

Selektivnost vrše za lov jegulje

Barbir, Barbara

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:226:183459>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
DIPLOMSKI STUDIJ MORSKO RIBARSTVO

Barbara Barbir

SELEKTIVNOST VRŠE ZA LOV JEGULJE

Diplomski rad

Split, rujan 2019.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
DIPLOMSKI STUDIJ MORSKO RIBARSTVO

SELEKTIVNOST VRŠE ZA LOV JEGULJE

Diplomski rad

Predmet: Lovnost i selektivnost ribolovnih alata

Mentor:

Doc. dr. sc. Jure Brčić

Student:

Barbara Barbir

Split, rujan 2019.

Zahvala

Veliku zahvalnost, u prvom redu dugujem svojem mentoru doc.dr.sc. Juri Brčiću koji mi je bezbrojnim savjetima pomogao pri izradi ovog diplomskog rada. Hvala vam na nesebičnoj i nadasve stručnoj pomoći prilikom pisanja istog.

Zahvaljujem se i mojim prijateljima, posebno cimerici Josipi koja mi je uvijek davala motivaciju i podršku tijekom petogodišnjeg studiranja i zajedničkog suživota u Splitu.

Veliku zahvalu dugujem cijeloj obitelji koja me je podržavala u svakom segmentu moga školovanja, hvala mome Toniju što mi je svojom podrškom i ljubavlju uljepšao prethodne tri godine studiranja.

I na kraju najveću zaslugu za sve što sam postigla tokom čitavog školovanja dugujem svojim roditeljima. Hvala VAM za svaki položen kolokvij, za svaki položen ispit, hvala na financijskoj podršci koju ste mi pružili tijekom petogodišnjeg studiranja i hvala što ste uvijek bili uz mene da bi ostvarila ovaj cilj. Ovaj diplomski rad posvećen je Vama.

SELEKTIVNOST VRŠE ZA LOV JEGULJE

Barbara Barbir

Sažetak

Za potrebe ovog rada uzorkovane su 94 jedinke jegulje (*Anguilla anguilla*). Svakog dana, mali uzorak živih jegulja je ubačen u testnu vršu, veličine oka 19,97 mm, koja je postavljena u posudu od 500 l ispunjenu morskom vodom. Nakon 24h, posuda bi se ispraznila, a jeguljama koje su pobjegle kroz oka testne vrše i jeguljama zadržanim unutar vrše izmjerena je ukupna duljina. Na temelju ovih podataka određeni su selektivna krivulja i selekcijski parametri L50 i SR testne vrše za lov jegulje. Mjerenjem opsega najvećeg presjeka jegulja uz pomoć morfometra, te provođenjem testa propadanja, kreiran je prediktivni model kojim je uspješno reproducirana selektivna krivulja testne vrše, te je ustanovljeno da kut otvora mrežnog oka na vrši ne igra nikakvu ulogu u selektivnosti, budući da ga jegulja snagom svog tijela može u potpunosti deformirati tijekom izlaska iz vrše.

(37 stranica, 34 slike, 4 tablice, 26 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Ključne riječi: *Anguilla anguilla*, selektivnost, vrše, test propadanja

Mentor: Doc. dr. sc. Jure Brčić

Ocjenjivači: 1. Doc. dr. sc. Maja Krželj
2. Doc. dr. sc. Jure Brčić
3. Doc. dr. sc. Frane Škeljo

University of Split
Department of Marine Studies
Graduate study Marine Fishery

MSc Thesis

SELECTIVITY OF EEL POTS

Barbara Barbir

Abstract

For the purpose of this thesis, 94 individuals of eel (*Anguilla anguilla*) were sampled. The eels were previously caught with commercial fyke nets. Each day, a small sample of live eels were transferred inside the test pot, made of 19.97 mm diamond mesh netting. The test pot was placed in a 500 l holding tank filled with seawater. After 24h, holding tank was emptied, eels escaped through the pot meshes and those retained inside the pot were collected and length measured to the nearest mm. Data collected was used to estimate eel pot selectivity. A logit curve was fitted to the experimental data, allowing the estimation of size selection parameters L50 and SR. Using the morphometer, we measured two cross sections with maximum circumference. The eels were then tested for their ability to pass through the range of mesh sizes from 14 mm to 40 mm, with mesh opening angles ranging from 15° to 90°. All this data was used to create predictive size selection model for eel pots. The prediction obtained using the model successfully recreated experimental size selection curve obtained for the test pot.

(37 pages, 34 figures, 4 tables, 26 references, original in: Croatian)

Keywords: *Anguilla anguilla*, selectivity, pots, fall-through test

Supervisor: Jure Brčić, PhD / Assistant Professor

Reviewers: 1. Maja Krželj, PhD / Associate Professor

2. Jure Brčić, PhD / Assistant Professor

3. Frane Škeljo, PhD / Assistant Professor

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
1.1. Općenito o vrsti	1
1.2. Ulov jegulje	4
1.2.1. Mreže stajačice	5
1.2.2. Procjedni alati	5
1.2.3. Klopkasti alati	6
1.3. Statistika ulova jegulje	11
1.4. Dosadašnja istraživanja	12
1.5. Cilj i svrha istraživanja	13
2. MATERIJALI I METODE	14
2.1. Određivanje referentne selekcijske krivulje	14
2.2. Eksperimentalni test propadanja	18
2.3. Određivanje oblika i opsega kritičnih presjeka jegulje	20
2.4. Određivanje veličine oka testne i komercijalne vrše	21
2.5. Simulacija testa propadanja te usporedba s eksperimentalnim testom propadanja	22
3. REZULTATI	23
3.1. Referentna selekcijska krivulja	23
3.2. Kritični presjeci jegulje	24
3.3. Rezultati testa propadanja	26
3.4. Određivanje oblika i opsega kritičnih presjeka jegulje	26
3.5. Određivanje optimalnog stupnja kompresije kritičnih presjeka jegulje	27
3.6. Određivanje veličine oka vrše	28
3.7. Predikcija selektivnosti	29
4. RASPRAVA	32
5. ZAKLJUČCI	34
6. LITERATURA	35

1. UVOD

1.1 Općenito o vrsti

Jegulja, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) (Slika 1) pripada obitelji jeguljki (*Anguillidae*) te je jedina vrsta iz te porodice koja nastanjuje obalu Jadranskog mora. Prema Jardasu (1996), sistematika jegulje je sljedeća:

Carstvo: *Animalia*

Koljeno: *Chordata*

Potkoljeno: *Vertebrata*

Razred: *Actinopterygii*

Red: *Anguilliformes*

Porodica: *Anguillidae*

Rod: *Anguilla*

Vrsta: *Anguilla anguilla*



Slika 1. Jegulja, *Anguilla anguilla*

(Izvor: <https://wwf.fi/wwf-suomi/viestinta/uutiset-ja-tiedotteet/WWF-iloitsee--Euroopan-komissio-esittaa-ankeriaan-rauhoitusta-Itamerelle-3271.a>).

Tijelo joj je izduženo, zmijoliko, a na stražnjem dijelu bočno spljošteno (Jardas, 1996). Glava je mala i šiljasta s malim očima (Milišić, 2007). Koža je prekrivena sitnim, rudimentarnim ljuskama te je prekrivena sluzi. Leđna peraja počinje daleko iza prsnih peraja te je spojena sa repnom i nastavlja se na podrepnu sve do analnog otvora (Slika 1). Trbušnih peraja nema. Boja tijela ovisi o staništu na kojem obitava te o stupnju spolne zrelosti, a varira od smeđozelenkaste do smeđožučkaste (Jardas, 1996). Trbušni dio tijela kod nezrelih primjeraka je žučkast, a kod zrelih srebrenastosjajan. Ženke su u prosjeku veće od mužjaka te mogu narasti preko 1 m (Jardas, 1996).

Prema znanstvenoj literaturi, najveća europska jegulja (148,7 cm) ulovljena je kod Stabline (Tutman i sur., 2007) (Slika 2).



Slika 2. Ulov najduže europske jegulje u Stablini (izvor: Tutman i sur., 2007).

Jegulja je katadromna vrsta što znači da živi u slatkoj vodi, a mrijesti se u moru. Prema Schmidt (1906), jegulje se mrijeste u Sargaškom moru. Mužjaci spolnu zrelost obično dostižu sa 30-40 cm (6-12 godina), a ženke sa 55-65 cm (10-20) godina (Jardas, 1996). Nakon

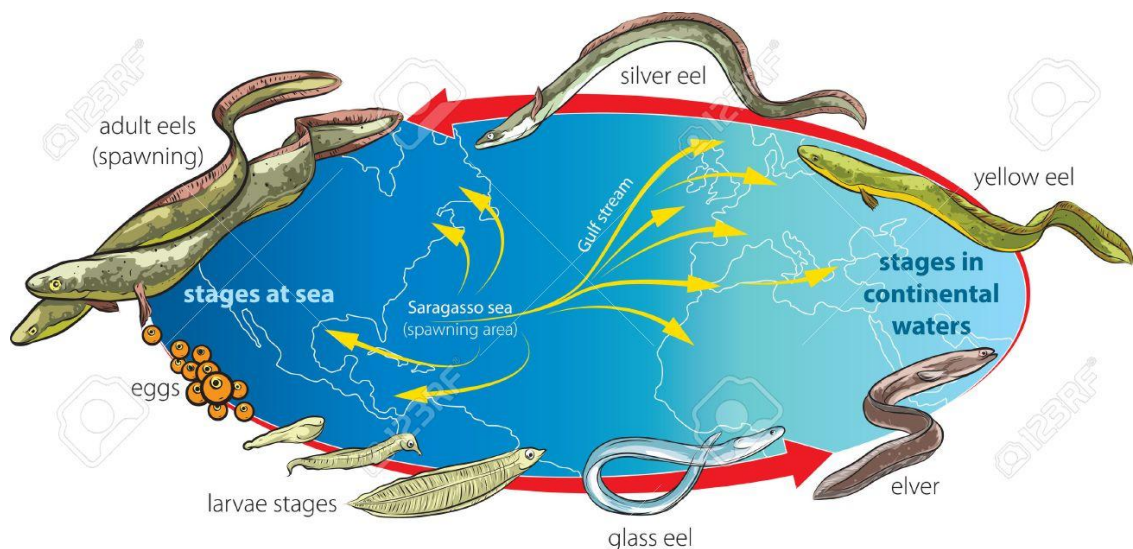
mrijesta odrasle jedinke ugibaju, a iz jajašca se razvijaju ličinke (leptocefali), koje putuju prema rijekama iz kojih su potekli roditelji (Jardas, 1996) (Slika 3).



Slika 3. Ličinka jegulje, leptocefalus

(izvor: http://www.nies.ch/doc/tr/tr155_europaeischer_aal.de.php).

