

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Martina MIRT

RIBE V REKI ŠČAVNICI

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Martina MIRT

RIBE V REKI ŠČAVNICI

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

Fishes in the Ščavnica river

GRADUATION THESIS

University studies

Ljubljana, 2009

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija biologije. Opravljeno je bilo na Biotehniški fakulteti, Oddelku za biologijo.

Študijska komisija Oddelka za biologijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Gorazd Urbanič in za somentorja dr. Samota Podgornika.

Komisija za oceno in zagovor:

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

Član: doc. dr. Gorazd Urbanič; mentor
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: dr. Samo Podgornik; somentor
Zavod za ribištvo Slovenije

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

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

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

Martina MIRT

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	567: 502.51 (282) (043.2)=163.6
KG	Reka Ščavnica/ združba rib/ prostorske in časovne spremembe
AV	MIRT, Martina
SA	URBANIČ, Gorazd (mentor)/ PODGORNIK, Samo (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2009
IN	RIBE V REKI ŠČAVNICI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XII, 79 str., 16 pregl., 40 sl., 2 pril., 57 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Namen diplomske naloge je bil ugotoviti razlike v združbi rib reke Ščavnice med hidromorfološko nespremenjenim (v Zgornji Ščavnici) in kanaliziranim delom struge (v Lastomercih). Raziskava je potekala od septembra 2007 do junija 2008. Ribe smo vzorčili mesečno z elektroagregatom, fizikalne in kemijske parametre smo vrednotili tedensko. Med vzorčnima mestoma nismo ugotovili razlik v izbranih fizikalnih in kemijskih parametrih, razen za pH. Hidromorfološko sta se vzorčni mesti razlikovali v širini struge in v globini vode (vodostaju). V naravnem delu struge smo našli 10 vrst rib in ukrajinskega potočnega piškurja (<i>Eudontomyzon mariae</i>), v hidromorfološko spremenjenem delu pa 9 vrst rib. Od tujerodnih vrst je bila na obeh vzorčnih mestih prisotna psevdorazbora, v Zg. Ščavnici pa tudi babuška. Ob vsakem vzorčenju smo tujerodne vrste usmrtili. Kljub izločevanju iz nadaljnjih analiz, je število teh alohtonih rib od marca 2008 naprej naraščalo. Med vzorčnima mestoma nismo ugotovili razlik v številu vrst, ampak v vrednostih Shannon- Wienerjevega diverzitetnega indeksa. Statistično razliko med vzorčnima mestoma smo ugotovili v številu rib za vrste: babica, pezdirk in pisanka. V biomasi smo ugotovili razlike za vrste: klen, pezdirk in pisanka. Pri pezdirku, navadnem globočku in klenu smo med vzorčnima mestoma ugotovili razlike v velikosti rib. Večji osebki so bili najdeni v naravnem delu struge. Ekološka klasifikacija za habitat in prehranjevanje rib med mestoma ni pokazala statističnih razlik. Razlike v število osebkov na hektar smo ugotovili za skupino z ostrakofilnim načinom razmnoževanja. Z metodo nemetričnega multidimenzionalnega skaliranja (NMS) smo ugotovili, da je bila združba rib v Zg. Ščavnici stabilnejša. Z raziskavo smo pokazali, da hidromorfološki posegi v strugo ne spremenijo le hidromorfologije reke, ampak vplivajo tudi na ribje združbe, ki tam bivajo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	567: 502.51 (282) (043.2)=163.6
CX	Ščavnica river/ fish assemblages/ spatial and temporal changes
AU	MIRT, Martina
AA	URBANIČ, Gorazd (supervisor)/ PODGORNIK Samo (co-supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Biology
PY	2009
TI	Fishes in the Ščavnica river
DT	Graduation thesis, University studies
NO	XII, 79 p., 16 tab., 40 fig., 2 ann., 57 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	The aim of the study was to find the intra-annual changes of fish assemblages at two sampling sites: a natural meandering river pattern (Zgornja Ščavnica) and the channelised pattern (Lastomerci) in the Ščavnica river. The study was made between September 2007 and June 2008. Fish assemblages were sampled monthly using standard electro-fishing method performing three-pass catches and the physical, chemical parameters and water depth were measured weekly. Statistical differences between sampling sites were observed in water depth and stream width, whereas no differences were observed between measured physic and chemical parameters (except in pH). Altogether, 10 and 9 fish species were recorded at natural and channelized site, respectively. In a natural sampling site <i>Eudontomyzon mariae</i> was found. The non-native species (<i>Pseudorasbora parva</i>, <i>Carassius gibelio</i>) were eliminated. Between sampling sites no statistical difference in number of fish species was observed, but statistical difference was observed in Shannon-Wiener diversity index and abundance per hectare of <i>Barbatula barbatula</i>, <i>Rhodeus amarus</i>, <i>Phoxinus phoxinus</i>. Statistical difference in fish biomass was observed for following three species: <i>Squalius cephalus</i>, <i>Rhodeus amarus</i> and <i>Alburnoides bipunctatus</i>. Higher values of abundance were observed at channelised site, whereas biomass values were higher at natural site. For several species statistical differences between sampling sites were observed for some length classes. Generally, larger specimens were observed at the natural site. Also values of habitat, reproduction and feeding fish-guilds were compared between sites, but no statistical difference were observed. Non-metric multidimensional scaling analyses revealed that at the channelized site much greater temporal variability in the assemblage composition and biomass was observed during the year in comparison to the unaltered site. Thus, channelization of the river influence fish abundance, biomass and diversity of the assemblages as well as some fish species, but not fish-guilds.

