

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Tit SLATINŠEK

**STRUKTURA SUB-POPULACIJ  
POTOČNE POSTRVI  
(*SALMO TRUTTA M. FARIO L.*)  
V POVIRJU REKE MISLINJE  
V ODVISNOSTI OD HETEROGENOSTI HABITATA  
IN UPRAVLJANJA Z VODAMI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Tit SLATINŠEK

**STRUKTURA SUB-POPULACIJ  
POTOČNE POSTRVI  
(*SALMO TRUTTA M. FARIO L.*)  
V POVIRJU REKE MISLINJE  
V ODVISNOSTI OD HETEROGENOSTI HABITATA  
IN UPRAVLJANJA Z VODAMI**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**STRUCTURE OF SUB-POPULATIONS  
OF BROWN TROUT  
(*SALMO TRUTTA M. FARIO L.*)  
IN HEADWATERS OF RIVER MISLINJA  
IN DEPENDENCE OF HABITAT HETEROGENEITY  
AND WATER MANAGEMENT**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija biologije. Opravljeno je bilo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in na Zavodu za ribištvo, Ljubljana.

Študijska komisija Oddelka za biologijo je potrdila temo in naslov diplomskega dela ter imenovala za mentorja prof. dr. Ivana Kosa.

Mentor: prof. dr. Ivan Kos

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Peter Trontelj  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Mihael J. Toman  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Ivan Kos  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Datum zagovora: 07. 02. 2008

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Tit Slatinšek

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- PD** Dd
- DK** UDK 591.5:597(497.4 Mislinja)(043.2)=163.6
- KG** potočna postrv (*Salmo trutta m. fario* L.)/habitat/upravljanje z vodami/starostna struktura
- AV** SLATINŠEK Tit
- SA** KOS Ivan
- KZ** SI-1000 Ljubljana
- ZA** Univerza v Ljubljani, Večna pot 111
- LI** 2008
- IN** STRUKTURA SUB-POPULACIJ POTOČNE POSTRVI (*SALMO TRUTTA M. FARIO* L.) V POVIRJU REKE MISLINJE V ODVISNOSTI OD HETEROGENOSTI HABITATA IN UPRAVLJANJA Z VODAMI
- TD** Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP** XI, 84 str., 10 pregl., 22 slik, 131 vir.
- IJ** sl
- JJ** sl./en
- AI** Proučevali smo vpliv heterogenosti habitata in upravljanja z vodami na starostno strukturo in velikost potočnih postrvi. Izbrali smo pet vzorčnih mest na dveh vodotokih, reki Suhodolnici in potoku Radušnica (Koroška), ki so se razlikovala v stopnji regulacije in načinu upravljanja z vodami. Izlov rib s pomočjo elektrike je potekal aprila in oktobra leta 2005. Prav tako smo vzorčnim mestom izmerili morfometrične parametre in tedensko merili temperaturo vode v letu 2005. Postrvi iz vzorčnih mest so se jasno razlikovale med sabo in med različnima sezonama izlova v gostoti, velikosti in starostni strukturi. Neregulirana vzorčna mesta so imela precej bolj heterogeno strugo kot pa regulirana z bolj ali manj enotno strugo. Neregulirana vzorčna mesta so imela aprila precej višjo gostoto (0,35–0,87 os./m<sup>2</sup>) kot pa regulirana (0,13–0,16 os./m<sup>2</sup>). Najbolj se je razlika med vzorčnimi mesti opazila v deležu  $\geq 3+$  starih osebkov. Možni razlogi za taka opažanja so lahko: majhen delež struge z globino več kot 30 cm, ribolov in način upravljanja z vodami. Domnevamo, da so bile v aprilskem vzorčenju največje postrvi v Suhod 1 zaradi ugodnih zimskih temperatur, v Suhod 3 pa zaradi intenzivnega vlaganja. Razlike med sezonama so bile večinoma zaradi povodnji in migracije odraslih rib na drstišča. Naredili smo še RDA analizo, da bi povezali okoljske in upravljaljske spremenljivke s starostnimi razredi.

## KEY WORD DOCUMENTATION

- DN** Dn
- DC** UDC 591.5:597(497.4 Mislinja)(043.2)=163.6
- CX** brown trout (*Salmo trutta m. fario* L.)/habitat/water management/Mislinja/age structure
- AU** SLATINŠEK Tit
- AA** KOS Ivan (supervisor)
- PP** SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
- PB** Biotechnical Faculty, Department of biology
- PY** 2008
- TI** STRUCTURE OF SUB-POPULATIONS OF BROWN TROUT (*SALMO TRUTTA M. FARIO* L.) IN HEADWATERS OF RIVER MISLINJA IN DEPENDENCE OF HABITAT HETEROGENEITY AND WATER MANAGEMENT
- DT** Graduation thesis (University studies)
- NO** XI, 84 p., 10 tab., 22 fig., 131 ref.
- LA** sl
- AL** sl/en
- AB** Research regarding effect of habitat heterogeneity and water management (m) on age structure and size of brown trout populations was carried out. Five sites were chosen on two streams, river Suhodolnica and brook Radušnica (Koroška), which were different regarding the degree of regulation and water m. Electrofishing was carried out in April and October in 2005. Measurements of morphometric parameters and weekly measurements of water temperatures in year 2005 were also carried on all sites. Unregulated sites had higher heterogeneity in stream bed morphology than regulated sites with more or less uniform river bed. There was a considerable difference between sites and among seasons of electrofishing in densities, size and age structure of trout. Unregulated sites had in April much higher trout densities (0,35–0,87 ind./m<sup>2</sup>) than regulated sites (0,13–0,16 ind./m<sup>2</sup>). Biggest difference was observed in relative numbers of  $\geq 3+$  trouts. Low area of river bed with depths more than 30 cm, fishing and the type of m could be the key causes. We assume that the largest trouts in spring were caught in Suhod 1 and 3, because of favourable winter temperatures and intensive stocking. Difference among seasons were mostly due to spate and adults migrating to spawn. RDA analysis was carried out in order to connect habitat and m variables with age classes.

## KAZALO VSEBINE

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b>	<b>III</b>
<b>KEY WORD DOCUMENTATION .....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE .....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC .....</b>	<b>VIII</b>
<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>IX</b>
<b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI .....</b>	<b>XI</b>
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>2</b>
2.1 DRUŽINA POSTRVI – SALMONIDAE .....	2
<b>2.1.1 Potočna postrv (<i>Salmo trutta m. fario</i> L.) .....</b>	<b>3</b>
2.2 RAZISKAVE O IZBIRI ŽIVLJENJSKEGA PROSTORA PRI POTOČNI POSTRVI .....	4
<b>2.2.1 Drstišča .....</b>	<b>4</b>
2.2.1.1 Globina .....	4
2.2.1.2 Substrat in skrivališča .....	5
2.2.1.3 Temperatura .....	6
<b>2.2.2. Življenjski prostor 0+ postrvi .....</b>	<b>6</b>
2.2.2.1 Globina .....	7
2.2.2.2 Substrat in skrivališča .....	7
2.2.2.3 Temperatura .....	8
<b>2.2.3 Življenjski prostor odraščajočih in odraslih potočnih postrvi .....</b>	<b>8</b>
2.2.3.1 Globina .....	9
2.2.3.2 Substrat in skrivališča .....	9
2.2.3.3 Temperatura .....	11
<b>2.2.4 Prezimovališča ... ..</b>	<b>11</b>
<b>2.2.5 Intraspecifična kompeticija .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.6 Interspecifična kompeticija .....</b>	<b>13</b>
2.2.6.1 Kompeticija z drugimi salmonidi .....	13
2.2.6.2 Kompeticija s kapljem ( <i>Cottus gobio</i> ) .....	14

2.3 ČLOVEŠKI VPLIV NA ŽIVLJENJSKE PROSTORE POTOČNIH POSTRVI ...	15
<b>2.3.1 Fizične spremembe struge in pobežja</b> .....	<b>15</b>
<b>2.3.2 Spremembe pretoka in jezovi</b> .....	<b>16</b>
2.4 RIBIŠKI OKOLIŠI – RAZDELITEV, STATUS, ZNAČAJ VODA .....	17
<b>2.4.1 Poribljavanje</b> .....	<b>18</b>
<b>2.4.2 Vzreja rib</b> .....	<b>19</b>
<b>2.4.3 Upravljanje z raziskovanima vodotokoma za leta 1999–2004</b> .....	<b>20</b>
<b>3 MATERIAL IN METODE</b> .....	<b>22</b>
3.1 MORFOMETRIČNI PARAMETRI .....	22
3.2 FIZIKALNI PARAMETRI .....	24
3.3 VZORČENJE RIB IN DOLOČANJE NJIHOVE STAROSTI .....	24
3.4 ANALIZA IZLOVA .....	26
3.5 KANONIČNA ANALIZA .....	27
<b>4 REZULTATI</b> .....	<b>28</b>
4.1 OPIS VZORČNIH MEST .....	28
<b>4.1.1 Vzorčno mesto Suhod 1</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1.2 Vzorčno mesto Suhod 2</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1.3 Vzorčno mesto Suhod 3</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1.4 Vzorčno mesto Suhod 4</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1.5 Vzorčno mesto Radus</b> .....	<b>31</b>
4.2 MORFOMETRIČNI PARAMETRI .....	32
<b>4.2.1 Širina struge</b> .....	<b>32</b>
<b>4.2.2 Globina vode</b> .....	<b>33</b>
<b>4.2.3 Anorganski in organski substrat</b> .....	<b>36</b>
<b>4.2.4 Tipi tokov</b> .....	<b>38</b>
4.3 FIZIKALNI PARAMETRI .....	41
<b>4.3.1 Temperatura vode</b> .....	<b>41</b>
4.4 ANALIZA RIBJIH POPULACIJ .....	42
<b>4.4.1 Starostna struktura, ocena naseljenosti in biomasa potočnih postrvi v pomladanskem obdobju</b> .....	<b>42</b>
<b>4.4.2 Starostna struktura, ocena naseljenosti in biomasa potočnih postrvi v jesenskem obdobju</b> .....	<b>46</b>

4.5 RAST IN PRIRAST POTOČNIH POSTRVI .....	50
4.6 KANONIČNA ANALIZA .....	56
<b>5 RAZPRAVA .....</b>	<b>59</b>
5.1 PRIMERJAVA HETEROGENOSTI VZORČNIH MEST .....	59
5.2 PRIMERJAVA STAROSTNE STRUKTURE POTOČNIH POSTRVI MED VZORČNIMI MESTI .....	62
<b>5.2.1</b> Aprilsko vzorčenje .....	<b>63</b>
<b>5.2.2</b> Oktobrsko vzorčenje .....	<b>67</b>
5.3 PRIMERJAVA RASTI POTOČNIH POSTRVI MED VZORČNIMI MESTI .....	68
5.4 KANONIČNA ANALIZA .....	70
<b>6 ZAKLJUČKI .....</b>	<b>70</b>
<b>7 POVZETEK .....</b>	<b>72</b>
<b>VIRI .....</b>	<b>74</b>



## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Razvrstitev anorganskega substrata po velikosti delcev (po AQEM 2002) .....	23
Preglednica 2: Razdelitev organskih substratov (po AQEM 2002) .....	23
Preglednica 3: Razdelitev tipov vodnega toka po Urbanič (2005) .....	24
Preglednica 4: Minimalne, povprečne in maksimalne širine strug ter standardne deviacije širine strug na vzorčnih mestih Suh 1–4 in Radus, merjene dne 15. 08. 2005 .....	32
Preglednica 5: Starostna struktura, dolžina (povprečje, min-max) in teža (povprečje, min-max) ujetih potočnih postrvi na vzorčnem mestu Suhod 1 v spomladanskem (P) in jesenskem (J) obdobju .....	53
Preglednica 6: Starostna struktura, dolžina (povprečje, min-max) in teža (povprečje, min-max) ujetih potočnih postrvi na vzorčnem mestu Suhod 2 v spomladanskem (P) in jesenskem (J) obdobju .....	53
Preglednica 7: Starostna struktura, dolžina (povprečje, min-max) in teža (povprečje, min-max) ujetih potočnih postrvi na vzorčnem mestu Suhod 3 v spomladanskem (P) in jesenskem (J) obdobju .....	54
Preglednica 8: Starostna struktura, dolžina (povprečje, min-max) in teža (povprečje, min-max) ujetih potočnih postrvi na vzorčnem mestu Suhod 4 v spomladanskem (P) in jesenskem (J) obdobju .....	54
Preglednica 9: Starostna struktura, dolžina (povprečje, min-max) in teža (povprečje, min-max) ujetih potočnih postrvi na vzorčnem mestu Radus v spomladanskem (P) in jesenskem (J) obdobju .....	55
Preglednica 10: Korelacije med okoljskimi/upravljavskimi spremenljivkami in osi RDA .....	56

## KAZALO SLIK

Slika 1: Območje raziskav z označenimi vzorčnimi mesti .....	28
Slika 2: Vzorčno mesto Suhod 1 .....	29
Slika 3: Vzorčno mesto Suhod 2 .....	30
Slika 4: Vzorčno mesto Suhod 3 .....	30
Slika 5: Vzorčno mesto Suhod 4 .....	31
Slika 6: Vzorčno mesto Radus .....	32
Slika 7 : Deleži posameznih kategorij globine vode na vzorčnih mestih, izračunanih na osnovi meritev globine vode dne 15. 08. 2005 .....	35
Slika 8: Deleži posameznih kategorij globine tolmunov na vzorčnih mestih, izračunanih na osnovi meritev globine vode dne 15. 08. 2005 .....	36
Slika 9: Struktura in deleži posameznih kategorij substrata na vzorčnih mestih .....	38
Slika 10: Tipi tokov in njihovi deleži na vzorčnih mestih .....	40
Slika 11: Meritve temperature vode na posameznih izbranih vzorčnih mestih v reki Suhodolnici in potoku Radušnica tekom leta 2005 .....	41
Slika 12: Starostna struktura in deleži posameznih starostnih skupin potočnih postrvi, vzhodnega potočnega piškurja in kaplja na vzorčnih mestih v aprilu .....	45
Slika 13: Ocena naseljenosti v št. osebkov/100 m <sup>2</sup> za posamezne starostne skupine potočnih postrvi, vzhodnega potočnega piškurja in kaplja na vzorčnih mestih v aprilu .....	45
Slika 14: Ocena biomase v g/100 m <sup>2</sup> posameznih starostnih skupin potočnih postrvi, vzhodnega potočnega piškurja in kaplja na vzorčnih mestih v aprilu .....	46
Slika 15: Starostna struktura in deleži posameznih starostnih skupin potočnih postrvi ter kaplja na vzorčnih mestih v oktobru .....	49
Slika 16: Ocena naseljenosti v št. osebkov/100 m <sup>2</sup> za posamezne starostne skupine potočnih postrvi in kaplja na vzorčnih mestih v oktobru .....	49
Slika 17: Ocena biomase v g/100 m <sup>2</sup> posameznih starostnih skupin potočnih postrvi in kaplja na vzorčnih mestih v oktobru .....	50
Slika 18: Povprečna dolžina in standardna deviacija ujetih potočnih postrvi na vzorčnih mestih v aprilu .....	51
Slika 19: Povprečna teža in standardna deviacija ujetih potočnih postrvi na vseh	

vzorčnih mestih v aprilu .....	51
Slika 20: Povprečna dolžina in standardna deviacija ujetih potočnih postrvi na vseh vzorčnih mestih v oktobru .....	52
Slika 21: Povprečna teža in standardna deviacija ujetih potočnih postrvi na vseh vzorčnih mestih v oktobru .....	52
Slika 22: RDA biplot okoljskih/upravljaljskih in vrstnih/starostnih spremenljivk (kratice: širina s – širina struge, odd. od – oddaljenost od izvira, nadm. viš. – nadmorska višina, št. vlož. merskih – število vloženih merskih rib, št. izlovljenih merskih – število izlovljenih merskih rib (upoštevan ribolov), <1 leto – manj kot leto stare postrvi) .....	57

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

%	procent
0+	manj kot leto stara postrv
1+	več kot leto in manj kot dve leti stara postrv
2+	več kot dve leti in manj kot tri leta stara postrv
3+	več kot tri leta in manj kot štiri leta stara postrv
4+	več kot štiri leta in manj kot pet let stara postrv
5+	več kot pet let in manj kot šest let stara postrv
6+	več kot šest let in manj kot sedem let stara postrv
≥	več ali enako
≤	manj ali enako
∅	premer
os.	osebki
RDA	redundantna analiza

## 1 UVOD

Habitat vrste je definiran kot skupek kemijskih in fizikalnih parametrov, ki določa pojavnost vrste (Armstrong in sod., 2003). Habitat zajema tako optimalna območja kot sub-optimalna območja, ki so manj ugodna za bivanje neke vrste. Optimalno območje vrednosti ali višje vrednosti nekega okoljskega dejavnika oziroma skupek okoljskih dejavnikov omogoča najvišjo produkcijo in abundanco. Vrednosti, ki so nižje ali višje od optimalnih vrednosti, pa nudijo slabše rastne pogoje. V hierarhično urejenih živalskih populacijah ta mesta v življenjskem prostoru zasedajo osebki, ki so nižje na hierarhični lestvici. Osebki, ki zasedajo življenjske prostore s še bolj ekstremnimi vrednostmi, močno zaostajajo v rasti in v končni fazi poginejo ali migrirajo (Valič, 1996). To velja še posebej za salmonide, pri katerih se je teritorialnost razvila zaradi načina prehranjevanja z driftom (Heland, 1999). Potočna postrv zaseda zgornje dele vodotokov s specifičnimi okoljskimi parametri, ki mu pravimo postrvji pas. Najpomembnejše lastnosti življenjskih prostorov, ki določajo abundanco salmonidov, so globina, hitrost vodnega toka, substrat in kritje (Armstrong in sod., 2003). V Sloveniji so v preteklosti regulirali večino nižinskih vodotokov. Z regulacijo so se znatno spremenili nekateri parametri življenjskih prostorov, kot so vodni tok, globina, substrat. Še pomembnejši učinek pa ima regulacija na nivoju mezo- in mikroprostorov, saj zmanjšuje majhne razlike v morfologiji struge, ki nudijo primerne življenjske prostore za osebke, ki so nižje na hierarhični lestvici (Heland, 1999).

Že več let ribiške družine z izlavljanjem in vlaganjem ter seveda z lovljenjem rib aktivno oblikujejo ribje populacije v Sloveniji. Plemenske ribe, ki jih gojijo v rezervatih, v katerih ne poteka ribolov, izlovijo in osmukajo ter spustijo nazaj v rezervatne potoke. Opljene ikre in mladice intenzivno vzgajajo pod kontroliranimi pogoji v akvarijih in posebnih bazenih. Nekatere ribje mladice prenesejo v gojitvene potoke in jih potem, ko dosežejo določeno starost in velikost, vložijo v ribolovne vode. Nekatere mladice pa vzgajajo še nekaj časa v ribogojnicah in jih šele nato spustijo v ribolovne vode. Smisel vsega tega je, da naj bi z vlaganjem mladice nadomestili ribe, ki jih ribiči ulovijo. Smotrnost in učinkovitost takšnega upravljanja z ribjimi populacijami je v Sloveniji slabo raziskana (Valič, 1996).

V svoji diplomski nalogi smo poizkusili oceniti:

- a) kako doselitev novih rib vpliva na starostno in velikostno strukturo populacije potočne postrvi,
- b) kolikšna je razlika v starostni in velikostni strukturi populacije rib v vodah, kjer potekata izlov in vlaganje ter kjer ne,
- c) kako heterogenost življenjskega prostora vpliva na starostno in velikostno strukturo populacije potočne postrvi,
- d) vpliv regulacije reke na starostno in velikostno strukturo populacije potočne postrvi.

Terensko delo je bilo s pomočjo Koroške ribiške družine opravljeno na dveh pritokih v povirju reke Mislinje. Izbrani so bili štirje odseki na dveh vodotokih (Suhodolnica, Radušnica) glede na intenziteto rabe ribolovnih dejavnosti: ribolovna voda, rezervat in gojitveni potok. Tako smo lahko tudi primerjali odseke med sabo glede strukture populacije in tudi določili vpliv človeške dejavnosti na strukturo ribje populacije.

Izlavljali smo dvakrat v letu, in sicer po drsti (marca) in v času nizkih poletnih vod. V času po drsti se struktura populacije malce pomeša, saj spolno zreli osebki potujejo od drstišč nazaj do prehranjevalnih teritorijev. Poleti pa je nižji vodostaj in zato pride do migracij, saj si morajo ribe, ki se nahajajo v predelih z nižjo globino vode, poiskati nove življenjske prostore. Predvidevali smo, da bodo možne znatne razlike v strukturi sub-populacije potočne postrvi med različnimi odseki voda glede na vpliv človeka na življenjske prostore in populacijo samo.

## **2 PREGLED OBJAV**

### **2.1 DRUŽINA POSTRVI – SALMONIDAE**

Družina postrvi ni obsežna, zajema le 11 rodov s 66 vrstami (<http://filaman.ifm-geomar.de/Summary/FamilySummary.cfm?ID=76>). Za vse predstavnike družine

Salmonidae je značilna tolščenka ali tolsta plavut, ki leži med hrbtno in repno plavutjo. V naših vodah so zastopani rodovi *Salmo*, *Hucho*, *Onchorhynchus* in *Salvelinus*. Prva dva sta avtohtona, rod *Salvelinus* je bil zanesen v naše kraje ob koncu 19. stoletja in v začetku 20. stoletja, rod *Onchorhynchus* pa v osemdesetih 19. stoletja. Salmonidi imajo velik gobec in močne, koničaste in dobro razvite zobe, ki niso samo v čeljustih, ampak tudi po jeziku, na nebnicah in na ralniku. Vse vrste imajo na črevesju pilorične izrastke; število le-teh pa je vrstno specifično. Pri odraslih samcih večine vrst je spodnja čeljust kavljasto zakrivljena čez zgornjo. Ikre so precej velike ( $\varnothing$  ca. 5 mm). Ribe te družine so zelo spremenljive tako po videzu kot po načinu vedenja. Nekatere vrste se med seboj križajo in tako se spremenljivost še povečuje. Na obarvanost telesa pa zelo vpliva tudi okolje (Povž in Sket, 1990).

### 2.1.1 Potočna postrv (*Salmo trutta m. fario* L.)

#### Opis:

Potočna postrv ima vretenast, bočno rahlo stisnjen trup. Glava je srednje velika, gobec sega nazaj čez zadnji očesni rob. Pri spolno zrelih samcih je spodnja čeljust kavljasto zakrivljena navzgor. Zobje so na ralniku, prav tako v čeljustih, na jeziku in na nebnicah. Hrbet je zelenkast do rjavkast, včasih skoraj črn, boki so svetlejši, rumeni do zlato rumeni, trebuh belkast. Po hrbtu ima črne pike, obrobljene s svetlim robom, po bokih pa so pike rdeče in obrobljene belo ali svetlo modro. Mlade potočne postrvi imajo po bokih 6–9 prečnih temnejših prog. Rob repne plavuti je pri mlajših ribah zarezan, pri starejših pa raven. Potočna postrv spolno dozori v 2., običajno pa v 3. letu starosti. Drsti se od oktobra do februarja na prodnatih predelih potokov. Samica odloži 1000–3000 precej velikih iker ( $\varnothing$  4–5 mm). Zraste do 50 cm, redki primerki so veliki tudi do 70 cm. Velikost osebkov je odvisna predvsem od razpoložljive količine hrane in od temperature vode. Odrasle ribe se hranijo pretežno z vodnimi in kopenskimi nevretenčarji in delno z ribami (Povž in Sket, 1990).

#### Razširjenost:

Potočna postrv je najštevilčnejša in najbolj razširjena avtohtona vrsta postrvi v Evropi. Naseljena je tudi v Severni Ameriki, po drugih deželah severne poloble in v južni Afriki.

Živi v rekah in jezerih do nadmorske višine 2500 m, izjemoma tudi više. Naseljuje vse slovenske vodotoke donavskega porečja od velikih rek do najmanjših potokov. V 20. stoletju so jo naselili tudi v porečje reke Soče (Povž in Sket, 1990).

## 2.2 RAZISKAVE O IZBIRI ŽIVLJENJSKEGA PROSTORA PRI POTOČNI POSTRVI

### 2.2.1 Drstišča

Potočna postrv se drsti v jesenskih in zimskih mesecih. V severnejših in gorskih področjih njene razširjenosti poteka drst večinoma med oktobrom in decembrom, omejeno pa je lahko le na 2–3 tedne. V območjih z zmernejšimi pogoji drst poteka lahko bolj pozno (november–marec), obdobje drsti pa je lahko podaljšano na 4–7 mesecev, odvisno od temperature (Crisp, 1993; Bardonnnet in Bagliniere, 2000). Samica z zamahom zadnjega dela telesa dvigne prod, ki ga vodni tok odnese, v substratu pa nastane jarek, v katerega samica odloži ikre. Potem takoj zraven le-tega izkoplje še drugi jarek, tako da dvignjeni prod zasuje prejšni jarek. Ta postopek se ponovi, dokler se ne izoblikuje elipsasta kupola, katere vrh gleda proti brzici. Na dnu kupole se nahaja majhna votlina z ikrami. V angleško govorečih deželah celotni tvorbi pravijo redd, po slovensko pa lahko to tvorbo poimenujemo drstitveni kupček

(<http://www.bcadventure.com/adventure/angling/protalk/thornton/watchin/watch.phtml>).

Preživetje embrijev, ki se razvijejo v času zime in pomladi, je odvisno od lokacije drstitvenega kupčka. Mesto s premočnim tokom je neugodno, ker lahko odplavi ikre, prepočasni tok pa lahko vodi do usedanja finih delcev in zamašenja intersticijev v substratu ter posledično do zadušitve zarodkov zaradi pomanjkanja kisika. Prav tako mora biti drstitveni kupček na takšnem mestu, da tudi ob najnižjem vodostaju embriji ostanejo pod vodo (Bardonnnet in Bagliniere, 2000).

#### 2.2.1.1 Globina

Nekateri avtorji menijo, da se salmonidi ne drstijo v vodah, ki so veliko bolj plitve, kot je njihova višina telesa, čeprav so v času drsti opazovali salmonide tudi v tako plitvi vodi, da so štrleli njihovi hrbti izven vode (Crisp in Carling, 1989; Crisp, 1993). V številnih rekah



Nove Zelandije so se postrvi drstile v povprečno 31,7 cm globoki vodi (razpon 6–82 cm). Kljub razlikam v globinah vode na opazovanih vzorčnih mestih so se postrvi drstile v podobnih globinah, tako v različnih rekah kot tudi znotraj posamezne reke (Shirvell in Dungey, 1983). O podobnih ugotovitvah poročata tudi Witzel in MacCrimmon (1983) za vodotoke jugozahodnega Ontaria, kjer so bili drstitveni kupčki postrvi v povprečno 25,5 cm globoki vodi.

### 2.2.1.2 Substrat in skrivališča

Večje ribe lahko izkopljejo težje delce, kljubujejo močnejšemu toku in tako lahko gradijo drstitveni kupček ter se drstijo v bolj grobem substratu (Kondolf in Wolman, 1993; Crisp, 1993). Na splošno se lahko ribe drstijo v substratu, ki ima delce s premerom do približno 10 % njihove dolžine (Kondolf in Wolman, 1993). Potočne postrvi se drstijo v substratu z delci velikimi od 8–128 mm (Ottaway in Clarke, 1981; Chapman, 1988; Shirvell in Dungey, 1983). Našli pa so drsitvene kupčke tudi v substratu z delci povprečnega premera 6,9 mm (Witzel in MacCrimmon, 1983). Globina substrata, na kateri so zakopane ikre, vpliva na hitrost razvoja embrijev zaradi učinka globine na temperaturo vode in verjetnost izgub iker zaradi spiranja, pomanjkanja kisika ali izpostavljenosti nizkemu vodostaju (Crisp, 1996). Ikre potočnih postrvi so našli zakopane v globini najmanj 14 cm (Witzel in MacCrimmon, 1983) in 15,2 cm (Crisp in Carling, 1989). Visok delež finih delcev ima lahko neugodne posledice na razvoj zarodkov, saj ti delci zmanjšujejo prepustnost kisika v interstrialne prostore med prodom (O'Connor in Andrew, 1998) in zmanjšujejo uspešno odstranjevanje metabolnih produktov, še posebej amoniaka. Lokalni vnos finih delcev prvotno ne prikaže dejanske kvalitete drstnih mest, saj lahko že vodni tok zmerno hitre reke prepreči visoke vrednosti akumuliranega finega materiala v sredini struge (Payne in Lapointe, 1997). Velik vnos pobrežnega erodiranega proda lahko povzroči v času obilnega deževja znatno odlaganje in nanašanje materiala, ki lahko zasuje ali izkoplje drsitvene kupčke in tako poveča smrtnost zarodkov v času inkubacije (Payne in Lapointe, 1997; Elliott in sod., 1998; Cunjak in sod., 1998).

Kot kaže, imajo skrivališča znotraj struge (npr. debla, veje) pomembno vlogo med drstenjem potočne postrvi. V neki raziskavi se je 84 % drstitvenih kupčkov nahajalo znotraj 1,5 metrske oddaljenosti od skrivališč (Witzel in MacCrimmon, 1983).

### 2.2.1.3 Temperatura

Temperatura vode pomembno vpliva na drst salmonidov, na preživetje iker ter hitrost razvoja mladice (Crisp, 1993, 1996). Prav tako vpliva tudi na dolžino trajanja inkubacije iker. Daljša inkubacija iker v hladnih rekah lahko pozitivno selekcionira zgodnejše drstenje. Tako je omogočeno, da splavljanje zaroda v hladnejših rekah poteka istočasno s splavljanjem zaroda v toplejših rekah, in sicer v najbolj ugodnem času za razvoj zaroda (Elliot in sod.; 1998). V vodotokih jugozahodnega Ontaria je v času drsti temperatura vode variirala med 3–13°C s periodami največje aktivnosti drstenja pri temperaturah 6–8°C. Ker pa so bile ikre zakopane najmanj 14 cm globoko v substratu, so bile ikre podvržene različnemu temperaturnemu režimu, saj je bila temperatura znotraj drstitvenega kupčka na globini 20 cm za 1,9°C višja kot pa na njegovi površini (Witzel in MacCrimmon, 1983). Clark (1998) je v sedimentih rek na jugu Velike Britanije zabeležil povprečni mesečni temperaturni gradient vode, kjer so bile vrednosti na površini substrata za 3,7°C višje kot v globini. Temperatura ima znaten vpliv na preživetje zarodkov do faze izvalitve iker. Embrionalni razvoj zahteva ožji razpon temperatur, kot jo lahko tolerirajo odrasli osebki. Visoke temperature znatno vplivajo na preživetje zarodkov. Smrtnost iker je nizka in enakomerna med 1 in 9°C, naraste pa z naraščanjem temperature (50 % pri 12°C in 100 % nad 15,5°C) (Jowett, 1992; Crisp, 1993).