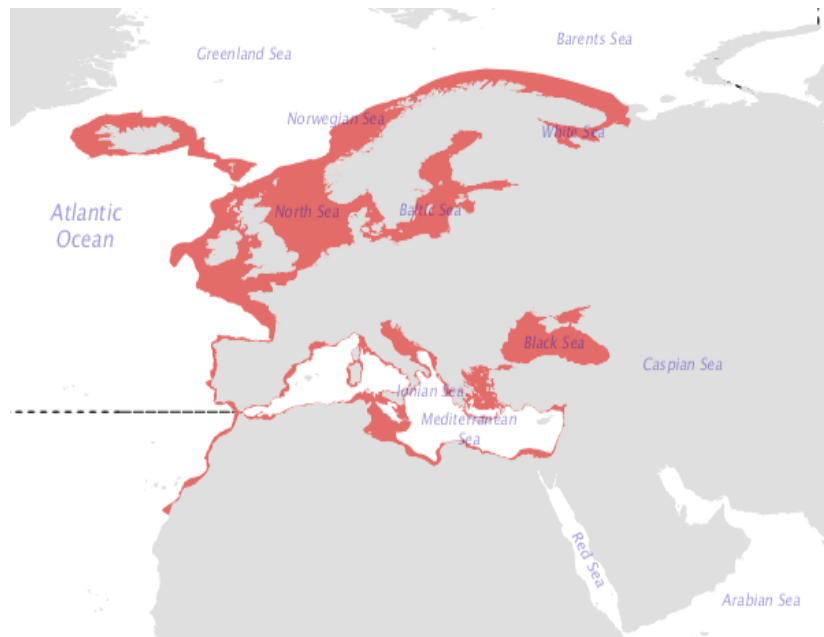
Leptocefali dužine 5-7 mm putuju prema rijekama iz kojih potječu roditelji te tijekom svoga puta prolaze preobrazbe da bi u rijeke ušle kao staklaste jeguljice (Morović, 1976). Putovanje i preobrazba traju do 3 godine. Na Slici 4 prikazan je životni ciklus europske jegulje.



Slika 4. Životni ciklus europske jegulje, *Anguilla anguilla*

(izvor: <https://it.depositphotos.com/43990997/stock-illustration-eels-migration.html>).

Europska jegulja rasprostranjena je u Istočnom Atlantiku, od Skandinavskog poluotoka i Islanda do zapadne obale Afrike te u cijelom Mediteranu i Crnom moru i pripadajućim slatkim vodama (Jardas, 1996) (Slika 5). Nalazi se posvuda uzduž obale Jadrana, a glavna su joj obitavališta slatke vode povezane s morem (Milišić, 2007). U Republici Hrvatskoj, najbolja lovišta su rijeka Neretva, Bojana, Cetina, Zrmanja i Vransko jezero kod Biograda.



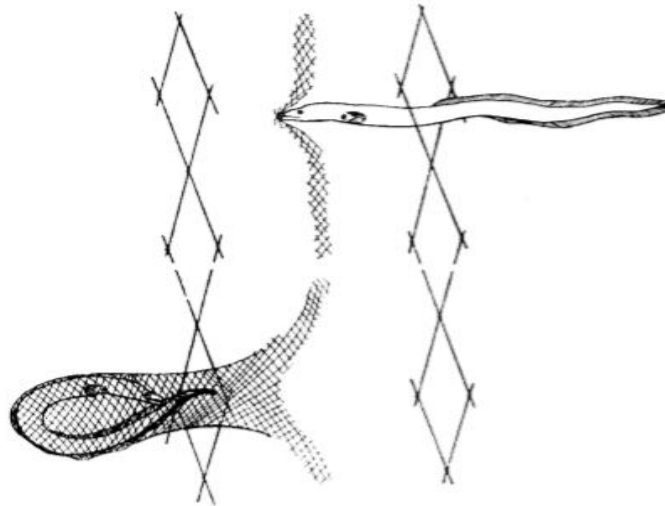
Slika 5. Rasprostranjenost jegulje, *Anguilla anguilla* (izvor: FAO, 2019).

1.2 Ulov jegulje

Za lov jegulje koriste se gotovo sve poznate ribolovne tehnike. Za vrijeme migracija i drugih kretanja koje se određuju prema sezoni ili dobu dana koriste se različite tehnike ulova. Jegulja se lovi velikim brojem ribolovnih alata, ali klopkasti alati čine najveću i najraznolikiju skupinu alata u ulovu jegulje (Tesch i sur., 2003). Dolje u tekstu su ukratko opisani najvažniji alati kojima se lovi jegulja.

1.2.1. Mreže stajaćice

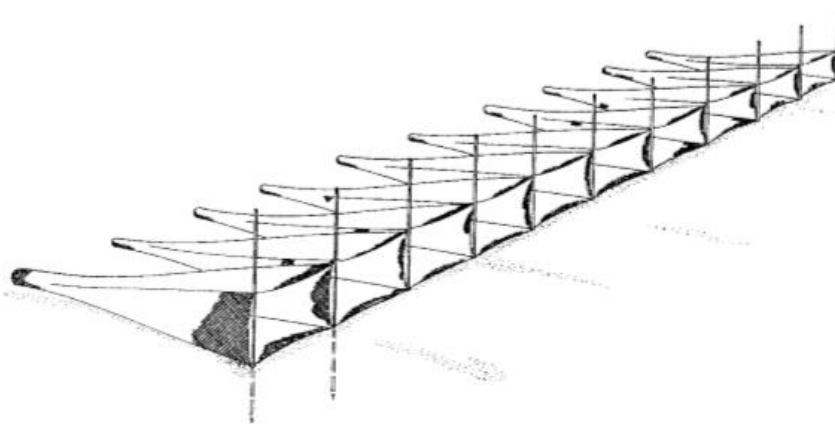
Trostruke zaplićuće mreže su mreže koje se upotrebljavaju pri ulovu pridnenih vrsta ribe i morskih organizama. To su ribolovni alati koji se sastoje od tri mrežna zastora: središnjeg ili mahe, koji se sastoji od mrežnog tega manjih oka; te dva vanjska ili popona, koji se sastoje od mrežnog tega većih oka (Cetinić i Swiniarski, 1985). Jegulja se lovi na način da prođe kroz oko popona, udari u mahu i pokušavajući se izmigoljiti ostaje zapletena u mrežu (Slika 6).



Slika 6. Shematski prikaz zapletanja jegulje u trostruku mrežu stajaćicu, (izvor: prema Tesch i sur., 2003).

1.2.2. Procjedni alati

Stajaće procjedne mreže su alati čije je tijelo slično stožastoj vreći koje se postavljaju na ušćima rijeka pomoću kolaca ili sidara (Slika 7). Razlika između stajaćih procjednih mreža i trate (klopka od krila i vreće koji su izrađeni od mrežnog tega)jest u tome što jegulje pasivno ulaze nošene strujanjem u procjedne mreže, dok u trate ulaze aktivno (Tesch i sur., 2003).

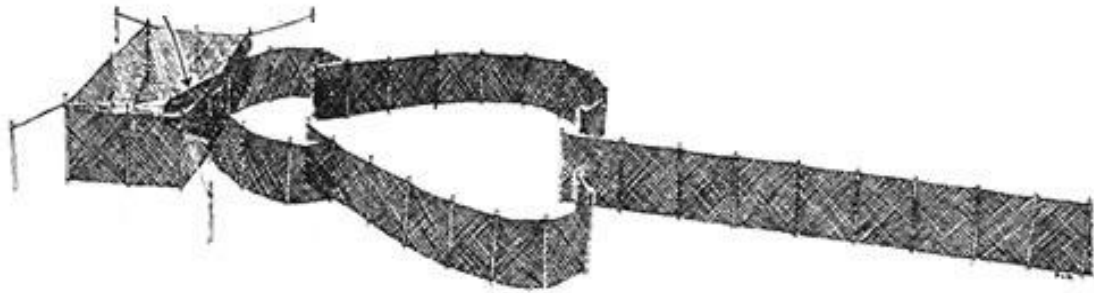


Slika 7. Stajaće procjedne mreže (izvor: prema Tesch i sur., 2003).

1.2.3. Klopasti alati

Klopasti alati čine najvažniju i najraznolikiju skupinu alata koji se koriste za lov jegulje (Tesch i sur., 2003). Jegulje ulaze u klopke vlastitom snagom tijela ili djelovanjem strujanja. Ova velika i raznolika skupina ribolovnih alata podijeljena je na otkrivene i pokrivene klopke, od kojih su pokrivene (vrše i stajaći kogol) najčešće u uporabi (Cetinić i Swiniarski, 1985).

Otkrivene klopke su klopke koje nisu pokrivene s gornje strane i čije stijenke strše iznad površine vode (Cetinić i Swiniarski, 1985). To su klopke čije dimenzije mogu varirati od nekoliko metara do nekoliko kilometara. Sastoje se od sustava mreža uspravno postavljenih u vodi, točnije od jedne mreže koja u vodi stoji kao zid te usmjerava ribu u jedan ili dva lijevka te vreće u kojoj se zadržava ulovljena riba (Slika 8) (Tesch i sur., 2003).



Slika 8. Prikaz otkrivene klopke

(izvor: <http://bayweekly.com/old-site/year03/issuexi14/leadxi14b.html>).

Pokrivene klopke su klopke čiji je lovni dio s gornje strane pokriven (Cetinić i Swiniarski, 1985). Najpoznatija pokrivena klopka je vrša za lov jegulje. Vrša se sastoji od dva ili više vršnjaka izrađenih od prirodnih ili sintetičkih vlakana (Tesch i sur, 2003). Na Jadranu su se za ulov jegulje koristile vrše ispletene od pruća. Takva vrša predstavlja preteču današnjih komercijalnih vrša koje se koriste u lovu jegulje (Slika 9).

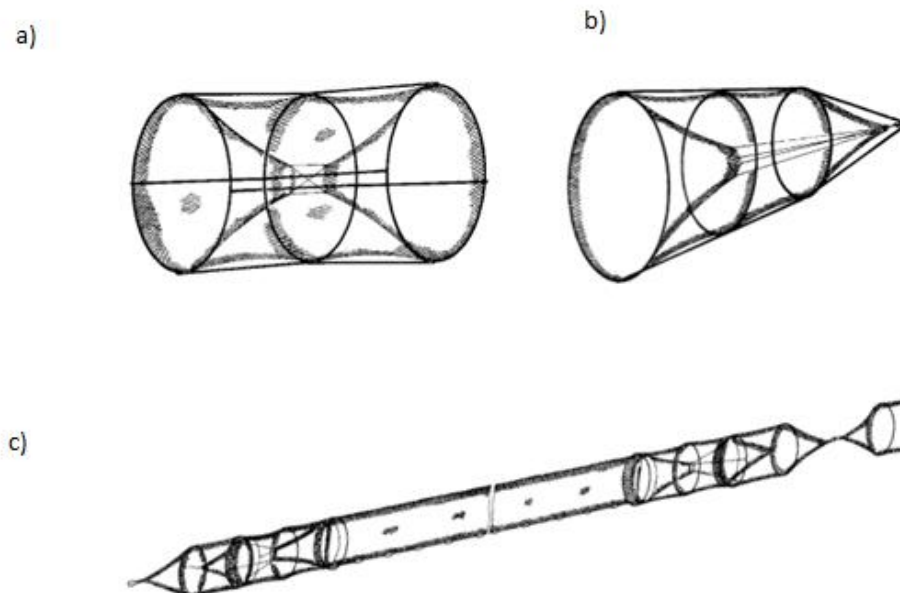


Slika 9. Primjer tradicionalne vrše isprepletene od pruća (izvor: foto Barbara Barbir).