KAZALO VSEBINE

KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PRILOG	XII
1 UVOD	13
1.1 Cilji naloge	14
1.2 Hipoteze	14
2 PREGLED OBJAV	15
2.1 Ribe celinskih voda	15
2.2 Dejavniki, ki vplivajo na združbo rib	16
2.2.1 Biotski dejavniki, ki vplivajo na ribjo združbo	17
2.2.2 Abiotski dejavniki, ki vplivajo na ribjo združbo	17
2.3 Ogroženost rib	19
2.3.1 Hidrotehnični posegi v reki	19
2.3.2 Vlaganje tujerodnih vrst	20
2.3.3 Onesnaževanje	21
2.4 Geografski oris reke Ščavnice	22
3 MATERIAL IN METODE	24
3.1 Raziskovalno območje.....	24
3.2 Vzorčenje rib	27
3.3 Hidromorfološke ter fizikalne in kemijske meritve in analize	28
3.3.1 Hidromorfološke meritve	28
3.3.2 Fizikalne in kemijske meritve.....	29
3.4 Biološke analize.....	30
3.4.1 Združba rib	30
3.4.2 Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks.....	32
3.4.3 Ekološka klasifikacija rib	32
3.4.4 Statistične analize	33
4 REZULTATI.....	34
4.1 Analize abiotskih parametrov	34
4.1.1 Hidromorfološke analize	34
4.1.2 Fizikalne in kemijske analize	37
4.1.3 Vpliv izbranih abiotskih spremenljivk na združbo rib	44
4.2. Združba Rib	45
4.2.1 Sestava ribje združbe	45
4.2.2 Primerjava števila avtohtonih rib med vzorčnima mestoma	48
4.2.3 Primerjava biomase avtohtonih rib med vzorčnima mestoma.....	51
4.2.4 Velikost rib	54
4.2.4.1 Pezdirk (<i>Rhodeus amarus</i>).....	54

4.2.4.2 Navadni globoček (<i>Gobio obtusirostris</i>)	55
4.2.4.3 Klen (<i>Squalius cephalus</i>).....	57
4.2.5 Ekološka klasifikacija rib	58
4.2.6 Alohtone vrste rib v reki Ščavnici	61
4.3 Časovno-prostorska spremenljivost združbe rib.....	62
 5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	64
5.1 Razprava	64
5.2 Sklepi.....	71
 6 POVZETEK	73
 7 VIRI.....	75
7.1 Citirani viri	75
7.2 Drugi vir	79
 ZAHVALA... ..	80
 PRILOGE... ..	81

