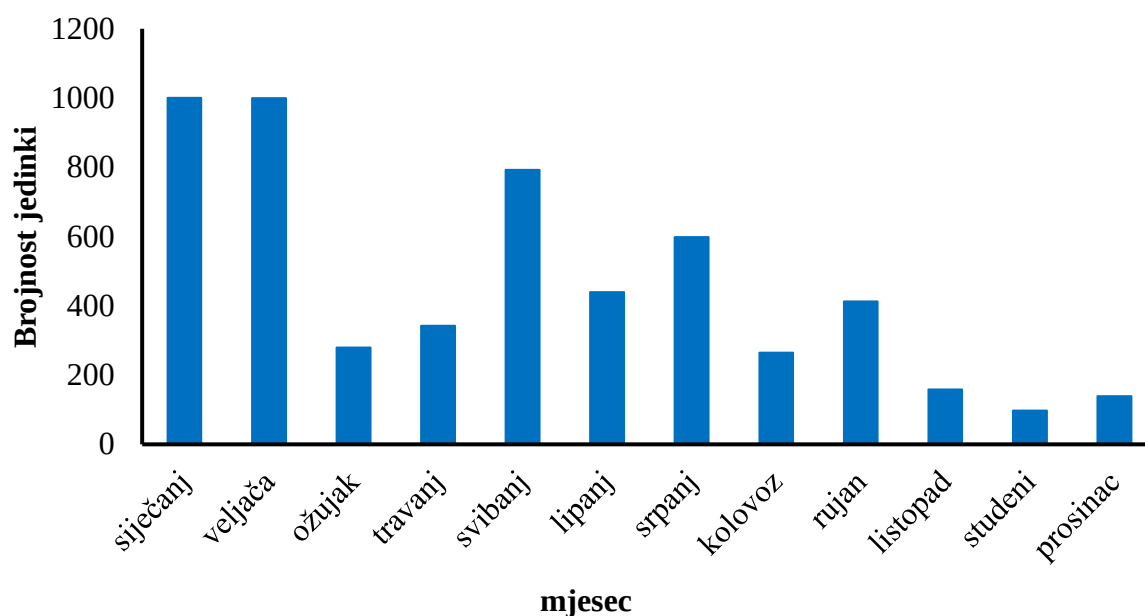
se utvrdila međusobna sličnost pojedinih mjeseci s obzirom na broj utvrđenih jedinki izrađen je dendrogram temeljen na Bray-Curtisovoj sličnosti. Na isti su način prikazani i podaci o dnevnom ritmu. Podaci su obrađeni u programima MS Excel i Primer 6.0.

U sklopu rezultata dan je primjer fotografija na kojima je vidljiva aktivnost hranjenja kao i tip plova orada.

4.Rezultati

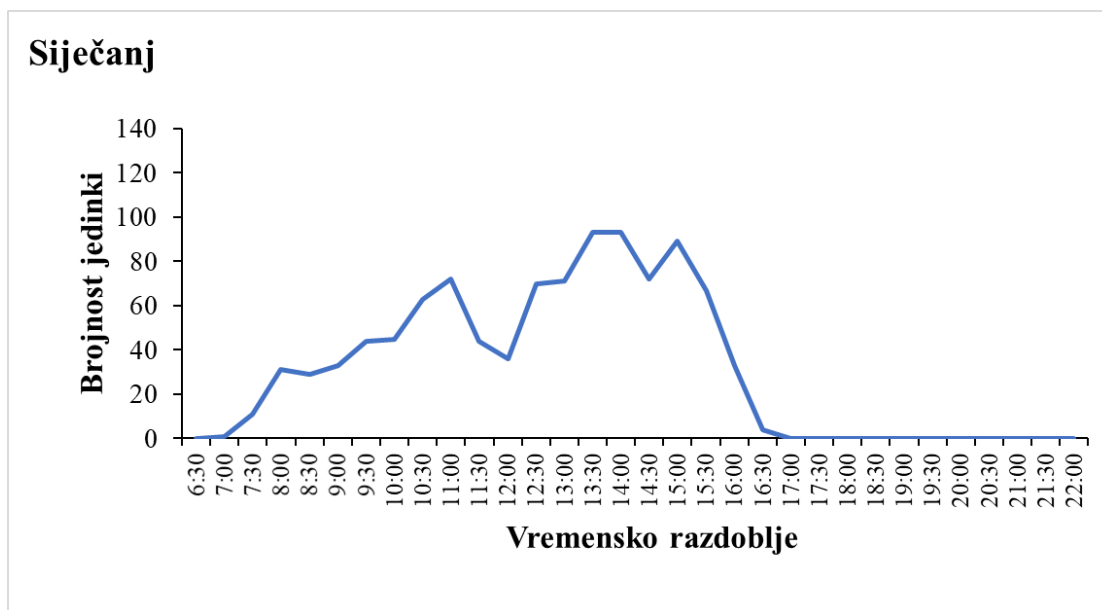
Tijekom istraživanja prikupljeno je ukupno 363.671 fotografija snimljena podvodnom video kamerom tijekom 2019. godine. Odbačeno je 40.690 neupotrebljivih fotografija i analizirano 322.981 fotografija.

Tijekom istraživanog razdoblja, utvrđeno je 5525 jedinki orade. Najveći broj jedinki zabilježen je u siječnju (1001 jedinka), dok je najmanji broj jedinki zabilježen u studenom (97 jedinki) (Slika 6).



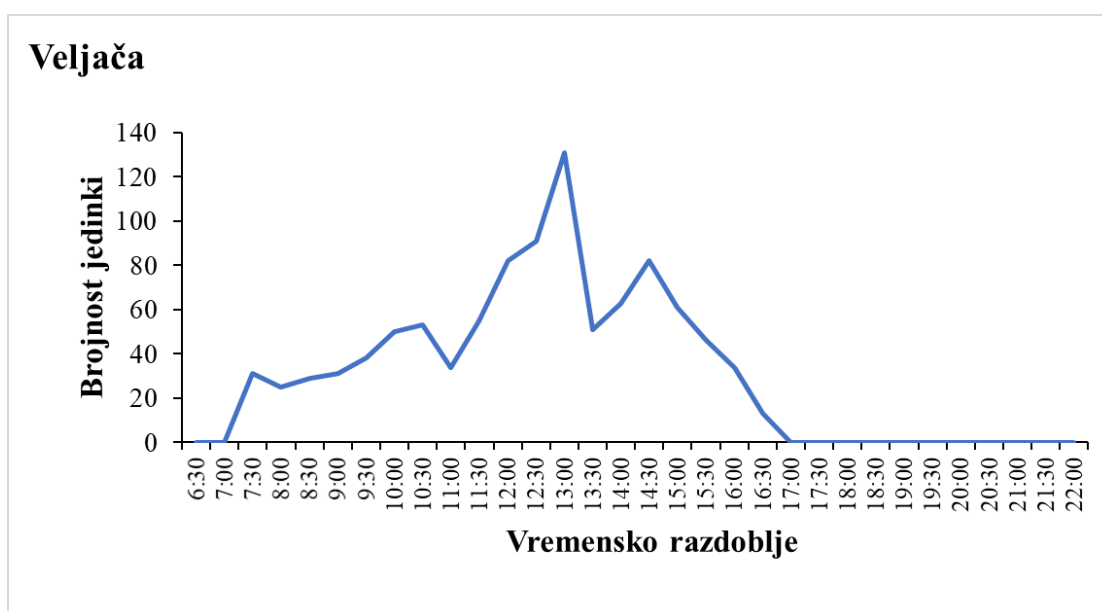
Slika 6. Brojčana zastupljenost orade ustanovljena analizom fotografija podvodne video kamere na postaji Martinska tijekom 2019. godine

U siječnju je najveći broj jedinki zabilježen u vremenskom razdoblju 13:30-14:00 i 14:00-14:30 (po 93 jedinke u svakom vremenskom razdoblju) (Slika 7).



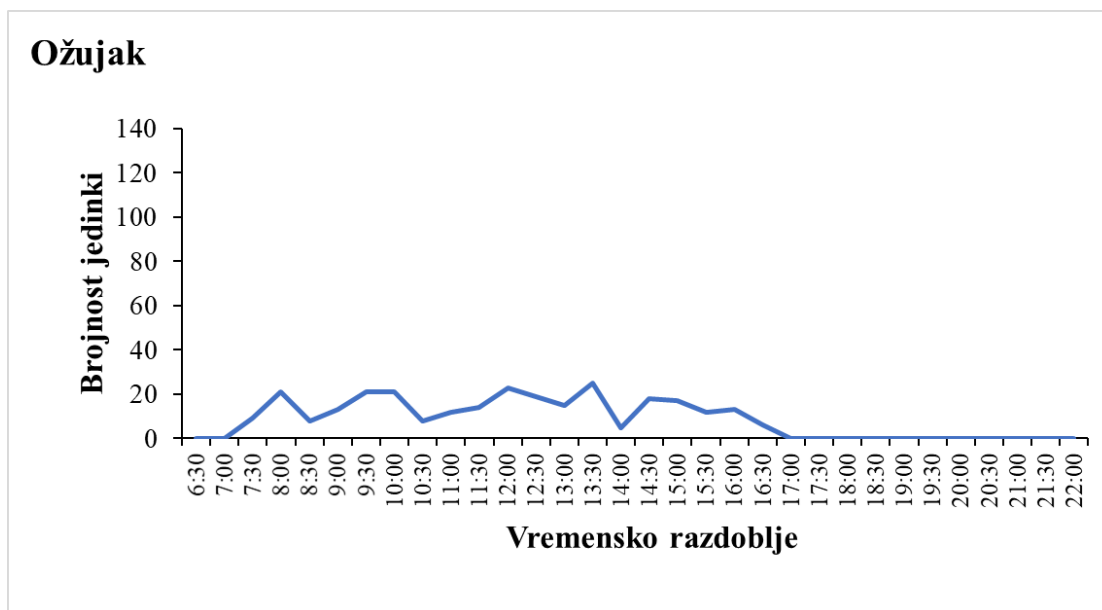
Slika 7. Mjesečna brojnost zabilježenih jedinki orade po 30-minutnim vremenskim razdobljima za siječanj 2019. godine

U veljači je zabilježeno 1000 jedinki orade, pri čemu je najveći broj jedinki zabilježen u vremenskom razdoblju 13:00-13:30 (131 jedinka) (Slika 8).