Danas se u komercijalnom ribarstvu širom svijeta upotrebljavaju vrše izrađene od mrežnog tega. Vrše za jegulje izrađene od mrežnog tega konstruirane su prema dizajnu vrše ispletene od pruća (Tesch i sur., 2003). Vrše se potapaju pojedinačno ili u skupinama (Cetinić i Swiniarski, 1985). Cilindričnog su ili konusnog oblika i sastoje se od mrežnog tega koji se proteže čvrsto oko obruča. Danas su poznati različiti dizajni vrša od mrežnog tega, od kojih su ovdje opisane samo neke koje su poznatije i koje imaju veći značaj.

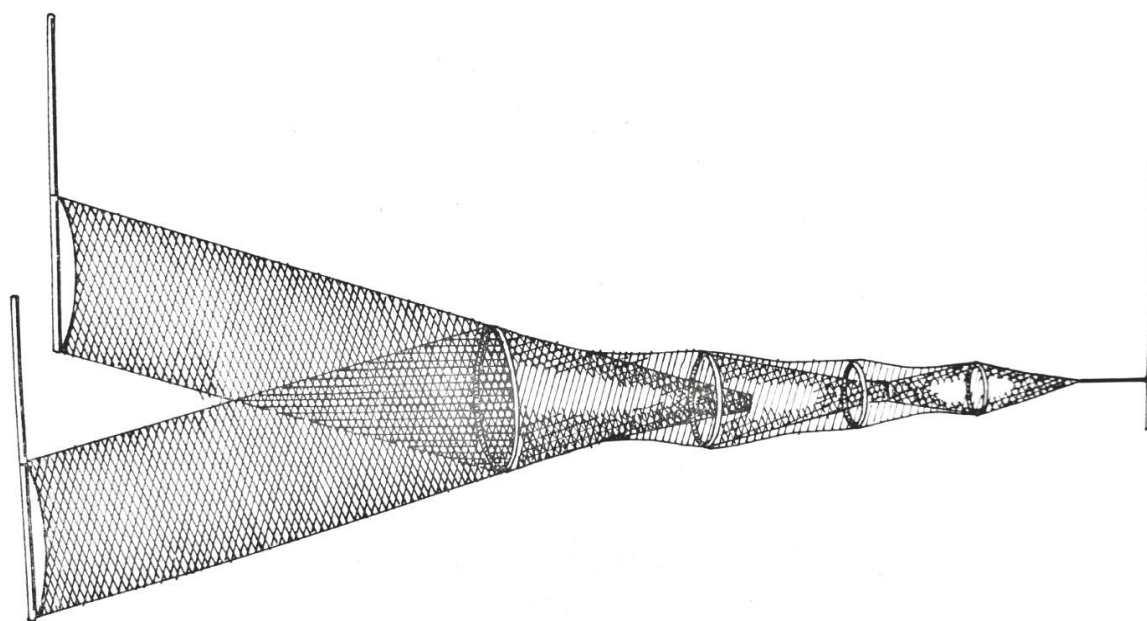
Vrša od mrežnog tega s dva vršnjaka u obliku lijevka (Slika 10a) i to po jedan na svakoj strani vrše (Tesch i sur., 2003). Ovakav dizajn se najčešće upotrebljava u srednjoeuropskim zemljama. Sastoji se od tri obruča, preko kojih je razapet mrežni teg. Nedostatak takvih vrša je u tome što jegulje relativno brzo pronalaze izlaz.

Češće se u komercijalnom ribolovu koristi mala konusna vrša od mrežnog tega, koja je otvorena samo na jednom kraju (Slika 10b). Sastoji se od pet obruča ili prstenova koji su progresivno manjeg promjera prema stražnjoj strani i sadrži dva vršnjaka (Tesch i sur., 2003). Dužine je oko 1,3 m, a promjer otvora je 35 cm. Ovakve vrše se najčešće povezuju u parangal (Slika 10c) čija duljina zna doseći od 300 do 500 m, a ponekad i preko 1 km (Tesch i sur., 2003).



Slika 10. Različiti oblici i konstrukcije mrežnih vrša prema Tesch i sur. (2003); vrša od mrežnog tega s dva vršnjaka u obliku lijevka na svakoj strani vrše (a); vrša od mrežnog tega s jednim otvorom na kraju (b); vrše postavljene u parangal (c).

Stajaći kogol ili trata (Slika 11) je mrežna klopka koja uzima u obzir sezonska kretanja jegulje. Jegulja ulazi u klopke koje su postavljene na putu njenog kretanja. Osnovni konstrukcijski dio mrežne klopke je lovna krletka, koja ima ulaz kroz koji objekt ulova dospijeva u unutrašnjost mrežne klopke. Sastoji se od dva grla, koji imaju oblik lijevka. Zadaća grla je da usmjerava jegulju u unutrašnjost lovne krletke, a istodobno onemogućava izlazak iz nje. To je postignuto na način da je širi otvor prednjeg lijevka okrenut prema ulazu u lovnu krletku, a izlaz drugog lijevka u stražnju komoru je uzak (Cetinić i Swiniarski, 1985). Pored grla, lovna se krletka sastoji od jedne ili više komora, koje predstavljaju prostor koji se proteže od jednog do slijedećeg otvora grla (Cetinić i Swiniarski, 1985). Zadnji segment stajaćeg kogola je vreća u koju se skuplja ulovljena jegulja (Slika 11).



Slika 11. Konstrukcija stajaćeg kogola (izvor: prema Cetinić i Swiniarski, 1985).

Umjesto dva lijevka mogu se instalirati tri, a broj obruča obično varira između pet i sedam pa čak i do deset (Tesch i sur., 2003). Kao i kod vrša, najveći promjer ima prvi obruč, a svaki sljedeći u pravcu vreće je manji. To su mreže velikih dimenzija koje su opremljene dodatnim konstrukcijskim elementima kao što su krila (Slika 12). Krajevi krila i kraj vreće se za vrijeme ribolova razapinju na drvenim kolcima. Trata je mrežna klopka koja se koristi na način da se njome pregrade rijeke, kanali ili potoci i na takav način se presretaju jegulje.



Slika 12. Trata velikih dimenzija (izvor: foto Barbara Barbir).

Na Jadranu, točnije na području ušća rijeke Neretve, također se upotrebljava identična mrežna klopka. Upotrebljava se u doba migracije jegulje iz slatke vode u more na način da se tratom pregrađuju korita rijeka ili potoka. Trata se pomoću većih drvenih kolaca učvršćuje i tamo ostaje cijelu jesen (Slika 13). Po zakonskoj regulativi u Republici Hrvatskoj, veličina oka ni na jednom dijelu stajaćeg kogola (trate) ne smije biti manja od 24 mm (NN 84/2015).



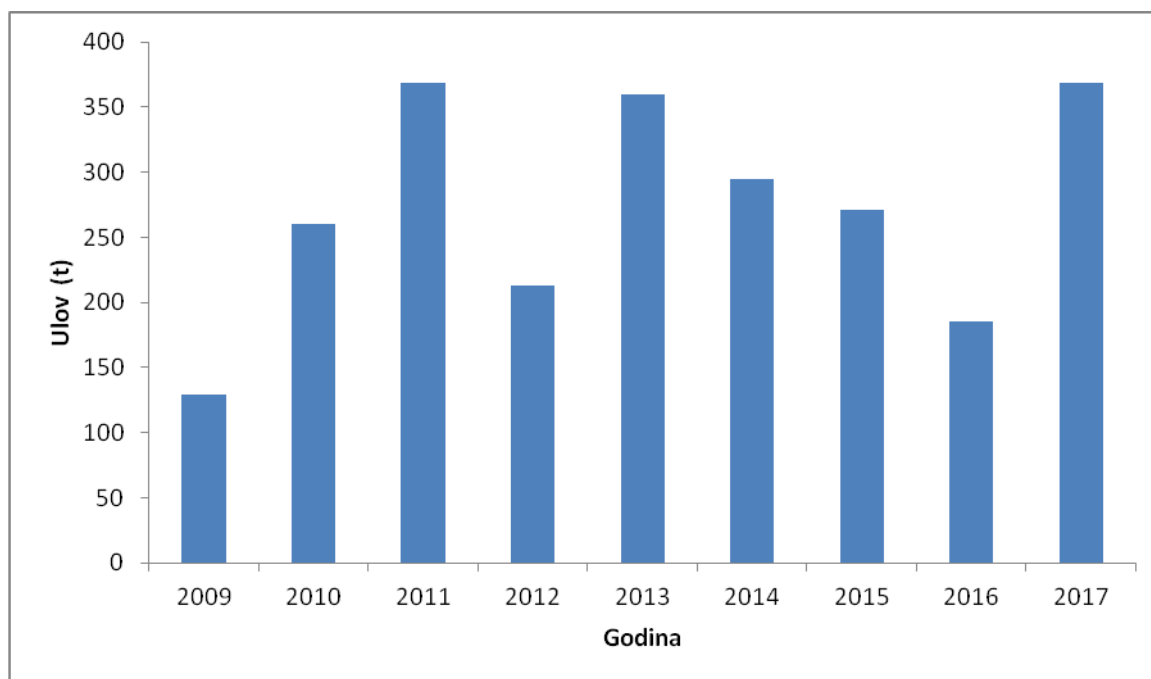
Slika 13. Prikaz trate s kolcima u dolini Neretve (izvor:

<http://www.rogotin.hr/2016/11/09/nikola-grgurinovic-samija-najstariji-aktivni-ribolovac-delte-neretve/>)

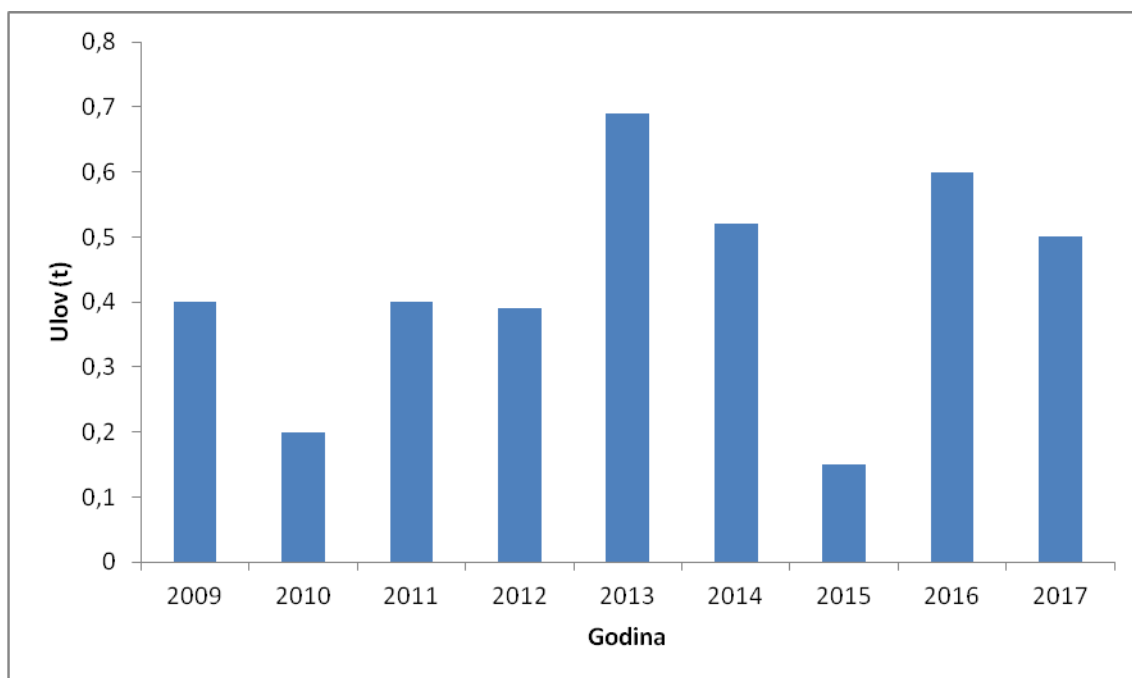
Iz gore navedenog se može zaključiti da entuzijazam ribara za različite dizajne gotovo ne poznaje granice. Naravno, svako mjesto na kojem se lovi jegulja ima svoje osobine, uključujući vrijeme, strujanje, dubinu vode, nagib tla, konfiguraciju dna, itd. (Tesch i sur., 2003). Budući da je na tržištu teško naći ribolovni alat koji je u potpunosti gotov i spreman za ribolov, od ribara se traži potrebno iskustvo i znanje kako bi mogli napraviti modifikacije na alatu i kao takvog ga koristi u ribolovne svrhe (Tesch i sur., 2003).

