Biologija i taksonomija triju vrsta endemskih riba donje Neretve

Ivanković, Predrag

Doctoral thesis / Disertacija

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:671746

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Predrag Ivanković

BIOLOGIJA I TAKSONOMIJA TRIJU VRSTA ENDEMSKIH RIBA DONJE NERETVE

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2016.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Predrag Ivanković

BIOLOGY AND TAXONOMY OF THREE ENDEMIC FISH SPECIES FROM THE LOWER NERETVA RIVER

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2016.



Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

PREDRAG IVANKOVIĆ

BIOLOGIJA I TAKSONOMIJA TRIJU VRSTA ENDEMSKIH RIBA DONJE NERETVE

DOKTORSKI RAD

Mentori:

Prof.dr.sc. Tomislav Treer

Doc.dr.sc. Tea Tomljanović

Zagreb,2016.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Predrag Ivanković

BIOLOGY AND TAXONOMY OF THREE ENDEMIC FISH SPECIES FROM THE LOWER NERETVA RIVER

DOCTORAL THESIS

Supervisors:

Tomislav Treer, PhD, Full profesor

Tea Tomljanović, Assistant Professor

Zagreb, 2016.

BIBLIOGRAFSKA STRANICA

Bibliografski podaci:

- Znanstveno područje: Biotehničko područje
- Znanstveno polje: Poljoprivreda
- Znanstvena grana: Ribarstvo
- Institucija: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za ribarstvo, pčelarstvo, lovstvo i specijalnu zoologiju
- Voditelji doktorskog rada: prof. dr. sc. Tomislav Treer i doc.dr.sc. Tea Tomljanović
- Broj stranica: 121
- Broj slika: 38
- Broj tablica: 43
- Broj literaturnih referenci: 108
- Datum obrane doktorskog rada:
- Sastav povjerenstva za obranu doktorskog rada:

    1. Prof.dr.sc. Ivica Aničić
    2. Dr.sc. Margita Jadan
    3. Prof.dr.sc. Roman Safner

Rad je pohranjen u:
Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Ulica Hrvatske bratske zajednice 4 p.p. 550, 10 000 Zagreb,
Knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog Fakulteta, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb.
Tema rada prihvaćena je na sjednici Fakultetskog vijeća Agronomskog Fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 5.11.2013, te odobrena na 7.sjednici Senata Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 21. siječnja 2015.

Ocjena doktorskog rada

Ovu disertaciju je ocijenilo povjerenstvo u sastavu:

1. Prof.dr.sc. Ivica Aničić,
redoviti profesor u trajnom zvanju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
2. Dr.sc. Margita Jadan,
znanstvena suradnica Instituta Ruđer Bošković
3. Izv.prof.dr.sc. Marina Piria,
Izvanredna profesororica Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Disertacija je obranjena na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, _____ 2016. godine pred povjerenstvom u sastavu:

1. Prof.dr.sc. Ivica Aničić
_____
redoviti profesor u trajnom zvanju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

2. Dr.sc. Margita Jadan,
_____
znanstvena suradnica Instituta Ruđer Bošković

3. Prof.dr.sc. Roman Safner,
_____
redoviti profesor u trajnom zvanju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Informacije o mentorima

Mentor 1: prof.dr.sc. Tomislav Treer

Tomislav Treer je redoviti profesor u trajnom zvanju na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Na istoj je instituciji stekao diplomsku i doktorsku diplomu, dok je magistarski znanstveni studij završio na Prirodoslovno-matematičkom fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Područja njegova znanstvenog interesa čine ihtiologija, ribarsko gospodarenje otvorenim vodama, genetika riba, hidrobiologija i akvakultura. Kao koautor, objavio je knjige Agrarna zoologija 1991. godine, te njeno dopunjeno izdanje 2004. godine, Ribarstvo 1995. godine i Modeli malih obiteljskih ribnjaka 2001. godine.

Profesor Tomislav Treer sudjeluje u nastavi na više modula na preddiplomskom, diplomskom i poslijediplomskom doktorskom studiju, kao i na poslijediplomskom specijalističkom i stručnom studiju. Objavio je preko stotinu znanstvenih radova, te je bio voditelj sedam nacionalnih i osam međunarodnih projekata. U članstvu je European Ichthyology cal Society, Associate Editor of Journal of Applied Aquaculture, Hrvatskog ihtiološkog društva, Hrvatskog ekološkog društva i Hrvatskog biološkog društva.

Od znanstvenog usavršavanja ističu se Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University Alabama, SAD; Gulf Coast Research Laboratory, Mississippi, SAD; ICAMAS, Zaragoza, Španjolska; Institute of Fisheries and Hydrobiology, Brno, Češka Republika.

Dobitnik je godišnje državne nagrade za znanost Hrvatskog sabora 2008., priznanja uz medalju Agronomskog fakulteta 2005. i priznanje Hrvatskog športsko ribolovnog saveza 2005., 2015.

Profesor Tomislav Treer ističe se u učešću na nekoliko desetaka prezentacija, konferencija i seminara u Europi, Sjevernoj i Južnoj Americi i Aziji. Također je bio mentor na nizu doktorskih, magistarskih, diplomskih i završnih radova.

Mentor 2: doc.dr.sc. Tea Tomljanović

Tea Tomljanović rođena je u Splitu, gdje je završila osnovnu i srednju školu. Diplomirala je 2000. godine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Od 2000. godine zaposlena je na Zavodu za ribarstvo, pčelarstvo i specijalnu zoologiju pri Agronomskom fakultetu, gdje 2004. godine brani magistarski rad. Budući da je njen glavni znanstveni interes molekularna genetika u ribarstvu, tema doktorske disertacije koja je obranjena 2010. godine je „Morfološke i genetske analize šaranskih populacija (*Cyprinus carpio L*.) u Republici Hrvatskoj“.

Temeljni znanstveni interes doc. dr. sc. Tee Tomljanović su molekularnogenetska istraživanja riba i njihovih srodstvenih odnosa. U svom znanstvenom usavršavanju radila je s nizom poznatih istraživača molekularne genetike riba u Sloveniji, Austriji, Mađarskoj, Češkoj Republici, N.R. Kini. Uz ovo svoje primarno područje vrlo aktivno sudjeluje i u svim ostalim znanstvenim aktivnostima Zavoda, te ima kvalitetne radove i iz drugih područja, naročito iz problematike ekologije riba otvorenih voda. Do sada je objavila 16 radova skupine a1, 22 rada skupine a2 i 6 radova skupine a3. Uz to je sudjelovala na brojnim međunarodnim i nacionalnim znanstvenim skupovima.

Intenzivna međunarodna suradnja doc.dr.sc. Tee Tomljanović dobro se vidi i u aktivnom sudjelovanju u 8 međunarodnih znanstvenih projekata. Uz to, od početka svoga rada sudjeluje i na nacionalnim znanstvenim projektima. Voditelj je međunarodnog i nacionalnog znanstvenog projekta. Glavna je urednica znanstvenog časopisa „Croatian Journal of Fisheries“. Na svojim boravcima u N.R. Kini održala je četiri, u Češkoj Republici tri i u Republici Mađarskoj jedno pozvano predavanje.

ZAHVALA

Voditeljima rada prof.dr.sc. Tomislavu Treeru i doc.dr.sc. Tei Tomljanović za izuzetno vrijednu pomoć i savjete.

Zahvaljujem prof.dr.sc. Zrinki Knezović i dr.sc Margiti Jadan na pomoći pri izradi rada.

Zahvala i mojoj obitelji.

SAŽETAK

Bosna i Hercegovina i Republika Hrvatska su poznate po postojanju brojnih endemskih vrsta i podvrsta riba, vezanih za dva velika riječna sliva, jadranski i dunavski. Rijeke jadranskog sliva znatno su kraće i izoliranije, u usporedbi s rijekama dunavskog sliva. Tako je u području donje Neretve koja pripada jadranskom slivu evidentiran određeni broj endemskih vrsta koje su nedovoljno opisane jer se njihovom ekologijom, biologijom, taksonomijom kao i njihovim međusobnim odnosom bavio mali broj istraživača. Tri vrste riba koje u tom smislu još nisu istražene su strugač (*Squalius svallize*), peškelj (*Scardinius plotizza*) i imotska masnica (*Squalius microlepis*). Ovim istraživanjem prvi put su opisane taksonomske i biološko-ekološke značajke navedenih riba područja donje Neretve. Cilj ovog rada bio je odrediti merističke i morfometrijske značajke, izraditi dužinsko-masenu i dobnu strukturu riba, von Bertanlanffyev rast, prikazati morfologiju probavnog trakta (odnos dužine probavila i totalne dužine tijela), izračunati Fultonov faktor kondicije (CF), odrediti kvalitativni i kvantitativni sastav ishrane, te molekularnom analizom definirati sistematski položaj ovih triju vrsta i njihove taksonomske karakteristike naspram drugih Ciprinidnih vrsta. Istraživanje je provedeno na Deranskom jezeru i rijekama Bregavi, Krupi i Matici.

Analizirano je 60 jedinki strugača, 51 jedinku makala i 55 jedinki peškelja. Dobiveni morfometrijski i meristički parametri za tri istraživane vrste upućuju na nadopunu dosadašnjih ključeva za determinaciju vrsta. Maksimalne zabilježene vrijednosti masa i totalnih dužina predstavljaju najveće zabilježene vrijednosti u dosadašnjim istraživanjima za sve tri vrste. Također, stugač, makal i peškelj postižu visoke faktore kondicije. Kod sve tri istraživane vrste konstatiran je pozitivan alometrijski rast. Strugač i makal se hrane uglavnom makrozoobentosom, iako su u njihovim probavilima u zanemarivim količinama pronađene ribe i neidentificirani biljni materijal. U probavilima peškelja iz Deranskog jezera utvrđene su alge, detritus, neidentificirana biljna i anorganska tvar, te vodeni beskralježnjaci od kojih se Crustacea i Insecta pojavljuju kroz sve četiri sezone. Molekularno genetskim analizama i dobivenim filogenetskim stablom razvidna je međusobna srodnost vrsta roda *Squalius*, dok se vrste roda *Scardinius* odvajaju kao udaljenije od njih. Rezultatima ovog istraživanja došlo se do novih spoznaja o morfometriji i meristici triju vrsta, dužinsko-masenim odnosima, ishrani, dobi i rastu, te definiranju njihovoga sistematskog položaja

Ključne riječi: donja Neretva, endemi, strugač, makal, peškelj, biologija, taksonomija

EXTENDED SUMMARY

BIOLOGY AND TAXONOMY OF THREE ENDEMIC FISH SPECIES FROM THE LOWER NERETVA RIVER

Bosnia and Herzegovina and the Republic of Croatia are known for presence of numerous endemic species and subspecies of fish, associated with two major river basins, the Danube and the Adriatic. Rivers of the Adriatic basin are significantly short and isolated, compared with the rivers of the Danube basin. Thus, a certain number of insufficiently described endemic species exist in the Lower Neretva area, where a small number of researchers studied their ecology, biology, taxonomy and correlations between them. Three fish species that have not yet been studied in this respect are Neretva chub (*Squalius svallize*), Neretva rudd (*Scardinius plotizza*) and makal dace (*Squalius microlepis*). The objectives of the doctoral thesis are to define the systematic positions of these endemic species and their taxonomic relationships with other cyprinid species using molecular analysis, to complement the species identification keys established by morphometric and meristic parameters, to determine diet, growth according to von Bertalanffy and condition. Meristic and morphometric characteristics of the three studied fish species are identified in detail, and several differences in relation to previous studies, which can complement the current species identification keys, are established. The maximum recorded total length (TL) of the Neretva chub body was 28 cm, the maximum TL was 30.6 cm for makal dace, while the maximum TL of Neretva rudd was 40.4 cm. The maximum body mass value of Neretva chub was 269.3 g, of makal dace 313.80 g, and of Neretva rudd 1127.70 g, and these represent the highest values recorded in the studies so far. All this indicates a positive effect of the environmental conditions of the Lower Neretva on their growth. The number of scales in lateral line of Neretva chub is 47 to 49, in makal dace 67 to 75 with sporadic occurrences of numbers 66 and 76, while the numbers of scales in lateral line of Neretva rudd ranged from 38 to 42 with sporadic occurrences of numbers 37 and 43. The study of growth has shown that all three species have exceptionally fast growth in both length and mass, and reach much larger sizes than in rare past studies. They also achieve high condition factors, and thus confirm a very positive effect of environmental conditions on the growth of fish in the Lower Neretva area. The average value of condition factor of Neretva chub was CF = 0.98 ± 0.14, of makal dace CF = 0.97 ± 0.03, and of Neretva rudd CF = 1.37 ± 0.23. Positive allometric growth with a high b-value of b = 3.47 was found in Neretva chub and b = 3.25 in Neretva rudd, while the value registered in makal dace was b = 3.10, which also represents a positive allometric, i.e. nearly isometric growth. Stomach analysis provided evidence that the diet of Neretva chub consisted of diverse animal component with negligible plant component, where the class Insecta was the most frequent component in the diet of Neretva chub (Trichoptera, Diptera, Hymenoptera). The dominant diet component in stomachs of makal dace from the Matica River were the groups Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera and Diptera through all four seasons. Stomachs of Neretva rudd from Deransko Lake were found to contain algae, detritus, unidentified vegetable and inorganic matter, and aquatic invertebrates, of which Crustacea and Insecta occur through all four seasons. Molecular genetic analysis made it possible to clearly define their systematic position. In the DNA analysis, total of 15 samples from 3 different locations were sequenced. Based on the resulting phylogenetic tree, it is evident that the Squalius species are more related to each other, while Scardinius separates as more distant from them. In addition to primary objectives, secondary objectives were also achieved, providing a detailed insight into characteristics of the habitats of these fish species: physical and chemical characteristics of study area watercourses (the Rivers Bregava, Krupa and Matica, and Deransko Lake), and their climatic, hydrographic and hydrologic characteristics. Therefore, the intended scientific

contribution in the scientific determination of kinship and systematic affiliation of the endemic cyprinids of Herzegovina and their detailed biological properties is also achieved, which is of exceptional importance in the European and global ichthyological research.

Keywords: the Lower Neretva, endemic, Neretva chub, makal dace, Neretvan rudd, biology, taxonomy

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja 3
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA 4
2.1. Taksonomski položaj istraživanih vrsta 7
2.1.1. Opis strugača iz donjeg sliva rijeke Neretve 8
2.1.1.1. Područje obitavanja strugača 9
2.1.2. Opis makala iz rijeke Matice 10
2.1.2.1. Područje obitavanja makal 11
2.1.3 Opis peškelja iz donjeg sliva rijeke Neretve 12
2.1.3.1. Područje obitavanja peškelja 13
2.2. Područje istraživanja 14
2.2.1. Hidrografija i hidrologija 14
2.2.2. Klima 18
2.2.3. Riblje vrste istraživanog područja 24
3. MATERIJAL I METODE 25
3.1. Mjesta istraživanja i sakupljanje uzoraka 25
3.2. Fizikalno-kemijska obilježja vode 27
3.3. Prikupljanje i obrada podataka 28
3.3.1. Struktura dužine i mase te oblik tijela 28
3.3.2. Ishrana 30
3.3.3. Dob i rast 32
3.3.4. Taksonomska analiza 34
3.3.5. Merističke značajke 34
3.3.6. Morfometrijske značajke 35
3.3.7. Molekularno genetska analiza 36
3.3.8. Statističke metode 40
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 41
4.1. Fizikalno kemijske osobine voda istraživanog područja 41
4.2. Struktura populacije 44
4.2.1. Dužinska struktura strugača, makala i peškelja 45
4.2.2. Struktura masa strugača, makala i peškelja 48
4.2.3. Dužinsko-maseni odnos strugača 51
4.2.4. Dužinsko-maseni odnos makala 53

4.2.5. Dužinsko-maseni odnos peškelja 54
4.3. Morfologija probavnog trakta 55
4.3.1. Odnos dužine probavila (DP) i totalne dužine tijela (TL) strugača 55
4.3.2. Odnos dužine probavila (DP) i totalne dužine tijela (TL) makala 57
4.3.3. Odnos dužine probavila (DP) i totalne dužine tijela (TL) peškelja 59
4.4. Ishrana 61
4.4.1. Ispunjenost probavila i kondicijski faktor (CF) strugača 61
4.4.1.1. Odnos između faktora kondicije i totalne dužine tijela strugača 64
4.4.1.2. Kvalitativni i kvantitativni sastav ishrane strugača 65
4.4.2. Ispunjenost probavila i kondicijski faktor (CF) makala 67
4.4.2.1. Odnos između faktora kondicije i totalne dužine tijela makala 70
4.4.2.2. Kvalitativni i kvantitativni sastav ishrane makala 71
4.4.3. Ispunjenost probavila i kondicijski faktor (CF) peškelja 74
4.4.3.1. Odnos između faktora kondicije i totalne dužine tijela peškelja 77
4.4.3.2. Kvalitativni i kvantitativni sastav ishrane peškelja 78
4.5. Taksonomske značajke 80
4.5.1. Morfometrijske značajke strugača, makala i peškelja 80
4.5.1.1. Morfometrijske značajke strugača 80
4.5.1.2. Morfometrijske značajke makala 82
4.5.1.3. Morfometrijske značajke peškelja 84
4.5.2. Merističke značajke 86
4.5.2.1. Merističke značajke strugača 86
4.5.2.2. Merističke značajke makala 87
4.5.2.3. Merističke značajke peškelja 89
4.5.3. Dob i rast strugača 90
4.5.4. Dob i rast makala 93
4.5.5. Dob i rast peškelja 95
4.6. Rezultati molekularnih analiza DNK 97
5. RASPRAVA 100
6. ZAKLJUČCI 110
7. POPIS LITERATURE 113
8. ŽIVOTOPIS KANDIDATA 121

POPIS TABLICA

Tablica 1. Klimatski podatci meteorološke postaje Čapljina
Tablica 2. Klimatski podatci meteorološka postaja Čapljina
Tablica 3. Klimatski podatci meteorološka postaja Stolac
Tablica 4. Klimatski podatci meteorološka postaja Stolac
Tablica 5. Klimatski podatci meteorološka postaja Ljubuški
Tablica 6. Popis sekvenci iz banke gena, analiziranih kao dio skupa sekvenci za gen *cyt b*
Tablica 7. Prosječni fizikalno-kemijski parametri vode izmjereni na postaji Bregava tijekom 2006./2007. za sva četiri godišnja doba ($\bar{x}$ = prosječna vrijednost, SD= standardna devijacija, n= broj uzorkovanja)
Tablica 8. Prosječni fizikalno-kemijski parametri vode izmjereni na postaji Krupa tijekom 2006./2007. za sva četiri godišnja doba ($\bar{x}$ = prosječna vrijednost, SD= standardna devijacija, n= broj uzorkovanja)
Tablica 9. Prosječni fizikalno-kemijski parametri vode izmjereni na postaji Deran tijekom 2006./2007. za sva četiri godišnja doba ($\bar{x}$ = prosječna vrijednost, SD= standardna devijacija, n= broj uzorkovanja)
Tablica 10. Prosječni fizikalno-kemijski parametri vode izmjereni na postaji Matica tijekom 2014./2015. za sva četiri godišnja doba ($\bar{x}$ = prosječna vrijednost, SD= standardna devijacija, n= broj uzorkovanja)
Tablica 11. Broj izlovljenih primjeraka strugača, peškelja i makala na 4 postaje
Tablica 12. Prosječne vrijednosti (x), najmanja (min), najveća (maks), standardne devijacije (sd) totalne dužine tijela i broj jedinki (n) stugača na sve tri lokacije uzorkovanja
Tablica 13. Prosječne vrijednosti (x), najmanja (min), najveća (maks), standardne devijacije (sd) ukupne mase tijela i broj jedinki (n) strugača na sve tri lokacije uzorkovanja
Tablica 14. Prosječne vrijednosti (x), najmanja (min), najveća (maks), standardne devijacije (sd) totalne dužine tijela i broj jedinki (n) makala rijeke Matice
Tablica 15. Prosječne vrijednosti (x), najmanja (min), najveća (maks), standardne devijacije (sd) ukupne mase tijela i broj jedinki (n) makala rijeke Matice
Tablica 16. Prosječne vrijednosti (x), najmanja (min), najveća (maks), standardne devijacije (sd) totalne dužine tijela i broj jedinki (n) peškelja Deranskog jezera
Tablica 17. Prosječne vrijednosti (x), najmanja (min), najveća (maks), standardne devijacije (sd) ukupne mase tijela i broj jedinki (n) peškelja Deranskog jezera

Tablica 18. Indeks ispunjenosti (FI%), koeficijent praznoće probavila (VI%) i kondicijski faktor (CF) strugača vodotoka sliva Neretve u periodu 2006./2007. za četiri godišnja doba (n= broj analiziranih jedinki; SD= standardna devijacija)
Tablica 19. Vrijednosti CF-a strugača po godišnjim dobima sa LSD
Tablica 20. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%), postotak brojnosti (N%), komponenti ishrane strugača vodotoka sliva Neretve u periodu 2006./2007 za četiri godišnja doba. (n= broj analiziranih jedinki)
Tablica 21. Indeks ispunjenosti (FI%), koeficijent praznoće probavila (VI%) i kondicijski faktor (CF) makala rijeke Matice u periodu 2015./2016. za četiri godišnja doba (n= broj analiziranih jedinki; SD= standardna devijacija)
Tablica 22. Vrijednosti CF-a po godišnjim dobima makala
Tablica 23. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%), postotak brojnosti (N%), komponenti ishrane makala rijeke Matice u periodu 2014./2015. za četiri godišnja doba (n= broj analiziranih jedinki)
Tablica 24. Indeks ispunjenosti (FI%), koeficijent praznoće probavila (VI%) i kondicijski faktor (CF) peškelja jezera Deran u periodu 2015./2016. za četiri godišnja doba (n= broj analiziranih jedinki; SD= standardna devijacija)
Tablica 25. Vrijednosti CF-a peškelja po godišnjim dobima sa LSD
Tablica 26. T test
Tablica 27. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%), postotak brojnosti (N%), komponenti ishrane peškelja iz jezera Deran u periodu 2014./2015. za četiri godišnja doba (n= broj analiziranih jedinki)
Tablica 28. Morfometrijske značajke (dužine) izražene kao postotci totalne dužine tijela (TL) strugača (MIN.=minimum; MAKS.= maksimum; $\overline{x}$ = srednja vrijednost; SD= standardna devijacija)
Tablica 29. Morfometrijske značajke (dužine) izražene kao postotci totalne dužine glave (LC) strugača (MIN.=minimum; MAKS.= maksimum; $\overline{x}$ = srednja vrijednost; SD= standardna devijacija)
Tablica 30. Morfometrijske značajke (dužine) izražene kao postotci totalne dužine tijela (TL) makala (MIN.=minimum; MAKS.= maksimum; $\overline{x}$ = srednja vrijednost; SD= standardna devijacija; CV= koeficjent varijacije)
Tablica 31. Morfometrijske značajke (dužine) glave izražene kao postotci totalne dužine glave (HL) makala (MIN.=minimum; MAKS.= maksimum; $\overline{x}$ = srednja vrijednost; SD= standardna devijacija; CV= koeficjent varijacije)

Tablica 32. Morfometrijske značajke (dužine) izražene kao postotci totalne dužine tijela (TL) peškelja (MIN.=minimum; MAKS.= maksimum; $\overline{x}$ = srednja vrijednost; SD= standardna devijacija; CV= koeficjent varijacije)
Tablica 33. Morfometrijske značajke (dužine) glave izražene kao postotci totalne dužine glave (HL) peškelja (MIN.=minimum; MAKS.= maksimum; $\overline{x}$ = srednja vrijednost; SD= standardna devijacija; CV= koeficjent varijacije)
Tablica 34. Broj tvrdih i mekih žbica dorzalnih, analnih, ventralnih i pektoralnih peraja strugača vodotoka sliva Neretve
Tablica 35. Broj ljusaka u bočnoj pruzi, iznad i ispod bočne pruge strugača vodotoka sliva Neretve
Tablica 36. Broj tvrdih i mekih žbica dorzalnih, analnih, ventralnih i pektoralnih peraja makala rijeke Matice
Tablica 37. Broj ljusaka makala u bočnoj pruzi, iznad i ispod bočne pruge rijeke Matice
Tablica 38. Broj tvrdih i mekih žbica dorzalnih, analnih, ventralnih i pektoralnih peraja peškelja iz Deranskog jezera
Tablica 39. Broj ljusaka peškelja u bočnoj pruzi, iznad i ispod bočne pruge Deranskog jezera
Tablica 40. Dobna struktura (god. iskazane rimskim brojevima) i srednja dužina prema dobi (L_1-L_7, u cm) za strugača iz Neretvanskog područja na temelju povratnog računanja (n = broj istraživanih riba)
Tablica 41. Apsolutni godišnji prirast totalnih dužina (i_n), prosječni apsolutni prirast totalnih dužina ($\bar{i}_{1-7}$) i stvarni tempo rasta (L_7=4 $\bar{i}_{1-7}$) u cm kroz prvih sedam godina rasta strugača u porječju Neretve i na drugim lokacijama (dužina do vilice iz akumulacije Kremasta su preračunati u totalnu dužinu prema Bobori i sur., 2006)
Tablica 42. Dobna struktura (god.iskazane rimskim brojevima) i srednja dužina prema dobi (L_1-L_6, u cm) za makala iz rijeke Matice na temelju povratnog računanja (n = broj istraživanih riba)
Tablica 43. Dobna struktura (god.iskazane rimskim brojevima) i srednja dužina prema dobi (L_1-L_{10}, u cm) za peškelja iz Deranskog jezera na temelju povratnog računanja (n = broj istraživanih riba)

POPIS SLIKA

Slika 1. Strugač iz Neretvanskog sliva
Slika 2. Područje obitavanja strugača
Slika 3. Makal iz rijeke Matice
Slika 4. Područje obitavanja makala
Slika 5. Peškelj iz Deranskog jezera
Slika 6. Područje obitavanja peškelja
Slika 7. Zemljopisna lokacija istraživanog područja
Slika 8. Rijeka Krupa
Slika 9. Deransko jezero
Slika 10. Rijeka Matica
Slika 11. Mjesto gdje se nalaze postaje: 1. Deransko jezero; 2. rijeka Bregava; 3.rijeka Krupa
Slika 12. Mjesto uzimanja ljusaka
Slika 13. Izmjerena morfometrijska svojstva
Slika 14. Frekvencija totalne dužine tijela strugača
Slika 15. Frekvencija totalne dužine tijela makala
Slika 16. Frekvencija totalne dužine tijela peškelja
Slika 17. Frekvencija masa tijela strugača
Slika 18. Frekvencija masa tijela makala
Slika 19. Frekvencija masa tijela peškelja
Slika 20. Dužinsko maseni odnos između totalne dužine (TL) i mase (W) za strugača Neretvanskog porječja
Slika 21. Dužinsko maseni odnos između totalne dužine (TL) i mase (W) za makala iz rijeke Matice
Slika 22. Dužinsko maseni odnos između totalne dužine (TL) i mase (W) za peškelja Deranskog jezera
Slika 23. Minimalna, maksimalna i srednja vrijednost ($\bar{x}$) ukupne dužine probavila (DP) i totalne dužine tijela (TL)
Slika 24. Prikaz regresijskog odnosa između totalne dužine tijela (TL) i dužine probavila (DP) strugača
Slika 25. Minimalna, maksimalna i srednja vrijednost ($\bar{x}$) ukupne dužine probavila (DP) i totalne dužine tijela (TL)

Slika 26. Prikaz regresijskog odnosa između totalne dužine tijela (TL) i dužine probavila (DP) makala
Slika 27. Minimalna, maksimalna i srednja vrijednost ($\bar{x}$) ukupne dužine probavila (DP) i totalne dužine tijela (TL) peškelja
Slika 28. Prikaz regresijskog odnosa između totalne dužine tijela (TL) i dužine probavila (DP) peškelja
Slika 29. Odnos između Fultonovog faktora kondicije (CF) i totalne dužine (TL) strugača Neretvanskog sliva
Slika 30. Odnos između Fultonovog faktora kondicije (CF) i totalne dužine (TL) makala iz rijeke Matice
Slika 31. Odnos između Fultonovog faktora kondicije (CF) i totalne dužine (TL) peškelja Deranskog jezera
Slika 32. Von Bertalanffyjeva krivulja rasta strugača
Slika 33. Von Bertalanffyjeva krivulja rasta makala
Slika 34. Von Bertalanffyjeva krivulja rasta peškelja
Slika 35. Uzorci DNK nakon elektroforeze na agaroznom gelu. Jažice Sp, Sm, Ss – uzorci DNK; M – molekularni marker
Slika 36. Provjera PCR-produkata kontrolne regije mtDNK na agaroznom gelu
Slika 37. Filogenetsko stablo haplotipova proizašlo iz 15 analiziranih uzoraka napravljeno metodom Neighbor-Joining
Slika 38. Filogenetsko stablo haplotipova napravljeno metodom Neighbor–Joining (NJ)

POPIS KRATICA

TL	Totalna dužina (Total length)
SL	Standardna dužina (Standard length)
HL	Dužina glave (Head length)
CF	Faktor kondicije (Condition factor)
CV	Koeficijent varijacije
DNK	Deoksiribonukleinska kiselina
mtDNK	Mitohondrijska DNK
MEGA 4	Molecular Evolutionary Genetics Analysis 4
NJ	Neighbor-Joining
MCL	Maximim Compozite Likelihood
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
PCR	Polymerase Chain Reaction
BLAST	Basic Local Alignment Search Tool
BPK	Biološka potrošnja kisika
TAE	Tris acetate Ethylenediaminetetraacetic acid
VBGF	Von Bertalanffy Growth Function
BiH	Bosna i Hercegovina
RH	Republika Hrvatska
Min	Minimalno
Maks	Maksimalno
Sred	Srednja vrijednost
SD	Standardna devijacija
Sp	*Scardinius plotizza*
Sm	*Squalius microlepis*
Ss	*Squalius svallize*
M	Molekularni marker

1. UVOD

Područje jadranskog sliva je svjetski poznato kao prostor bogat endemskim vrstama riba (Vuković i Ivanović, 1971; Economidis i Banarescu, 1991; Kottelat i Freyhof, 2007), koje čine izrazito vrijedan i važan dio europske kao i svjetske bioraznolikosti, među kojima su brojni pripadnici porodice šaranki (Cyprinidae). Morfometrija i meristika su najčešće primjenjivane morfološke metode u razlikovanju ribljih populacija. Stoga se korištenje merističkih i morfometrijskih osobina pokazalo korisnim i u razlikovanju populacija šaranki (Treer i sur., 2000). Nedoumice u sistematskoj pripadnosti riba, te spoznaje o njihovim srodstvenim odnosima olakšavaju se istraživanjima pomoću molekularno genetskih analiza.

Mitohondrijska DNK (mtDNK) je izuzetno vrijedan genetski marker u populacijskoj i evolucijskoj biologiji. Razlog tome je, što je relativno lako izolirati čiste homologne sekvence, budući da je prisutna sa velikim brojem kopija - do 1000 po stanici. Jednostavna organizacija, materinsko nasljeđivanje i odsutnost rekombinacija uz visoki stupanj mutacija, čine mtDNK idealnim markerom za istraživanje strukture populacija (Li, 1997), kao i za proučavanje evolucije, uključujući migracije, introdukcije i ″uska grla″ populacija (Li i Grauer, 1991; Harrison, 1993). Pri promatranju strukture neke populacije, mtDNK je vrlo korisna, bilo da se radi o razlikama između različitih vrsta (interspecifična divergenca) ili unutar pojedine vrste (intraspecifična divergenca). MtDNK, kao molekularnim markerom moguće je razlučiti strukturu populacije i pratiti intraspecifične varijacije pojedinih, geografski odvojenih populacija (Harrison, 1989; Snoj, 1997).

Tri vrste riba koje u tom smislu još nisu istražene su strugač *(Squalius svallize),* peškelj (*Scardinius plotizza*) i imotska masnica (*Squalius microlepis*).

Gore navedene vrste, kao i ostale endemske vrste riba karakterizira ograničenost područja rasprostranjenosti, kao i mala sposobnost prilagodbe na promjene vanjskih čimbenika (Mrakovčić i sur. 2006). Njihovoj ugroženosti najviše doprinosi unos alohtonih vrsta, povećani antropogeni pritisak na njihova staništa te nedostatak vode zbog klimatskih promjena (Mrakovčić i sur. 2006; Kottelat i Freyhof, 2007). Donošenje efikasnijih mjera zaštite za svaku endemsku vrstu ograničeno je malim brojem saznanja o biologiji i ekologiji istih, unatoč njihovoj ugroženosti i vrijednosti. Za navedene vrste postoji malo objavljenih znanstvenih podataka, koji se većinom odnose na osnovne biološko-ekološke osobitosti, rasprostranjenost te na probleme ugroženosti (Crivelli i Maitland, 1995; Kottelat i Freyhof, 2007).

Znanstveni doprinos ovog istraživanja bit će utvrđivanje jasnih srodstvenih odnosa ovih endemskih vrsta unutar porodice Cyprindae, nadopuna ključeva za određivanje vrsta utvrđenim morfometrijskim i merističkim parametrima, određivanje sastava ishrane, utvrđivanje rasta putem von Bertalanffyjeve krivulje, kao i njihove kondicije.

1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja

Pretpostavka je da su tri istraživane vrste riba donje Neretve (strugač, peškelj i imotska masnica) endemske, te da svaka od njih ima specifična biološka svojstva (ishrana, razvoj, rast, kondicijsko stanje, mrijest).

Kako su podatci o biološkim karakteristikama navedenih vrsta slabo istraženi, te temeljem gore navedenih hipoteza, ciljevi istraživanja ovog doktorskog rada su sljedeći: prikazati fizikalne i kemijske osobine vodotoka istraživanog područja (rijeka Bregava, Krupe i Matice i Deransko jezero); prikazati klimatske, hidrografske i hidrološke karakteristike gore navedenog područja; odrediti merističke i morfometrijske značajke, izraditi dužinsku i masenu strukturu riba; dobnu strukturu riba i von Bertanlanffyev rast; prikazati morfologiju probavnog trakta (odnos dužine probavila i totalne dužine tijela); izračunati Fultonov faktor kondicije (CF); odrediti kvalitativni i kvantitativni sastav ishrane, indeks ispunjenosti probavila (FI%) i indeks praznoće probavila (VI%); molekularnom analizom definirati sistematski položaj ovih endemskih vrsta i njihove taksonomske odnose s drugim Ciprinidnim vrstama.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Heckel i Kner (1858) za centralni dio Dalmacije spominju sedam vrsta roda *Squalius,* među kojima za stanište strugača navode jezera kod Vrgorca i rijeku Neretvu, dok Katurić (1896) navodi da strugač naseljava rijeku Krku i Cetinu.

Prema navodima Karamana (1928), strugač naseljava vode u okolici Metkovića gdje je vrlo čest, a narod ga zove svalić, također navodi njegovo postojanje u donjem toku Zrmanje, ali u ponešto odvojenoj formi, dok u gornjem toku Krke nije pronađen.

U radu Talera (1953) nalaze se podatci o strugaču za područja Dalmacije i Hercegovine. Od radova novijeg datuma (Vuković, 1971, 1977, 1982), dostupni su nešto precizniji podatci o navedenoj vrsti, gdje se spominje njegova veća brojnost u Jablaničkoj i Bilećkoj hidroakumulaciji, te prema Vukoviću (1982) i u rijeci Trebišnjici.
Također, strugač je rasprostranjen u vodama Zrmanje i pritokama Krke, a pronađen je i u vodama Popovog polja, što dokazuje njegovu prilagodbu na periodično podzemni način života (Vukoviću, 1971).
Leiner i Popović (1984) izlovom ribe u gornjem toku rijeke Cetine pronalaze više primjeraka strugača, pri čemu je potvrđen i podatak od Katurića (1896) o nazočnosti ove vrste u rijeci Cetini, dok Leiner (1984) istraživanjem istarskih rijeka i akumulacija potvrđuje nazočnost strugača u navedenim vodama.

Prema Mrakovčić i sur. (2006) strugač nastanjuje dijelove Hrvatske, Bosne i Hercegovine i Albanije. Ovi ga autori spominju po gore navedenom znanstvenom imenu i engleskom nazivu jadranski klen i crvenperka Balkana.
Također je stanovnik rijeke Acheloos u Grčkoj, a najpotpunije istraživanje, među dosta ograničenim istraživanjima njegove biologije i morfologije, rađeno je u rezervatima Kremasta i Tavropos u Grčkoj za vrijeme izgradnje brane (Economou i sur., 1991; Bobori i sur., 2006).

Na crvenoj listi IUCN registriran je kao ugrožena vrsta (Crivelli, 2006). Razlozi njegove ugroženosti su prije svega smanjivanje staništa uslijed antropogenog pritiska (Mrakovčić i sur., 2006), uključujući i uvođenje novih vrsta, zagađenje i uništavanje staništa (Economidis, 1991).

Kottelat i Freyhof (2007) ukazuju na novu podjelu roda *Leuciscus*, koji je razdijeljen na tri nova roda *Leuciscus*, *Squalius* i *Telestes*, gdje strugača opisuju pod nazivom *Squalius svallize,* a kao njegovo prirodno stanište navode samo područja vodotoka rijeke Neretve, Trebišnjice i Ljute u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini.

Kottelat i Freyhof (2007) također strugača spominju u kontekstu geografske rasprostranjenosti, a tek sa malim brojem podataka o osnovnim merističkim i morfometrijskim značajkama, dok strugača iz ranije navedinih istraživanja iz zapadnog dijela Grčke navode kao zasebnu vrstu *S. peloponesius*, koja se razlikuje od istraživanog strugača.

U novijim radovima vezanim za istraživanja strugača, postoje podatci o ishrani i rastu, te o merističkim i morfometrijskim značajkama endemskog strugača donjeg toka rijeke Neretve u Bosni i Hercegovini (Ivanković i sur. 2010, 2011).