### 2.2.2 Življenjski prostor 0+ postrvi

Kot kaže je za dinamiko salmonidnih populacij ključnega pomena obdobje od izvalitve do vzpostavitve prehranjevalnih teritorijev. To je čas, ko je smrtnost lahko zelo velika in ko se vzpostavi sposobnost skupine, da se spoprime z okoljskimi pogoji, zato ga lahko imenujemo tudi kritično obdobje. Pri potočni postrvi je kritično obdobje, glede na raziskave, nekaj mesecev po izvalitvi (Elliott, 1989), medtem ko je pri lososih to obdobje trajalo vse do prve jeseni po izvalitvi (Egglishaw in Shackley, 1977). Disperzija

plavajočega zaroda lososov in postrvi z mesta izvalitve sprva večinoma zajame relativno majhno območje (Egglishaw in Shackley, 1973; Crisp, 1995). Nadaljnja disperzija je mogoča v času jeseni (Rimmer in sod., 1983, 1984). V območju, kamor se zarod naseli, poteče razvoj do mladice. Ta območja, ki jih poseli plavajoči zarod in se med prvim poletjem po izvalitvi razvije do stadija mladice, lahko poimenujemo življenjski prostor zaroda (J. D. Armstrong in sod., 2003).

#### 2.2.2.1 Globina

Potočne postrvi, manjše od 7 cm, naseljujejo plitva, počasi tekoča mesta struge vodotoka z globinami vode, manjšimi od 20–30 cm (Bohlin, 1977; Kennedy in Strange, 1982; Bardonnnet in Heland, 1994). Visoko relativno gostoto 0+ postrvi je Bohlin (1977) opazil tudi v plitvih brzicah z gladkim dnem, kar je razlagal z možno intraspecifično segregacijo starejših postrvi z mlajšimi ribami; lahko pa bi to opažanje pomenilo tudi razliko v izbiri življenjskega prostora različno starih potočnih postrvi.

#### 2.2.2.2 Substrat in skrivališča

Robni deli brzic, ki ponujajo tako skrivališča kot bližnja območja hranjenja, bi lahko predstavljali najboljšo kombinacijo prostorskih pogojev za mlade potočne postrvi v številnih vodotokih (Maki-Petays in sod., 1997). V eksperimentu, ki ga je izvedel Heggenes (1988 a), so imele mlade postrvi v testnem umetnem kanalu na izbiro različne substrate. Z veliko večjo naklonjenostjo so izbrale najbolj grobozrnat substrat (50–70 mm). Podobno so v drugem eksperimentu, ki so ga v umetni strugi na sveže izplavljenem zarodu postrvi izvedla Bardonnnet in Heland (1994), le-te raje izbrale substrat mešanice velikih in malih prodnikov kot pa substrat iz grobih prodnikov. Možen razlog za takšna opažanja lahko leži v dejstvu, da bolj je grobozrnat substrat, večja je razpoložljivost kritja v intersticiju med delci in več je majhnih prostorov z majhno hitrostjo vode. Postrvi ob zasedanju teh intersticijev porabijo manj energije za plavanje, kar vodi do boljšega energetskega izkoristka (Heggenes, 1988; Heggenes in sod., 1993, Bardonnnet in Heland, 1994). Večja zrnatost usedlin omogoča tudi večjo verjetnost vidne izolacije med tekmicami, kar se kaže v zmanjšanem agonističnem vedenju (Chapman, 1966). DeVore in

White (1978) sta izpostavila globoko ali turbolentno vodo, spodjedene bregove, potopljena debla, potopljeno ali nad reko visečo obrežno rastje, skale in ostale strukture kot pomembna skrivališča. Milner (1982) je izpostavil, da je skrivališče verjetno najpomembnejši dejavnik življenjskega prostora, ki določa abundanco salmonidov.

Heggenes (1988 a) je definiral skrivališče kot :

- a) vsako potopljeno strukturo (razen substrata), pod katero se lahko riba skrrije pred pogledi od zgoraj,
- b) spodjedene bregove in manj kot 50 cm nad vodo visečo obrežno rastje,
- c) turbolenco na gladini vode ali veliko hitrost vode, ki razbijeta sliko vodne površine.

Potočna postrv je zelo pazljiv in plašen salmonid, za katerega je skrivališče zelo pomembno (Heggenes, 1996). V poletnem in jesenskem obdobju so v raziskavah na finskih vodotokih mlade potočne postrvi raje izbirale dele vodotoka z visokim deležem (80–100 %) vodnega rastja (Maki-Petays in sod., 1997). Na populacijo potočnih postrvi lahko neugodno vplivamo tako, da odstranimo skrivališča. Njihovo populacijo pa povečamo, če izboljšamo število oziroma površino razpoložljivih skrivališč (DeVore in White, 1987; Heggenes, 1996).

### 2.2.2.3 Temperatura

Ribe so poikilotermne živali, zato veliko njihovih vitalnih aktivnosti bodisi sproži bodisi kontrolira temperatura (Crisp, 1999). Hranjenje in rast sta v večji meri pod vplivom temperature (Crisp, 1999). To še posebej velja za rečne teleoste, saj na njihovo rast in razvoj temperatura kot abiotični dejavnik verjetno najbolj vpliva (Heggenes in sod., 1993).

### 2.2.3 Življenjski prostor odrasčajočih in odraslih potočnih postrvi

Mlade, odrasčajoče potočne postrvi se lahko premaknejo iz območij, kamor so splavale v času poletja in zime, ali pa odrasčajo na območju, kjer je potekala drst (Rimmer in sod., 1983, 1984), vedno pa med rastjo uporabljajo različne lokalne življenjske prostore.

### 2.2.3.1 Globina

Raziskave so pokazale, da so starejše potočne postrvi v Kanadi (Cunjak in Power, 1986) in na Švedskem (Bohlin, 1977; Greenberg in sod., 1996) izbrale globlje predele kot pa 0+ postrvi. Heggenes (1988 a) je opazil, da so v vodotokih jugozahodne Norveške odrasle potočne postrvi raje izbrale območja z globino večjo od 50 cm. Shirvel in Dungey (1983) sta ugotovila, da so odrasle potočne postrvi v Novi Zelandiji najraje izbrale globino 65 cm (interval 14–122 cm). Na Finskem so srednje velike potočne postrvi večinoma izbrale globine 40–60 cm, velike pa globine od 50 do 75 cm (Maki-Petays in sod., 1997). Tudi v eksperimentalnem umetnem kanalu so se potočne postrvi s povprečno velikostjo skupne dolžine 21,3 cm aktivno izogibale predelom z globino manjšo od 5,1 cm (Baldes in Vincent, 1969). Opazovanja kažejo, da večje potočne postrvi uporabljajo globlje življenjske prostore. Razpoložljivost le-teh omejuje število velikih rib, še posebej v majhnih vodotokih (Heggenes, 1996). Kljub temu pa so Maki-Petays in sod. (1997) na finski reki jeseni opazovali premik vseh velikostnih razredov postrvi proti plitvejšim predelom struge. Ta premik naj bi bil posledica večje razpoložljivosti plitvejših mikroprostorov v jesenskem in zimskem času in nakazuje, da je razpoložljivost takega življenjskega prostora pomemben dejavnik pri njegovi izbiri.

### 2.2.3.2 Substrat in skrivališča

Eklov in sod. (1999) ugotavljajo, da potočne postrvi v vodotokih poseljujejo območja z veliko količino srednje velikega zrnatega substrata (premer 8–128 mm), medtem ko je Heggenes (1988 a) zabeležil, da odrasle potočne postrvi izbirajo grobozrnat substrat, ki je večji kot 128 mm in se aktivno izogibajo območjem z gladko matično kamnino.

Poselitev potočne postrvi glede na substrat variira časovno in prostorsko. V območjih vodotoka z relativno veliko hitrostjo vode imajo strukturne nepravilnosti v strugi pomembno vlogo pri oblikovanju počivališč za ribe (npr. naravne ali umetne pregrade v obliki rečnih pragov, debla, kamni; Kallenberg, 1958; Baldes in Vincent, 1969). Raziskava na izbranih vodotokih na Finskem je pokazala, da je potočna postrv v poletnem obdobju naseljevala različne velikostne kategorije substrata skoraj izključno glede na njihovo

razpoložljivost, čeprav je nekoliko raje izbirala velike prodnike kot pa majhne. V jeseni se je kljub temu zgodil opazen premik velikih potočnih postrvi v smeri izbire relativno grobozrnatega substrata. Največje potočne postrvi so se v proučevanih vodotokih premaknile izključno na substrat, sestavljen iz srednje velikih in majhnih kamnov (Maki-Petays in sod., 1997). O podobni ugotovitvi poročajo Greenberg in sod. (1996), ko so v severni Švedski dnevno aktivne potočne postrvi v odprtih vodah naseljevale z rastjo vedno bolj grobozrnat substrat. Po drugi strani pa študija Heggenes in sod. (1993) ni pokazala nobene pomembnejše povezave med velikostjo potočnih postrvi in izbiro življenjskega prostora, ki so ga le-te naseljevale.

Senčenje struge lahko zmanjša rast potočne postrvi zaradi negativnega učinka na temperaturo vode (Eklov in sod., 1999). Vendar so odrasle potočne postrvi na Norveškem izbirale življenjske prostore, ki so imeli več kot 50 % skrivališča v obliki obrežnega rastja (Heggenes, 1988 a), prav tako so v Wyomingu imeli najboljši postrvi življenjski prostori več kot 55 % skrivališča v podobi nad vodo visečega obrežnega rastja (Binns in Eiserman, 1979). Skrivališče z nad vodo segajočim obrežnim rastjem ima pozitivno lastnost, da zmanjšuje zmožnost predacije, zato postrvi tudi izbirajo takšne življenjske prostore. Ne obstaja veliko raziskav o stanju populacij potočnih postrvi v predelih vodotokov s poraslimi in neporaslimi bregovi (Armstrong in sod., 2003).

Potopljeno rastje nudi zavetje, ne nudi pa sence, ki bi vodo ohlajala (emergentni makrofiti nudijo nekaj sence). Odrasle potočne postrvi so na Finskem zasedle območja z malo podvodnega rastja, medtem ko so najmanjše mladice raje izbrale območja z visokim deležem vodnega rastja (Maki-Petays in sod., 1997). Z naraščanjem globine vode se je zmanjševala naklonjenost postrvi do skrivališča obrežnega rastja (DeVore in White, 1978), kar kaže na to, da tudi globina vode sama predstavlja skrivališče, verjetno zaradi učinka zmanjševanja jakosti svetlobe z naraščanjem globine vode.

Tudi turbulence vode na gladini vodotoka predstavljajo skrivališča, kar je še posebej velikega pomena v vodotokih, ki imajo malo skrivališč v strugi. Na dveh norveških rekah so opazili, da so potočne postrvi podnevi izbrale območja z opazno večjo površinsko turbulenco (Heggenes in sod., 1993).

### 2.2.3.3 Temperatura

Temperatura vode predstavlja pomemben dejavnik v preživetju in rasti potočnih postrvi. Odrasle potočne postrvi se večinoma nehajo prehranjevati pri temperaturi 19,5°C, smrtnost pa se začne pojavljati pri 25°C (Elliott, 1981; Elliott in Hurley, 1997 a). Rast postrvi pod 3,6°C je zanemarljiva, optimalna temperatura za rast pa je pri 13,1°C (Elliott in Hurley, 1997 a). Opazovanja na 36 rekah v Wyomingu so pokazala najvišjo produkcijo biomas postrvi pri poletnih temperaturah med 12,6°C in 18,6°C (Bins in Eiserman, 1979).

Pri švedskih potočnih postrvih so opazili pozitivno korelacijo med temperaturo in velikostjo le-teh (Eklov in sod., 1999). V Novi Zelandiji pa so opazili, da so bile postrvi odsotne pri zimskih temperaturah, višjih od 10°C. Njihova abundanca je bila bolj povezana z zimskimi temperaturami kot pa s poletnimi ali povprečnimi letnimi temperaturami (Sowett, 1992).

### 2.2.4 Prezimovališča

Raziskave Heggenes in sod. (1993) nakazujejo na prevladujoče dnevno zimsko vedenje potočne postrvi kot pasivno skrivanje v intersticiju substrata ali pa med makrofiti, medtem ko so Maki-Petays in sod. (1997) zabeležili izogibanje mladih postrvi makrofitskim gozdičkom. Literatura na splošno kaže na to, da sta v tem letnem času dominantna mikroprostorna skrivališča bodisi v rastlinju, spodjedenih bregovih ali substratu (Heggenes in sod., 1993). V zimskem obdobju so postrvi, ki so se podnevi skrivale v substratu, izbrale opazno grobji substrat (6,4–51,2 cm premer), kot pa ponoči aktivne ribe (mešanica finega peska in kamenja do velikosti 12,8 cm). Ta strategija "skrij in se premakni" lahko postrvi omogoča, da se obvaruje poškodb zaradi ledu (Heggenes in sod., 1993) ali pa se zavaruje pred endotermnimi plenilci (Valdimarsson in Metcalfe, 1998; Metcalfe in sod., 1999). Heggenes in sod. (1993) so opazovali obnašanje potočnih postrvi v vodotokih jugovzhodne Norveške v zimskem obdobju. Ribe do 25 cm dolžine so se pasivno skrivale v substratu ali v potopljeni vegetaciji in so bile redko aktivne podnevi. Večje ribe (25–60 cm) so se čez dan aktivno združevale v globokih, počasi tekočih delih vodotoka. Ponoči so postajale aktivnejše od mraka do zore. Imele so svojo stalno mesto nad ali na substratu.

Maki-Petays in sod. (1997) pa so v finskih vodotokih opazili, da so se prostorske niše vseh velikostnih razredov postrvi opazno zožile glede na poletje. Ta premik v življenjskih prostorih se je začel prvič, ko so jesenske temperature padle pod 10°C. Postrvi večjih velikostnih razredov so naselile relativno globoke, počasi tekoče dele struge z grobim substratom in majhnim deležem podvodnega rastja.

## 2.2.5 Intraspecifična kompeticija

Intraspecifično kompeticijo med kohortami najbolj omejujeta hitrost razvrščanja letnikov postrvi po življenjskem prostoru in različno zaporedje makroprostorov (Bohlin, 1978; Baglinière in Champigneulle, 1982; Nihuarn, 1983; Heggenes, 1988 a, b, c; Ombredane in sod., 1988; Haury in Baglinière, 1990), prav tako sta ista dejavnika najpomembnejša pri intraspecifični kompeticiji med osebki iste starosti (Héland, 1971 a, 1971 b, 1980). Poleg tega intraspecifično kompeticijo med kohortami omejuje tudi neenaka distribucija potočnih postrvi preko širine vodotoka, še posebno v večjih rekah, kjer se mlade postrvi zadržujejo večinoma v bližini rečnih bregov (Lindroth, 1955; Bohlin, 1977; Karlström, 1977; Baglinière in Arriba-Moutounet, 1985; Rousel in Bardonnnet, 1999).

Velikost življenjskega teritorija salmonidov je bolj ali manj odvisna od velikosti ribe in je bolj ali manj proporcionalna kubu njihove dolžine telesa (Allen, 1969): nekaj kvadratnih decimetrov za mladice (Héland, 1971 a) do nekaj kvadratnih metrov za ribe, daljše od 18 cm (Souchon in sod., 1989). S pravilom proporcionalnosti se ni strinjal Bachman (1984), ki je ugotovil, da je bila povprečna velikost teritorija odraslih osebkov potočne postrvi v Pensilvaniji 15,6 m<sup>2</sup>, katerega le-te pridobijo v drugem ali celo že v prvem letu starosti, velikost teritorija pa se je kasneje tekom različnega staranja osebkov tudi ohranila. Velikost teritorija je povezana tudi z vedenjem, saj je odvisna od vidne izolacije oziroma zmožnosti biti opažen ali videti drugo ribo, ki nastane zaradi tipa substrata, topografije dna in struge ter vegetacije v strugi in njenih bregovih (Haury in sod., 1999). Kalleberg (1958) je opozoril na spreminjajoče, nestalne meje pri teh teritorijih, kar je potrdil kasneje tudi Bachmann (1984).



V zakloniščih najdemo dominantno postrv v predelu, ki je usmerjen proti vodnem toku, tako, da najbolj izkoristi drift. Druge osebkke, ki so nižje po toku navzdol ali pa ob njeni strani, tolerira, če obstaja vidna bariera med njimi in dominantno postrvjo (Buttler in Hawthorne, 1968; Fausch in White, 1986). Prav tako so raziskovalci opazili, da v vodotokih z močnim tokom vode zunaj zaklonišč (91–183 m/s) lahko v globoki vodi sobiva več postrvi (Baltes in Vincent, 1969). V pomanjkanju skrivališč sta intraspecifična kompeticija in agresivno obnašanje bolj poudarjeni in vplivata na rast tako dominantnih kot nedominantnih osebkov (Fausch in White, 1986). Tako ima lahko po Hélandu (1971 b) neko območje le določeno število teritorijev, katerega število se nekoliko poveča le, če so gostote populacij visoke. Gostota postrvi je odvisna delno od skrivališč in prehranjevalnih področij (Kalleberg, 1958; Allen, 1969; Nihouarn, 1983), delno pa od ustreznosti območij za nočni počitek (Chapmann in Bjornn, 1969). Poleg tega se regulatorni mehanizmi spreminjajo v odvisnosti od sezone. Chapmann (1966) je menil, da sta poleti pomembna mehanizma, ki regulirata salmonidne populacije hrana/življenjski prostor ali pa morda regulatorna kombinacija skrivališče/življenjski prostor, medtem ko je pozimi, če poteka regulacija, njen glavni mehanizem število možnih zaklonišč pred močnim vodnim tokom.

## **2.2.6 Interspecifična kompeticija**

Pri alopatričnih populacijah interspecifična kompeticija omogoča, da se izrazi celotna valenca vrste, medtem ko je v primeru simpatrije optimum za vsako od vrst premaknjen in je valenca posamezne vrste ožja (Kalleberg, 1958). Dejstvo pa je, da enake prehranjevalne potrebe dveh vrst v osnovi ne nakazujejo na prisotnost interspecifične kompeticije, saj vedno obstaja nekaj prilagodljivosti v prehranjevalnih navadah (Kalleberg, 1958). Interspecifična kompeticija se pojavlja v obliki zasedanja življenjskih prostorov in prehranjevanja, lahko pa tudi v obliki predacije (Haury in sod., 1999).

### **2.2.6.1 Kompeticija z drugimi salmonidi**

V vodotokih poteka kompeticija med osebki za mikroprostore, ki omogočajo prehranjevanje, skrivanje ali dostop do skrivališč (Fausch in White, 1981). Prostorsko razvrščanje med simpatričnimi vrstami salmonidov ni le rezultat izbire življenjskega

prostora, ampak vplivata nanjo tudi čas izplavanja mladice in morfologija salmonidov (Hearn, 1978). Šarenka (*Oncorhynchus mykiss*) in potočna zlatovčica (*Salvelinus fontinalis*) naseljujeta podobne življenjske prostore v vodotokih kot potočna postrv (Karlström, 1977; Neveue, 1981), vendar znatno raje izbirata polsenčne in senčne predele z gostim obrežnim rastjem (Butler in Hawthorne, 1968; Fausch in White, 1981). Šarenka je manj odvisna od skrivališč kot pa potočna zlatovčica (Butler in Hawthorne, 1968); zanjo je določujoč dejavnik prostorske primernosti hitrost vodnega toka (Lewis, 1969). Raziskave v pirinejskih planinskih vodotokih so pokazale, da pri alopatričnih populacijah šarenke zasedajo življenjske prostore hitreje kot pa v primeru simpatrije s potočno postrvjo. Pri hitrosti zasedanja življenjskih prostorov kompeticija favorizira potočno postrv, saj je ta odvisna le od abundance skrivališč, medtem ko hitrost vode ob primernih skrivališčih nima večjega vpliva (Baran in sod., 1995 b). Potočna postrv in potočna zlatovčica se vzajemno izključujeta v kanadskih rekah (Kalström, 1977) in rekah severovzhodne ZDA (Fausch in White, 1981). V naravnem okolju potočna postrv dominira nad potočno zlatovčico v zasedanju počivališč, ki so blizu lovnih območij in jih obe vrsti izmenično uporabljata (Fausch in White, 1981). Vendar sta ravno Fausch in White (1986) v eksperimentalno zasnovanem tekmovalnem kanalu pokazala, da kompeticija favorizira potočno zlatovčico in zaključila, da na dominanco vplivajo starost in velikost osebkov ter rečno okolje.

#### 2.2.6.2 Kompeticija s kapljem (*Cottus gobio*)

Kaplji večinoma naseljujejo kamnite in hitrotekoče življenjske prostore, natančneje, zgornje dele rek in njenih pritokov (Jones, 1975; Baglinière, 1979). Nekateri avtorji so jih našli tudi v počasi tekočih življenjskih prostorih (Jones, 1975; Baglinière in Arribe-Moutounet, 1985). Zaradi svoje izbire življenjskih prostorov je kapelj s postrvjo le v delni kompeticiji za hrano (Crisp, 1963), čeprav se slednja hrani na površini, kapelj pa je bentoški. Zaradi take krpaste distribucije lahko tudi znotraj posamezne brzice sobivajo kaplji in potočne postrvi (Roussel in Bardonnnet, 1997). Odrasli kaplji plenijo mladice, ko izplavajo iz substrata, zato se mladice plenjenju aktivno izogibajo z bežanjem po toku navzdol. Tako izogibanje plenjenju je pokazala tudi raziskava v eksperimentalnem kanalu (Gaudin in Héland, 1984). Poleg tega so eksperimenti pokazali tudi, da so se mladice

postrvi izogibale kapljev, tako da so podnevi skrajšale prehranjevalne aktivnosti (Bardonnet in Héland, 1994).

## 2.3 ČLOVEŠKI VPLIV NA ŽIVLJENJSKE PROSTORE POTOČNIH POSTRVI

### 2.3.1 Fizične spremembe struge in pobežja

Kanaliziranje, poglobljanje, širjenje in podobno spreminjanje struge vodi do močnega zmanjšanja ali celo izginotja potopljenih skrivališč, zmanjšanja obrežne vegetacije in zelo močnega zmanjšanja heterogenosti dna (Elser, 1986). Včasih pri regulaciji lahko največje delce substrata (nekaj kamnov in preostali prod) tudi zalijejo s peskom ali betonom, vodni tok pa te predele še dodatno zasipava z erodiranimi delci iz pobežja. Glavno nevarnost za potočne postrvi poleti predstavlja znatno zmanjšanje pretoka vode in zvišanje temperature vode. Močna osvetljenost dna povzroči najprej pospešeno rast perifitonskih alg in pogosto hitro razrast helofitov na pobežju vodotokov (Dutantre in Gross, 1982). V reguliranih sektorjih je Elser (1986) opazil 74 % zmanjšanje številčnosti postrvi kot tudi spremembo v deležih spremljajočih vrst rib. Še več, ugotovljeno je bilo, da ima kanaliziranje in širjenje vodotokov na vodotoke podoben vpliv kot organsko onesnaženje (Huet in Timmermans, 1976). Že obnavljanje, ki obsega le lokalne spremembe struge vodotoka in odstranjevanje odvečne vegetacije, zmanjšuje te nezaželene efekte (Cuinat, 1980; Gross in Dutantre, 1982), vendar zahteva redno vzdrževanje pobežnega rastja na zgoraj opisani stopnji. Prva faza pri vzpostavljanju vzdrževalnega programa predstavlja čiščenje reke. Na reki Scorff je čiščenje reke vodilo do: povečanega deleža delov reke z opaznim vodnim tokom (od 20 % na 50 %), odstranitve finih sedimentov (35–65 % manj finih delcev). Pri tem se je povečala oksigenizacija (za 1 do 2 mg/l kisika) in s tem vzpostavitev primernejšega substrata za drst, večje osvetljenosti in povečanja pokrovnosti dna z makrofiti (2–5 krat več kot prej), majhne spremembe temperaturnega režima (+ 2°C ob izjemno nizki vodi) in povišanja biodiverzitete in produkcije nevretenčarjev (Champigneulle, 1978). Opaženi posledici zgoraj omenjenih sprememb v vodotoku na salmonidne populacije sta bili zmanjšanje števila postrvi starih 1+ ali starejših (kar lahko pripišemo odstranitvi skrivališč, lahko pa tudi kot posledico manjšega vnosa nevretenčarjev s pobežja) in povečanja števila 0+ postrvi (za 300 %). S takimi vzdrževalnimi deli se v vodotokih vzpostavi prava starostna

struktura populacije postrvi z zastopanostjo vseh starostnih razredov, kar pomeni znatno število starejših rib, katerih delež s starostjo upada.

Odstranjevanje makrofitske vegetacije ima zmerne negativne posledice na ribje populacije (zmanjšanje razpoložljive hrane in zmanjšanje skrivališč kot glavni posledici). Eksperimentalno zasnovane raziskave na potokih so pokazale, da se je na predelih z odstranjenimi makrofiti v primerjavi s poraslimi predeli gostota potočne postrvi precej znižala. To pa se je verjetno zgodilo zaradi pomanjkanja skrivališč in povečane kompeticije z lososom (Rousell in sod., 1998). Raziskave na različnih potokih so pokazale veljavnost pravila, ki pravi, da se sicer z naraščanjem pokrovnosti z makrofiti (le-ti omogočajo vidno bariero) večja število postrvjih teritorijev, vendar pa število območij, ki so primerna za življenjske prostore salmonidov, upada. Torej lahko tudi preveč vodne vegetacije neugodno vpliva na salmonide (Haury in Baglinière, 1996).

Odstranjevanje rečnega proda s stroji ima naslednje posledice (Cuinat, 1980): resuspenzijo finih sedimentov, ki vodi v zmanjšanje fotosinteze in zamaševanje intersticijskih življenjskih prostorov v usedlinah na rečnem dnu, poglobitev in uniformiranje rečnega dna, destabilizacijo pobrežja in struge ter s tem, kar je zelo pomembno, izginevanje značilnega menjajočega vzorca tolmun-brzice v vodotoku in zmanjšanje števila ali celo izginotje reofilnih vrst, kot je npr. postrv.

### **2.3.2 Spremembe pretoka in jezovi**

Izkoriščanje rek za različne namene skozi zgodovino, kot je npr. uporaba hidravlične energije (mlini na rekah), je privedlo do diverzifikacije pretočnih in vodostajnih pogojev znotraj območja jezov in s tem do povečanja števila območij z raznolikimi pretoki in hitrostjo vode (Champigneulle, 1978; Haury, 1988 a, 1988 b). Znan je vpliv jezov brez ribjih stez, ki onemogočajo migracije anadromnih vrst, kot je morska postrv (*Salmo trutta*) (Eliot, 1989), ki pretrgajo povezave z nekaterimi možnimi območji drsti za postrvi (Brooker, 1981) ter povzročijo izoliranost postrvjih populacij (Eliot, 1989) ali kompeticijskih vrst (Kaeding, 1980). Vendar je Brooker (1981) pokazal, da ima lahko regulacija pretoka in preprečevanje velikih povodnji tudi pozitivni učinek na drst in

obnavljanje populacije postrvi z mladimi osebki. Odvzem vode zmanjša pretok vode v reki, še posebej poleti, kar lahko vodi do povišanja temperature vode v strugi (Brooker, 1981). Odvzem vode ima večji vpliv v ožjih vodotokih; pomemben pa je tudi pretok vode, ki ostane v vodotoku po odvzemu vode. Precej pogosto vodi zmanjšanje pretoka vode v strugi v bujno rast makrofitov (Decamps in Capblancq, 1980; Khalanski in sod., 1987; Haury in sod., 1996). Z dotokom pritoka boljše kvalitete vode pa se lahko v predelih z najnižjim pretokom vode izboljšajo nekateri parametri življenjskega prostora (nižja temperatura vode, večja nasičenost vode s kisikom, itd.) (Haury, 1978).

Izpust vode iz jezua ima dva prevladujoča efekta. Povišanje hitrosti pretoka vode povzroči mehanski šok, ki lahko vodi do odnašanja mladih postrvi po toku navzdol in/ali njihove povečane mortalitete (Elliot, 1978). Pri pravkar izplavljenem postrvjem zarodu lahko izpust hitro tekoče vode vodi do prisilnega drifta (Liebig in sod., 1998). Močan vodni tok lahko tudi resuspendira znatne količine drobnega sedimenta. Vračanje vode nazaj v vodotok pa ima lahko pozitiven učinek v času nizkega poletnega vodostaja, saj ublaži škodljive učinke poletnih suš, zmanjšuje segrevanje vode in lahko pozitivno prispeva k ribji produkciji. Tak izpust vode s spremenjeno temperaturno ali fizikalno-kemijsko kvaliteto pa vodi tudi do sprememb v prostorskih pogojih, ki so pogosto zaznavni več kilometrov po toku navzdol in jih lahko spremljajo pogini rib (Haury in sod., 1999).

## 2.4 RIBIŠKI OKOLIŠI – RAZDELITEV, STATUS, ZNAČAJ VODA

Posamezne ribiške okoliše sestavljajo varstvene in športno ribolovne vode – revirji ter revirji brez aktivnega ribiškega upravljanja. V športno ribolovnih vodah se izvaja športni ribolov lovnih vrst rib. Varstvene vode so gojitveni potoki – revirji za sonaravno vzrejo avtohtonih ribjih vrst in vodne površine za varstvo avtohtonih ribjih vrst (rezervati za plemenke, rezervati za ohranjanje in vzpostavljanje populacij avtohtonih vrst).

Po načinu upravljanja so:

- gojitveni revirji potoki za sonaravno vzrejo avtohtonih ribjih vrst,
- rezervati za vzpostavljanje avtohtonih populacij rib (vodne površine nenaseljene z ribami, kjer se vzpostavljajo populacije ogroženih avtohtonih ribjih vrst),

- rezervati za ohranjanje avtohtonih populacij rib in drugih vodnih živali (vodne površine, kjer se ohranjajo populacije avtohtonih ribjih vrst in drugih vodnih živali),
- rezervati za plemenke avtohtonih ribjih vrst (vodne površine za ohranjanje matičnega fonda avtohtonih ribjih vrst, kjer je dovoljen odvzem reprodukcijskega materiala za izvajanje sonaravne vzreje).