1.3 Statistika ulova jegulje

Lov jegulje u Jadranu traje tokom čitave godine, ali pravi lov se odvija u jesen kada jegulje radi mrijesta migriraju u Sargaško more (Milišić, 2007). Lovi se vršama, potegačama, ostima, ali glavninu ulova čine mreže trate i manji tratuni. Statistički podaci o ulovu jegulje na području Mediterana zabilježeni su samo u Grčkoj, Španjolskoj, Francuskoj, Italiji i Hrvatskoj (EUROSTAT, 2019). Od svih mediteranskih zemalja, Francuska izlovljava najviše, 227,58 tona od ukupnih 368,53 tona (EUROSTAT, 2019). Na Slici 14 prikazan je ukupni ulov jegulje na području Crnog mora i Mediterana u periodu od 2009. do 2017. godine. Ulov jegulje u Hrvatskoj u odnosu na druge zemlje Mediterana je gotovo zanemariv (Slika 15).



Slika 14. Ukupni ulov jegulje na području Crnog mora i Mediterana (2009-2017.) (izvor: EUROSTAT, 2019).



Slika 15. Ulov jegulje u Hrvatskoj (2009-2017) (izvor: EUROSTAT, 2019).

1.4 Dosadašnja istraživanja

Najveći broj studija o jegulji fokusiran je na njen mrijest. Prema Moroviću (1976), još od 1919. godine počinju istraživanja i hipoteze znanstvenika o mogućem mrijestu jegulje. Europske jegulje atlanskih obala te Baltičkog mora bez ikakvih zapreka mogu doći do Sargaškog mora i izmrijestiti se (Morović, 1976). Međutim nije bilo sigurno što se događa s jeguljom Sredozemnog mora te da li i ona prolazi kroz uski Gibratarski prolaz i mrijesti se u Sargaškom moru ili pak ostaje u Sredozemlju i tu se mrijesti. Kako je bilo govora da stok mediteranske jegulje ne doprinosi mrijestu, budući da nema dokaza da jegulje napuštaju Sredozemno more, Amilhat i suradnici (2016) su proveli istraživanje na 8 ženki jegulje koje su bile markirane pop-up oznakama. Prema rezultatima, 5 jegulja je podleglo predatorima u Mediteranu, 1 je preživjela i ostala u Mediteranu, a 2 su uspješno prošle Gibraltarski prolaz i završile u Atlanskom oceanu i to nakon šest mjeseci od puštanja te nakon pređenih 2000 km. Zahvaljujući ovom istraživanju zna se da jegulje iz Mediterana mogu prijeći Gibraltarski tjesnac i nastaviti svoju migraciju prema Sargaškom moru.

Weltersbach i suradnici (2018) su istraživali smrtonosne i subletalne učinke ulova i naknadnog oslobađanja na jegulje. Eksperimentom su se procjenjivali učinci različitih udica na stope ulova, kako bi se razvile smjernice za najbolju ribolovnu praksu. Studija je pokazala da ribolovci mogu smanjiti mortalitet i ulov malih jegulja odgovarajućim izborom udice, čime se ublažavaju negativni učinci ribolova.

Bevacqua i suradnici (2009) su na temelju podataka prikupljenih iz različitih eksperimentalnih studija kreirali prediktivni selektivni model za tratu za lov jegulje. Prema autorima, kreirani model se može iskoristiti kako bi se evoluirale posljedice različitih načina upravljanja izlova populacija jegulja. Prema Naismith i Knights (1990), zadržavanje ribe u vreći trate može se povećati gomilanjem i stresom koji umanjuju bijeg pojedinaca koji bi teoretski mogli proći kroz mrežu. Nažalost, utjecaj tih faktora na selektivnost trate slabo je dokumentiran. Za razliku od trate, za vršu, unatoč tome što je jedan od najvažnijih alata kojim se izlovljava jegulja, u trenutku izrade ovog rada, ne postoji niti jedna studija u kojoj se određivala selektivnost.

1.5 Svrha i ciljevi rada

Ovim radom želi se dati odgovor na sljedeća pitanja:

- Kolika je selektivnost vrše za lov jegulje izrađene od romboidnog oka veličine 19,97 mm?
- Da li se uz pomoć FISHSELECT metode može kreirati model kojim će se predvidjeti selektivnost vrša različitih veličina romboidnog oka?
- Da li se može objasniti mehanizam bijega jegulje kroz oko vrše?

2. MATERIJALI I METODE

2.1 Određivanje referentne selekcijske krivulje

Obzirom na to da su ulovi vrša za lov jegulje izrazito mali, eksperimentalno određivanje selektivnosti bilo bi jako dugotrajno i komplicirano. Iz tog je razloga kreirana testna vrša, dimenzija manjih od komercijalne (Slika 16), kako bi se u kontroliranim uvjetima ispitala njena selektivnost.



Slika 16. Usporedba komercijalne (lijevo) i testne vrše (desno) (izvor: foto: Barbara Barbir).

Testna vrša izrađena je od mrežnog tega veličine oka od $19,97 \pm 0,90$ mm (\pm SD). Sastoji se od dva vršnjaka i dvije komore (Slika 16). Testna vrša je napravljena u dimenzijama manjim od komercijalne da bi mogla fizički stati u posudu veličine 500 l, kako bi se u kontroliranim uvjetima simulirao normalni lovni proces te odredila selektivnost. Eksperimentalni dio određivanja selektivnosti testne vrše započeo je punjenjem posude

boćatom vodom iz prirodnog okoliša u kojem jegulje inače obitavaju (jezero Birina kod Ploča) (Slika 17).



Slika 17. Punjenje posude boćatom vodom (izvor: foto Barbara Barbir).

Testna populacija jegulja prikupljena je tratom čija je veličina jedne stranice oka mrežnog tega iznosila 8 mm te manjim tratunom čija je veličina jedne stranice oka mrežnog tega iznosila 6 mm.

Područje u kojem se lovila jegulja obuhvaćalo je područje doline Neretve, točnije njezinih rukavaca.

Testnu populaciju jegulja ulovljenih tratom trebalo je neko vrijeme održavati živima prije nego što se stave u testnu vršu. Za tu potrebu poslužio je tzv. „burać“ (Slika 18) koji se tradicionalno koristi za održavanje jegulje živom do prve prodaje.

Svakog dana je iz buraća u testnu vršu prebačeno do 15 živih jegulja. Testna vrša je zatim ubačena u posudu napunjenu boćatom vodom, te je konopcima privezana da ne dodiruje dno posude (Slika 19).

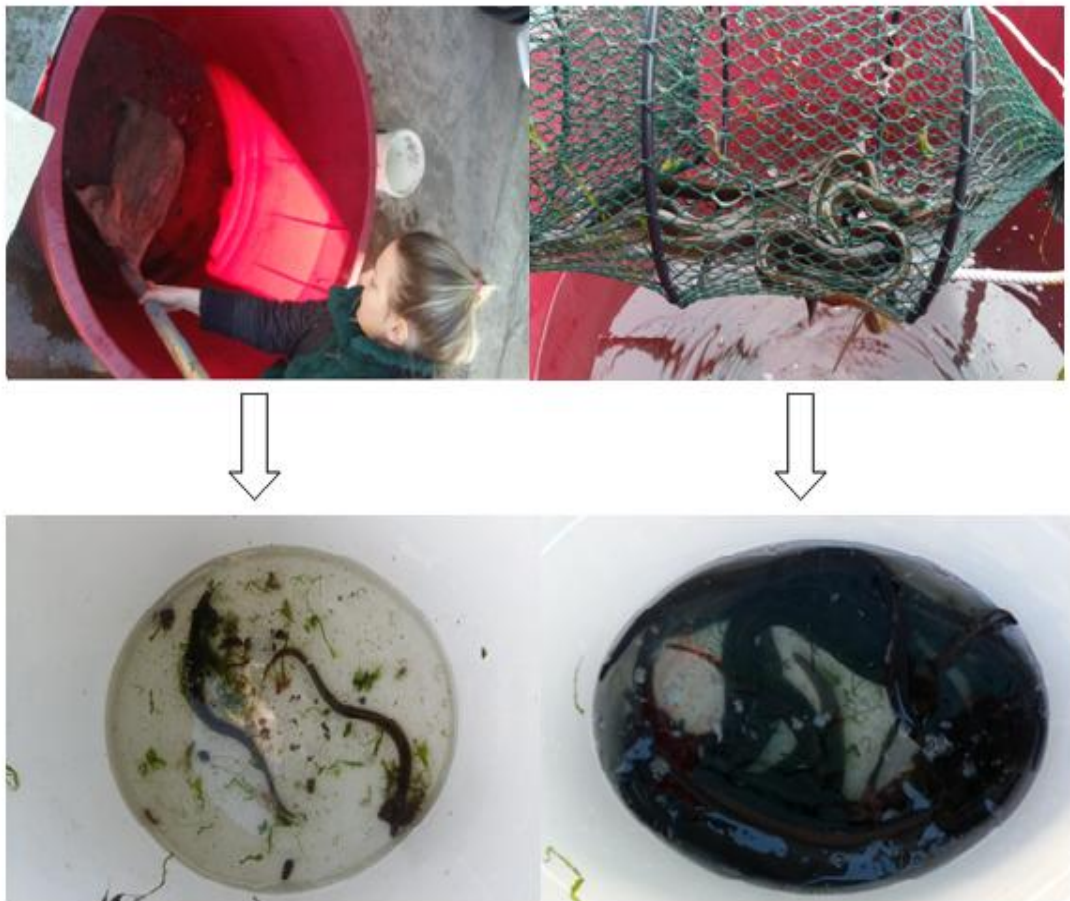


Slika 18. Burać (izvor: foto Barbara Barbir).



Slika 19. Položaj vrše u posudi (izvor: foto Barbara Barbir).