Rod *Scardinius* (Bonaparte, 1837) odlikuje se rasprostranjenošću na području cijele Europe, sa jedinim izostankom na Pirinejskom poluotoku. Dosadašnja istraživanja ukazuju na problematiku kod taksonomije ovog roda (Ketmaier i sur., 2003; Bianco i sur., 2004; Freyhof i sur., 2005). Tako prema Kottelat (1997) rod *Scardinius* obuhvaća pet vrsta, dok Kottelat i Freyhof (2007) govore o deset vrsta navedenog roda.

Nominalna vrsta *S. erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) rasprostranjena je na europskom dijelu Mediterana, dok se ostale vrste ovoga roda ograničavaju na uži areal rasprostranjenosti. U vodam BiH i Hrvatske to su *S. plotizza* (Heckel i Kner, 1858) i *S. dergle* (Heckel i Kner, 1858); na području Albanije, Makedonije i Crne Gore *S. knezevici* (Bianco i Kottelat, 2005); u Grčkoj navode endemske vrste *S. acarnanicus* (Economidis, 1991) i *S. graecus* (Stephanidis, 1937); dok vrste *S. racovitzai* (Muller, 1958) u Rumunjskoj i u vodama Italije *S. scardafa* (Bonaparte, 1837) i *S. elmaliensis* (Bogutskaya, 1997).
Kod većine radova peškelj je bio predmetom znanstvenih rasprava, gledano sa strane sistematsko-taksonomskog položaja ove endemske vrste. Ova je vrsta prvobitno bila opisana pod sadašnjim nazivom *S. plotizza* (Heckel i Kner, 1858). Karman (1928) opisuje populacije iz Skadarskog jezera i rijeke Neretve kao podvrstu *S. erythrophthalmus scardafa.* Brojni autori (Berg, 1933; Vuković i Ivanišević, 1962; Vuković i Ivanović, 1971; Vuković, 1977; Kosorić, 1978; Kottelat, 1997) također opisuju peškelja pod istim nazivom *S. erythrophthalmus scardafa*.

Economidis i Banarescu (1991) peškelja spominju kao zasebnu vrstu, bez dodatnih informacija, a populaciju iz Skadarskog jezera također opisuju kao zasebnu vrstu *S. knezevici* (Bianco i Kottelat, 2005).

Bianco i Kottelat (2005) peškelja opisuju kao *S. cf. erythrophthalmus* skupa sa srodnim vrstma *S. dergle* (iz okoline Livna u BiH, te rijeka Zrmanje i Krke), kao i *S. erythrophthalmus hesperdicus* iz sjeverne Italije, gdje navode potrebu o daljnjim istraživanjima njihovog statusa. Na kraju, Kottelat i Freyhof (2007) ponovno ga imenuju kao zasebnu vrstu *S. plotizza.*

Radovi vezani za opću biologiju i ekologiju peškelja (Vuković i Ivanišević, 1962; Vuković i Ivanović, 1971; Vuković, 1977) te radovi o njegovoj rasprostranjenosti (Kosorić, 1978; Kosorić i sur., 1983) uglavnom su objavljeni u starijoj literaturi i dosta su rijetki.

Od novijih radova Prusina i sur. (2009) spominju morfološke i merističke osobitosti endemskog peškelja Hutova Blata, a Dulčić i sur. (2009) predstavljaju istraživanja dužinsko-masenog odnosa. Tutman i sur. (2009, 2012) pišu o endemskim vrstama riba i biološko-ekonomskim osobitostima, rasprostranjenosti i stanju zaštite peškelja, *Scardinius plotizza* na području močvare Hutovo Blato u Bosni i Hercegovini.

Peškelj se spominje u Crvenoj knjizi slatkovodnih riba Hrvatske (Mrakovčić i sur., 2006) kao nedovoljno poznata vrsta. U knjizi Hrvatske endemske ribe Ćaleta i sur. (2015) navode peškelja kao stenoendema donjeg dijela sliva Neretve, i kao endema jadranskog sliva. U istoj knjizi je opisan kao najmanje zabrinjavajuća vrsta na listi IUCN-a, dok se u RH vodi kao nedovoljno poznata vrsta.

Za Imotsku masnicu (makala) nije pronađen niti jedan rad indeksiran na Web of Sience ni pod sadašnjim nazivom niti pod starim nazivom *Leuciscus microlepis.*

Makal se spominje u Crvenoj knjizi slatkovodnih riba Hrvatske (Mrakovčić i sur., 2006) kao kritično ugrežena vrsta, dok se u knjizi Hrvatske endemske ribe (Ćaleta i sur., 2015) makal spominje kao ugrožena vrsta na IUCN-ovoj listi, dok se za Republiku Hrvatsku navodi kao endem jadranskog sliva i kritično ugrožena vrsta

2.1. Taksonomski položaj istraživanih vrsta

Squalius svallize (Heckel & Kner, 1858)

Koljeno: Vertebrata (kralježnjaci)

Razred: Pisces (ribe)

Podrazred: Actinopterygii (zrakoperke)

Nadred: Teleostei (prave koštunjače)

Red: Cypriniformes (šaranke)

Porodica: Cyprinidae (šarani)

Rod: *Squalius* (klenovi)

Vrsta: Strugač (*Squalius svallize*)

Squalius microlepis (Heckel & Kner, 1858)

Koljeno: Vertebrata (kralježnjaci)

Razred: Pisces (ribe)

Podrazred: Actinopterygii (zrakoperke)

Nadred: Teleostei (prave koštunjače)

Red: Cypriniformes (šaranke)

Porodica: Cyprinidae (šarani)

Rod: *Squalius* (klenovi)

Vrsta: Makal (*Squalius microlepis*)

Scardinius plotizza (Heckel & Kner, 1858)

Koljeno: Vertebrata (kralježnjaci)

Razred: Pisces (ribe)

Podrazred: Actinopterygii (zrakoperke)

Nadred: Teleostei (prave koštunjače)

Red: Cypriniformes (šaranke)

Porodica: Cyprinidae (šarani)

Rod: *Scardinius* (crvenperke)

Vrsta: Peškelj (*Scardinius plotizza*)

2.1.1. Opis strugača iz donjeg sliva rijeke Neretve

Tijelo je vretenasto izduženo i vitko što se osobito očituje na repnom dijelu (slika 1). Glava je uska i zaobljena osobito u čeonom području. Dužina glave iznosi peti dio totalne dužine tijela. Usta su mala i malo koso postavljena, a donja usna je sasvim prekrivena gornjom. Usni prorez doseže do ispod nosnog otvora.

Leđna strana tijela je sivo smeđa ili zelenkasta s plavičastim sjajem. Bočne strane su srebrnasto sjajne, a trbuh je blijede boje. Početak ljusaka je sa tamnim pigmentom, što odaje blago mrežasti uzorak na bokovima tijela (Bogutskaya i Zupančič, 1999). Leđna i repna peraja su sive ili tamno sive boje, dok su prsne i trbušne peraje žućkaste do svijetlo crvene boje. Mrijesti se u proljetnom periodu od travnja i svibnja (Mrakovčić i sur., 2006). Ikru odlaže na kamenitoj podlozi, te je, kao i bijeli klen, u tom pogledu litofilna vrsta.



Slika 1. Strugač iz Neretvanskog sliva (foto: Ivanković)

2.1.1.1. Područje obitavanja strugača

Strugač je riba ograničenog području obitavanja čije se područje odnosi na vodotoke rijeka Neretve, Trebišnjice i Ljute u Bosni i Hercegovini i Hrvatskoj (slika 2).



2.1.2. Opis makala iz rijeke Matice

Prema starijoj sistematici ova se vrsta zvala *Leuciscus microlepis* (Heckel,1843).

Makal je riba vretenasta tijela koja može narasti do 30 cm, premda joj je prosječna dužina između 20 i 25 cm. Tijelo joj prekrivaju male ljuske. Po bočnim stranama tijela proteže se slabo uočljiva tamna pruga. Leđa su tamnosiva, bokovi metalnosrebrni, a trbuh bijel. Peraje su svjetložute boje.

Hrani se malim vodenim beskralježnjacima. Premda se tvrdi da je česta vrsta, makal se veoma rijetko nađe u ulovima. Ima manju vrijednost u ishrani lokalnog stanovništva (slika 3).



Slika 3. Makal iz rijeke Matice (foto: Ivanković)

2.1.2.1. Područje obitavanja makal

Makal živi u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini. U Hrvatskoj nastanjuje jezero Proložac kod Imotskog, rijeku Maticu te Baćinska jezera (slika 4)



2.1.3 Opis peškelja iz donjeg sliva rijeke Neretve

Prema starijoj je sistematici ova vrsta bila poznata pod imenom *Scardinius erythrophthalmus scardafa* (Bonaparte, 1837).

Sinonimi: *Scardinius scardafa* (Bonaparte, 1837); *Rutilus heegeri* (Agassiz, 1835); *Leuciscus scardafa* (Bonaparte, 1837); *Leuciscus scarpata* (Bonaparte, 1837); *Leuciscus marrochius* (Costa, 1838); *Leuciscus heegeri* (Bonaparte, 1839); *Leuciscus scarpetta* (Valenciennes, 1844); *Scardinius erythrophthalmus scardafa* (Bonaparte, 1837).

Bitno je naglasiti, da se peškelj od crvenperke razlikuje po većim ustima, širem čelu koje je konkavnog profila, dužoj glavi i tamnije obojenim perajama (slika 5). Donja čeljust doseže do polovice oka. Najveća visina tijela je iznad prsnih peraja. Trbušne i prsne peraje imaju žućkastobijele baze i crne vrhove. Leđna peraja započinje bliže repu nego glavi, te je viša nego duža. Analni otvor pomaknut je više prema repu gledajući od kraja leđne peraje. Trbušne peraje su na sredini tijela. Boja trbuha je bijela, leđa peškelja su sivkasta, dok bokovi imaju žućkastu obojanost. Glava je odozgo tamno obojena, dok sa strana ima sedafast sjaj. Hrani se pretežno vodenim biljem, ali i faunom dna. Mrijesti se na bilju (fitofil).



Slika 5. Peškelj iz Deranskog jezera (foto: Ivanković)

2.1.3.1. Područje obitavanja peškelja

Peškelj je regionalni endem Jadranskog sliva, rasprostranjen u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini. Nastanjuje Baćinska jezera u RH i donje dijelove sliva rijeke Neretve, te se smatra stenoendemom zbog jako malog područja rasprostranjenosti (slika 6)



2.2. Područje istraživanja

2.2.1. Hidrografija i hidrologija

Delta rijeke Neretve predstavlja jedinstvenu vlažnu mediteransku oblast (20.000 hektara) koju čini nekoliko vlažnih i zaštićenih staništa (botaničkih, ihtioloških i ornitoloških rezervata). Istraživanja su provedena na ušću rijeke Bregave u Neretvu, područje Deranskog jezera u sklopu Parka prirode Hutovo blato i rijeke Krupe, te na rijeci Matici. Područje Hutova blata nalazi se u slivu rijeke Krupe koja s lijeve strane utječe u Neretvu (slika 7).



Slika 7. Zemljopisna lokacija istraživanog područja (izvor: www. google.ba/zemljopisna karta Hercegovine)

Vodotok rijeke Bregave može se podijeliti na tri dijela: gornji, srednji i donji tok. Gornji tok Bregave dužine je oko 11,5 km i proteže se od izvora na 120 m n.m. do izlaska Bregave iz grada Stoca na koti od 40 m n.m. Srednji tok Bregave dužine je 9,25 km i proteže se do sela Prenj. Donji tok rijeke Bregave dug je 14 km i proteže se od sela Prenj do ušća u rijeku Neretvu na koti od oko 0,00 m n.m. Gornji tok Bregave dobro je očuvan od zagađenja i spada u prvu kategoriju vodotoka. Također treba naglasiti da vodotok rijeke Bregave prihranjuje izvore na području gore navedenog Deranskog jezera.

Dužina vodotoka rijeke Krupe (slika 8) od mjesta istjecanja iz Deranskog jezera, gdje ima široko i krivudavo korito sa obiljem bistre vode do ušća u rijeku Neretvu iznosi 9 km. Mjesto spajanja rijeke Krupe i Neretve udaljeno je 25 km od ušća Neretve u Jadransko more. Brzina protoka rijeke Krupe kreće se od 0,50 m^3/s do 200 m^3/s. Najniži vodostaj koji je zabilježen na rijeci Krupi iznosio je 0,50 m n.m., dok je srednji godišnji vodostaj oko 2,92 m n.m. Pad korita rijeke Krupe je veoma mali i iznosi nešto manje od 0.05% i upravo iz tog razloga u slučajevima porasta razine rijeke Neretve dolazi do reverzibilnog toka rijeke Krupe prema Deranskom jezeru.



Slika 8. Rijeka Krupa (foto: Ivanković)

Slivu rijeke Krupe pripada oko šezdeset izvora, gdje se veći broj javlja u području Svitave kao lijeve obalne pritoke, dok se manji broj ulijeva u desni Deranski dio sliva Krupe. Svi ovi izvori većinom se opskrbljuju vodom iz Popova polja. Maksimalni protok iz ovih izvora prema nekim procjenama iznosi oko 50 m^3/s, a najviše ovisi o pogonu hidroelektrana na rijeci Trebišnjici i Čapljini.

Ukupna površina Parka prirode Hutova blata iznosi 7.400 ha, dok od toga na Deransko jezero otpada 4.877 ha. Najveći dio površine Deranskog jezera je povremeno ili stalno pod vodom cca. 48% (slika 9). Ovo područje obuhvaća dio potonulog Donjeg Neretvanskog bazena koji se pruža Dinarskim smjerom, i svrstan je u niski tip močvare koji je ispunjen Neretvanskim aluvijem. Područje je, izuzev sjeverozapadne strane u cijelosti zatvoreno kršom. Bliže rijeci Neretvi talože se pjeskovito-glinoviti sedimenti koji udaljavanjem od glavnog toka Neretve prelaze u sve finiji i manje strukturirani sediment, zbog smanjenja strujanja vode. Ovaj se proces osobito zapaža u periodu od jeseni do proljeća kada se vode Neretve radi visokog vodostaja rijeke Krupe razlijevaju po jezerima Hutova blata nanoseći fini vapnenasti mulj.



Slika 9. Deransko jezero (foto: Ivanković)

Rijeka Matica predstavlja dio vodotoka krške rijeke Vrljike, ponornice koja izvire u Prološcu i Glavini Donjoj u Republici Hrvatskoj iz više izvora od kojih su najveći Opačac i Utopišće. Ukupna dužina njenog toka je 70 kilometara, a na kojem pet puta mijenja ime.

Tako je prvo pod imenom Vrljika, pa Matica (slika 10) koja izvire na području Kamenmosta, a nakon toga uvire u ponor Šajnovac u hercegovačkom dijelu polja. Ponovno izvire u Peć Mlinima te postaje Tihaljina, Mlada i na kraju Trebižat koji se ulijeva u rijeku Neretvu u Strugama južno od Čapljine. Naime, jedina je rijeka s izvorištima pitke vode između Cetine i Neretve, te se zbog izolacije od drugih vodotoka u njoj razvilo više endemičnih vrsta riba. Cijeli ekosustav navedene rijeke iznimno je važan za bioraznolikost kraja i šire, ali i vrlo osjetljiv na vanjske utjecaje.



Slika 10. Rijeka Matica (foto: Ivanković)

2.2.2. Klima

Vodotoci donjeg sliva rijeke Neretve nalaze se području izmijenjene sredozemne klime. Blizina Jadranskog mora ima znatan utjecaj na klimatska svojstva sliva Neretve, koja se očituju blagim i vlažnim zimama, te dugim, toplim i suhim ljetima. Svojstva raspodjele temperature zraka, vlažnosti i količine oborina tijekom 2006. do 2007. godine dane su u tablici 1 i tablici 2, što su i posljednji klimatski podatci za područje općine Čapljina, što su i posljednja mjerenja na navedenoj postaji.

Prema podatcima sa meteorološke postaje Čapljina maksimalna godišnja temperatura za 2006. godinu iznosila je 40 ^{0}C, a minimalna -7,5 ^{0}C, dok je za 2007. godinu maksimalna iznosila 42 ^{0}C a minimalna -4,5 ^{0}C.

Srednja godišnja temperature za 2006. godinu bila je 14,8 ^{0}C, a za 2007. iznosila je 15,6 ^{0}C. Godišnja suma oborina za 2006. godinu iznosila je 801,1 l/m^2, a za 2007. godinu 896,1 l/m^2. Srednja relativna vlažnost zraka za 2006. godinu iznosila je 72 %, a za 2007. godinu 75 %. Prosječan broj kišnih dana je 101. Najviše ih je u studenom i prosincu (12 dana), a najmanje u kolovozu (2 dana). Ukupna godišnja osunčanost iznosi cca. 2300 sata. Najviše sunčanih sati je u srpnju 11,3 dnevno, a najmanje u prosincu 2,5 sata dnevno.

Rubni istočni dijelovi Parka prirode Hutovo blato pripadaju području općine Stolac, te su stoga navedeni osnovni hidrometeorološki podatci za navedenu općinu tijekom 2010. i 2011. godine (tablice 3 i 4). Prema podatcima sa meteorološke postaje Stolac maksimalna godišnja temperatura za 2010. godinu iznosila je 40 ^{0}C, a minimalna -7 ^{0}C, dok je za 2011. godinu maksimalna iznosila 39,6 ^{0}C a minimalna -4 ^{0}C. Srednja godišnja temperatura za 2010. godinu iznosila je 15,7 ^{0}C, a za 2011. godinu 16,1 ^{0}C. Godišnja suma oborina za 2010. godinu iznosila je 1555,7 l/m^2, a za 2011. godinu 731 l/m^2. Srednja relativna vlažnost zraka za 2010. i 2011. godinu iznosila je 72 %.

Klimatološki podatci za područje općine Grude, a kojoj pripada tok rijeke Matice, nisu dostupni, zbog nepostojanja meteorološke postaje. Za susjednu općinu Ljubuški zadnje klimatološko mjerenje odnosi se za 1989. godinu (tablica 5).

Srednja godišnja temperatura za 1989. godinu područja općine Ljubuški iznosila je 14,6 ^{0}C, a maksimalna godišnja 36,5 ^{0}C, dok je minimalna zabilježena -9,5 ^{0}C. Godišnja suma oborina iznosila je 835,1 l/m^2 , a srednja relativna vlažnost 70%.

Ovo istraživano područje biljnogeografski pripada submediteranskoj vegetacijskoj zoni sveze Ostryo-Carpinion orientalis (Trinajstić, 1995).

Tablica 1. Klimatski podatci meteorološke postaje Čapljina (2006)

Godina: 2006.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Sred.god	Max.god	Min.god	God.suma
Srednja temperatura zraka (°C)	4,9	6,7	8,6	14,8	19,1	22,5	26,0	22,1	20,1	16,3	8,8	7,1	**14,8**			
Maksimalna temperatura zraka (°C)	16,0	19,0	22,4	27,5	33,8	40,0	38,5	38,6	36,0	29,0	19,5	17,0		**40,0**		
Minimalna temperatura zraka (°C)	-7,5	-4,5	-2,2	4,6	7,0	10,0	16,0	9,5	10,2	3,0	-1,5	-4,5			**-7,5**	
Suma padalina (l/m^2)	76,9	72,8	143,5	38,4	55,0	50,5	25,8	69,0	123,0	17,0	58,7	70,5				**801,1**
Suma padalina (l/m^2)	87,5	92,2	83,9	64,0	39,1	24,3	18,2	120,4	127,8	21,6	33,0	61,8				**773,9**
Srednja relativna vlažnost zraka (%)	63	72	74	72	67	67	63	79	77	73	83	74	72			

Tablica 2. Klimatski podatci meteorološke postaje Čapljina (2007)

Godina: 2007.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Sred.god	Max.god	Min.god	God.suma
Srednja temperatura zraka (°C)	7,7	9,7	11,4	16,9	20,2	24,0	26,7	25,6	17,7	14,0	7,8	5,7	**15,6**			
Maksimalna temperatura zraka (°C)	19,0	20,0	23,0	29,5	32,5	37,5	41,5	42,0	32,0	30,0	22,5	16,0		**42,0**		
Minimalna temperatura zraka (°C)	-2,0	-2,0	2,0	5,1	10,0	12,0	14,8	16,5	7,5	3,0	-2,0	-4,5			**-4,5**	
Suma padalina (l/m²)	78,4	163,5	149,4	8,8	96,0	5,0	10,0	8,0	38,0	155,0	107,0	77,0				**896,1**
Suma padalina (l/m²)	93,3	147,5	109,3	10,7	50,6	40,5	19,5	7,9	92,2	93,7	129,7	91,5				**886,4**
Srednja relativna vlažnost zraka (%)	84	85	80	65	75	75	61	72	75	76	78	69	**75**			

Tablica 3. Klimatski podatci meteorološke postaje Stolac

Godina: 2010.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Sred.god	Max.god	Min.god	God.suma
Srednja temperatura zraka (°C)	6,0	7,5	10,1	15,5	18,4	23,0	27,1	26,3	20,5	14,4	12,3	6,9	**15,7**			
Maksimalna temperatura zraka (°C)	18,0	18,0	22,0	27,0	29,3	35,0	40,0	38,0	31,0	26,0	23,8	19,6		**40,0**		
Minimalna temperatura zraka (°C)	-3,0	-4,7	-3,0	5,0	8,0	9,0	15,5	14,8	9,0	3,0	3,0	-7,0			**-7,0**	
Suma padalina (l/m²)	124,0	234,6	127,0	104,0	67,0	44,1	0,0	12,0	190,0	161,0	288,0	204,0				**1555,7**
Srednja relativna vlažnost zraka (%)	80	83	71	67	71	69	54	57	65	79	93	79	**72**			

Tablica 4. Klimatski podatci meteorološke postaje Stolac

Godina: 2011.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Sred.god	Max.god	Min.god	God.suma
Srednja temperatura zraka (°C)	5,7	7,0	10,6	15,1	19,9	25,2	25,7	26,7	24,3	15,8	9,4	7,7	**16,1**			
Maksimalna temperatura zraka (°C)	17,8	21,0	24,5	29,0	32,5	36,6	39,6	38,8	37,0	31,5	21,0	18,6		**39,6**		
Minimalna temperatura zraka (°C)	-3,0	-4,0	-4,0	1,5	6,0	14,5	13,0	13,8	14,3	1,5	-2,6	-3,0			**-4,0**	
Suma padalina (l/m²)	42,0	42,0	49,7	33,2	100,0	20,0	88,0	19,7	42,6	68,5	105,0	121,0				**731,7**
Srednja relativna vlažnost zraka (%)	77	68	69	65	68	68	72	70	74	80	80	84	**72**			

Tablica 5. Klimatski podatci meteorološke postaje Ljubuški

Godina: 1989.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Sred.god	Max.god	Min.god	God.suma
Srednja temperatura zraka (°C)	5,8	8,7	12,7	13,6	16,7	19,7	24,7	24,0	19,9	13,7	9,2	6,5	**14,6**			
Maksimalna temperatura zraka (°C)	19,5	19,5	25,0	25,0	26,0	30,5	35,5	36,5	33,0	27,5	25,5	19,5		**36,5**		
Minimalna temperatura zraka (°C)	-6,5	-3,5	1,6	4,0	5,0	9,5	12,0	11,0	10,0	3,5	-5,5	-9,5			**-9,5**	
Suma padalina (l/m²)	2,5	52,4	97,5	121,2	39,5	30,1	26,2	14,1	119,2	176,2	143,9	12,3				**835,1**
Srednja relativna vlažnost zraka (%)	68	69	66	78	71	66	56	59	72	77	78	80	**70**			

2.2.3. Riblje vrste istraživanog područja

Najbrojnije vrste riba koje su u vezi sa strugačem, makalom i peškeljom, te naseljavaju istraživana područja su (uključujući znanstvena i opća imena riba prema Kottelat i Freyhof, 2007): podustva, *Chondrostoma knerii* Heckel, 1843, klen, *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), smeđi somić, *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819), linjak, *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758), babuška, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), šaran, *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, masnica, *Leucos basak* Heckel, 1843, sunčanica, *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758), jegulja *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), kalifornijska pastrva, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), potočna pastrva, *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Za vrijeme istraživanja utvrđena je i nazočnost zubatka, *Salmo dentex* (Heckel, 1851) koji je determiniran temeljem ključa Vuković i Ivanović (1971). Riječ je o slabo istraženoj, izuzetno rijetkoj, te ugroženoj vrsti koja naseljava rijeku Cetinu u Hrvatskoj (Mrakovčić i sur., 1995), rijeku Neretvu u Bosni i Hercegovini, te rijeku Moraču u Crnoj Gori (Marić,1995).

3. MATERIJAL I METODE

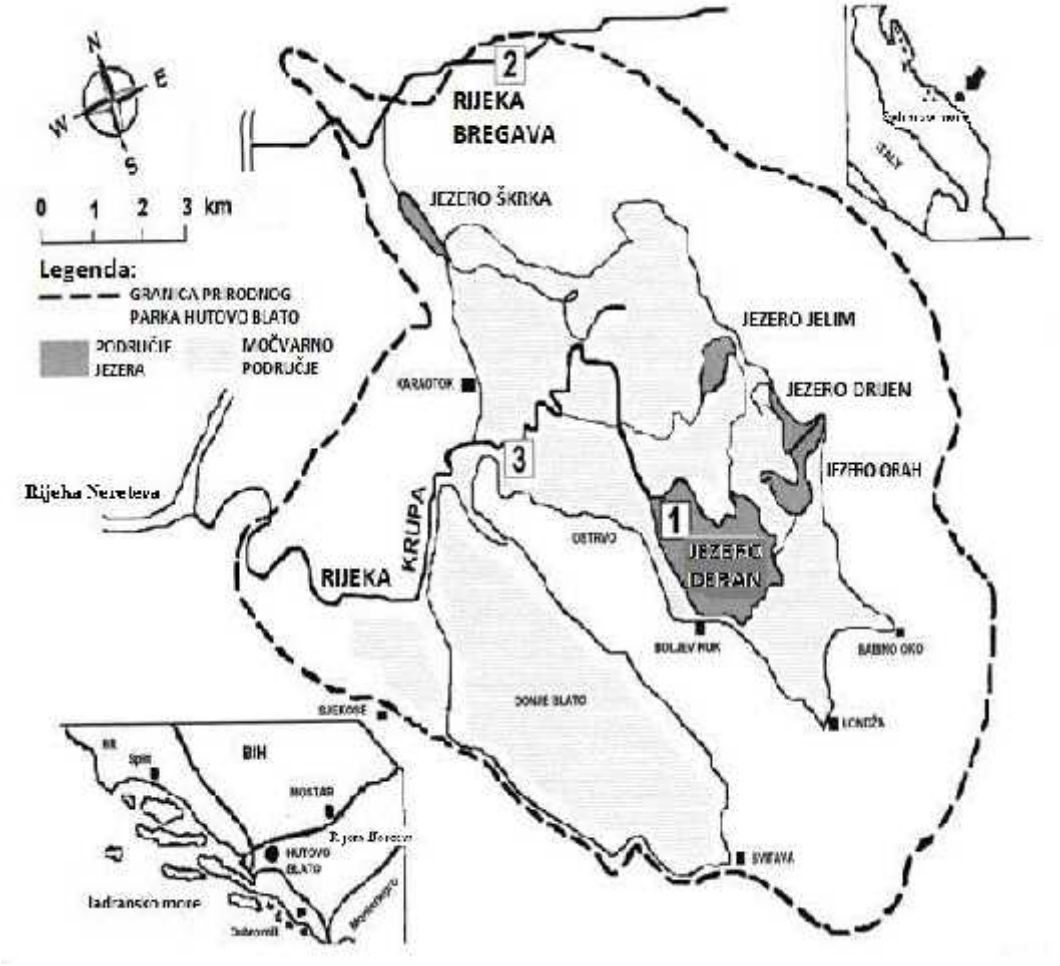
3.1. Mjesta istraživanja i sakupljanje uzoraka

Tijekom 2006./2007. i 2014./2015. godine provedena su istraživanja u donjem toku rijeke Neretve, pri čemu su proučavane tri endemske vrste: strugač, makal i peškelj. Kod strugača su istraživanja provedena tijekom 2006./2007. godine za sva četiri godišnja doba, zima (veljača), proljeće (svibanj), ljeto (kolovoz) i jesen (listopad), dok su kod makal i peškelja istraživanja provođena tijekom 2014./2015. godine također za sva četiri godišnja doba po mjesecima isto kao kod strugača.

Odabrane su četiri lokacije, rijeka Krupa, ušće rijeke Bregave u Neretvu, Deransko jezero te rijeka Matica. Deransko jezero nalazi se u sklopu močvare Hutovo blato površine cca 7.411km^2 visoke eutrofije i razvijene ihtiofaune omeđene rijekom Neretvom sa zapada, rijekom Bregavom sa istoka i rijekom Krupom sa juga koja ima reverzibilni tok (slika 11). Rijeka Matica smještena je u zapadnom dijelu Hercegovine na samoj granici sa RH u blizini Imotskog.

Svaka od lokacija međusobno je povezana rijekom Neretvom, tako da rijeka Krupa izlazi iz Deranskog jezera i ulijeva se u rijeku Neretvu. Rijeka Bregava i rijeka Matica (sa izmijenjenim imenom kao rijeka Trebižat) također se ulijevaju u Neretvu tri do četiri kilometra južno od Čapljine.

Riba je izlovljavana mrežama prostricama promjera oko od 28 do 72 mm. Sve su mreže bile dužine 30 metara, dok je visina varirala od 1 do 3 metra. Mreže su postavljane u večernjim satima i pregledavane ujutro sljedećeg dana. Sve lokacije su istražene sezonski (četiri godišnja doba), a odabrane su na osnovu preporuka od strane lovočuvara i lokalnih ribara.



Slika 11. Mjesto gdje se nalaze postaje: **1**. Deransko jezero; **2**. rijeka Bregava; **3**.rijeka Krupa (izvor: Tutman i sur., 2012)

3.2. Fizikalno-kemijska obilježja vode

Fizikalno-kemijska svojstva vode mjerena su na četiri postaje: ušće rijeke Bregave u Neretvu, rijeka Krupa, Deransko jezero u sklopu Parka prirode Hutovo blato, te na rijeci Matici. Uzorkovanja vode za fizikalno-kemijsku analizu obavljena su po četiri puta za svaku postaju tijekom istraživačkog razdoblja, pri čemu su obuhvaćena sva četiri godišnja doba: zima (veljača), proljeće (svibanj), ljeto (kolovoz) i jesen (listopad).

Mjereni su sljedeći parametri: temperatura vode, suspendirana tvar, ispareni ostatak, kemijska potrošnja kisika, otopljeni i zasićeni kisik, biološka potrošnja kisika, $KMnO_4$, amonijak, nitriti, nitrati, ukupni fosfor, sulfati, kloridi, pH, Ca^{2+} i Mg^{2+}.

3.3. Prikupljanje i obrada podataka

3.3.1. Struktura dužine i mase te oblik tijela

Dužine tijela mjerene su pomičnim mjerkom uz točnost od 0,1 mm. Totalna dužina (TL - „total length") mjerena je od početka glave do kraja repne peraje, a standardna dužina (SL – „standard length") mjerena je od početka glave do početka repne peraje. Masa jedinki (g) mjerena je na vagi „Kern" tipa 440-33N, nakon njihovog odmrzavanja. Sva mjerenja obavljena su za oba spola zajedno kod sve tri vrste.
Za određivanje dužinsko - masenih odnosa korištena je formula prema (Ricker, 1975) gdje je:

$$W = a\,L^{b}$$

W = masa tijela u gramima,
L = totalna dužina u centimetrima,
a i b = konstante.

Najveća masa (W_{∞}) koju će riba dostići ako nastavi živjeti i rasti izračunata je iz odnosa dužine i mase:

$$W_{\infty} = a\,L_{\infty}^{b}$$

gdje su a i b parametri odnosa dužine i mase.

Faktor oblika, kao što je opisao Froese (2006) je računat kao:

$$a_{3.0} = 10^{\log a - S\,(b-3)}$$

gdje su a i b koeficijenti odnosa dužine i mase, a S je regresijski koeficijent logaritma a nasuprot b.
Kondicijsko stanje riba, također se računa na temelju njihovih dužina, te je praćeno Fultonovim faktorom kondicije (K), koji izražava masu ribe u kubiku njezine dužine i često služi za istraživanje sezonskih razlika i razlika u staništu (Ricker, 1971). Osim što se gore

navedenim faktorom može vidjeti porast mase radi rasta i sazrijevanja gonada, on se mijenja i radi hranidbe, pa je u zimskom periodu niži, a u ljetnom znatno viši. Ovaj se faktor često označava i sa CF (eng. Condition factor).

1. Fultonov faktor (koeficijent) kondicije (CF), (Ricker,1975)

$$CF = W \cdot L^{-3} \cdot 100$$

gdje su:
W = masa tijela u gramima,
LT = totalna dužina u centimetrima.

3.3.2. Ishrana

Iz analiziranih riba izdvojeno je probavilo nakon rezanja kod jednjaka i analnog otvora, pri čemu je izmjerena i njegova dužina. Sadržaj je izuzet iz izoliranog i rastegnutog probavila (izuzet je iz prednjeg dijela), izvagan kao mokra masa elektronskom vagom, te spremljen u numerirane posudice i fiksiran u 4%-tnom formalinu.
Naknadno je obavljen analiza kvalitativnog i kvantitativnog sastava hrane u probavilu kod riba gdje je to bilo moguće. Identifikacija i brojanje obavljeno je pomoću binokularnog mikroskopa. Za determinaciju je služio ključ: Kerovec (1986).

Pri analizi pojedinih kategorija sadržaja probavila, upotrijebljen je:

1. postotak učestalosti pojavljivanja (F%), (Holden i Raitt, 1974)

$$F\% = \frac{f_i}{f} x100$$

gdje su:

f_i = frekvencija jedne hranidbene kategorije,

f = ukupna frekvencija svih hranidbenih kategorija.

2. postotak brojnosti (N%), (Holden i Raitt, 1974)

$$N\% = \frac{n_i}{n} x100$$

gdje su:
n_i=broj hranidbenih kategorija,

n = ukupan broj svih hranidbenih kategorija (Hyslop, 1980).

Promjene u navikama hranjenja su analizirane u različitim mjesecima (veljača, svibanj, kolovoz, liostopad) čime su obuhvaćena četiri godišnja doba, te u različitim dužinskim kategorijama, koristeći se sljedećim indeksima u izračunavanju (prema Hyslop, 1980).

1. Indeks ispunjenosti probavila

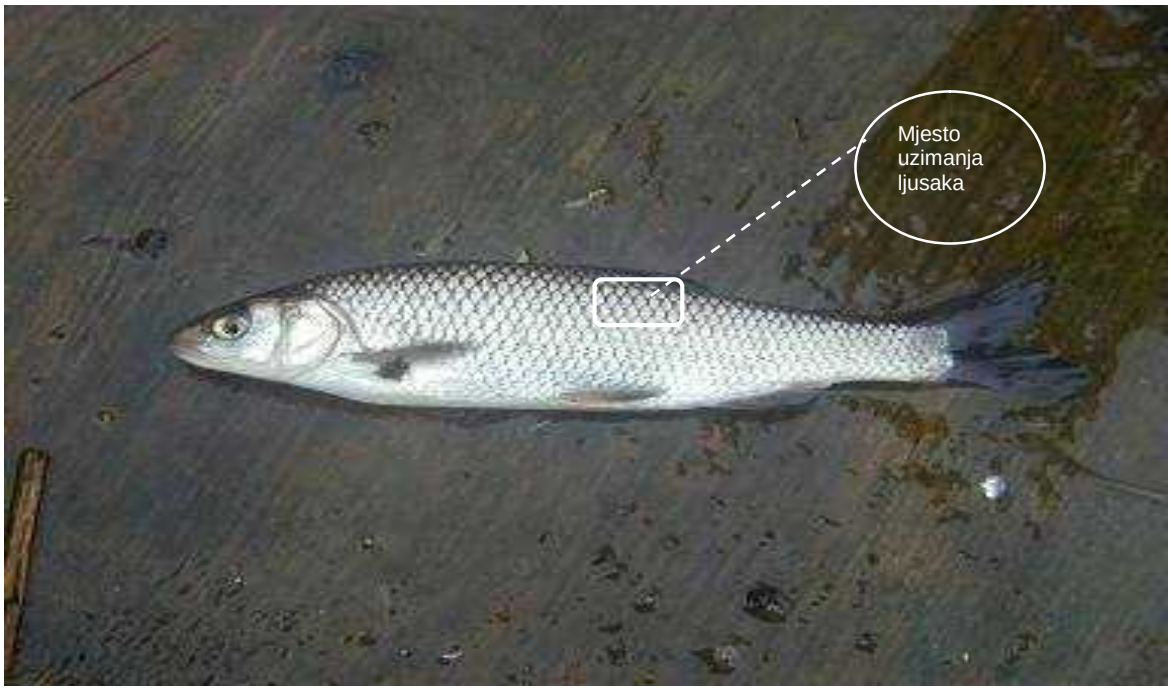
$$(FI\%) = \frac{\text{masa sadržaja probavila}}{\text{masa ribe}} \times 100$$

2. Indeks praznoće probavila

$$(VI\%) = \frac{\text{Broj praznih probavila}}{\text{Ukupan broj svih istraženih probavila}} \times 100$$

3.3.3. Dob i rast

Ljuske za određivanje dobi uzete su iznad bočne linije, a ispod prednjeg dijela leđne peraje (slika 12). Ljuske su pohranjivane u papirnate vrećice na kojima je napisan redni broj pod kojim je vođena riba. Svi podatci su analizirani za oba spola zajedno. Ljuske su analizirala dva promatrača pomoću digitalnog mikroskopa Dino-lite sa programom Dino Capture 2.0 ver. 1.2.7..