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Biogeografske in morfometrične značilnosti vzorčnih mest na reki Ščavnici	25
Preglednica 2: Ekološka klasifikacija rib (Dussling in sod., 2004).....	32
Preglednica 2: nadaljevanje	33
Preglednica 3: Minimalne (Min), maksimalne (Maks) in povprečne vrednosti ter standardne napake (SE) izbranih hidromorfoloških parametrov (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)	36
Preglednica 4: Povprečje, minimum (Min), maksimum (Maks) in standardna napaka (SE) izbranih abiotičnih parametrov. (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)	44
Preglednica 5: Seznam rib najdenih v reki Ščavnici od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	45
Preglednica 6: Povprečje, minimum (Min), maksimum (Maks) in standardna napaka (SE) števila vrst in diverzitetnega indeksa. (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)	47
Preglednica 7: Povprečje, minimum (Min), maksimum (Maks) in standardna napaka (SE) števila osebkov na hektar. (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)	48
Preglednica 8: Povprečje, minimum (Min), maksimum (Maks) in standardna napaka (SE) števila osebkov na hektar za posamezno vrsto. (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)... ..	49
Preglednica 9: Povprečje, minimum (Min), maksimum (Maks) in standardna napaka (SE) biomase rib (kg/ha) (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)	51
Preglednica 10: Povprečje, minimum (Min), maksimum (Maks) in standardna napaka (SE) biomase (kg/ha) posamezne vrste rib. (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)	52
Preglednica 11: Povprečno število pezdirkov in standardna napaka (SE) v dolžinskih razredih (R) (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)	54
Preglednica 12: Povprečno število navadnih globočkov in standardna napaka (SE) v dolžinskih razredih (R) (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)	56
Preglednica 13: Povprečno število klenov in standardna napaka (SE) v dolžinskih razredih (R)	57
(Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)	57
Preglednica 14: Ekološka klasifikacija rib v reki Ščavnici	58
Preglednica 15: Minimalno (Min), maksimalno (Maks) in povprečno število vrst rib ter standardna napaka (SE) posamezne ekološke skupine (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)	59

Preglednica 16: Minimalno (Min), maksimalno (Maks) in povprečno število rib ter standardna napaka (SE) posamezne ekološke skupine (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)	60
--	----

KAZALO SLIK

Slika 1: Življenjski krog rib kostnic (Veeenvliet in Veeenvliet, 2006).....	16
Slika 2: Razširjenost psevdorazbore (<i>P. parva</i>) v Sloveniji (levo) in v Evropi (desno) (Povž in Sket, 1990).....	21
Slika 3: Skica reke Ščavnice od izvira do izliva z vzorčnimi mesti (rdeče) (Urbanič in sod., 2000)	22
Slika 4: Zemljevid obeh vzorčnih mest (označeni z rdečim krogom), Zgornja Ščavnica in Lastomerci (merilo 1: 32000; Interaktivni atlas Slovenije, 2006)	24
Slika 5: Ortofoto posnetka obeh preučevanih odsekov (rdeč krog), (levo) Zgornja Ščavnica in (desno) Lastomerci (merilo 1: 5000; Interaktivni atlas Slovenije, 2006)	25
Slika 6: Fotografija reke Ščavnice v Zg. Ščavnici (september 2007) (Foto: G. Urbanič)..	26
Slika 7: Fotografija reke Ščavnice v Lastomercih (september 2007) (Foto: M. Mirt).....	26
Slika 8: Izlov rib junija 2008 v Lastomercih: (levo) vzorčenje rib z elektroagregatom in (desno) pobiranje rib s sakom	27
Slika 9: Datumi vzorčenj v obdobju od septembra 2007 do junija 2008 (M-mesečno vzorčenje rib in opravljene fizikalne in kemijske analize, T- tedenske fizikalne in kemijske analize)	28
Slika 10: a) Tabela prikazuje število rib v 3 izlovih (ŠčZŠ, Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica), b) Določitev koordinat x in y, c) graf z linearno regresijsko premico in enačbo s katero izračunamo oceno števila rib	30
Slika 11: Shema stometrskega odseka struge reke Ščavnice v Zg. Ščavnici (številke 1,2 označujejo območje, kjer smo naredili prečni presek struge na mestu najbolj globokega dela tolmana).....	34
Slika 12: Številki 1 in 2 prikazujeta izrisan prečni presek struge (glej sliko 11) reke Ščavnice v Zg. Ščavnici. Prekinjena črta označuje najvišji izmerjeni vodostaj konec septembra 2007.	35
Slika 13: Shema stometrskega odseka struge reke Ščavnice v Lastomercih (številke 1,2 označujejo območje, kjer smo naredili prečni presek struge na mestu najbolj globokega dela tolmana).....	35
Slika 14: Številki 1 in 2 prikazujeta izrisan prečni presek struge (glej sliko 13) reke Ščavnice v Lastomercih. Prekinjena črta označuje najvišji izmerjeni vodostaj konec septembra 2007.	36
Slika 15: Vodostaj (m) od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	37
Slika 16: Temperatura vode reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	37
Slika 17: Koncentracija v vodi raztopljenega kisika reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci).....	38
Slika 18: Nasičenost vode s kisikom reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)...	38
Slika 19: Elektroprevodnost vode reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)...	39