Jegulje su direktno ubačene u posljednju komoru vrše. Tako postavljena vrša s jeguljama je ostavljena 24 h kako bi im osigurali dovoljno vremena da pobjegnu kroz otvor oka ukoliko su odgovarajuće veličine. Kako bi spriječili ponovni ulazak pobjeglih jegulja u vršu, na dno posude postavljena su kamenja različitih veličina te alge iz njihovog prirodnog staništa u koje se jegulje nakon bijega mogu sakriti. Nakon 24 h vrša bi se izvadila iz posude, a jegulje prebacile žive u manju posudu s boćatom vodu kako bi im se izmjerila duljina i težina. Jegulje koje su uspjele pobjeći iz vrše špurtilom su izvađene iz posude te prebačene u drugu posudu s boćatom vodom kako se ne bi pomiješale s jeguljama koje su ulovljene u testnoj vrši (Slika 20). Nakon toga je izmjerena ukupna duljina i težina jednih i drugih jegulja.



Slika 20. Odvajanje pobjeglih i zadržanih jegulja (izvor: foto Barbara Barbir).

Prikupljene podatke o broju zadržanih i pobjeglih jegulja tretirani su kao da su prikupljeni tzv. metodom pokrovne vreće (Wileman i sur., 1996), gdje se za jedinke koje su pobjegle kroz oko smatralo da su završile u pokrovnoj vreći. To nam je omogućilo da vjerojatnost

zadržavanja u vrši opišemo jednom od selekcijskih krivulja (Wileman i sur., 1996). U ovom radu vjerojatnost zadržavanja opisali smo logit krivuljom (Wileman i sur., 1996) sljedećeg oblika:

$$r(l, v) = \frac{\exp\left(\frac{\ln(s)}{SR} \times (l - L50)\right)}{1.0 + \exp\left(\frac{\ln(s)}{SR} \times (l - L50)\right)} \quad (1)$$

gdje L50 predstavlja dužinu jegulje pri kojoj je 50% jedinki te dužine zadržano u vrši, a ostatak je pobjegao, dok SR predstavlja selekcijski raspon ($SR = L75 - L25$). 95-postotni intervali povjerenja krivulje i selekcijskih parametara određeni su dvostrukom bootstrap metodom, s tisuću ponavljanja (Sala i sur., 2015). Gore navedena analiza provedena je uz pomoć SELNET softverskog paketa (Sala i sur., 2015).

2.2 Eksperimentalni test propadanja

Kako bi se ispitala selektivnost različitih veličina oka vrša za lov jegulje korištena je FISHSELECT metoda. Nakon što je izmjerena dužina i težina jegulja izvađenih iz testne vrše i posude, testom propadanja (Slika 21) ispitana je mogućnost prolaska svake jedinke kroz oka točno određene veličine i kuta otvora.

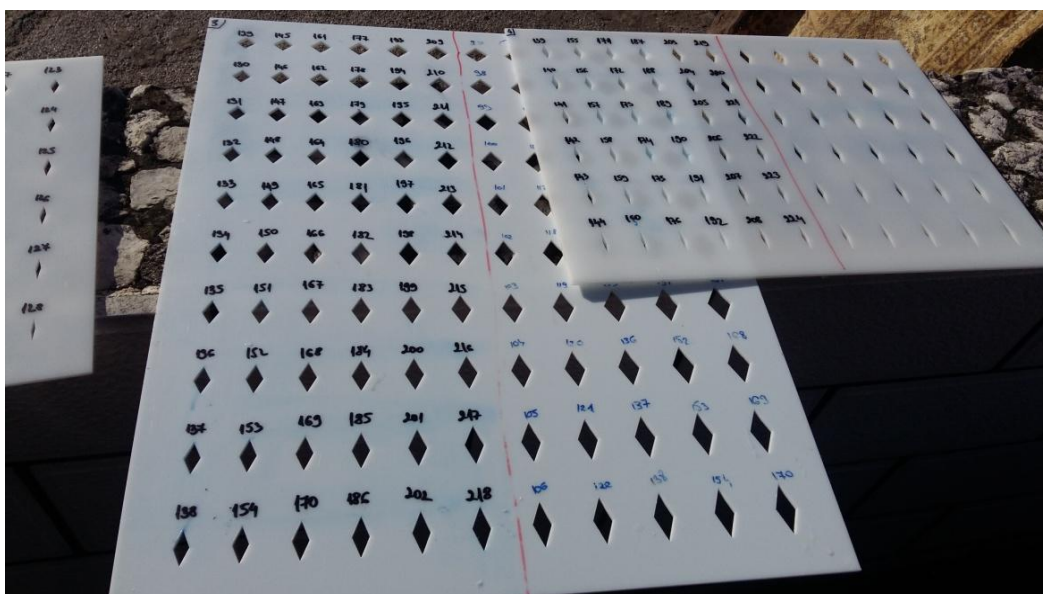
U tu svrhu su u plastičnu ploču debljine 5 mm laserski urezana romboidna oka različitih veličina i kuteva otvora (Slika 22). Raspon veličine testiranih oka kretao se od 14 mm do 40 mm u koracima od 2 mm, dok se kut između susjednih stranica testiranih oka kretao od 15° do 90° u koracima od 5° (Slika 22).

Test propadanja uključivao je dvije faze. U prvoj fazi je uzeto po nekoliko primjeraka malih, srednjih i velikih jegulja te se njihovim provlačenjem kroz oka definirao položaj najvećeg poprečnog presjeka tijela jegulje, odnosno mjesta gdje jegulja zapne prilikom provlačenja kroz određeno oko (dalje u tekstu: kritični poprečni presjeci jegulje).

Druga faza uključuje provlačenje jegulje kroz različite veličine i kuteve otvora oka. Jedinke su provlačene žive kako bi se što vjernije simulirao prolaz jegulje kroz oko vrše tijekom normalnog lovnog procesa.



Slika 21. Test propadanja (izvor: foto Barbara Barbir).



Slika 22. Izgled ploča s kojima je napravljen test propadanja (izvor: foto Barbara Barbir).

2.3 Određivanje oblika i opsega kritičnih presjeka jegulje

Nakon druge faze provlačenja, uz pomoć morfometra izmjeren je oblik i opseg kritičnih poprečnih presjeka svake jegulje. Morfometar se sastoji od kvadratnog okvira metalne konstrukcije ispunjenog mnoštvom iglica (Slika 23). Svaka jegulja bi se postavila unutar okvira te bi se, približavajući iglice tijelu ribe s lijeve i desne strane morfometra, uzeo obris željenog presjeka (Slika 24).



Slika 23. Morfometar (izvor: foto Barbara Barbir).

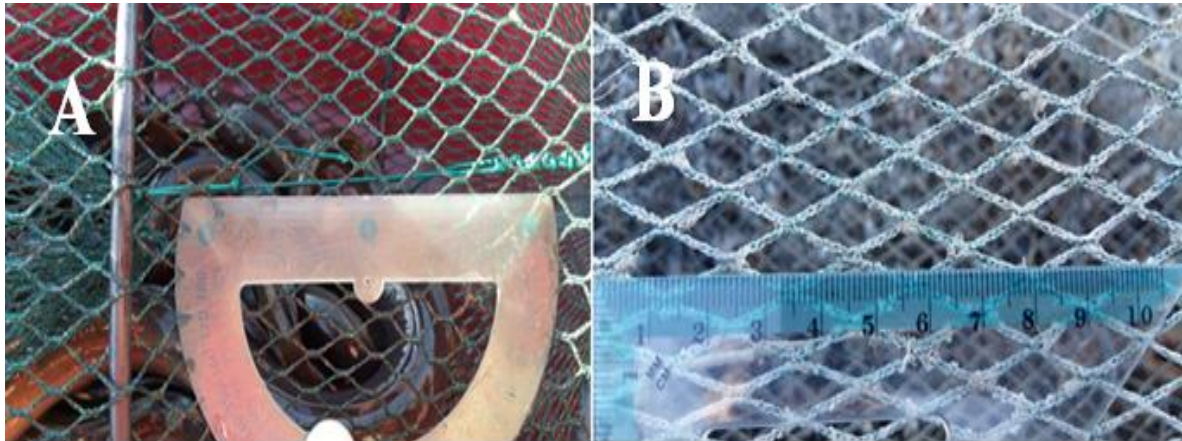
Tijelo jegulje je izrazito mekano pa se posebna pažnja usmjerila na to da se iglice lagano prislone na kožu kako bi se dobio vjerodostojan obris željenog presjeka. Budući da je tijelo jegulje izrazito mišićavo i obavijeno sluzi bilo je teško raditi sa živim jeguljama. Zbog toga su jegulje stavljene u zamrzivač na otprilike 15 min kako bi im se usporio metabolizam. Otisak željenog presjeka jegulje je zatim skeniran običnim stolnim scannerom.



Slika 24. Rad s morfometrom (izvor: foto Barbara Barbir).

2.4 Određivanje veličine oka testne i komercijalne vrše

Kako bi odredili veličinu i kut između dvije susjedne stranice svakog oka, korišten je FISHSELECT software (Herrmann i sur., 2009). Za početak su fotografirana oka testne i komercijalne vrše zajedno s referentnom dužinom, u ovom slučaju ravnalom ili kutomjerom (Slika 25). Ukupno je fotografirano 15 oka svake vrše. Fotografije su zatim obrađene u FISHSELECT software-u. Kao rezultat dobio bi se digitalizirani oblik oka koji bi se zatim aproksimirao parametarskom krivuljom romboidnog oblika, iz koje bi se iščitale vrijednosti veličine i kuta otvora svakog fotografiranog oka. Za svaku vršu izračunat je srednjak i standardna devijacija veličine i kuta između susjednih stranica oka.



Slika 25. A) oka testne vrše i B) oka komercijalne vrše (izvor: foto Barbara Barbir).

2.5 Simulacija testa propadanja te usporedba s eksperimentalnim testom propadanja

Kod određivanja oblika i opsega kritičnih presjeka tijela jegulje, korištena je ista metoda kao i kod određivanja veličine i kuta oka na vrši. Prvo je svaki kritični presjek skeniran i digitaliziran u FISHSELECT software-u. Zatim se svaki presjek aproksimirao s jednom od 6 različitih parametarskih krivulja kako bi odredili koja krivulja najbolje opisuje određeni presjek. Nakon odabira odgovarajuće krivulje, odredio bi se opseg svakog kritičnog presjeka. Nakon toga su uz pomoć FISHSELECT softwarea simulirani presjeci istih onih jegulja koje su korištene u testu propadanja te sva oka kroz koja su provučene jegulje, kako bi se napravila simulacija testa propadanja. Simulacija propadanja napravljena je za različite stupnjeve kompresije tijela jegulje kako bi se usporedbom s eksperimentalnim testom propadanja odredio optimalni stupanj kompresije.

Podaci o duljini jegulje, veličini i opsegu kritičnih presjeka te stupnju njihove kompresije prilikom prolaženja kroz mrežno oko, uzeti su u obzir kako bi se kreirao prediktivni model te pokušala reproducirati eksperimentalna selekcijska krivulja testne vrše.