Slika 12. Mjesto uzimanja ljusaka (foto: Ivanković)

Skleritni prstenovi na ljuskama javljaju se kao posljedica nejednolikog rasta tijekom godine. Ljeti riba raste brže pa se ugrađuje više $CaCO_3$, te se na ljuskama očituje kao širi svjetliji prstenova. U zimskom period, tijekom kojeg je usporen rast zbog niže temperature vode i zbog smanjenog uzimanja hrane, na ljuskama je razvidan uži prsten.

Za povratni izračun rasta u dužinu korištena je Fraser-Lee formula, uzimajući u obzir da je veza između promjera ljuske (s) u mm i ukupne dužine u cm $L=7,770 + 5,380\ s$ ($r=0.899$; $p<0,01$) za makala i $L=4,614 + 3,328\ s$ ($r=0,914$; $p<0,01$) za peškelja. Von Bertanlanffyjeva krivulja rasta (VGBF) korištena je za prikaz vrijednosti rasta u dužinu (Bertalanffy, 1934) i phi-prime (Φ´) i za proučavanje ukupnog rasta (Sparre i Venema, 1992):

$$L_t = L_\infty (1-e^{-K(t-t_o)})$$

$$\theta ' = \ln K + 2 \ln L$$

gdje je:

Lt = ukupna dužina za dob t,

L_∞ = najveća dužina koju će prosječna riba dostići ako nastavi živjeti i rasti,

K = koeficijent rasta koji pokazuje kojom brzinom ribe dostižu L_∞ ,

t_0 = hipotetska dob kod Lt= 0,

Φ´ = ukupna performanca rasta.

Za preračun standardne dužine (SL) *S.erythophthalamus* u ukupnu dužinu (TL) korištena je sljedeća jednadžba TL = 0.00 + 1,194 SL (Froese i Pauly, 2016).

Identifikacija skleritnih prstena strugača rađena je pomoću Scion Image programa, korištenjem mikroskopa povezanog sa ekranom računala pomoću video kamere.
Brzina rasta Neretvanskog strugača procijenjena je pomoću rasta skleritnih prstenova i povratnog izračuna dužina (Bagenal i Tesh, 1978) Povratnim izračunom iz svih generacija mogu se ustanoviti dužine u svim godinama života, od prve pa nadalje.

Tako su Fraser (1916) i Lee (1920) predložili korištenje Fraser-Lee formule za povratno izračunavanje:

$$l_n = s_n s^{Z1} (l + Z c) + c$$

l_n= dužina ribe u vremenu formiranja anula u cm

s_n= promjer svakog anula u mm

s= promjer ljuske u mm

l= dužina ribe

c= korekcijski faktor sljedeće jednadžbe L = 6,62+4,93 s (r = 0,869; p<0,01)

Nakon povratnog izračuna prosječnih dužina istraživanih riba obavljena je statistička obrada, te je dan grafički prikaz.

Apsolutni godišnji priraštaji (i_n), prosječne vrijednosti prirasta dužina ($\bar{i}_{1-7}$) i realni prirast ($L_7 = 7\bar{i}_{1-7}$) u cm, za vrijeme prve četiri godine života je izračunato prema Živkovu i sur. (1999).

3.3.4. Taksonomska analiza

Taksonomski položaj populacije strugača, makala i peškelja određivan je na osnovi sljedećih morfoloških osobina: morfometrijskih, merističkih i fenotipskih.
Morfometrijske osobine u načelu imaju manju heritabilnost (h^2, stupanj nasljednosti) od merističkih značajki, ali veće značenje za preživljavanje riba.
Merističke su osobine važne zbog veće relevantnosti, a morfometrijske zbog praktične upotrebljivosti, npr. u privredi (Treer i sur., 1995)

3.3.5. Merističke značajke

Broj žbica u perajama

Broj žbica (tvrdih i mekih) u perajama (parne i neparne) određivan je pomoću povećala (*Matic classic line*) i preparacijske igle. Prema pravilu u ihtiološkim istraživanjima peraje su označavane velikim tiskanim slovima. Broj tvrdih žbica obilježavan je rimskim brojevima, dok je broj mekih žbica označavan arapskim brojevima.

Broj žbica u parnim perajama:

- Prsne (pektoralne) peraje (P – pterygia pectoralia)
- Trbušne (ventralne) peraje (V – pterygia ventralia)

Broj žbica u neparnim perajama:

- Leđna (dorzalna) peraja (D – pina dorsalis)
- Podrepna (analna) peraja (A – pina analis)

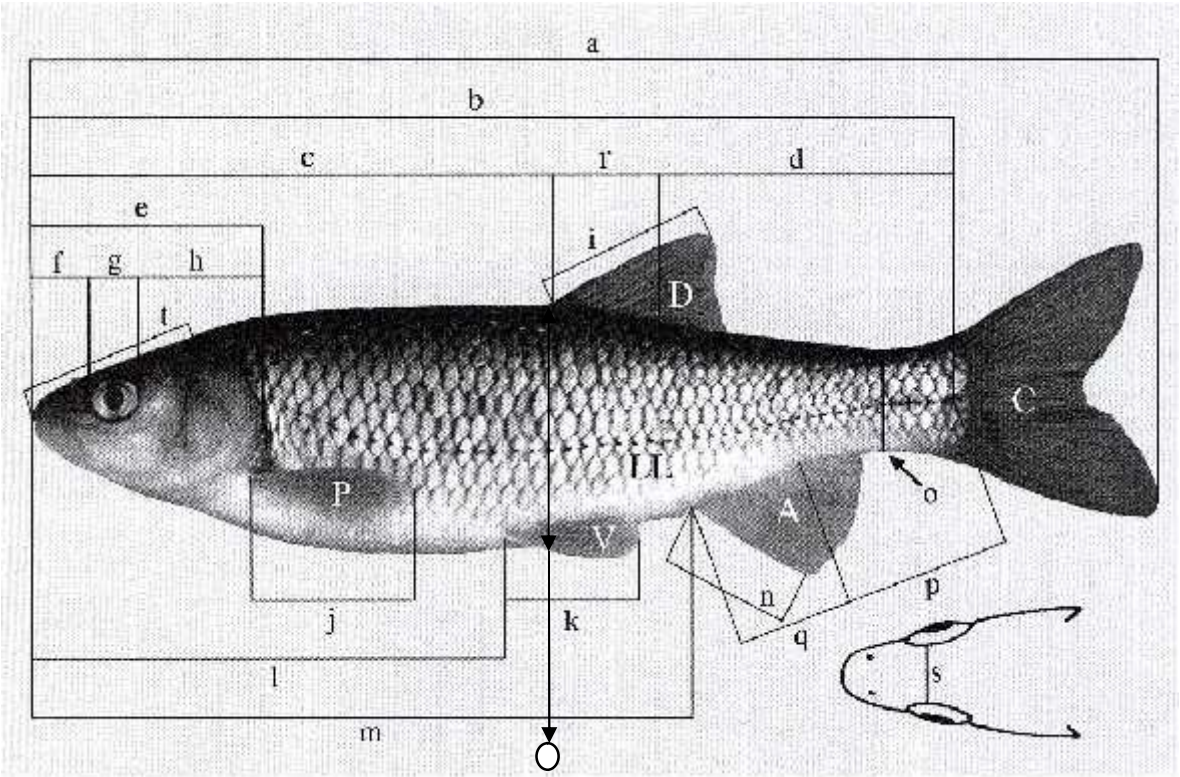
Broj ljusaka

- Broj ljusaka u lateralnoj liniji (bočna pruga)
- Broj ljusaka iznad lateralne linije
- Broj ljusaka ispod lateralne linije

3.3.6. Morfometrijske značajke

Prema Kottelat i Freyhof (2007) izmjereno je dvadeset i jedno morfometrijsko svojstvo kod makala i peškelja: totalna dužina (a), standardna dužina (b), predorzalna dužina (c), postdorzalna dužina (d), dužina glave (e), dužina gubice (f), promjer oka (g), dužina zaočnog prostora (h), dužina leđne peraje (ı), dužina prsne peraje (j), dužine trbušne peraje (k), predtrbušna dužina (l), preanalna dužina (m), dužina podrepne peraje (n), visina repnog drška (o), dužina repnog drška (p), dužina baze podrepne peraje (q), dužina baze leđne peraje (r), dorzalna dužina glave (t), najveća visina tijela (O) i međuočna širina (s), (slika 13).

Za razliku od prethodne dvije vrste, u radu će se koristiti izmjere morfometrijskih parametra strugača, ukupno 24 svojstva, koja su rađena u ranijem istraživanju tijekom 2006./2007. godine (Ivanković, 2010). Morfometrijska mjerenja za strugača provedena su na 60 jedinki po klasičnoj metodi, koja prema Barušu i sur. (1998), još uvijek može dati mnoge korisne podatke, a oni se nadalje mogu koristiti u suradnji sa većim brojem modernih metoda kod ovakvih istraživanja.



Slika 13. Izmjerena morfometrijska svojstva (izvor: Kottelat i Freyhof, 2007)

3.3.7. Molekularno genetska analiza

Prikupljanje i čuvanje uzoraka do analize

Uzorci analizirani u ovome radu prikupljeni su u razdoblju tijekom 2014./2015. godine. Jedinke iz rijeke Matice i Deranskog jezera prikupljene su električnim agregatom „Lombardini“(300 V i 3-4 A), po pet primjeraka od svake istraživane vrste.
Nakon ulova, jedinkama je odrezan komadić podrepne peraje i pohranjen u 96%-tnom etanolu, u prethodno pripremljenim, zasebnim epruvetama.

Izolacija DNK molekule

DNK molekula izolirana je s Qiagen DNeasy Bloodand & Tissue kompletom kemikalija. Izolacija je izvršena prema uputama proizvođača (QiagenGmbHGermany). Za izdvajanje DNK kompletima uzeto je oko 25 mg tkiva. Izolirani DNK pohranjen je na 4 ºC.

Provjera uspješnosti izolacije DNK

Kvaliteta dobivene DNK provjerena je elektroforezom u gelu agaroze. Agarozni gel od 1% pripreman je zagrijavanjem agaroze u TBE puferu (1g agaroze/100 mL TBE). Nakon hlađenja do približno 37 ºC dodao se etidijev bromid (konačna koncentracija EtBr u gelu agaroze je 10 mg/ml) te se u prije pripremljen kalup s češljićima za jažice (za nanošenje uzoraka) izlio gel i ostavio na sobnoj temperaturi oko 30 minuta da se hlađenjem skrutnjava.
Gel agaroze se stavlja u kadicu za elektroforezu (Sub-cell, GT, BIORAD) napunjenu s TBE puferom, i u jažice se nanosi 10 µl (100 ng DNK) uzorka prethodno pomiješanog s 2 µl pufera za nanošenje uzorka (boja bromfenol plava) na parafilmu.
U jednu od jažica dodaje se 2 µl standarda za određivanje dužine odsječka DNK, a u drugu pufer za eluciju uzoraka kao negativna kontrola, zatim u slijedeću pozitivna kontrola prethodno izdvojene DNK poznate koncentracije i odgovarajuće kvalitete.
Elektroforeza se obavljala pod naponom od 60V u trajanju od 45 minuta. Razdvojena DNK u gelu agaroze vizualizirana je izlaganjem UV svjetlu na transiluminatoru (Uvitec) svjetlom valne dužine 302 nm.

Lančana reakcija polimerazom (PCR)

Lančanom reakcijom polimerazom, koristeći početnice L15267 i H16526, umnožen je odsječak gena za citokrom b na duljine oko 1300 bp. Reakcija se odvijala u tri stupnja na različitim temperaturama. U prvom stupnju pri visokoj temperaturi došlo je do denaturacije dvolančane molekule DNK. Pri snižavanju temperature začetni nukleotidi su prilegli uz komplementarna mjesta na molekuli, a uz prisustvo enzima polimeraze došlo je do sinteze komplementarnog lanca DNK. Reakcija umnažanja izvođena je u ukupnom volumenu od 25 µL. U svaku reakcijsku smjesu se dodaje oko 100 ng DNK. Reakcija se odvijala u uređaju za lančanu reakciju polimerazom *Mastercycler personal* (Eppendorf).

Umnažanje odsječaka odvijalo se u 40 ciklusa prema sljedećim uvjetima:

95° C – 5 min

95° C – 45 s
65° C – 45 s -1° C / ciklusu do 55° C (10 ciklusa)
72° C – 1 min

95° C – 45 s
55° C – 45 s (25 ciklusa)
72° C – 1 min

72° C – 7 min

Provjera PCR-produkata

Provjera rezultata umnažanja lančanom reakcijom polimerazom napravljena je elektroforezom na 0,7%-tnom agaroznom gelu. Izvagana agaroza se otopi u1x TAE-puferu zagrijavanjem do vrenja, te se doda etidijevbromid. Nakon hlađenja (oko 50 °C), gel se izlije u kadicu za elektroforezu i ostavi skrutnuti. U jažice gela se nanesu uzorci koji sadrže 5 µL otopine DNK i 1 µL boje za nanošenje uzoraka. Također se u jednu jažicu nanese 1 µL molekularnog markera pomiješanog s 1 µL boje. Elektroforeza se odvija pri 100 V tijekom 40 minuta. Rezultati se očitaju pod ultraljubičastom svjetlošću, a gel fotografira ili pohrani kao digitalna slika u računalu.

Pročišćavanje PCR-produkata

Uklanjanje početnica, nukleotida, enzima PCR-produkata i ostalih nečistoća iz smjese obavljeno je komercijalno dostupnim kompletom QIA quick PCR Purification Kit (Qiagen) prema uputama proizvođača.

Određivanje primarne strukture DNK (sekvenciranje)

Za sekvenciranje gena cyt b korištene su početnice:
L15267: (5'AATGACTTGAAGAACCACCGT3'),
H16526: (5'CTTTGGGAGYYRRGGGTGRGA3') i
L15592: (5'GATTCTTCGCATTCCACTT3'), (Brito i sur. 1997) i
GH15950: (5'TATGAGAAGTACGGGTGGAA3') koji je konstruiran u laboratoriju. Pročišćeni produkti slani su na sekvenciranje u Macrogen (Amsterdam, Nizozemska). Sve korištene početnice proizveo je Bio Basic Canada INC.
Uzorci za sekvenciranje pripremljeni su s kompletom Big Dye Terminator Ready Reaction Mix (Applied Biosystems) prema uputama proizvođača. Reakcija sekvenciranja oba lanca 5' kraja kontrolne regije mtDNK se odvijala na ABI PRISM 3100-Avant Genetic Analyzer (Applied Biosystem) DNK sekvenatoru koristeći prethodno navedene početnice. Za analizu odsječaka korišten je kompjuterski program CLC Sequence viewer 7.
Sravnjivanje sekvenci obavljeno je u programu Bio Edit Sequence Alignment Editor, verzija 7.0.9.0. (6/27/07) (Hall, 1999) uz vizualnu provjeru. Sekvence loših kvaliteta ili nesigurnog slijeda nukleotida izuzete su iz daljnje analize. Analizom sekvenci utvrđeno je 15 cyt b sekvenci duljine 1274 parova baza (bp). Od toga je 5 sekvenci uzoraka imotske masnice iz rijeke Matice, 5 sekvenci uzoraka strugača iz Deranskog jezera i 5 sekvenci uzoraka peškelja iz Deranskog jezera.

Statistička i filogenetska analiza podataka

Dobiveni sljedovi nukleotida uspoređeni su sa sljedovima koje postoje u bazi podataka Gen Bank programom BLAST. Sravnjivanje dobivenih sljedova nukleotida (engl. alignment) citokroma b napravljeno je programom Clustal X koji dolazi u sklopu programskog paketa MEGA 6 (Thompson i sur., 1997). Sve filogenetske analize napravljene su pomoću programskog paketa MEGA 4 (Tamura i sur., 2007). Osim haplotipova utvrđenih u ovoj studiji, za potrebe filogenetskih analiza uključeni su i neki haplotipovi iz baze podataka *GenBank* (tablica 6). Srodni odnosi su prikazani u obliku filogenetskog stabla napravljenog prema metodi *Neighbor-Joining* (NJ).

Tablica 6. Popis sekvenci iz banke gena, analiziranih kao dio skupa sekvenci za gen cyt b.

Vrsta	**Identifikacijski broj u banci gena**
Blicca bjoerkna	AP009304
Leuciscus alburnoides	AF045992
Leuciscus truskyi	Cyp13AY549463
Leuciscus lucumonis	AJ252817
Leuciscu sillyricus	AJ251094
Leuciscus zrmanjae	Lz1
Leuciscus pyrenaicus	AF045991
Leuciscus cephalus	CYp36AY549461
Leuciscus peloponnesis	AF0907566
Leuciscus keadicus	AF090760
Leuciscus carolitertii	AF045994
Squalius microlepis	BOS64 HM560194
Squalius microlepis	Cyp6 AY549462
Squalius microlepis	BOS64 HM560193
Squalius albus	Cyp36AY549460
Squalius svallize	PZHM560207
Squalius plotizza	BOS188HM560175
Squalius plotizza	BOS188HM560176
Scardinius graecus	CYP25AY549459
Scardinius acarnanicus	AF090775
Scardinius erythrophthalmus	Y10444
Scardinius dergle	IZWCyp26 AY549458
Rutilius alburnoides	AF045992

Metoda *Neighbor-Joining* spada u metode distanci (engl. *distance methods*) koje za oblikovanje filogenetskog stabla koriste udaljenosti između parova nukleotidnih sljedova. To je često korištena metoda za izradu stabala čije su glavne prednosti brzina izračuna i jedinstveni rezultat. Brzo izračunavanje i rezultat u obliku samo jednog stabla čine ovu metodu vrlo privlačnom. No, metoda NJ ima i svoje nedostatke. Obzirom da spada u

metode grupiranja (engl. *Clustering methods*), a ne u metode optimalnog kriterija (engl. *Optimality methods*), ova metoda ne može odrediti optimalni kriterij koji najbolje povezuje podatke i stablo. Evolucijska udaljenost je izračunata pomoću metode *Maximum Composite Likelihood* (MCL) uključenoj u Tamura-Nei supstitucijski model u kojem se učestalost tranzicijskih i transverzijskih supstitucija razmatra zasebno uzimajući u obzir nejednake učestalosti četiri nukleotida (Tamura i sur., 2004).

3.3.8. Statističke metode

Podatci su obrađeni u statističkom programu SP SS (13) i MS Excel. Izračunata su: mjerila centralne tendencije i disperzije, korelacijsko-regresijski odnosi, podatci su prikazani pomoću histograma i provedena je analiza varijance.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Fizikalno kemijske osobine voda istraživanog područja

Rezultati mjerenja, broj uzorkovanja kao i standardna devijacija za svaki od parametara prikazani su tablično. Istraživane vode bogate su otopljenim kisikom, te niskim sadržajem dušika i fosfora uz pH vrijednost od 7,2 do 7,9. (tablica 7, tablica 8, tablica 9, tablica 10), a sve to ukazuje na pogodnosti za život akvatičnih organizama.

Tablica 7. Prosječni fizikalno-kemijski parametri vode izmjereni na postaji Bregava tijekom 2006./2007. za sva četiri godišnja doba ($\bar{x}$ = prosječna vrijednost, SD= standardna devijacija, n= broj uzorkovanja)

Parametri	**Rijeka Bregava ($\bar{x}$ ±SD) n= 4**	**Jedinica mjere**
Temperatura vode	14,92±3,98	^{0}C
Suspendirana tvar (105 ^{0}C)	0,41±0,26	mgL^{-1}l
Ispareni ostatak	223,00±0,07	mgL^{-1}
Kemijska potrošnja O_2	6,52±1,65	mgL^{-1}
Otopljeni kisik	11,90±1,27	mgL^{-1}
Zasićeni kisik	130,93±3,56	%
BPK_5	2,79±0,25	mgL^{-1}
$KMnO_4$	8,89±0,65	mgL^{-1}
Amonijak	0,00±0,00	mgL^{-1}
Nitriti	0,009±0,00	mgL^{-1}
Nitrati	0,44±0,01	mgL^{-1}
Ukupni P	0,01±0,01	mgL^{-1}
Sulfati	3,10±0,20	mgL^{-1}
Kloridi	9,00±0,82	mgL^{-1}
pH	7,80±0,19	pH
Ca^{2+}	0,13±0,02	mgL^{-1}
Mg^{2+}	0,59±0,02	mgL^{-1}

Tablica 8. Prosječni fizikalno-kemijski parametri vode izmjereni na postaji Krupa tijekom 2006./2007. za sva četiri godišnja doba ($\bar{x}$ = prosječna vrijednost, SD= standardna devijacija, n= broj uzorkovanja)

Parametri	**Rijeka Krupa ($\bar{x}$ ±SD) n= 4**	**Jedinica mjere**
Temperatura vode	15,43±4,32	^{0}C
Suspendirana tvar (105 ^{0}C)	0,64±0,33	mgL^{-1}l
Ispareni ostatak	219,00±11,16	mgL^{-1}
Kemijska potrošnja O_2	3,31±0,56	mgL^{-1}
Otopljeni kisik	11,74±1,10	mgL^{-1}
Zasićeni kisik	135,93±3,86	%
BPK_5	2,99±0,35	mgL^{-1}
$KMnO_4$	9,64±0,96	mgL^{-1}
Amonijak	0,00±0,00	mgL^{-1}
Nitriti	0,01±0,00	mgL^{-1}
Nitrati	0,40±0,01	mgL^{-1}
Ukupni P	0,00±0,00	mgL^{-1}
Sulfati	4,30±0,37	mgL^{-1}
Kloridi	24,91±1,52	mgL^{-1}
pH	7,91±0,15	pH
Ca^{2+}	0,12±0,02	mgL^{-1}
Mg^{2+}	0,57±0,01	mgL^{-1}

Tablica 9. Prosječni fizikalno-kemijski parametri vode izmjereni na postaji Deran tijekom 2006./2007. za sva četiri godišnja doba ($\bar{x}$ = prosječna vrijednost, SD= standardna devijacija, n= broj uzorkovanja)

Parametri	**Jezero Deran ($\bar{x}$ ±SD) n= 4**	**Jedinica mjere**
Temperatura vode	16,35±4,53	^{0}C
Suspendirana tvar (105 ^{0}C)	0,80±0,42	mgL^{-1}l
Ispareni ostatak	265,00±8,19	mgL^{-1}
Kemijska potrošnja O_2	4,74±0,82	mgL^{-1}
Otopljeni kisik	10,83±0,99	mgL^{-1}
Zasićeni kisik	131,56±2,74	%
BPK_5	2,51±0,18	mgL^{-1}
$KMnO_4$	10,69±0,60	mgL^{-1}
Amonijak	0,00±0,00	mgL^{-1}
Nitriti	0,008±0,00	mgL^{-1}
Nitrati	0,76±0,03	mgL^{-1}
Ukupni P	0,02±0,00	mgL^{-1}
Sulfati	1,11±0,15	mgL^{-1}
Kloridi	25,97±1,50	mgL^{-1}
pH	7,22±0,13	pH
Ca^{2+}	0,20±0,01	mgL^{-1}
Mg^{2+}	0,36±0,02	mgL^{-1}

Tablica 10. Prosječni fizikalno-kemijski parametri vode izmjereni na postaji Matica tijekom 2014./2015. za sva četiri godišnja doba ($\bar{x}$ = prosječna vrijednost, SD= standardna devijacija, n= broj uzorkovanja)

Parametri	**Rijeka Matica ($\bar{x}$ ±SD) n= 4**	**Jedinica mjere**
Temperatura vode	14,73±3,29	^{0}C
Suspendirana tvar (105 ^{0}C)	5,33±2,06	mgL^{-1}l
Ispareni ostatak	243,50±28,07	mgL^{-1}
Otopljeni kisik	11,12±0,81	mgL^{-1}
Zasićeni kisik	111,87±15,55	%
BPK_5	1,89±0,28	mgL^{-1}
$KMnO_4$	2,38±0,33	mgL^{-1}
Amonijak	0,09±0,03	mgL^{-1}
Nitriti	0,00±0,00	mgL^{-1}
Nitrati	0,70±0,07	mgL^{-1}
Ukupni P	0,03±0,01	mgL^{-1}
Sulfati	5,18±6,58	mgL^{-1}
Kloridi	25,97±1,50	mgL^{-1}
pH	7,84±0,19	pH
Ca^{2+}	57,25±4,39	mgL^{-1}
Mg^{2+}	9,4±2,30	mgL^{-1}

4.2. Struktura populacije

Struktura populacije praćena je pomoću brojčane zastupljenosti uzrasnih kategorija strugača, makala i peškelja sezonski za sva četiri godišnja doba, a koje su izlovljavane tijekom 2006./2007. (strugač) i 2014./2015. godine (makal i peškelj). Populacija riba koja je obrađena sastojala se od ukupno 60 jedinki strugača, 51 jedinku makala i 55 jedinki peškelja (tablica 11), kod kojih nije utvrđivana spolna struktura, te nisu praćene razlike koje bi mogle nastati zbog uzorkovanja u različito godišnje doba.

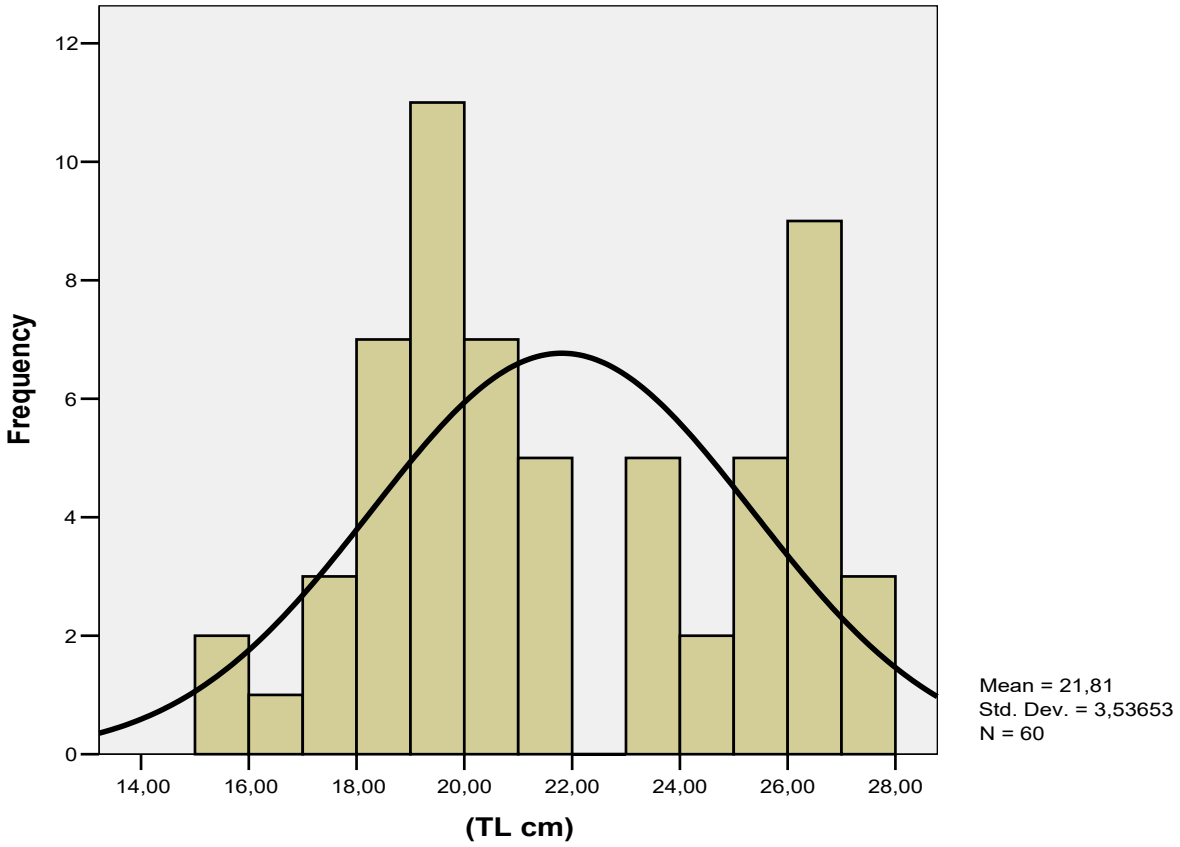
Tablica 11. Broj izlovljenih primjeraka (n) strugača, peškelja i makala na 4 postaje

Postaja	**Strugač (n)**	**Peškelj (n)**	**Makal (n)**
Deransko jezero	19	55	-
Rijeka Krupa	21	-	-
Rijeka Bregava	20	-	-
Rijeka Matica	-	-	51
Ukupno	**60**	**55**	**51**

4.2.1. Dužinska struktura strugača, makala i peškelja

Sve jedinke svrstane su prema totalnoj dužini tijela u 12 razreda kod strugača, 8 razreda makala i 11 dužinskih razreda peškelja. Brojčana zastupljenost izražena je apsolutnom frekvencijom, tj. brojem jedinki u pojedinom veličinskom razredu. Rezultati su prikazani u obliku histograma frekvencija.

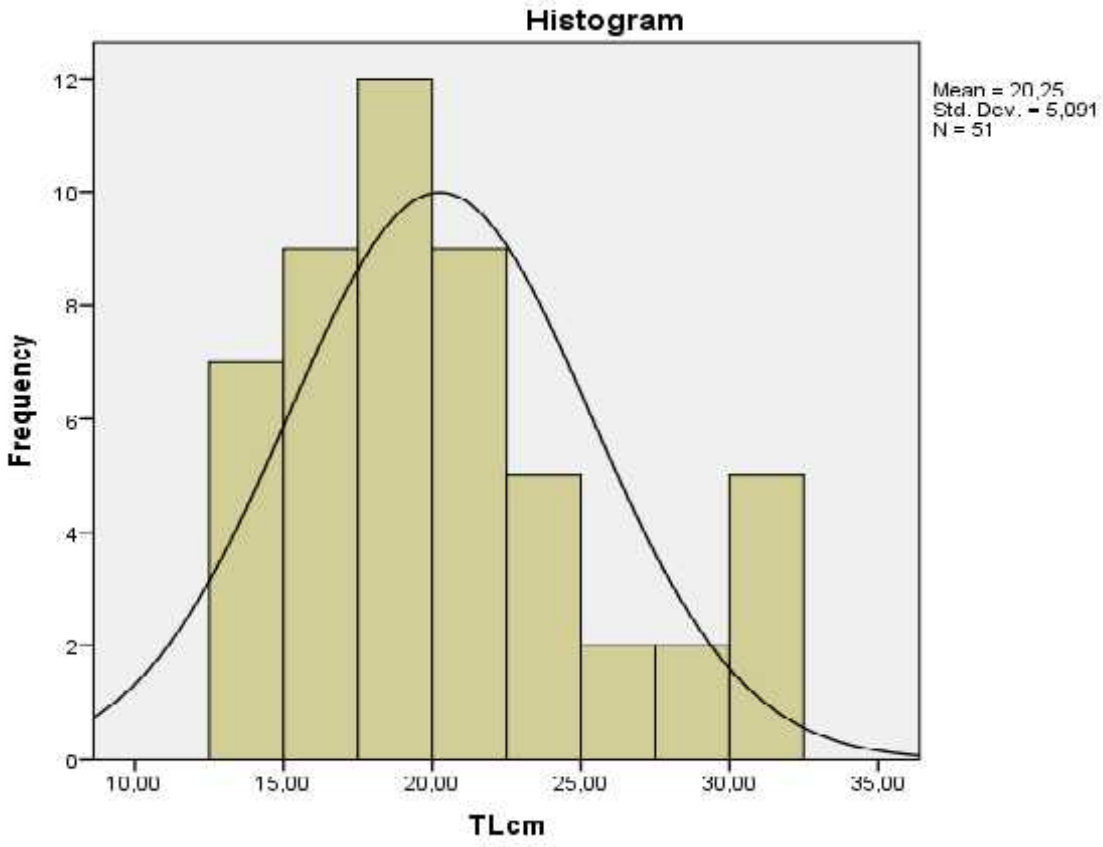
Iz histograma frekvencija totalne dužine strugača (slika 14), razvidno je prevladavanje jedinki u petom razredu sa totalnom dužinom tijela između 19 i 20 cm, dok veličinski razred sa najmanjom zastupljenosti je razred broj 2 sa totalnom dužinom tijela od 16 do 17 cm. Maksimalna zabilježena totalna dužina strugača iznosila je 28 cm, a minimalna totalna dužina tijela bila je 15,6 cm.



Slika 14. Frekvencija totalne dužine tijela strugača

Iz histograma frekvencija totalne dužine makala (slika 15), razvidno je također prevladavanje jedinki u trećem razredu sa totalnom dužinom tijela između 19 i 20 cm, dok veličinski razredi sa najmanjom zastupljenosti su razredi šest i sedam sa totalnom dužinom tijela od 25 do 30 cm.

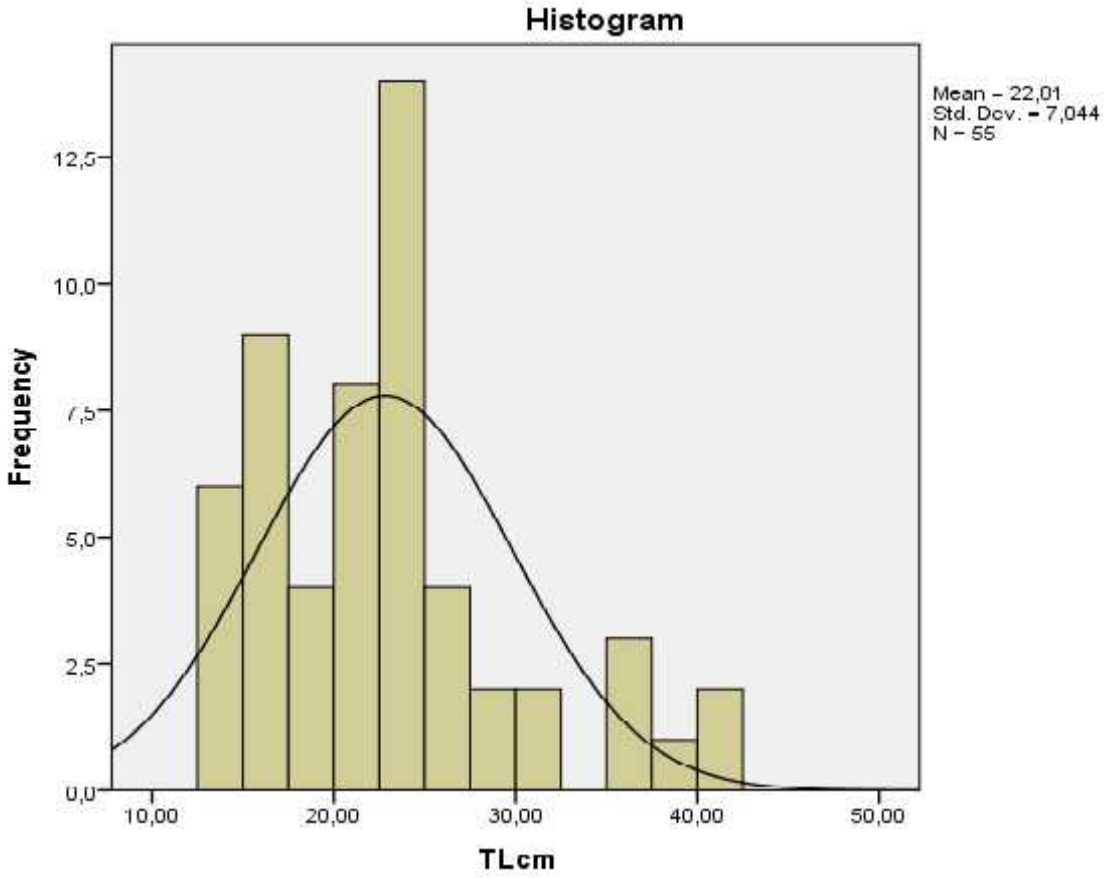
Maksimalna zabilježena totalna dužina iznosila je 30,6 cm, a minimalna totalna dužina tijela bila je 13,6 cm.



Slika 15. Frekvencija totalne dužine tijela makala

Kod histograma frekvencija totalne dužine peškelja (slika 16), može se zamjetiti prevladavanje jedinki u petom razredu sa totalnom dužinom tijela između 22 i 24 cm. Veličinski razred sa najmanjom zastupljenosti je deseti razred sa totalnom dužinom tijela od 38 do 40 cm.

Maksimalna zabilježena totalna dužina iznosila je 40,4 cm, a minimalna totalna dužina tijela iznosila je 14,2 cm.