Vode brez aktivnega upravljanja so vodna telesa, kjer se trenutno ne vrši aktivnega ribiškega upravljanja in po pridobitvi ustreznih podatkov lahko pridobijo status športno ribolovnega ali varstvenega revirja (Zavod za ribištvo Slovenije, 2005).

Športni ulov rib se izvaja v športno ribolovnih vodah. Vse avtohtone lovne ribje vrste imajo zakonsko določeno najmanjšo lovno mero, lovopust v času drsti. Pogoji in način športnega lova sta predpisana s pravilnikom Ribiške zveze Slovenije (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in sod., 2002).

Ulov je reguliran tudi s številom dovoljenega uplena ene vrste na ribolovni dan. Lovna mera je lahko višja od zakonsko predpisane. Športni izplen naj bi bil enak lovneemu prirastu. Lovni prirast se določa z ihtiološko raziskavo ali glede na vrednost letnega ulova v petletnem obdobju. Športni ulov rib se vzdržuje z vzdrževalnimi vlaganji posameznih vrst rib, ki so priraščale v naravnem okolju (sonaravna vzreja) in z dopolnilnimi vlaganji ribogojniške ribe za pod trnek (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in sod., 2002).

#### **2.4.1 Poribljavanje**

Poribljavanje je vnos (vlaganje) rib v vodno okolje. V športno ribolovnih revirjih se izvajajo vzdrževalna in dopolnilna poribljavanja (vlaganja). Vzdrževalna vlaganja so vlaganja avtohtonih vrst rib vseh velikosti, vzrejenih v naravnih (sonaravna vzreja) ali kontroliranih pogojih (ribogojni objekti). Dopolnilna vlaganja (vlaganja za pod trnek) so poribljavanja avtohtonih vrst rib (potočna postrv (*Salmo trutta m. fario*) in soška postrv (*Salmo marmoratus*), sulec (*Hucho hucho*), jezerska postrv (*Salmo trutta m. lacustris*), lipan (*Thymallus thymallus*)) lovnih velikosti vzrejenih v ribogojnih objektih. Izvajajo se v času ribolovne sezone. Za pod trnek se vlagajo tudi alohtone, ribogojniške ribe (šarenka

(*Onchorhynchus mykiss*), potočna zlatovčica (*Salvelinus fontinalis*), krap (*Cyprinus carpio*)) različnih lovnih velikosti (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in sod., 2002).

Zaenkrat se sistematična in redna vzdrževalna vlaganja mladice in delno tudi odraslih rib izvajajo le s salmonidnimi avtohtonimi vrstami rib (potočna postrv, soška postrv, lipan in sulec), medtem ko so vzdrževalna vlaganja nekaterih avtohtonih ne-salmonidnih vrst (podust (*Chondrostoma nasus*), platnica (*Rutilus pigo*), linj (*Tinca tinca*), ščuka (*Esox lucius*), ploščič (*Ambloplites cephalus*), smuč (*Sander lucioperca*), klen (*Leuciscus cephalus*) in mrena (*Barbus barbus*)) zgolj občasna in nesistematična (Zavod za ribištvo Slovenije, 2005).

#### **2.4.2 Vzreja rib**

Upravljalci v skladu z Zakonom o sladkovodnem ribištvu izvajajo vzrejo avtohtonih vrst rib. Sonaravna vzreja je vzreja avtohtonih vrst rib in drugih vodnih živali v njihovem naravnem okolju – gojitvenem revirju, potoku ali ribniku. Začetek sonaravne vzreje je smukanje drstnic – plemenk v naravnem okolju, oploditev in nato valjenje v ribogojnem objektu do vzrejne stopnje zaroda ali polletne mladice. Sledi prenos vzrejenih rib v gojitveni revir. Vzrejni cikel, eno- ali dvoletni, se zaključi z elektro izlovom rib in poribljavanjem v športno ribolovne revirje (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in sod., 2002).

Kontrolirano vzrejo v ribogojnih obratih izvajajo le nekateri upravljalci (20 ribiških družin, ena zveza ribiških družin ter Zavod za ribištvo Slovenije). Poreklo plemenk oziroma reprodukcijskega materiala je večinoma iz odprtih voda. Vzreja zaroda ali polletnih potočnih postrvi (*Salmo trutta m. fario*) v donavskem povodju in soških postrvi (*Salmo marmoratus*) v jadranskem povodju se primarno izvaja za nadaljnjo sonaravno vzrejo v gojitvenih potokih. Sulec, jezerska postrv in lipan se večinoma vzrejajo v ribogojnih obratih. Večina na ta način vzrejenih rib pa je namenjena za poribljavanje športno ribolovnih voda (Zavod za ribištvo Slovenije, 2005).

### 2.4.3 Upravljanje z raziskovanima vodotokoma za leta 1999–2004

Reka Suhodolnica in potok Radušnica sta del povirja reke Mislinje in spadata v donavsko povodje. Reka Suhodolnica izvira v bližini pod Kotnikovim vrhom, teče skozi Suhi dol in se izliva v reko Mislinjo v Slovenj Gradcu. Po načrtu o opravljanju z vodami KRD Slovenj Gradec je razdeljena na Suhodolnico 1 in Suhodolnico 2. Prvi del se deli na zgornji gojitveni predel (od izvira do Suhega dola), predel z nizko intezivnostjo vlaganja in ribolova (od Podgorja do Suhega dola) in predel športno-ribolovne vode. Drugi del je po ribiškem katastru rezervat za lipane. Vlagajo in izlavlajo se le potočne postrvi. Če niso omenjene vrste pri številkah izlovljenih in vloženih rib, veljajo podatki za potočne postrvi. Občasno dopolnilno vlagajo šarenke in lipane. Potok Radušnica izvira nad kmetijo Bošnik, teče skozi Raduše, pri Curovi vasi pa se izliva v reko Suhodolnico. Po načrtu o opravljanju z vodami (2004) je to gojitveni potok.

**Leto 1999:** V srednjem delu Suhodolnice 1 so izlovili 380 osebkov v velikostnem razredu 9–12 cm in 3084 osebkov v velikostnem razredu 15–20 cm, vanj pa vložili 30 000 osebkov zaroda. V ribolovni del Suhodolnice 1 so vložili potočne postrvi v treh velikostnih razredih, in sicer 100 osebkov dolgih 9–12 cm, 200 osebkov dolgih 15–20 cm in 25 kg merskih rib. Ribiči so ulovili 90 merskih potočnih postrvi (g. Mirko Preglav, ustno).

**Leto 2000:** V ribolovni del Suhodolnice 1 so vložili 40 osebkov v velikostnem razredu 9–12 cm, 70 osebkov v velikostnem razredu 12–15 cm, 320 osebkov v velikostnem razredu 15–20 cm in poizkusno 110 osebkov potočne zlatovčice. Ribiči so ulovili 30 potočnih postrvi, 8 šarenk in 3 potočne zlatovčice. Iz Radušnice so izlovili 293 osebkov v velikostnem razredu 9–12 cm, 834 osebkov v velikostnem razredu 12–15 cm, 930 osebkov v velikostnem razredu 15–20 cm, in 240 osebkov v velikostnem razredu 20–25 cm; vložili pa so 40 000 osebkov zaroda (g. Mirko Preglav, ustno).

**Leto 2001:** V srednjem delu Suhodolnice 1 so izlovili 250 osebkov v velikostnem razredu 9–120cm, 1447 osebkov v velikostnem razredu 12–15 cm in 520 osebkov v velikostnem razredu 15–20 cm, vložili pa so 20 000 osebkov zaroda. V ribolovni del Suhodolnice 1 so vložili 40 v velikostnem razredu 4–12 cm, 100 v velikostnem razredu 12–15 cm in 350



osebkov v velikostnem razredu 15–20 cm. Ribiči so ulovili 24 potočnih postrvi in 5 šarenk (g. Mirko Preglav, ustno).

**Leto 2002:** V tem letu so v ribolovni del Suhodolnice 1 vložili le 22 osebkov v velikostnem razredu 20–25 cm in dopolnilno 90 osebkov šarenke. Ribiči so ulovili 37 postrvi in en osebek šarenke. V potoku Radušnica so izlovili 370 osebkov v velikostnem razredu 9–12 cm, 486 osebkov v velikostnem razredu 12–15 cm, 700 osebkov v velikostnem razredu 15–20 cm in 606 osebkov v velikostnem razredu 20–25 cm in 52 osebkov v velikostnem razredu 20–25 cm. Vanjo pa so vložili 50 000 osebkov zaroda potočnih postrvi (g. Mirko Preglav, ustno).

**Leto 2003:** V ribolovni del Suhodolnice 1 so vložili 50 osebkov v velikostnem razredu 12–15 cm, 150 osebkov v velikostnem razredu 15–20 cm, 120 osebkov v velikostnem razredu 20–25 cm in 30 lipanov, dolgih 20–25 cm. Ribiči so ulovili 14 postrvi (g. Mirko Preglav, ustno).

**Leto 2004:** V letu 2004 so v ribolovni del Suhodolnice 1 vložili 150 osebkov v velikostnem razredu 9–12 cm, 50 osebkov v velikostnem razredu 12–15 cm, 150 osebkov v velikostnem razredu 15–20 cm, 50 osebkov v velikostnem razredu 20–25 cm in 40 lipanov, dolgih 15–20 cm. Ribiči so ulovili skupno 26 postrvi. Iz potoka Radušnice so izlovili 850 osebkov v velikostnem razredu 9–12 cm, 940 osebkov v velikostnem razredu 12–15 cm in 430 osebkov v velikostnem razredu 20–25 cm. Vložili so 40 000 osebkov zaroda (g. Mirko Preglav, ustno).

**Leto 2005:** V ribolovni del Suhodolnice 1 je bilo vloženih 50 osebkov v velikostnem razredu 9–12 cm, 50 osebkov v velikostnem razredu 12–15 cm, 150 osebkov v velikostnem razredu 15–20 cm in 100 osebkov v velikostnem razredu 20–25 cm ter 50 dvoletnih osebkov iz gojitvenih potokov. Zaradi poglobljanja struge na območju rezervata je jeseni potekal intervencijski izlov v dveh fazah, skupno 1619 postrvi. Naselili so jih na ribolovnem delu Suhodolnice 1. Štirje ribiči so ulovili 37 potočnih postrvi (g. Mirko Preglav, ustno).

### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 MORFOMETRIČNI PARAMETRI

Na vsakem vzorčnem mestu smo si izbrali 100-metrski odsek vodotoka, na katerem smo izmerili ali ocenili nekatere morfološke lastnosti struge (širina struge, globina vode, tipi vodnih tokov, struktura anorganskega in organskega substrata), fizikalne lastnosti vode (temperatura vode) ter izvedli elektro izlov rib za določitev vrstne sestave, starostne strukture in ocene velikosti populacije posameznih vrst rib.

##### **Meritve širine struge in globine vode:**

Na vsakem odseku so bili prisotni tudi posamezni prostorski tipi po Hawkinsu (1993): tolmun (globoka, počasi tekoča voda), brzica (plitva, turbolentna voda) in življenjski prostor brzica-tolmun (srednja globina in hitrost vode). Glede na vidno heterogenost teh dveh parametrov struge vodotoka smo le-te na posameznem vzorčnem mestu razdelili na transekte. Ti so si vzdolž izbranega odseka vodotoka vzorčnih mestih Suhod 1 in Suhod 2 sledili na vsaka dva metra, na vzorčnih mestih Suhod 3 in Radus na vsakih pet metrov in na vzorčnem mestu Suhod 4 na vsakih 10 metrov. Vsakemu transektu smo izmerili širino struge na cm natančno, na posamezni osmini širine posameznega transeкта pa smo izmerili globino vode na 1 cm natančno. Vsakemu tolmunu smo izmerili največjo dolžino, širino in globino. Delež za posamezen globinski razred pri globinah struge in tolmunov smo dobili tako, da smo število točk merjenja, ki so sovpadale v interval globinskega razreda, delili s številom vseh točk merjenja.

##### **Ocene deležev posameznih kategorij anorganskega in organskega substrata:**

Na vsakem vzorčnem mestu smo na izbranem odseku vodotoka ugotovili posamezne kategorije anorganskega substrata (megalital, makrolital, mezolital, mikrolital, akal, psamal, agrilal) in organskega substrata (alge, potopljeni makrofiti, emergentni makrofiti, živi deli kopenskih rastlin, ksilal (les), večji odmrli organski delci (CPOM), manjši organski delci (FPOM)), nato pa glede na opis posameznih kategorij, ki so prikazane v preglednici 1 (AQEM, 2002) in preglednici 2 (AQEM, 2002), določili njihove deleže za vsako vzorčno mesto.

### Ocene deležev posameznih tipov vodnega toka:

Glede na opis posameznih kategorij v preglednici 3 po Urbanič (2005) smo za vsako vzorčno mesto določili deleže posameznih kategorij tipov tokov, in sicer: prelivanje, lomljene stoječe valove, nelomljene stoječe valove, kipenje, rahlo valovanje, kaotični tok, lateralno premikajoče valove, gladki tok (drsenje) in kategorijo neopaznega toka.

**Preglednica 1:** Razvrstitev anorganskega substrata po velikosti delcev (po AQEM 2002).

KATEGORIJA	OPIS	PREMER DELCEV (cm)
Megalital	Skale, živa skala	> 40
Makrolital	Veliki kamni	20–40
Mezolital	Majhni kamni	6–20
Mikrolital	Veliki prodniki	2–6
Akal	Majhni in srednji prodniki	0,2–2
Psamal	Pesek in blato	0,006–0,2
Agrital	Mulj, glina	< 0,006

**Preglednica 2:** Razdelitev organskih substratov (po AQEM 2002).

KATEGORIJA	OPIS
Alge	Nitaste alge, kosmi alg.
Potopljeni makrofiti	Cvetnice, hare, mahovi.
Emergentni makrofiti	Šaši, trst, rogoz, ježki itd.
Živi deli kopenskih rastlin	Majhne korenine, plavajoči deli obrežne vegetacije.
Ksilal (les)	Debla, veje, odmrle korenine.
Večji odmrli organski delci (CPOM)	Delci > 1 mm, npr. odpadlo listje, iglice.
Manjši odmrli organski delci (FPOM)	Delci v velikosti od 0,45 µm do 1 mm.
»Sewage fungus«	Heterotrofne saprofitske bakterije ( <i>Sphaerotilus</i> , <i>Beggiatoa</i> , <i>Thiothrix</i> ) in glive ( <i>Leptomitus</i> ).

**Preglednica 3:** Razdelitev tipov vodnega toka po Urbanič (2005).

KATEGORIJA	OPIS
Prelivanje	Preliv vode v stiku s substratom (kaskada).
Lomljeni stoječi valovi	Peneči valovi (bela voda).
Nelomljeni stoječi valovi	Valovi, ki se ne penijo.
Kaotični tok	Kombinacija treh ali več tipov tokov brez urejenega vzorca.
Rahlo valovanje	Vodna gladina je brez stoječih valov, voda teče navzdol s skodrano gladino.
Kipenje	Gladina se lomi, kot da bi spodaj izvirala voda.
Lateralno premikajoči valovi	Valovanje ob robu omočenega dela struge.
Gladki tok (drsenje)	Zaznaven tok je gladek, brez vrtincev.
Ni opaznega toka	Voda navidezno stoji (zatoni, zaježitve in mrtvice).

### 3.2 FIZIKALNI PARAMETRI

V času raziskave smo od 12. 6. do 27. 11. 2005 vsako soboto ob istem času na istem senčnem mestu (izjema Suhod 3 z neosenčeno strugo) merili temperaturo vode z živosrebrnim termometrom, in sicer na 0,1°C natančno.

### 3.3 VZORČENJE RIB IN DOLOČANJE NJIHOVE STAROSTI

Izlov rib na posameznih vzorčnih mestih smo opravili v spomladanskem (8. 4. 2005) in jesenskem (13. 10. 2005) obdobju. Izlavljali smo z nahrbtnimi elektroagregati z močjo 0,6-1,5 kW s pomočjo ročne elektrode. Izlov rib je potekal s pomočjo članov Koroške ribiške družine, ki so tvorili ekipo za elektroribolov. Elektroribič je upravljal z anodo, prvi pomočnik je s sakom zajemal ribe, drugi pomočnik pa je nosil elektroagregat in plastično vedro, v katerega je zbiral ujete ribe. Elektroribič je sistematično s kratkimi potegi anode pritegnil ribe iz bližnje okolice in skrivališč, omamljene ribe pa je prvi pomočnik polovil s sakom in jih podal drugemu pomočniku v vedro z vodo. Na zgornjem delu vsakega vzorčnega mesta smo strugo pregradili z mrežo (odprtine velikosti 6 mm), ki je preprečevala, da bi ribe zapustile izmerjeni transekt in ribe izlavljali po toku navzgor (izjema sta bil vzorčni mesti Suhod 1 in Suhod 2, kjer sta že umetni pregradi predstavljali

prepreko). Za oceno velikosti ribje populacije smo ribe na izbranem območju izlovljali trikrat zaporedoma (ob konstantnem naporu lova). Izjema je bila vzorčno mesto Radus spomladi, kjer smo že v drugem izlovu ujeli le nekaj postrvi in majhno število kapljev in larv vzhodnega potočnega piškurja (*Eudontomyzon mariae*), zato smo ocenili, da sta bila dovolj že dva izlova. Ujete ribe smo prenesli v plastične kadi ter jih pred obdelavo omamili (5 g triklormetil propanol/12 l vode). Ujete ribe smo ločili po pododsekih znotraj vsakega vzorčnega mesta. Vsem ribam smo na 1 mm natančno izmerili skupno telesno dolžino (od vrha ust do konca repne plavuti) in jih do 1 g natančno tehtali. Za določanje starosti smo vsaki ribi pod bazo hrbtne plavuti odvzeli luske in jih shranili na košček papirja, katerega smo prepognili in označili vzorčno mesto ter zaporedno številko izlova in številko ribe. Po opravljenih meritvah smo ribe najprej namestili v plastično kad, da so se zbudile iz narkoze, nato pa smo jih dali v lesene polterje ob obrežju reke, kjer so počakale do konca vseh izlovov. Ribe smo nato vrnili nazaj v reko. Drugi izlov je potekal 13. 10. 2005 po enakem postopku, le da smo vzorčno mesto Radus vzorčili trikrat zapored.

Starost rib smo določali v laboratoriju. S pomočjo pincete smo luske prenesli iz papirja na objektno stekelce ter na njih dali nekaj kapljic alkohola, potem pa pokrili z drugim objektnim stekelcem. Objektni stekelci smo na vsaki strani povezali skupaj s samolepilnim trakom. Tako pripravljen preparat smo določali pod lupo s presevno svetlobo pri povečavah 10–40 krat. Na luski so lepo izražene koncentrične krožnice, po katerih lahko določimo starost ribe. V osrednjem delu luske je jasno opazno žarišče ali fokus, od njegove sredine proti robu pa potekajo žarkaste proge ali radiji. Žarišču sledijo pasovi razmaknjenih in stisnjenih koncentričnih krožnic, ki se praviloma izmenjujejo. Razmaknjeni pasovi koncentričnih krožnic predstavljajo obdobje leta, ko je bila rast ribe hitra. Pri nas to obdobje predstavlja poletje, ko je hrane dovolj za rast in razvoj in je temperatura vode visoka. Gostejši pasovi koncentričnih krožnic pa nastanejo pozimi, ko je temperatura vode nizka, hrane je manj in je posledično tudi rast počasnejša. V enem letu nastane po en pas razmaknjenih in stisnjenih koncentričnih krožnic. Pri tem velja mednarodni dogovor, da je 1. januar »rojstni dan« vseh rib na Severni hemisferi (Ambrose Jerald, 1985). Avtor navaja, da kadar ribe izlavljamo v poletnem ali jesenskem času, označimo formirane krožnice med dvema letnikoma (prirast) kot +. V primeru zimskega izlova in po januarju označimo prirast kot polno leto brez prirasta, kljub temu, da je na

luski opazen prirast in ne polno leto (npr. 0+ je 1, 1+ je 2 itd.) (Budinha in sod., 1998). Ko smo določili starost ribjih lusk, smo na vsak preparat z alkoholnim flomastrom napisali vzorčno mesto, zaporedno številko izlova in zaporedno številko ribe.

### 3.4 ANALIZA IZLOVA

Za statistično obdelavo podatkov o izlovih smo uporabili statistični program podjetja Microfish®, s pomočjo katerega smo ocenili številčnost subpopulacij na vzorčnih mestih; pri tem smo s pomočjo računalnika uporabili metodo ocene maksimalne verjetnosti, ki oceni verjetnost za vsako možno oceno populacije, ki je enaka ali večja od vsote vseh vzorčenj, dokler ne dosežemo ocene, ki ima največjo verjetnost. Sam izračun ocene maksimalne verjetnosti temelji na sledečih enačbah (Van Deventer in Platts, 1983):

1. Za katerokoli število vzorčenj,  $T$ ;  $T \geq 2$ , izračunamo celoten ulov,  $S$ ,

$$S = U_1 + U_2 + \dots + U_T, \quad \dots (1)$$

kjer je  $U_i$  enako število rib ulovljenih v  $i$ -tem vzorčenju.

2. Definiramo statističen pojem,  $C$ , ki ga bomo uporabljali v določanju verjetnosti ulova in oceni populacij.

$$C = 1U_1 + 2U_2 + \dots + TU_T. \quad \dots (2)$$

3. Ocenimo verjetnost za vsako možno oceno populacije, ki je enaka ali večja od celotnega ulova.

- a) Definiramo poljubno skupno število,  $I$ , tako, da je

$$N = S + I, \quad \dots (3)$$

kjer je  $N$  ocena populacije, katere verjetnost ocenjujemo in  $I = 0, 1, 2, 3$ , itn.

- b) Definiramo verjetnost ulova,  $P$ , kjer je

$$P(I) = S/(C + TI). \quad \dots (4)$$

- c) Izračunamo vsoto  $H$ , kjer je

$$H(I + 1) = H(I) + Ln(1 + S/(I + 1)), \quad \dots (5)$$

razen, če je  $I = 0$ , potem je  $H(0) = 0$ .

- d) Izračunamo funkcijo verjetnosti  $L$ , kjer je

$$L(I) = H(I) + S \cdot Ln(P(I)) + (C - S + TI) \cdot Ln(1 - P(I)). \quad \dots (6)$$

- e) Dodamo 1 k  $I$  in ponovimo korak 3, dokler ni  $L(I)$  maksimalen.

4. Ko je  $L(I)$  maksimalen je

$$N = S + I \text{ in}$$

$$P = P(I), \quad \dots (7)$$

kjer je zdaj  $N$  ocena maksimalne verjetnosti in  $P$  ocenjena verjetnost ulova.

5. Varianca ocene populacije se izračuna po enačbi :

$$\text{VAR}(N) = \frac{N(1-P)^T(1-P)^T}{(1-(1-P)^T)^2 - (TP)^2(1-P)^{T-1}} \quad \dots (8)$$

6. Varianco za ocenjeno verjetnost ulova dobimo tako, da:

$$\text{VAR}(P) = (PIN)^2(\text{VAR}(N)/(1-P)^{T-1}) \quad \dots (9)$$

Na podoben način se izračuna ocena biomase, le da namesto števila osebkov upoštevamo povprečno težo osebka (Van Deventer in Platts, 1983). Poleg ocene biomase in števila rib smo s pomočjo računalnika z metodo ocene maksimalne verjetnosti izračunali še povprečne teže, dolžine in intervale zaupanja za oceno populacij, biomas in verjetnosti ulova.

### 3.5 KANONIČNA ANALIZA

Za ugotavljanje odnosa med variabilnostjo ribjih združb in njihovim okoljem ter spremenljivk ribiškega upravljanja smo uporabili kanonično analizo. Podatke o ribjih združbah in uporabljenih deskriptorjih smo uredili v matriki. Vsakemu deskriptorju smo določili vrednost glede na vzorčno mesto (SUH 1–4 in RAD) in čas vzorčenja (april ali oktober). V prvi matriki so bile biotske spremenljivke (vrste/starostni razredi – vzhodni pot. piškur, kapelj, manj kot leto stare postrvi, eno-, dve-, tri-, štiri-, pet-, šestletne potočne postrvi). V drugi matriki pa so bili okoljski (oddaljenost od izvira, prod, kamni, nadmorska višina, širina struge, povprečna temperatura) in upravljavski (število vloženega zaroda, število vloženih merskih rib, število izlovljenih merskih rib (upoštevane ribolov)) deskriptorji. Da smo dosegli normalno razporeditev podatkov, smo podatke pretvorili, in sicer tako, da smo vrednosti za kamne in prod pretvorili s pomočjo funkcije

$$y = \arcsin \sqrt{x}, \quad \dots (10)$$

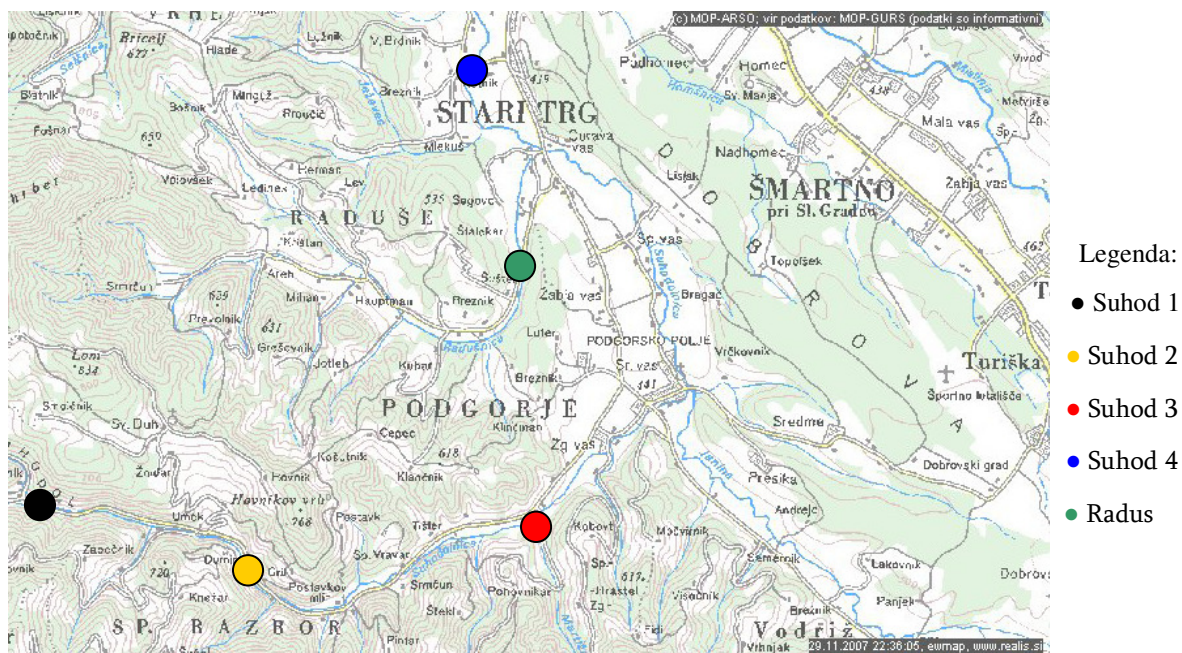
vrednosti upravljaljskih deskriptorjev pa smo podvrgli logaritmski pretvorbi. Za direktno primerjavo matrike vrst in matrike deskriptorjev smo uporabili redundantno analizo

(RDA). Redundantno analizo smo uporabili zato, ker smo imeli majhno število vzorčnih mest in majhno število vrst, ki so bile prisotne na večini vzorčnih mest. Za izvedbo analiz smo uporabili računalniški program CANOCO 4.0 (Software for canonical community ordination, verzija 4) (ter Braak in Šmilauer, 1998). Z delom programa CANOCO 4.0, ki se imenuje CanoDraw, smo izdelali triplot korelacij med vrstami, deskriptorji in lokalitetami.

## 4 REZULTATI

### 4.1 OPIS OBMOČJA RAZISKAV

Reka Suhodolnica izvira pod Kotnikovim vrhom (1220 m) v bližini Spodnjega Razbora na nadmorski višini približno 1043 metrov in se v Slovenj Gradcu izliva v reko Mislinjo. Na tej reki sem izbral štiri vzorčna mesta (Suhod 1–4). Radušnica izvira pod hribom Bricelj (627 m) na nadmorski višini 562 metrov in se pri Curavi vasi izliva v Suhodolnico. Po ribiškem katastru je to gojitveni potok. Na njej je bilo izbrano peto vzorčno mesto (Rapus) (slika 1).



Slika 1: Območje raziskav z označenimi vzorčnimi mesti.



#### 4.1.1 Vzorčno mesto Suhod 1

smo določili ob ribogojnici pod vnožjem Uršlje gore. Dno struge je prekrivala mešanica proda in različno velikih kamnov. Večina večjih kamnov je bila vsaj deloma poraščena z mahovi. Vodni tok je bil močan in zelo kaotičen. Oba bregova reke je večinoma poraščal naraven mešan gozd, le ob ribogojnici je desni breg poraščal travnik. Reka ima tu relativno naravno strugo z minimalnimi človeškimi posegi v strugi. Človek je na tem območju posegal v strugo le z gradnjo dveh lesenih pragov in betoniranjem začetnega dela vzorčnega mesta. Na tem odseku uradno ne poteka vlaganje ribjih mladice, prav tako je ribolov redek.



Slika 2: Suhod 1.

#### 4.1.2 Vzorčno mesto Suhod 2

smo določili niže po toku navzdol v bližini majhne hidroelektrarne. Struga je tu imela podobne karakteristike kot vzorčno mesto Suhod 1. Tudi tu je dno prekrivala mešanica proda in različno velikih kamnov, ki so bili v večjem deležu porasli z mahovi. Vodni tok je bil močan in kaotičen. Oba bregova je poraščal mešan listnat gozd. Struga je bila regulirana le na koncu vzorčnega mesta.



**Slika 3:** Suhod 2.

#### **4.1.3 Vzorčno mesto Suhod 3**

smo določili v bližini Podgorja v Slovenjegraški kotlini. Tu je struga že močno regulirana. Na dnu struge je prevladoval pesek. Kamni so bili razporejeni le na nekaterih mestih v strugi. Posamezni kamni so bili poraščeni z mahovi. Vodni tok je bil mirnejši, prevladoval je tip nelomljenih stojećih valov. Obrežno vegetacijo so sestavljale različne obvodne zeli, senčenja struge praktično ni bilo. To je ribolovno območje, kamor ribiči intenzivno vlagajo mladice.