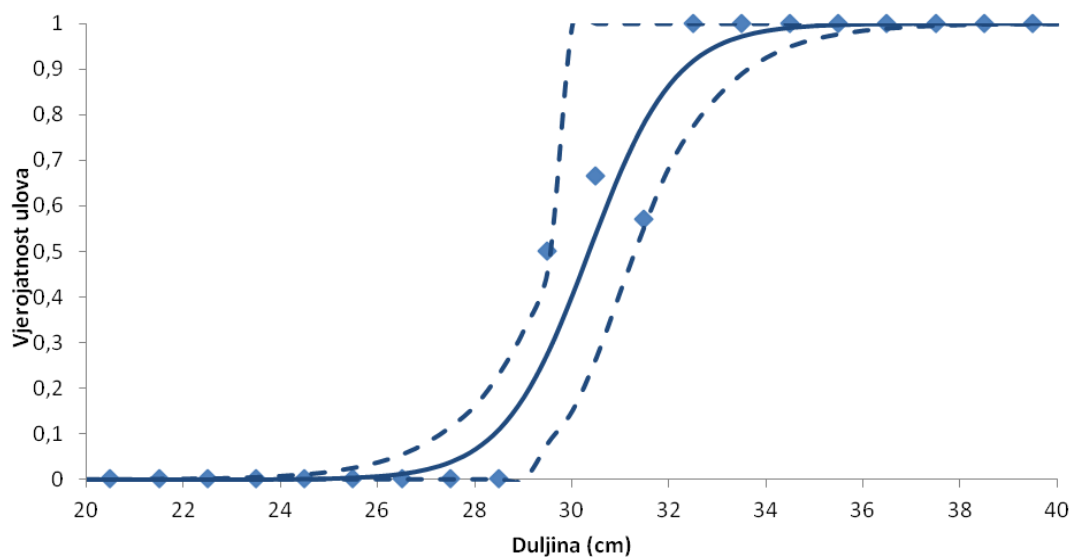
3. REZULTATI

3.1 Referentna selekcijska krivulja

Rezultati eksperimentalnog ispitivanja selektivnost testnom vršom prikazani su u Tablici 1. Podaci iz Tablice 1 su poslužili određivanju referentne eksperimentalne selekcijske krivulje testne vrše (Slika 26).

Tablica 1. Broj zadržanih i broj pobjeglih jegulja iz testne vrše po danima provođenja eksperimenta.

Datum	Broj jegulja u vrši	Broj jegulja izvan vrše
04.1.2018.	14	2
27.1.2018.	8	2
28.1.2018.	9	3
11.2.2018.	12	0
12.2.2018.	12	0
21.3.2018.	7	9
22.3.2018.	2	14



Slika 26. Referentna eksperimentalna selekcijska krivulja sa 95-postotnim intervalima povjerenja.

Vrijednosti L50 i SR krivulje zajedno s njihovim 95-postotnim intervalima povjerenja prikazani su u Tablici 2.

Tablica 2. Vrijednosti selekcijskih parametara referentne selekcijske krivulje testne vrše.

Parametar	Vrijednost	95-postotni interval
L50 (cm)	30,34	29,52-31,29
SR (cm)	1,95	0,1-2,90

3.2 Kritični presjeci jegulje

Tijekom provođenja eksperimentalnog određivanja selektivnosti testne vrše, ustanovljeno je da jegulja glavom izlazi iz vrše (Slika 27). Ovaj podatak je bio posebno važan kako bi se ispravno proveo test propadanja.



Slika 27. Prolazak jegulje kroz otvor oka (izvor: foto Barbara Barbir).

U inicijalnoj fazi testa propadanja određena su dva kritična poprečna presjeka jegulje (Slika 28), odnosno mjesta na kojima jegulja zapne prilikom pokušaja bijega kroz oko. Jedan kritičan poprečni presjek nalazi se točno na analnom otvoru (CS1), a drugi malo ispod analnog otvora prema repnoj peraji (CS2). Na Slici 29 vidljivo je kako je jegulja prilikom

provlačenja zapela upravo na jednom od dva kritična poprečna presjeka, u ovom slučaju to je bio analni otvor.



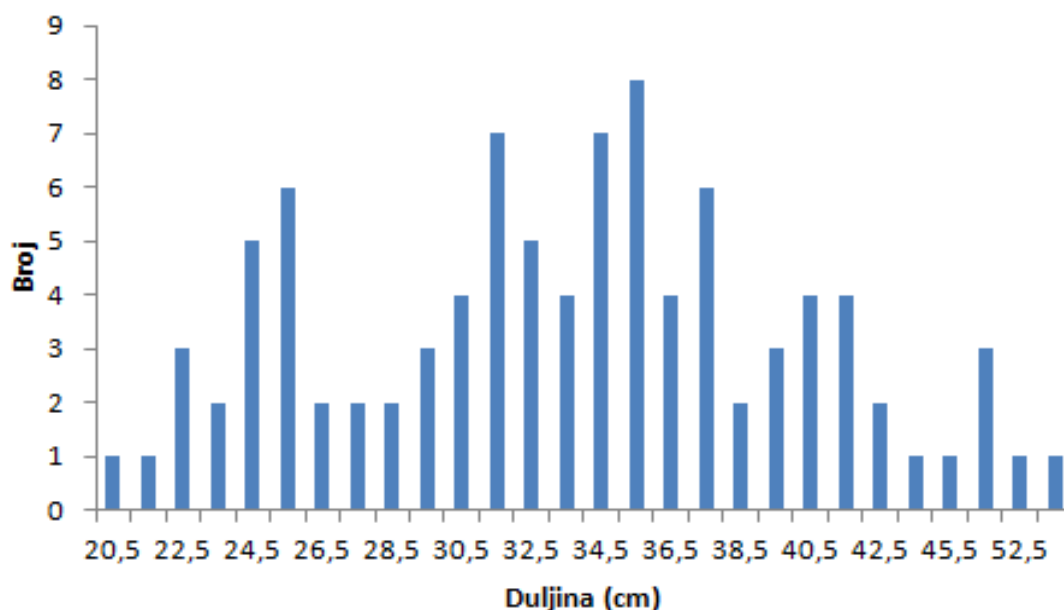
Slika 28. Prikaz dva kritična poprečna presjeka (izvor: foto Barbara Barbir).



Slika 29. Prikaz jegulje zaglavljene u oko na ploči (izvor: foto Barbara Barbir).

3.3 Rezultati testa propadanja

Za potrebe testa propadanja uzorkovana su 94 primjerka jegulje, a njihova dužinska distribucija prikazana je na Slici 30. Svaka jedinka provučena je kroz 224 različita oka što je rezultiralo s ukupno 21056 provlačenja.



Slika 30. Dužinska distribucija uzorkovanih jegulja

3.4 Određivanje oblika i opsega kritičnih presjeka jegulje

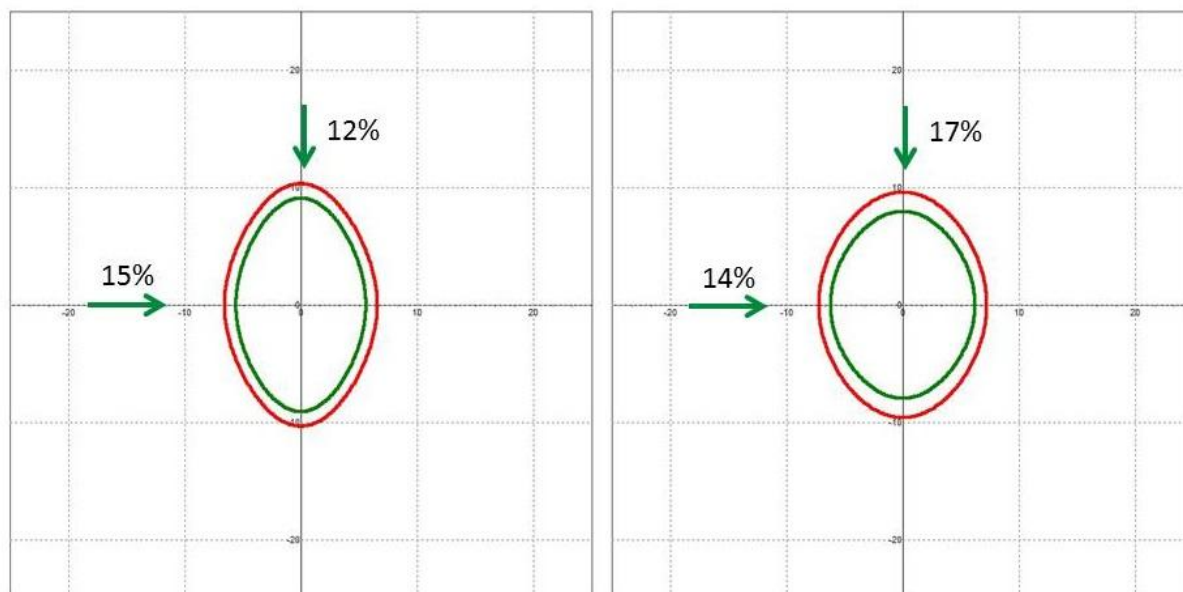
Za potrebe određivanja oblika i opsega kritičnih presjeka jegulje korištene su circle, elipse, flex elipse 1, flex elipse 2, flex elipse 3 i flex 1 krivulje. Na temelju vrijednosti AIC i R^2 , dobivenih za svaku krivulju, određeno je koja krivulja najbolje opisuje koji presjek (Akaike, 1974). Što je niža vrijednost AIC-a i što je R^2 bliži vrijednosti 1 to smatramo da krivulja bolje opisuje presjek (Akaike, 1974). Iz Tablice 3 vidljivo je da flex elipse 2 krivulja najbolje opisuje presjeke CS1 i CS2.

Tablica 3. Prosječne vrijednosti AIC i R^2 vrijednosti za circle, elipse, flex elipse 1, flex elipse 2, flex elipse 3 i flex 1 krivulje. Crvenom bojom je označena krivulja koja najbolje opisuje oba presjeka jegulje.

Model	CS1		CS2	
	AIC	R ²	AIC	R ²
circle	210.62	0.0764	205.73	0.0786
ellipse	68.83	0.8797	67.98	0.8771
flex ellipse 1	59.12	0.8985	57.55	0.8964
flex ellipse 2	57.98	0.9007	56.77	0.9007
flex ellipse 3	71.90	0.8665	67.25	0.8800
flex 1	64.41	0.8909	62.82	0.8890

3.5 Određivanje optimalnog stupnja kompresije kritičnih presjeka jegulje

Jednom kada je odnos duljine ribe i opsega kritičnih presjeka utvrđen, moguće je simulirati kritične presjeke (dalje u tekstu: virtualnu populaciju) istih onih jegulja s kojima je proveden eksperimentalni test propadanja. Svi simulirani presjeci virtualno su provučeni kroz identična (prethodno simulirana) oka iz eksperimentalnog testa propadanja. Prije početka simulacije testa propadanja svaki presjek je komprimiran u određenoj mjeri, kako bi vidjeli koji postotak kompresije najbolje može reproducirati rezultate eksperimentalnog testa propadanja. Najveći stupanj preklapanja simuliranog s eksperimentalnim testom propadanja (97,29 %) dobiven je za sa stupnjeve kompresije prikazane na Slici 31.