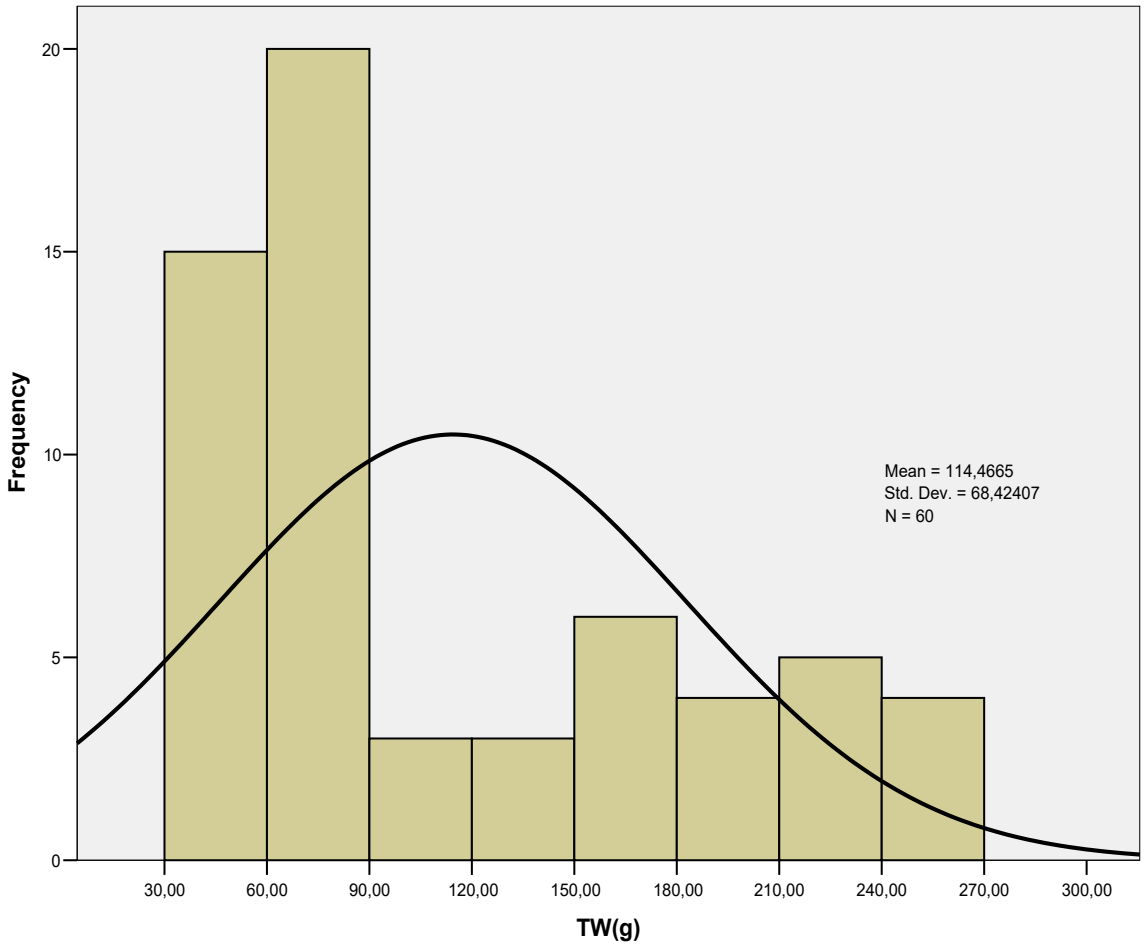


Slika 16. Frekvencija totalne dužine tijela peškelja

4.2.2. Struktura masa strugača, makala i peškelja

Prema masi tijela, strugač je svrstan u osam razreda sa masom od 40 do 270 grama. Iz histograma frekvencija masa tijela razvidno je prevladavnje razreda broj dva sa masama od 60 do 90 grama, dok su maseni razredi tri i četiri (mase od 90 do 150 g) imali najmanju vrijednost (slika 17)

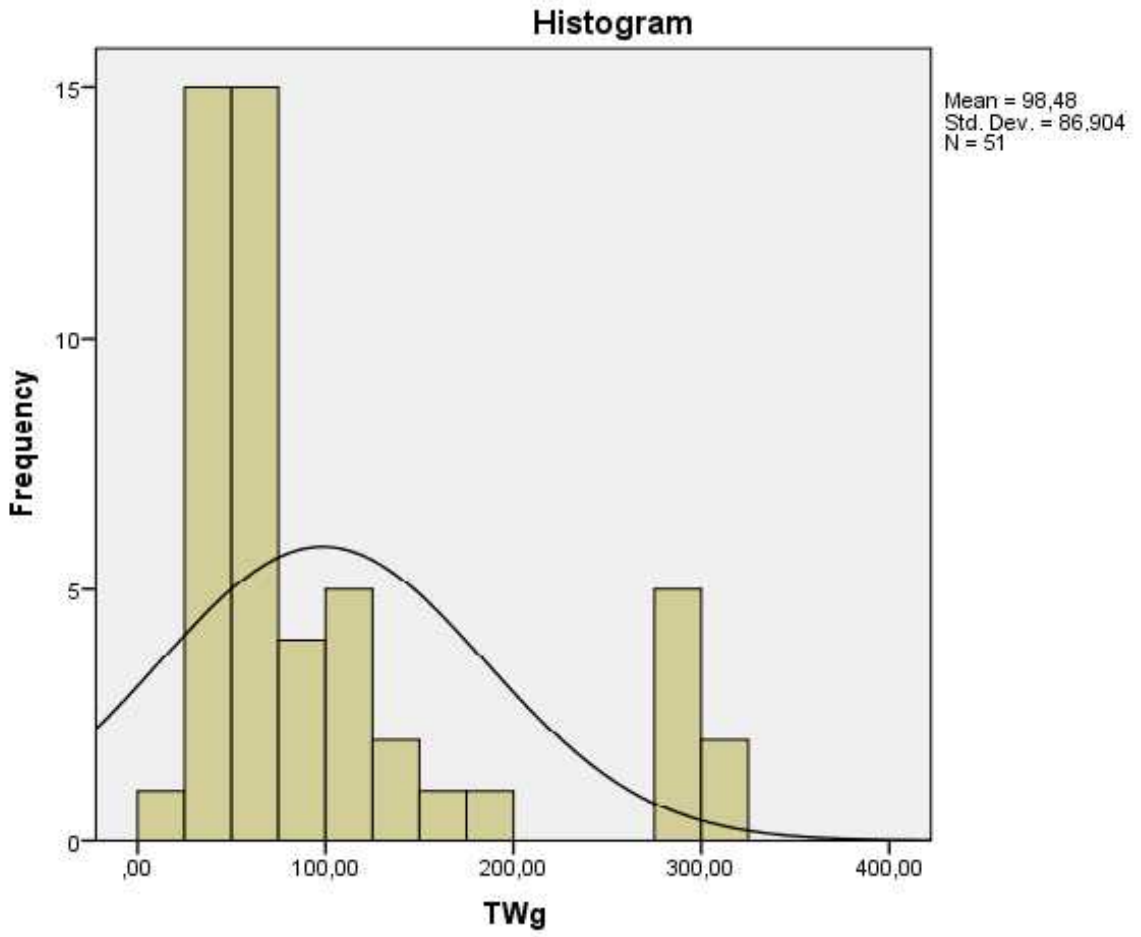
Maksimalna zabilježena masa tijela iznosila je 269,3 g, dok je minimalna bila 43,2 g. Prosječna masa tijela na 60 obrađenih jedinki iznosila je 114,46 g.



Slika 17. Frekvencija masa tijela strugača

Iz histograma frekvencija masa tijela razvidno je svrstavanje makala u deset razreda, gdje prevladavaju razredi dva i tri sa masama od 60 do 90 grama, dok su maseni razredi jedan (sa masom od 20 do 40 g), te razredi sedam i osam (mase od 150 do 200 g) imali najmanju vrijednost (slika 18)

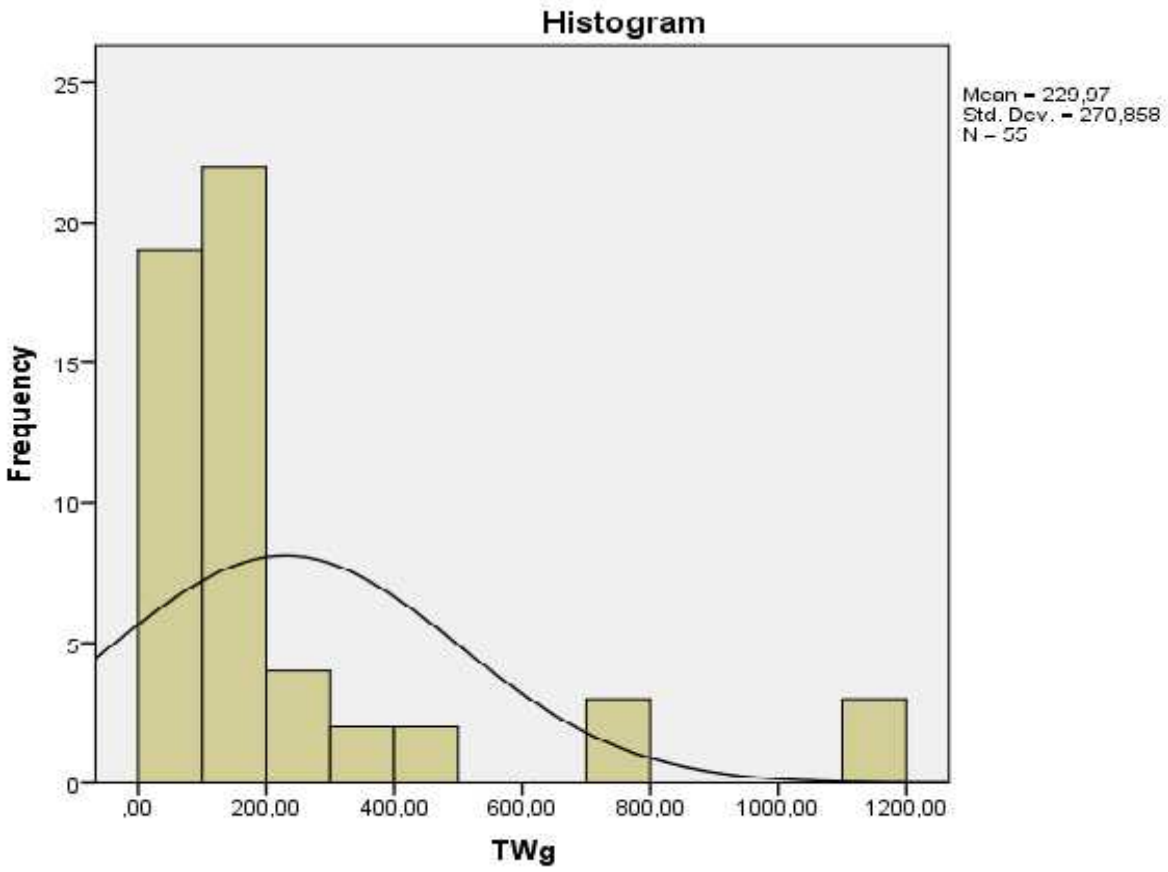
Maksimalna zabilježena masa tijela iznosila je 313,8 g, dok je minimalna bila 24,9 g. Prosječna masa tijela na 51 izmjerenoj jedinki iznosila je 98,48 g.



Slika 18. Frekvencija masa tijela makala

Kod histograma frekvencija masa tijela peškelja razvidno se isti svrstava u sedam masenih razreda, gdje prevladava drugi razred sa masom tijela od 100 do 200 grama, dok su maseni razredi četiri i pet, sa masom od 300 do 500 g imali najmanju vrijednost (slika 19)

Maksimalna zabilježena masa tijela iznosila je 1127,7 g, dok je minimalna bila 36,9 g. Prosječna masa tijela na 55 izmjerenih jedinki iznosila je 229,97 g.



Slika 19. Frekvencija masa tijela peškelja

4.2.3. Dužinsko-maseni odnos strugača

Najmanja vrijednost totalne dužine tijela zabilježena je na postaji Bregava 15,6 cm, dok je maksimalna vrijednost od 28 cm zabilježena na postaji Krupa (tablica 12). Na postaji Bregava ustanovljena je najveća (269,3 g), kao i najmanja masa (43,2 g) (tablica 13).

Tablica 12. Prosječne vrijednosti (x), najmanja (min), najveća (maks), standardne devijacije (sd) totalne dužine tijela i broj jedinki (n) stugača na sve tri lokacije uzorkovanja

TL/cm	**X**	**min**	**maks**	**sd**	**n**
Deransko jezero	22,39	17,80	26,80	3,52	19
Krupa	21,48	16,10	28,00	3,67	21
Bregava	21,60	15,60	27,90	3,51	20

Tablica 13. Prosječne vrijednosti (x), najmanja (min), najveća (maks), standardne devijacije (sd) ukupne mase tijela i broj jedinki (n) strugača na sve tri lokacije uzorkovanja

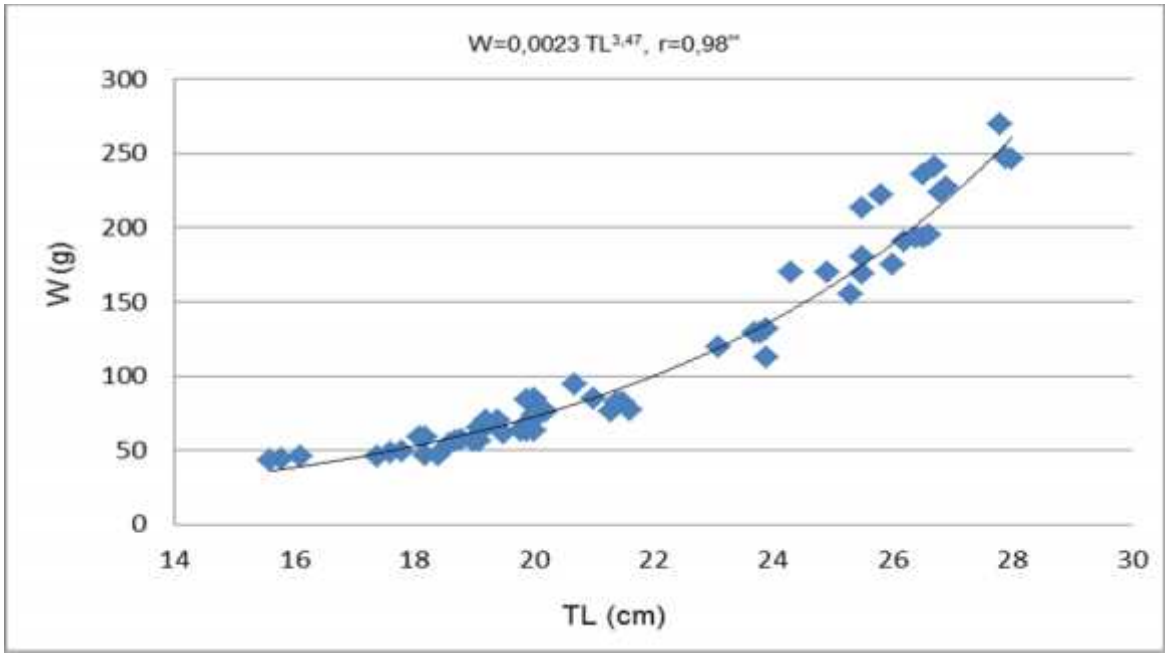
Masa/g	**X**	**min**	**maks**	**sd**	**n**
Deransko jezero	125,41	48,90	224,10	65,85	19
Krupa	112,47	45,50	246,00	73,90	21
Bregava	110,09	43,20	269,30	67,32	20

Funkcija koja najbolje opisuje dužinsko-maseni odnos jedinki strugača glasi:

$$W = 0{,}0023\ L^{3{,}47}$$

uz koeficjent determinacije $R^2 = 0{,}96$.

Prema dobivenoj vrijednosti konstante b od 3,47, proizlazi da cjelokupni uzorak jedinki strugača raste pozitivno alometrijski (slika 20).



Slika 20. Dužinsko maseni odnos između totalne dužine (TL) i mase (W) za strugača Neretvanskog porječja

4.2.4. Dužinsko-maseni odnos makala

U tablicama 14 i 15 su prikazane najveće, najmanje, prosječne vrijednosti i standardne devijacije totalnih dužina i masa makala rijeke Matice.

Tablica 14. Prosječne vrijednosti (x), najmanja (min), najveća (maks), standardne devijacije (sd) totalne dužine tijela i broj jedinki (n) makala rijeke Matice

TL/cm	X	min	maks	sd	n
Rijeka Matica	20,25	13,60	30,60	5,09	51

Tablica 15. Prosječne vrijednosti (x), najmanja (min), najveća (maks), standardne devijacije (sd) ukupne mase tijela i broj jedinki (n) makala rijeke Matice

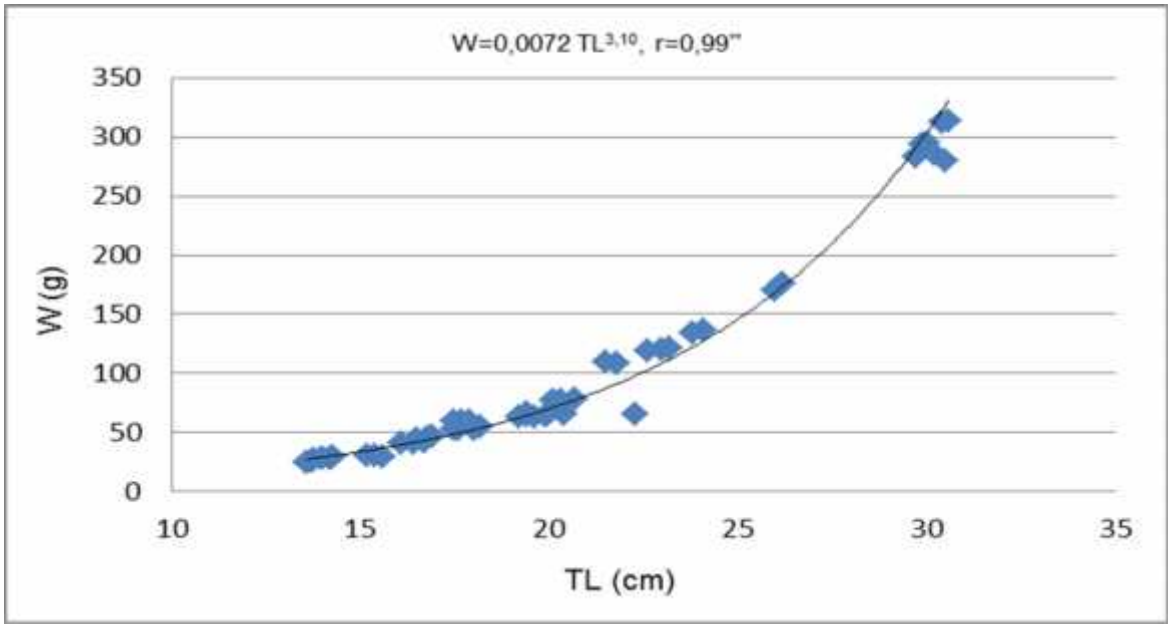
Masa/g	X	min	maks	sd	n
Rijeka Matica	98,48	24,91	313,80	86,90	51

Funkcija koja najbolje opisuje dužinsko-maseni odnos jedinki makala glasi:

$$W = 0{,}0072\ L^{3{,}10}$$

uz koeficjent determinacije $R^2 = 0{,}98$.

Prema dobivenoj vrijednosti konstante b od 3,10, proizlazi da cjelokupni uzorak jedinki makala raste pozitivno alometrijski, odnosno gotovo izometrijski. (slika 21).



Slika 21. Dužinsko maseni odnos između totalne dužine (TL) i mase (W) za makala iz rijeke Matice

4.2.5. Dužinsko-maseni odnos peškelja

U tablicama 16 i 17 su prikazane najveće, najmanje, prosječne vrijednosti i standardne devijacije totalnih dužina i masa peškelja Deranskog jezera.

Tablica 16. Prosječne vrijednosti (x), najmanja (min), najveća (maks), standardne devijacije (sd) totalne dužine tijela i broj jedinki (n) peškelja Deranskog jezera

TL/cm	X	min	maks	sd	n
Deransko jezero	22,81	14,20	40,40	7,04	51

Tablica 17. Prosječne vrijednosti (x), najmanja (min), najveća (maks), standardne devijacije (sd) ukupne mase tijela i broj jedinki (n) peškelja Deranskog jezera

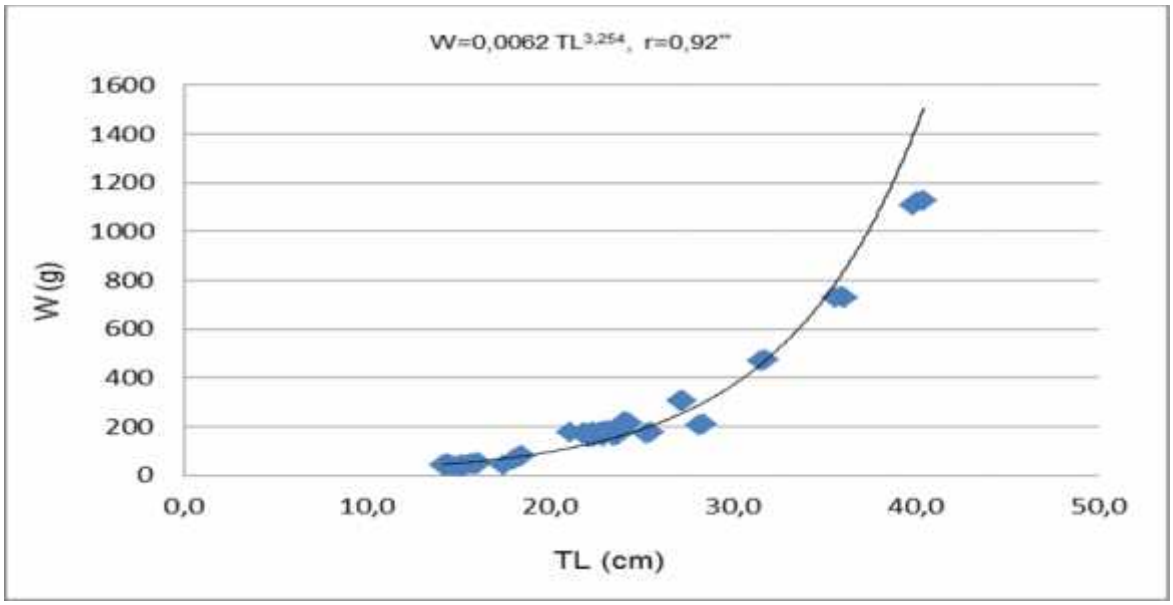
Masa/g	X	min	maks	sd	n
Deransko jezero	229,97	36,90	1127,70	270,86	51

Funkcija koja najbolje opisuje dužinsko-maseni odnos jedinki peškelja glasi:

$$W = 0{,}0062\ L^{3{,}25}$$

uz koeficjent determinacije $R^2 = 0{,}85$.

Prema dobivenoj vrijednosti konstante b od 3,25, proizlazi da cjelokupni uzorak jedinki peškelja raste pozitivno alometrijski (slika 22).



Slika 22. Dužinsko maseni odnos između totalne dužine (TL) i mase (W) za peškelja Deranskog jezera

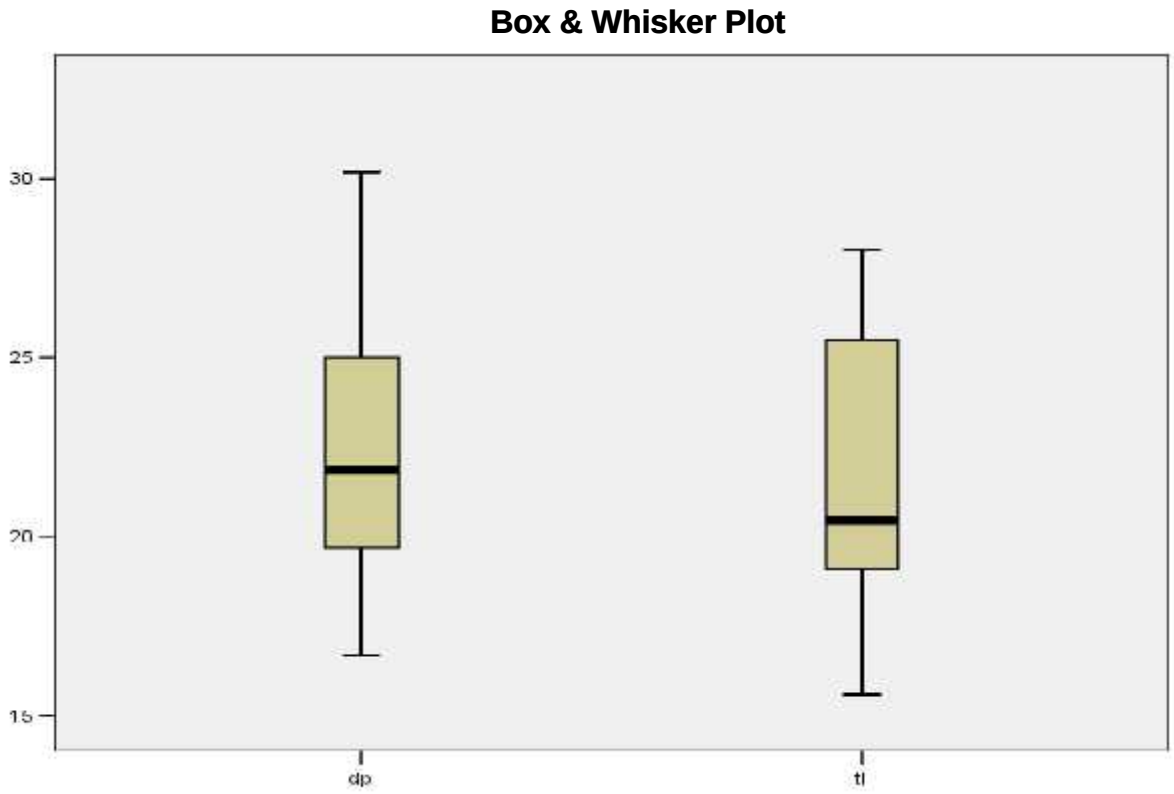
4.3. Morfologija probavnog trakta

Probavni trakt strugača, makala i peškelja jednostavne je građe. Morfološkom analizom probavnog trakta ove tri vrste ustanovljeno je nepostojanje jasno diferenciranog prijelaza između jednjaka i želuca. Crijevo je tanko i na njemu su zamjećuju dva zavoja crijevnog trakta, a njegova dužina varira u odnosu na ukupnu dužinu tijela. Tako je utvrđeno, da se relativna dužina crijeva, povećava i produžuje sa porastom dužine tijela.

4.3.1. Odnos dužine probavila (DP) i totalne dužine tijela (TL) strugača

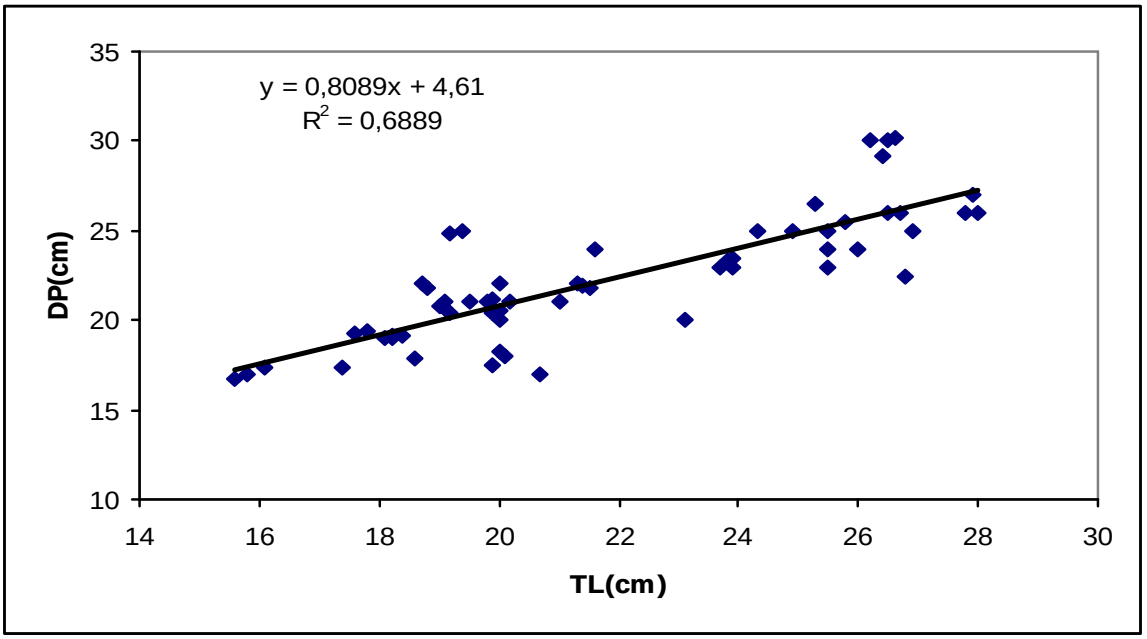
Dužina probavila (DP) kao totalna dužina tijela (TL) izmjerena je na 60 jedinki strugača iz svih dužinskih razreda.

Dužina probavila kretala se od minimalnih 16,7 cm do maksimalnih 30,2 cm, prosječno 22,25 cm. Totalna dužina tijela kretala se od minimalno 15,6 cm do maksimalno 28 cm, tj. prosječno 21,81 cm (slika 23).



Slika 23. Minimalna, maksimalna i srednja vrijednost ($\bar{x}$) ukupne dužine probavila (DP) i totalne dužine tijela (TL) strugača

Koeficijent korelacije (r = 0,83**) govori o vrlo jakoj pozitivnoj povezanosti između totalne dužine tijela (TL) i dužine probavila (DP) strugača (slika 24).



Slika 24. Prikaz regresijskog odnosa između totalne dužine tijela (TL) i dužine probavila (DP) strugača

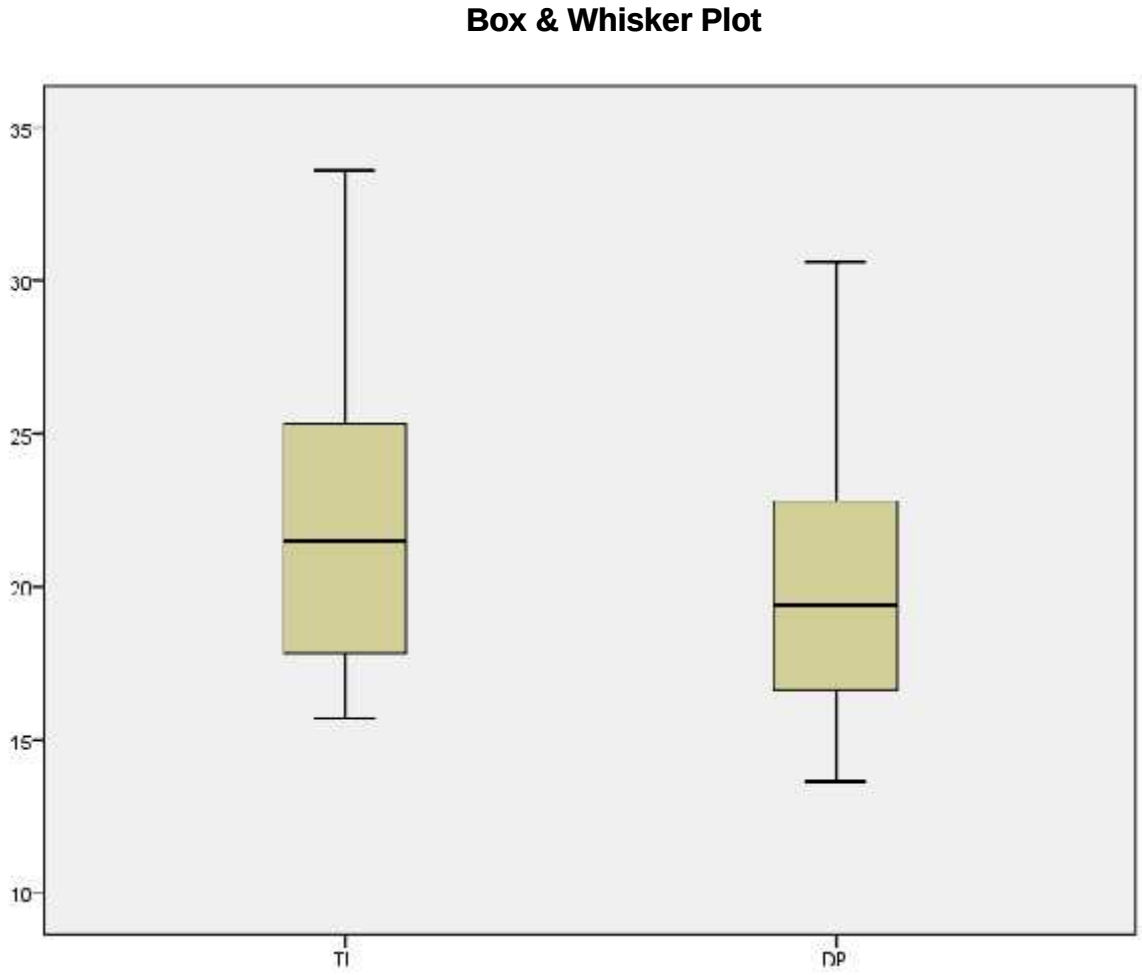
Sa povećanjem totalne dužine tijela od 1 cm dužina probavila strugača povećat će se za 0,81 cm.

Minimalna dužina probavila u odnosu na totalnu dužinu tijela strugača iznosila je 0,82, a maksimalna je iznosila 1,30, dok je prosječna vrijednost odnosa ovih dužina 1,03.

4.3.2. Odnos dužine probavila (DP) i totalne dužine tijela (TL) makala

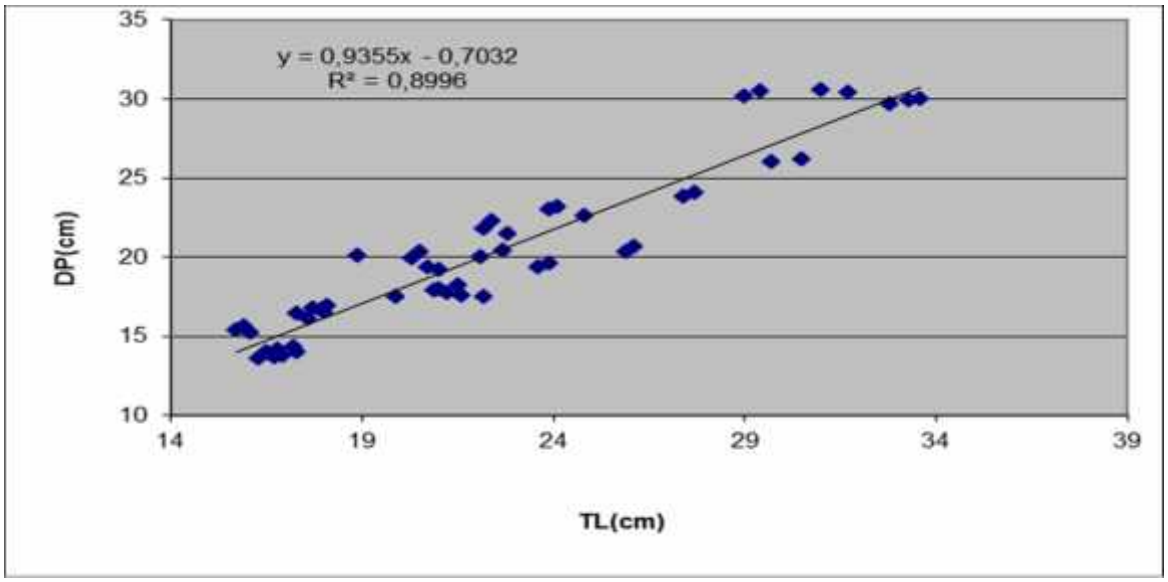
Dužina probavila (DP) kao i totalna dužina tijela (TL) izmjerena je na 51 jedinki makala iz svih dužinskih razreda.

Dužina probavila kretala se od minimalnih 13,6 cm do maksimalnih 30,6 cm, prosječno 20,25 cm. Totalna dužina tijela kretala se od minimalno 15,7 cm do maksimalno 33,6 cm, tj. prosječno 22,4 cm (slika 25).



Slika 25. Minimalna, maksimalna i srednja vrijednost ($\bar{x}$) ukupne dužine probavila (DP) i totalne dužine tijela (TL) makala

Koeficijent korelacije (r = 0,95**) govori o potpunoj povezanosti između totalne dužine tijela (TL) i dužine probavila (DP) makala (slika 26).



Slika 26. Prikaz regresijskog odnosa između totalne dužine tijela (TL) i dužine probavila (DP) makala

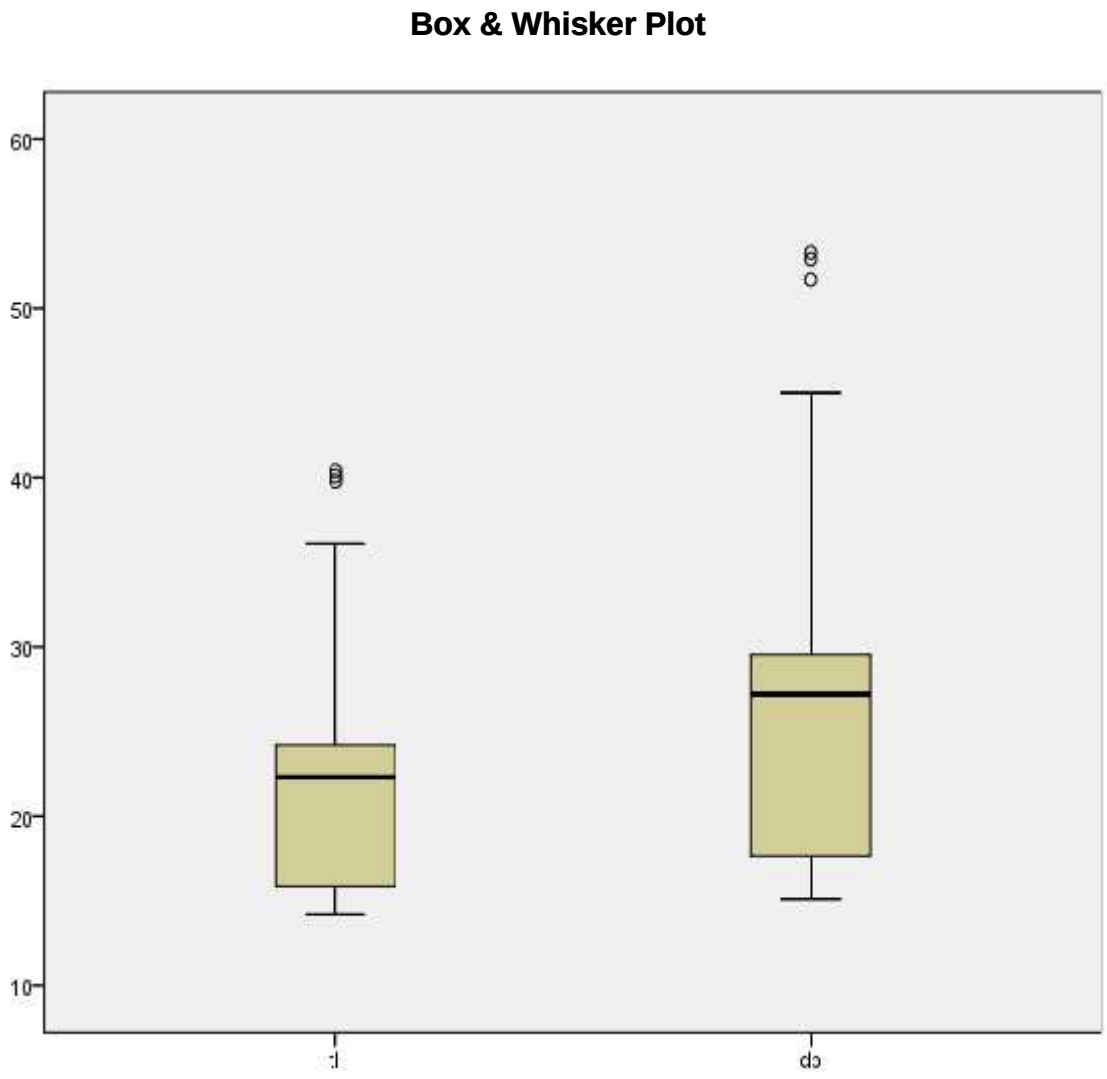
Sa povećanjem totalne dužine tijela od 1 cm dužina probavila makala će se povećati za 0,93 cm.