**Slika 4:** Suhod 3.

#### 4.1.4 Vzorčno mesto Suhod 4

smo določili v Starem trgu pri Slovenj Gradcu. Na dnu struge je prevladoval pesek. Na nekaterih mestih so bili v strugi prisotni manjši kamni, nekateri med njimi so bili poraščeni z mahovi. Tok je bil precej miren, prevladoval je tip rahlega valovanja. Struga ima obliko kanala, večina obrežne rasti na levem bregu je odstranjena, breg reke porašča trava. Na desnem bregu je ozek pas mešanega listnatega gozda. Ta predel je v ribiškem katasterju opredeljen kot rezervat za lipane (*Thymallus thymallus*).



Slika 5: Suhod 4.

#### 4.1.5 Vzorčno mesto Radus

smo določili v bližini naselja Raduše. Tu je potok tipičen nižinski vodotok z menjajočimi plitvejšimi predeli in globokimi tolmoni ob zavojih. Na dnu je prevladoval argilal, v plitvejših delih pa prod. V strugi so bili prisotni le posamezni večji kamni. Tok je bil precej počasen, prevladoval je tip drsenja, v plitvejših delih pa tip nelomljenih stoječih valov. Mah je poraščal majhen delež kamnov. Na območju vzorčnega mesta je bilo naravno rastje večinoma odstranjeno, le na koncu bregove porašča ozek pas mešanega gozda. Na levi strani struge je travnik, na desni pa koruzna njiva. V zgornjem delu pri mostu je potok reguliran. Potok je v ribiškem katasterju označen kot gojitveni potok.



Slika 6: Radus.

## 4.2 MORFOMETRIČNI PARAMETRI

### 4.2.1 Širina struge

**Preglednica 4:** Minimalne, povprečne in maksimalne širine strug ter standardne deviacije širine strug na vzorčnih mestih Suhod 1–4 in Radus, merjene dne 15. 08. 2005.

Vzorčna mesta	Suhod 1	Suhod 2	Suhod 3	Suhod 4	Radus
minimalna širina (v m)	3,10	3,70	3,60	5,40	2,10
povprečna širina (v m)	4,08	4,63	4,66	6,18	2,90
maksimalna širina (v m)	5,60	6,00	7,20	7,20	4,90
standardna deviacija širine	0,660	0,515	0,981	0,480	0,747

Najmanjšo razliko med minimalno in maksimalno širino struge je imelo vzorčno mesto Suhod 4, majhno razliko med tema dvema kategorijama pa sta imeli tudi vzorčni mesti Suhod 1 in 2. Majhna razlika pri vzorčnem mestu Suhod 4 je bila posledica kanaliziranosti reke Suhodolnice na tem območju, saj je bila razlika med minimalno in maksimalno širino

struge pri vzorčnem mestu Radus precej višja. Oba odseka vodotokov sta bila na nižinskem delu vodotokov. Nizki razliki pri Suhod 1 in 2 pa sta bili posledici oblike strug, ki sta imeli na teh dveh vzorčnih mestih visok strmec, ki je onemogočal večje rečne zavoje. Največjo standardno deviacijo širine je imelo vzorčno mesto Suhod 3 (preglednica 4).

#### 4.2.2 Globina vode

Deleže za posamezno kategorijo globine vode smo določili iz podatkov, ki smo jih dobili z merjenjem globine, kar je podrobneje opisano v metodah. Zato niso zabeležene globine vode med posameznimi transekti, kar je gotovo imelo majhen vpliv na določanje deleža globin. Tudi vrednost 0 ne pomeni, da je tam voda zelo plitva, ampak je prišla točka merjenja globine na kamen v strugi. Posledično je globina tu znašala 0 cm, čeprav je lahko bila okoliška voda globoka. Seveda pa nam lahko ta podatek sporoča o hetrogenosti okolja, kar je bil primer pri Suhod 1 in 2.

Povprečna globina vode na vzorčnem mestu Suhod 1 je znašala 18,2 cm. Tretjina struge (33,5 %) je bila plitvejša od 10 cm. Približno četrtnina struge je bila globoka 10–20 cm (25,6 %) in 20–30 cm (25,6 %). Le 15,1 % struge je bilo globlje od 30 cm in s tem primerne za naselitev večjih rib, od tega je bilo le 2,1 % struge globlje od 40 cm. Skupno je bilo 59,1 % struge plitvejše od 20 cm, 40,4 % struge je bilo globoke 20–50 cm in le 0,2 % struge je bilo globlje od 50 cm (slika 7). Za Suhod 1 so bili značilni številni majhni tolmunji, vsega skupaj 24 tolmunov. Največ tolmunov je bilo globokih 30–40 cm (33,3 %) in 40–50 cm (33,3 %), nekaj manj (25 %) je bilo globokih 20–30 cm. Le dva tolmana sta bila globlja od 50 cm, eden je bil globok 54,3 cm, drugi pa kar 140 cm. Najplitvejši tolmun je bil globok le 24,1 cm (slika 8).

Povprečna globina vode na vzorčnem mestu Suhod 2 je bila v primerjavi s Suhod 1 nekoliko višja in je znašala 20,2 cm. Zopet je bila tretjina struge (30,7 %) plitvejša od 10 cm. Globinam 10–20 in 20–30 cm je pripadal enak delež (22,9 %). V primerjavi s Suhod 1 je bil večji delež struge z globino vode večjo od 30 cm večji (23,6 %), predvsem na račun deleža globine 30–40 cm (20,6 %). 3 % struge je bilo globlje od 40 cm. Skupno je bilo 53,3 % struge plitvejše od 20 cm, 46,1 % struge je bilo globoke 20–50 cm, le 0,4 % struge pa je

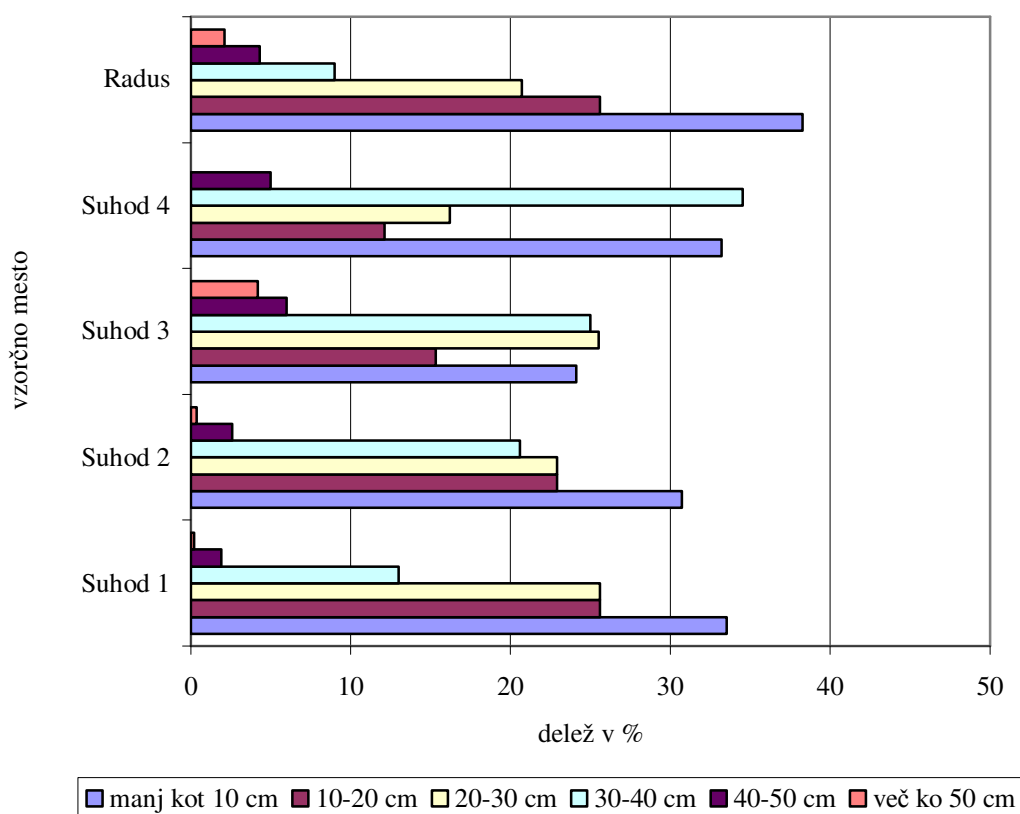
bilo globlje od 50 cm (slika 7). Na Suhod 2 smo našli 19 tolmunov; praviloma so bili večji in globlji kot na Suhod 1 mestu. Večina tolmunov je bilo globokih 30–40 (42,1 %) in 40–50 cm (42,1 %). Trije tolmeni (16 %) so bili globlji od 50 cm; dva sta bila globoka 55,6 in 50,3 cm, najgloblji je bil globok 76,3 cm. Najplitvejši tolmun je bil globok 33,4 cm (slika 8).

Vzorčno mesto Suhod 3 je imelo največjo povprečno globino vode, kar 27,4 cm. Le dobra četrina (24,1 %) struge je bilo plitvejša od 10 cm. Največji del struge je bil globok 20–30 cm (25,5 %), visok delež so imele globine vode 30–40 cm (25 %). V primerjavi s Suhod 1 in 2 se je znižal delež globin 10–20 cm (15,3 %), zato pa se je povečal delež struge globlje od 30 cm (35,2 %). 10,2 % struge je bilo globlje od 40 cm. Skupno je bilo le 39,4 % struge plitvejša od 20 cm, kar 56,5 % struge je bilo globoke 20–50 cm, medtem ko je bilo 4,2 % struge globlje od 50 cm (slika 7). Vseh tolmunov je bilo le 10. Večina tolmunov je bila na desni strani struge, ki so se na nekaj predelih zajedali v breg. Trije tolmeni (30 %) so bili globoki 30–40 cm, po dvoje tolmunov (20 %) pa je bilo globokih 40–50 cm in 50–60 cm. Trije tolmeni so bili globlji od 50 cm, in sicer 65,3 cm, 67,7 cm in najgloblji 84,5 cm. Najplitvejši tolmun je bil globok 32,3 cm (slika 8).

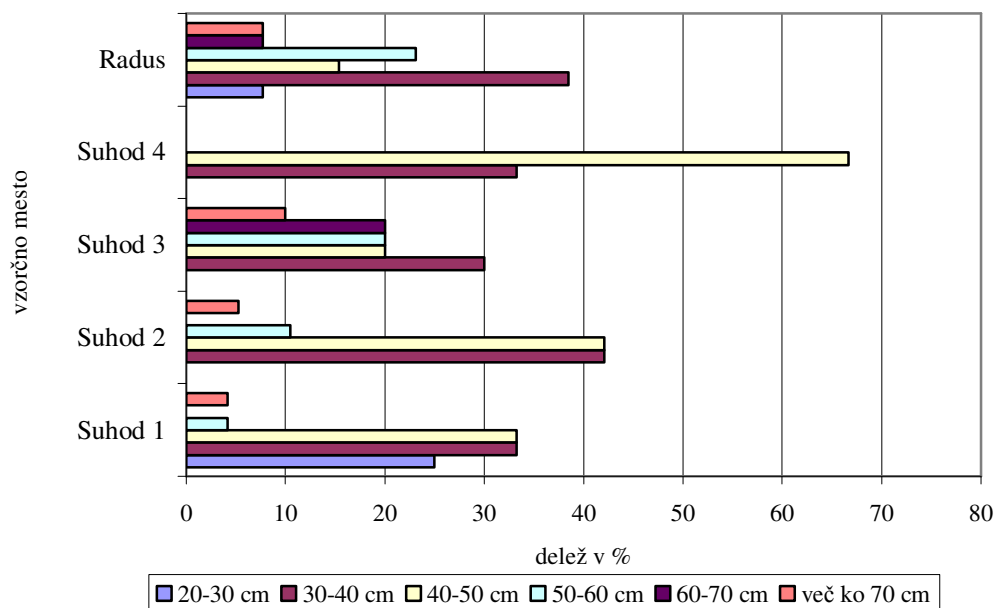
Povprečna globina vode na vzorčnem mestu Suhod 4 je znašala 22,8 cm. Tretjina struge (33,2 %) je bila plitvejša od 10 cm. Močno se je zmanjšal delež globin vode 10–20 cm (12,1 %) in globin 20–30 cm (16,2 %). Največ struge je bilo globoke 30–40 cm (34,5 %), 5 % struge pa je bilo globoke 40–50 cm. Skupno je bilo 44,3 % struge plitvejša od 20 cm, 55,6 % struge pa je bilo globoke od 20 do 50 cm (slika 7). Na Suhod 4 je bilo le devet tolmunov, ki so bili ozki in podolgovati in so se večinoma nahajali na levi strani struge. Tretjina tolmunov (33,3 %) je bila globokih 30–40 cm, preostali (66,7 %) so bili globoki 40–50 cm. Najplitvejši tolmun je bil globok 32,3 cm, najgloblji pa le 49,4 cm (slika 8).

Povprečna globina vode v potoku Radušnica (vzorčno mesto Rados) je bila nižja kot na vseh vzorčnih mestih na Suhodolnici in je znašala le 17,6 cm. Več kot tretjina struge (38,3%) je bilo plitvejša od 10 cm. Približno četrina struge (25,64 %) je bilo globoke 10–20 cm, znaten delež pa so prispevale še globine vode 20–30 cm (25 %). Le 15,4 % struge je bilo globlje od 30 cm; od tega je bilo 6,4 % struge globlje od 40 cm. Skupno je bilo kar 63,9 % struge plitvejša od 20 cm, 39,3 % struge je bilo globoke 20–50 cm in 2,1 % struge

je bilo globlje od 50 cm (slika 7). Za to vzorčno mesto so bili značilni obsežni tolmeni, ki so se nahajali v zavojih potokov; skupno jih je bilo trinajst. En tolmun je bil plitvejši od 30 cm, večina (38,5 %) pa je bilo globokih od 30 do 40 cm. 15,4 % tolmunov je bilo globokih 40–50 cm. Kar pet tolmunov je bilo globljih od 50 cm; od tega so bili trije (23,1 %) globoki 50–60 cm, eden je bil globok 63,1 cm. Najgloblji je bil globok 72,4 cm, najplitvejši tolmun pa je bil globok 24,3 cm (slika 8).



**Slika 7:** Deleži posameznih kategorij globine vode na vzorčnih mestih, izračunanih na osnovi meritev globine vode dne 15. 08. 2005.



**Slika 8:** Deleži posameznih kategorij globine tolmunov na vzorčnih mestih, izračunanih na osnovi meritev globine vode dne 15. 08. 2005.

#### 4.2.3 Anorganski in organski substrat

Na nobenem vzorčnem mestu nismo v strugi obravnavanih vodotokov opazili primerka makrofitov ali večjih makroskopskih alg. Substrat na dnu vodotokov so le v manjši meri preraščale perifitonske alge in mahovi. Edina kategorija organskega substrata, ki je bila zastopana na posameznih vzorčnih mestih v omembe vrednih količinah in bi lahko nekaj pomenila pri oceni populacije potočne postrvi, je bila kategorija ksilala. Le-to smo v prikazu priključili k oceni deleža anorganskega substrata, preostali delež organskega substrata pa smo zanemarili.

Na vzorčnem mestu Suhod 1 reka ni kazala vidnejšega človeškega poseganja v njeno strugo. Le na začetku Suhod 1 je imela reka betonsko pregrado, saj je bila tu locirana ribogojnica. Lesena pragova sta razdelila reko na tri dele. Pragova sta skupaj s posameznimi vejami predstavljala 2 % pokrovnosti struge. Osnovni substrat Suhod 1 so sestavljali prod in manjši kamni (mezolital). Megalital in makrolital sta imela visoke deleže v pokrovnosti struge (oba okoli 15 %), saj je bila struga polna velikih kamnov, največja skala je imela celo premer večji od enega metra. Skupen delež mezolitara je bil 24



%, mikrolitala 34 % in akala 8 %. Na začetku Suhod 1 je bilo v strugi več akala, v preostalem delu pa je prevladoval mikrolital (slika 9).

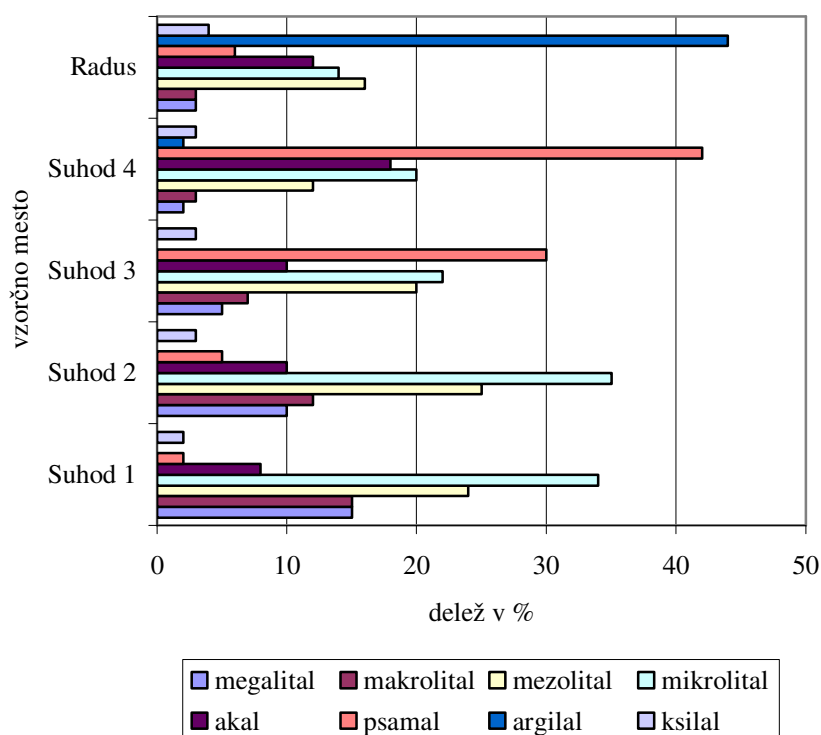
Vzorčno mesto Suhod 2 je imelo podobno strukturo substrata kot Suhod 1, le da je bil na tem mestu opažen večji delež finega materiala. Najvišje deleže pokrovnosti sta imela mezolital (25 %) in mikrolital (35 %), povišal pa se je delež akala (10 %). Manj je bilo megalitala (12 %), zmanjšal se je delež makrolitala (10 %). Za razliko od Suhod 1 je imel Suhod 2 nekoliko večji delež psamala, saj je imel znaten delež le-tega na začetku vzorčnega mesta, medtem ko je bil v preostalem delu prisoten na obrežju struge in v tolmunih (skupna pokrovnost 5 %). Ksilal je bil prisoten v obliki dveh lesenih pragov in posameznih vej v strugi (pokrovnost struge 3 %) (slika 9).

Na vzorčnem mestu Suhod 3 je bila reka regulirana in deloma kanalizirana. Megalital (5 %) in makrolital (7 %) sta imela precej nizko pokrovnost. Večji delež teh dveh kategorij so predstavljali različno veliki kamni, ki so imeli funkcijo utrjevanja obrežja. V strugi je bilo le nekaj večjih kamnov. Še vedno je velik delež pokrovnosti struge pripadal mezolitalu (20 %), zmanjšal pa se je delež mikrolitala (22 %). Predvsem se je močno povečal delež psamala, ki je bil prevladujoč tip substrata v sredini Suhod 3 (30 %). Argilal je bil prisoten ob robovih struge in na najglobljih predelih tolmunov (3 %). V strugi so bili še posamezni lesni ostanki v obliki vej (3 %). Na začetku in koncu Suhod 3 je imela reka hitrejši vodni tok, zato je prevladoval prod, medtem ko so bili za sredino Suhod 3 značilni obsežni tolmoni in finejši substrat (slika 9).

Na vzorčnem mestu Suhod 4 je bila reka popolnoma kanalizirana z enotnim vodnim tokom na celotnem območju. Največ je bilo psamala, ki je prevladoval v drugi polovici Suhod 4 (42 %). Precej se je zmanjšal delež mezolitala in proda, ki je bil v drugi polovici Suhod 4 prisoten le še v obliki posameznih krp (mezolital 12 %, mikrolital 20 % in akal 18 %). Levi del brega je bil učvrščen s kamnitimi platami. Te so predstavljale večino v kategorijah megalitala in makrolitala (obe skupno 5 %). Argilal je imel nizek delež. Razen večjih količin naplavljenih vej na sredini Suhod 4 je bilo v strugi le malo ksilala (3 %) (slika 9).

Za vzorčno mesto Radus je bila značilna izmenjava plitvejših prodnatih odsekov z obsežnimi tolmoni z glinenim dnem. Ker je Radušnica nižinski potok, je prevladoval

finejši substrat. Zato je bil na RADIUS delež megalitala in makrolitala najmanjši, le 3 % pokrovnosti. Obe kategoriji sta imeli večji delež čisto na začetku vzorčnega mesta RADIUS, ki je bilo deloma regulirano; večinoma pa so bili v strugi le posamezni večji kamni. V plitvejših delih je bil osnovni substrat struge mezolital in prod. Skupno je bilo mezolitala 17 %, mikrolitala 14 % in akala 12 %. Psamal je dosegel 6 % pokrovnosti substrata. Prevladujoči tip substrata na RADIUS je bil argilal, ki je pokrival večino dna tolmunov (skupen delež 44 %). Na nekaterih mestih v strugi so bili prisotni večji kupi ksilala (skupno 4 %) (slika 9).



Slika 9: Struktura in deleži posameznih kategorij substrata na vzorčnih mestih.

#### 4.2.4 Tipi tokov

Različni tipi vodnih tokov se oblikujejo glede na hitrost vodnega toka in strukturo dna struge, kar se opazi pri videzu gladine vodotoka. Razburkana gladina vodotoka nakazuje visoko hitrost vodnega toka in številne nepravilnosti v strugi (različno veliki kamni, vejevje, manjše poglobitve v sami strugi), ki lahko ustvarjajo tokove in protitokove, ki se mešajo med sabo (kaotični tok, lomljeni stoječi tokovi). Nasprotno pa je mirna gladina

značilna za nižinske vodotoke z nizko hitrostjo vodnega toka in globljo vodo (drsenje, tip brez opaznega toka). Tako nam lahko različni tipi vodnega toka posredno dajo podatke o substratu in lastnostih struge vodotoka (različne globine struge). Ker v naši raziskavi nismo merili hitrost vodnega toka, čeprav je to pomemben prostorski dejavnik pri potočni postrvi, so nam prevladujoči tipi vodnih tokov na obravnavanih vzorčnih mestih omogočili posredno primerjavo hitrosti vodnega toka med njimi.

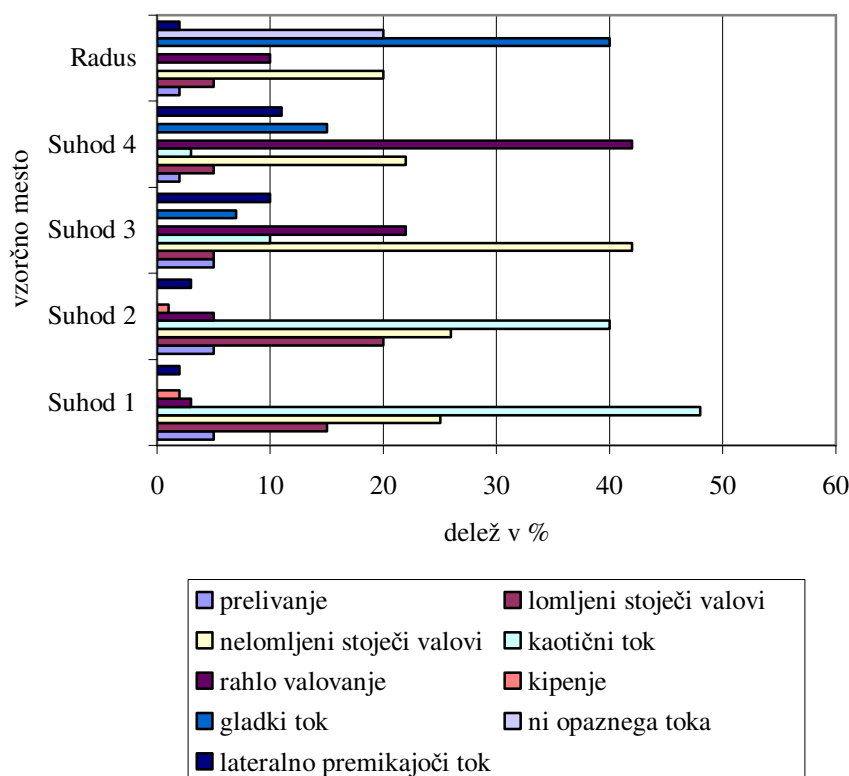
Številne nepravilnosti anorganskega substrata v strugi vodotoka na Suhod 1, kot so npr. veliki kamni (mega- in mikrolital), so povzročale združevanje različnih tipov tokov v kaotični tok, ki je bil prevladujoč tip tokov na območju obravnavanega vzorčnega mesta. Njegov delež je znašal 49 %. Dokaj visok delež sta imela tudi tipa nelomljenih (25 %) in lomljenih stoječih valov (15 %). V treh največjih tolmunih je bil prisoten tip rahlega valovanja, tako da je bil opazen tok tudi na najmirnejših delih struge. Tipi kipenja, prelivanja in lateralnega premikajočega toka so imeli majhne deleže (slika 10).

Suhod 2 je imela podobno heterogeno strukturo struge kot Suhod 1, zato je prišlo tudi do podobnih razmerij med posameznimi tipi tokov. Še vedno je prevladoval tip kaotičnega toka, le da je bil njegov delež v primerjavi s Suhod 1 malo manjši (40 %). Delež tipov nelomljenih (26 %) in lomljenih stoječih valov (20 %) je bil podobno velik kot pri Suhod 1, malce višji pa je bil delež rahlega valovanja (5 %). Tipi kipenja (1 %), prelivanja in lateralnega premikajočega toka so imeli majhne deleže (5 % oziroma 3 %) (slika 10).

Na vzorčnem mestu Suhod 3 se je tok že precej umiril, zato se je zelo zmanjšal delež tipa kaotični tok, njegov delež je padel na 10 %. Namesto njega je na tem vzorčnem mestu prevladoval tip nelomljenih stoječih valov (40 %). Na mirnejših predelih je bil prisoten tip rahlega valovanja (22 %), na nekaj najbolj mirnih predelih pa tip drsenja oz. gladkega toka (5 %). Tip lomljenih stoječih valov je bil prisoten le v fragmentih, zato je znašal njegov delež le 5 %. Zaradi mirnejšega toka in širše struge se je v primerjavi s Suhod 1 in 2 povečal delež lateralno premikajočega toka. Ta tip tokov je na Suhod 3 dosegel 10 % (slika 10).

Prevladujoč tip tokov na Suhod 4 je bil tip rahlega valovanja, njegov delež je znašal 42 %. V zgornjem delu tega vzorčnega mesta je imel velik delež tip nelomljeni stoječi valovi, na celotnem vzorčnem mestu pa je bil njegov delež 22 %. Tip lomljenih stoječih valov (5 %) in tip kaotični tok (3 %) sta bila prisotna le še v obliki posameznih fragmentov. Na najbolj mirnih predelih je bil prisoten tip gladki tok (15 %). Zaradi mirnega toka in regulacije je bil velik delež tipa lateralni premikajoči tok, in sicer kar 11 % (slika 10).

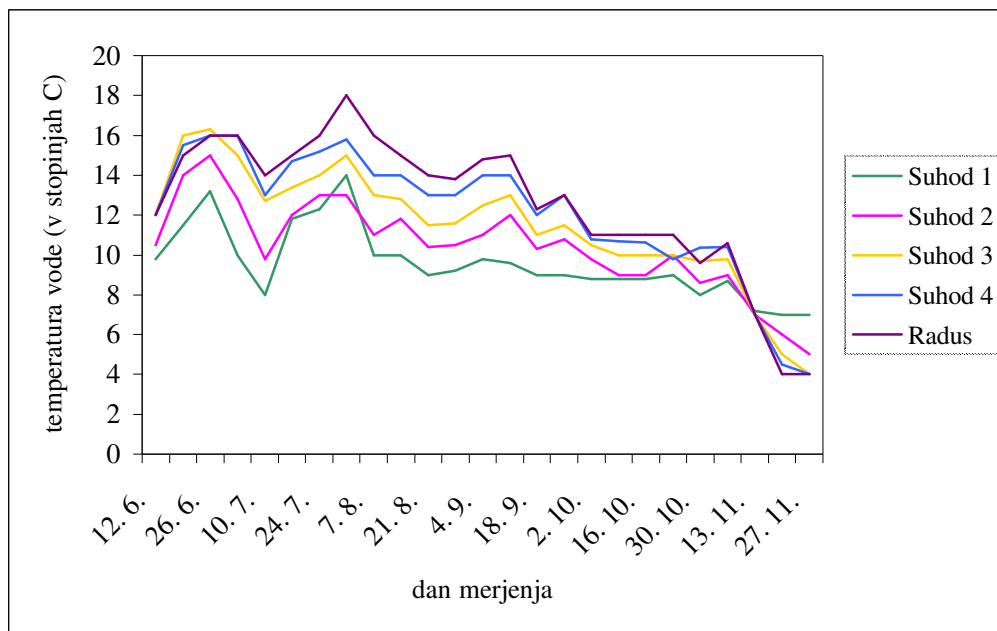
Zaradi velikih tolmunov je bil prevladujoč tip tokov na vzorčnem mestu RADIUS gladki tok (41 %). Precej velik delež je pripadal tipu brez opaznega toka (20 %), ki je bil prisoten v sredini tolmunov. V plitvejših predelih je bil prisoten tip nelomljenih stoječih valov, njegov delež je znašal 20 %. Razen na začetku RADIUS je bil delež lomljenih stoječih valov majhen, le 5 %. V prehodnih območjih med plitvejšimi deli in tolmini je prevladoval tip rahlega valovanja (10 %). Tip lateralni premikajoči tok in tip prelivanje sta imela majhen delež (oba 2 %) (slika 10).



**Slika 10:** Tipi tokov in njihovi deleži na vzorčnih mestih.

## 4.3 FIZIKALNI PARAMETRI

### 4.3.1 Temperatura vode



**Slika 11:** Meritve temperature vode na posameznih izbranih vzorčnih mestih v reki Suhodolnici in potoku Radušnica tekom leta 2005.