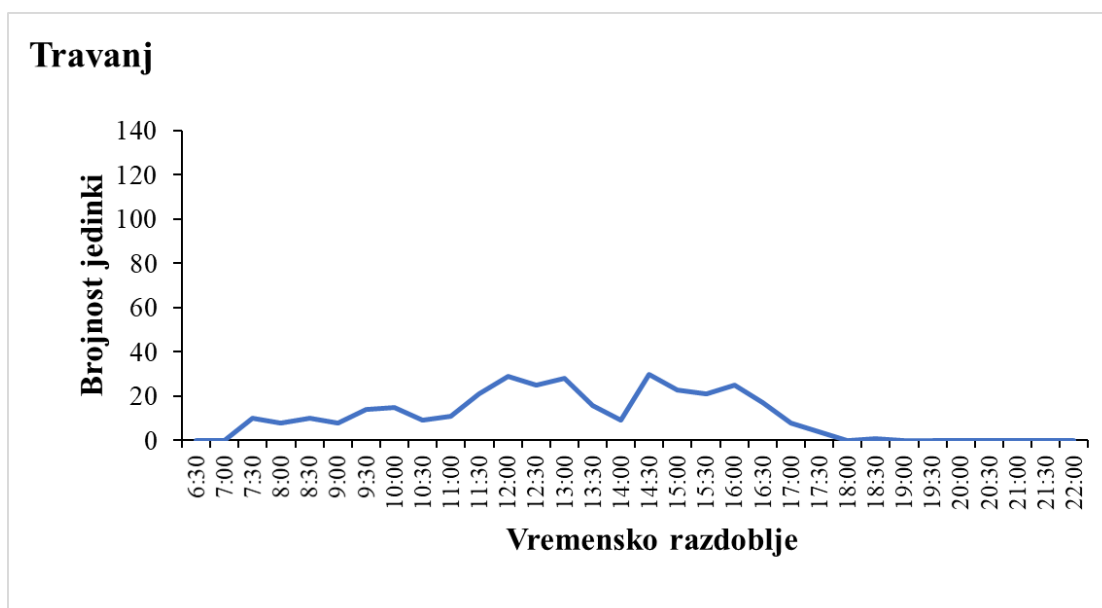
Slika 8. Mjesečna brojnost zabilježenih jedinki orade po 30-minutnim vremenskim razdobljima za veljaču 2019. godine

U ožujku je zabilježeno 280 jedinki, pri čemu je najveći broj jedinki zabilježen u vremenskom razdoblju 13:30-14:00 (25 jedinki) (Slika 9).



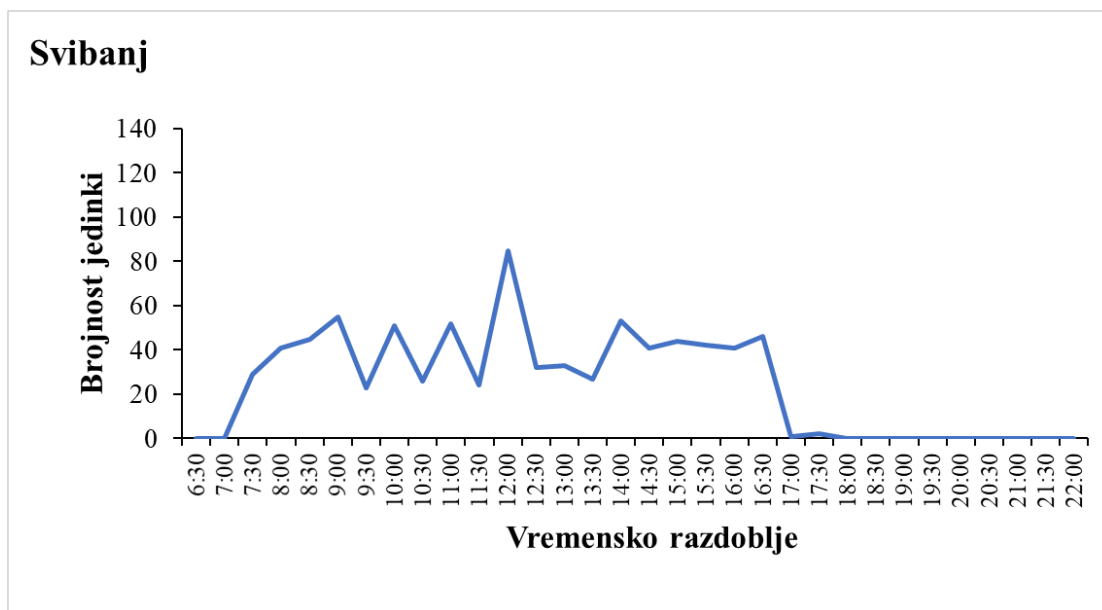
Slika 9. Mjesečna brojnost zabilježenih jedinki orade po 30-minutnim vremenskim razdobljima za ožujak 2019. godine

U travnju je zabilježeno 342 jedinke, pri čemu je najveći broj jedinki zabilježen u vremenskom razdoblju 14:30-15:00 (30 jedinki) (Slika 10).



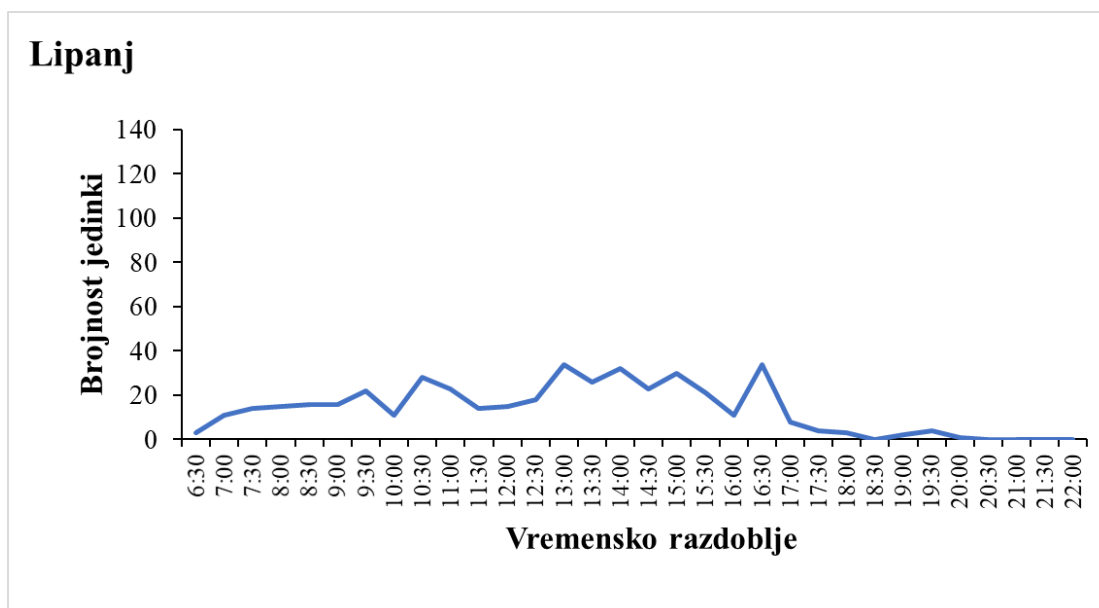
Slika 10. Mjesečna brojnost zabilježenih jedinki orade po 30-minutnim vremenskim razdobljima za travanj 2019. godine

U svibnju je zabilježeno 793 jedinke, pri čemu je najveći broj jedinki zabilježen u vremenskom razdoblju 12:00-12:30 (85 jedinki) (Slika 11).