Minimalna dužina probavila u odnosu na totalnu dužinu tijela makala iznosila je 0,78, a maksimalna je iznosila 1,06, dok je prosječna vrijednost odnosa ovih dužina 0,90.

4.3.3. Odnos dužine probavila (DP) i totalne dužine tijela (TL) peškelja

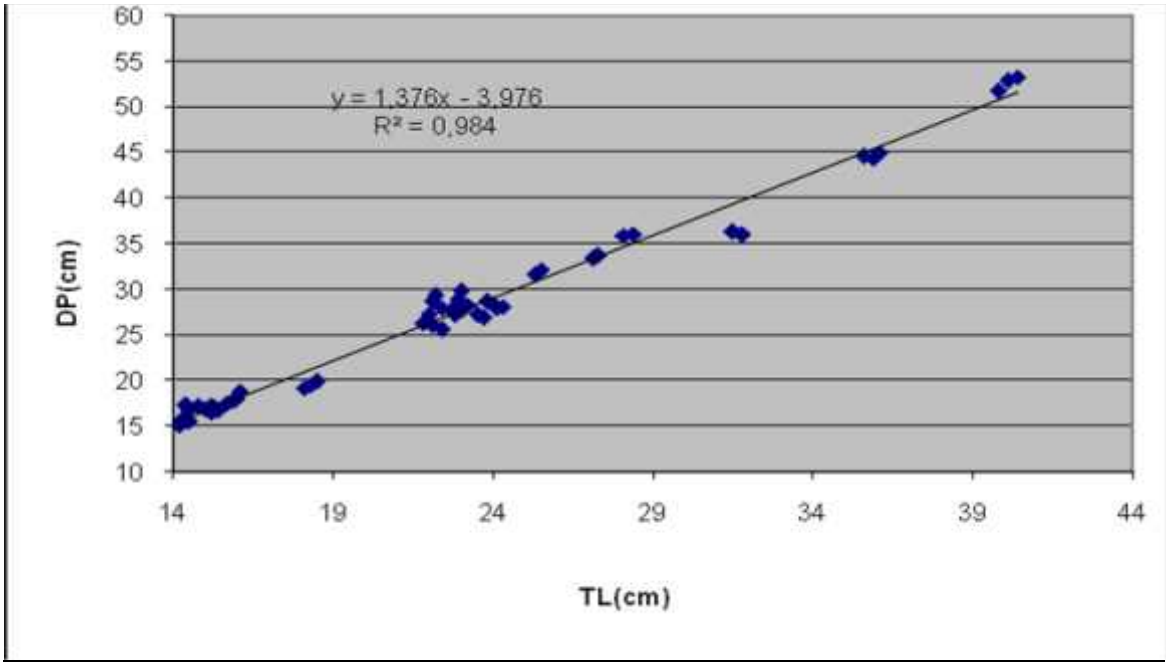
Dužina probavila (DP) i totalna dužina tijela (TL) izmjerena je na 55 jedinki peškelja iz svih dužinskih razreda.

Dužina probavila kretala se od minimalnih 15,1 cm do maksimalnih 53,3 cm, prosječno 27,37 cm. Totalna dužina tijela kretala se od minimalno 14,2 cm do maksimalno 40,4 cm, tj. prosječno 22,77 cm (slika 27).



Slika 27. Minimalna, maksimalna i srednja vrijednost ($\overline{x}$) ukupne dužine probavila (DP) i totalne dužine tijela (TL) peškelja

Koeficijent korelacije (r = 0,99**) govori o potpunoj povezanosti između totalne dužine tijela (TL) i dužine probavila (DP) peškelja (slika 28).



Slika 28. Prikaz regresijskog odnosa između totalne dužine tijela (TL) i dužine probavila (DP) peškelja

Sa povećanjem totalne dužine tijela od 1 cm dužina probavila peškelja povećat će za 1,37 cm.

Minimalna dužina probavila u odnosu na totalnu dužinu tijela peškelja iznosila je 1,06, a maksimalna je iznosila 1,32, dok je prosječna vrijednost odnosa ovih dužina 1,19.

4.4. Ishrana

Analiza je provedena za sva četiri godišnja doba (veljača, svibanj, kolovoz, listopad), što je omogućilo praćenje ciklusa ishrane po sezonama kvalitativnim i kvantitativnim sastavom konzumirane hrane za sve tri endemske vrste.

4.4.1. Ispunjenost probavila i kondicijski faktor (CF) strugača

Prosječna masa izoliranog probavila bila je 3,70 grama, a prosječna masa sadržaja probavila iznosila je 0,40 grama.

Intenzitet hranjenja u pojedinim mjesečnim razdobljima bio je raznolik (tablica 18). U veljači (zima) indeks ispunjenosti probavila imao je najnižu vrijednost (FI = 0,35) s visokim koeficijentom praznoće probavila (VI = 30).

U svibnju (proljeće) indeks ispunjenosti bio je nešto viši nego u veljači i iznosio je (FI = 0,46) dok je koeficijent praznoće probavila imao najnižu vrijednost (VI = 8). Zanimljiv je podatak za kolovoz (ljeto) gdje je indeks ispunjenosti probavila imao najveću vrijednost (FI = 1,71) uz dosta visok koeficijent praznoće probavila (VI = 21).

U listopadu (jesen) situacija je slična kao u svibnju kada je indeks ispunjenosti iznosio (FI = 0,40), a indeks praznoće probavila je imao istu vrijednost kao u svibnju (VI = 8). Iz navedenog je razvidno kretanje učestalosti praznih probavila u rasponu od 8 do 30%, uz indeks ispunjenosti probavila od (FI = 0,35) do (FI = 1,71).

Tablica 18. Indeks ispunjenosti (FI%), koeficijent praznoće probavila (VI%) i kondicijski faktor (CF) strugača vodotoka sliva Neretve u periodu 2006./2007. za četiri godišnja doba (n= broj analiziranih jedinki; SD= standardna devijacija).

Veljača	**Svibanj**	**Kolovoz**	**Listopad**
n=20	n=13	n=14	n=13
FI=0,35	FI=0,46	FI=1,71	FI=0,40
VI=30	VI=8	VI=21	VI=8
CF ± SD = 0,89 ± 0,08	CF ± SD = 1,09 ± 0,09	CF ± SD = 1,05 ± 0,15	CF ± SD = 0,94 ± 0,16

Prosječna vrijednost za kondicijski faktor za sva četiri godišnja doba bila je CF = 0,98 ± 0,14 (min = 0,76; max = 1,29).

U svibnju je prosječna vrijednost kondicijskog faktora bila CF= 1,09 ± 0,09 (min = 0,92; max = 1,25), u kolovozu je prosjek bio CF = 1,05 ± 0,15 (min = 0,83; max = 1,29), u listopadu je prosjek bio CF = 0,94 ± 0,16 (min = 0,77; max = 1,29) i u veljači je njegova prosječna vrijednost bila najniža CF = 0,89 ± 0,08 (min = 0,76; max = 1,07).

Nakon provedene analize varijance za vrijednosti kondicijskog faktora po godišnjim dobima, utvrđene su značajne razlike F_{exp} = 10,253; sig. 0,00, te je proveden t test za utvrđivanje značajnosti razlika između prosječnih vrijednosti pojedinih godišnjih doba.

Tablica 19. Vrijednosti CF-a strugača po godišnjim dobima sa LSD

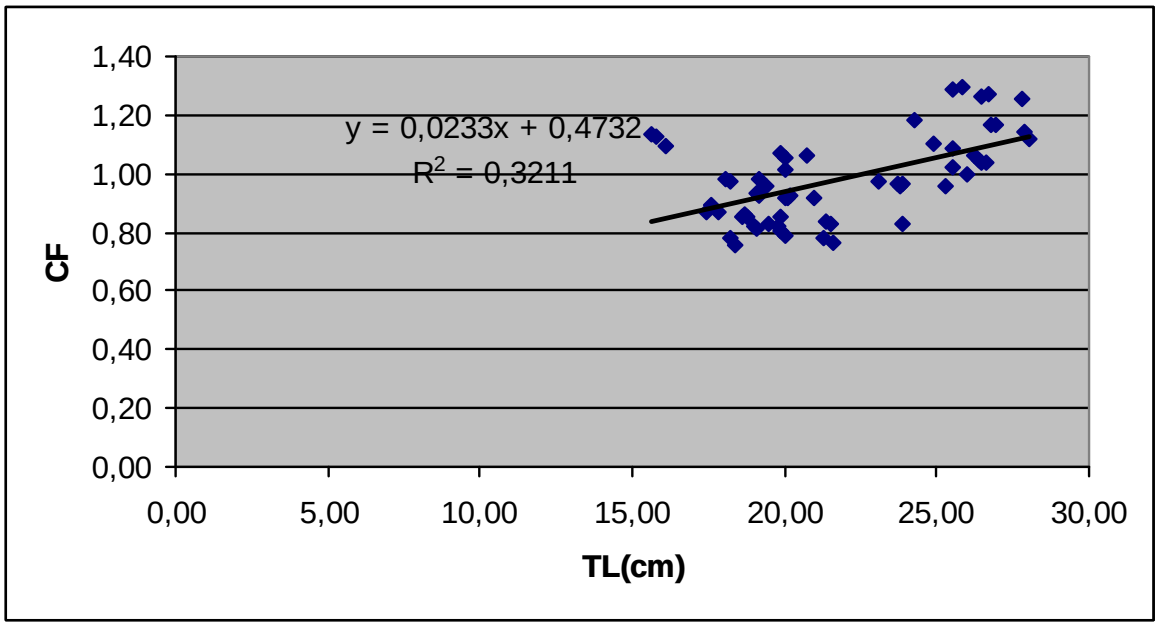
Prosječne vrijednosti CF za godišnja doba	**Svibanj**	**Kolovoz**	**Listopad**	**Veljača**
	1,09 a	1,05 a	0,94 b	0,89 b
LSD	0,133			

**Vrijednosti označene istim slovima značajno se ne razlikuju p 0,05*

U jesen (listopad) i zimu (veljača) (0,94 i 0,89) prosječna vrijednost CF-a bila je značajno niža u odnosu na proljeće (svibanj) i ljeto (kolovoz) (1,09 i 1,05). (p= 0,05) (tablica 19).

4.4.1.1. Odnos između faktora kondicije i totalne dužine tijela strugača

Potvrđena je pozitivna, jaka i visoko signifikantna korelacija (r = 0,57**) između kondicijskog faktora i totalne dužine (slika 29).



Slika 29. Odnos između Fultonovog faktora kondicije (CF) i totalne dužine (TL) strugača Neretvanskog sliva

Iz grafikona i regresijske jednadžbe je razvidno da će se vrijednost kondicijskog faktora povećati za 0,0233 ukoliko se TL poveća za 1 cm.

4.4.1.2. Kvalitativni i kvantitativni sastav ishrane strugača

Pregled sadržaja probavila usredotočen je na analizu životinjske hrane kao dominantne komponente u ishrani strugača, dok je postotak učestalosti pojavljivanja neidetificirane biljne komponente bio u malom postotku za svaku istraživanu sezonu.
U sastavu ishrane strugača utvrđeno je postojanje sljedećih taksona: Turbelaria, Nematodes, Gastropoda, Oligochaeta, Crustacea, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera i Pisces.

Kvantitativni sastav ishrane strugača prikazan je postotkom brojnosti i postotkom učestalosti pojavljivanja pojedinih hranidbenih kategorija u odnosu na ukupan broj svih hranidbenih kategorija za svaku od sezona (tablica 20).

Analiza sadržaja probavila za veljaču (zima) pokazuje da se Trichoptera pojavljuje sa najvećom brojnošću (32,13%) i sa najvećom učestalosti pojavljivanja (22,95%). Sa nešto većom učestalosti pojavljivanja javljaju se i Diptera (21,92%) i brojnošću od (19,10%). Tijekom mjeseca svibnja (proljeće) najveću učestalost pojavljivanja (39,96%), kao i najveću brojnost (31,75%) imale su Hymenoptera, te Crustacea sa brojnošću (21,22%) i nešto manjom učestalosti pojavljivanja (8,52%).

Najveću vrijednost učestalosti pojavljivanja u mjesecu kolovozu (ljeto) imale su Diptera (24,50%) i Pisces (29,47%) sa brojnošću od (24,66%) i (24,87%).

U mjesecu listopadu (jesen) Trichoptera su po brojnosti (31,22%) bile najveće kao i u veljači uz visok postotak učestalosti pojavljivanja (44,60%). Nešto veći postotak pojavljivanja (30%), kao i brojnost (25,95%) tijekom ovoga mjeseca imali su Gastropoda.
Iz gore navedenog proizlazi da se strugač koristi raznolikom hranom životinjskog podrijetla (organizmima dna) tijekom cijele godine, uz malu negativnu selekciju prema pojedinim skupinama organizama.

Tablica 20. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%), postotak brojnosti (N%), komponenti ishrane strugača vodotoka sliva Neretve u periodu 2006./2007 za četiri godišnja doba. (n= broj analiziranih jedinki).

Svojta	Veljača n=20		Svibanj n=13		Kolovoz n=14		Listopad n=13	
	F %	N %	F %	N %	F %	N %	F %	N %
NBM*	4,99	-	3,84	-	3,57	-	3,85	-
Turbelaria	-	-	12,75	11,9	1,30	2,12	3,25	6,15
Nematodes	6,00	5,47	4,93	4,45	-	-	-	-
Gastropoda	8,89	7,53	-	-	3,47	1,93	30,00	25,95
Oligochaeta	3,67	3,31	1,64	4,47	-	-	-	-
Crustacea	10,00	8,27	8,52	21,22	1,60	6,87	2,22	6,38
Ephemeroptera	8,11	4,91	-	-	8,76	4,98	5,70	11,10
Plecoptera	-	-	3,23	2,21	5,79	5,30	-	-
Trichoptera	22,95	32,13	3,23	2,99	10,77	15,53	44,60	31,22
Coleoptera	6,80	15,16	3,23	2,63	-	-	-	-
Hymenoptera	-	-	39,96	31,75	10,77	13,77	-	-
Diptera	21,92	19,10	18,67	18,38	24,50	24,66	3,34	7,31
Pisces	6,67	4,12	-	-	29,47	24,87	7,04	11,89

**NBM – neidentificirani biljni materijal*

4.4.2. Ispunjenost probavila i kondicijski faktor (CF) makala

Intenzitet hranjenja u pojedinim mjesečnim razdobljima bio je raznolik (tablica 21).

U kolovozu (ljeto) indeks ispunjenosti probavila imao je najnižu vrijednost (FI = 0,26) sa koeficijentom praznoće probavila (VI = 15,4).

U svibnju (proljeće) indeks ispunjenosti bio je nešto viši nego u kolovozu i iznosio je (FI = 0,39) dok je koeficijent praznoće probavila imao istu vrijednost kao u kolovozu (VI = 15,4). Zanimljiv je podatak za veljaču (zima) gdje je indeks ispunjenosti probavila imao vrijednost (FI = 0,41) uz visok koeficijent praznoće probavila (VI = 18,2), a koji je imao i najveću vrijednost gledajući na sva četiri godišnja doba.

U listopadu (jesen) je indeks ispunjenosti iznosio (FI = 0,68), što je i najveća izmjerena vrijednost za sva četiri godišnja doba, a indeks praznoće probavila je imao najmanju zabilježenu vrijednost od (VI = 14,3).

Iz navedenog je razvidno da se učestalost praznih probavila kretala u rasponu od 14,3% do 18,2%, uz indeks ispunjenosti probavila od 0,26% do 0,68%.

Tablica 21. Indeks ispunjenosti (FI%), koeficijent praznoće probavila (VI%) i kondicijski faktor (CF) makala rijeke Matice u periodu 2015./2016. za četiri godišnja doba (n= broj analiziranih jedinki; SD= standardna devijacija).

Veljača	**Svibanj**	**Kolovoz**	**Listopad**
n=11	n=13	n=13	n=14
FI=0,41	FI=0,39	FI=0,26	FI=0,68
VI=18,2	VI=15,4	VI=15,4	VI=14,3
CF ± SD = 0,97 ± 0,08	CF ± SD = 1,00 ± 0,09	CF ± SD = 0,95 ± 0,15	CF ± SD = 0,94 ± 0,16

Prosječna vrijednost za kondicijski faktor makala za sva četiri godišnja doba bila je CF = 0,97 ± 0,03 (min = 0,95; max = 1,00).

U svibnju (proljeće) je prosječna vrijednost kondicijskog faktora bila CF= 1,00 ± 0,09 (min = 0,77; max = 1,10), u kolovozu (ljeto) je prosjek bio CF = 0,95 ± 0,15 (min = 0,59; max = 1,11), u listopadu (jesen) je prosjek bio CF = 0,94 ± 0,16 (min = 0,82; max = 1,12) i u veljači (zima) je njegova prosječna vrijednost bila CF = 0,97 ± 0,08 (min = 0,79; max = 1,05).

Nakon provedene analize varijance za utvrđivanje značajnosti razlika između vrijednosti kondicijskog faktora izmjerenih po godišnjim dobima, kod ribe makal nisu utvrđene statistički značajne razlike F_{exp} = 0,838; p = 0,480.

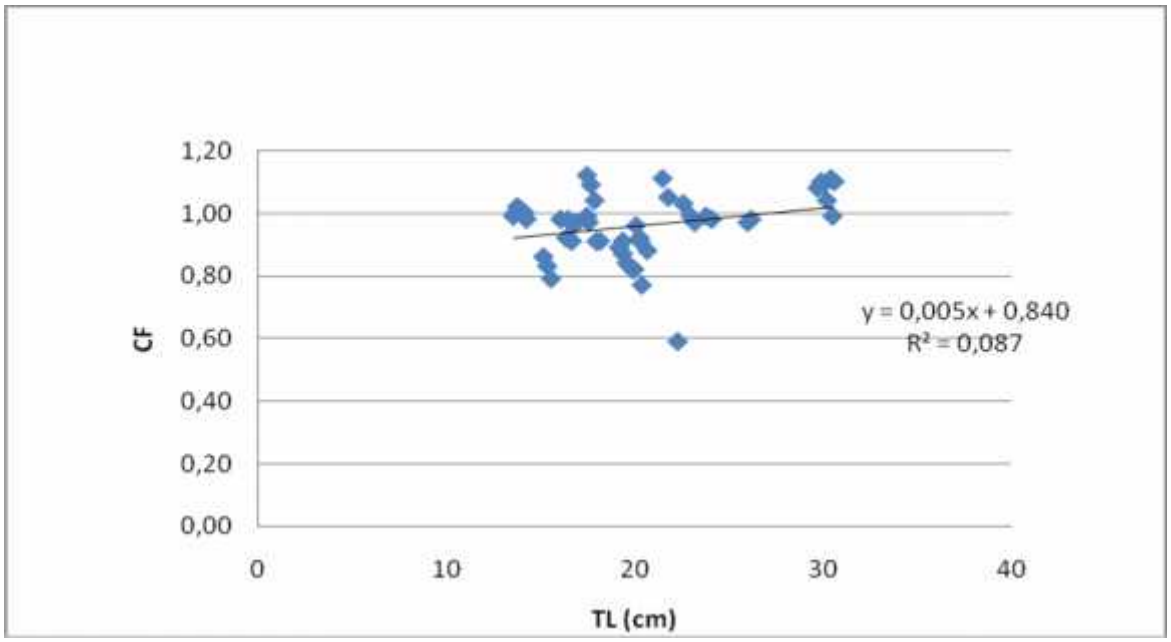
Kako F test nije bio signifikantan, t test nije proveden. Prosječne vrijednosti CF po godišnjim dobima dane su tablici 22.

Tablica 22. Vrijednosti CF-a po godišnjim dobima makala

Prosječne vrijednosti CF za godišnja doba	**Svibanj**	**Kolovoz**	**Listopad**	**Veljača**
	1,00 a	0,95 a	0,94 a	0,97 a

4.4.2.1. Odnos između faktora kondicije i totalne dužine tijela makala

Potvrđena je slaba signifikantna korelacija (r = 0,30*) između kondicijskog faktora i totalne dužine makala (slika 30).



Slika 30. Odnos između Fultonovog faktora kondicije (CF) i totalne dužine (TL) makala iz rijeke Matice

Iz grafikona i regresijske jednadžbe razvidno je da se vrijednost kondicijskog faktora povećava za 0,005 ukoliko se TL poveća za 1 cm.

4.4.2.2. Kvalitativni i kvantitativni sastav ishrane makala

U probavilima makala iz rijeke Matice utvrđeni su vodeni i kopneni beskralježnjaci i ribe kao dominantna komponenta ishrane. Količina neidentificiranog biljnog materijala bila je zastupljena kroz sve istraživane sezone u iznimno malom postotku učestalosti pojavljivanja u odnosu na postotak životinjske komponente.

Analizom probavila tijekom sve četiri istraživane sezone, zabilježene su sljedeće skupine organizama: Gastropoda (puževi), Crustacea (rakovi), Insecta (kukci) te Pisces (ribe). Skupina Insecta bila je zastupljena sa predstavnicima: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Hymenoptera te Diptera.

Skupine Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera i Diptera pojavljivale su se u sve četiri istraživane sezone, a Crustacea tijekom ljeta, jeseni i zime. Predstavnici razreda Gastropoda prisutni su tijekom zime i proljeća, dok su Hymenoptera zabilježeni tijekom proljeća, a Pisces u probavilima makala tijekom ljetnog perioda.

Kvantitativan sastav ishrane makala iz rijeke Matice izražen je hranidbenim indeksima prema sastavu plijena tijekom četiri godišnja doba. Izračunat je postotak učestalosti pojavljivanja pojedine skupine plijena (%F), te postotak brojnosti pojedine skupine (%N) (tablica 23).

Analiza sadržaja probavila za veljaču pokazuje da se Plecoptera pojavljuje sa najvećom brojnošću (31,25%) i sa najvećom učestalošću pojavljivanja (26,55%). Sa nešto većom učestalošću pojavljivanja javljaju se i Crustacea (17,46%) i brojnošću (25%), kao i Trichoptera sa učestalošću pojavljivanja (17,38%) i brojnošću (18,75%).

Tijekom mjeseca svibnja najveću učestalost pojavljivanja (30,12%), kao i najveću brojnost (28,57%) imale Ephemeroptera, te Diptera sa brojnošću (23,81%) i učestalošću pojavljivanja (22,43%). Tijekom proljetne sezone zabilježeno je pojavljivanje Hymenoptera (7,06%), sa brojnošću od (4,76%), dok u ostalim sezonama nisu evidentirane u probavilima makala.

Najveću vrijednost učestalosti pojavljivanja u mjesecu kolovozu imale su Diptera (37,82%) i Ephemeroptera (22,43%), sa brojnošću od (29,41%) i (17,65%). Tijekom ljetnog perioda jedino je evidentirana pojava Pisces sa manjom učestalošću pojavljivanja (7,05%) i brojnošću (5,88%).

U mjesecu listopadu Ephemeroptera su po brojnosti (31,57%) bile najzastupljenije kao i u svibnju uz postotak učestalosti pojavljivanja (20,84%). Nešto veći postotak pojavljivanja (27,97%), kao i brojnost (26,32%) tijekom ovoga mjeseca imali su Trichoptera. Skupina Coleoptera se pojavljuje u probavilima makala samo tijekom jesenjeg perioda i to sa malom brojnošću (5,27%) i učestalosti (6,55%).

Iz gore navedenog proizlazi da se makal koristi raznolikom hranom životinjskog podrijetla (organizmima dna) tijekom cijele godine, uz malu negativnu selekciju prema pojedinim skupinama organizama.

Tablica 23. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%), postotak brojnosti (N%), komponente ishrane makala rijeke Matice u periodu 2014./2015. za četiri godišnja doba (n= broj analiziranih jedinki).

Svojta	Veljača		Svibanj		Kolovoz		Listopad	
	n=11		n=13		n=13		n=14	
	F %	N %	F %	N %	F %	N %	F %	N %
*NBM	4,54	-	3,84	-	3,85	-	3,57	-
Gastropoda	8,26	6,20	7,15	9,53	-	-	-	-
Crustacea	17,46	25,00	-	-	14,73	23,53	6,55	5,26
Ephemeroptera	8,40	6,30	30,12	28,57	22,43	17,65	20,84	31,57
Plecoptera	26,55	31,25	14,74	19,05	7,05	11,77	13,70	10,53
Trichoptera	17,38	18,75	14,66	14,28	7,05	11,76	27,97	26,32
Coleoptera	-	-	-	-	-	-	6,55	5,27
Hymenoptera	-	-	7,06	4,76	-	-	-	-
Diptera	17,41	12,50	22,43	23,81	37,82	29,41	20,82	21,05
Pisces	-	-	-	-	7,05	5,88	-	-

**NBM – neidentificirani biljni materijal*

4.4.3. Ispunjenost probavila i kondicijski faktor (CF) peškelja

Intenzitet hranjenja u pojedinim mjesečnim razdobljima bio je raznolik (tablica 24).

U kolovozu (ljeto) indeks ispunjenosti probavila imao je najnižu vrijednost (FI = 0,33) sa koeficijentom praznoće probavila (VI = 13,3).

U svibnju (proljeće) indeks ispunjenosti bio je najveći i iznosio je (FI = 0,91) dok je koeficijent praznoće probavila imao istu vrijednost kao u kolovozu (VI = 13,3).
Indeks ispunjenosti probavila za veljaču (zimu) imao je vrijednost (FI = 0,41) uz niži koeficijent praznoće probavila (VI = 8,3).

U listopadu (jesen) je indeks ispunjenosti iznosio (FI = 0,53), što je i druga najveća izmjerena vrijednost za sva četiri godišnja perioda, dok je indeks praznoće probavila imao najmanju zabilježenu vrijednost od (VI = 7,7).
Razvidno je da se učestalost praznih probavila kretala u rasponu od 7,7% do 13,3%, uz indeks ispunjenosti probavila od 0,33% do 0,91%.

Tablica 24. Indeks ispunjenosti (FI%), koeficijent praznoće probavila (VI%) i kondicijski faktor (CF) peškelja jezera Deran u periodu 2015./2016. za četiri godišnja doba (n= broj analiziranih jedinki; SD= standardna devijacija).

Veljača	**Svibanj**	**Kolovoz**	**Listopad**
n=12	n=15	n=15	n=13
FI=0,41	FI=0,91	FI=0,33	FI=0,53
VI=8,3	VI=13,3	VI=13,3	VI=7,7
CF ± SD = 1,44 ± 0,21	CF ± SD = 1,37 ± 0,29	CF ± SD = 1,46 ± 0,14	CF ± SD = 1,22 ± 0,19

Prosječna vrijednost kondicijskog faktora peškelja, za sva četiri godišnja doba bila je CF = 1,37 ± 0,23 (min = 0,83; max = 1,86).

U svibnju je prosječna vrijednost kondicijskog faktora bila CF= 1,37 ± 0,29 (min = 0,92; max = 1,86), u kolovozu je prosjek bio najveći CF= 1,46 ± 0,14 (min = 1,15; max = 1,66), u listopadu je prosjek bio najniži CF= 1,22 ± 0,19 (min = 0,83; max = 1,55) i u veljači je njegova prosječna vrijednost bila CF= 1,44 ± 0,21 (min = 1,06; max = 1,76), (tablica 25).

Nakon provedene analize varijance za utvrđivanje značajnosti razlika između vrijednosti kondicijskog faktora po godišnjim dobima kod ribe peškelj, utvrđene su značajne razlike između vrijednosti po godišnjim dobima F_{exp} = 3,46*; p = 0,023, te je proveden t test (tablica 26) za utvrđivanje značajnosti razlika između prosječnih vrijednosti CF-a pojedinih godišnjih doba.

Tablica 25. Vrijednosti CF-a peškelja po godišnjim dobima sa LSD

Prosječne vrijednosti CF za godišnja doba	**Svibanj(1)**	**Kolovoz(2)**	**Listopad(3)**	**Veljača(4)**
	1,37 ab	1,46 a	1,22 b	1,44 a

**Vrijednosti označene istim slovima značajno se ne razlikuju p 0,05*

LSD su izračunani za svaku testiranu razliku, jer je broj mjerenja po godišnjim dobima bio različit. Vrijednosti su dane u tablici 25.

Tablica 26. T test

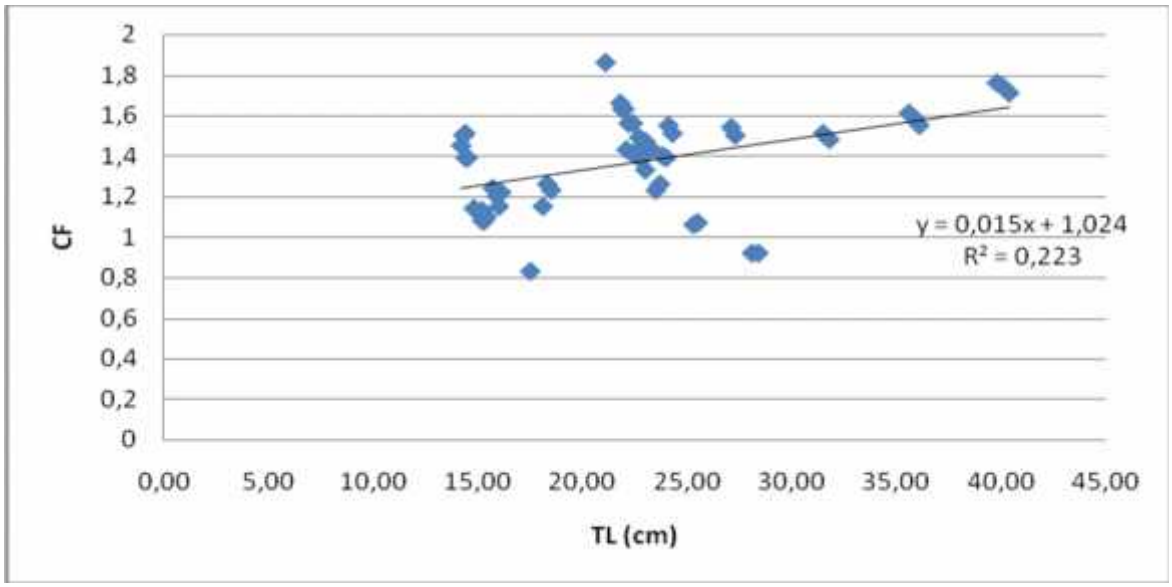
Testirane razlike	**sd**	**LSD 0,05**	**LSD 0,01**
1-2	0,08	0,16	0,21
1-3; 2-3	0,08	0,16	0,22
1-4; 2-4	0,08	0,17	0,22
3-4	0,09	0,17	0,23

**Brojevi 1, 2, 3, 4 predstavljaju oznake tretiranja tj članova, a navedeni su radi lakšeg pregleda tablice 26.*

Najveća prosječna vrijednost CF-a 1,46 izmjerena je u ljeto (kolovoz), a najmanja u jesen (listopad) 1,22, te je razlika između tih vrijednosti bila visoko signifikantna.

4.4.3.1. Odnos između faktora kondicije i totalne dužine tijela peškelja

Potvrđena je srednja visoko signifikantna korelacija (r = 0,47**) između kondicijskog faktora i totalne dužine peškelja (slika 31).



Slika 31. Odnos između Fultonovog faktora kondicije (CF) i totalne dužine (TL) peškelja Deranskog jezera

Iz grafikona i regresijske jednadžbe razvidno je da će se vrijednost kondicijskog faktora povećati za 0,015 ukoliko se TL poveća za 1 cm.

4.4.3.2. Kvalitativni i kvantitativni sastav ishrane peškelja

U probavilima peškelja iz Deranskog jezera utvrđene su alge, detritus, neidentificirana biljna i anorganska tvar, te vodeni beskralježnjaci. Tijekom sve četiri istraživane sezone, zabilježena je pojava neidentificiranog biljnog materijala (NBM), detritusa kao i predstavnika Crustacea (rakovi) i Insecta (kukci). Kod skupine Insecta utvrđena je pojava Diptera i Ephemeroptera tijekom sve četiri sezone, dok se predstavnici Trichopterta pojavljuju samo tijekom ljetnog perioda.

Kvantitativan sastav ishrane peškelja izražen je hranidbenim indeksima prema sastavu plijena tijekom četiri godišnja doba, a izračunati su postotak učestalosti pojavljivanja pojedine skupine plijena (%F), i postotak brojnosti pojedine skupine (%N) (tablica 27). Najveću vrijednost indeksa postotka učestalosti pojavljivana tijekom zime odnosi se na neidentificirani biljni materijal (NBM) (41,65%), detritus (25%), te na skupinu Crustacea (16,69%). Slijede Diptera i Ephemeroptera sa (8,33%). Najveću vrijednost indeksa postotka brojnosti ima skupina Crustacea (50%), slijede Diptera (33,33%) i Ephemeroptera (16,67%).

Tijekom proljeća najveći indeks postotka učestalosti pojavljivanja imaju NBM (26,70%), detritus (26,67%), alge (20%), a zatim slijedi red Diptera (13,33%). Ako se govori o indeksu postotka brojnosti u proljetnom razdoblju, njegovu najveću vrijednost imao je red Diptera (47,06%), a slijede skupina Crustacea (29,42%) i Ephemeroptera (23,52%). Tijekom ljetne sezone vrijednosti indeksa postotka učestalosti pojavljivana dosta su postotno slične kao u proljetnom periodu. Tako najveću vrijednost postotka učestalosti pojavljivanja ima detritus (26,70%), NBM (20%), alge (19,99%) te skupina Crustacea (13,33%).

Ostali predstavnici imali su indeks učestalosti pojavljivanja manji od 7%. Treba napomenuti da se predstavnici Trichoptera pojavljuju jedino tijekom ljetne sezone u probavilima peškelja. Najveću vrijednost indeksa postotka brojnosti imao je red Diptera (49,99%), a zatim slijede Trichoptera (22,22%), Ephemeroptera (16,67%) i skupina Crustacea (11.12%).

Tijekom jeseni najveće vrijednost indeksa postotka učestalosti pojavljivana odnose se na NBM (38,46%), detritus (23.07%), alge (15,38%), dok su vrijednosti navedenog indeksa za Crustacea, Diptera i Ephemeroptera manje od 8%. Vrijednost indeksa postotka brojnosti za red Diptera iznosi (52,63%), skupina Crustacea (31,58%), te Ephemeroptera (15,79%).

Tablica 27. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%), postotak brojnosti (N%), komponente ishrane peškelja iz jezera Deran u periodu 2014./2015. za četiri godišnja doba (n= broj analiziranih jedinki).

Svojta	Veljača		Svibanj		Kolovoz		Listopad	
	n=12		n=15		n=15		n=13	
	F %	N %	F %	N %	F %	N %	F %	N %
Detritus	25,00	-	26,67	-	26,70	-	23,07	-
Alge	-	-	20,00	-	19,99	-	15,38	-
Crustacea	16,69	50,00	6,70	29,42	13,33	11,12	7,69	31,58
Diptera	8,33	33,33	13,33	47,06	6,66	49,99	7,70	52,63
Ephemeroptera	8,33	16,67	6,60	23,52	6,67	16,67	7,70	15,79
Trichoptera	-	-	-	-	6,65	22,22	-	-
NBM*	41,65	-	26,70	-	20,00	-	38,46	-

**NBM – neidentificirani biljni materijal*

4.5. Taksonomske značajke

4.5.1. Morfometrijske značajke strugača, makala i peškelja

4.5.1.1. Morfometrijske značajke strugača

Napravljena je standardizacija morfoloških značajki u svrhu mogućnosti istraživanja populacija bez utjecaja veličinskih kategorija, tj. podatci su izraženi u obliku postotaka tijela (%TL) i glave (%HL), (tablice 28 i 29).