V obeh vodotokih, Suhodolnici in Radušnici, smo opazili običajno spreminjanje temperature vode na obravnavanih vzorčnih mestih tekom leta (slika 11). Od spomladi do poletja je temperatura vode naraščala, dosegla najvišje vrednosti konec poletja in se počasi zniževala proti zimi. Z oddaljenostjo od izvira je naraščala temperatura vzorčnih mest, tako da je imelo vzorčno mesto Suhod 1 najnižje, vzorčno mesto Radus pa najvišje temperature. Ta trend se je spremenil po 6. 11., ko je močno padla temperatura ozračja. Teden kasneje so bile namreč temperature vseh vzorčnih mest enake, in sicer 7°C, potem pa so začele temperature vode padati na vseh vzorčnih mestih, razen na Suhod 1. Najbolj je temperatura padla na vzorčnem mestu Radus (na 4°C), medtem ko se je na Suhod 3 in Suhod 4 znižala za dve stopinji. Obravnavana vodotoka ležita v Slovenjegraški kotlini, za katero je značilen zimski temperaturni obrat. Zaradi tega se je voda dveh višje ležečih vzorčnih mest počasneje ohlajala (Suhod 2) oziroma se je ustalila pri vrednosti 7°C (Suhod 1), medtem ko je pri nižje ležečih vzorčnih mestih (Suhod 3 in Suhod 4 ter Radus) temperatura vode hitro padla.

#### 4.4 ANALIZA RIBJIH POPULACIJ

##### 4.4.1 Starostna struktura, ocena naseljenosti in biomasa potočnih postrvi v pomladanskem obdobju

Na vzorčnem mestu Suhod 1 smo izlovili 162 rib, in sicer 161 potočnih postrvi in enega kaplja. Na Suhod 1 so prevladovale 1+ postrvi, ki so predstavljale kar 69,8 % izlova. Nekaj več kot četrtnina ujetih rib je bila stara 2+ (25,9 %). Preostanek ulova pa so predstavljale postrvi stare 3+ (2,5 %) in po en osebek postrvi star 4+ in postrvi stare 6+, ki smo ju ulovili v največjem tolmunu v prvem sektorju Suhod 1 (slika 12). Naseljenost rib na vzorčnem mestu Suhod 1 smo ocenili na 41 osebkov/100 m<sup>2</sup>. Glede na starostno strukturo je bilo največ 1+ postrvi (28,67 osebkov/100 m<sup>2</sup>), precej manj je bilo dvoletnih postrvi (10,78 osebkov /100 m<sup>2</sup>), medtem ko so preostali starostni razredi prispevali k oceni manj kot 1 osebek /100 m<sup>2</sup>: 3+ postrvi 0,98 osebkov/100 m<sup>2</sup>, 4+ in 6+ pa 0,24 osebkov/100 m<sup>2</sup> (slika 13). Biomasa rib na Suhod 1 je bila ocenjena na 1418 g/100 m<sup>2</sup>. Največ so k biomasi prispevale 1+ in 2+ postrvi (582 g/100 m<sup>2</sup> in 448 g/100 m<sup>2</sup>) ter biomasa šestletnega osebkov (262 g/100 m<sup>2</sup>) (slika 14).

Na vzorčnem mestu Suhod 2 smo izlovili 158 rib, in sicer 153 potočnih postrvi in pet kapljev (3,8 %). Starostna struktura je bila na Suhod 2 bolj heterogena, saj ni bilo takšne dominacije enoletnih postrvi. Največ je bilo postrvi starih 1+ (46,8 %), znatno velik delež so imele tudi 2+ postrvi (34,2 %), precej veliko pa je bilo tudi 3+ postrvi (14,7 %). V najglobljih tolmunih tega vzorčnega mesta smo izlovili tri štiriletne postrvi (1,9 %) in eno 5+ postrv (slika 12). Naseljenost rib na vzorčnem mestu Suhod 2 smo ocenili na 36 osebkov/100 m<sup>2</sup>. Glede na starostno strukturo je bilo največ 1+ postrvi (16,63 osebkov/100 m<sup>2</sup>), veliko je bilo tudi dvoletnih (2+) postrvi (11,66 osebkov/100 m<sup>2</sup>) in triletnih (3+) postrvi (4,32 osebkov/100 m<sup>2</sup>), medtem ko je bilo 4+ postrvi manj (0,648 osebkov/100 m<sup>2</sup>). Visoko smo ocenili tudi delež kapljev (2,16 osebkov/100 m<sup>2</sup>) (slika 13). Biomasa rib na Suhod 2 smo ocenili na 1113 g/100 m<sup>2</sup>. Največ so k biomasi prispevale 2+ (381 g/100 m<sup>2</sup>), 3+ (275 g/100 m<sup>2</sup>) in 1+ postrvi (212 g/100 m<sup>2</sup>) (slika 14).

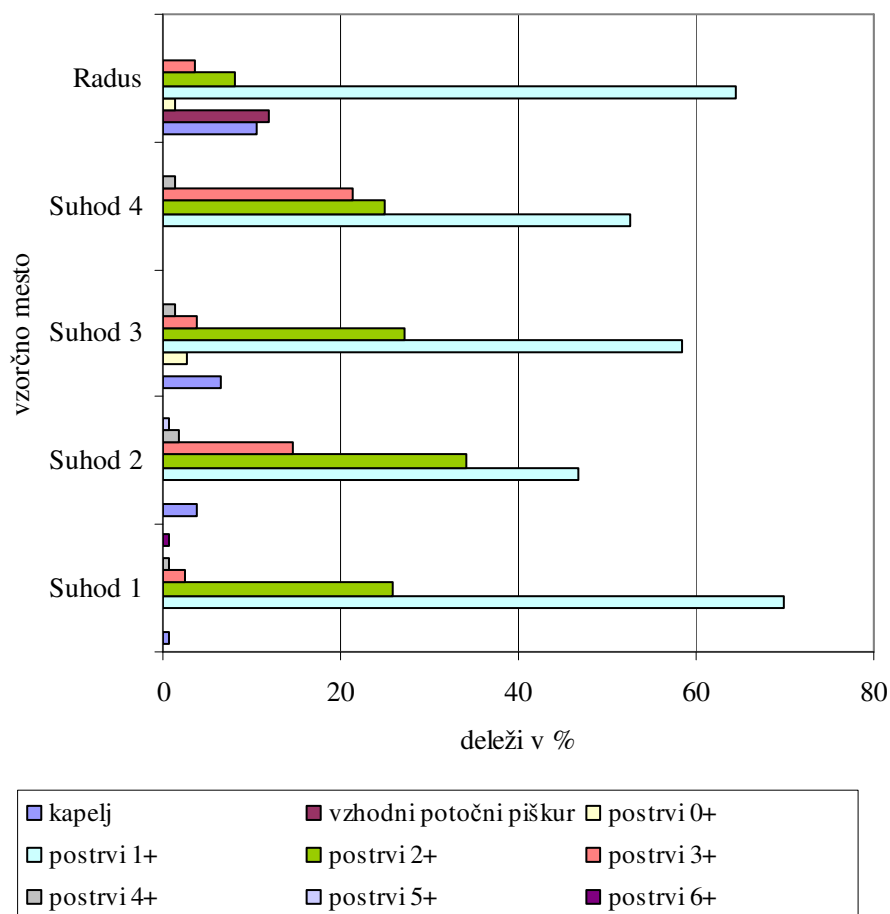
Na vzorčnem mestu Suhod 3 smo izlovili le 77 rib, in sicer 72 potočnih postrvi in pet kapljev (6,5 % izlova). Največ je bilo 1+ postrvi (58,4 %), malo manj kot tretjino je bilo 2+

postrvi (27,3 %). Tu smo izlovili tudi dve manj kot leto dni stari postrvi (0+) (2,6 %), eno 4+ (1,3 %) in tri 3+ postrvi (3,9 %) (slika 12). Naseljenost rib je bila ocenjena le na 16 osebkov/100 m<sup>2</sup>. Glede na starostno strukturo je bilo največ 1+ postrvi (9,66 osebkov/100 m<sup>2</sup>), več kot polovico manj je bilo 2+ postrvi (4,51 osebkov/100 m<sup>2</sup>) (slika 13). Nizko smo ocenili tudi biomaso Suhod 3, le 499 g/100 m<sup>2</sup>. Največ so k biomasi prispevale 2+ postrvi (270 g/100 m<sup>2</sup>). Le biomasa 1+ postrvi je preseгла vrednost 100 g/100 m<sup>2</sup> (115 g/100 m<sup>2</sup>), medtem ko so preostale starostne skupine potočnih postrvi imele precej nižjo biomaso (slika 14).

Vzorčno mesto Suhod 4 je spadalo v območje rezervata, ki je bil tudi najbolj reguliran del reke Suhodolnice z malo skrivališči, kar je bilo vidno tudi v ulovu. Čeprav je bila reka tu najširša, smo dobili le 77 rib, in sicer same potočne postrvi. V ulovu so prevladovali 1+ postrvi (52,5 %), velik delež pa so imele tudi 2+ (25 %) in 3+ postrvi (21,3 %). Poleg teh starostnih skupin je bila v ulovu prisotna še ena postrv stara 4+ (slika 12). Naseljenost rib na Suhod 4 je bila ocenjena le s 13 osebkov/100 m<sup>2</sup>. Glede na starostno strukturo je bilo največ 1+ (6,8 osebkov/100 m<sup>2</sup>) in 2+ postrvi (3,24 osebkov/100 m<sup>2</sup>), medtem ko je bilo 3+ postrvi 2,75 osebkov/100 m<sup>2</sup> (slika 13). Prav tako je bila ocena biomase Suhod 4 precej nizka, manj kot 500 g/100 m<sup>2</sup> (435 g/100 m<sup>2</sup>). Največ so k skupni biomasi prispevale 3+ (216 g/100 m<sup>2</sup>) in 2+ postrvi (102 g/100 m<sup>2</sup>) (slika 14).

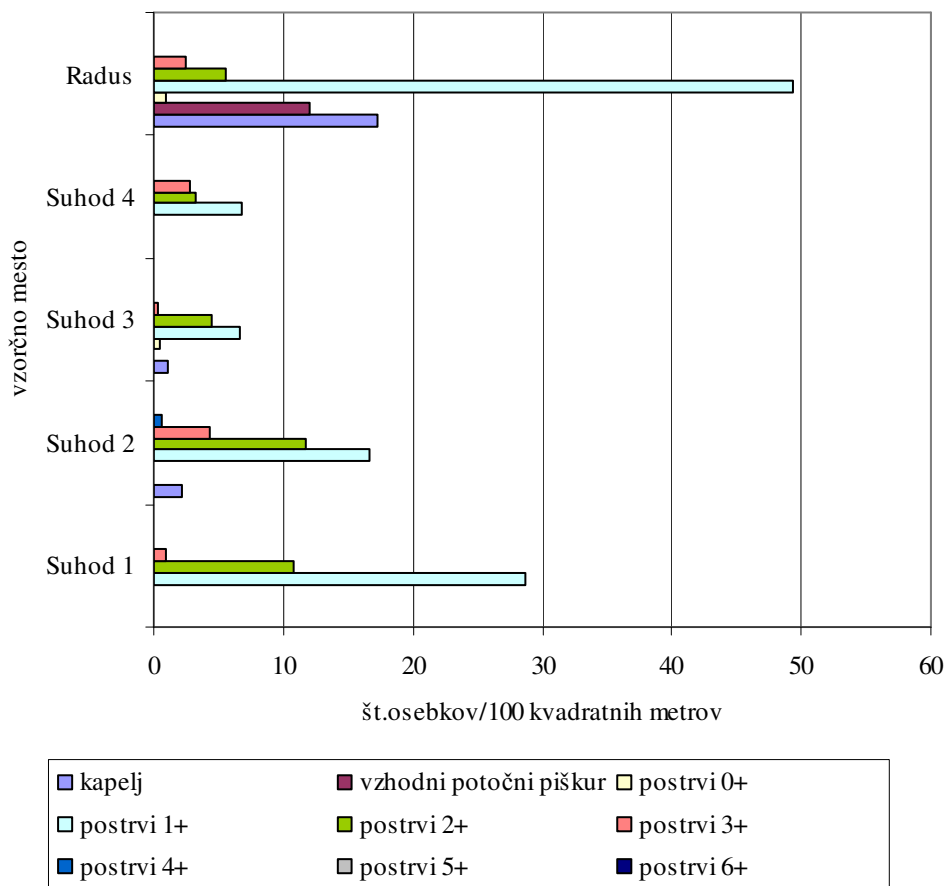
Na vzorčnem mestu Radus, v območju gojitvenega potoka, smo izlovili kar 230 rib in obloustk. Zaradi velikega deleža glinenega dna smo tu ulovili precejšnje število vzhodnih potočnih piškurjev, večinoma larve in dva odrasla osebk (11,8 %). Velik delež v ulovu so imeli tudi kaplji (10,5 %) različnih velikosti. Visok delež nesalmonidnih vrst je pripomogel tudi k temu, da smo vzorčili le dvakrat, saj so že v drugem izlovu prevladovali nesalmonidne vrste. Ker je naš izlov potekal približno eno leto po vložitvi postrvjih mladice v Radušnico, so po pričakovanjih prevladovali 1+ postrvi (64,5 % oziroma 83,04 % vseh postrvi), majhen delež k skupnemu ulovu so še prispevale 2+ postrvi (8,2 %). Poleg teh smo ulovili še nekaj postrvi, starih manj kot leto (0+; 1,4 %) in nekaj postrvi starih 3+ (3,6 %) (slika 12). Naseljenost rib smo ocenili na 87 osebkov/100 m<sup>2</sup>. Ker smo vzorčili le 2-krat, se ocena populacij in dejansko število ulovljenih osebkov razlikujeta. Predvsem se je povečal delež nesalmonidnih vrst (vzhodni potočni piškur 11,96 osebkov/100 m<sup>2</sup> in kapelj

17,18 osebkov/100 m<sup>2</sup>; skupaj tretjina celotnega ulova), kar se je pokazalo tudi v trendu naraščanja deleža nesalmonidnih vrst skozi posamezni vzorčenji. Glede na starostno strukturo je bilo največ 1+ postrvi (49,39 osebkov/100 m<sup>2</sup>). Znatno manj je bilo 2+ (5,52 osebkov/100 m<sup>2</sup>) in 3+ postrvi (2,45 osebkov/100 m<sup>2</sup>) (slika 13). Biomasa rib in oblusk smo ocenili na 1142 g/100 m<sup>2</sup>, kar je manj, kot bi se dalo sklepati po številu ulovljenih osebkov, kar je posledica majhne biomase vzhodnih potočnih piškurjev, ki so prispevali pomemben delež v ulovu. Največ so k oceni biomase prispevale 1+ (472 g/100 m<sup>2</sup>) in 2+ (219 g/100 m<sup>2</sup>) postrvi. Na račun velike biomase posameznih osebkov so imele znaten delež še 3+ postrvi (207 g/100 m<sup>2</sup>) (slika 14).

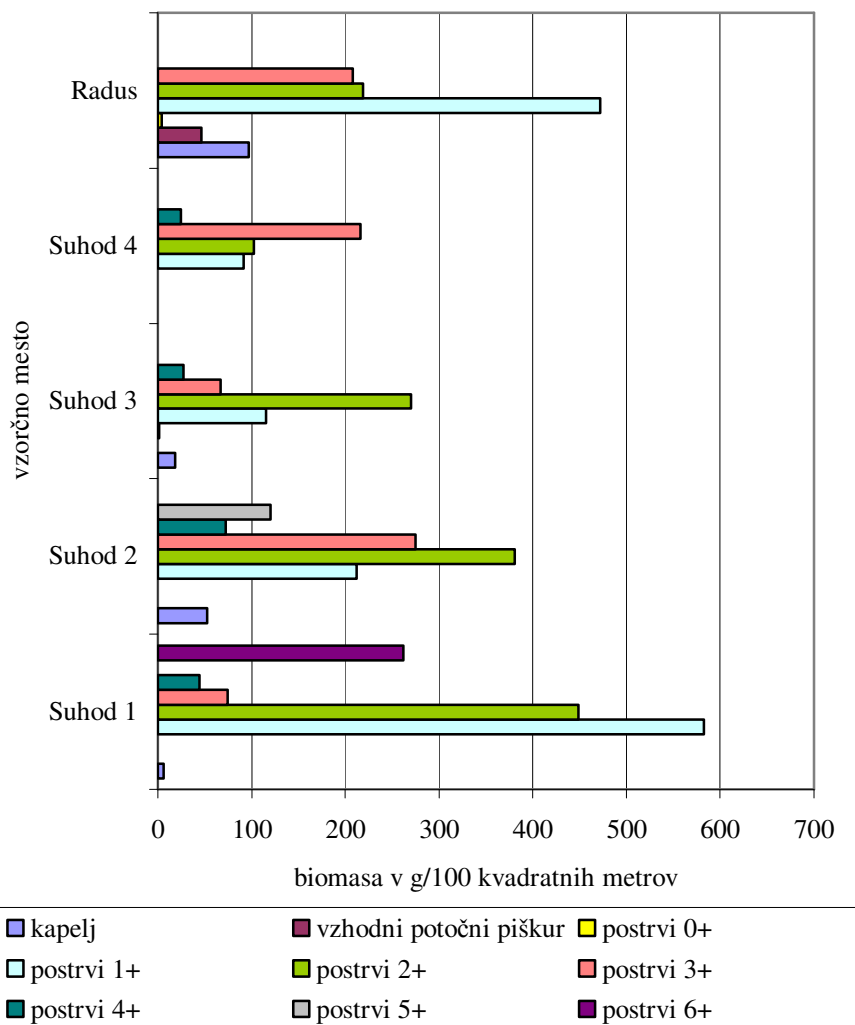


**Slika 12:** Starostna struktura in deleži posameznih starostnih skupin potočnih postrvi, vzhodnega potočnega piškurja in kaplja na vzorčnih mestih v aprilu.





**Slika 13:** Ocena naseljenosti v št. osebkov/100 m<sup>2</sup> za posamezne starostne skupine potočnih postrvi, vzhodnega potočnega piškurja in kaplja na vzorčnih mestih v aprilu.



**Slika 14:** Ocena biomase v g/100 m<sup>2</sup> posameznih starostnih skupin potočnih postrvi, vzhodnega potočnega piškurja in kaplja na vzorčnih mestih v aprilu.

#### 4.4.2 Starostna struktura, ocena naseljenosti in biomasa potočnih postrvi v jesenskem obdobju

Teden pred drugim izlovom je bilo obilno deževje, ki je močno povišalo vodostaj vodotokov, kar sicer ni značilno za to obdobje. Deroče vode so odnesle mladice po potoku navzdol in spremenile običajno stanje populacije rib na tem območju.

Na vzorčnem mestu Suhod 1 smo izlovili le 95 potočnih postrvi. Zaradi povodnji je bila populacija postrvi v drugem izlovu bolj heterogena kot v prvem izlovu. Največji delež

izlova je pripadal 2+ postrvim (51,6 %) in 1+ postrvim (34,7 %). Manj kot leto stare postrvi (0+) so imele majhen delež v ulovu (le 10,5 %), čeprav smo pričakovali večji delež le-teh. V ulovu so bile prisotne še tri triletne postrvi. V jesenskem ulovu nista bili prisotni 4+ in 6+ potočni postrvi, saj ju je Koroška ribiška družina kmalu po prvem izlovu intervencijsko ulovila in na novo naselila na ribolovnem območju reke Suhodolnice po toku navzdol (slika 15). Naseljenost rib Suhod 1 smo ocenili na 24 osebkov/100 m<sup>2</sup>, kar je za polovico manj kot pri prvem ulovu. Najvišji delež je pripadal 2+ (12,01 osebkov/100 m<sup>2</sup>) in 1+ (8,53 osebkov/100 m<sup>2</sup>) postrvim (slika 16). Biomasa rib smo ocenili na 1168 g/100 m<sup>2</sup>. Najvišje so k naši oceni biomase prispevale postrvi stare 2+ (792 g/100 m<sup>2</sup>) in 1+ (229 g/100 m<sup>2</sup>) (slika 17).

Pri vzorčnem mestu Suhod 2 je imela povodenj na populacijo rib še večji vpliv kot pa na Suhod 1, saj smo izlovili le 55 rib (34,8 % prvega izlova), potočne postrvi in tri kaplje. Največ je bilo 1+ postrvi (52,7 %), visok delež so imele še 2+ postrvi (18,2 %) in manj kot leto stare postrvi 0+ (12,7 %). Skromno so bili zastopani starejši razredi, in sicer je bil delež 3+ postrvi 9,1 %, ulovili pa smo tudi eno postrv staro 4+ (slika 15). Majhno število rib v ulovu je pomenilo tudi precej nizko oceno naseljenosti rib, le 12 osebkov/100 m<sup>2</sup>. Glede na starostno strukturo je bilo največ 1+ postrvi (6,26 osebkov/100 m<sup>2</sup>) (slika 16). Tudi ocena biomase rib je bila nizka (799 g/100 m<sup>2</sup>). Največ so k biomasi ulova pripomogle 1+ (241 g/100 m<sup>2</sup>) in 2+ (209 g/100 m<sup>2</sup>) postrvi (slika 17).

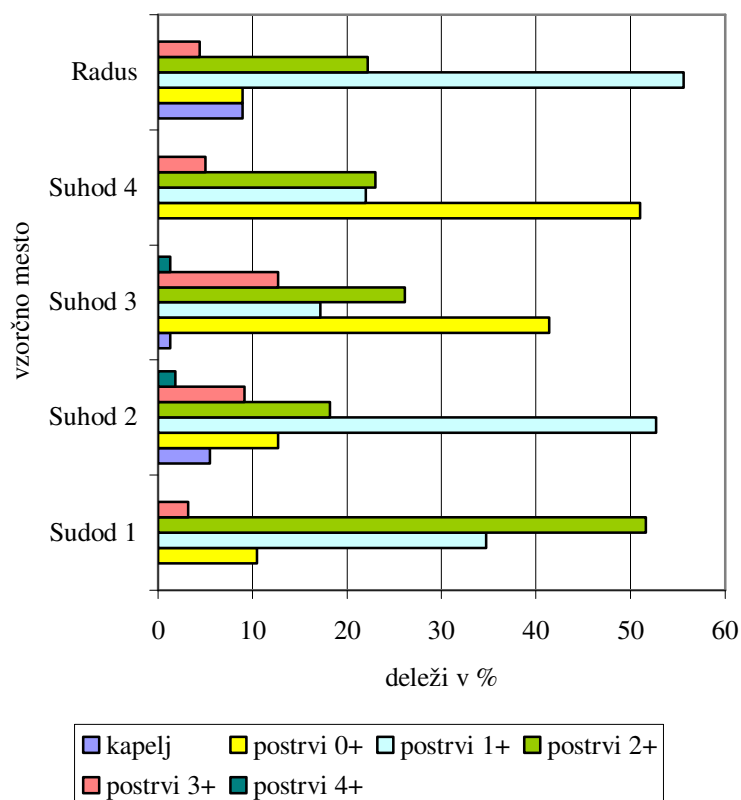
Če je na vzorčnih mestih Suhod 1 in Suhod 2 povodenj imela negativni vpliv na abundanco rib, so odplavljene ribe pripomogle k bogatejšemu izlovu obeh spodnje ležečih vzorčnih mest.

Tako smo na vzorčnem mestu Suhod 3 v drugem izlovu ulovili dvakrat več rib kot pa pri prvem izlovu, in sicer 155 potočnih postrvi in dva kaplja. Najvišji delež v ulovu so imele manj kot leto stare postrvi 0+ (41,4 %). Dobro četrtno ulova so dale 2+ postrvi (26,1 %). Visok delež so imele še 3+ postrvi (12,2 %) in manj kot leto stare postrvi 0+ (17,2 %). V ulovu sta bili prisotni še dve postrvi stari 4+ (slika 15). V primerjavi s prvim vzorčenjem je bila visoka tudi ocena naseljenosti rib, ki je dosegla dvakratno vrednost prvega izlova (35 osebkov/100 m<sup>2</sup>). Glede na starostno strukturo je bil najvišji delež manj kot leto starih postrvi 0+ (15,45 osebkov/100 m<sup>2</sup>). Znatno delež so imele še 2+ postrvi (8,8 osebkov/100

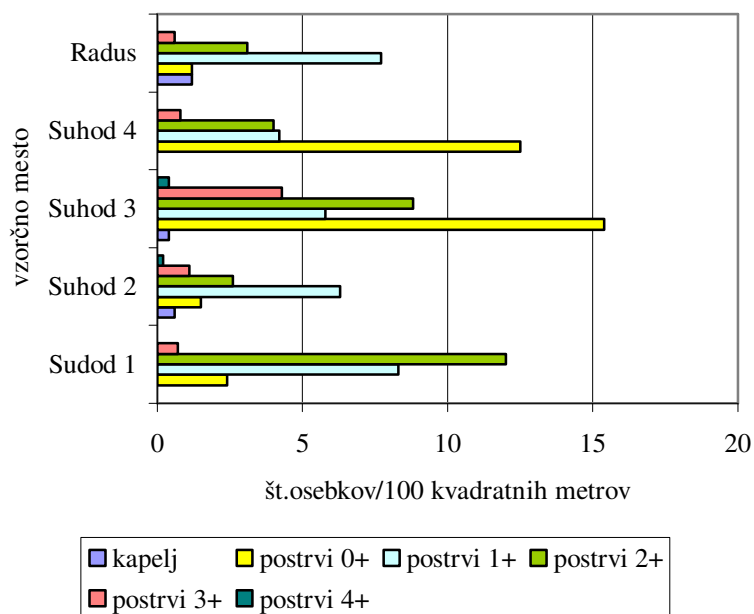
m<sup>2</sup>) (slika 16). Biomasa rib smo ocenili na 1481 g/100 m<sup>2</sup>. Največ so k biomasi prispevale 2+ (499 g/100 m<sup>2</sup>; tolikšna je bila celotna biomasa prvega vzorčenja vzorčnega mesta Suhod 3) in 3+ postrvi (529 g/100 m<sup>2</sup>) (slika 17).

Na vzorčnem mestu Suhod 4 smo ulovili 102 ribi, in sicer le potočne postrvi. Polovica ulova (50,5 %) je pripadala manj kot leto starim postrvim 0+. Dokaj visok delež so imele tudi postrvi stare 2+ (22,8 %) in postrvi stare 1+ (21,8 %). V ulovu so bile prisotne še 3+ postrvi (5 %) (slika 15). Naseljenost rib smo v primerjavi s prvim ulovom ocenili na več kot dvakrat višjo vrednost prvega ulova (21 osebkov/100 m<sup>2</sup>). K visoki vrednosti so pripomogle predvsem manj kot leto stare postrvi 0+ (12,46 osebkov/100 m<sup>2</sup>). Preostali trije starostni razredi postrvi so dosegli precej nižje vrednosti; z vrednostjo 4,21 osebkov/100 m<sup>2</sup> so drugo najvišjo vrednost dosegle 2+ postrvi (slika 16). Biomasa rib smo ocenili na 1207 g/100 m<sup>2</sup>. Postrvi stare 2+ so največ prispevale k biomasi, skoraj polovico (567 g/100 m<sup>2</sup>). O visokem deležu manj kot leto starih postrvi (0+) govori tudi dejstvo, da smo njihovo biomaso, kljub nizki teži posameznega osebka, ocenili na 180 g/100 m<sup>2</sup>. Preostala razreda sta prispevala nekoliko manj kot polovico vrednosti 1+ postrvi (254 g/100 m<sup>2</sup>) in 3+ postrvi (206 g/100 m<sup>2</sup>) (slika 17).

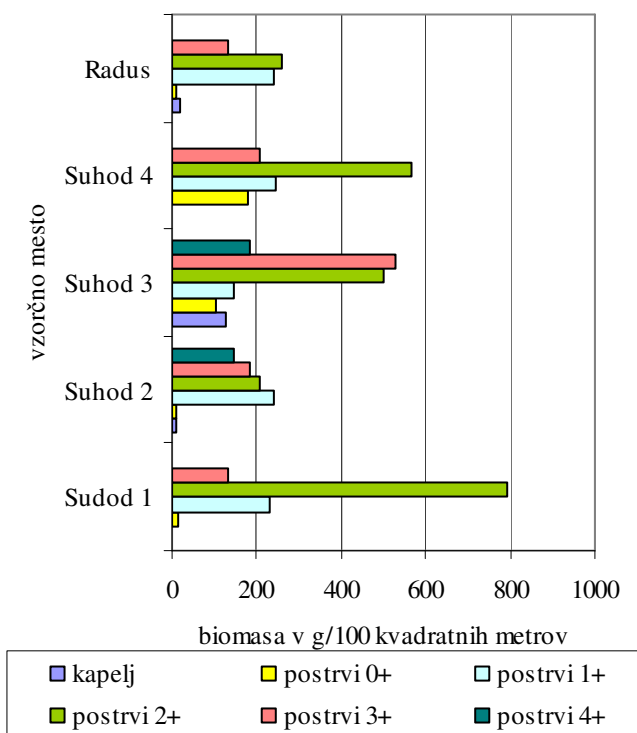
Drugi izlov na vzorčnem mestu Rarus je bil precej skromen, še posebej, če ga primerjamo s prvim izlovom, saj smo ulovili le 45 rib (16 % prvega izlova). V drugem izlovu nismo zasledili nobenega vzhodnega potočnega piškurja, saj se le-ti drstijo v aprilu in maju, potem pa kmalu po drstitvi poginejo (v aprilskem izlovu so bili poleg larv piškurjev prisotni tudi odrasli osebki). Precej manj je bilo tudi kapljev, saj smo ulovili le štiri osebke (v prvem izlovu 23 osebkov). Največ je bilo 1+ potočnih postrvi (55,6 %), malo manj kot četrtina pa je bilo 2+ postrvi (22,2 %). Poleg teh dveh starostnih razredov so bile prisotne v ulovu še manj kot leto stare postrvi 0+ (8,9 %) in 3+ postrvi (4,4 %) (slika 15). Majhna količina rib je posledično pomenila tudi nizko vrednost ocene naseljenosti rib (14 osebkov/100 m<sup>2</sup>) in nizko oceno naseljenosti pri prevladujočem razredu postrvi (manj kot leto stare postrvi: 7,67 osebkov/100 m<sup>2</sup>) (slika 16). Biomasa rib smo ocenili na 657 g/100 m<sup>2</sup>, kar ni malo, če upoštevamo število rib, kar gre na račun teže posameznega osebka. K tej vrednosti so največ prispevale 2+ (257 g/100 m<sup>2</sup>) in 1+ (239 g/100 m<sup>2</sup>) postrvi (slika 17).