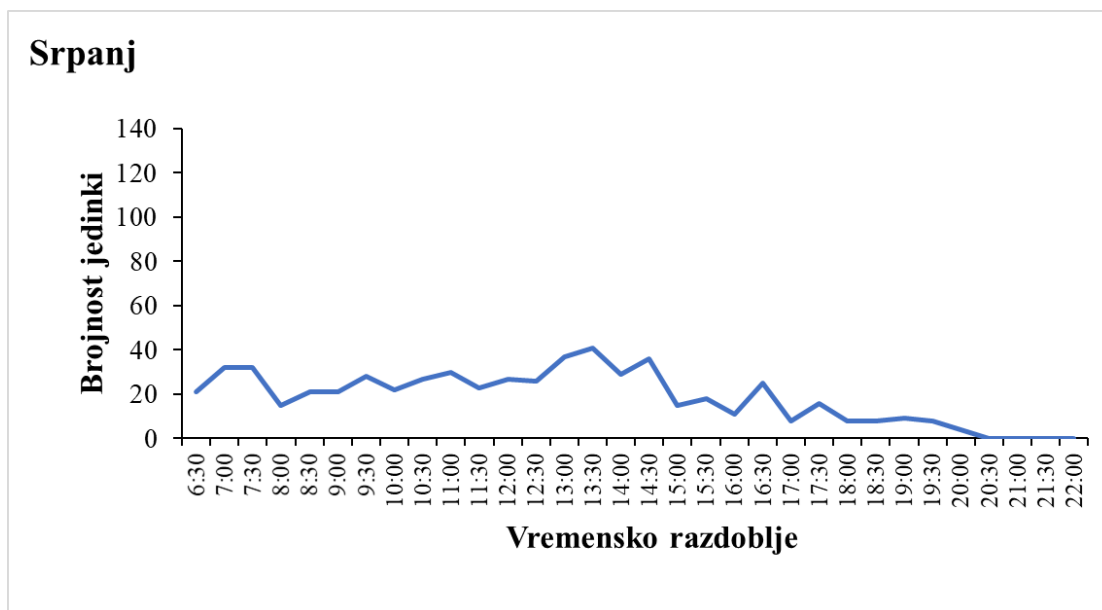
Slika 11. Mjesečna brojnost zabilježenih jedinki orade po 30-minutnim vremenskim razdobljima za svibanj 2019. godine

U lipnju je zabilježeno 439 jedinke, pri čemu je najveći broj jedinki zabilježen u vremenskom razdoblju 13:00-13:30 (34 jedinki) (Slika 12).



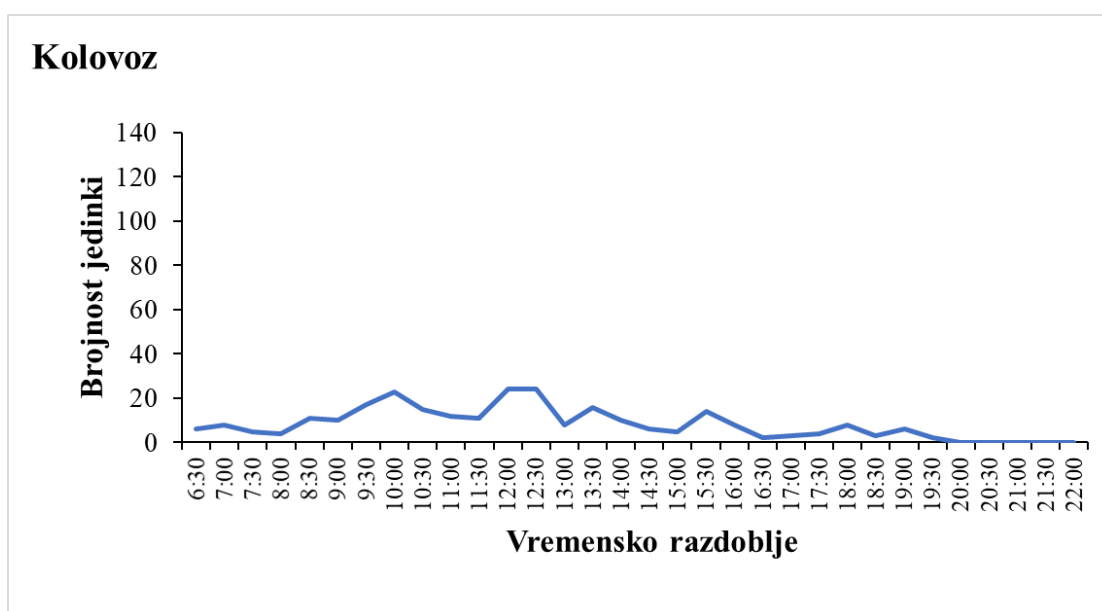
Slika 12. Mjesečna brojnost zabilježenih jedinki orade po 30-minutnim vremenskim razdobljima za lipanj 2019. godine

U srpnju je zabilježeno 598 jedinki, pri čemu je najveći broj jedinki zabilježen u vremenskom razdoblju 13:30-14:00 (41 jedinka) (Slika 13).



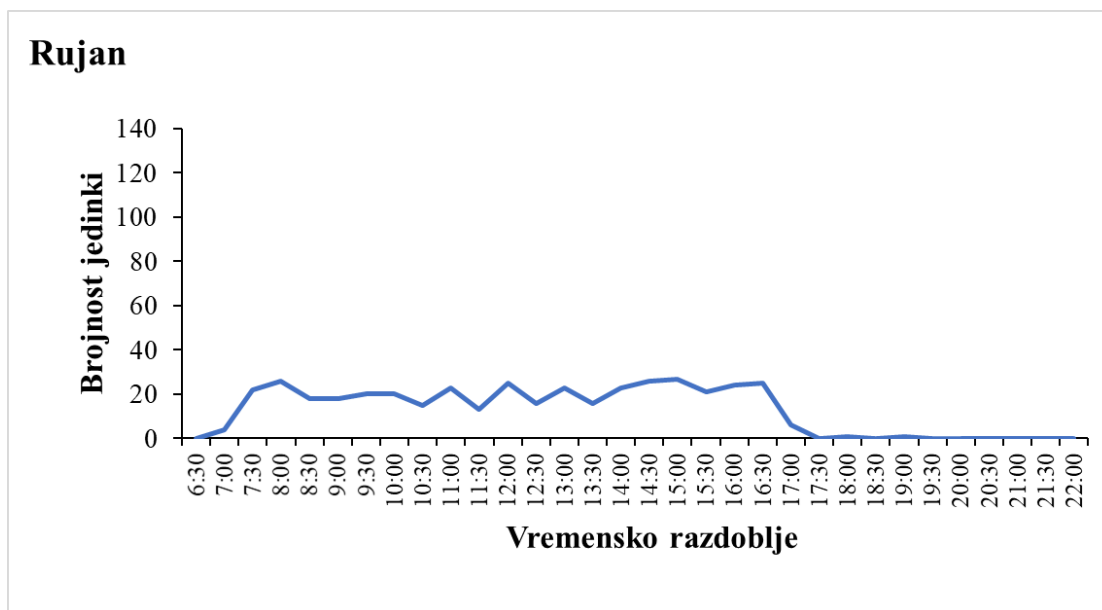
Slika 13. Mjesečna brojnost zabilježenih jedinki orade po 30-minutnim vremenskim razdobljima za srpanj 2019. godine

U kolovozu je zabilježeno 265 jedinki, pri čemu je najveći broj jedinki zabilježen u vremenskom razdoblju 12:00-12:30 i 12:30-13:00 (24 jedinki) (Slika 14).



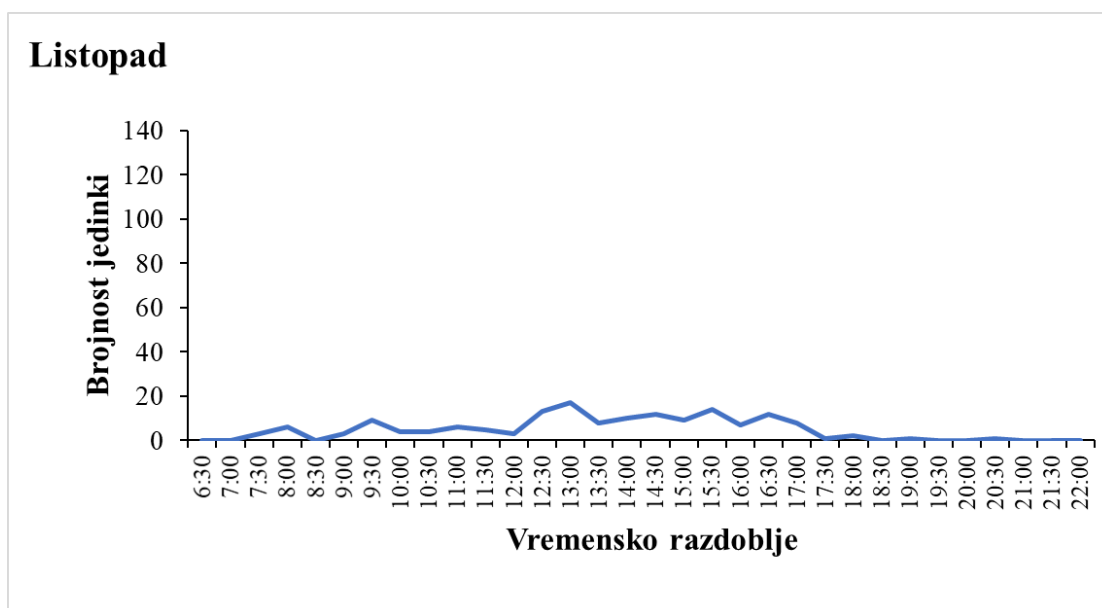
Slika 14. Mjesečna brojnost zabilježenih jedinki orade po 30-minutnim vremenskim razdobljima za kolovoz 2019. godine

U rujnu je zabilježeno 413 jedinki, pri čemu je najveći broj jedinki zabilježen u vremenskom razdoblju 15:00-15:30 (27 jedinki) (Slika 15).