Tablica 28. Morfometrijske značajke (dužine) izražene kao postotci totalne dužine tijela (TL) strugača (MIN.=minimum; MAKS.= maksimum; $\overline{x}$ = srednja vrijednost; SD= standardna devijacija)

Tijelo (%TL)	MIN.	MAKS.	$\overline{x}$	SD
Standardna dužina %	77,42	90,50	**84,91**	2,54
Dužina do vilice %	88,76	96,89	**92,79**	2,13
Dužina do kraja podrepne peraje %	64,67	96,89	**67,98**	2,05
Dužina do početka podrepne peraje %	56,26	71,94	**60,35**	1,84
Dužina do analnog otvora %	52,78	63,29	**57,41**	1,94
Dužina do kraja trbušne peraje %	40,34	47,37	**44,66**	1,63
Dužina do početka trbušne peraje %	38,55	56,33	**42,79**	2,85
Dužina glave %	12,82	18,00	**15,43**	1,11
Dužina do kraja leđne peraje %	50,57	57,14	**54,23**	1,58
Dužina do početka leđne peraje %	41,95	47,94	**44,72**	1,81
Dužina do kraja prsne peraje %	19,89	25,64	**22,16**	1,17
Dužina do početka prsne peraje %	17,31	22,05	**19,92**	0,98
Najveća visina %	18,18	23,97	**21,01**	1,20
Najmanja visina %	8,06	11,18	**9,15**	0,61
Visina leđne peraje %	10,90	23,97	**16,17**	2,97
Visina podrepne peraje %	8,33	13,08	**11,02**	0,93
Širina najveća %	10,90	15,47	**13,03**	1,15
Širina najmanja %	3,53	7,47	**5,37**	0,85

Tablica 29. Morfometrijske značajke (dužine) izražene kao postotci totalne dužine glave (HL) strugača (MIN.=minimum; MAKS.= maksimum; $\overline{x}$ = srednja vrijednost; SD= standardna devijacija)

Glava (%HL)	MIN.	MAKS.	$\overline{x}$	SD
Visina glave %	71,88	104,55	**86,27**	6,84
Međuočni razmak %	45,16	65,22	**57,23**	4,15
Dužina do početka oka %	31,43	63,33	**43,52**	6,32
Dužina do kraja oka %	52,94	79,07	**69,88**	5,35

Standardna dužina tijela iznosila je prosječno 84,91% totalne dužine tijela, dok je prosjek dužine do vilice 92,79%. Srednja vrijednost dužine do početka i kraja podrepne peraje iznosi 60,35%, tj. 67,98%, a dužina do analnog otvora je 57,41% od totalne dužine tijela.
Srednje vrijednosti dužine do početka i kraja trbušne peraje iznose 42,79% i 44,66%, dok je prosječna vrijednost dužine do početka i kraja leđne peraje 44,72% i 54,23%, te prosjeci dužina do početka i kraja prsne peraje iznose 19,92% i 22,16% od totalne dužine tijela .
Glava zauzima 15,43% totalne dužine tijela. Najveća i najmanja srednja visina iznosi 21,01% i 9,15%, a najveća i najmanja prosječna širina tijela riba u odnosu na totalnu dužinu iznosi 13,03% i 5,37%.

Kod morfoloških mjera na glavi utvrđena je srednja vrijednost visine glave od 86,27%, prosjek međuočnog razmaka iznosi 57,23%, a dužine do početka i kraja oka iznose 43,52% i 69,88% od ukupne dužine glave.

Zamijećeno je da su kod standardiziranih mjera glave veće standardne devijacije (od 4,15 kod međuočnog razmaka do 6,84 kod visine glave), nego kod mjera tijela gdje je najveća standardna devijacija utvrđena kod visine leđne peraje od 2,97.

4.5.1.2. Morfometrijske značajke makala

Analiza morfometrijskih značajki kod makala provedena je na 51 jedinki, a podatci su izraženi u obliku postotaka tijela (%TL) i glave (%HL), (tablice 30 i 31).

Tablica 30. Morfometrijske značajke (dužine) izražene kao postotci totalne dužine tijela (TL) makala (MIN.=minimum; MAKS.= maksimum; $\overline{x}$ = srednja vrijednost; SD= standardna devijacija; CV= koeficjent varijacije)

Tijelo (%TL)	MIN.	MAKS.	$\overline{x}$	SD	CV%
Standardna dužina %	82,42	89,87	**85,12**	1,83	2,15
Predorzalna dužina %	41,71	49,34	**46,88**	1,72	3,66
Predtrbušna dužina %	40,00	45,33	**43,01**	1,27	2,94
Preanalna dužina %	53,94	63,16	**59,26**	1,98	3,35
Postdorzalna dužina %	26,70	33,33	**30,11**	1,45	4,80
Dužina repnog drška %	16,11	21,10	**18,77**	1,10	5,85
Dužina baze leđne peraje %	8,70	17,16	**10,55**	1,64	15,53
Dužina leđne peraje %	12,11	17,88	**14,43**	1,32	9,16
Dužina prsne peraje%	11,63	17,51	**15,06**	1,05	6,94
Dužina trbušne peraje %	8,84	13,57	**12,03**	0,87	7,19
Dužina baze podrepne peraje %	6,98	13,57	**9,72**	1,13	11,63
Dužina podrepne peraje%	6,92	13,30	**9,24**	1,55	16,76
Najveća visina tijela%	16,45	21,40	**18,90**	1,02	5,42
Najmanja visina tijela %	7,27	10,49	**8,75**	0,62	7,13
Dužina glave %	20,90	27,86	**23,66**	1,33	5,60

Tablica 31. Morfometrijske značajke (dužine) glave izražene kao postotci totalne dužine glave (HL) makala (MIN.=minimum; MAKS.= maksimum; $\overline{x}$ = srednja vrijednost; SD= standardna devijacija; CV= koeficjent varijacije)

Glava (%HL)	**MIN.**	**MAKS.**	$\overline{x}$	**SD**	**CV%**
Dorzalna dužina glave %	57,14	84,00	**71,21**	5,57	7,82
Dužina gubice %	22,86	38,46	**30,85**	2,79	9,04
Promjer oka %	14,86	26,47	**21,67**	2,57	11,86
Dužina zaočnog prostora %	40,00	61,76	**55,11**	4,35	7,90
Međuočna širina %	28,57	53,85	**36,75**	3,70	10,60

Standardna dužina tijela makala iznosila je prosječno 85,12% totalne dužine tijela, dok je prosjek predorzalne i postdorzalne dužine 92,79% tj. 30,11%. Srednja vrijednost predtrbušne i preanalne dužine iznosila je 43,01%, tj. 59,26%, a dužina repnog drška je 18,77% od totalne dužine tijela.

Srednje vrijednosti dužine baze leđne peraje, kao i dužine leđne peraje iznose 10,55 i 14,43%, dok je prosječna vrijednost dužine prsne i trbušne peraje 15,06% i 12,03%.

Dužina baze podrepne peraje kao i dužina podrepne peraje imala je srednju prosječnu vrijednost od totalne dužine 9,72% i 9,24%. Prosjeci najveće i najmanje visine tijela iznosile su 18,90% i 8,75%. Glava zauzima 23,66% totalne dužine tijela.

Kod morfoloških mjera na glavi makala utvrđena je srednja vrijednost dorzalne dužine glave 71,21%, a dužina gubice i promjer oka iznosio je 30,85 i 21,67%. od ukupne dužine glave. Srednja vrijednost dužine zaočnog prostora i međuočne širine iznosila je 55,11% i 36,75% od dužine glave makala.

Standardne devijacije kod standardiziranih mjera glave makala znatno su veće (od 2,57 kod promjera oka do 5,57 kod dorzalne dužine glave), nego kod mjera tijela gdje je najveća standardna devijacija zabilježena kod preanalne dužine od 1,98. Dobivene vrijednosti varijacijskog koeficijenta (CV%) su također pokazatelj većih postotnih varijacija na standardiziranim mjerama glave nego na mjerama tijela.

4.5.1.3. Morfometrijske značajke peškelja

Analiza morfometrijskih značajki kod peškelja provedena je na 55 jedinki, a podatci su također izraženi u obliku postotaka tijela (%TL) i glave (%HL), (tablice 32 i 33).

Tablica 32. Morfometrijske značajke (dužine) izražene kao postotci totalne dužine tijela (TL) peškelja (MIN.=minimum; MAKS.= maksimum; $\overline{x}$ = srednja vrijednost; SD= standardna devijacija; CV= koeficjent varijacije)

Tijelo (%TL)	MIN.	MAKS.	$\overline{X}$	SD	CV%
Standardna dužina %	80,41	86,81	**83,40**	1,79	2,15
Predorzalna dužina %	44,72	50,69	**47,44**	1,46	3,08
Predtrbušna dužina %	37,15	43,06	**39,94**	1,53	3,84
Preanalna dužina %	57,31	63,89	**60,69**	1,59	2,61
Postdorzalna dužina %	26,09	31,51	**28,43**	1,41	4,95
Dužina repnog drška %	14,47	18,13	**16,52**	0,88	5,34
Dužina baze leđne peraje %	9,50	13,24	**11,88**	0,77	6,46
Dužina leđne peraje %	14,19	19,11	**16,31**	1,17	7,20
Dužina prsne peraje%	15,84	18,87	**17,60**	0,77	4,35
Dužina trbušne peraje %	12,65	16,46	**14,91**	0,88	5,92
Dužina baze podrepne peraje %	9,80	12,50	**11,11**	0,62	5,58
Dužina podrepne peraje%	9,94	15,09	**12,84**	1,36	10,61
Najveća visina tijela%	21,13	29,58	**26,28**	2,13	8,11
Najmanja visina tijela %	6,49	11,30	**10,13**	0,97	9,62
Dužina glave %	18,72	23,61	**21,07**	1,24	5,88

Tablica 33. Morfometrijske značajke (dužine) glave izražene kao postotci totalne dužine glave (HL) peškelja (MIN.=minimum; MAKS.= maksimum; $\overline{x}$ = srednja vrijednost; SD= standardna devijacija; CV= koeficjent varijacije)

Glava (%HL)	MIN.	MAKS.	$\overline{X}$	SD	CV%
Dorzalna dužina glave %	67,65	86,67	**76,09**	3,84	10,33
Dužina gubice %	27,03	38,30	**32,26**	2,70	8,75
Promjer oka %	20,51	31,25	**26,71**	2,82	16,72
Dužina zaočnog prostora %	46,00	60,27	**53,16**	3,34	6,28
Međuočna širina %	40,00	54,00	**47,49**	3,24	6,83

Standardna dužina tijela peškelja iznosila je prosječno 83,40% totalne dužine tijela, dok je prosjek predorzalne i postdorzalne dužine 47,44% tj. 28,43%. Srednja vrijednost predtrbušne i preanalne dužine iznosila je 39,94%, tj. 60,69%, a dužina repnog drška je 16,52% od totalne dužine tijela.

Srednje vrijednosti dužine baze leđne peraje, kao i dužine leđne peraje iznose 11,88 i 16,31 %, dok je prosječna vrijednost dužine prsne i trbušne peraje 17,60% i 14,91%.

Dužina baze podrepne peraje kao i dužina podrepne peraje imala je srednju prosječnu vrijednost od totalne dužine 11,11% i 12,84%. Prosjeci najveće i najmanje visine tijela iznosile su 26,28% i 10,13%. Dužina glave zauzima prosječno 21,07% totalne dužine tijela.

Kod morfoloških mjera na glavi utvrđena je srednja vrijednost dorzalne dužine glave 76,09%, a dužina gubice i promjer oka iznosio je 32,26% i 26,71% od ukupne dužine glave. Srednja vrijednost dužine zaočnog prostora i međuočne širine iznosila je 53,16% i 47,49% od dužine glave peškelja.

Kod peškelja su također kao i u predhodnih vrsta standardne devijacije kod standardiziranih mjera glave znatno veće (od 2,70 kod dužine gubice do 3,84 kod dorzalne dužine glave), nego kod mjera tijela gdje je najveća standardna devijacija zabilježena kod najveće visine ribe i iznosi 2,13. Izračunom varijacijskog koeficjenta (CV%) utrvrđene su veće vrijednosti istoga na mjerama glave, nego na standardiziranim mjerama tijela.

4.5.2. Merističke značajke

Merističke značajke kao i morfometrijske imaju u ihtiologiji značajnu ulogu u procijeni pojedinih populacija riba, te su kao takvi najuočljiviji na tijelu riba i pružaju osnovne informacije za određivanje pojedine vrste.
Od merističkih značajki istraživanih vrsta određene su: broj tvrdih i mekih žbica u dorzalnoj peraji, broj tvrdih i mekih žbica u analnoj peraji, broj tvrdi i mekih žbica u pektoralnoj peraji te broj ljusaka u lateralnoj liniji, iznad i ispod lateralne linije.

4.5.2.1. Merističke značajke strugača

Broj žbica u perajama strugača

Broj tvrdih žbica u dorzalnoj peraji kreće se od 3 do 4, a broj mekih žbica od 8 do 10. U analnoj peraji broj tvrdih žbica je 3, dok se broj mekih kreće od 9 do 11, broj tvrdih žbica u ventralnoj peraji je dva a broj mekih je 8, broj tvrdih žbica u pektoralnoj peraji je jedna a broj mekih je od 16 do 17 (tablica 34)

Tablica 34. Broj tvrdih i mekih žbica dorzalnih, analnih, ventralnih i pektoralnih peraja strugača vodotoka sliva Neretve

Vrsta	**D**		**A**		**V**		**P**	
Strugač	tvrdih	mekih	tvrdih	mekih	tvrdih	mekih	tvrdih	Mekih
	III-IV	**8-10**	**III**	**9-11**	**II**	**8**	**I**	**16-17**

Perajne formule strugača:

D III (IV) (8) 9-10, A III 9-10 (11), V II 8, P I 16 (17)

Broj ljusaka strugača

Kao merističko obilježje određen je i broj ljusaka u lateralnoj liniji, te njihov broj iznad i ispod lateralne linije. Tako broj ljusaka bočne pruge iznosi od 47 do 49, broj ljusaka iznad bočne pruge je od 7 do 8, a broj ljusaka ispod iste iznosi od 3 do 4 (tablica 35).

Tablica 35. Broj ljusaka u bočnoj pruzi, iznad i ispod bočne pruge strugača vodotoka sliva Neretve

Vrsta	Broj ljusaka u bočnoj pruzi	Broj ljusaka iznad bočne pruge	Broj ljusaka ispod bočne pruge
Strugač	**47 - 49**	**7 - 8**	**3 – 4**

Formula broja ljusaka za strugača vodotoka donjeg sliva rijeke Neretve:

$$(47)\,48\ \frac{7\ Z\ 8}{3\ Z\ 4}\ 49$$

4.5.2.2. Merističke značajke makala

Broj žbica u perajama makala

Broj tvrdih žbica u dorzalnoj peraji makal iznosi 3, a broj mekih žbica 8, u analnoj peraji broj tvrdih žbica je 3, dok je broj mekih 8, broj tvrdih žbica u ventralnoj peraji je 2 a broj mekih je 8, broj tvrdih žbica u pektoralnoj peraji je jedna a broj mekih je 17 (tablica 36)

Tablica 36. Broj tvrdih i mekih žbica dorzalnih, analnih, ventralnih i pektoralnih peraja makala rijeke Matice

Vrsta	D		A		V		P	
Makal	tvrdih	mekih	tvrdih	mekih	tvrdih	mekih	tvrdih	Mekih
	III	**8**	**III**	**8**	**II**	**8**	**I**	**17**

Perajne formule makala rijeke Matice:

D III 8, A III 8, V II 8, P I 17

Broj ljusaka makala

Broj ljusaka u lateralnoj liniji iznosi od 67 do 75, sa sporadičnom pojavom broja ljusaka 66 i 76. Broj ljusaka iznad bočne pruge je 15, a broj ljusaka ispod lateralne linije iznosi 5 (tablica 37).

Tablica 37. Broj ljusaka makala u bočnoj pruzi, iznad i ispod bočne pruge rijeke Matice

Vrsta	**Broj ljusaka u bočnoj pruzi**	**Broj ljusaka iznad bočne pruge**	**Broj ljusaka ispod bočne pruge**
Makal	**66 - 76**	**5**	**15**

Formula broja ljusaka za makala rijeke Matice:

$$(66) 67 \frac{15}{5} 75 (76)$$

4.5.2.3. Merističke značajke peškelja

Broj žbica u perajama peškelja

Broj tvrdih žbica u dorzalnoj peraji peškelja iznosi 3, a broj mekih žbica 8, u analnoj peraji broj tvrdih žbica je 3, dok je broj mekih 9, broj tvrdih žbica u ventralnoj peraji je 1 a broj mekih je 8, u pektoralnoj peraji je jedna tvrda žbica i 13 mekih (tablica 38)

Tablica 38. Broj tvrdih i mekih žbica dorzalnih, analnih, ventralnih i pektoralnih peraja peškelja iz Deranskog jezera

Vrsta	**D**		**A**		**V**		**P**	
Peškelj	tvrdih	mekih	tvrdih	mekih	tvrdih	mekih	tvrdih	Mekih
	III	**8**	**III**	**9**	**I**	**8**	**I**	**13**

Perajne formule peškelja Deranskog jezera:

D III 8, A III 9, V I 8, P I 13

Broj ljusaka peškelja

Broj ljusaka u lateralnoj liniji peškelja iznosi od 38 do 42, sa sporadičnom pojavom broja ljusaka 37 i 43. Broj ljusaka iznad bočne pruge je od 7 do 8, a ispod lateralne linije iznosi od 3 do 4 (tablica 39).

Tablica 39. Broj ljusaka peškelja u bočnoj pruzi, iznad i ispod bočne pruge Deranskog jezera

Vrsta	**Broj ljusaka u bočnoj pruzi**	**Broj ljusaka iznad bočne pruge**	**Broj ljusaka ispod bočne pruge**
Peškelj	**37 - 43**	**7-8**	**3-4**

Formula broja ljusaka za peškelja Deranskog jezera

$$(37)\,38\,\frac{7\ Z\ 8}{3\ Z\ 4}\,42\,(43)$$

4.5.3. Dob i rast strugača

Prethodni izračun rasta po dužini dobiven je uz korištenje formule po Fraser-Lee-u, uzimajući u obzir da je veza između omjera radijusa (s) u mm i ukupne dužine u cm bila L= 6,62 + 4,93 s (r= 0,869; p<0.01).

Funkcija von Bertalanffy, 1934 (VBGF) je korištena da odgovara vrijednostima rasta po dužini (Bertalanffy, 1934) i phi-prim-u (Φ') pri čemu je izračunat krajnji učinak rasta (Sparre i Venema, 1992):

Matematički model rasta – von Bertalanffyjeva krivulja rasta dobivena je unošenjem srednjih vrijednosti pojedinih godišnjih klasa (slika 32).

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

$$\mathbf{\Phi' = \ln K + 2\ln L_\infty}$$

gdje je L_t= ukupna dužina po dobi t, L_∞= konačna dužina koju bi prosječna riba dosegla da je nastavila živjeti i rasti, K= koeficijent rasta koji određuje kako brzo se riba približava L_∞, t_0= hipotetske godine za L_t=0 i Φ'= krajnji učinak rasta.

Apsolutni godišnji porast dužine (i_n), prosječni apsolutni prirast dužine ($\bar{\imath}_{1-7}$) i stvarna mjera rasta (L_7= 4 $\bar{\imath}_{1-7}$) u cm tijekom prve četiri godine života izračunani su, kako je predložio Živkov i sur. (1999).

Od 60 uhvaćenih primjeraka najstariji je imao sedam godina. Izmjereni su po ukupnoj dužini (L) prema najbližem 0,1 cm-u i težini (W) u gramima.

Mjere za utvrđivanje godina su uzete iz gornje lateralne linije ispod prednjeg dijela leđnog peraja. Svi podatci su analizirani na kombiniranim spolovima.Od 60 primjeraka, većina (23) ih je bilo 4+ što može biti povezano sa načinom ribarenja. Prethodni izračun rasta po ukupnoj dužini *S.svallize*, predstavljen je u tablici 40 i može se iskazati danom formulom:

$$Lt = 35,3\ (1-e^{-0,15\ (t+1,40)})$$

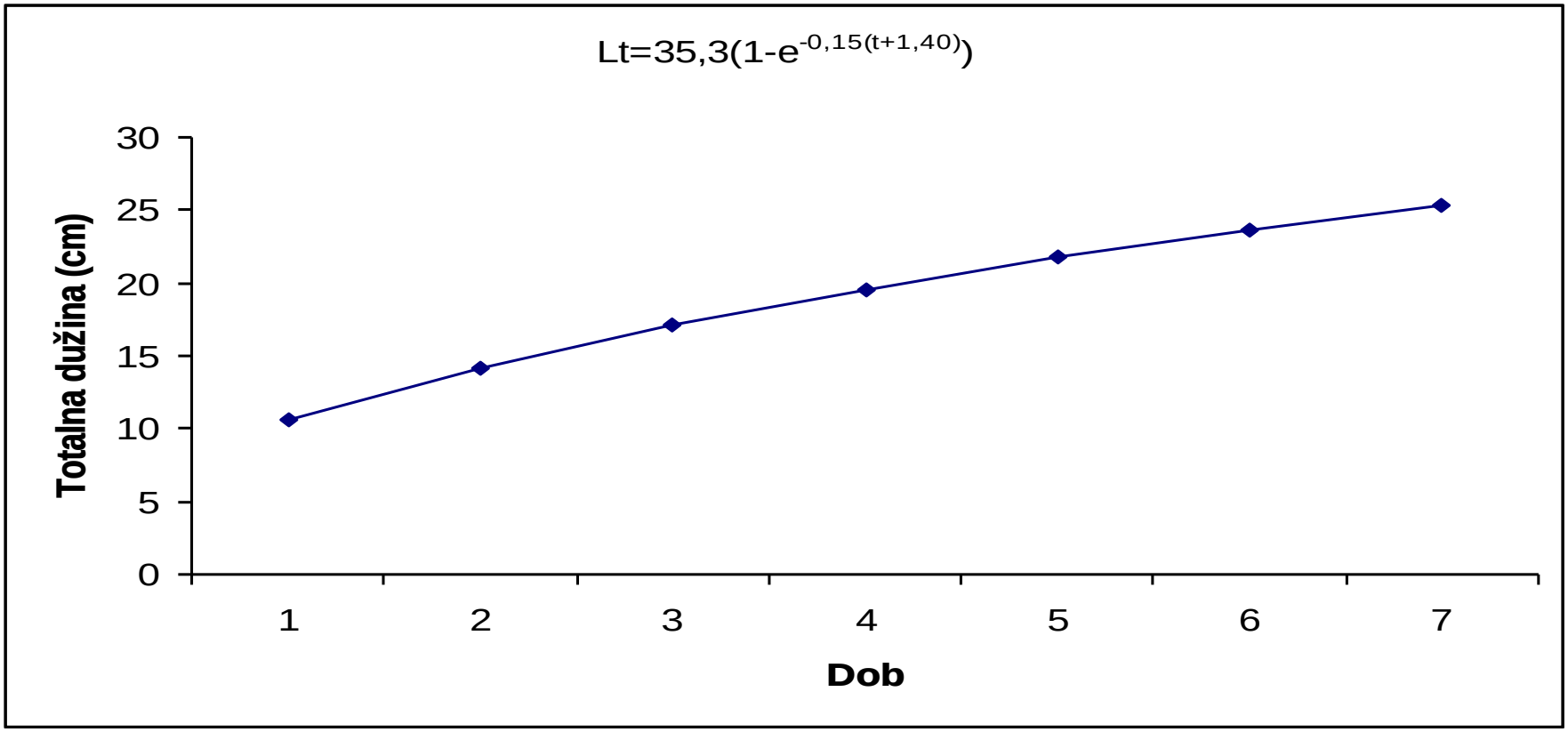
U usporedbi sa Grčkim rezervatima rast po dužini strugača iz sliva Neretve je znatno veći, dosežući maksimalnu dužinu (25,7 cm) koja nije zabilježena nigdje drugo (tablica 41).

Tablica 40. Dobna struktura (god.iskazane rimskim brojevima) i srednja dužina prema dobi (L_1-L_7, u cm) za strugača iz Neretvanskog područja na temelju povratnog računanja (n = broj istraživanih riba)

Dobna skupina	**N**	**L_1**	**L_2**	**L_3**	**L_4**	**L_5**	**L_6**	**L_7**
III	13	10,8	13,5	15,8				
IV	23	11,7	14,2	16,6	18,8			
V	9	11,4	14,6	18,2	20,3	22,1		
VI	8	12,5	16,0	18,6	20,6	23,0	24,9	
VII	7	11,4	14,5	18,1	21,7	23,6	25,3	25,7
Ukupno	60	60	60	60	47	24	15	7
Prosjek (cm)	L	11,6	14,6	17,5	20,4	22,9	25,1	25,7

Tablica 41. Apsolutni godišnji prirast totalnih dužina (i_n), prosječni apsolutni prirast totalnih dužina ($\bar{i}_{1-7}$) i stvarni tempo rasta (L_7=4 $\bar{i}_{1-7}$) u cm kroz prvih sedam godina rasta strugača u porječju Neretve i na drugim lokacijama (dužina do vilice iz akumulacije Kremasta su preračunati u totalnu dužinu prema Bobori i sur., 2006)

Lokacija	**Izvor**	**i_1**	**i_2**	**i_3**	**i_4**	**i_5**	**i_6**	**i_7**	**$\bar{i}_{1-7}$**	**L_7**
Neretvansko porječje	Ovaj rad	11,6	3,0	2,9	2,9	2,5	2,2	0,6	3,67	25,7
Tavropos, Grčka	Bobori i sur., 2006	11,2	3,2	2,5	1,3	1,2	1,2	0,8	3,06	21,4
Kremasta, Grčka, ženke	Economou i sur., 1991	5,7	5,9	3,7	2,3	1,5	1,2	1,9	3,17	22,2



Slika 32. Von Bertalanffyjeva krivulja rasta strugača

4.5.4. Dob i rast makala

Od 51 primjerka, po petnaest ih je bilo 1+ i 2+, dok su najstariji primjerci bili 6+. Prethodni izračun rasta po ukupnoj dužini makala, predstavljen je u tablici 42 i može se iskazati danom formulom:

$$Lt = 49,8\ (1-e^{-0,10\ (t+2,15)})$$

gdje je:

L_∞ = 49,838 cm

K = 0,105

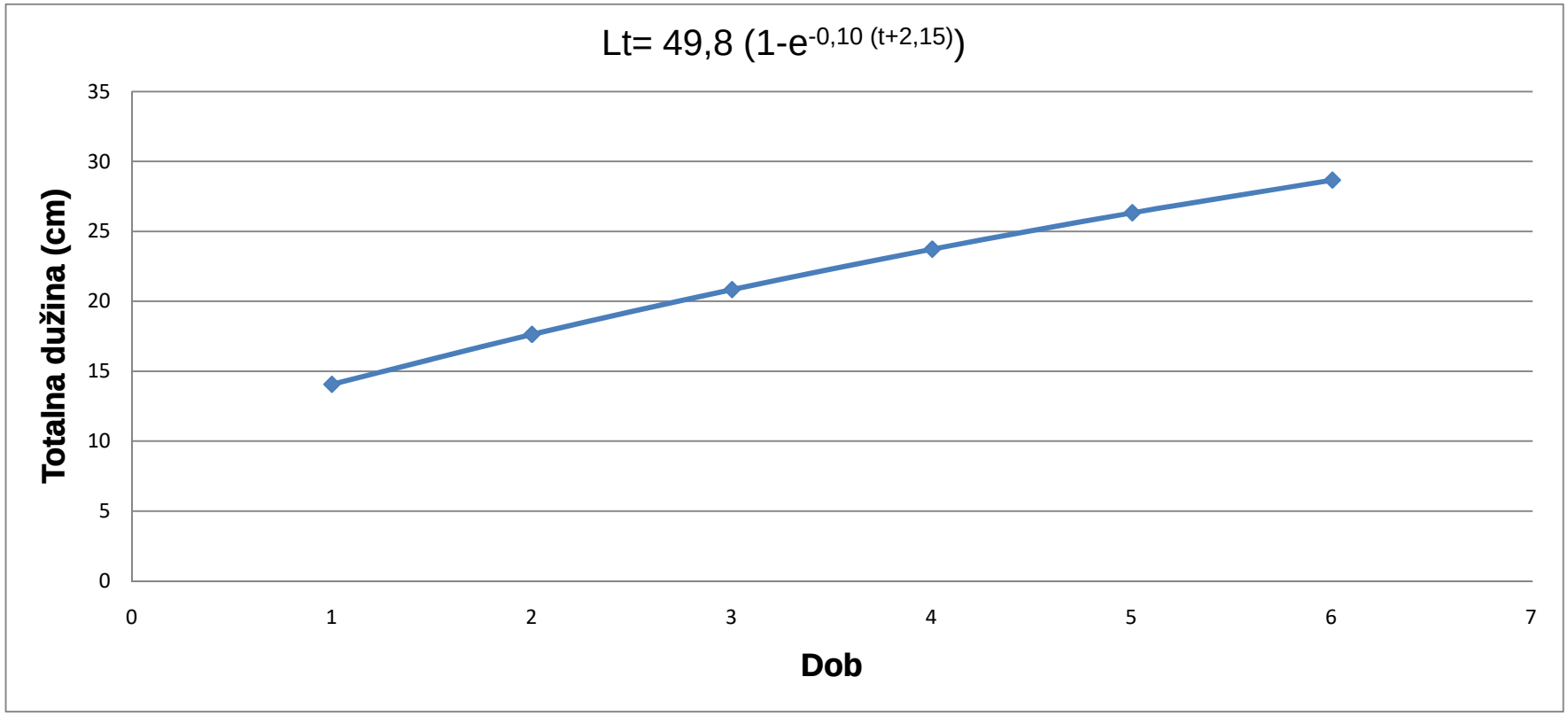
t_0 = -2,155

Tablica 42. Dobna struktura (god.iskazane rimskim brojevima) i srednja dužina prema dobi (L_1-L_6, u cm) za makala iz rijeke Matice na temelju povratnog računanja (n = broj istraživanih riba)

Dobna skupina	**N**	**L1**	**L2**	**L3**	**L4**	**L5**	**L6**
I	15	13,70					
II	15	13,78	17,25				
III	12	13,13	16,88	20,68			
IV	2	14,20	17,00	19,98	22,86		
V	0						
VI	7	14,12	17,87	20,94	24,40	26,23	28,13
Ukupno	51						
Prosjek (cm)		13,79	17,25	20,54	23,63	26,23	28,13

Kod dužine c = 7,77 cm počinje oljuskavanje riba, dok je maksimalno moguća masa W_∞ = 1256,17 g.

Matematički model rasta – von Bertalanffyjeva krivulja rasta makala dobivena je unašanjem srednjih vrijednosti pojedinih godišnjih klasa (slika 33).



Slika 33. Von Bertalanffyjeva krivulja rasta makala

4.5.5. Dob i rast peškelja

Od 55 primjerka, većina (24) ih je bila 3+, dok je najstariji imao 7+. Prethodni izračun rasta po ukupnoj dužini peškelja predstavljen je u tablici 43 i može se iskazati danom formulom:

$$Lt = 52,078\ (1-e^{-0,128\ (t+1,146)})$$

gdje je:

$L_\infty = 52,078$ cm

$K = 0,128$

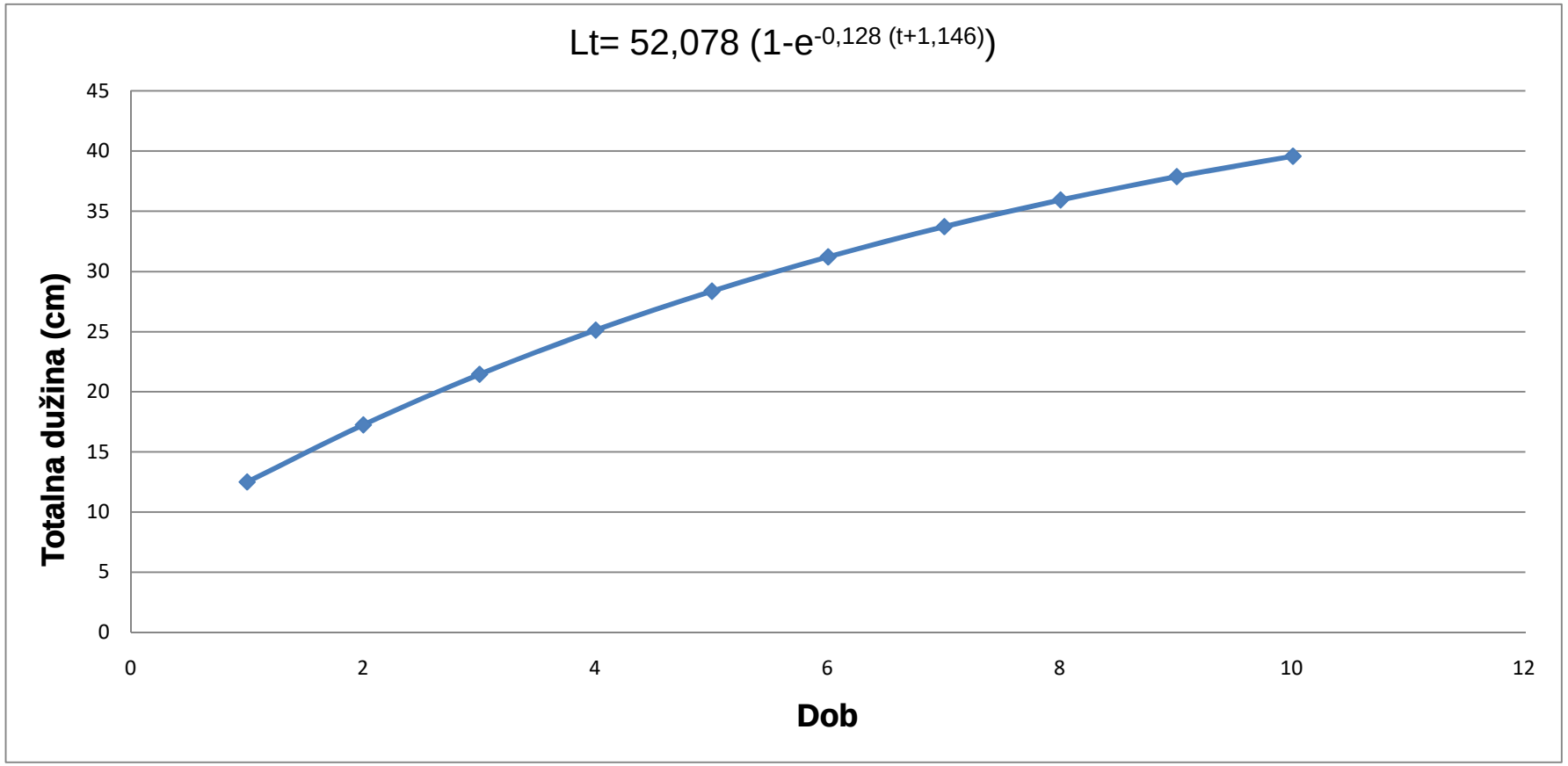
$t_0 = -1,146$

Tablica 43. Dobna struktura (god.iskazane rimskim brojevima) i srednja dužina prema dobi (L_1-L_{10}, u cm) za peškelja iz Deranskog jezera na temelju povratnog računanja (n = broj istraživanih riba).

Dobna skupina	**N**	**L1**	**L2**	**L3**	**L4**	**L5**	**L6**	**L7**	**L8**	**L9**	**L10**
I	15	13,31									
II	4	13,42	18,07								
III	24	12,86	17,19	21,14							
IV	4	12,33	16,76	21,41	25,83						
V	2	13,11	18,04	21,72	25,71	28,89					
VI	0										
VII	3	12,61	16,43	21,61	26,04	29,11	32,79	34,13			
VIII	0										
IX	1	11,82	16,37	20,75	25,08	28,58	31,65	34,01	36,24	38,38	
X	2	12,64	16,24	20,93	24,94	28,26	31,22	33,92	36,04	38,16	39,5
Ukupno	55										
Prosjek (cm)		12,76	17,01	21,26	25,52	28,71	31,89	34,02	36,15	38,27	39,5

Kod dužine c = 4,61 cm počinje oljuskavanje riba, dok je maksimalno moguća masa $W_\infty = 3013,38$ g.

Matematički model rasta – von Bertalanffyjeva krivulja rasta peškelja dobivena je unašanjem srednjih vrijednosti pojedinih godišnjih klasa (slika 34).

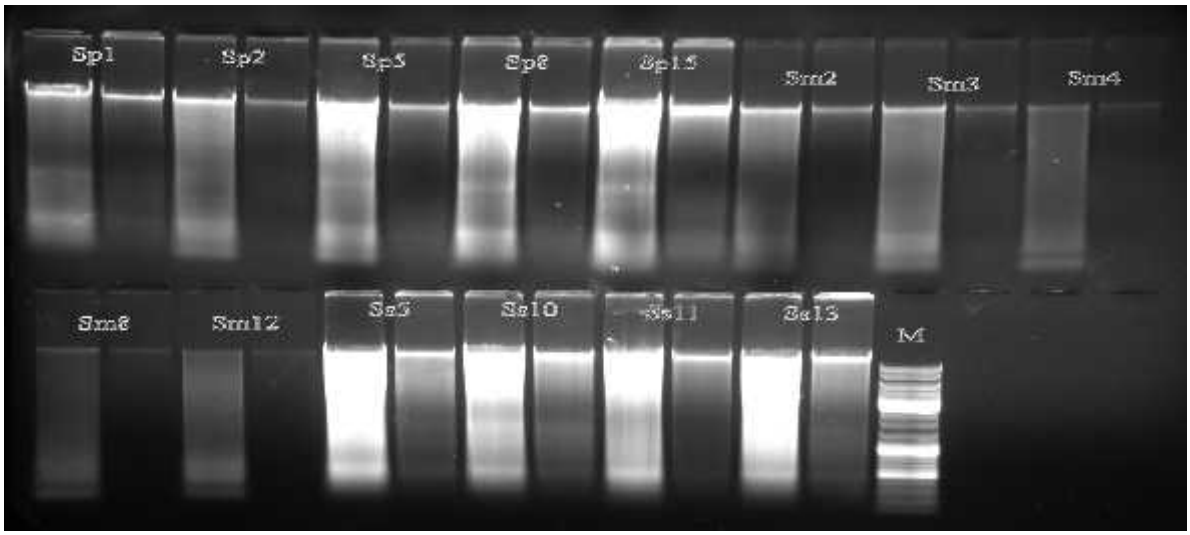


Slika 34. Von Bertalanffyjeva krivulja rasta peškelja

4.6. Rezultati molekularnih analiza DNK

Provjera kvalitete DNK

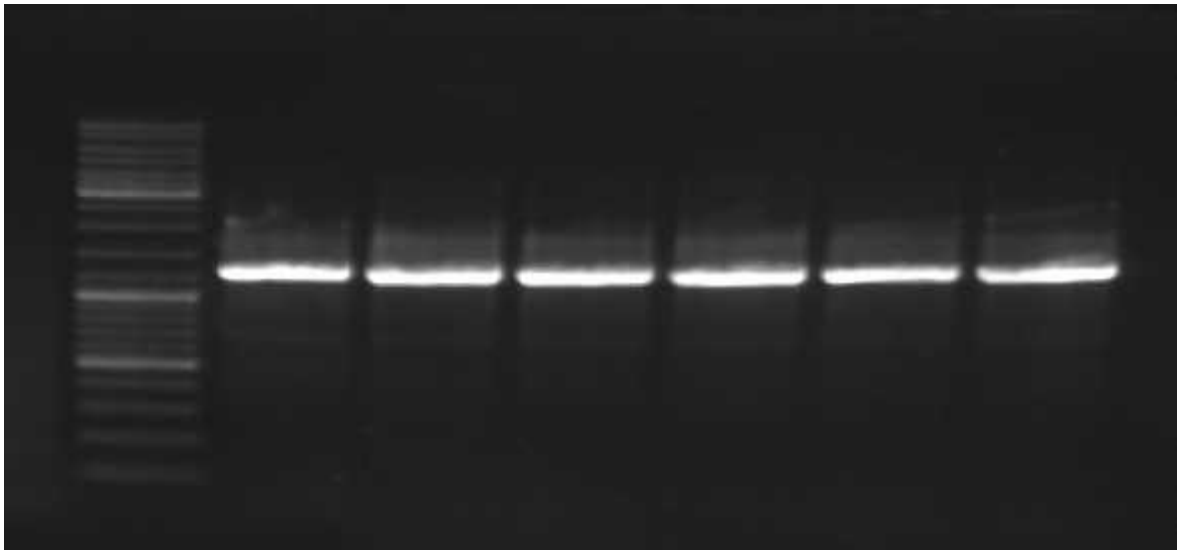
Kvalitetna DNK važan je preduvjet svake molekularne analize. Zbog toga je strukturna cjelovitost izolirane DNK provjerena elektroforezom na 0,7%-tnom agaroznom gelu (slika 35).