**Slika 15:** Starostna struktura in deleži posameznih starostnih skupin potočnih postrvi ter kaplja na vzorčnih mestih v oktobru.



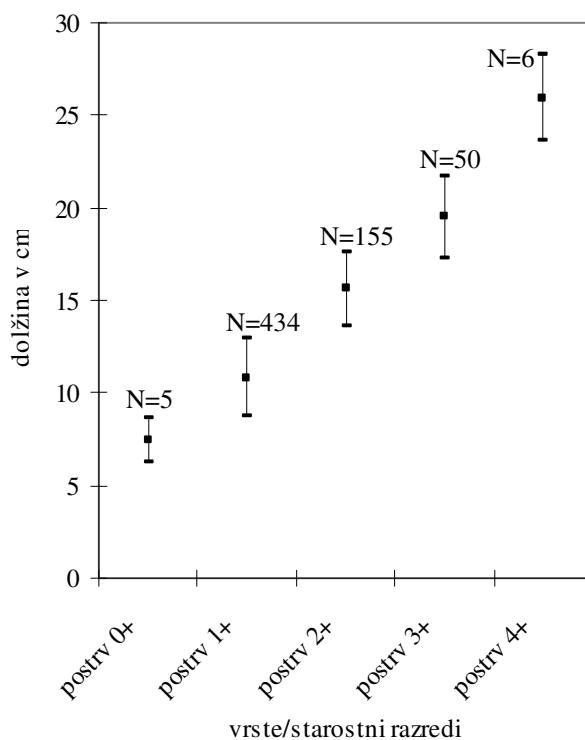
**Slika 16:** Ocena naseljenosti v št. osebkov/100 m<sup>2</sup> za posamezne starostne skupine potočnih postrvi in kaplja na vzorčnih mestih v oktobru.



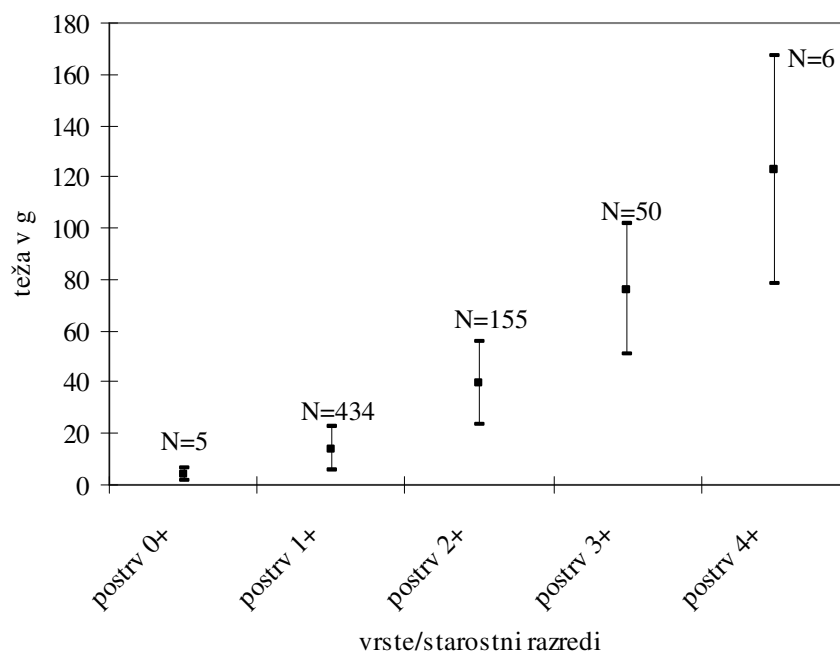
**Slika 17:** Ocena biomase v g/100 m<sup>2</sup> posameznih starostnih skupin potočnih postrvi in kaplja na vzorčnih mestih v oktobru.

#### 4.5 RAST IN PRIRAST POTOČNIH POSTRVI

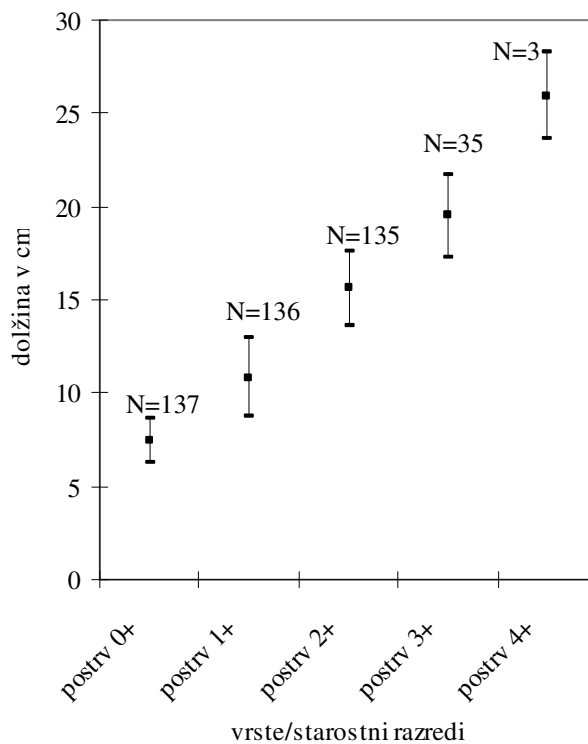
Na rast potočnih postrvi vpliva več dejavnikov, najpomembnejša pa sta temperatura in z njo povezana količina hrane (Egglisshaw, 1967; Kennedy in Fitzmaurice, 1971). Poleg teh dejavnikov pa so raziskave na populacijah potočnih postrvi pokazale tudi negativnen vpliv gostote osebkov na njihovo rast (Vollestad in sod., 2002; Lobon-Cervia, 2007; Simonovič in Nikolič, 2007). Vsaj ena študija je pokazala tudi posredni vpliv globine vode in prisotnost skrivališč na rast rib (Greenberg in Dahl, 1998). Tako lahko s pomočjo primerjave rasti osebkov iz različnih vzorčnih mest z upoštevanjem temperature vode posredno ugotavljamo, katero vzorčno mesto nudi najboljše pogoje v obliki skrivališč za rast osebkov različnih starosti. Prav tako lahko podatki o velikosti posameznih osebkov posredno povedo o vplivu naravnih priselitev rib in človeškem vlaganju le-teh iz drugih vodotokov ali drugih območij istega vodotoka na populacijo postrvi na nekem območju, saj so ti osebki živeli v drugačnih ravnih pogojih, zato ponavadi od prvotne populacije izstopajo v velikosti.



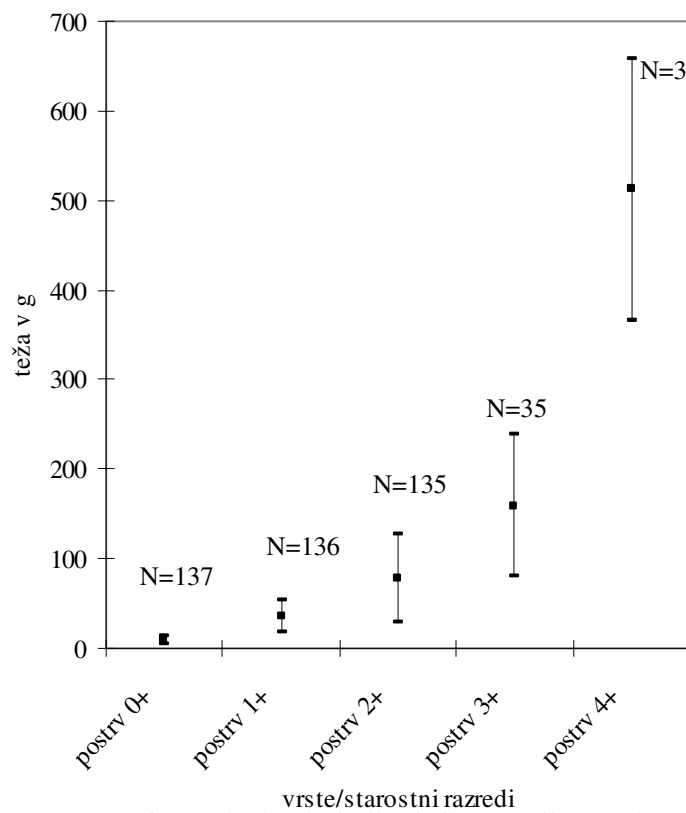
**Slika 18:** Povprečna dolžina in standardna deviacija ujetih potočnih postrvi na vzorčnih mestih v aprilu.



**Slika 19:** Povprečna teža in standardna deviacija ujetih potočnih postrvi na vzorčnih mestih v aprilu.



**Slika 20:** Povprečna dolžina in standardna deviacija ujetih potočnih postrvi na vzorčnih mestih v oktobru.



**Slika 21:** Povprečna teža in standardna deviacija ujetih potočnih postrvi na vzorčnih mestih v oktobru.



**Preglednica 5:** Starostna struktura, dolžina (povprečje, min-max) in teža (povprečje, min-max) ujetih potočnih postrvi na vzorčnem mestu Suhod 1 v spomladanskem (P) in jesenskem (J) obdobju

Starostni razred	Št. osebkov		Povprečna dolžina (cm)		Razpon dolžine (min-max) (cm)		Povprečna teža (g)		Razpon teže (min-max) (g)	
	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J
Postrv 0+	–	10	–	8,43	–	6,9–11	–	5,8	–	3–10
Postrv 1+	113	33	12,28	13,87	6,2–14,7	11,2–16	20,5	27,4	1–33	10–46
Postrv 2+	42	49	15,84	18,47	15–20	16,5–23,5	41,6	65,9	36–86	45–141
Postrv 3+	4	3	20,87	26,23	20,4–22	25–27,7	87,2	181,7	77–182	156–207

V aprilskem izlovu je na Suhod 1 prišlo do znatnega prekrivanja v velikosti med starostnimi razredi, še posebej je to vidno pri teži. Oktobra so bili nekateri osebki leto mlajših postrvi tako veliki ali celo večji kot osebki leto starejših postrvi v mesecu aprilu (preglednica 5).

**Preglednica 6:** Starostna struktura, dolžina (povprečje, min-max) in teža (povprečje, min-max) ujetih potočnih postrvi na vzorčnem mestu Suhod 2 v spomladanskem (P) in jesenskem (J) obdobju.

Starostni razred	Št. osebkov		Povprečna dolžina (cm)		Razpon dolžine (min-max) (cm)		Povprečna teža (g)		Razpon teže (min-max) (g)	
	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J
Postrv 0+	0	7	–	8	–	6–11	–	5,4	–	2–13
Postrv 1+	74	29	10,68	15,72	6–13	11,5–17,5	12,7	31,6	1–20	13–53
Postrv 2+	54	10	15,11	19,82	13,2–16,6	19–22	32,7	80,7	22–45	79–104
Postrv 3+	30	5	18,64	26,96	17–21	22,5–32	63,7	226,2	43–90	144–362
Postrv 4+	3	1	26,67	40	23,8–29,2	–	145	671	123–163	–

Na Suhod 2 je prišlo do prekrivanja v velikosti med starostnimi razredi le pri potočnih postrvih, izlovljenih v mesecu aprilu. Tako kot pri vzorčnem mestu Suhod 4 so tudi pri Suhod 2 bile oktobra eno leto mlajše postrvi znatno večje kot leto starejše postrvi, izlovljene v mesecu aprilu. Meseca oktobra smo na vzorčnem mestu Suhod 2 izlovili potočne postrvi stare eno leto, ki so imele že dobro razvite ikre v ovarijih, kar kaže na to, da so bile tukaj prisotne postrvi, ki so se prišle drstit v višje ležeče dele reke. Ker so

prihajale iz nižje ležečih predelov s toplejšo vodo, ki je omogočala boljšo rast, lahko pojasnimo tudi tako velike mere postrvi v oktobrskem izlovu (preglednica 6).

**Preglednica 7:** Starostna struktura, dolžina (povprečje, min-max) in teža (povprečje, min-max) ujetih potočnih postrvi na vzorčnem mestu Suhod 3 v spomladanskem (P) in jesenskem (J) obdobju.

Starostni razred	Št. osebkov		Povprečna dolžina (cm)		Razpon dolžine (min-max) (cm)		Povprečna teža (g)		Razpon teže (min-max) (g)	
	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J
Postrv 0+	2	65	7	8,96	–	6,5–10,7	3	7,2	–	3–12
Postrv 1+	45	27	10,4	12,66	8–13,5	11–14	11,9	28,6	5–25	12–30
Postrv 2+	31	41	17,46	16,62	15,3–20	14,5–18	60	56,8	40–77	31–66
Postrv 3+	3	20	21,5	21,98	20,7–24	18,5–24,5	104,3	123,3	85–126	67–162
Postrv 4+	1	4	24	34	–	28–35	126	433	–	245–483

Do prekrivanja teže osebkov med starostnimi razredi je na Suhod 3 prišlo tako aprila kot tudi oktobra (tu le med manj kot leto starimi in eno leto starimi postrvmi). Dve leti stare postrvi so bile oktobra manjše kot pa dvoletne postrvi aprila. Na vzorčnem mestu Suhod 3 so bile postrvi, izlovljene oktobra, povprečno le malce večje od postrvi, izlovljene aprila, razen štiriletnih postrvi, ki so bile znatno večje od osebkov v aprilskem izlovu istega starostnega razreda. Precej visoko standardno deviacijo so imele štiriletne postrvi v oktobrskem izlovu (preglednica 7).

**Preglednica 8:** Starostna struktura, dolžina (povprečje, min-max) in teža (povprečje, min-max) ujetih potočnih postrvi na vzorčnem mestu Suhod 4 v spomladanskem (P) in jesenskem (J) obdobju.

Starostni razred	Št. osebkov		Povprečna dolžina (cm)		Razpon dolžine (min-max) (cm)		Povprečna teža (g)		Razpon teže (min-max) (g)	
	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J
Postrv 0+	0	51	–	9,75	–	7–12,2	–	14,4	–	5–23
Postrv 1+	41	22	10,78	17,65	7,5–12,5	15,5–19,5	13,5	60,4	9–21	42–83
Postrv 2+	20	23	14,3	22,75	12,6–17,5	20–26	31,5	140,2	20–58	82–208
Postrv 3+	15	5	19,56	28	18–22,5	28–29	78,7	254,6	56–190	143–324

Na Suhod 4 je v aprilskem izlovu prišlo med starostnimi razredi do znatnega prekrivanja teže posameznega osebka. Oktobrsko vzorčenje ni pokazalo nobenega prekrivanja med razredi, pač pa so bile postrvi, izlovljene oktobra, znatno večje kot postrvi, izlovljene

aprila, nekateri osebki leto mlajših postrvi so presegli težo in dolžino leto starejših osebkov. Nekaj tednov pred drugim vzorčenjem so ribiči izvedli intervencijski izlov, v katerem so izlovili večji delež merskih rib v rezevatu (del katerega je to vzorčno mesto). Oktobra so se začele postrvi tudi seliti k drstiščem. Te postrvi so prihajale iz reke Mislinje, kjer je višja temperatura vode, ki omogoča hitrejšo rast in s tem večje povprečne velikosti posameznih osebkov (preglednica 8).

**Preglednica 9:** Starostna struktura, dolžina (povprečje, min-max) in teža (povprečje, min-max) ujetih potočnih postrvi na vzorčnem mestu Rarus v spomladanskem (P) in jesenskem (J) obdobju.

Starostni razred	Št. osebkov		Povprečna dolžina (cm)		Razpon dolžine (min-max) (cm)		Povprečna teža (g)		Razpon teže (min-max) (g)	
	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J
Postrv 0+	3	4	6,73	8,9	6,5–7	7,8–8,9	4,7	7,5	3–6	5–13
Postrv 1+	161	25	9,94	14,27	7–13	11–16,7	9,7	30	2–24	12–51
Postrv 2+	18	10	15,59	20,12	13,5–18	17,5–26,5	39,7	83,9	19–43	93–190
Postrv 3+	8	2	21,1	27,25	18,7–25,6	26,5–28	84,8	215,5	70–155	190–232

Na Rarus je v aprilskem izlovu prišlo do znatnega prekrivanja v teži med starostnimi razredi, saj so npr. največje enoletne postrvi tehtale toliko kot najlažje dvoletne postrvi. Posebej izstopajo dvo- in triletne postrvi, ki so imele velik razpon v težah. Ta dva starostna razreda so predstavljali osebki, ki so pobegnili ribičem med izlavljanjem, in osebki, ki so po redčenju populacije po izlovu naselili izpraznjene teritorije. V oktobrskem izlovu nismo opazili prekrivanja v velikosti med starostnimi razredi, pač pa so bile v oktobru izlovljene leto mlajše postrvi enako velike kot v aprilu izlovljene leto starejše postrvi. Zaradi hitrejšje rasti v poletju so imele oktobrske postrvi večjo standardno deviacijo kot aprilске postrvi. Zopet so imele dvoletne postrvi precej visok razpon v teži posameznega osebka (preglednica 9).

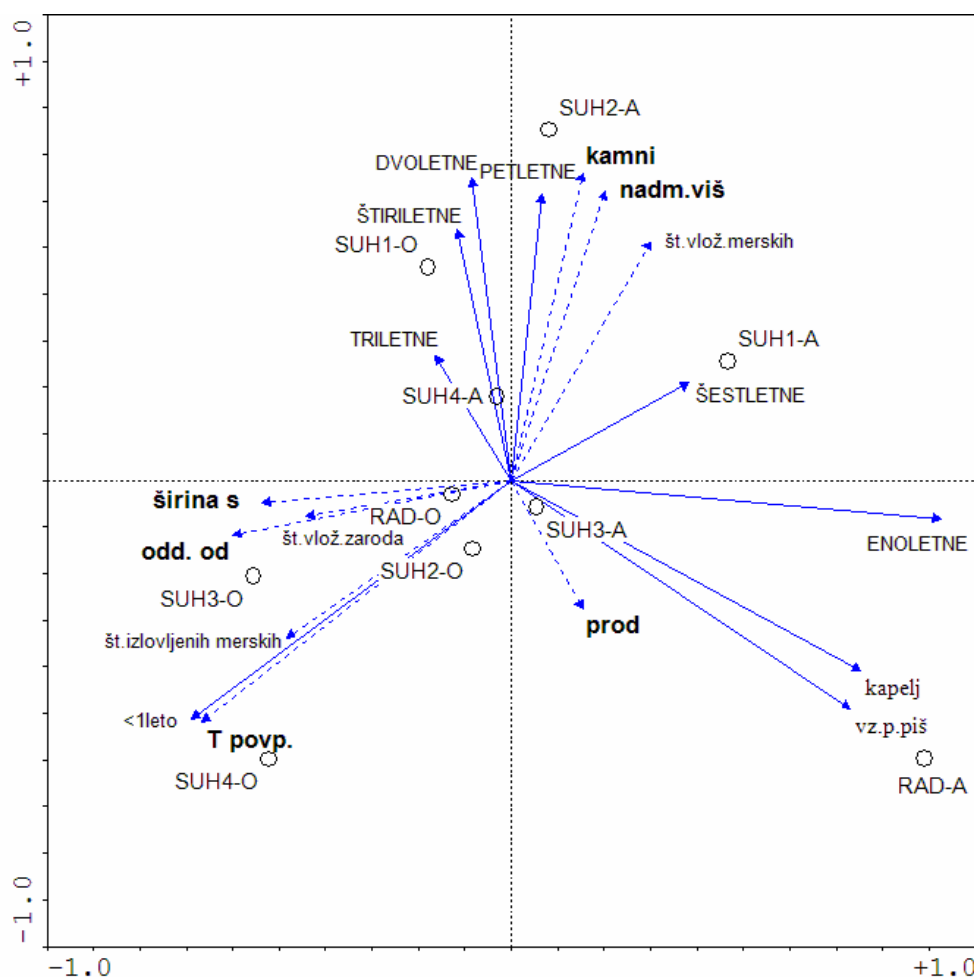
#### 4.6 KANONIČNA ANALIZA

Prvi kanonični vektor pojasnjuje največji delež variance matrike vrst. Vsota lastnih vrednosti vseh kanoničnih vektorjev je 0,834, kar pomeni, da smo z deskriptorji, uporabljenimi v analizi, pojasnili 83,4 % variance matrike vrst. Statistična značilnost: Vrednost P (Pearsonov koeficient) prvega kanoničnega vektorja je 0,415, vrednost P vseh kanoničnih vektorjev skupaj pa 0,845 (preglednica 10).

**Preglednica 10:** Korelacije med okoljskimi/upravljaljskimi spremenljivkami in osi RDA.

axis eigenvalue	SPEC AX1 0,982	SPEC AX2 0,981	SPEC AX3 0,668	SPEC AX4 0,854	ENVI AX1 0,658	ENVI AX2 0,118	ENVI AX3 0,043	ENVI AX4 0,10
odd. od	-0,5884	-0,1058	0,0955	-0,3372	-0,5992	-0,1188	0,1430	-0,3952
nadm. viš	0,2004	0,5518	0,3025	0,3382	0,2041	0,6193	0,4527	0,3962
širina s	-0,5245	-0,429	0,1177	-0,3582	-0,5342	-0,0482	0,1761	-0,4197
kamni	0,1528	0,5883	0,2100	0,2671	0,1556	0,6602	0,3143	0,3129
prod	0,1518	-0,2460	-0,4979	-0,2633	0,1546	-0,2761	-0,7451	-0,3083
T povp.	-0,6521	-0,4615	-0,1562	0,300	-0,6642	-0,5179	-0,2337	0,0349
št. vlož. merskih	0,2390	0,4557	0,2551	-0,0821	0,2984	0,5114	0,3818	-0,0960
št vlož.	-0,4349	-0,0687	-0,0309	0,1317	-0,4429	-0,0771	-0,0462	0,1541
št izlov. merskih	-0,4756	-0,3020	0,1315	0,3001	-0,4843	-0,3389	0,1969	0,3512

Legenda: odd. od – oddaljenost od izvira, nadm. viš – nadmorska višina, širina s – širina struge, T povp. – povprečna temperatura, št. vlož. merskih – število vloženih merskih rib, št. vlož. – število vloženih rib, št. izlov. merskih – število izlovljenih merskih rib (upoštevani ribolovi)



**Slika 22:** RDA biplot okoljskih /upravljavskih in vrstnih/starostnih spremenljivk (kratice: širina s – širina struge, odd. od – oddaljenost od izvira, nadm. viš – nadmorska višina, št. vlož. merskih – število vloženi merskih rib, št. izlovljenih merskih – število izlovljenih merskih rib (upoštevan ribolov), < 1 leto – manj kot leto stare postrvi).

SUH1 – 4: Suhod 1 – 4, RAD: RADIUS

Prva ordinacijska os je v negativni korelaciji s povprečno temperaturo, oddaljenostjo od izvira in širino struge ter prav tako v negativni korelaciji s številom izlovljenih merskih rib in številom vloženi merskih rib. Druga ordinacijska os je v pozitivni korelaciji s kamni in nadmorsko višino ter pozitivni korelaciji s številom vloženi zaroda. V desni zgornji četrtini triplota se nahajata dve velikostni kategoriji potočnih postrvi, in sicer petletne in šestletne. Živijo na višji nadmorski višini in v potoku, kjer kot substrat prevladujejo kamni in so nižje povprečne temperature vode. Od upravljaljskih deskriptorjev njihovo pojavljanje

na lokacijah SUH2-A in SUH1-A in njihovih abundancah na teh lokacijah najboljše pojasnuje število vloženi merskih rib (slika 22).

V levi zgornji četrtini se nahajajo dvo-, tri- in štiriletne potočne postrvi. Njihovo pojavljanje in številčnost lahko v glavnem pojasnimo samo s spremenljivkami okolja: visoka nadmorska višina, prisotnost kamnov. Z upravljavskimi deskriptorji jih ne moremo pojasniti, kar verjetno pomeni, da na njihovo pojavljanje, številčnost vlaganja in izlovi niso vplivali (slika 22).

V levi spodnji četrtini triplota se nahajajo manj kot 1 leto stare potočne postrvi. Njihovo pojavljanje in številčnost lahko pojasnimo z visoko povprečno temperaturo vode, veliko oddaljenost od izvira, večjo širino rečne struge, manjšo nadmorsko višino in malo prisotnost kamnov v strugi. Od upravljavskih deskriptorjev jih dobro pojasnjuje število vložene zaroda, število izlovljenih merskih rib ter manjše število oziroma odsotnost vlaganja merskih rib. Vlaganje in izlov vplivata na to, da je na določenem odseku potoka večji delež manj kot leto starih potočnih postrvi (slika 22).

V desni spodnji četrtini triplota se nahajajo kapelj, vzhodni potočni piškur in enoletne potočne postrvi. Njihovo pojavljanje in številčnost lahko pojasnimo z eno samo spremenljivko okolja – s prodom. Ulovili smo jih pretežno na lokacijah, kjer kot substrat prevladuje prod (slika 22).

Na starostno strukturo populacij potočne postrvi vplivajo tako lastnosti življenjskega prostora kot ribiško upravljanje. Na številčnost kaplja in vzhodnega piškurja, to je vrst, s katerimi ribiči ne upravljajo, vplivajo zgolj lastnosti življenjskega prostora. Ribiško upravljanje na njih ne vpliva.

## 5 RAZPRAVA

### 5.1 PRIMERJAVA HETEROGENOSTI VZORČNIH MEST

Večino dna struge vzorčnega mesta Suhod 1 je bilo pokrito z različno velikimi prodniki in majhnimi kamni, delci velikostnega razreda 2–30 cm, kar je več avtorjev (npr. Bagliniere and Champigneulle, 1982; Glova in Duncan, 1985; Heggenes, 1988 a; Bardonnnet in Heland, 1994; Maki-Petays in sod., 1997; Greenberg in Dahl, 1998 Eklov in sod.; 1999) ocenilo kot najprimernejši substrat za mladice (0+, 1+) in odrasle potočne postrvi (starost  $\geq$  2+). Razgiban substrat omogoča vidno izolacijo med posameznimi osebki in zmanjšuje agresivnost ter velikost teritorija posamezne ribe, kar je še posebej pomembno v manjših rekah, kjer tak substrat lahko zelo poveča abundanco rib (Heggenes, 1994). Do podobne ugotovitve smo prišli tudi pri naši raziskavi, saj je imelo to vzorčno mesto visoko abundanco postrvi, še posebej mlajših letnikov. Za to vzorčno mesto je bil značilen visok delež skal in velikih kamnov, ki so bili neenakomerno razporejeni po strugi. Te grobe delce preferirajo predvsem večji osebki (Bagliniere and Champigneulle, 1982), saj delujejo kot ovira v toku reke in poleg kritja ustvarjajo zatišne lege, kamor se lahko zatečejo pred močnim tokom. Ta vloga je še bolj pomembna pozimi, ko zatišne lege omogočajo primerni življenjski prostor za dnevni počitek in kritje (Cunjak in Power, 1986). Pred skalami je tok hiter, tako da ima postrv prehranjevalni teritorij tik ob počivališču in samo z občasnimi premiki v glavni tok prihrani veliko količino energije (Bachman, 1984). Ksilal je imel pomembno vlogo pri zagotavljanju skrivališč le v največjem tolmunu. V njem so bili neenakomerno naloženi leseni tramovi, ki so tvorili nekakšen labirint in omogočali sobivanje 4+ in 6+ postrvi. Zaradi tramov je bil tolmun bolj heterogen in je poleg globoke vode nudil še dodatno kritje obema osebkom. Poleg tega so omogočali vidno vizualacijo in tako zmanjšano antagonistično vedenje. Prevladujoči tip tokov je bil zaradi heterogenega substrata in relativno visoke hitrosti toka kaotični tok. Turbulence, ki jih je ta tip tokov ustvarjal, so zabrisale sliko dna in delovale kot vizualna prepreka pred pogledi od zgoraj. Turbulence na vodni površini imajo večji pomen v vodotokih, ki imajo malo skrivališč. Ker je bilo to vzorčno mesto bogato s skrivališči, so imele turbulence manjšo vlogo pri kritju. Le manjši del struge je bil globji od 30 cm. Čeprav sta Shirvell in Dungey (1983) v svoji raziskavi podala razpon globin za postrvi, starejše od enega leta, od 14 do 122 cm,

večina avtorjev omenja globine večje od 30 cm. Kennedy in Strange (1982) sta našla pozitivno korelacijo med gostoto 1+ in 2+ osebkov in globino vode ( $r = 0,92$  med gostoto 2+ postrvi in globino večjo od 30 cm). Zato majhen delež globin, večjih od 30 cm, pomeni majhen delež življenjskih prostorov, ki so primerni za večje osebke in s tem omejeno gostoto velikih osebkov, starejših od dveh let. Tako je bil na Suhod 1 poglavitni dejavnik pri določanju gostote postrvi in starostne strukture globina vode, ki je omejevala delež velikih osebkov in zaradi velike heterogenosti struge posledično omogočala visoko gostoto mlajših letnikov postrvi. Prisotni so bili številni tolmeni, ki so bili zaradi razgibanega substrata zelo heterogeni. Večina je bila manjših, četrtnina je bila plitvejših od 30 cm. Majhni tolmeni niso dajali življenjskih prostorov primernih za večje osebke, so pa služili kot zatočišče manjšim osebkom v času nizkega vodostaja ali pozimi. Dva tolmena sta bila dovolj globoka, da sta nudila življenjski prostor za dva največja osebka. Večino struge je obraščal mešan gozd in tako dajal senco strugi. Senca ugodno vpliva na postrvi, saj lahko zmanjša strah pred izpostavljenostjo in s tem njihovo večjo aktivnost. Ponekod na teh vzorčnih mestih je obrežno rastje segalo manj kot 50 cm nad strugo in nudilo postrvim še to obliko kritja.

Vzorčno mesto Suhod 2 je imelo podobno sestavo substrata in tipov tokov kot vzorčno mesto Suhod 1. Bistveno se je razlikovalo od prvega le v globini; tu je namreč bil delež globin večjih od 30 cm precej večji. Posledično je bil delež velikih osebkov znatno večji (največ rib med vsemi vzorčnimi mesti), malo pa se je zmanjšala, v primerjavi z vzorčnim mestom Suhod 1, gostota vseh postrvi, saj večji osebki potrebujejo večje teritorije. Kljub temu je bila gostota postrvi dokaj visoka. To vzorčno mesto je imelo v primerjavi s prvim vzorčnim mestom večje tolmene, ki so bili globlji, a podobno strukturirani. Tudi na tem vzorčnem mestu je dodatno kritje ribam nudilo obrežno rastje v obliki mešanega gozda.