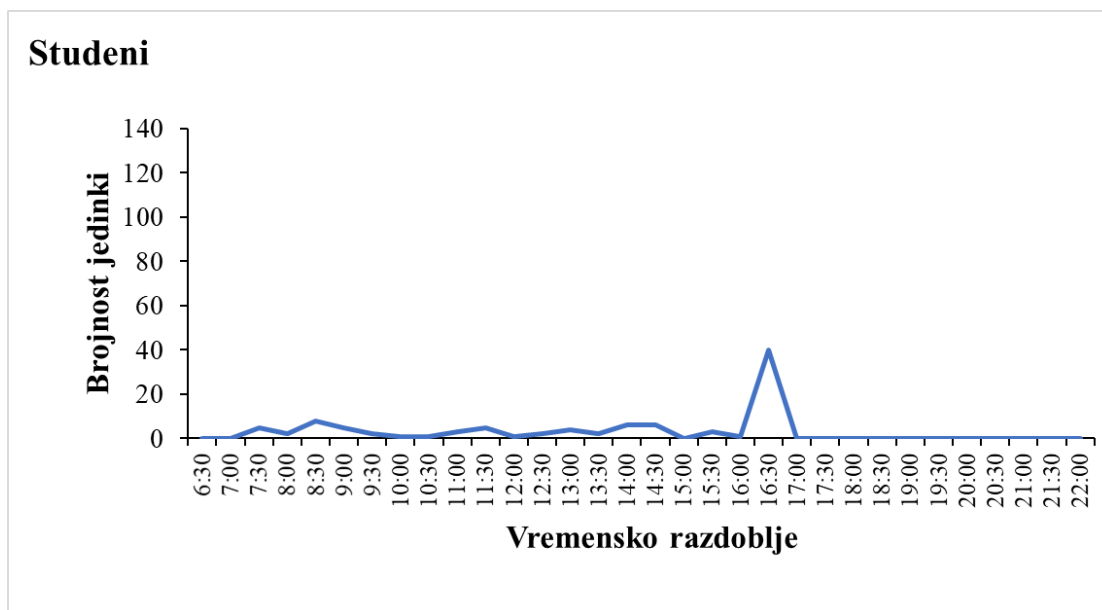
Slika 15. Mjesečna brojnost zabilježenih jedinki orade po 30-minutnim vremenskim razdobljima za rujan 2019. godine

U listopadu je zabilježeno 158 jedinki, pri čemu je najveći broj jedinki zabilježen u vremenskom razdoblju 13:00-13:30 (17 jedinki) (Slika 16).



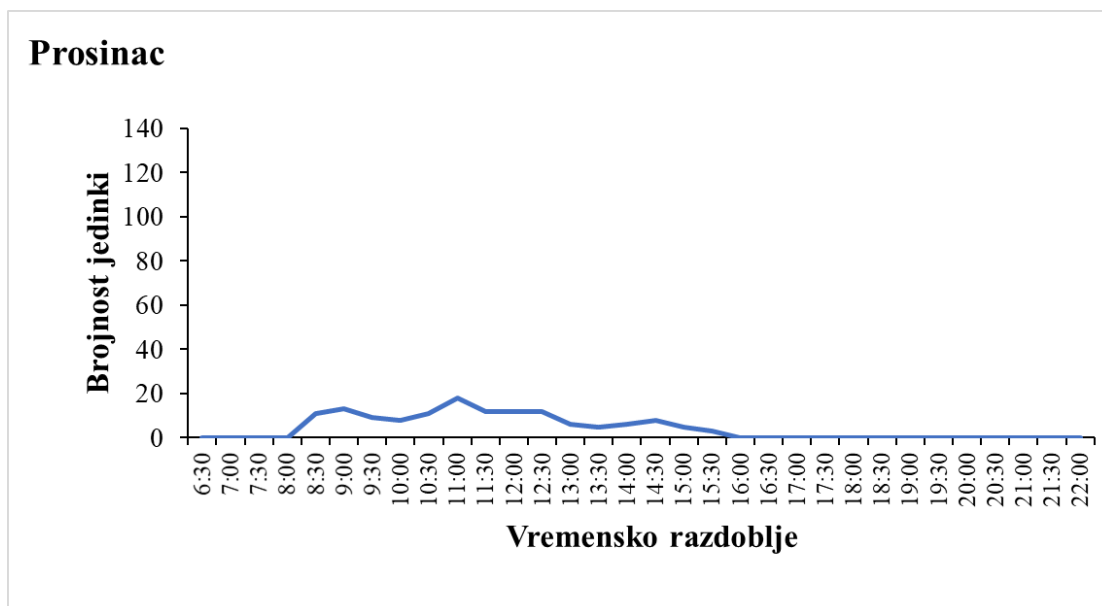
Slika 16. Mjesečna brojnost zabilježenih jedinki orade po 30-minutnim vremenskim razdobljima za listopad 2019. godine

U studenome, kada je utvrđen najmanji mjesečni broj jedinki, najviše ih je zabilježeno u vremenskom razdoblju 16:30-17:00 (40 jedinki) (Slika 17).



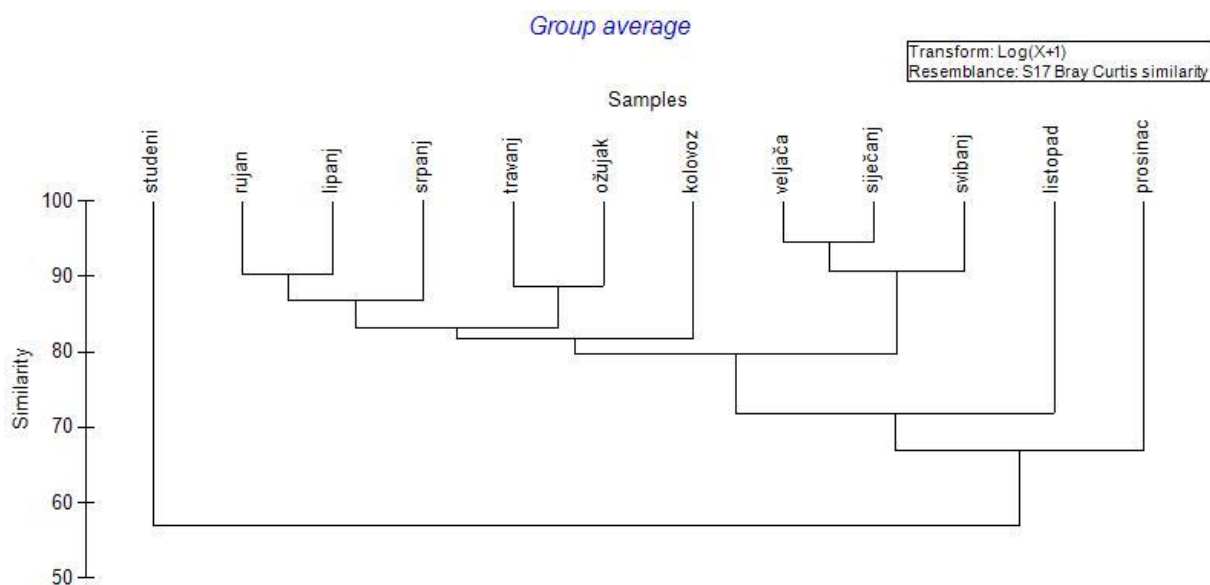
Slika 17. Mjesečna brojnost zabilježenih jedinki orade po 30-minutnim vremenskim razdobljima za studeni 2019. godine

U prosincu je zabilježeno 139 jedinki orade, pri čemu ih je najviše zabilježeno u vremenskom razdoblju 11:00-11:30 (18 jedinki) (Slika 18).



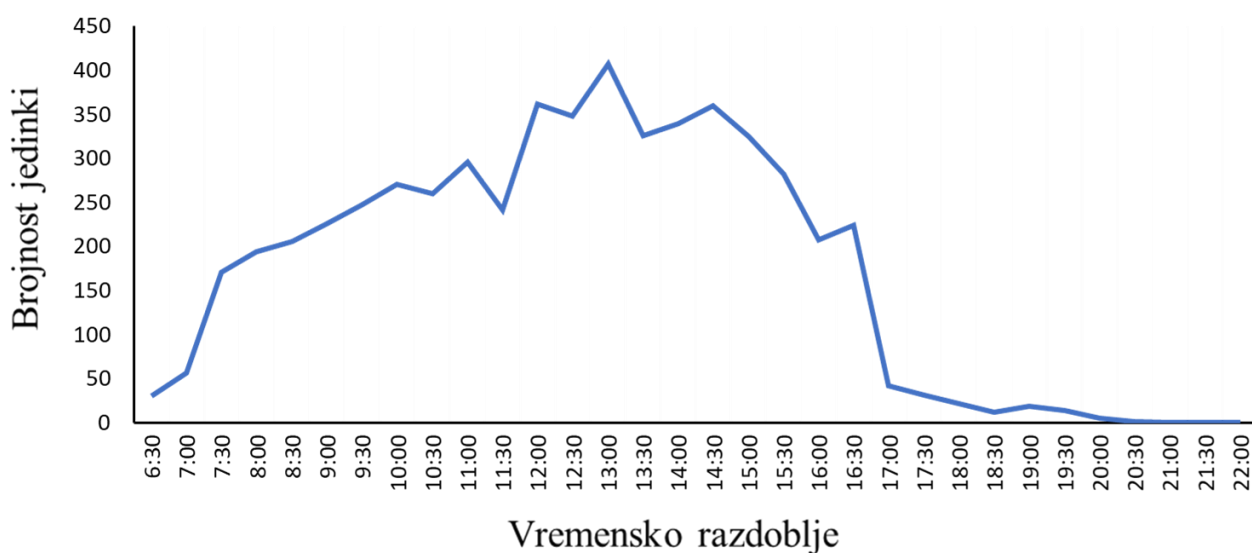
Slika 18. Mjesečna brojnost zabilježenih jedinki orade po 30-minutnim vremenskim razdobljima za prosinac 2019. godine

Podaci koji se odnose na međusobnu sličnost mjesečnih vrijednosti s obzirom na broj utvrđenih jedinki prikazani su na slici 19. Dendrogram ukazuje na to da se studeni najviše razlikuje od ostalih mjeseci. Sličnost je utvrđena za rujanj i lipanj, travanj i ožujak te siječanj i veljaču (Slika 19).