Slika 35. Uzorci DNK nakon elektroforeze na agaroznom gelu. Jažice Sp, Sm, Ss – uzorci DNK; M – molekularni marker.

Provjera produkata lančane reakcije polimerazom

Elektroforeza umnoženih odsječaka DNK provedena je na 0,7% - tnom agaroznom gelu. Umnoženi PCR - produkti kontrolne regije mtDNK veličine su oko 1100 bp (slika 36).



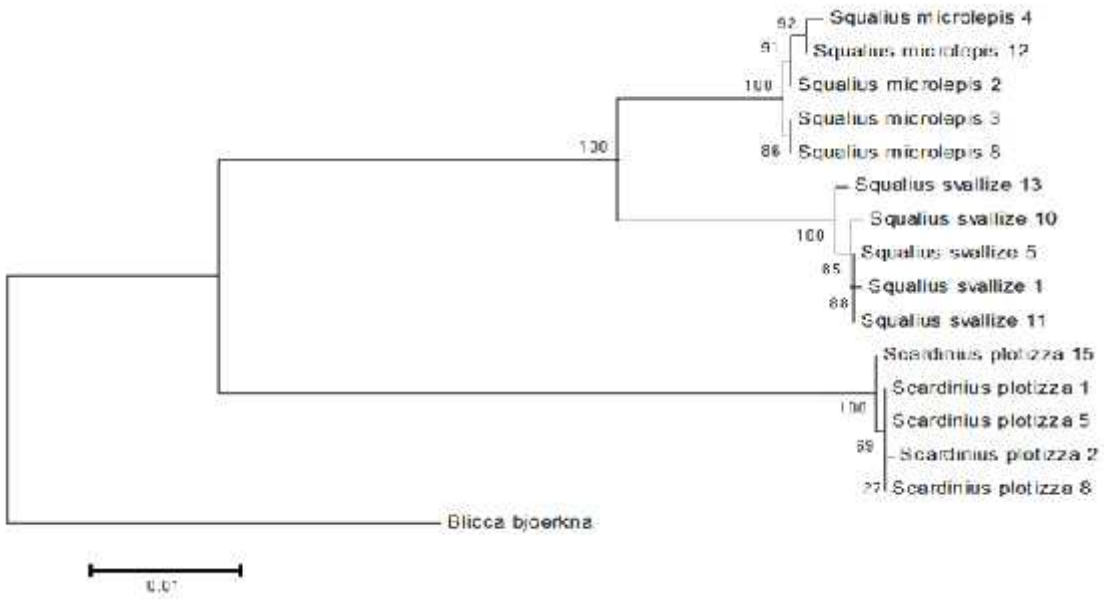
Slika 36. Provjera PCR-produkata kontrolne regije mtDNK na agaroznom gelu.

Analiza sekvenciranja citokroma b mtDNK

Ukupno je sekvencirano 15 uzoraka (pet od svake istraživane vrste) s 3 različite lokacije, tj. analizirane su 3 različite vrste Cyprinda.

Za svaku vrstu utvrđeno je 5 različitih haplotipova. Nađeni haplotipovi su programom BLAST uspoređeni s već postojećim, kako bi se utvrdilo o kojim se točno haplotipovima radi.

Srodni odnosi između pronađenih haplotipova predstavljeni su filogenetskim stablom napravljenim po metodi *Neighbor-Joining* (NJ). Evolucijska udaljenost je izračunata pomoću metode *Maximum Composite Likelihood* (MCL) te izražena u broju baznih supstitucija po nukleotidnom mjestu. Metoda MCL je uključena u *Tamura-Nei* supstitucijski model u kojem se učestalost tranzicijskih i transverzijskih supstitucija razmatra zasebno uzimajući u obzir nejednake učestalosti četiri nukleotida (Tamura i sur., 2004). Kao vanjska grupa (engl. outgroup) korištena je vrsta *B. bjoerkna*.

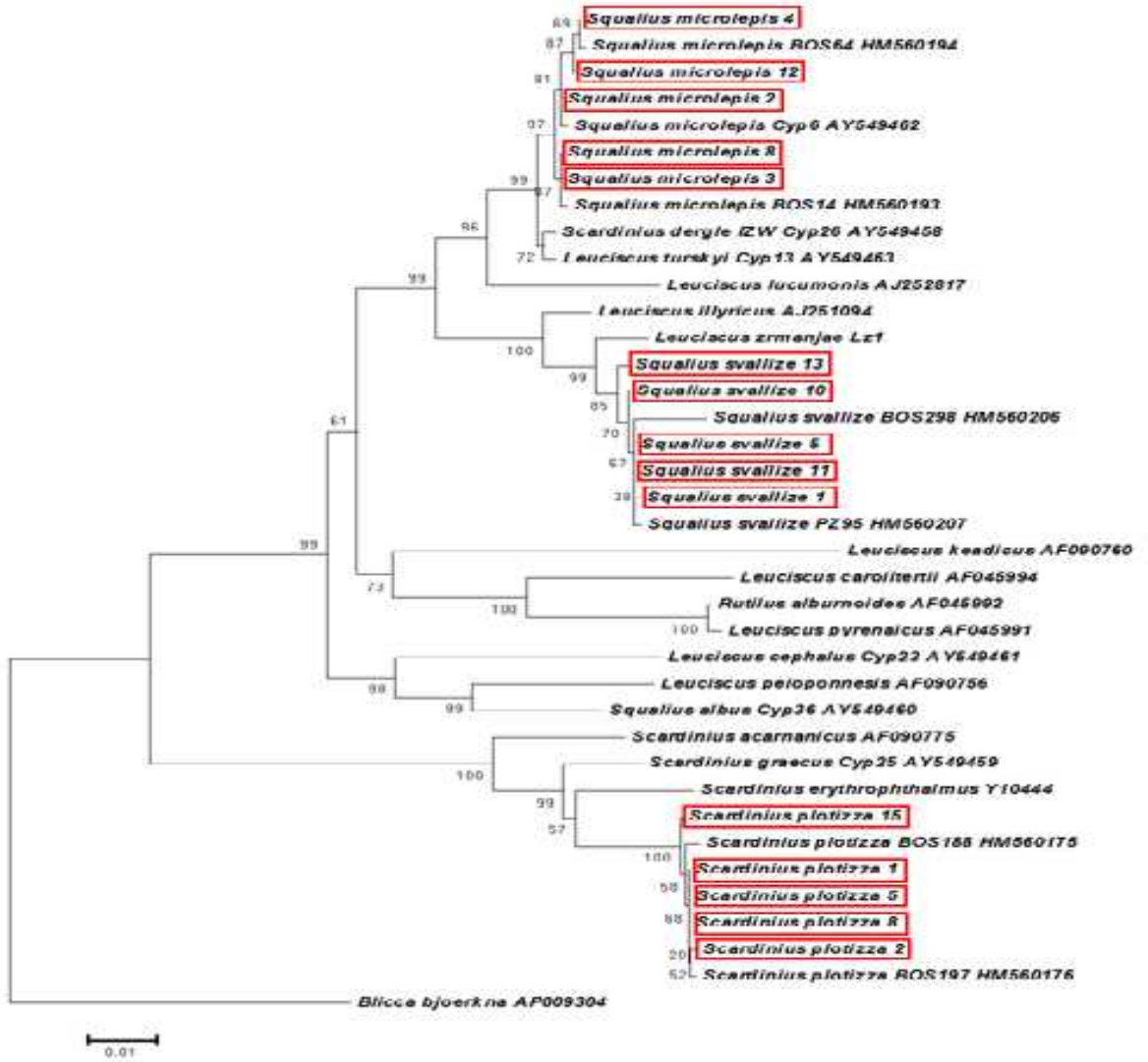


Slika 37. Filogenetsko stablo haplotipova proizašlo iz 15 analiziranih uzoraka napravljeno metodom *Neighbor-Joining*.

Na temelju dobivenog stabla (slika 37) razvidno je da su *Squalius* vrste međusobno srodnije, dok se *Scardinius* odvaja kao udaljenija od njih.

Usporedba utvrđenih haplotipova s haplotipovima iz banke gena

Kako bi se dobio što bolji uvid u filogenetske odnose analiziranim uzorcima su također pridodane sekvence odabrane iz banke gena. Srodni odnosi između haplotipova iz tablice 6 u poglavlju 3, predstavljeni su filogenetskim stablom napravljenim po metodi Neighbor-Joining (NJ) pomoću programa MEGA4 (slika 38). Evolucijska udaljenost je izračunata pomoću metode *Maximum Composite Likelihood* (MCL) uključenoj u *Tamura-Nei* supstitucijski model u kojem se učestalost tranzicijskih i transverzijskih supstitucija razmatra zasebno uzimajući u obzir nejednake učestalosti četiri nukleotida (Tamura i sur., 2004). Kao vanjska grupa (engl. *outgroup*) korištena je vrsta *B. bjoerkna*.



Slika 38. Filogenetsko stablo haplotipova napravljeno metodom Neighbor–Joining (NJ).

Haplotipovi nađeni u ovom radu prikazani su crvenom bojom. Brojevi predstavljaju postotne vrijednosti (bootstrap) ponavljanja grananja u 1000 ponavljanja.

5. RASPRAVA

Uslijed male komercijalne važnosti, tj. slabije zainteresiranosti za ribolov prema nekim vrstama riba, najčešće proizlaze i manja saznanja o njima. Tako se primjerice, malo zna o strugaču, makalu i peškelju koje su bile predmetom istraživanja ovog rada.

Sva dosadašnja saznanja prvenstveno se odnose na njihovu zemljopisnu rasprostranjenost, kao i mali broj podataka o osnovnim merističkim i morfometrijskim značajkama navedenih vrsta.

Tako, literaturni podatci (Vuković, 1971; Vuković, 1977; Kosorić, 1983; Leiner, 1984; Leiner i sur., 1984; Mrakovčić i sur., 2006; Ćaleta i sur., 2015) ukazuju da područje Jadranskog sliva naseljava veliki broj vrsta roda *Squalius* u koji spada i strugač. Živi u tekućim kraškim vodama i to u većim plovama, a nalazi se i u podzemnim tokovima. Prema Vukoviću i Ivanoviću (1971) brojan je u rijeci Trebišnjici te vodama Zrmanje i pritokama Krke, kao i slivu Neretve. Taler (1952) navodi da se 1937. godine lovilo na rijeci Trebišnjici „jednom lađom“ prosječno 4000 kg, što bi godišnje iznosilo oko 24000 kg. Kapetanović i Vuković (1968) nalaze strugača i u vodama Popovog polja, čime su dokazali da ova vrsta izvjestan period tijekom godine (oko šest mjeseci) provodi u podzemnim tokovima.

Prema Kottelat i Freyhof (2007), strugač naseljava rijeke Neretvu i Trebišnjicu u BiH, te rijeku Ljutu u RH. Usporedbom radova pojedinih autora (Taler, 1952; Kapetanović i Vuković, 1968, Vuković, 1971; Vuković, 1977; Kosorić, 1983; Leiner, 1984; Leiner i sur., 1984; Mrakovčić i sur., 2006), u kojima se spominje ova vrsta, stječe se dojam o nedovoljnoj ispitanosti kao i različitosti podataka o njegovoj rasprostranjenosti. Specifičnost vodnog režima krša odnosi se neposredno na ihtiofaunu, što dovodi i do nedovoljnog poznavanja rasprostranjenosti nekih vrsta riba.

Tako prema Leineru i sur. (1984) pronalaženje neke vrste u nekoj tekućici krša ovisi, osim njene migratorne sposobnosti i o podzemnom vodnom režimu te o povezanosti podzemne vodene mreže. Upravo iz tog razloga u nekim vodotocima u određenom periodu godine nije moguće pronaći neku vrstu ribe, dok u nekim drugim mjesecima su te iste vrste prisutne. Stoga, nepoznavanja životnih ciklusa, migratornih kretanja i biologije ihtiopopulacije uzrokuju nepodudarnost u podatcima za pojedine vrste riba.

Makal je endemska vrsta koja prema Mrakovčić i sur. (2006), Jelić i sur. (2008) naseljava vode južne Hrvatske, te Bosne i Hercegovine koje obuhvaćaju slivno područje rijeke Neretve, tj. u rijeci Matici te Baćinska jezera i jezero Proložac kod Imotskog. Kottelat i Freyhof (2007) osim gore navedenih, kao stanište spominju jezero Ričice kod Imotskog, te mogućnost njegove pojave u rijeci Tihaljini i Trebižatu.

Peškelj je također endemična vrsta koju karakterizira vrlo usko područje rasprostranjenosti. Naseljava područje donjeg toka rijeke Neretve u BiH i Hrvatskoj (Vuković, 1977; Mrakovčić i sur., 2006; Kottelat i Freyhof, 2007). Mrakovčić i sur. (2006) kao staništa peškelja u RH navode: Baćinska jezera, jezero Kuti i Desni, rijeke Maticu i Norin, te donji tok rijeke Neretve. U BiH je zabilježen u rijeci Neretvi do Čapljine i močvari Hutovo blato (Vuković, 1977; Kosorić, 1978; Kosorić i sur., 1983). Lokalno stanovništvo područja Hutova blata nazivaju ga keljavcem i to jedinke manje od 20 cm.

Prema Tutmanu i sur. (2012) udio populacije peškelja u ukupnoj brojnosti na području Hutova blata iznosio je 3,5%, a populacije su ravnomjerno raspodijeljene osobito u hladnijim vodenim površinama Gornjeg blata, poput jezera Deran, Jelim, Jelimske rječine i jaruge Rječina, gdje se brojnost kretala od 5% do 15%.

Tijekom istraživanja 1978. god. zabilježena je slična brojnost koja se povezivala s unošenjem šarana u vode Hutova blata, a gdje ranije nije obitavao (Kosorić, 1978). Tako je udio populacije peškelja bio značajniji prije poribljavanja šaranom 4,72% 1971. i 6,40% 1972. godine. Tijekom slijedećih godina njegova je brojnost padala gotovo na polovicu: 3,13% 1973. god.; 2,32% 1975. god. i 3,56% 1976. godine (Kosorić, 1978).

Veliki broj podataka dobivenih ovim istraživanjem biologije i ekologije navedenih vrsta ujedno predstavljaju prve i jedinstvene podatke, pa ih stoga nije bilo moguće uspoređivati sa ranijim podacima jer ne postoje istraživanja drugih autora.

Prema dostupnoj literaturi podatci o maksimalnoj dužini tijela strugača su različiti.

Tako po Vukoviću i Ivanoviću (1971), maksimalna dužina tijela je od 20 do 25 cm, prosječno 10 cm. Prema Kaćanskom i sur. (1977) navodi se totalna dužina tijela strugača u Neretvi kod Glavatičeva od 25 cm.

Kottelat i Freyhof (2007) navode da je standardna dužina tijela strugača 20 cm. dok je ovim istraživanjima utvrđena totalna dužina tijela od 28 cm što je znatno dulje od vrijednosti koju navode Vuković i Ivanović (1971).

Maksimalna zabilježena masa tijela strugača iznosila je 269,3 g, dok je minimalna bila 43,2 g. Prosječna masa tijela na 60 obrađenih jedinki strugača iznosila je 114,46 g. Iz histograma frekvencija masa tijela razvidno je prevladavanje razreda sa masama od 60 do 90 grama. Podatak koji je pronađen o masi strugača područja Glavatičeva u rijeci Neretvi govori o maksimalnoj masi od 143 g i to za dobnu skupinu 5+. Ostali podatci vezani za masu u literaturi nisu pronađeni.

Određivanje dobi strugača pomoću ljusaka i grafičkog odnosa dužine tijela i mase utvrđeno je pet dobnih skupina, od kojih je najstarija bila u osmoj godini života. Od 60 primjeraka, većina (23) ih je bilo 4+ što može biti povezano sa načinom ribarenja. Isto godište je itekako bilo obilnije u ulovima mrežama plivaricama (promjera oka 18-22 mm), koje su obavili Bobori i sur. (2006) u rezervoaru Tavropos u Grčkoj, dok su ulovi u

ribarskim mrežama promjera oka (8-24 mm) koje su ulovili Economou i sur. (1991) u rezervoaru Kremasta u klasama od 2+ do 4+, bile gotovo jednako raspoređene. Najveći apsolutni godišnji prirast totalnih dužina (in) zabilježen je za 1+, zatim 2+ i 3+. Stopa rasta se značajno smanjuje nakon sedme godine. Ovi rezultati su u skladu sa rezultatima dobivenim kod Bobori i sur. (2006). U usporedbi sa Grčkim rezervatima rast po dužini strugača iz sliva Neretve je znatno veći, dosežući maksimalnu duljinu koja nije zabilježena nigdje drugo

Ovi podatci su bliži onima dobivenim za klena (*S. cephalus*) u Hrvatskoj (Treer i sur., 1997), koji živi u sličnom okruženju i bliže je povezan sa strugačem. Economou i sur. (1991) su također otkrili značajnu sličnost između ove dvije vrste u životnom vijeku, načinu rasta, dobnoj zrelosti, hranjenjem i reproduktivnim karakteristikama.

Pošto krajnji učinak rasta (Φ') ima minimalne varijacije unutar iste i povezanih vrsta, ne oviseći o različitoj mjeri rasta (Moreau i sur., 1986), ovo iznova pokazuje blisku vezu ove dvije vrste. Phi-prime strugača iz sliva Neretve predstavljenim sa zabilježenom osnovom (Φ'=2.27) odgovara vrijednostima prikupljenim i kod muških i kod ženskih primjeraka u rezervatu Kremasta (Grčka) i za kombinirane spolove u rezervatu Tavropos (Grčka) (2.22; 2,23 i 2.18 za oba spola posebno), (Bobori i sur., 2006).

Nasuprot tomu, vrijednost parametra b za *S. svallize* u rezervatu Tavropos (2.476) bila je značajno niža od 3, pokazujući negativan alometrijski rast i bio je unutar raspona u odnosu dužina-masa koji su izvedeni od mjesečnih uzoraka urađenih u rezervatu Kremasta (Bobori i sur., 2006). Oba navedena Grčka rezervata su oligotrofna nasipna jezera. Rijeka Krka u Hrvatskoj odlikuje se oligotrofičnošću, gdje je pronađena slična b-vrijednost 2.5196 za strugača (Prpa i sur., 2007). S druge strane područje sliva Neretve je eutrofno, pa bi to moglo objasniti značajno povećanje rasta i u težini i u dužini strugača ovog staništa, što potvrđuje i pozitivan alometrijski rast sa visokom b-vrijednošću 3.47.

Također, dobivena Bertalanffyjeva krivulja rasta i koeficjent korelacije (r = 0,976**) ukazuju na preklapanje sa dobivenim podatcima. Koeficjent rasta K = 0,15 pokazuje da strugač iz vodotoka Neretvanskog sliva raste nešto sporije nego prosječne riblje vrste. Stoga se smatra da je koeficjent rasta genetski određeno obilježje vrste, dok je teoretski gledano maksimalna dužina L_∞, fenotipski određeno obilježje i može biti ograničeno sa različitim okolišnim čimbenicima.

Ovo je prvo istraživanje rasta u dužinu za makala. Pokazuje brzi rast u prvoj godini i relativno stabilan rast do šeste godine, koji nakon toga usporava. Najveću ulovljen primjerak bio je 30,6 cm dužine i mase 313,8 g. Mrakovčić i sur. (2006) navode da je makal riba vretenasta tijela koja može narasti do 30 cm, premda joj je prosječna dužina između 20 i 25 cm. Potencijalni rast, izražen kroz maksimalnu dužinu na von Bertalanffy krivulji rasta je bio L_∞ = 49,838 cm i masa W_∞ = 1256,17 g. Ovo je u skladu sa podacima

lokalnih ribara da je rekordni primjerak bio preko 40 cm dug i 1 kg težak (IMO art, 2016). U usporedbi sa srodnom vrstom strugača, iz istog područja, rast makala je malo brži (Ivanković i sur., 2010). Međutim, rast obje ove vrste je značajno brži u usporedbi sa klenom *S. cephalus* sa sjevera Hrvatske (Treer i sur., 1997). Ove razlike se mogu pripisati karakteristikama različitih ribljih vrsta, ali također i staništu koje je smješteno u vrlo plodnom području sa blagom mediteranskom klimom (u Hrvatskoj nazvanom „Hrvatska Kalifornija).

Ukupni rast makala u ovom istraživanju bio je $\Phi' = 5{,}564$. Ovo se dobro uklapa u vrijednost ovog parametra za ostale vrste klenova, npr. 5,25 za strugača (Ivanković i sur., 2010) odnosno 5,69 u Hrvatskoj (Treer i sur., 1997) i 5,90 na Britanskom otočju (Hickley i Dexter, 1979) za *S. cephalus*. Faktor oblika $a_{3.0} \times 100 = 0{,}942$ ukazuje na izduženi oblik tijela ovih vrsta, slično kao i kod mrene *Barbus barbus*, čija je vrijednost 0,93 (Treer i sur., 2009).

Rast u dužinu peškelja je brži u prve četiri godine. To je u skladu sa jedinim ranijim istraživanjem njegovog rasta koje suproveli Tutman i sur. (2012). Međutim, u tom istraživanju rast je jako usporio nakon pete godine, pa je maksimalna dužina prema von Bertalanffy krivulji rasta od 36,2 cm manja od dužine najvećeg ulovljenog primjerka (36,7 cm). To se nije dogodilo u ovom istraživanju, u kojem je dužina najvećeg ulovljenog primjerka bila 40,4 cm sa $L_\infty = 52{,}078$, što je u skladu sa maksimalnom dužinom od 51 cm objavljenom na Coast Pink (2016). Lokalni ribari tvrde da ova vrsta može doseći težinu do 3 kg (Bistrobih.ba, 2016). Potencijalna maksimalna masa po ovom istraživanju je $W_\infty = 3013{,}38$ g. Ovakve razlike se mogu dijelom objasniti cikličnim razlikama u rastu za određene vrste na istoj lokaciji, koje su utvrdili Pivnicka i Svatora (2000) za četiri riblje vrste iz akumulacije Češka Klicava, što ovisi najviše od obilja ribe.

Obzirom da je peškelj srodnik crvenperke (*S. erythrophthalamus*) moguće je vršiti usporedbu sa ovom vrstom iz istog jadranskog područja. Crvenperka je najbrojnija vrsta u Vranskom jezeru na otoku Cresu. U tom jezeru najveći primjerak ikad ulovljen dosegao je totalnu dužinu od 61,7 cm i težinu 3623 g (Šprem i sur., 2010). Njen brzi rast potvrdio je Scheibl (1998). Valić i sur. (2013) filogenetskim analizama sugeriraju da u Vransko jezero nije unešena dunavska crvenperka, već je riječ o endemu *Scardinius hesperidicus*, gdje su morfološka obilježja maksimalne dužine i mase tijela pokazale nove maksimalne vrijednosti navedene vrste.

U ovom istraživanju peškelj je nakon prve godine dosegao dužinu od 12,76 cm, slično istraživanju Tutmana i sur. (2012), koji su ulovili jednu takvu jedinku od 12,5 cm. Oni su također zaključili da su sve jedinke dobi ispod godinu dana manje od 9 cm. Crvenperka iz Vranskog jezera raste još brže, te dostiže dužinu od 19,03 cm nakon prve godine života (Scheibl, 1998). Vezu između dužine crvenperke u dobi od jedne godine i njene širine su

prikazali Tarkan i sur. (2010) i utvrdili općenito brži rast kod jedinki manje širine, ali također i očito veće varijacije u dužini kod jednogodišnjih riba južnih populacija (40-46°N), gdje spada i stanište peškelja.

Ukupna performanca rasta peškelja u ovom istraživanju je Φ ´= 5.850, što je blizu dobivenoj vrijednosti prema Tutmanu i sur. (2012) od Φ = 5,233. Faktor oblika $a_{3.0}$ x 100 = 1,328 ukazuje da je oblik tijela ove vrste između izduženog i okruglog (Treer i sur., 2009).

Zbog malog broja podataka o ishrani strugača i makala, za usporedbu su korišteni rezultati istraživanja nekih drugih vrsta roda *Squalius*.

Probavila strugača bila su duga od od 16,7 cm do 30,20 cm, prosječno 22,25 cm, a dužina probavila u odnosu na totalnu duljinu tijela strugača iznosila od 0,82 do maksimalno 1,30, dok je prosječna vrijednost odnosa ovih dužina 1,03. Dužina probavila makala kretala se od minimalnih 15,70 cm do maksimalnih 33,60 cm, dok je prosjek bio 22,40 cm. Minimalna dužina probavila u odnosu na totalnu dužinu tijela makala iznosila je 0,78, a maksimalna je iznosila 1,06, dok je prosječna vrijednost odnosa ovih dužina 0,90.

Vrijednosti dužine probavila peškelja iznosile su od minimalnih 15,10 cm do maksimalnih 53,30 cm, a prosjek je bio 27,37 cm. Minimalna dužina probavila u odnosu na totalnu dužinu tijela peškelja iznosila je 1,06, a maksimalna je iznosila 1,32, dok je prosječna vrijednost odnosa ovih dužina 1,19. Iz gore navedenih vrijednosti za tri istraživane vrste jasno je razvidno najveće povećanje dužine probavila u odnosu na povećanje totalne duljine tijela za jedan cm kod peškelja.

Ako se ovi dobiveni podatci usporede s podatcima nekih drugih vrsta roda *Squalius* (Krivokapić, 1992; Popović i sur., 1992; Vuković 1963; Vuković i Ivanović, 1971), može se konstatirati, da je odnos dužine probavnog trakta i totalne dužine tijela strugača sličan onima iz citirane literature.

Rezultati vezani uz ishranu strugača, ukazuju na dominantnost životinjske komponente u hranidbi strugača vodotoka Neretvanskog sliva, a čine je sljedeći taksoni: Turbelaria, Nematodes, Gastropoda, Oligochaeta, Crustacea, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera i Pisces (Ivanković i sur. 2010). Tako Kaćanski i sur. (1977) navode da u ljetnoj i jesenskoj sezoni najveće učešće u ishrani strugača čine ličinke Trichoptera, a na drugom mjestu po udjelu u ishrani dolaze Chironomidae i Ephemeroptera, te sa izrazito malim postotnim udjelom biljne komponente tijekom jesenskog perioda. To ukazuje na sezonska kolebanja u ishrani koja su povezana sa izmjenom sastava prirodne hrane u različitim razdobljima tijekom godine kao i kompeticiji sa salmonidnim vrstama riba. Ivanković i sur. (2010) su također u ishrani strugača tijekom jesenskog perioda utvrdili kao najzastupljeniju skupinu Trichoptera, dok su u proljeće bile najzastupljenije skupine Hymenoptera i Crustacea, a u ljetnom periodu Diptera i Pisces.

Učestalost praznih probavila strugača kretala se u rasponu od 8 do 30%, uz indeks ispunjenosti probavila od (FI = 0,35) do (FI = 1,71) i kondicijski faktor od (CF = 0,89 ± 0,08) do (CF = 1,71 ± 0,15). U jesen (listopad) i zimu (veljača) (0,94 i 0,89) prosječna vrijednost CF-a bila je značajno niža u odnosu na proljeće (svibanj) i ljeto (kolovoz) (1,09 i 1,05) (Ivanković, 2010). Sve navedeno ukazuje da niske temperature u zimskom periodu rezultiraju ograničenjem hranidbe, dok se u ljetnom periodu visokim temperaturama stimulira povećana konzumacija hrane (Politou i sur., 1993, Haertel i Eckman, 2002). Promjene u režimu ishrane mogu se povezati sa kolebanjima pojedinih životinjskih skupina u sastavu zoobentosa tijekom različitih sezona u godini. Kod istraživanja hranidbe *S.svallize* u jezeru Kremasta (Grčka), strugač odaje veliku hranidbenu prilagodljivost, što dozvoljava iskoristivost različitih alternativnih izvora hrane, gdje biljna komponenta u ishrani u gore navedenom jezeru može odražavati njegove siromašne hranidbene uvjete (Economou, 1991). Ovim je istraživanjem također utvrđena najveća vrijednost indeksa punoće probavila u mjesecu kolovozu.

Ipak su Hellavell (1971c) i Mann (1976) zabilježili visoku razinu biljnog materijala u crijevima *S.cephalus* osobito kod većih i starijih jedinki bez pojave da je biljožderstvo povezano sa siromašnim uvjetima ishrane, premda se *S. cephalus* (Mann, 1976) i *L. leuciscis* (Mann, 1974; Weatherley, 1987) čine većim mesožderima od strugača.

Tako možemo vidjeti da u ishrani *L. leuciscus* većinom dominira životinjska komponenta i to zooplankton, puževi i školjke, a ponekad može biti zastupljena i skupina Macrophyta ili nitastih algi (Lammes i Hoogenbozem, 1991), dok je kod strugača neidentificirana biljna komponenta zastupljena u ishrani u znatno manjoj količini, a prisutnost Pisces ukazuje na njegovo predatorstvo (Ivanković i sur., 2010).

Kod vrste *S. cephalus* u ishrani nema pretežno zastupljenih hranidbenih elemenata (Lammens i Hoogenbozem, 1991), koja uključuje predstavnike makrofita, algi, makrozoobentosa i riba, pa je dakle *S.cephalus* i predatorna vrsta, dok je u ishrani strugača (Ivanković i sur., 2010) također zabilježeno predatorstvo, te i znatno manja količina neidentificirane biljne komponente.

U vodama jadranskog sliva strugač dolazi često zajedno i sa vrstom *S.illyricus*, gdje je razvidno da se na istom prostoru svaka od tih vrsta u isto vrijeme hrani različitim elementima ishrane (Popović i sur., 1992).

Isto je ustvrdio Bobori i sur. (2006), dok je Economou i sur. (1991), koji je analizirao spolove odvojeno, te izjavio kako nije bilo značajnih razlika između ženki i mužjaka niti u rastu ni u hranidbenom ponašanju.

Brojni istraživači koji su proučavali ishranu riba ustanovili su postojanje veze između dužine probavnog trakta i tipa ishrane. Sva istraživanja ukazuju na određenu vezu između dužine probavnog trakta i standardne dužine tijela (Vuković, 1963).

Rezultati vezani za ishranu makala, slično kao i kod strugača ukazuju na dominantnost životinjske komponente u njegovoj hranidbi, a čine je manji broj taksona u odnosu na strugača. Taksoni zastupljeni u ishrai makala su: Gastropoda, Crustacea, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera i Pisces, što je u skaldu sa navodima Ćaleti i sur. (2015) o hranidbi makala sa malim vodenim beskralježnjacima, najčešće ličinkama vodenih kukaca i račićima.

U ishrani makala tijekom jesenskog perioda bila je najzastupljenija skupina Trichoptera, isto kao kod ishrane strugača u istraživanju Kaćanskog i sur. (1977). U zimskom periodu najzastupljenija je skupina Plecoptera, u proljeće skupina Ephemeroptera, dok su u ljetnom periodu najčešće Diptera.

Učestalost praznih probavila makala kretala se u rasponu od 14,3% do 18,2%, uz indeks ispunjenosti probavila od (FI= 0,26) do (FI = 0,68) i kondicijski faktor od (CF = 0,94 ± 0,16) do (CF = 1,00 ± 0,09). Iz gore navedenog proizlazi da je kod makala u ishrani zastupljen manji broj taksona nego kod strugača. Također vrijednosti indeksa ispunjenosti probavila, koeficijenta praznoće probavila, kao i kondicijski faktor makala imaju znatno manje vrijednosti u usporedbi sa istim vrijednostima kod strugača, što se može povezati sa siromašnijim hranidbenim uvjetima rijeke Matice ili kompeticiji makala sa salmonidnim vrstama riba.

U probavilima makala za sva četiri godišnja doba pronađeni su manji ostatci biljnog materijala slično kao i kod strugača (Ivanković i sur., 2010) ili nekih drugih vrsta roda *Squalius*.

Ivanović i sur. (1971) navode postojanje predatorstva kod makala, osobito kod većih primjeraka koji se hrane mlađu iste vrste i drugim vrstama riba, što je u ovom istraživanju i potvrđeno tijekom ljetnog perioda.

Ishrana peškelja iz Deranskog jezera utemeljena je prvenstveno na biljnoj komponenti i nešto manje na vodenim beskralježnjacima. U probavilima peškelja tijekom sve četiri istraživane sezone, zabilježena je najveća vrijednost indeksa postotka učestalosti pojavljivanja za neidentificrani biljni materijal i detritus, dok je zastupljenost životinjske komponente u ishrani peškelja bila znatno manja, gledajući prema vrijednostima učestalosti pojavljivanja naspram biljne komponente. Od vodenih beskralježnjaka koji su pronađeni u probavilima peškelja bili su predstavnici Crustace i Insecta. Kod skupine Insecta utvrđena je pojava Diptera i Ephemeroptera tijekom sve četiri sezone, dok su se predstavnici Trichoptera pojavljivali samo tijekom ljetnog peroioda. Alge su registrirane u probavnom traktu peškelja samo tijekom proljetnog i ljetnog perioda.

Gore navedeni podatci o ishrani peškelja slični su ishrani srodnika crvenperke u jezeru Banyoles na Pirinejskom poluotoku (Garcia-Berthou i Moreno-Amich, 2000), kao i kod crvenperke iz Vranskog jezera čija se ishrana temelji prvenstveno na biljnom materijalu

(submerzni makrofiti, alge), ali također mogu konzumirati hranu životinjskog podrijetla i detritus (Tomec i sur., 2003)

Učestalost praznih probavila peškelja kretala se u rasponu od 7,7% do 13,3%, uz indeks ispunjenosti probavila od (FI = 0,33) do (FI = 0,91) i kondicijski faktor od (CF = 1,22 ± 0,21) do (CF = 1,46 ± 0,14).

Usporedbom vrijednosti kondicijskog faktora kod sve tri istraživane vrste, dolazi se do spoznaje o znatno većim vrijednostima istog kod peškelja u odnosu na druge dvije vrste. Manje vrijednosti kondicijskog fakora kod strugača i makala mogu se povezati sa oblikom tijela $a_{3.0}$ tj. faktorom oblika (Form factor), koji je kod makal iznosio $a_{3.0}$ X 100 = 0,942, dok je njegova vrijednost kod peškelja bila $a_{3.0}$ X 100 = 1,328. Tako Froese (2006) navodi da varijacije kondicijskog faktora između ribljih vrsta uveliko ovise od njihovog oblika tijela. Do istih spoznaja o pozitivnom odnosu između kondicijskog faktora i faktora oblika tijela kod riba dolaze Fafioye i Oluajo (2005) kao i Treer i sur. (2009).

Zbog izduženijeg tijela strugača i makala njihov faktor oblika tijela ima manju vrijednost, što za posljedicu ima i manje vrijednosti faktora kondicije.

Brojni istraživači koji su proučavali ishranu riba ustanovili su postojanje veze između dužine probavnog trakta i tipa ishrane. Koeficijent korelacije između totalne dužine tijela (TL) i dužine probavila (DP) govori o vrlo jakoj pozitivnoj povezanosti kod strugača, te o potpunoj povezanosti navedenih dužina kod makala i peškelja. Vuković (1963) također navodi postojanje određene veze između dužine probavnog trakta i standardne dužine tijela riba.

Morfometrijska i meristička obilježja imaju u ihtiologiji značajnu ulogu u procijeni pojedinih populacija riba, te su kao takvi najuočljiviji na tijelu riba i pružaju osnovne informacije za određivanje pojedine vrste. Vrijednosti ovih osobina mijenjaju se kod određenih ribljih populacija s promjenama njihovog staništa kao kod populacije američkih haringi, kod kojih dolazi do povećanja dužine tijela, broja branhiospina, žbica u analnoj peraji i sur. Ovakve i slične promjene uočavali su i drugi autori (Sharp i sur., 1978; Schweigert, 1981; Meng i Stocker, 1984; Winemiller, 1991), (Treer, 1993).