Na vzorčnem mestu Suhod 3 je prevladoval finejši substrat, in sicer pesek. Prod in manjši kamni so pokrivali dno sredine struge in začetni del vzorčnega mesta. Zaradi regulacije reke se je delež velikih kamnov in skal močno zmanjšal. Najpomembnejša tipa skrivališč na Suhod 3 sta bila globoka voda in spodjedeni bregovi. Tukaj smo izmerili največjo povprečno globino in malo več kot tretjina struge je bila globlja od 30 cm, kar je šlo predvsem na račun obsežnih tolmunov. Tolmuni so bili večinoma dolgi in so se nahajali na



desni strani struge ter se zajedali v breg. Zaradi neenake zajedenosti so bili tudi drugače precej enotni tolmoni bolj heterogeni.

Zaradi regulacije in kanaliziranosti je na vzorčnem mestu Suhod 4 prevladoval peščeni substrat, v strugi pa so bile le posamezne majhne zaplate proda in majhnih kamnov. Zaradi kanaliziranosti je bil posledično velik del struge globlji od 30 cm. Tako so imeli veliki osebki dovolj primernih življenjskih prostorov za naselitev. Ker se starostni razredi razvrščajo po prečnem preseku struge v manjših vodotokih, so mlajši osebki prisiljeni naseljevati robni del struge. Pomanjkanje skrivališč je zato omejilo število manjših primerkov. Posledica regulacije je bila tudi ta, da so imeli tolmoni precej enotne globine, saj je bila razlika med najglobljim in najplitvejšim tolmunom le 17,1 cm, medtem ko je bila pri drugih vzorčnih mestih razlika večkratnik te vrednosti. Večina tolmunov je bila zelo dolga (največji 22 m) in ozka, nahajali pa so se ob levem ali desnem bregu reke. Za povečanje gostote rib je ključna komponenta tolmana globina, saj le-ta omogoča vidno izolacijo med osebki. Zato tolmoni na tem vzorčnem mestu niso omogočali visoke gostote postrvi, saj se je pri večini tolmunov videlo dno. Le na enem tolmunu je kup vejevja povečeval vidno izolacijo in heterogenost tolmana. Ta del struge je obraščal mešan gozd in tako dajal senco in kritje.

Na vzorčnem mestu Radus je prevladoval finejši substrat in sicer glina, medtem ko je bil substrat, sestavljen iz proda in majhnih kamnov, prisoten v plitvejših predelih med posameznimi tolmoni. Velik delež finega substrata ni bila posledica regulacije, temveč zmanjšanje toka in s tem posledično usedanje finih delcev v rečnih zavojih, kjer je bil tok najbolj šibak. Večina avtorjev sicer fin substrat ocenjuje kot manj primeren substrat za potočne postrvi. Vendar so Vlach in sod. (2005) v svoji raziskavi na potoku Upor (Češka) s pomočjo RDA analize pokazali korelacijo med potočno postrvjo in peščenim ali blatnim dnom. To preferenco so razložili s tem, da je bila večina osebkov potočne postrvi vezana na tolmane s peščenim ali blatnim substratom. Podobno preferenco smo opazili tudi pri naši raziskavi, saj smo večino potočnih postrvi na vzorčnem mestu Radus ulovili v tolmunih z glinenim dnom. Tudi odsotnost večjih kamov lahko razložimo z nizko hitrostjo vode tipičnega nižinskega potoka. Ker se je tu tok že umiril, postrvi niso potrebovale zaklonišča pred močnim tokom, kritje pa je odraslim postrvim omogočala globina vode, ki

je namesto turbulenc zabrisala sliko dna zaradi slabšega prodiranja svetlobe skozi vodni stolpec. Velike postrvi se skrivajo v globljih vodah, kjer se lahko zadržujejo v območjih z visoko stopnjo usedanja finih delcev (Haury in sod., 1999). Za peto vzorčno mesto so bili značilni večinoma obsežni tolmini, ki so se nahajali ob zavojih potoka. Najplitvejši tolmun je bil globok manj kot 30 cm, velik delež tolmunov pa je bil zelo globok, tako da se dno ni več videlo. Zaradi porezanega vejevja je bila povečana heterogenost nekaterih tolmunov. Izmenjujoči plitvejši hitro tekoči in počasni globoki predeli so dali dovolj različnih in primernih življenjskih prostorov za vse starostne razrede in spremljajoče vrste. Dodatno kritje na Radus je nudilo nad vodo segajoče rastje, ki pa so ga po koncu naše raziskave večinoma posekali.

Na nobenem vzorčnem mestu nismo našli makrofitov. Njihovo odsotnost lahko razložimo s kombinacijo dejavnikov, ki so neugodno vplivali na rast makrofitov. V odsekih vodotokov z večjo hitrostjo toka je substrat grob, ima običajno manj organskih snovi in je reven s hranili. V takšnem substratu se rastline težko ukoreninijo, za ukoreninjenje pa so neprimerne tudi rahle, fine usedline (Nicholas in Shaw, 1986). Močno senčenje zaradi drevesne vegetacije lahko privede do popolnega neuspevanja semenk (Allen, 1995), uspevajo lahko le še mahovi in alge (Westlake, 1975). Vzorčni mesti Suhod 1 in Suhod 2 sta imeli gosto poraščene bregove, hiter tok in prodnat substrat, tako da sta bili popolnoma neprimerni za rast makrofitov. Vzorčno mesto Radus je bilo gosto poraščeno z obrežnim gozdom, prevladoval je glinen substrat. Vzorčno mesto Suhod 4 je bilo deloma poraščeno z gozdom, na robu struge pa je bil glineni substrat ali globoka voda. Podobno neugodne pogoje za makrofite je imelo tudi vzorčno mesto Suhod 3, le da bregovi struge niso bili porasli z gozdom, pač pa je bila plitvejša leva stran struge utrjena s kamni, tako da se makrofiti niso mogli ukoreniniti.

## 5.2 PRIMERJAVA STAROSTNE STRUKTURE POTOČNIH POSTRVI MED VZORČNIMI MESTI

Posamezna vzorčna mesta so se med sabo znatno razlikovala v gostoti in starostni strukturi populacije potočnih postrvi, velika razlika pa je bila tudi med vzorčenji v spomladanskem in jesenskem obdobju. Gostota in starostna struktura potočnih postrvi v aprilskem

vzorčenju je odražala vpliv heterogenosti življenjskih prostorov in prisotnost človeškega upravljanja. Tista vzorčna mesta, ki niso bila podvržena regulaciji (Suhod 1, Suhod 2 in Radus), so imela več kot dvakrat večjo gostoto potočnih postrvi in drugih vrst, kot pa ostali dve vzorčni mesti, ki sta bili precej regulirani (Suhod 3 in Suhod 4).

### 5.2.1 Aprilsko vzorčenje

Vzorčno mesto Suhod 1 je imelo visoko gostoto rib zaradi številnih skrivališč (različno veliki kamni, neenako visok substrat, razbitje vodne gladine zaradi turbulenc na površini, nad vodo segajoče obrežno rastje). Ta skrivališča so bila pomembna predvsem za majhne osebke (1+), ki so tako lahko v zelo visokem številu naseljevali plitvejšo predele struge. Tudi na reki Scorff so Bagliniere in sod. (1979 a) v območju brzic in drugih hitro tekočih predelih, ki so imeli podobne prostorske značilnosti kot vzorčni mesti Suhod 1 in Suhod 2 (hiter vodni tok, grob substrat, plitva voda z globinami 10–40 cm), zabeležili visoko gostoto postrvi s prevladujočimi 1+ osebki. Ker je bil večji del struge plitvejši od 30 cm, so starejši osebki ( $\geq 2+$ ) lahko našli primerne življenjske prostore le v tolmunih. Večina tolmunov je bilo majhnih, zato je bil tudi delež 3+ postrvi majhen. Zaradi umetne pregrade je na začetku vzorčnega mesta nastal velik tolmun s precej globoko vodo, ki je omogočal enemu osebku postrvi, da je dosegel precej visoko starost (6+) in velikost (težo več kot 1000 g). Tako velikemu osebku je lahko bila kompeticijsko enakovredna le 4+ postrv, pa še ta je naseljevala le robni del tolmuna. Prisotnost teh dveh velikih osebkov in dejstvo, da so ribiči Koroške ribiške družine kmalu po našem pomladanskem vzorčenju izlovili ta dva osebka in ju ponovno naselili nižje po toku v ribolvni del Suhodolnice, nam lahko pove, da na tem območju ni prisoten ribolov. To vzorčno mesto je spadalo v predel Suhodolnice 1, kjer poteka neredno izlavljanje in ribolov. Po podatkih o upravljanju s Suhodolnico je bil ta predel nazadnje izlovljen pred štirimi leti, leta 2001. Večino sub-populacije postrvi na tem območju torej sestavljajo osebki, ki so migrirali iz življenjskih prostorov mladice, ne pa vložene ribe. Verjetno se je največji osebek uspel skriti ribičem, ko je potekal izlov. Pomanjkanje kompeticije z drugimi osebki bi lahko razložilo tudi izjemno velikost največje potočne postrvi.

Vzorčno mesto Suhod 2 je imelo prav tako heterogeno sestavo substrata in strukturo dna, le da je bilo malce globlje. Ta prostorska značilnost pa je precej vplivala na starostno strukturo postrvi. Gostota postrvi je bila še vedno visoka, le da so prevladovala starejše ( $\geq 2+$ , predvsem 2+ in 3+) postrvi. Prav zaradi večjega deleža starejših osebkov je bila gostota postrvi nižja kot pa na vzorčnem mestu Suhod 1, saj večji osebki potrebujejo večje teritorije. Nekaj večjih tolmunov je dajalo primerne življenjske prostore za tri 4+ osebkke. Ker je bil največji tolmun manjši od tistega na vzorčnem mestu Suhod 1, je največji osebek dosegel starost 5+ in težo malo več kot 500 g. Intraspecifična kompeticija sili mlajše osebkke, da naselijo plitvejša območja. Ker je bil delež struge s plitvo vodo na tem vzorčnem mestu nizek, je bil nizek tudi delež 1+ osebkov. Tudi to vzorčno mesto je spadalo v predel Suhodolnice 1, zato lahko tudi za to vzorčno mesto velja, kar smo omenili pri Suhod 1 glede vlaganj in njihovega vpliva na starostno in velikostno strukturo subpopulacij postrvi. Tudi tu največji osebki stari več kot 4+ predstavljajo bodisi vložene (4+) bodisi pobegle ribe (5+). Tudi na tem vzorčnem mestu so kmalu po našem pomladanskem vzorčenju ribiči Koroške ribiške družine izlovili največje osebkke in jih naselili po toku navzdol, tako da verjetno tudi tu ne poteka redni ribolov.

Vzorčno mesto Suhod 3 je imelo regulirano strugo in bolj homogeno sestavo substrata in strukturo dna, zato je bila gostota rib nizka. Negativni vpliv regulacije je pokazal že Elser (1968), ko je v reguliranih delih opazil kar 74 % zmanjšanje številčnosti populacije. Še posebej je izstopal nizek delež 3+ in 4+ osebkov. Regulacija sicer najbolj negativno vpliva na delež starejših osebkov, saj zmanjša število primernih skrivališč, vendar so bili na tem območju tolmuni, ki so spodjedali bregove in bi lahko služili kot primerni življenjski prostori za večje osebkke. Kot možen vzrok majhnega deleža večjih osebkov lahko navedemo vpliv človeka v obliki ribolova, saj vzorčno mesto Suhod 3 spada v odsek Suhodolnice, kjer poteka reden ribolov. Intezivni ribolov je v španskih vodotokih zmanjšal povprečno starost, starostno raznolikost postrvi in število osebkov, ki so presegli minimalno dovoljeno velikost v predelih z intenzivnim ribolovom (Almodovar, 2004). Od leta 1999 pa do danes se je vseskozi zmanjševala intezivnost ribolova na Suhodolnici. Od začetnih 90 rib na sezono leta 1999 se je v zadnjih letih številka ustalila na nekje 30 osebkov letno (g. Mirko Preglav, ustno). To je sicer nizko število osebkov, vendar moramo upoštevati velikost reke in s tem povezano nizko število merskih osebkov. Ker tu poteka

ribolov, se na tem območju vlaga največ postrvi iz gojitvenih potokov. Na to dejstvo so nakazovale velikosti samih osebkov, saj so opazno odstopali od preostalih osebkov v svoji velikosti, in širina anulusov na njihovih luskah je jasno kazala na hitrejšo rast. Prisotnost dveh manj kot leto starih postrvi lahko razložimo z bližino Martiževega grabna. V njem se drsti manjši delež postrvi in ta dva osebka sta verjetno del prvega vala migracije mladice v življenjske prostore odraščajočih in spolno zrelih osebkov.

Vzorčno mesto Suhod 4 je bilo popolnoma regulirano, zato je bila gostota postrvi še manjša kot pri vzorčnem mestu Suhod 3. Predvsem je bila nizka gostota 1+ in 2+ osebkov, medtem ko je bil delež 3+ osebkov relativno velik. Zaradi regulacije je imela struga obliko ravnega kanala in relativno velik delež srednje globoke vode, kar je dalo ob dokaj mirnem rečnem toku primerne življenjske prostore za 3+ osebke. Možen razlog za višji delež teh osebkov navkljub visoki stopnji regulacije je lahko tudi odsotnost dovoljenega ribolova, saj je to vzorčno mesto spadalo v območje rezervata. Zelo skromno zastopanost 4+ osebkov pa lahko razložimo z odsotnostjo dovolj globokih tolmunov.

Vzorčno mesto Radus je bilo na območju gojitvenega potoka, ki ima specifično starostno strukturo zaradi človeškega upravljanja. Zaradi dvoletnega cikla prihaja vsake dve leti do velikih sprememb v gostoti in strukturi populacije potočnih postrvi na tem območju. Po izlovu ostane od prvotne populacije le nekaj osebkov, ki se jim uspe skriti ali pobegniti pred ribiči; izpraznjeno območje pa zasedejo tudi migrirajoči osebki, ki si iščejo svoje teritorije. Egglisshaw (1967) je eksperimentalno ugotovil, da se populacija obnovi na 96% prejšnje gostote v 14 dneh po odlovu, če krajši odsek odlovimo in postrvi odstranimo. Ker ribiči ponavadi odlovijo daljši odsek, običajno je to skoraj celotna dolžina potoka, poteka obnavljanje prejšnje gostote postrvi počasneje. Zato ponavadi najdemo poleg vloženih osebkov, ki prevladujejo, tudi starejše osebke. Več letnikov postrvi v gojitvenih potokih vodi tudi do boljše izkoriščenosti hrane in mikrolokacij v potoku, saj ob prisotnosti le enega starostnega razreda ostane del življenjskih prostorov neizkoriščen (Valič, 1996). Ker je naš pomladanski izlov potekal po enem letu vložitve mladice, so pričakovano v visokem številu prevladovali 1+ osebki. V izlovu je bilo tudi nekaj manj kot leto starih osebkov (0+). Njihovo prisotnost lahko razložimo z bližino drstišč. Ti osebki so lahko predstavljali prvi val mladice, ki so se selile iz območij, ki so ga naseljevale mladice v območja, ki ga

naseljujejo odrasli osebki. Poleg njih so bili v ulovu prisotni še 2+ in 3+ osebki. Majhen delež teh dveh starostnih razredov in odsotnost  $\geq 4+$  ni posledica pomanjkanja primernih življenjskih prostorov za te osebke, temveč je verjetno povezano z majhno verjetnostjo pobega teh osebkov pred ribiči, ki izlavlajo.

Visoka gostota rib je bila pogojena z visokim številom vloženih mladice, tako da je bila gostota rib blizu saturacije populacije potočnih postrvi. Raznolika struga z menjavanjem hitrotekočih predelov z obširnimi tolmunimi ob zavojih potoka je dala dovolj primernih življenjskih prostorov tako za različne starostne razrede postrvi kot za spremljajoče vrste. Večina osebkov postrvi vseh starostnih razredov smo izlovili prav v tolmunih. Šibak, komaj zaznaven vodni tok in globoka voda, ki ni prepuščala skoraj nič svetlobe, sta omogočala visoko gostoto poselitve kljub bolj ali manj homogenemu substratu. Odločujoči vpliv prosojnosti vode na agresivnost postrvi je potrdil Chapman (1966). Pri zmanjšani vidljivosti v vodi, ki jo povzroči motnost vode ali ovire, se zmanjša branjeno območje, saj postrv svojih vrstnic ne vidi tako dobro kot v bistri vodi, zato je lahko na takih območjih v vodotokih gostota postrvi večja. Agresivnost postrvi se zmanjša v mirnejši vodi, saj primerno velika zaklonišča niso več življenjsko pomembna (Grant in Noakes, 1988). Poleg tega sta Elso in Giller (2001) zabeležila v poletju in jeseni proporcionalno višjo gostoto postrvi v globljih tolmunih v primerjavi s plitvejšimi, kar lahko nakazuje, da postrv izkorišča ustrezni življenjski prostor (kot je npr. tolmun) kot trodimenzionalni prostor, v katerem povišanje tretje dimenzije, to je globine, vodi do proporcionalno višjega deleža rib na enoto površine.

Na vzorčnem mestu Rados je bil visok delež kapljev različnih velikosti. Ker je večina postrvi naseljevala tolmane, je potekala kompeticija za primerne življenjske prostore v hitrotekočih predelih struge večinoma le med kaplji samimi. Manj verjeten razlog za visok delež kapljev pa je lahko tudi način upravljanja z gojitvenimi potoki na tem območju, zaradi katerih bi lahko lokalno prihajalo do višje gostote kapljev. Gospodar Koroške ribiške družine (g. Mirko Preglav) mi je povedal, da ob vsakem izlovu ulovljene kaplje ne vrnejo na prvotna mesta, temveč jih naselijo po toku navzgor ali navzdol, saj naj bi po njegovi razlagi prisotnost kapljev škodovala vloženim osebkom. Odrasli kaplji občasno plenijo postrvje mladice in se jih le-te aktivno izogibajo (Gaudin in Héland, 1984; Bardonnnet in Héland, 1994), vendar pa prav z odstranjevanjem šibkejših osebkov držijo

gostoto postrvi malo pod saturacijo in s tem omogočajo optimalno zasedbo življenjskih prostorov na nekem območju.

Relativno visok delež so v izlovu imeli tudi vzhodni potočni piškurji. Večina osebkov je bila še na stopnji larve, nekaj osebkov pa se je že preobrazilo v spolno zrele osebkve z dobro razvitimi očmi. Larve potrebujejo za razvoj čiste, neregulirane potoke s peščenim ali glinenim dnom (Povž in Sket, 1990). Ker je potok Radušnica zagotovil primerne pogoje, so imele larve visoko gostoto na tem vzorčnem mestu in verjetno na celotni dolžini njegove struge. Vzhodni potočni piškurji se drstijo od aprila do junija, po drsti pa poginejo (Povž in in Sket, 1990), zato jih nismo več našli v jesenskem izlovu.

### 5.2.2 Oktobrsko vzorčenje

Manjše razlike med obema vzorčenjema so bile pričakovane, saj je jesensko vzorčenje potekalo v času začetka selitve spolno zrelih potočnih postrvi na drstišča. Poleg tega pa se jeseni selijo manj kot leto stare postrvi iz življenjskih prostorov mladice v nižje ležeče dele vodotokov, zato smo pričakovali znaten delež le-teh v vseh vzorčnih mestih. Nekaj nepovezanih dogodkov pa je znatno spremenilo populacije postrvi na obravnavanih vzorčnih mestih.

Nekaj tednov pred našim jesenskim vzorčenjem je bilo močno deževje, zaradi katerega so močno narasli vodotoki na območju Slovenjegraške kotline. Reka Suhodolnica je narasla za nekaj metrov v višino (na vzorčnem mestu Suhod 4). O moči povodnje lahko navedem dve opaznanji. Prod, ki ga je nosila narasla voda, je skoraj popolnoma zapolnil več metrov globok tolmun, ki je nastal za umetno pregrado in se je nahajal malo višje po toku navzdol od vzorčnega mesta Suhod 2. Debela plast sluzi na koži mnogih postrvi je nakazovala na povodenj, saj smo jim s težavo odvzeli luske za določanje starosti (največ težav smo imeli pri postrvih na vzorčnem mestu Suhod 2). Povodenj lahko na nekem območju močno zmanjša gostoto mlajših osebkov zaradi odnašanja po toku navzdol (Elliot, 1987; Heggenes in Traaen, 1988). Manj močni vodni tokovi pa lahko vodijo tudi do stradanja postrvi v suboptimalnih življenjskih prostorih zaradi višje porabe energije ali manjše razpoložljivosti hrane (Elwood in Watters, 1969). Negativni vpliv povodnji lahko omejijo

prisotna skrivališča, kamor se zatečejo ribe pred močnim tokom. Teh sicer na območjih vzorčnih mest Suhod 1 in Suhod 2 ni manjkalo, vendar je bil očitno vodni tok premočan za te starostne razrede, nevarnost pa je predstavljal tudi prod, ki ga je nosil rečni tok. Povodenj je prizadela predvsem višje ležeči vzorčni mesti (Suhod 1 in Suhod 2) in vzorčno mesto Rados, kjer se jim je močno zmanjšal predvsem delež 0+, 1+ in 2+ osebkov. Nasprotno sta pa nižje ležeči vzorčni mesti (Suhod 3 in 4) imeli v jesenskem vzorčenju precej višjo gostoto 0+, 1+ in 2+ osebkov, saj je narasli vodni tok odplavljen ribe nalagal v nižjih predelih obravnavanih vodotokov.

Povodenj deluje tudi kot sprožilec za spolno zrele osebkke, ki čakajo ob ustju pritokov, da se premaknejo v območja pritokov, kjer poteka drst (Bagliniere in sod., 1987). Migrirajoče spolno zrele postrvi so tudi predstavljal znoten delež (Suhod 3 in 4) ali pa so celo prevladoval (Suhod 1 in Suhod 2, Rados) v jesenskem izlovu na vseh obravnavanih vzorčnih mestih. Poleg očitnih znakov spolne zrelosti (samice, polne iker) so ti osebki izstopali od ostale populacije po velikosti, saj so presegali velikost leto starejših postrvi v aprilskem izlovu.

Malo pred našim jesenskim izlovom so ribiči Koroške ribiške družine zaradi poglobljanja struge Suhodolnice na območju rezervata, kamor spada Suhod 4, izlovili vse merske ( $\geq 2+$ ) osebkke in jih ponovno naselili na ribolovnem odseku Suhodolnice (Suhod 3). Zato je v Suhod 4 ostal le majhen delež osebkov, ki smo jih izlovili v aprilskem vzorčenju, saj so večino predstavljal odplavljen (0+) postrvi in postrvi, ki so se selile.

### 5.3 PRIMERJAVA RASTI POTOČNIH POSTRVI MED VZORČNIMI MESTI

Visoka rast potočnih postrvi na vzorčnem mestu Suhod 1 je povezana s specifičnimi temperaturnimi pogoji na tem območju. Spomladi in jeseni je tu temperatura vode nižja, vendar pa je pozimi višja od nižje ležečih obravnavanih vzorčnih mest, saj pozimi pride do temperaturnega obrata. Več raziskav je potrdilo, da so za nižjo rast postrvi v zimskem času odločilne nizke temperature vode in s tem povezan nizki metabolizem, ne pa pomanjkanje hrane (Reimers, 1956; Egglisshaw, 1967; Elliott; in Jenkins, 1972). Mnoge žuželke rojijo tudi pozimi, če vodne gladine ne pokriva led. V zimskem času so prisotni tudi mnogi



zadnji larvalni stadiji žuželk, ki imajo visoko hranilno vrednost (Reimers, 1956). Tako lahko postrvi na vzorčnem mestu Suhod 1 ne le v času zime nadoknadijo rast, ampak celo presežejo velikost postrvi na drugih vzorčnih mestih. Čeprav ima Suhodolnica hudourniški značaj, menimo, da imajo postrvi na območju vzorčnega mesta Suhod 1 nizko mortaliteto. Ugodne zimske temperature so pripomogle k preživetju najšibkejših osebkov v neki starostni skupini, zato so imeli vsi starostni razredi z več kot enim primerkom visoke standardne deviacije v teži in dolžini.

Najnižjo rast med vzorčnimi mesti so v povprečju imele postrvi na vzorčnem mestu Suhod 2. Razlog za to leži v neugodni kombinaciji sezonskih temperatur vode. Poletne temperature so bile le malo višje od temperatur v vzorčnem mestu Suhod 1, medtem ko je na začetku zime temperatura počasi padla na 4°C. Postrvi so imele večinoma nizko standardno deviacijo, kar lahko nakazuje na večjo zimsko mortaliteto.

Zaradi vlaganj so imele postrvi na vzorčnem mestu Suhod 3 v povprečju visoko rast, na heterogen izvor pa lahko nakazuje tudi visoka standardna deviacija teže 2+ osebkov. Preostali starostni razredi so imeli nizko standardno deviacijo v teži in masi.

Postrvi na vzorčnem mestu Suhod 4 so imele majhne standardne deviacije teže in dolžine, kar lahko nakazuje na majhno biogeno kapaciteto reguliranega odseka in visoko smrtnost podložnih osebkov. Relativno visoka poletna temperatura je omogočala relativno visoko rast.

Heterogen izvor postrvi na vzorčnem mestu Radus se je kazal v razliki v rasti in standardni deviaciji med posameznimi starostnimi razredi. 0+ in 1+ postrvi so imele nižjo rast, kot pa postrvi v Suhodolnici, medtem ko so 2+ in 3+ postrvi imele stopnjo rasti primerljivo z rastjo postrvi na vzorčnem mestu Suhod 1. Mlajši letniki so imeli slabšo rast v primerjavi z vrstniki iz Suhodolnice zato, ker majhen vodotok nudi manj hrane kot pa velik. Visoka rast starejših letnikov postrvi pa je posledica rednega izlavljanja gojitvenih potokov, ki omogoča za kratek čas nizko gostoto, vložene mladice pa tudi ne predstavljajo resne kompeticije za te osebke.

## 5.4 KANONIČNA ANALIZA

Okoljske spremenljivke, nadmorska višina, oddaljenost od izvira, širina struge in povprečna temperatura so povezane med sabo, zato jih lahko obravnavamo med sabo. Raziskave v Franciji (Bagliniere in sod., 1989; Ombredane in sod., 1988; Obbredane, 1989) so pokazale, da se z naraščanjem širine vodotoka, povprečne temperature, oddaljenosti od izvira ter z zmanjševanjem nadmorske višine zmanjšuje delež 0+ in zvišuje delež  $\geq 2+$  postrvi. Naša RDA analiza pa je pokazala obratni trend. Povodenj je odnesla večino 0+ postrvi po toku navzdol, tako da so imela nižje ležeča vzorčna mesta (Suhod 3 in Suhod 4) večji delež teh osebkov. Regulacija in ribolov pa sta razloga za odsotnost velikih osebkov na nižje ležečih mestih (Suhod 3 in Suhod 4) na reki Suhodolnici. S povodnjo lahko razložimo tudi pozitivno korelacijo med odsotnostjo velikih osebkov in 0+ postrvi.

Večji delež proda in kamnov pozitivno vpliva na gostoto  $\geq 1+$  osebkov. Podobno zvezo so potrdili že v mnogih raziskavah (Bagliniere and Champigneulle, 1982; Glova in Duncan, 1985; Heggenes, 1988 a; Bardonnnet in Heland, 1994; Maki-Petays in sod., 1997; Greenberg in Dahl, 1998 Eklov in sod.; 1999). Analiza je pokazala tudi pozitivno korelacijo med prisotnostjo kapljev in vzhodnih potočnih piškurjev. Vzhodni potočni piškurji naseljujejo peščeni ali glineni substrat (Povž in Sket, 1990). Ker nismo vzeli deleža peščenega substrata, je analiza pokazala napačno povezavo. Upravljavka spremenljivka število vloženih merskih rib je razložila prisotnost več kot 4+ postrvi. Naša raziskava pa je pokazala, da število merskih rib najbolj vpliva na 2+ in 3+ osebke, kar pa RDA analiza ni pokazala. Število vloženih mladice so predstavljale vložene ribe iz gojitvenih potokov. Le-te smo dali pod to upravljavsko spremenljivko, da smo jih ločili od osebkov, ki so bili vloženi zaradi intervencijskega izlova. Na Koroškem se zarod ne vlaga v ribolovne vode, temveč v gojitvene potoke (g. Mirko Preglav, ustno).

## 6 ZAKLJUČKI

Struga na nereguliranih vzorčnih mestih Suhod 1 in Suhod 2 je imela precej razgibano rečno dno ali pa so se izmenjavali plitvi hitro tekoči predeli z globljimi tolmunimi (Radus),

medtem ko je bila struga na reguliranih vzorčnih mestih (Suhod 3 in Suhod 4) bolj ali manj enotna.

Neregulirana vzorčna mesta na reki Suhodolnici so imela znatno višji delež substrata iz velikih kamnov (22–30 %) ter malih kamov in proda (67–70 %) v primerjavi z reguliranimi vzorčnimi mesti (5–12 %; 50–52 %).

Postvi na vzorčnih mestih so se znatno razlikovale med sabo v starostni strukturi, velikosti in gostoti, razlike pa so bile tudi med aprilskim in oktobrskim vzorčenjem letnih.

Neregulirana vzorčna mesta so imela aprila znatno višjo gostoto postrvi (0,35–0,87 os./m<sup>2</sup>) kot pa regulirana vzorčna mesta (0,13–0,16 os./m<sup>2</sup>).

Najbolj so se vzorčna mesta razlikovala v deležu  $\geq 3+$  osebkov. Ključni razlogi za to so lahko bili: majhen delež struge z globino več kot 30 cm (Suhod 1), ribolov (Suhod 3) in način upravljanja (Radus).

Največje postrvi v aprilskem izlovu so bile v Suhod 1 in Suhod 3; prve zaradi ugodnih zimskih temperatur, zadnje pa zaradi intezivnega vlaganja 2+ in 3 + osebkov iz gojitvenih potokov.

Do velikih razlik med vzorčenji je prišlo zaradi povodnji, ki je odnesla večino osebkov na višje ležečih vzorčnih mestih po toku navzdol, hkrati pa je sprožila migracijo spolno zrelih osebkov na drstišča.