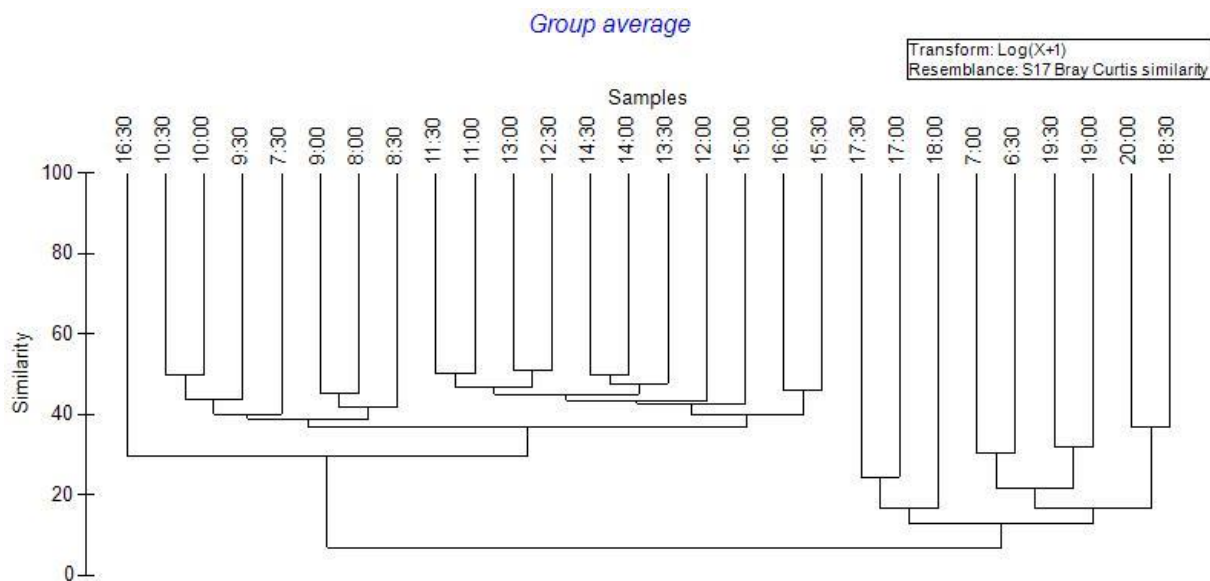
Slika 19. Sličnost mjesečnih vrijednosti s obzirom na broj utvrđenih jedinki temeljena na Bray-Curtisovoj sličnosti

Brojnost orade u pojedinom vremenskom razdoblju dana tijekom cijelog istraživnog razdoblja vidljiva je na slici 20. Iz grafa se vidi da je ukupna brojnost jedinki najveća u razdoblju od 13:00 do 13:30 sati (407 jedinki). U vremenskom razdoblju od 21:00 do 22:00 sata tijekom istraživnog razdoblja nije zabilježena niti jedna jedinka orade.



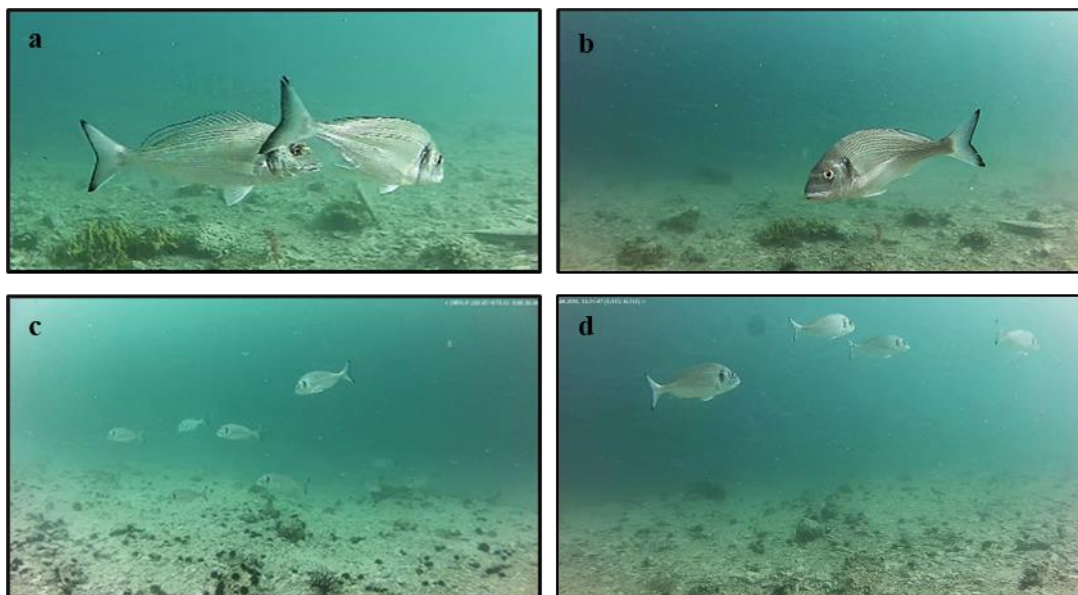
Slika 20. Prikaz ukupne brojnosti jedinki po različitim vremenskim razdobljima tijekom 2019. godine

Podaci koji se odnose na međusobnu sličnost vremenskog razdoblja s obzirom na utvrđeni broj jedinki orade prikazani su na slici 10. Dendrogram je izdvojio vremenska razdoblja s najmanjim brojem jedinki rano ujutro i kasno poslijepodne (Slika 21).



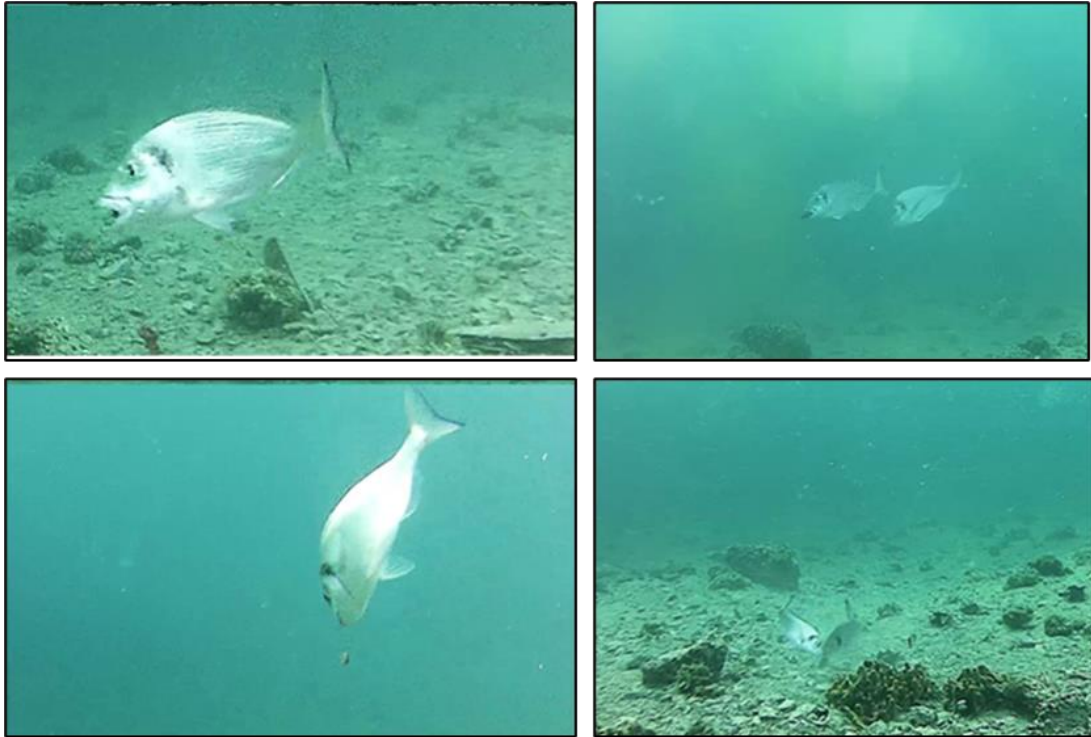
Slika 21. Sličnost vremenskih razdoblja dana s obzirom na brojnost jedinki temeljena na Bray-Curtisovoj sličnosti

Prisutnost manjih plova orade ustanovljena je tijekom cijelog istraživnog razdoblja. Veće plove od preko 50 jedinki nisu zabilježene. Jedinke su se uglavnom držale solitarno, u paru ili plovama do maksimalno 15 jedinki (Slika 22).



Slika 22. Načini pojavljivanja orade (a-orada u paru, b-orada se drži solitarno, c-orada u plovama od +10 jedinki, d-orada u plavi od 4 jedinke)

Tijekom istraživnog razdoblja zabilježena je aktivnost hranjenja orade. Na slikama je vidljivo pretraživanje sedimenta i držanje hrane u ustima (Slika 23). Jedinke su se najčešće hranile tijekom dana u popodnevnim satima.