Slika 31. Optimalna kompresija presjeka CS1 i CS2.

3.6 Određivanje veličine oka vrše

Iz fotografija je uz pomoć FISHSELECT softwera izračunata veličina oka i kut između susjednih stranica testne vrše (Tablica 4). Srednja vrijednost veličine oka iznosila je 19,97 mm, a kuta otvora između susjednih stranica 63,1°.

Tablica 4. Prikaz svih veličina oka i kuta između dvije susjedne stranice za 15 oka te njihove srednje vrijednosti.

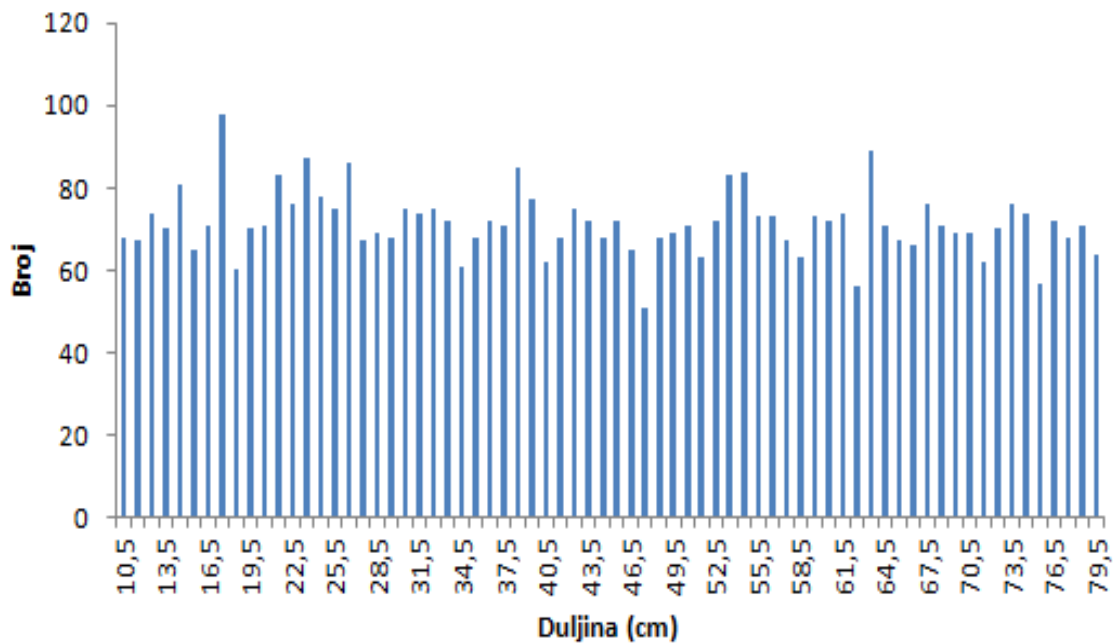
Testna vrša		
Oko	Veličina oka [mm] C1	Kut između dviju susjednih stranica (C2)
1	20,36	62,4
2	19,57	65,51
3	18,53	64,91
4	18,31	66,14
5	20,25	58,05
6	20,13	63,21
7	19,69	66,04

8	18,97	63,82
9	19,97	56,45
10	20,08	60,58
11	19,54	61,2
12	21,32	62,92
13	21,03	63,49
14	21,19	63,2
15	20,65	69,15
Srednjak	19,97	63,14
SD	0,90	3,21
Min	18,31	56,45
Max	21,32	69,15

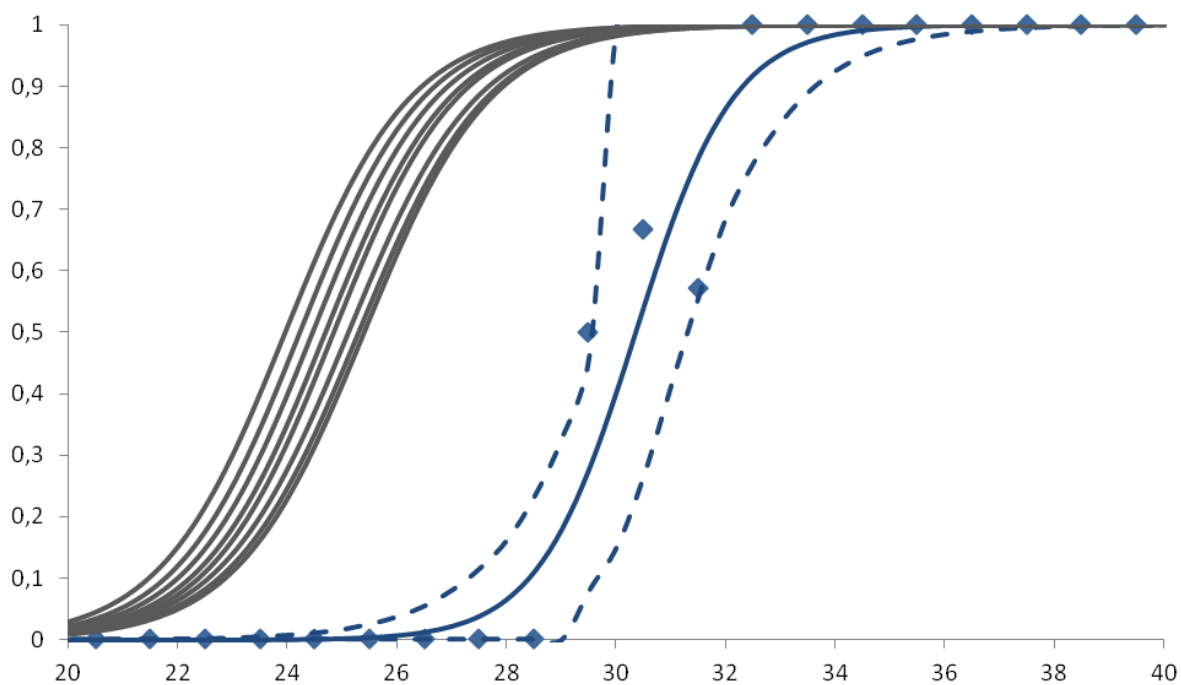
3.7 Predikcija selektivnosti

Poznavanjem optimalne kompresije te veze između duljine ribe i opsega kritičnih presjeka jegulje kreirano je 5000 jedinki jegulje dužine od 10 do 80 cm (Slika 32), koje su s odgovarajućom kompresijom u još jednom simuliranom testu propadanja provučene kroz 8 simuliranih oka veličine 19,97 mm (što odgovara prosječnoj veličini oka izračunate s fotografija testne vrše), ali s različitim kutevima između susjednih stranica, koji su iznosili od 56° do 70° u koracima po 2° (što odgovara minimalnom i maksimalnom rasponu kuteva određenih s fotografija testne vrše).

Propuštanjem virtualnih jegulja kroz svih 8 oka dobiveni su podaci uz pomoć kojih su izračunati selekcijski parametri L50 i SR te selekcijska krivulja za svaku navedenu kombinaciju. Dobivene selekcijske krivulje su zatim prikazane zajedno s referentnom selekcijskom krivuljom kako bi se odredilo koja krivulja se u kojoj mjeri preklapa s referentom (Slika 33). Na Slici 33 je vidljivo da se niti jedna od dobivenih krivulja ne preklapa s referentnom selekcijskom krivuljom.

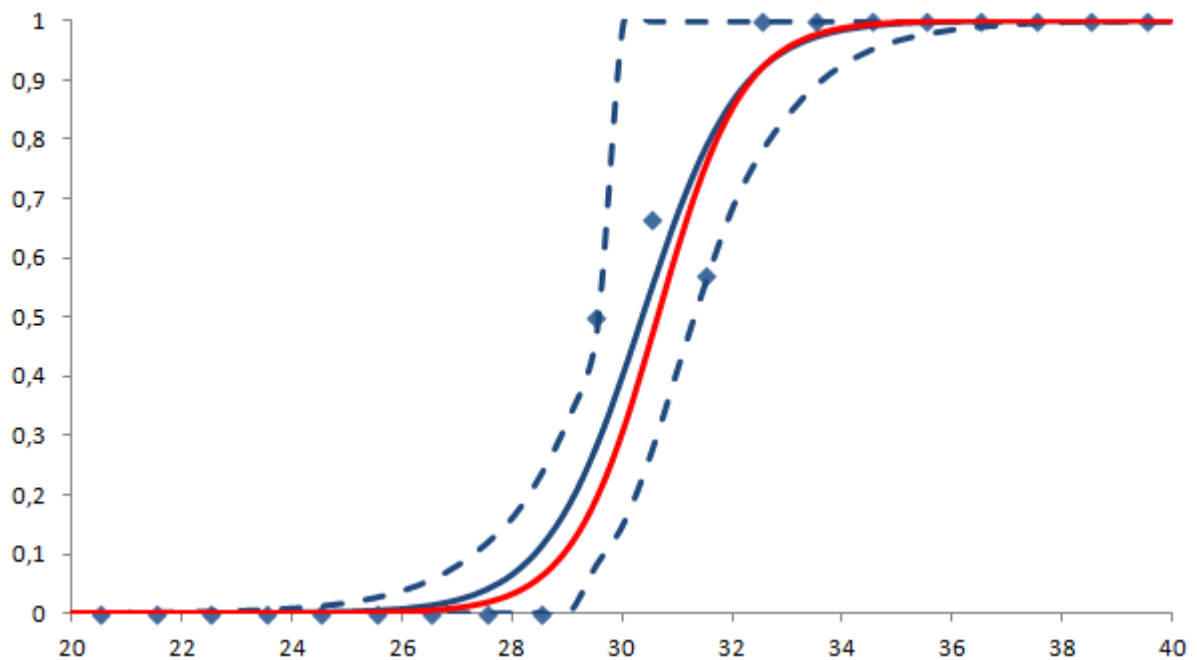


Slika 32. Dužinska distribucija virtualne populacije jegulja upotrebljene u drugoj simulaciji testa propadanja.



Slika 33. Prikaz eksperimentalne selekcijske krivulje sa 95-postotnim intervalima povjerenja (plavo) i 8 simuliranih selekcijskih krivulja (sivo)

U sljedećem koraku analize simulirana je situacija gdje jegulja snagom svojih mišića, pri maksimalnoj kompresiji, deformira oko vrše tijekom prolaska. To je napravljeno tako da je kreirano opušteno virtualno oko od 19,97 mm te je kroz njega provučeno svih 5000 simuliranih jegulja. Dobiveni podaci su omogućili određivanje selekcijskih parametara L50 i SR te selekcijsku krivulju za to oko te je, kao i u prethodnom slučaju, dobivena selekcijska krivulja prikazana s referentom za usporedbu. Rezultat te usporedbe prikazan je na Slici 34, gdje se jasno vidi da se krivulje jako dobro preklapaju i da se prediktivna krivulja u potpunosti nalazi unutar 95-postotnih intervala povjerenja referentne krivulje.



Slika 34. Eksperimentalna selekcijska krivulja s 95-postotnim intervalima (plavo) te selekcijska krivulja dobivena simulacijom slučaja gdje jegulja snagom svojih mišića pri maksimalnoj kompresiji deformira oko vrše tijekom bijega.