RDA analiza je pokazala pozitivno korelacijo med prodom in kamni ter postrvmi, starimi  $\geq 1+$ . Preostale korelacije so bile posledica povodnji.

## 7 POVZETEK

Regulacija vodotokov je marsikje spremenila morfologijo struge in vodni tok. Ljudje pa vplivajo na populacije postrvi še z vlaganjem osebkov iz gojitvenih potokov. Glavni cilji naloge so bili ugotoviti, kako heterogenost življenjskega prostora in regulacija vplivata na starostno in velikostno strukturo populacij potočnih postrvi, kako naselitev novih rib vpliva na starostno in velikostno strukturo populacij potočnih postrvi in kolikšna je razlika v starostni in velikostni strukturi populacij potočnih postrvi v vodah, kjer poteka izlov in vlaganje in kjer ne potekata ti dve dejavnosti.

Izbrali smo pet vzorčnih mest, na reki Suhodolnici štiri (Suhod 1–4) in eno na potoku Radušnica. Izlov rib je potekal v pomladanskem in jesenskem obdobju leta 2005. Ribe smo stehali, izmerili in jim odvzeli luske, s pomočjo katerih smo kasneje v laboratoriju Zavoda za ribištvo določevali starost postrvi. V istem obdobju smo tudi tedensko merili temperaturo vode vzorčnih mest. Vsako vzorčno mesto smo razdelili na prečne transekte in na osminah širine transekta merili globino struge. Zabeležili smo tudi globino, širino in dolžino tolmunov. Poleg tega smo še ocenili deleže za vsako kategorijo anorganskega in organskega substrata ter tipov tokov.

Struga na nereguliranih vzorčnih mestih (Suhod 1 in Suhod 2) je imela precej razgibano rečno dno ali pa so se izmenjavali plitvi hitro tekoči predeli z globljimi tolmuni (Ragus), medtem ko je bila struga na reguliranih vzorčnih mestih (Suhod 3 in Suhod 4) bolj ali manj enotna. Neregulirana vzorčna mesta na reki Suhodolnici so imela znatno višji delež substrata iz velikih kamnov (22–30 %) in malih kamov in proda (67–70 %) v primerjavi z reguliranimi vzorčnimi mesti (5–12 %; 50–52 %).

Vzorčna mesta so se znatno razlikovala med sabo v starostni strukturi in velikosti potočnih postrvi, razlike pa so bile tudi med aprilskim in oktobrskim vzorčenjem le-teh. Neregulirana vzorčna mesta so imela aprila tudi znatno višjo gostoto postrvi (0,35–0,87 os./m<sup>2</sup>) kot pa regulirana vzorčna mesta (0,13–0,16 os./m<sup>2</sup>). Najbolj so se vzorčna mesta razlikovala v deležu  $\geq 3+$  osebkov. Ključni razlogi za to so lahko bili: majhen delež struge z globino več kot 30 cm (Suhod 1), ribolov (Suhod 3) in način upravljanja (Ragus).

Največje postrvi v aprilskem izlovu so bile v Suhod 1 in Suhod 3; prve zaradi ugodnih zimskih temperatur, zadnje pa zaradi intezivnega vlaganja 2+ in 3 + osebkov iz gojitvenih potokov.

Do velikih razlik med vzorčenji je prišlo zaradi povodnji, ki je odnesla večino osebkov na višje ležečih vzorčnih mestih po toku navzdol, hkrati pa je sprožila migracijo spolno zrelih osebkov na drstišča.

RDA analiza je pokazala pozitivno korelacijo med prodom in kamni ter postrvmi, starimi  $\geq 1+$ . Preostale korelacije so bile posledica povodnji.

## 8 VIRI

1. AQUEM consortium (2002). Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Frame Directive. Version 1.0., February 2002.
2. Allan J.D., 1995. Stream ecology. London, Chapman & Hall: 388 str.
3. Allen R.K., 1969. Limitations on production in Salmonid populations in streams, The University of British Columbia Institute of Fisheries. Symposium on Salmon and Trout in Streams, 1968:3–18.
4. Almodovar, G.G. Nicola, 2004. Angling impact on conservation of Spanish stream-dwelling brown trout *Salmo trutta*. Fish. Man. and Ecol., 11, 3–4: 173–182.
5. Ambrose J.R. 1985, Age determination. V : Nielsen G. and Johnson L.(ed.), 1985. Fisheries techniques. Am. Fish. Soc., Maryland :301–324.
6. Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. Milner, N.J., 2003. Habitat requirement of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. Fish. Res. 62: 143–170.
7. Armstrong, J.D., Shackley, P.E., Gardiner, R., 1994. Redistribution of juvenile salmonid fishes after localised catastrophic depletion. J. Fish Biol. 45: 1027–1039.
8. Bachman R.A., 1984. Foraging behavior of free-ranging wild and hatchery brown trout in a stream. Trans. Am. Fish. Soc., 113: 1–32.
9. Baglinière J.L., 1979. Les principales populations de poissons sur une rivière à Salmonidés de Bretagne-sud, le Scorff. Cybium, 3rd series, 7: 53–74.
10. Baglinière J.L., Maise G., Lebaill P.Y., Nilhouarn A., 1989. Population dynamics of brown trout *Salmo trutta* L., in a tributary in Brittany (France): spawning and juveniles. J.Fish. Biol., 34: 97–110.
11. Baglinière J.L., Maise G., Lebaill P.Y., Prevost E., 1987. Dynamique de poulton de poulton de truite commune (*Salmo trutta* L.) d'un ruisseau breton (France): les geniteurs migrants. Acta OEcolog., App., 8: 201–215.
12. Baglinière J.L., Arribe-Moutounet D., 1985. Microrépartition des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.), de juvénile de saumon atlantique (*Salmo salar*

- L.) et des autres espèces présentes dans la partie haute du Scorff (Bretagne). *Hydrobiologia*, 120: 229–239.
13. Baglinière J.L., Champigneulle A., 1982. Densité des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.) et de juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sur le cours principal du Scorff (Bretagne): préférences physiques et variations annuelles (1976–1980). *Acta oecol. Oecol. Appl.*, 3: 241–256.
  14. Baldes, R.J., Vincent E.V., 1969. Physical parameters of microhabitats occupied by brown trout in an experimental flume. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 98, 2: 230–238.
  15. Baran P., Delacoste M., Lascaux J.M., Dauba F., Segura G., 1995 b. La compétition interspécifique entre la truite commune (*Salmo trutta* L.) e la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum): influence sur les modèles d'habitat. *Bull Fr. Pêche Piscic*, 337/338/339: 283–90.
  16. Bardonnnet, A., Bagliniere, J.L., 2000. Freshwater habitat of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 57: 497–506.
  17. Bardonnnet A., Heland M., 1994. The influence of potential predators on the habitat preference of emerging brown trout. *J. Fish Biol.*, 45, (Suppl. A): 131–142.
  18. Binns, N.A., Eiserman, F.M., 1979. Quantification of fluvial trout habitat in Wyoming. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 108: 215–228.
  19. Bohlin T., 1977. Habitat selection and intercohort competition of juvenile sea-trout *Salmo trutta*. *Oikos* 29: 112–117.
  20. Bohlin T., 1978. Temporal changes in spatial distribution of juvenile sea-trout *Salmo trutta* in a small stream. *Oikos*, 30: 114–120.
  21. Brooker M.P., 1981. The impact of impoundment on the downstream fisheries and general ecology, in *Advances in Applied Biology*, 91–152, Academic press, London.
  22. Budinha N., Šumar S., Bertoic M., 1998. Ribe in raki reke Reke, Smernice rib. upravljanja in repopulacijski program soške postrvi, Zavod za ribištvo Slovenije Ljubljana, 1998.
  23. Butler R.L., Hawthorne V.M., 1968. The reactions of dominant trout to changes in overhead artificial cover. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 97: 37–41.

24. Champigneulle A., 1978. Caractéristiques de l'habitat piscicole et de la population de juvéniles sauvages de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sur le cours principal de Scorff (Morbihan). Thèse 3<sup>e</sup> Cycle Biologie Animale, Univ. Rennes 1, 92 str.
25. Chapman D.W., 1966. Food and space as regulators of salmonid populations in streams. *Am. Nat.*, 100, 913: 345–357.
26. Chapman D.W., Bjorn T.C., 1969. Distribution of salmonids in streams, with special reference to food and feeding. V: T.G. Northcote (ed.), *Salmon and Trout in Streams*, H.R. McMillan Lect. Fisheries Univ. brit. Columbia (Vancouver): 152–176.
27. Clark E.D., 1998. Microthermal habitats in British rivers. Ph. D. Thesis. University of Exeter, 294 str.
28. Crisp D.T., 1963. A preliminary survey of brown trout (*Salmo trutta* L.) and bullheads (*Cottus gobio* L.) in high altitude becks. *Salmon Trout mag.*, 167: 45–49.
29. Crisp, D.T., 1993. The environmental requirements of salmon and trout in fresh water. *Freshw. Forum*, 3: 176–202
30. Crisp D.T., 1995. Dispersal and growth rate of 0-group salmon (*Salmo salar* L.) from point-stocking together with some information from scatter stocking. *Ecol. Freshw. Fish.*, 4: 1–8.
31. Crisp D.T., 1996. Environmental requirements of common riverine European salmonid fish species in fresh water with particular reference to physical and chemical aspects. *Hydrobiologia*, 323: 201–221.
32. Crisp, D.T., Carling P., 1989. Observations on sitting, dimensions and structure of salmonid reeds. *J. Fish. Biol.*, 34: 119–134.
33. Cuiat R., 1980. Modification du lit des des cours d'eau: conséquences écologiques et piscicoles. 1 vol. ronéotypé, Coll. FAO, CEPCI, Vichy avril 1980 – Conseil Supérieur de la Pêche, 6<sup>e</sup> D. R., Clermont-Ferrand, 15 str.
34. Cunjak R.A., Power G., 1986. Winter habitat utilization by stream resident brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 1970–1981.
35. Cunjak, R.A., Prowse, T.D., Parrish, D.L., 1998. Atlantic salmon (*Salmo salar*) in winter: the season of parr discontent. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 55, 1: 161–180.



36. Decamps H., Capblancq J., 1980. Recherches sur le bassin Lot-Dordogne et l'herbier d'Argentat. 2 vol., Min. Environ. Cadre Vie, Com. Faune-Flore, Contr. 8046, Neuilly-sur Seine, 94 str.
37. DeVore P.W., White R.J., 1978. Daytime responses of brown trout (*Salmo trutta*) to cover stimuli in stream channels. Trans. Am. Fish. Soc., 107, 6: 763–771.
38. Dutartre A., Gross F., 1982. Evolution des végétaux aquatiques dan les cours d'eau recalibrés (Exemples pris dan le Sud-Ouest de la france). V: J. J. Symoens, S. S. Hooper, P. Compere (eds.). Studies on aquatic vascular plants, Bot. R. Soc. Belgium, Brussels: 394–397.
39. Egglisshaw H.J., Shackley P.E., 1973. An experiment on faster growth of salmon *Salmo salar* L. in a Scottish stream. J. Fish Biol., 5: 197–204.
40. Egglisshaw H.J., 1967. The food, growth and population structure of salmon and trout in two streams in Scottish Highlands. Fres. and Salm. Fish. Reas., 38: 5–32.
41. Egglisshaw H.J., Shackley P.E., 1977. Growth, survival and production of juvenile salmon and trout in a Scottish stream, 1966–1975. J. Fish Biol., 11: 647–672.
42. Egglisshaw H.J., Shackley P.E., 1980. Survival and growth of salmon, *Salmo salar*, planted in a Scottish stream. J. Fish Biol., 16: 565–584.
43. Eklov A., Greenberg L., Bronmark C., Larsson P., Berglund O., 1999. Influence of water quality, habitat and species richness on brown trout populations. J. Fish Biol. 54: 33–43.
44. Elliot S.R., Coe T.A., Helfield J.M., Naiman R.J., 1998. Spatial variation in environmental characteristics of Atlantic salmon (*Salmo salar*) rivers. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 55, 1: 267–280.
45. Elliott J.M., Jenkins T.M.; 1972. Winter food of trout in thre high elevation Sierra Nevada lakes. Calif. Fish. and Game, 58, 3: 231–237.
46. Elliott J.M., 1981. Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts.V: Pickering, A.D. (ed.), Stress and Fish. Academic Press, London.
47. Elliot J.M., 1987. Population regulation in contrasting populations of trout *Salmo trutta* in two Lake District streams. J. Anim. Ecol., 56: 83–98.
48. Elliot J.M., 1989. Wild Brown trout *Salmo trutta*; an important national and international resource. Freshwater Biol., 21: 1–5.

49. Elliott J.M., 1989. Mechanisms responsible for population regulation in young migratory brown trout, *Salmo trutta* L. The critical time for survival. J. Anim. Ecol., 58: 45–58.
50. Elliott, J.M., 1994. Quantitative Ecology and the Brown Trout. Oxford University Press, Oxford.
51. Elliott J.M., Hurley M.A., 1997 a. The functional relationship between body size and growth rate in fish. Funct. Ecol., 9: 625–627.
52. Elso J.I., Giller P.S., 2001. Physical characteristics influencing the utilization of pools by brown trout in an afforested catchment in Southern Ireland Journal of Fish Biology, 58, 1: 201–221.
53. Elwood J.W., Waters T.F., 1969. Effect of floods on food consumption and production rates of a stream brook trout population. Trans. Amer. Fish. Soc., 98: 253–262.
54. Fausch K.D., White R.J., 1981. Competition among juveniles of coho salmon, brook trout, and brown trout in a laboratory stream, and implications for Great lake tributaries. Trans. Am. Fish. Soc., 115: 363–381.
55. Grant J.W. A, Noakes D.L.G., 1988. Aggression and foraging mode of young-of-the-year brook charr *Salvelinus fontinalis* (Pisces, Salmonidae). Behav. Ecol. Sociobiol., 22: 435–445.
56. Gaudin Ph., Heland M., 1984. Influence d'adultes de chabots (*Cottus gobio* L.) sur des alevins de truite commune (*Salmo trutta* L.): étude expérimentale en milieux seminaturels. Act Oecol., Oecol. Appl., 5, 1: 71–83.
57. Glova G.J., Duncan M. J., 1985. Potential effects of reduced flows on fish habitat in a large boarded river, New Zealand. Trans. Fish. Amer. Soc., 114, 2: 165–181.
58. Greenberg L.A., Svendsen P., Harby A., 1996. Availability of microhabitats and their use by brown trout (*Salmo trutta*) and grayling (*Thymallus thymallus*) in the river Vojman. Swed. Regul. Rivers, 12: 287–303.
59. Greenberg L.A., Dahl J., 1998. Effect of habitat type on growth and diet of brown trout, *Salmo trutta* L., in stream enclosures. Fish. Man. and Ecol., 5: 331–348.
60. Hansen E.A., Alexander G.R., Dunn W.H., 1983. Sand sediment in a Michigan trout stream. part I. A technique for removing sand bedload from streams. North Am. J. Fish. Manage., 3: 355–364.

61. Haury J., 1987. Les macrophytes autor du barrage de Rabodanges (Orne) – Impact du barrage. Etablissement d'un état de référence avant une augmentation du débit réserve. E. N. S. A. Botanique et I. N. R. A. Ecol. Hydrobiol., Rennes, 39 str.
62. Haury J., 1998 a. Macrophytes due Scorff: distribution des espèces et biotypologie. Bull. Soc. Sci. Bretagne, 59, 1–4: 53–66.
63. Haury J., 1998 b. Macrophytes du Trieux (Bretagne-Nord): les ensembles floristiques. Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest Fr., Nouv. Sér., 10, 3: 135–150.
64. Haury J., Baglinière J. L., 1990. Relations entre la population de truite commune (*Salmo trutta*), les macrophytes et les paramètres du milieu sur un ruisseau. Bull. Fr. Pêche Piscic., 318: 118–131.
65. Haury J., Ombredane D., Baglinière J.L., 1999. The habitat of the brown trout (*Salmo trutta* L.) in water courses. V: Biology and ecology of the Brown and Sea trout, Baglinière J.L. in Maisse G. (eds). Springer Verlag: 37–91.
66. Haury J., Baglinière J.L., 1996. Les macrophytes, facteurs structurant de l'habitat piscicole en rivière à salmonides. Etude de micropartition sur un secteur végétalisé du Scorff (Bretagne-Sud). Cybium, 20, 3 (suppl.) : 107–122.
67. Haury J., Bernez I., Lahille V., 1996. Influence de la retenue de Rabodanges sur les peuplements macrophytiques de l'Orne. V: Merot Ph. & Jigorel A. (Eds), Hydrologie dan les pays celtiques, Rennes 8-11 July 1996, Colloques de l'I. N. R. A., 79: 283–290.
68. Hawkins C.P. 1993. A hierarchical approach to classifying stream habitat features, Fisheries, 18, 6: 3–12.
69. Hearn W.E., 1987. Interspecific competition and habitat segregation among stream-dwelling trout and salmon: a review. Fisheries, 12, 5: 24–31.
70. Heggenes J., 1988. Effect of experimentally increased intraspecific competition on sedentary adult brown trout (*Salmo trutta*) movement and stream habitat choice. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 45: 1163–172.
71. Heggenes J., 1988 a. Substrate preferences of brown trout fry (*Salmo trutta*) in artificial stream channels. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 45: 1801–806.
72. Heggenes J., 1988 b. Physical habitat selection by brown trout (*Salmo trutta*) in riverine systems. Nordic. J. Freshwater Res., 64: 74–90.

73. Heggenes J., Traeen T., 1988. Downstream migration and critical velocities in stream channel for fry of four salmonid species. *J. Fish Biol.*, 32: 717–727.
74. Heggenes J., 1988 c. Effects of short-term flow fluctuations of displacement and habitat use by brown trout in a small stream. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 117: 336–344.
75. Heggenes J., Krog O.M.W., Lindas O.R., Dokk J.G., Bremnes T., 1993. Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter. *J. Anim. Ecol.* 62: 295–308.
76. Heggenes J., Saltveit S.J., Lingaas O., 1996 a. Predicting fish habitat use to changes in water flow: modelling critical minimum flows for Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *S. trutta*. *Regul. Rivers*, 12: 331–344.
77. Heggenes J., Harby A., Bult T.P., 1996 b. Microposition choice in stream-living Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr and brown trout (*Salmo trutta*): habitat-hydraulic 3-dimensional model and test. V: Leclerc M., et al. (Eds.), *Proceedings of the Second IAHR Symposium on Habitats Hydraulics, Ecohydraulics 2000*. IRNS, Quebec.
78. Heggenes J., Bagliniere J., Cunjak R., 1999. Spatial niche variability for young Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams. *Ecol. Freshw. Fish*, 8: 1–21.
79. Heland M., 1999. Social organization and territoriality in brown trout juveniles during ontogeny V: Biology and ecology of the Brown and Sea trout, Baglinière J.L. in Maisse G. (eds). Springer Verlag: 91–115.
80. Heland M., 1971a. Observations sur les premières phases du comportement agonistique et territorial de la truite commune *Salmo trutta* L. en ruisseau artificiel. *Ann. Hydrobiol.*, 2, 1: 33–46.
81. Huet M., Timmermans J.A., 1976. Influence sur les populations de poissons des aménagements hydrauliques des petits cours d'eau assez rapides. *Trav. Stn. Rech. Eaux for.*, Ser. D, 46: 27 str.
82. Jenkins T.M.Jr., 1969. Social structure, position choice and micro-distribution of two trout species (*Salmo trutta* and *Salmo gairdneri*) resident in mountain streams. *Anim. Behav. Monog.*, 2, 2: 57–123.
83. Jones A.N., 1975. A preliminary study of fish segregation in salmon spawning streams. *J. Fish Biol.*, 7: 95–104.

84. Jowett I.G., 1992. Models of the abundance of large brown trout in New Zealand rivers. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 12: 417–432.
85. Kalleberg H., 1958. Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* L. and *S. trutta* L.). *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm*, 39: 55–8.
86. Karlstrom O., 1977. Habitat selection and population densities of salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) parr in Swedish rivers with some reference to human activities. *Acta Univ. Upsaliensis*, 404: 3–12.
87. Kennedy M., Fitzmaurice P., 1971. Growth and food of brown trout (*Salmo trutta* L.) in Irish waters. *Proc. R. I. A.*, 71: 269–352.
88. Kennedy, G.J.A., 1984 b. Factors affecting the survival and distribution of salmon (*Salmo salar* L.) stocked in upland trout streams (*Salmo trutta* L.) in northern Ireland. V: *Proceedings of the Symposium on Stock Enhancement in the Management of Freshwater Fisheries*, EIFAC, Budapest, 1982. EIFAC technical paper, vol. 1, Suppl. 42, str. 227–242.
89. Kennedy G.J.A., Strange C.D., 1982. The distribution of salmonids in upland streams in relation to depth and gradient. *J. Fish Biol.*, 20: 579–591.
90. Khalanski M., Bonnet M., Gregoire A., 1987. Evaluations quantitative de la biomase végétale à l'aval de Serre-ponçon. *E. D. F. Dir. Etud. Rech.*, HE/32–87.05, 88 str.
91. Kondolf, G.M., Wolman M.G., 1993. The sizes of salmonid spawning gravels. *Wat. Resour. Res.*, 29: 2275–2285.
92. Lewis S.L., 1969. Physical factors influencing fish populations in pools of a trout stream. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 98, 1: 14–19.
93. Liebig H., Lim P., Belaud A., 1998. Influence du débit de base et de la durée des éclusées sur la dérive d'alevins de truite commune: expérimentations en canal semi-naturel. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 337/338/339: 337–347.
94. Lindroth A., 1955. Distribution territorial behavior and movements of sea trout fry in the river Indalsälven. *Rep. Int. Freshwater Res. Drottningholm*, 36: 104–119.
95. Lobon-Cervia J., 2007. Density-dependent growth in stream living Brown trout *Salmo trutta* L. *Funct. Ecol.*, 21, 1: 117–124.

96. Maki-Petays A., Muotka T., Huusko A., Tikkanen P., Kreivi P., 1997. Seasonal changes in habitat use and preference by juvenile brown trout, *Salmo trutta*, in a northern boreal river. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54: 520–530.
97. Metcalfe N.B., Valdimarsson S.K., Fraser N.H.C., 1997. Habitat profitability and choice in a sit-and-wait predator: juvenile salmon prefer slower currents on darker nights. *J. Anim. Ecol.*, 66: 866–875.
98. Baglinière J.L., Maisse G., 1999. Biology of the brown trout (*Salmo trutta* L.) in French rivers V: Biology and ecology of the Brown and Sea trout, Baglinière J. L. in Maisse G. (eds). Springer Verlag: 15–37
99. Metcalfe N.B., Fraser N.H.C., Burns M.D., 1999. Food availability and the nocturnal vs diurnal foraging trade-off in juvenile salmon. *J. Anim. Ecol.*, 68: 371–381.
100. Milner N.J., 1982. Habitat evaluation in salmonid streams. V: Proceedings of the 13 th Annual Study Course. Institute of Fisheries Management, str. 47–65.
101. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ribiška zveza Slovenije, Zavod za ribištvo Slovenije, 2002. Ocena stanja sladkovodnega ribištva v Sloveniji in predlogi sprememb za novi zakon, Ljubljana, januar 2002: 52 str.
102. Nichols S.A., Shaw B.H., 1986. Ecological life histories of the three aquatic nuisance plants, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus* and *Elodea canadensis*. *Hydrobiologia*, 131: 3–21.
103. Niveau A., 1981. Densité et microrépartition des différents espèces de poissons dan la basse Nivelle, petit fleuve côtier des Pyrénées atlantiques. *Bull. Fr. Piscic.*, 280: 86–103.
104. Nihouarn A., 1983. Etude de la truite commune (*Salmo trutta*L.) dan le bassin du Scorff (Morbihan): démographie, reproductions. Thèse 3<sup>e</sup> cycle Ecologie. Univ. Rennes 1, 64 str.
105. O'Connor, W.C.K., Andrew, T.E., 1998. The effects of siltation on Atlantic salmon, *Salmo salar* L., embryos in the river Bush *Fish. Man. Ecol.* 5: 393–401.
106. Ombredane D., 1989. Les peuplements et habitats piscicoles del'Elorn en 1988, INRA-ENSAR (Rennes), 14 str.
107. Ombredane D., Haury J., Thibault M., 1988. Etude des peuplements piscicoles de l'Elorn INRA, Départ, Halieutique ENSA, rennes, 24 str.

108. Ottaway, E.M., Clarke A., 1981. A preliminary investigation into the vulnerability of young trout (*Salmo trutta* L.) and Atlantic salmon (*S. salar* L.) to downstream displacement by high water velocities. *J. Fish Biol.* 19: 135–145.
109. Payne, B.A., Lapointe, M.F., 1997. Channel morphology and lateral stability: effects of distribution of spawning and rearing habitat for Atlantic salmon in a wandering cobble-bed river. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 2627–2636.
110. Povž M., Sket B., 1990. Naše sladkovodne ribe, Ljubljana, Mladinska knjiga 1990
111. Reimers N., 1956. Some aspect of relations between stream foods and Trout survival. *Calif. Fish. and Game*, 43: 43–69.
112. Rimmer D.M., Paim U., Saunders R.L., 1983. Autumnal habitat shift of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a small river. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 671–680.
113. Rimmer D.M., Paim U., Saunders R.L., 1984. Changes in the selection of microhabitat by juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) at the summer – autumn transition in a small river. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 469–475.
114. Roussel J.M., Bardonnnet A., 1998. Utilisation de l'espace par la Truite commune (*Salmo trutta* L.) au cours du nyctémère. Un exemple du rôle fonctionnel de l'habitat en ruisseau. Thèse Doct. Ec. nat. Sup. Agron. Rennes, Sciences de l'Environnement, 186 str.
115. Roussel J.M., Bardonnnet A., 1999. Ontogeny of diet pattern of stream margin habitat use by emerging brown trout, *Salmo trutta*, in experimental channels: influence of food and predator presence. *Environmental biology of fishes* (in press).
116. Roussel J.M., Bardonnnet A., Haury J., Baglinière J.L., Prévost E., 1998. Végétation aquatique et peuplement pisciaire: approche expérimentale de l'enlèvement des macrophytes dan les radiers d'un cours d'eau breton. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 350–351: 693–709.
117. Shirvell C.S., Dungey R.G., 1983. Microhabitats chosen by brown trout for feeding and spawning in rivers. *Trans. Am. Fish. Soc.* 112: 355–367.
118. Simonović P.D., Nikolić V.P., 2007. Density-dependance of growth characteritiscs and maturation in stream dwelling resident brown trout, *Salmo trutta*, in Serbia. *Fish. Man. and Ecol.*, 14,1: 1–6.

119. Souchon Y., Trocherie F., Fragnoud E., Lacomre C., 1989. Les modèles numériques des microhabitats des poissons: application et nouveaux développements. Rev. Sci. Eau, 2: 807–830.
120. Ter Braak C.J.F., Šmilauer P., 1998. CANOCO release 4, reference manual and user's guide to Canoco for Windows – software for canonical community ordination. Ithaca, New York, Microcomputer Power.
121. Urbanič G., 2005. Program dela Inštituta za vodo republike Slovenije v letu 2005: Poročilo odelu 2005, Ljubljana. Inštitut za vodo republike Slovenije, december 2005
122. Urbanič G., Toman M. J., 2003. Varstvo celinskih voda, Ljubljana, Študentska založba, 2003. – (Knjižna zbirka Scripta): 94 str.
123. Valdimarsson S.K., Metcalfe N.B., 1998. Shelter selection in juvenile Atlantic salmon, or why do salmon seek shelter in winter? J. Fish Biol., 52: 42–49.
124. Valič Peter: Prehrana potočnih postrvi (*Salmo trutta m. fario*) in soške postrvi (*Salmo trutta marmoratus*) v gojitvenih potokih Gornjevipavske doline, diplomska naloga, Lj. 1996, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 68 str.
125. Vlach P, Dušek J., Švatora M., Moravec P., 2004. Fish assemblage structure, habitat and microhabitat preferences of five fish species in a small stream. Folia Zool., 54, 4: 421–431.
126. Van Deventer, J.S., W.S. Platts, 1983. Sampling and estimating fish populations from streams. Trans. N. Amer. Wildl. and Natur. Resour. Conf. 48: 349–354.
127. Vollestad L.A., Olsen E.M., Forseth T., 2002. Growth-rate variation in brown trout in small neighbouring streams: evidence for density – dependence? J. of Fish Biol. 61, 6: 1513–1527.
128. Westlake D.F., 1975. Macrophytes. V: River ecology. Whitton A.D. (ed.) Oxford London Edinburgh Melbourne: 106–126.
129. Wildman T.L, Neumann M.R., 2003. Comparison of snorkeling and electrofishing for estimating abundance and size structure of brook trout and brown trout in two southern New England streams. Fish. Res. 60: 131–139.
130. Witzel, L., MacCrimmon, H., 1983. Redd-site selection by brook trout and brown trout in southwestern Ontario streams. Trans. Am. Fish. Soc. 112: 760–771.
131. Zavod za ribištvo Slovenije, 2005: Predstavitev ribiškega upravljanja, Ljubljana, Zavod za ribištvo Slovenije, 17.2. 2005: 10 str.



## ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Ivanu Kosu za vso njegovo pomoč in nasvete pri nastajanju diplomske naloge.

Posebej se zahvaljujem delovnemu mentorju dr. Samu Podgorniku univ. dipl. biol. za ves njegov trud in nasvete pri nastajanju diplomske naloge, konstruktivno kritiko ter ves čas, ki mi ga je namenil.

Članoma komisije, prof. dr. Mihaelu J. Tomanu in prof. dr. Petru Trontlju, se zahvaljujem za pregled diplomske naloge.

Koroški ribiški družini in njenemu gospodarju g. Mirku Preglavu se zahvaljujem pri organiziranju in izvedbi terenskega dela ter posredovanju podatkov o upravljanju obravnavanih vodotokov. Prav tako se za pomoč pri terenskem delu zahvaljujem g. Franciju Kljunu.

Zahvala gre tudi vsem na Zavodu za ribištvo Slovenije, še posebej dr. Samu Podgorniku univ. dipl. biol. in dr. Daši Zabric univ. dipl. biol., ki so mi pomagali pri terenskem delu, omogočili delu v njihovem laboratoriju ter nudili pomoč pri analizi rezultatov .

Iskreno se zahvaljujem tudi mojim domačim za pomoč in podporo pri nastajanju moje diplomske naloge.