Slika 23. Prikaz aktivnosti hranjenja

5. Rasprava

Rezultati ovog istraživanja su pokazali da je orada u uvali Martinska tijekom 2019. godine bila prisutna tijekom cijele godine. Najveća brojnost ustanovljena je u siječnju, a najniža u studenom. Takvu sezonalnu distribuciju moguće je objasniti analizirajući njezino ponašanje na koje utječu fiziološke potrebe poput razmnožavanja (Aguzzi i sur., 2020). Naime, orada pokazuje različitu godišnju sezonalnu distribuciju koju karakteriziraju migracije prema obalnim i estuarnim područjima tijekom proljeća (Jardas, 1996). Pri tome se nakon mrijesta u otvorenom moru približava obali (Šegvić-Bubić i sur., 2011). U egejskom moru migracije u svrhu mrijesta odvijaju se od studenog do početka siječnja (Akyol i Gamsiz, 2011), dok u centralnom dijelu Sredozemnog mora u rujnu (Rossi i sur., 2006). U istočnom dijelu Sredozemnog mora, razvoj gonada započinje u rujnu, pri čemu se orada počinje mrijestiti u prosincu i siječnju (Saavedra i Pousao-Ferreira, 2006). U Tirenskom moru, pak, tijekom listopada i studenog napušta lagune i odlazi u otvoreno more (Tancioni i sur., 2003). Podaci iz literature su u skladu s rezultatima ovog istraživanja s obzirom na njenu slabu prisutnost u periodu od listopada do prosinca. Može se pretpostaviti da u to vrijeme orada napušta estuarij rijeke Krke u potrazi za većim dubinama u otvorenom moru. Nakon mrijesta se vraća u estuarij što potvrđuje njena povećana distribucija tijekom siječnja i veljače. Prisutnost i sezonalnost orade ispitana je i kroz istraživanje provedeno na 6 postaja u Malostonskom zaljevu (Bilić, 2011). Tijekom 2010. godine prisutnost orade u Malostonskom zaljevu zabilježena je od kraja siječnja do početka studenog. Na osnovu dobivenih rezultata, zaključeno je da se orada zadržava u Malostonskom zaljevu tijekom cijele godine osim u razdoblju od polovice studenog do početka veljače kada se odlazi mrijestiti u otvoreno more (Bilić, 2011), što se i djelomično poklapa s rezultatima ovoga rada.

U sklopu ovog istraživanja ispitana je i dnevna prisutnost orade u uvali Martinska pri čemu je brojnost orade utvrđivana u 30-minutnim vremenskim razdobljima tijekom cijelog dana. Rezultati su pokazali maksimalnu brojnost jedinki ove vrste na istraživanom području u popodnevним satima. Najmanji broj jedinki orade utvrđen je rano ujutro i kasno poslijepodne. Takvu dnevnu ritmičnost moguće je objasniti analizirajući ponašanje koje oblikuju fiziološke potrebe poput hranjenja. Na aktivnost hranjenja kod riba utječe temperatura i energetski sastav hrane te izmjena dana i noći (Paspatis i sur., 2000). Prema Pita i sur. (2002), orada je diurnalna vrsta te se uobičajeno hrani tijekom dana. Tijekom ovog istraživanja zabilježene su jedinke koje drže hranu u ustima ili pretražuju sediment. Aktivnost hranjenja je primijećena većinom tijekom dana, što je u skladu s istraživanjem Pita i sur. (2002). Nasuprot navedenome, Bégout i

Lagardère (1995) su tijekom istraživanja dnevne i noćne aktivnosti orade ustanovili da su jedinke koje se drže u plovama aktivnije danju, a one koje se drže solitarno noću. Velazquez i sur. (2004) pak navode da se tijekom toplijeg perioda godine orada hrani tijekom dana, a tijekom hladnijeg perioda godine tijekom večeri i noći. Također, Paspatis i sur. (2000) ističu da se orada u toplijem dijelu godine hrani sredinom dana i u poslijepodnevrim satima, a u hladnijem dijelu godine isključivo u poslijepodnevrim satima.

Iako je u sklopu ovog istraživanja zabilježeno hranjenje orade tijekom dana, treba uzeti u obzir činjenicu da je kamera radila od izlaska do zalaska sunca. Stoga, ne može se sa sigurnošću tvrditi da se orada hranila isključivo po danu, budući da nedostaju noćne fotografije iz kojih bi se eventualno vidjelo nokturnalno hranjenje.

Analizom fotografija u sklopu ovog istraživanja vidljivo je hranjenje orade, premda se iz fotografija ne može sa sigurnošću vidjeti o kojoj hrani je riječ. Na osnovu istraživanja Šegvić-Bubić i sur. (2011), koje je provedeno u uzgajalištima dagnji u srednjem Jadranu, ustanovljeno je da se prehrana orade sastoji od dagnje, *Mytilus galloprovincialis* (69,7 %), puževa (9,5 %), rakova (9,5 %), riba (7,8 %), Amphipoda (5,3 %), Isopoda (4,2%), Polychaeta (2,3 %) i algi (1,2 %). Slične rezultate dobila je Bilić (2011) u sklopu istraživanja na području Malostonskog zaljeva, gdje je ustanovljeno da se sadržaj probavila orade sastoji od 88% školjkaša, 10 % rakova i 2 % puževa. S druge strane, prema Pita i sur. (2002) koji su istraživanje proveli na jugu Portugala, orada preferira puževe tijekom cijele godine, a potom školjkaše. S obzirom na to da se radi o istraživanjima na različitim lokacijama, sastav zajednica se razlikuje. Orada je oportunistička vrsta te prehranu prilagođava onome čega najviše ima (Gamito i sur., 2003; Šegvić-Bubić i sur., 2011). S obzirom da je ovo istraživanje provedeno u blizini uzgajališta školjkaša, može se pretpostaviti da se orada hrani upravo njima.

U estuariju rijeke Krke, u blizini postaje Martinska, djeluje 49 uzgajališta školjkaša (Zakon o akvakulturi, N.N. br. 130/17, 111/18 i 144/20) (<https://ribarstvo.mps.hr/default.aspx?id=415>; pristupljeno 22.8.2021.). Prema istraživanju Glamuzina i sur. (2014), u sklopu kojega je praćena šteta na uzgajalištima školjkaša, ustanovljeno je da je pad proizvodnje školjkaša koreliran s povećanjem brojnosti orada oko uzgajališta. To je potvrdilo i istraživanje Šegvić-Bubić i sur. (2012) koje je provedeno u uzgajalištu školjkaša u srednjem Jadranu. Naime, od 18 zabilježenih vrsta riba koje su se zadržavale oko pergolara, preko 80% činila je orada. U najvećoj mjeri bila je prisutna tijekom ljeta i jeseni. Slično istraživanje provela je Bilić (2011) u sklopu kojega je praćena šteta na školjkašima. Ustanovljeno je da sastav sadržaja želuca orade

velikim dijelom čine dagnja i kamenica, dok je u uzgajalištu evidentirana povećana šteta od predatora. Budući da je estuarij rijeke Krke važan lokalitet za uzgoj školjkaša, pretpostavlja se da orade i tamo prouzrokuju štete. S obzirom da je analizom fotografija podvodne video kamere ustanovljena njihova najveća brojnost u siječnju i veljači, vjerojatno su štete najviše izražene u tom periodu godine.

Također, budući da je istraživanje provedeno u estuariju rijeke Krke, a ako se uzme u obzir da estuariji predstavljaju rastilišta i hranilišta zbog obilja hrane te pružaju sklonište (Hecht i sur., 1992), može se pretpostaviti da orada tamo obitava upravo iz tih razloga.

Analizom brojnosti orada u plovama, zabilježene jedinke su se pretežito držale solitarno i u plovama od nekoliko jedinki. Veće plove orada do maksimalno 15 jedinki bile su rijetke, a većinom su zabilježene tijekom siječnja i veljače. Arabaci i sur. (2010) istraživali su tipove plova orade na turskoj obali Egejskog mora, koje su se međusobno razlikovale po broju jedinki u plovu i prosječnoj veličini. Prema njihovom istraživanju, broj jedinki u plovama je najviši krajem prosinca (2000-3000 jedinki), pri čemu je prosječna masa jedinki iznosila 2 kg. Nešto manji broj jedinki u plovama uočen je u studenom (500-1000 jedinki), s tim da se u tom slučaju masa jedinki kretala od 1 do 4 kg. Broj jedinki u plovama bio je najniži u ožujku i travnju (10-15) kada je i prosječna masa jedinki bila najniža (<600 g). U odnosu na navedeno istraživanje, kojim je utvrđeno da se orada u studenom i prosincu zadržava u velikim plovama (500-1000 jedinki), u istom periodu godine velike plove orada nisu zabilježene tijekom ovog istraživanja u uvali Martinska. To bi se moglo objasniti razlikom u ekološkim čimbenicima uslijed kojih dolazi do migracije jedinki u svrhu mrijesta na različitim zemljopisnim područjima. S obzirom da je područje na kojem je kamera postavljena u uvali Martinska plitko, može se pretpostaviti da je orada od listopada do prosinca 2019. migrirala u otvoreno more radi mrijesta te je stoga i njezina utvrđena brojnost bila manja u ovom razdoblju godine.

6. Zaključak

- Analizom fotografija snimljenih na postaji Martinska tijekom 2019. godine utvrđena je prisutnost orade, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) tijekom cijelog istraživanih razdoblja.
- Ritmičnost dnevnih aktivnosti i dinamika sezonskog pojavljivanja orade na određenom području koristan je podatak za održivo upravljanje njezinim stokovima, budući da se, između ostaloga, smatra i najvažnijim predatorom na uzgajalištima školjkaša. Najvjerojatnije je šteta uzrokovana oradom najviše izražena u dijelu godine kada se nakon mriješta vraća u estuarij rijeke Krke u potrazi za hranom.
- U cilju prikupljanja detaljnijih podataka o sezonskoj brojnosti i učestalosti pojavljivanja orade bilo bi potrebno provoditi ovakav nelovni monitoring kroz duži vremenski period te korelirati rezultate s abiotičkim ekološkim parametrima.