4. RASPRAVA

U ovom diplomskom radu je po prvi put određena selektivnost vrše za lov jegulje te je po prvi put na temelju specifične morfologije jegulje i testa propadanja kreiran model uz pomoć kojeg je moguće predvidjeti selektivnost vrša izrađenih od romboidnog oka različitih veličina.

Za potrebe ovog istraživanja podaci za određivanje eksperimentalne selektivnosti vrše za lov jegulje nisu prikupljeni za vrijeme eksperimentalnog ribolova, već je ribolov simuliran u kontroliranim uvjetima, kako bi se izbjegli potencijalni nedostaci ostalih metoda. Određivanje eksperimentalne selekcijske krivulje upotrebom metode paralelnih potega (Wileman i sur., 1996), gdje se paralelno lovi testnom i kontrolnom vršom (Brčić i sur., 2018a) bi u ovom slučaju bila vrlo rizična metoda iz razloga što je lovnost jegulje po vrši relativno mala, što bi zahtijevalo jako puno vremena da se prikupi dovoljan broj podataka i odredi selekcijska krivulja. Drugi razmatrani način određivanja selektivnosti je upotreba tzv. metode pokrovne vreće, gdje se oko testne vrše postavi mreža manjeg oka kako bi se zadržale jedinke koje uspiju pobjeći kroz oko testne vrše (Kalogirou i sur., 2019). Ovim načinom potrebno je uzorkovati svega 10% jedinki u odnosu na prethodno opisanu metodologiju (Herrmann i sur., 2016). Međutim kod ove metode postoji potencijalni problem vraćanja pobjeglih jedinki natrag u testnu vršu. Do sada je ova metodologija upotrijebljena samo jednom, kod određivanja selektivnosti vrše za raka *Plesionika narval* u Grčkoj (Kalogirou i sur., 2019) i autori nisu zabilježili problem vraćanja jedinki iz pokrovne u testnu vršu. Kod metodologije koja je odabrana za potrebe ovog diplomskog rada, žive jegulje su uhvaćene tratom malog oka kako bi se uzorkovao što širi dužinski raspon tijekom simulacije ribolova. Prednost ovakvog pristupa je što se u potpunosti kontrolira dužinska distribucija jedinki u vrši, što znači da se u vrši uvijek istovremeno nalaze i manji i veći primjerci jegulje, jer se na taj način osigurava dobivanje podataka potrebnih za određivanje selektivnosti vrše svakog dana simulacije ribolova. Osim toga, ovom metodom moguće je direktno promatranje ponašanja jegulja za vrijeme njihovog boravka u vrši, zahvaljujući čemu je utvrđeno da jegulje uvijek glavom nastoje izaći iz vrše, što je u suprotnosti s izjavama nekih ribara, koji smatraju da jegulja uvijek repom nastoji pobjeći kroz oko mreže.

Budući da se testna vrša nalazila uronjena u posudi zapremine 500l, dobiveni podaci su identične strukture kao da se vršilo ispitivanje selektivnosti metodom pokrovne vreće (Wileman i sur., 1996), gdje posuda predstavlja pokrovnu vreću. Jedan od osnovnih problema prikupljanja podataka o selektivnosti vrše ovom metodom je problem maskiranja testnih oka

alata (Pope i sur., 1975). Iz tog razloga je vrša pričvršćena neposredno ispod površine vode, dovoljno udaljena od svih stijenki posude kako bi jegulje nesmetano mogle izaći iz vrše. Osim toga, problem vraćanja pobjeglih jedinki natrag u testnu vršu (Kalogirou i sur., 2018) riješen je na način da se na dno posude postavilo kamenje i razne alge iz staništa jegulje, sve kako bi se, jednom kad izađu iz vrše, jegulje mogle sakriti i na taj način zadržati izvan testne vrše. Tijekom izrade ovog rada određen je i optimalan stupanj kompresije jegulje tijekom provlačenje kroz mrežno oko vrše. Rezultati su pokazali da se jegulja značajno komprimira, što je i bilo očekivano obzirom na rezultate sličnih istraživanja provedenih na trlji blatarici, *Mullus barbatus* (Tokač i sur., 2016), trlji od kamena, *Mullus surmuletus* (Kostak i sur., 2018) te osliću, *Merluccius merluccius* (Tokač i sur., 2018). Ono što nije bilo očekivano je mogućnost jegulje da snagom svog tijela u potpunosti deformira oko vrše kako bi pobjegla kroz njega. To do sada nije evidentirano ni za jednu vrstu za koju se određivala selektivnosti vrše. Najčešće se pretpostavlja da je mrežni teg oka vrše dovoljno zategnut da ga organizam ne može deformirati (Brčić i sur., 2018b).

Prediktivni model prezentiran u ovom radu vrijedi isključivo za vrše koje su po svojim karakteristikama slične testnoj vrši. Ukoliko se radi o vršama s rigidnim očima izrađenim od drva, plastičnih materijala ili metala, tada se podaci dobiveni ovom studijom također mogu iskoristiti, ali je potrebno kreirati u potpunosti novi prediktivni model.

5. ZAKLJUČCI

- Simuliranjem ribolova u kontroliranim uvjetima uspješno su prikupljeni podaci za određivanje selektivnosti testne vrše,
- Logit krivulja je uspješno opisala podatke dobivene analizom ulova testne vrše,
- Tijekom simuliranja ribolova testnom vršom, zapaženo je da se jegulje uvijek glavom nastoje provući kroz oka vrše,
- FISHSELECT metodom je kreiran prediktivni model koji je uspješno reproducirao selekcijsku krivulju testne vrše,
- Tijelo jegulje se tijekom bijega kroz oko vrše komprimira,
- Jegulja snagom svog tijela u potpunosti može deformirati mrežno oko te na taj način maksimalizirati vjerojatnost bijega.

6. LITERATURA

- Akaike H. 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19: 716-723.
- Amilhat E, Aarestrup K, Faliex E, Simon G, Westerberg H, Righton D. 2016. First evidence of European eels exiting the Mediterranean Sea during their spawning migration. *Scientific reports*, 6:21817.
- Bevacqua D, De Leo GA, Gatto M, Melì P. 2009. Size selectivity of fyke nets for European eel *Anguilla anguilla*. *Journal of Fish Biology*, 74: 2178–2186.
- Brčić J, Herrmann B, Mašanović M, Baranović M, Krstulović Šifner S, Škeljo F. 2018a. Size selection of *Nephrops norvegicus* (L.) in commercial creel fishery in the Mediterranean Sea. *Fisheries research*, 200: 25-32.
- Brčić J, Herrmann B, Mašanović M, Krstulović Šifner S, Škeljo F. 2018b. CREELSELECT—A method for determining the optimal creel mesh: Case study on Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) fishery in the Mediterranean Sea. *Fisheries research*, 204: 433-440.
- Cetinić P, Swiniarski J. 1985. Klopkasti ribolovni alati. Sanader I, Alati i tehnike ribolova. Logos, Split, 655 str.
- EUROSTAT. 2019. Ukupni ulov jegulje na području Crnog mora i Mediterana (2009-2017.). Dostupno sa: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>, pristupljeno: svibanj, 2019.
- FAO. 2019. Rasprostranjenost *Anguilla anguilla*. Dostupno sa: <http://www.fao.org/fishery/species/2203/en>, pristupljeno: lipanj, 2019.
- Herrmann B, Krag LA, Frandsen RP, Madsen N, Lundgren B, Staehr KJ. 2009. Prediction of selectivity from morphological conditions: methodology and a case study on cod (*Gadus morhua*). *Fisheries Research*, 97: 59–71.
- Herrmann B, Sistiaga M, Santos J, Sala A. 2016. How many fish need to be measured to effectively evaluate trawl selectivity? *PLOS ONE* 11(8): e0161512.
- Jardas I. 1996. Pregled jadranskih vrsta riba. Draganović Matekalo J, Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb, 533 str.

- Kalogirou S, Pihl L, Maravelias CD, Herrmann B, Smith CJ, Papadopoulou N, Notti E, Sala A. 2019. Shrimp trap selectivity in a Mediterranean small-scale-fishery. *Fisheries Research*, 211: 131–140.
- Kostak EN, Tokaç A. 2018. Predicting the size selectivity based on the striped red mullet morphology (*Mullus surmuletus*) in bottom trawl fisheries. *Aquatic Sciences and Engineering*, 33: 90-95.
- Milišić N. 2007. Sva riba Jadranskog mora. Šare L, Sva riba Jadranskog mora prvi dio. Marjan tisak, Split, 237 str.
- Morović D. 1976. Čudesni život jegulje. Čakavski sabor, Split, 85 str.
- Naismith IA, Knights B. 1990. Studies of sampling methods and of techniques for estimating populations of eels, *Anguilla anguilla* L. *Aquaculture and Fisheries Management* 21: 357–367.
- Pope JA, Margetts AR, Hamley JM, Akyuz EF. 1975. Manual of methods for fish stock assessment Part III Selectivity of fishing gear. FAO Fisheries Technical Paper No 41. 80 str.
- Pravilnik o obavljanju gospodarskog ribolova na moru mrežama stajaćicama, klopkastim, udičarskim i probodnim ribolovnim alatima te posebnim načinima ribolova. 2015, Narodne novine, 84, Zagreb.
- Sala A, Lucchetti A, Perdichizzi A, Herrmann B, Rinelli P. 2015. Is square-mesh better selective than larger mesh? A perspective on the management for Mediterranean trawl fisheries, *Fisheries Research*, 161: 182-190.
- Schmidt J. 1906. Contributions to the life-history of the eel (*Anguilla vulgaris*, Flem.). Rapports et procès-verbaux des réunions du Conseil permanent international pour l'exploration de la mer, 5: 137–264.
- Tesch FW, Bartsch P, Berg R, Gabriel O, Henderson IW, Kamstra A, Kloppmann M, Reimer LW, Söffker K, Wirth T. 2003. Fishing methods. J.E. Thorpe, The eel, Blackwell Science Ltd, a Blackwell Publishing Company, Oxford, str. 418.
- Tokaç A, Herrmann B, Gökçe G, Krag LA, Nezhad DS, Lök A, Kaykaç H, Aydın C, Ulaş A. 2016. Understanding the size selectivity of red mullet (*Mullus barbatus*) in Mediterranean trawl codends: A study based on fish morphology. *Fisheries Research*, 174:81-93.
- Tokaç A, Herrmann B, Gökçe G, Krag LA, Sadegh Nezhad D. 2018. The influence of mesh size and shape on the size selection of European hake (*Merluccius*

- merluccius*) in demersal trawl codends: An investigation based on fish morphology and simulation of mesh geometry. *Scientia Marina*, 82: 147-157.
- Tutman P, Glamuzina B, Bartulović V, Dulčić J. 2007. A new maximum length for *Anguilla anguilla* (Anguillidae). *Cybium*, 31: 485-486.
- Weltersbach MS, Strehlow HW, Ferter K, Klefoth T, de Graafe M, Dorow M. 2018. Estimating and mitigating post-release mortality of European eel by combining citizen science with a catch-and-release angling experiment. *Fisheries Research*, 201: 98-108.
- Wileman D, Ferro RST, Fonteyne R, Millar RB, 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. ICES Cooperative Research Report No. 215, 132 str.