Specifične promjene u merističkim morfometrijskim obilježjima su uzrokovane mnogim okolišnim čimbenicima, kao temperatura, svjetlost, salinitet, koncentracija otopljenog kisika. (Waldman, 2005). Tako, prema nekim autorima broj žbica u perajama usko je povezan s temperaturom vode tijekom ranog embrionalnog razvoja (Barlow, 1961; Holčik, 1989; Leary i sur., 1992).

Kod Ivankovića i sur. (2011), utvrđeni broj ljusaka kod strugača Neretvanskog porječja u bočnoj liniji kretao se od 47 do 49, iznad bočne linije od 7 do 8, a ispod bočne linije od 3 do 4, a sve ukazuje na razlike od podataka iz ključa Vuković i Ivanović (1971). Prema

Leineru i Popoviću (1984) broj ljusaka u lateralnoj liniji strugača rijeke Cetine kreće se od 48 do 49, iznad lateralne linije 8, a ispod lateralne linije 4. Prema Kottelat i Freyhof (2007) broj ljusaka u lateralnoj liniji strugača iznosi od 44 do 51

Meristička obilježja za makala koja su dobivena ovim istraživanjem karakteriziraju 3 tvrde i 8 mekih žbica u dorzalnoj i analnoj peraji, 2 tvrde i 8 mekih u ventralnoj, te 1 tvrda i 17 mekih žbica. Broj ljusaka u bočnij liniji kretao se od 67 do 75 (sa sporadičnom pojavom broja ljusaka 66 i 76), iznad bočne pruge 15, a ispod bočne linije 5. Ovi se podatci djelomično razlikuju od podataka koje navode Vuković i Ivanović (1971) gdje se spominje broj ljusaka u lateralnoj liniji od 67 do 75, dok Kottelat i Freyhof (2007) navode također isti broj ljusaka bočne linije, ali i različit broj ljusaka iznad bočne linije od 13 do 15, te ispod bočne linije od 5 do 6.

Broj tvrdih žbica u dorzalnoj peraji pešklja iznosi 3, a broj mekih žbica 8, u analnoj peraji broj tvrdih žbica je 3, dok je broj mekih 9, broj tvrdih žbica u ventralnoj peraji je 1 a broj mekih je 8, u pektoralnoj peraji je jedna tvrda žbica i 13 mekih. Broj ljusaka u lateralnoj liniji peškelja iznosi od 38 do 42, sa mjestimičnom pojavom broja ljusaka 37 i 43. Broj ljusaka iznad bočne pruge je od 7 do 8, a ispod lateralne linije iznosi od 3 do 4. Dobivene vrijednosti se također djelomično razlikuju kao i kod prethodne dvije vrste. Tako Karman (1928) i Vuković i Ivanović (1971) navode da u analnoj peraji postoji uvijek 9 granatih žbica, dok ih kod ostalih balkanskih formi ima od 10 do 11. Kottelat i Freyhof (2007) kao i Prusina i sur. (2009) navode broj ljusaka u lateralnoj liniji od 37 do 40, dok Vuković i Ivanović (1971) spominju broj ljusaka od 39 do 40, što je manji broj od broja ljusaka lateralne linije dobivenog ovim istraživanjem.

U molekularno genetskim analizama ukupno je sekvencirano 15 uzoraka s 3 različite lokacije, tj. analizirane su 3 različite vrste Cyprinda. Analizom sekvenci utvrđeno je 15 cyt b sekvenci duljine 1274 parova baza (bp). Od toga je 5 sekvenca uzoraka imotske masnice iz rijeke Matice, 5 sekvenca uzoraka strugača iz Deranskog jezera i 5 sekvenca uzoraka peškelja iz Deranskog jezera.

Ovo je prvo istraživanje na području molekularne genetike za tri endemske vrste. Za svaku vrstu utvrđeno je 5 različitih haplotipova. Nađeni haplotipovi su programom BLAST uspoređeni s već postojećim, kako bi se utvrdilo o kojim se točno haplotipovima radi. Srodni odnosi između pronađenih haplotipova predstavljeni su filogenetskim stablom. Kao vanjska grupa korištena je vrsta krupatica (*B. bjoerkna*). Kako bi se dobio što bolji uvid u filogenetske odnose analiziranim uzorcima su također pridodane sekvence odabrane iz banke gena. Iz dobiveno filogenetskog stabla hapolotipova razvidno je da su *Squalius* vrste međusobno srodnije, dok se *Scardinius* odvaja kao udaljenija od njih, te se može zamjetiti da je peškelj genetski najbliži crvenperki, te blizak sa *S. graecus* i *S.*

acarnanicus. Također, makal je sličan i srodan turskom klenu, dok je neobično da je makal blizak sa *S. dergele,* a udaljeniji od strugača iz istog roda.

Od sličnih istraživanja na Mediteranskom području, vezanih za filogeniju, Ketmaier i sur. (2004) sugeriraju da *L. polylepis*, *L. turskyi, P. croaticus i P. metohiensis* mogu biti uključene u rod *Telestes*, dok se populacije crvenperke ne grupiraju zajedno i nisu ugrožene sa *S. scardafa* endemom centralne Italije.

Sanjur i sur. (2003) su ustvrdili na temelju potpunog sekvencioniranja mitohondrijskog cyt b grupiranje 14 Europskih vrsta roda *Squalius* u tri skupine. Raznolikost vrsta pronađenih na Pirinjeskom poluotoku i filogenetski odnos između istih, zajedno sa njihovom geografskom rasprostranjenošću, sugerira da su centralni europski potomci naselili ovaj poluotok u kasnijem vremenu. Gledano evolucijski i biogeografski, vrste roda *Squalius* na području sjeveroistočnog dijela Pirinejskog poluotoka filogenetski su bliže grčkoj populaciji *S. cephalus*, dok druga formirana monofiletička skupina uključuje *S. pyrenaicus*, *S. carolitertii*, *S. aradensis* i *S. torgalensis*.

Waap i sur. (2011) govore o neusklađenosti između filogenetskog stabla nuDNK i mtDNK među vrstama klenova koje nastanjuju zapadne riječne sustave Pirinejskog poluotoka te dovode do novih spoznaja o njihovoj evolucijskoj povijesti. Ti rezultati dodatno ukazuju na to da populacije *S. pyrenaicus* iz rijeka Tejo i Colares vjerojatno zaslužuju drugi status iz populacija prisutnih u vodama Guadiana i Almargema. Daljnje molekularne studije koje koriste veći uzorak i veći broj lokusa trebale bi u potpunosti razjasniti nepodudarnosti između nuDNA i mtDNA filogenetskih stabala. Gore navedeni rezultati zajedno sa morfološkim podatcima dodatno bi trebali pojasniti taksonomiju ovih populacija. Stoga se i ovo istraživanje na trima endemskim vrstama može kasnije produbiti analizom nuklearne DNK molekule.

Iz rezultata ovog istraživanja uviđa se veća srodnost *Squalius* vrsta, dok se *Scardinius* vrste odvajaju kao udaljenije od njih

6. ZAKLJUČCI

- Značajno su se povećala znanja o rasprostranjenosti, morfometriji i meristici, strukturi populacije, dužinsko-masenim odnosima, ishrani, dobi i rastu, te je molekularnom analizom definiran sistematski položaj ovih endemskih vrsta i njihov taksonomski odnos s drugim Ciprinidnim vrstama.

- Istraživane vode bogate su otopljenim kisikom, te niskim sadržajem dušika i fosfora uz pH vrijednost od 7,2 do 7,8.

- Na crvenoj listi IUCN strugač je registriran kao ugrožena vrsta, makal kao kritično ugrožena, a peškelj kao zabrinjavajuće ugrožena vrsta.

- Do danas je objavljen mali broj radova vezanih za istraživanja ove tri vrste riba, osobito makala.

- Maksimalna zabilježena totalna dužina strugača iznosila je 28 cm, makala 30,6 cm ted kod peškelja 40,4 cm.

- Maksimalna zabilježena masa tijela strugača iznosila je 269,3 g, makala 313,80 g i peškelja 1127,70 grama.

- Prema histogramu dužina strugača prevladavaju jedinke u petom dužinskom razredu sa totalnom dužinom tijela između 19 i 20 cm, kod makala su prevladavale jedinke u trećem dužinskom razredu sa dužinama od 19 do 20 cm, dok je kod peškelja prevladavao peti dužinski razred od 22 do 24 cm.

- Iz histograma frekvencija masa tijela strugača prevladava razred dva sa masama od 60 do 90 g, kod makala je najveći broj jedinki u razredu dva i tri sa masama od 60 do 90 g, dok je kod peškelja najveći broj jedinki svrstan u drugom masenom razredu od 100 do 200 grama.

- Morfologija probavnog sustava tri istraživane vrste govori o jednostavnoj građi, te nema jasno odvojenog želuca niti podijeljenih dijelova crijeva.

- Omjer dužine probavila i totalne dužine tijela sugerira na omnivornu ishranu, sa nešto većom vrijednošću kod peškelja što ukazuje na postotno veći udio biljne hrane u njihovim probavilima.

- Koeficijent korelacije između totalne dužine tijela (TL) i dužine probavila (DP) kod strugača (r = 0,83**) govori o vrlo jakoj pozitivnoj povezanosti, te kod makala (r = 0,95**) i peškelja (r = 0,99**) o potpunoj povezanosti između navedenih svojstava.

- Ishranu strugača činila je raznolika životinjska komponenta sa zanemarujućom biljnom komponentom, uz sezonsko variranje u ishrani strugača u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu organizama.

- U probavilima makala iz rijeke Matice utvrđeni su vodeni i kopneni beskralježnjaci i ribe, te su kao dominantna komponenta ishrane kroz sva četiri godišnja doba bile skupine Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera i Diptera.

- U probavilima peškelja iz Deranskog jezera utvrđene su alge, detritus, neidentificirana biljna i anorganska tvar, te vodeni beskralježnjaci od kojih se Crustacea i Insecta pojavljuju kroz sve četiri sezone.

- Učestalost praznih probavila kretala se kod strugača (8 - 30%), u makala (14,3 - 18,2%), peškelja (7,7 - 13,3%), dok je ispunjenosti probavila strugača iznosila od (0,35 - 1,71%), makala (0,26 - 0,68%) i peškelja (0,33 - 0,91%).

- Potvrđena je jaka pozitivna i visoko signifikantna povezanost između kondicijskog faktora i totalne dužine tijela kod strugača (r = 0,57**), slabo signifikantna korelacija kod makala (r = 0,30*), te srednje visoko signifikantna korelacija kod peškelja (r = 0,47**).

- Standardna dužina tijela strugača iznosi prosječno 84,91% totalne dužine tijela, kod makala prosječno 82,42%, a peškelja 80,41%.

- Glava kod strugača zauzima 15,43% totalne dužine tijela, u makala 23,64%, te kod peškelja 21,07%.

- Zamijećeno je da su kod standardiziranih mjera glave kod sve tri endemske vrste veće standardne devijacije kao i vrijednsti varijacijskog koeficjenta (CV%) nego kod mjera tijela.

- Konstatiran je pozitivan alometrijski rast kod strugača sa visokom b-vrijednošću od b = 3.47, te peškelja b = 3.25, dok je kod makala zabilježena vrijednost od b = 3,10 što također predstavlja pozitivan alometrijski, tj gotovo izometrijski rast.

- Određivanjem dobne strukture strugača utvrđeno je pet godišnjih klasa. Od 60 ulovljenih primjeraka, većina (23) ih je bilo 4+ godišta što može biti povezano sa načinom ribarenja.

- Ovo je prvo istraživanje rasta u dužinu za makala, koji pokazuje brzi rast u prvoj godini i relativno stabilan rast do šeste godine koji nakon toga usporava.

- Najveći ulovljen primjerak makala bio je 30,6 cm dužine i mase 313,8 g, dok je potencijalni rast, izražen kroz maksimalnu dužinu na von Bertalanffy krivulji rasta bio L_{∞} = 49,838 cm i masa W_{∞} = 1256,17 g.

- Rast u dužinu peškelja je brži u prve četiri godine

- Za sva četiri godišnja doba prosječna vrijednost kondicijskog faktora strugača bila je CF = 0.98, makala CF = 0,97, te peškelja CF = 1,37.

- Korelacijski odnos između CF-a i TL-a kretao se od pozitivne i jako visoko značajne korelacije kod strugača, te slabo značajne korelacije kod makala i srednje visoko značajne korelacije za pešklja.

- Za razliku od peškelja, strugač i makal imaju izduženiji oblik tijela, iz čega proizlazi da njihov faktor oblika tijela ima manju vrijednost, što za posljedicu ima i manje vrijednosti faktora kondicije.

- Broj ljusaka bočne pruge strugača iznosi od 47 do 49, makala od 67 do 75 sa sporadičnom pojavom broja od 66 i 76, te kod peškelja od 38 do 42 sa sporadičnom pojavom broja ljusaka 37 i 43.

- Potrebno je provesti daljnja istraživanja na temelju kojih bi se uvele korekcije vrijednosti koje su navedene u postojećem ključu iz godine 1971.

- Na temelju dobivenog filogenetskog stabla razvidno je da su *Squalius* vrste međusobno srodnije, dok se *Scardinius* odvaja kao udaljenija od njih.

7. POPIS LITERATURE

1. Bagenalk, T. B. and Teschk, F. W. (1978): Age and growth. In: Bagenal T. (ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters. 3 ed. Oxford, London, Edinburgh & Melbourne: 101–136.
2. Barlow, G. Z. (1961): Causes and significance of morphological variation in fishes. Syst. Zool. 10: 105-117.
3. Baruš, V., Prokeš, M., Zukal, J. (1998): A biometric study of four populations of the bleak (*Alburnus alburnus*) from the Czech Republic. Folia Zool., 47: 135-144.
4. Berg, L. S. (1933): Les poissons des eaux douces de l' U.R.S.S. et des pays limithropes. 3-e édition. Revue et augnenté. Institut de Peches et de Pisciculturw, Leningrad, 1, 903 pp.
5. Bertalanffy, L. von (1934): Untersuchungen über die Gesetzlichkeit des Wachstums. I.Allgemeine Grundlagen der Theorie; mathematische und physiologische Gesetzlichkeiten des Wachstums bei Wassertieren. Arch. Entwicklungsmech. 131: 613–652.
6. Bianco, P. G., Aprea, G., Balletto, E., Capriglione, T., Fulgione, D., Odierna, G. (2004): The karyolgy of the cyprinid genera *Scardinius* and *Rutilus* in southern Europe. Ichthyological Research 51, 274-278.
7. Bianco, P. G. and Kottelat, M. (2005): *Scardinius knezevici*, a new species of rudd from Lake Skadar, Montenegro (Teleostei: Cyprinidae). Ichthyological Exploration of freshwaters 16, (3), 231-238.
8. Bistrobih.ba (2016): Dostupno na http:// bistrobih.ba/nova/ (pristupljeno lipanj, 2016)
9. Bobori, D. C., Tsikliras, A. C., Economidis, N. I. (2006): Some morphological and biological characteristics of fishes from Tavropos reservoir (western Greece). Folia Zool. 55: 199–210.
10. Bogutskaya, N. G. and Zupančič, P. (1999): A re-description of *Leuciscus zrmanjae* and new data on the taxonomy of *Leuciscus illyricus*, *L. svallize* and *L. cephalus* (Pisces: Cyprinidae) in the West Balkans. Ann. Naturhist. Mus. Wien 101B, 509-529.
11. Brito, M., Briolay, J., Galtier, N., Bouvet, Y., Coelho, M. M. (1997): Phylogenetic relationship swith in genus *Leuciscus* (Pisces, Cyprinidae) in Portuguese fresh waters, based on mitochondrial DNA cytochrome b sequences. Mol. Phylogenet. Evol. 8, 435–442.
12. Coast Pink (2016): *Scardinius plotizza*. Dostupno na: http://coast.pink/scardinius-plotizza_6378877.html (pristupljeno lipanj, 2016).

13. Crivelli, A. J. and Maitland, P. S. (1995): Future prospect for the freshwater fish fauna of the north Mediterranean region. Biological Conservation. 72, 335-337.
14. Crivelli, A. J. (2006): *Squalius svallize*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. <www.iucnredlist.org>.
15. Ćaleta, M., Buj, I., Mrakovčić, M., Mustafić, P., Zanella, D., Marčić, Z., Duplić, A., Mihinjač, T., Katavić, I. (2015): Hrvatske endemske ribe. Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 116 str.
16. Dulčić, J., Tutman, P., Prusina, I., Tomšić, S., Dragičević, B., Hasković, E., Glamuzina, B. (2009): Lenght-weight relationships for six endemic freshwaters fishes from Hutovo blato wetland (Bosnia and Herzegovina). Journal of Applied Ichthyology 25, (4), 499-500.
17. Economidis, P. S. (1991): Check List of Freshwater Fishes of Greece. Hellenic Society for the protection of nature, Athens.
18. Economidis, P. S. and Banarescu, P. M. (1991): The distribution and origins of freshwater fishes in the Balkan peninsula, especially in Grece. International Revue gesamten Hydrobiologie 76, (2), 257-283.
19. Economou, A. N., Daoulas, Ch., Economidis, P. (1991): Observations on the biology of *Leuciscus svallize* in the Kremasta reservoir (Greece). Hydrobiologia 213: 99–111.
20. Fafioye, O. O., Oluajo, O. A. (2005): Length-weight relationships of five fish species in Epe lagoon, Nigeria, Afr. J Biotechnol. 4, 749-751.
21. Freyhof, J., Lieckfeldt, D., Pitra, C., Ludwig, A. (2005): Molecules and morphology: Evidence for introgression of mitochondrial DNA in Dalmatian cyprinids. Molecular Phylogenetics and Evolution 37, (2), 347-354.
22. Fraser, C. M. (1916): Growth of the spring salmon. Transactions of the Pacific Fisheries Society 1916: 29-39.
23. Froese, R. (2006): Cube law condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. J. Appl. Ichthyol. 22, 241-253.
24. Froese, R., Pauly, D. (Eds), (2016): FishBase 2016. Dostupno na: http://fishbase.sinica.edu.tw/search.php (pristupljeno lipanj, 2016).
25. Garcia-Berthou E. and Moreno-Amich R. (2000): Rudd (*Scardinius erythrophthalamus*) introduced to the Iberian peninsula: feeding ecology in Lake Banyoles. Hydrobiologia 436: 159-164.
26. Haertel, S. S. and Eckmann, R. (2002): Diel diet shift of roach and its implications for the estimation of daily rations. J .Fish Biol. 60: 876–892.

27. Hall, T. A. (1999): BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucleic Acid Symposium Series no 41: Oxford University Press.
28. Harrison, R. G. (1989): Animal mitochondrial DNA as a genetic marker in population an devolution biology. Tree, 4 (1): 6–12.
29. Harrison, R. G. (1993): Hybrid zone sand the evolutionary process. Oxford University Press, New York.
30. Heckel, J. and Kner, R. (1858): Die Süsswasserfische der Österreichischen monarrchie, mit Rücksicht auf die angränzenden Lander. (Unspecified publisher), Leipzig: I-XII, 1-388.
31. Hellavell, J. M. (1971c): The autecology of the chub, *Squalius cephalus* (L.) of the River Lugg and the Afon Llynfi. II. Reproduction. Freshwat.. Biol. 1: 369-387.
32. Hickley, P. and Dexter, K. F. (1979): A comparative index for quantifying growth in length of fish.Fish. Mgmt. 10: 147–151.
33. Holčik, J. (1989): The Freshwater Fishes of Europe. Aula-Verlag. Wiesbaden. 9: 247-250.
34. Holden, M. J., Raitt, D. F. S. (1974): Methods of Resource Investigation and their Application. Manual of fisheries science. FAO, Rim.
35. Hyslop, E. J. (1980): Stomach content analysis – a review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411–429.
36. IMO art (2016): Masnica ili makal *Squalius microlepis*. Dostupno na: http://imoart.hr/portal/index.php/priroda/priroda-zivi-svijet/zivotinje/354-masnica-ili-makal-squalius-microlepis (pristupljeno lipanj, 2016).
37. Ivanković, P. (2010): Biološke značajke endemskog strugača *Squalius svallize* (Heckel et Kner, 1858) vodotoka neretvanskog sliva. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Magistarski rad.
38. Ivanković, P., Treer, T., Piria, M., Knezović, Z. (2010): Diet and growth of endemic Neretva chub, *Squalius svallize* from the Neretva river area, Bosnia and Herzegovina. Folia Zool. 59, 51-56.
39. Ivanković, P., Piria, M., Treer, T., Knezović, Z. (2011): Meristic and morphometrics of endemic Neretva chub, *Squalius svallize* from the Neretva river area, Bosnia and Herzegovina. J. Appl. Ichthyol. 27, 1031-1032.
40. Jadan, G. (2008): Genska struktura populacija potočne pastrve (*Salmo trutta* L.) krških rijeka. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Disertacija.
41. Jelić, D., Duplić, A., Ćaleta, M., Žutinić, P. (2008): Endemske vrste riba jadranskog sliva. Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 42 str.

42. Kaćanski, D., Kosorić, Đ., Čepić, V. (1977): O ishrani nekih vrsta riba u slivu Neretve (od Uloga do Mostara). Ichthyologia, Vol. 9, No. 1: 31-45.
43. Kapetanović, N., Vuković, T. (1968): Nalaz *Leuciscus svallize* Heckel et Kner u estavelama Popovog polja . Ribarstvo Jugoslavije, God. XXIII, 3, Zagreb.
44. Karman, S. (1928): Prilozi ihtiologiji Jugoslavije I. Iz Glasnika Skopskog naučnog sruštva, 6, 2, 147. Skopje.
45. Katurić, M. (1896): Prinesci k proučavanju prirode. Nastavnik. Beograd
46. Kerovec, M. (1986): Priručnik za upoznavanje beskralježnjaka naših potoka i rijeka. Sveučilišna nagrada Liber, Zagreb.
47. Ketmaier, V., Bianco, P. G., Cobolli, M., De Matthaeis, E. (2003): Genetic differntiation and biogeography in southern European populations of the genus *Scardinius* (Pisces, Cyprinidae) based on allozyme data. Zoologioca Scripta 32, 13-22.
48. Ketmaier, V., Bianco, P. G., Cobolli, M., Krivokapić, M., Caniglia, R., De Matthaeis E. (2004): Molecular phylogeny of two lineages of *Leuciscinae* cyprinids (*Telestes* and *Scardinius*) from the peri-Mediterranean area based on cytochrome *b* data. Molecular Phylogenetics and Evolution 32, 1061-1071.
49. Kosorić, Đ. (1978): Sastav populacije riba Hutova blata. Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu 16, 69-81.
50. Kosorić, Đ., Vuković, T., Kapetanović, N., Guzina, N., Mikavica, D. (1983): Sastav naselja riba rijeke Neretve u Bosni i Hercegovini. Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu 36, 117-128.
51. Kottelat, M. (1997): European fresh water fishes. Biologija (Bratislava) 52, (suppl. 5), 1-271.
52. Kottelat, M., Freyhof, J. (2007): Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany.
53. Krivokapić, M., (1992): Ishrana endemične podvrste jelšovke *Leuciscus souoffia montenegrinus,* (Vuković 1963) iz rijeke Morače (Crna Gora, Jugoslavija), Glas republ. Zavoda zašt. Prirode-Prirodnjačkog muzeja Podgorica, 25: 93-103.
54. Lammens, E. H. R. R. and Hoogenboezem, W. (1991): Diets and feeding behaviour. In Cyprinid Fishes (pp. 353-376). Springer Netherlands.
55. Leary, R. F., Allendorf, F. W., Knudsen, K. L. (1992): Meristic variation in rainbow trout. Acta Zool. Fennica. 191: 79-95.
56. Lee, R. (1920): A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. Fishery Investigations, Series 2, Marine Fisheries, Great Britain Ministry of Agriculture, Fisheries and Food 4(2).

57. Leiner, S., (1984): Preliminarna istraživanja ihtiofaune kopnenih voda Istre. Bilten društva ekologa Bosne i Hercegovine broj 3-III, Kongres ekologa Jugoslavije. Knjiga II. Sarajevo.
58. Leiner, S., Popović, J. (1984): Rod *Leuciscus* (*Cyprinidae, Pisces*) u vodama jadranskog sliva s osvrtom na nalaz *L. svallize* (Heckel i Kner, 1858) i *L. souffia* Risso, 1826 u Cetini, Ichthyologia, 16 (1-2): 111-120.
59. Li, W. H. (1997): Molecular Evolution., pp 177-213. Sinauer Associates, Sunderland, MA
60. Li, W. H., Grauer, D. (1991): Fundamentals of Molecular Evolutin. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
61. Marić, D. (1995): Endemic fish species of Montenegro. Biological Conservation, 72: 187-194.
62. Mann, R. H. K. (1974): Oservations on the age, growth, reproduction and food of the dace, *Leuciscus leuciscus* (L.), in two rivers in southern England. J. Fish Biol. 6: 237-253.
63. Mann, R. H. K. (1976): Oservations on the age, growth, reproduction and food of the chub *Squalius cephalus* (L.) in the river Stour, Dorset. J. Fish. Biol. 8: 265-288.
64. Meng, H. J. and Stocker, M. (1984): An evaulation of morphometrics andmeristic for stock separation of Pacific herring (*Clupeaharengus pallasi*). Canadian Journal of Fisheries and Aguatic Sciences, 41, 414-422.
65. Moreau J., Bambino C. and Pauly D. (1986): Indices of overall fishgrowth performance of 100 tilapia (*Cichlidae*) populations, p.201-206. In: Maclean. LB. Dizon and LV. Hosillos (eds.) The First Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.
66. Mrakovčić, M., Mišetić, S., Povž, M. (1995): Status of freshwater fishin Croatian Adriatic river systems. Biol. Conserv. 72: 179–185.
67. Mrakovčić, M., Brigić, A., Buj, I., Ćaleta, M., Mustafić, P., Zanella, D. (2006): Crvena Knjiga slatkovodnih riba Hrvatske, Ministarstvo Kulture, Zagreb, 253 pp.
68. Pivnicka, K., Svatora, M. (2000): Cyclic changes and synchrony of fish growth in the Klicava Reservoir (1963-1995). Folia Zool., 49: 231-240
69. Politou, C. Y., Economidis, P. S., Sinis, A. I. (1993): Feeding biology of bleak, Alburnus alburnus, in Lake Koronia, northern Greece. J. Fish Biol. 43: 33–43.
70. Popović, J., Šurmanović, D., Mišetić, S., Tomašković, N. (1992): Prirodna ishrana ilirskog klena *Leuciscus illyricus* (Heckel et Kner 1858) iz rijeke Cetine, Poljoprivredna znanstvena smotra, 57 (3-4): 425-434.
71. Prpa, Z., Treer, T., Piria, M., Šprem ,N. (2007): The condition of fish from some freshwaters of Croatia. Ribarstvo, 65 (1): 25-46

72. Prusina, I., Tutman, P., Glamuzina, B. (2009): Morphological and meristical properties of endemic Neretvan rudd, *Scardinius plotizza* Heckel & Kner, 1858 (Actinopterygii, Cyprinidae) from the Hutovo Blato wetland, Neretva River basin, Bosnia and Herzegovina. 13th European congress of ichthyology. Kontautas, Antanas (ur.). Klaipeda. Klaipedos Universiteta, 95-96.
73. Ricker, W. E. (1971): Methods for Assessment of fish productions in Fresh Waters.Blackwell Sctientific Publications. Oxford.
74. Ricker, W. E. (1975): Computation and interpretation of biological statistics of fishpopulations. Bull. Fish. Bord Can. 191.
75. Sanjur, O. I., Caramona, J. A., Doadrio I. (2003): Evolutionary and biogeographical patterns within Iberian populations of the genus *Squalius* inferred from molecular data. Molecular Phylogenetics and Evolution 29, 20-30.
76. Scheibl, Z. (1998): Population age-structure of rudd *Scardinius erythrophthalmus* L. from the Vrana lake on the Cres Island (in Croatian). [B.Sc. Tesis.] Faculty of Sciences, University of Zagreb. 1–66 pp.
77. Schweigert, J. F. (1981): Pattern recognition of morphometric and meristic characters as a basis for herring stock identification. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., 1021, pp. 13.
78. Sharp, J. C., Able, K, W., Leggett, W. C., Carscadden, J. E., (1978): Utility of meristic and morphometric characters for identification of capelin (*Mallotous villosus*) stocks in Canadian Atlantic waters. J. Fish. Res. Board Can., 35, 124—130.
79. Snoj, A. (1997): Molekularno biološka karakterizacija soške postrvi (*Salmo marmoratus*, Cuvier 1817). Dokt. Dis, Domžale, Oddelek za zootehniko: 7–9.
80. Sparre, P. and Venema, S. C. (1992): Introduction to tropical fishstock assessment. Part 1-Manual. FAO Fish Tech. Pap., 306/1.
81. Šprem, N., Matulić, D., Treer, T., Aničić, I. (2010): A new maximum length and weight for *Scardinius erythrophthalmus*. J. Appl. Ichthyol., 26: 618-619.
82. Taler, Z. (1952): Trebišnjica. Ribarstvo Jugoslavije, God. VII, 9-10, Zagreb.
83. Taler, Z. (1953): Rasprostranjenost i popis slatkovodnih riba Jugoslavije. Glasnik Prirodnjačkog muzeja Srpske zemlje, serija B, 5-6. Beograd.
84. Tamura, K., Nei, M., Kumar, S. (2004): Prospects for inferring very large phylogenies by using the Neighbor-Joining method. Proc Natl Acad Sci USA 101: 11030-11035.

85. Tamura, K., Dudley, J., Nei, M., Kumar, S. (2007): MEGA 4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. Molecular Biology and Evolution. 24: 1596-1599.
86. Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A., Kumar, S. (2013): MEGA 6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. Molecular Biology and Evolution 30: 2725-2729.
87. Tarkan, A. S., Lappalainen, J., Nurminen, L., Horppila, J. (2010): Life history strategies of fish. Patterns in growth and lifespan of rudd *Scardinius erythrophthalmus* (L.) in Europe. Pol. J. Ecol., 58: 191-196.
88. Thompson, J. D., Gibson, T. J., Plewniak, F., Jeanmougin, F., Higgins, D. G. (1997): The Clustal Xwindows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. Nucleic Acids Research 24: 4876-4882.
89. Tomec, M., Teskeredžić, Z., Teskeredžić, E. (2003): Food and nutritive value of gut contents of rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.) from Vrana Lake, Cres Island, Croatia. Czech. J. Anim. Sci. 48, 28–34.
90. Treer, T. (1993): Upotrebljivost merističkih i morfometrijskih svojstava u razlikovanju ribljih populacija. Ribarstvo, 48: 13-26.
91. Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Lovrinov, M. (1995): Ribarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
92. Treer, T., Habeković, D., Aničić, I., Safner, R., Kolak, A. (1997): Standard growth curve for chub (*Leuciscus cephalus* L. 1758) in Croatia. Ribarstvo 55: 47–52.
93. Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Kolak, A., Dražić, M. (2000): Morphological variation among four strains of common carp *Cyprinus carpio* in Croatia. Fol Zool 49:69-74
94. Treer, T., Piria, M., Šprem, N. (2009): The relatinship between condition and form factors of freshwater fishes of Croatia. J. Appl. Ichthyol. 25, 608-610.
95. Trinajstić, I. (1995): Plantgeografical division of forest vegetation of Croatia. Ann. Forest. 20, 37-66.
96. Tutman, P., Glamuzina, B., Dulčić, J., Bartulović, V., Hasković, E. (2009): Endemic fish fauna of the Hutovo Blato Wetland (Neretva River basin, Bosnia and Herzegovina) and their conservation status. 13th European congress of ichthyology, Abstract book/ Kontautas, Antanas (ed.). Klaipeda: Klaipedos universitas, 69.
97. Tutman, P., Ćaleta, M., Glamuzina, B., Dulčić, J. (2012): Biološko-ekološke osobitosti, rasprostranjenost i stanje zaštite peškelja, *Scardinius plotizza* (Heckel i Kner, 1858) (PISCES, CYPRINIDAE) na području močvare Hutovo Blato u Bosni i Hercegovini. Croatian Journal of Fisheries, 70, Suplement 1, 15-28.

98. Waap, S., Amaral, A. R., Gomes, B., Coelho, M. M. (2011): Multi-locus species tree of the chub genus *Squalius* (Leuciscinae: Cyprinidae) from western Iberia: new insights into its evolutionary history. Genetica. DOI 10.1007/s10709-011-9602-0.
99. Valić, D., Vardić-Smrlić, I., Kapetanović, D., Teskeredži,ć Z., Pleše, B., Teskeredžić, E. (2013): Identification, phylogenetic relationships and a new maximum size of two rudd populations (*Scardinius*, Cyprinidae) from the Adriatic Sea drainage, Croatia. Biologia 68, (3), 539-545.
100. Weatherley, N. S. (1987): The diet and growth of O-group dace, *Leuciscus leuciscus* (L.), and roach, *Rutilis rutilus* (L.), in a lowland river. J Fish Biol. 30: 237-247.
101. Winemiller, K. O. (1991): Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. Ecological Monographs, 61: 343-365.
102. Vuković, T., Ivanišević, B. (1962): Postojanje dviju morfoloških različitih populacija *Scardinius erythrophthalmus scardafa* (Bonaparte) u donjoj Neretvi i Skadarskom jezeru. Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu, 15, (1-2), 141-145.
103. Vuković, T. (1963): Prilog poznavanju rasprostranjenja *Leuciscus souoffia* Risso u vodama Jugoslavije i opis podvrste *Leuciscus souoffia montenegrinus* n. ssp., Godišnjak biol. Inst. Univer., Sarajevo, God. XVI, Sarajevo.
104. Vuković, T., Ivanović, B. (1971): Freshwater Fishes of Yugoslavia (Slatkovodne ribe Jugoslavije). Zemaljski muzej BIH, Sarajevo, 268 pp (in Serbian).
105. Vuković, T. (1977): Ribe Bosne i Hercegovine. Svjetlost, Sarajevo.
106. Vuković, T. (1982): Sistematika riba. Iz “Slatkovodno ribarstvo”. Jugoslovenska medicinska naklada. Zagreb.
107. Zemljopisna karta Hercegovine (2016): Dostupno na: https://www.google.ba/search?q=zemljopisna+karta+hercegovine (pristupljeno lipanj, 2016).
108. Živkov, M. T., Trichkova, T. A., Raikova-Petrova, G. N. (1999): Biological reasons for the unsuitability of growth parameters and indices for comparing fish growth.Env. Biol. Fish. 54: 67–76.

8. ŽIVOTOPIS KANDIDATA

Mr.sc Predrag Ivanković, rođen je 10. listopada 1971. godine u Čapljini (Bosna i Hercegovina), gdje je završio osnovnu i srednju školu. Diplomirao je 2000. godine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu smjer stočarsvo (VII stupanj). Na istom fakultetu je 2010. godine obranio znanstveni magistarski rad na temu: „Biološke značajke endemskog strugača *Squalius svallize* (Heckel et Kner, 1858) vodotoka neretvanskog slijeva“ iz znanstvenog područja biotehničkih znanosti, grane Ribarstvo, te stekao zvanje magistra znanosti.
Zaposlen je na Agronomskom i prehrambeno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Mostaru od 2000. kao suradnik u nastavi na predmetima Agrarna zoologija, Ribarstvo i Anatomija i fiziologija domaćih životinja. Sudjelovao je na nekoliko domaćih i međunarodnih znanstvenih i stručnih skupova i projekata.
Član je Uređivačkog odbora znanstveno – stručnog časopisa za ribarstvo (Croatian Journal of Fisheries) od 2010-sada.

Popis radova:

1. Ivanković P., Treer, T., Piria, M., Knezović, Z (2013): Struktura populacije endemskog strugača (*Squalius svallize* Heckel & Kner, 1858) iz vodotoka neretvanskog slijeva. Zbornik sažetaka 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma 17. do 22. veljače 2013. Dubrovnik, Hrvatska., 236-237.
2. Ivanković A., Ivanković P. (2013): Fizikalno-kemijska obilježja vode u donjem toku rijeke Neretve (Bosna i Hercegovina) s aspekta pogodnosti za život autohtonih riba. Zbornik sažetaka 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma 17. do 22. veljače 2013. Dubrovnik, Hrvatska., 234-235.
3. Piria, M., Treer, T., Ivanković, P., Tomljanović, T., Aničić, I., Safner, R., Matulić, D., Šprem, N. (2012): UGROŽENE RIBE SVIJETA: *Squalius svallize* (HECKEL & KNER, 1858) (CYPRINIDAE). Ribarstvo, 70, (3), 143-146.
4. Ivanković P., Treer T., Piria M., Knezović Z. (2011): Meristic and morphometric characteristics of endemic Neretva chub *Squalius svallize* from the Neretva River area. Bosnia and Herzegovina. Journal of Applied Ichthyology. 27 (2011) , 4; 1031-1032. Blackwell Verlag, Berlin.
5. Ivanković P., Treer T., Piria M., Knezović Z. (2010): Diet and growth of endemic Neretva chub *Squqlius svallize* from the Neretva river area, Bosnia and Herzegovina. Folia zoologica, 59, 1; 51-56, Brno, Chez Republic .
6. Hafner D., Petrović D., Ivanković P. (2007): Ihtiopopulacija hidroakumulacije Vrutak. . Zbornik radova međunarodnog znanstveno stručnog skupa „ Uzgoj riba u hidroakumulacijama – mogućnost upravljanja i zaštita okoliša“. Neum, BiH.
7. Ivanković P., Batinić V., Sefo E., Knezović Z. (2007): Zooplankton hidroakumulacije Peć-Mlini. Zbornik radova međunarodnog znanstveno stručnog skupa „ Uzgoj riba u hidroakumulacijama – mogućnost upravljanja i zaštita okoliša“. Neum, BiH.