Literatura

- Aguzzi, J., Iveša, N., Gelli, M., Costa, C., Gavrilović, A., Cukrov, N., Cukrov, M., Cukrov, N., Omanović, D., Štifanić, M., Marini, S., Piria, M., Azzurro, E., Fanelli, E., Danovaro, R. 2020. Ecological video monitoring of Marine Protected Areas by underwater cabled surveillance cameras. *Marine policy*, 119 (1): 104052.
- Aguzzi, J., Chatzievangelou, D., Francescangeli, M., Marini, S., Bonofiglio, F., Del Rio, J., Danovaro, R. 2020 a. The Hierarchic Treatment of Marine Ecological Information from Spatial Networks of Benthic Platforms. *Sensors*, 20 (6): 1751.
- Aguzzi, J., López-Romero, D., Marini, S., Costa, C., Berry, A., Chumbinho, R., Ciuffardi, T., Fanelli, E., Pieretti, N., Río, J., Stefanni, S., Mirimin, L., Doyle, J., Lordan, C., Gaughan, P. 2020 b. Multiparametric monitoring of fish activity rhythms in an Atlantic coastal cabled observatory. *Journal of Marine Systems*, 212 (18): 103424.
- Aguzzi, J., Fanelli, E., Ciuffardi, T., Schirone, A., De Leo, F., Doya, C., Kawato, M., Miyazaki, M., Furushima, Y., Costa, C., Fujiwara, Y. 2018. Faunal activity rhythms influencing early community succession of an implanted whale carcass offshore Sagami Bay, Japan. *Scientific Reports*, 8 (1): 11163.
- Aguzzi, J., Doya, C., Tecchio, S., De Leo, F., Azzurro, E., Costa, C., Sbragaglia, V., Del Rio, J., Navarro, J., Ruhl, H., Favali, P., Purser, A., Thomsen, L., Catalán, I. 2015. Coastal observatories for monitoring of fish behaviour and their responses to environmental changes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25 (1): 463–483.
- Akyol, O. i Gamsiz, K. 2011. Age and growth of adult gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) in the Aegean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91 (1): 1255-1259.
- Angilletta, M.J., Niewiarowski, P.H., Navas, C.A. 2002. The evolution of thermal physiology in ectotherms. *J Therm Biol*, 27 (1): 249–268.
- Arabaci, M., Yilmaz, Y., Ceyhun, S. B., Erdogan, O., Dorlay, H. G., Diler, I., Akhan, S., Kocabas, M., Ozdemir, K., Koyun, H., Koncagul, S. 2010. A review on population characteristics of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Yournal of animal and veterinary advances*, 9 (3): 976 – 981.

- Avignon, S., Tastard, E., Weston, S., Duhamel, G., Denis, F. 2017. Morphological identification and DNA barcoding used for diet analysis of gilthead seabream (*Sparus aurata*) in its expanding northerly range. *Aquatic Living Resource*, 30 (1): 1-11.
- Azzurro, E., Moschella, P., Maynou, F. 2011. Tracking signals of change in Mediterranean fish diversity based on Local Ecological Knowledge. *PLOS ONE*, 6 (9): 24885.
- Bauchot, M.L. i Hureau, J.C. 1986. Sparidae. U: Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Nielsen, J., Tortonese, E. *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Paris, UNESCO, str. 224-268.
- Bauchot, M.L. i Hureau, J.C. 1990. Sparidae. U: Quero, J.C., Hureau, J.C., Karrer, C., Post, A., Saldanha, L. *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)*. JNICT, Lisbon; SEI, Paris, str. 790-812.
- Bauchot, M.L., 1981. Sparidae. U: Fischer, W., Bianchi, G., Scott, W.B. *FAO species identification sheets for fishery purposes. Eastern Central Atlantic*. Rim, FAO.
- Bégout, M.L., Lagardère, J.P. 1995. An acoustic telemetry study of seabream (*Sparus aurata* L.): first results on activity rhythm, effects of environmental variables and space utilization. *Hydrobiologia*. 300 (301): 417-423.
- Bilić, J. 2011. Grabežljivost komarče, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) na uzgojnim parkovima školjkaša u Malostonskom zaljevu. *Diplomski rad*. Dubrovnik: Sveučilište u Dubrovniku, Odjel za akvakulturu.
- Bond, E.E., 1996. *The biology of fishes*, Saunders College Publ., New York.
- Boujard, T., Leatherland, F.J. 1992. Circadian rhythms and feeding time in fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 35 (1): 109 – 131.
- Bratoš Cetinić, A., Bolotin, J. 2016. Uzgoj školjkaša u Malostonskom zaljevu. *More-Hrvatsko blago*, 1 (1): 888-889.
- Buxton, C.D., Garratt P.A. 1990. Alternative reproductive styles in seabreams (Pisces: Sparidae). *Environ. Biol. Fish*, 28 (1-4): 113-124.
- Campillo, A., 1992. *Les pêcheries françaises de Méditerranée: synthèse des connaissances*. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, France.

- Cetinić, P., Pallaoro, A., 1993. Eksploatacijske karakteristike, značenje i ocjena djelovanja ribolova tramatom. Pomorski Zbornik, 31 (1): 605–625.
- Clark, R. W., Henderson-Arzapalo, A., Sullivan, C. V. 2005. Disparate effects of constant and annually-cycling day length and water temperature on reproductive maturation of striped bass (*Morone saxatilis*). Aquaculture, 249 (1): 497–513.
- Colloca, F. i Cerasi, S. 2005. Cultured Aquatic Species Information Programme. *Sparus aurata*. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rim.
- Coscia, I., Vogiatzi, E., Kotoulas, G., Tsigenopoulos, C.S., Mariani, S. 2011. Exploring neutral and adaptive processes in expanding populations of gilthead seabream, *Sparus aurata* L., in the North-East Atlantic. Heredity, 108 (1): 537–546.
- Čoko, A. 2017. Mješavina eteričnih ulja kao promotor rasta jednogodišnje komarče *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758). Diplomski rad. Dubrovnik: Sveučilište u Dubrovniku, Odjel za akvakulturu.
- Davis, P. S. 1988. Two occurrences of the gilthead, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758), on the coast of Northumberland, England. J. Fish. Biol., 33 (1): 951–951.
- Dobroslavić, T., Bartulović, V., Lučić, D., Tomšić, S., Glamuzina, B. 2010. Značajke novačenja mladi salpe, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758.) u uvali Donji Molunat, jugoistočna Jadranska obala, Hrvatska. Naše more, 57 (3-4): 146-152.
- Draščić, A. 2018. Sezonska dinamika ulova mrežama stajaćicama uz obalu Istre. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet.
- Dulčić, J., Matić Skoko, S., Dragičević, B., Grgičević, R., Pallaoro, A., Kraljević, M., Stagličić, N., Tutman, P., Bojanić-Varezić, D. 2013. Analiza lovina mreže poponice i tramate u hrvatskom Jadranu tijekom 2010. godine. U: Zbornik radova, 48. hrvatski i 8. međunarodni simpozija agronoma, Dubrovnik, Hrvatska: 17.–22. veljače, str. 589-593.
- Dulvy, N.K., Rogers, S.L., Jennings, S., Stelzenmuller, V., Dye, S.R., Skjoldsl, H.R. 2008. Climate change and deepening of the North Sea fish assemblage: a biotic indicator of warming seas. J App Ecol, 45 (1):1029–1039.
- Gamito, S., Pires, A., Pita, C. 2003. Food availability and the feeding ecology of ichthyofauna of a Ria Formosa (South Portugal) water reservoir. Estuaries, 26 (1), 938–948.

- Glamuzina, B., Pesic, A., Joksimović, A., Glamuzina, L., Matic-Skoko, S., Conides, A., Klaoudatos, D., Zacharaki, P. 2014. Observations on the increase of wild gilthead seabream, *Sparus aurata* abundance, in the eastern Adriatic Sea: problems and opportunities. *International Aquatic Research*, 6 (1): 127-134.
- Hecht, T., Van der Lingen, C. 1992. Turbidity-induced changes in feeding strategies of fish in estuaries. *South African Journal of Zoology*, 27 (1): 95-107.
- Hill, R.W., Wyse, G.A., Anderson, M. 2012. *Animal physiology*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Ibarra-Zatarain, Z., Duncan, N. 2015. Mating behaviour and gamete release in gilthead seabream (*Sparus aurata*, Linnaeus 1758) held in captivity. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13 (1), 4-11.
- Iveša, N., Gavrilović, A., Cukrov, N., Omanović, D., Cukrov, M., Piria, M., Gelli, M., Gobić, K., Štifanić, M., Marini, S., Fanelli, E., Aguzzi, J. 2019. Upotreba podvodne video kamere za procjenu učestalosti pojavljivanja gospodarski važnih vrsta riba na postaji Martinska kraj Šibenika. U: *Zbornik radova*, 54. hrvatski i 14. međunarodni simpozij agronoma, 17. - 22. veljače 2019. godine, Vodice, Hrvatska, str. 363-367.
- Jardas, I. 1996. *Jadranska ihtiofauna*. Školska knjiga Press, Zagreb.
- Jardas, I., Pallaoro, A. 1993. Coastal assemblages fish, crustaceans and cephalopods. U: *Quality control of coastal sea (Vir- Konavle)*. Institute of Oceanography and Fisheries, Split, Croatia. *Studies and Elaborates*, 194 (1): 95–104.
- Jensen, Ø., Dempster, T., Thorstad, E.B., Uglem, I., Fredheim, A. 2010. Escapes of fish from Norwegian sea-cage aquaculture: causes, consequences and prevention escape. *Aquac Environ Interact*, 1 (1): 71–83.
- Jørgensen, C., Peck, M.E., Antognarelli, F., Azzurro, E., Burrows, M.T., Cheung, W.W., Cucco, A., Holt, R., Hueber, K.B., Marras, S., Mckeinz, D., Metcalf, J., Perez-Ruzafa, A., Sinerchia, M., Sfeffensen, J.F., Teal, L.R., Domenici, P. 2012. Conservation physiology of marine fishes: advancing the predictive capacity of models. *Biol Lett*, 8 (1): 900–903.
- Kissil, G.W., Lupatsch, I., Elizur, A., Zohar, Y. 2001. Long photoperiod delayed spawning and increased somatic growth in gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 200 (1): 363–379.

- Kraljević, M. 2010. Some biological properties of *Sparus aurata* (L.) in southeaster Adriatic. U: Glamuzina, B., Dulčić, J. Proceedings of Ribe i ribarstvo rijeke Neretve: stanje i perspektive. Sveučilište u Dubrovniku i Dubrovačko-Neretvanska Županija. Dubrovnik, Hrvatska, str. 127–142.
- Kraljević, M., Dulčić, J., Pallaoro, A., Jardas, I., Cetinić, P. 1997. Rast komarče *Sparus aurata* L. u istočnom Jadranu. U: Đuro, H., Zbornik sažetaka priopćenja Šestog kongresa biologa Hrvatske, Hrvatsko biološko društvo, Zagreb.
- Kraljević, M., Dulčić, J., Tudor, M. 1998. Growth parameters of the gilt-head sea bream, *Sparus aurata* L. in the eastern Adriatic (Croatian waters). Periodicum biologorum, 100 (1): 87-91.
- Kulczykowska, E., Popek, W., Kapoor, B.G. 2010. Biological Clock in Fish. Science Publishers. Enfield, New Hampshire.
- López-Olmeda, J.F., Montoya, A., Oliveira, C., Sánchez-Vázquez, F.J., 2009. Synchronization to light and restricted-feeding schedules of behavioral and humoral daily. Chronobiology International, 26 (7): 1389-1408.
- Madrid, J.A., Boujard, T., Sanchez Vazquez, F. Javier. F. 2007. Feeding Rhythms. U: Houlihan, D., Boujard, T., Jobling, M. Feed intake in fish. Oxford, Blackwell Science Publications, str. 189-215.
- Marguš, D. 1998. Školjkaši ušća rijeke Krke. Javna ustanova Nacionalni park Kornati, Šibenik.
- Marguš, D. 2009. Tri desetljeća uzgoja školjkaša u ušću rijeke Krke. Croatian Journal of Fisheries, 67 (2): 77-85.
- Meseguer, C., Ramos, J., Bayarri, M.J., Oliveira, C., Sanchez, V., Javier, F. 2008. Light Synchronization of the Daily Spawning Rhythms of Gilthead Sea bream (*Sparus aurata* L) Kept under Different Photoperiod and after Shifting the LD Cycle. Chronobiology international, 25 (1): 66-79.
- Montoya, A., Lopez-Olmeda, J., Yufera, M., Sánchez-Muros, M., Sanchez Vazquez, F., Javier, F. 2010. Feeding time synchronises daily rhythms of behaviour and digestive physiology in Gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 306 (1): 315-321.
- Moretti, A., Pedini, Fernandez-Criado, M., Cittolin, G., Guidastri, R. 1999. Manual on Hatchery Production of Sea Bass and Gilthead Sea Bream. Food and Agriculture Organization (FAO). Rim, Italija.

- Muus, B.J., Nielsen, J.G. 1999. Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book, Hedeusene, Denmark.
- Paspatis, M., Maragoudaki, D., Kentouri, M. 2000. Self-feeding activity patterns in gilthead sea bream (*Sparus aurata*), red porgy (*Pagrus pagrus*) and their reciprocal hybrids. *Aquaculture*, 190 (3-4): 389-401.
- Pavlidis, M.A., Mylonas, C. 2011. Sparidae Biology and Aquaculture of Gilthead Sea Bream and Other Species. Blackwell Scientific Publishings, Oxford.
- Perry, A.L., Low, P.J., Ellis, J.R., Reynolds, J.D. 2005. Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, 38 (1): 1912–1915.
- Pita, C., Gamito, S., Erzini, K. 2002. Feeding habits of the gilthead seabream (*Sparus aurata*) from the Ria Formosa (southern Portugal) as compared to the back seabream (*Spondylusoma cantharus*) and the annular seabream (*Diplodus annularis*). *Journal of Applied Ichthyology*. 18 (1): 81- 86.
- Pittman, S.J., McAlpine, C.A. 2001. Movement of marine fish and decapod crustaceans: process, theory and application. *Adv. Mar. Biol.*, 44 (1): 205-294.
- Remen, M. 2015. Effect of temperature on the metabolism, behaviour and oxygen requirements of *Sparus aurata*. *Aquaculture Environment Interactions*, 7 (1): 115-123.
- Rossi, A.R., Perrone, E., Sola, L. 2006. Genetic structure of gilthead seabream, *Sparus aurata*, in the Central Mediterranean Sea. *Central European Journal of Biology*, 1 (1): 636-647.
- Saavedra, M., Pousao-Ferreira, P. 2006. A preliminary study on the effect of lunar cycles on the spawning behaviour of the gilt-head sea bream, *Sparus aurata*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 86 (1): 899-901.
- Sánchez-Muros, M., Corchete, V., Suarez, M., Cardenete, G., Gómez-Milán, E., De la Higuera, M. 2003. Effect of feeding method and protein source on *Sparus aurata* feeding patterns. *Aquaculture*, 1 (1): 89-103.
- Sánchez-Vázquez, F.J., Madrid, J.A., 2001. Feeding anticipatory activity. U: Houlihan, D., Boujard, T., Jobling, M. (Eds.), *Food Intake in Fish*. Blackwell Science, Ltd., Oxford, UK, str. 216–232.
- Sbragaglia, V., Nuñez, J.D., Dominoni, D. 2019. Annual rhythms of temporal niche partitioning in the Sparidae family are correlated to different environmental variables. *Sci Rep.*, 9 (1): 1708.
- Sola, L., Moretti, A., Crosetti, D., Karaïskou, N., Magoulas, A., Rossi, A.R., Rye, M., Triantafyllidis, A., Tsigenipoulos, C.S. 2006. Evaluation of genetic impact of aquaculture activities on native

- populations. A European network, WP1, "Genetics of domestication, breeding and enhancement of performance of fish and shellfish". Genimpact project. Viterbo. Italy, str. 66.
- Stacey, N., Sorensen, P.W. 2008. Hormonally derived pheromones in fish. U: Rocha, M.J., Arukwe, A., Kapoor, B.G. Fish reproduction. Science Publ., Enfield, NH, USA, str. 201-243.
- Šegvić-Bubić, T., Grubišić, L., Karaman, N., Tičina, V., Mišlov Jelavić, K., Katavić, I. 2011. Damages on mussel farms potentially caused by fish predation - self service on the ropes? Aquaculture, 319 (1): 497-50.
- Taieb, A., Sley, A., Ghorbel, M., Jarboui, O. 2013. Feeding habits of *Sparus aurata* (Sparidae) from the Gulf of Gabes (central Mediterranean). Cahiers de Biologie Marine, 54 (1): 263-270.
- Tancioni, L., Mariani, S., Maccaroni, A., Mariani, A., Massa, F., Scardi, M., Cataudella, S. 2003. Locality-specific variation in the feeding of *Sparus aurata* L.: Evidence from two Mediterranean lagoon systems. Estuarine. Coastal and Shelf Science, 57 (1): 469-474.
- Tyler, A.Y. 1971. Monthly changes in stomach contents of demersal fishes in Passamaquoddy Bay (N.B.). Fish Res Board Can Tech Rep, 288 (1): 1-114.
- Velazquez, M., Zamora, S., Martinez, F.J. 2004. Influence of environmental conditions on demand feeding behaviour of gilthead seabream (*Sparus aurata*). J. Appl. Ichthyol, 20 (1): 536-541.
- Vrgoč, N., Peharda Uljević, M., Krstulović Šifner, S., Grubišić, L., Isajlović, I., Marušić, I., Vlahović, V. 2006. Eksploatacija pridonim parangalima u otvorenom Jadranu. Hrvatsko biološko društvo, Zagreb, Hrvatska. str. 313-314.
- Žužul, I., Šegvić-Bubić, T., Talijančić, I., Džoić, T., Lepen-Pleić, I., Beg Paklar, G., Ivatek-Šahdan, S., Katavić, I. & Grubišić, L. 2019. Spatial connectivity pattern of expanding gilthead seabream populations and its interactions with aquaculture sites: a combined population genetic and physical modelling approach. Scientific Reports, 9 (1): 1-14.

Životopis

Rođena sam 12. ožujka 1996. godine u Zagrebu. Nakon završene Prirodoslovne škole Vladimira Preloga, upisala sam preddiplomski sveučilišni studij Znanosti o moru na Odjelu za prirodne i zdravstvene studije Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli. Studij sam završila 2019. godine obranivši rad pod naslovom “Prisutnost i neke morfo-fiziološke značajke gofa, *Seriola dumerili* (Risso, 1810.) u ribarskom ulovu iz Medulinskog zaljeva” pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ana Gavrilović, čime sam stekla titulu prvostupnice Znanosti o moru. Iste sam godine upisala Diplomski studij ekologije i zaštite prirode na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.