Slika 20: pH vode reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci).....	40
Slika 21: Koncentracija ortofosfatnih ionov v vodi reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	40
Slika 22: Koncentracija nitratov v vodi reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	41
Slika 23: Vrednosti BPK ₅ reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	41
Slika 24: Koncentracija klorofila <i>a</i> v vodi reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	42
Slika 25: Koncentracija raztopljenih snovi v vodi od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	42
Slika 26: Koncentracija suspendiranih snovi v vodi reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	43
Slika 27: Število vrst v Ščavnici od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci).....	46
Slika 28: Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks (H) od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci).....	47
Slika 29: Število rib na hektar od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	48
Slika 30: Primerjava števila rib na hektar za posamezno avtohtono vrsto v Zg. Ščavnici. 50	
Slika 31: Primerjava števila rib na hektar za posamezno avtohtono vrsto v Lastomercih. 50	
Slika 32: Biomasa rib (kg/ha) na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci).....	51
Slika 33: Primerjava povprečnih biomas (kg/ha) avtohtonih rib v Zg. Ščavnici	53
Slika 34: Primerjava povprečnih biomas (kg/ha) avtohtonih rib v Lastomercih.....	53
Slika 35: Razporeditev pezdirkov po dolžinskih razredih (R ₂ = do 2 cm, R ₄ = 4 cm, R ₆ = 5- 6 cm in R ₈ = 7- 8 cm) za obe vzorčni mesti (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci).....	55
Slika 36: Razporeditev navadnih globočkov po dolžinskih razredih (R ₅ = do 5 cm, R ₁₀ = 6-10 cm, R ₁₅ = 11-15 cm) za obe vzorčni mesti (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	56
Slika 37: Razporeditev klenov po dolžinskih razredih (R ₅ = do 5 cm, R ₁₀ = 6-10 cm, R ₁₅ = 11-15 cm, R ₂₀ = 16-20 cm, R ₂₅ = 21-25 cm in R ₃₀ = 26-30 cm) za obe vzorčni mesti (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	58
Slika 38: Spreminjanje števila pseudorazbor (<i>P. parva</i>) od septembra 2007 do junija 2008 (N - število osebkov v treh izlovih, Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)	61
Slika 39: Ordinacijski diagram nemetričnega multidimenzionalnega skaliranja števila osebkov/ha v vzorčnih. Simboli označujejo vzorčno mesto in mesece vzorčenja (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, sep. 07 - september 2007), Faktor stresa = 0,06.....	62

Slika 40: Ordinacijski diagram nemetričnega multidimenzionalnega skaliranja biomase/ha v vzorčnih. Simboli označujejo vzorčno mesto in mesece vzorčenja (Šč - Ščavnica, Zš - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, sep. 07 - september 2007)
Faktor stresa =0,04..... 63

KAZALO PRILOG

Priloga B Ocena števila in biomase rib

Priloga B 1 Ocena števila osebkov/ha posamezne vrste rib v reki Ščavnici

Priloga B 2 Ocena biomase (kg/ha) posamezne vrste najdene v reki Ščavnici v treh izlovi

Priloga D Dolžinsko-frekvenčni histogrami najpogostejših vrst rib.....

Priloga D 1 Dolžine pezdirkov (*Rhodeus amarus*) predstavljene v dolžinsko-frekvenčnih histogramih (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Priloga D 2 Dolžine navadnih globočkov (*Cobitis obtusirostris*) predstavljene v dolžinsko-frekvenčnih histogramih (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Priloga D 3 Dolžine klenov (*Squalius cephalus*) predstavljene v dolžinsko-frekvenčnih histogramih (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

1 UVOD

Tekoči vodotoki so ekosistemi od nekaj centimetrov širokih potočkov do svetovno največjih rek. Beseda voda mnoge spominja le na pitno vodo, ki je v zadnjih desetletjih postala pravo bogastvo. Naslednje, kar mnogi hitro povežejo z vodo, so ribe, ki so bile že v pradavnini pomemben vir hrane. Včasih še slišimo pripovedi, kako velike ribe so ljudje lovili v rekah, ki jim danes pravimo potoki. Še vedno poslušamo zgodbe, da so nekoč ribe lovili z rokami in jih po ribolovu nosili domov v velikih košarah. Toda danes so velike ribe pri nas, kljub popolnejši opremi za ribolov in izpopolnjenim metodam, redke. Z razvojem znanosti znamo zmanjšati poplavljanje rek, znamo zaježiti reke, gojiti ribe ali proizvajati električno energijo brez emisij (hidroelektrarne). Po večjih hidromorfoloških spremembah rek, so pogosto narejene raziskave o tem, kakšen vpliv imajo spremembe na združbe organizmov. Ribe so dobri bioindikatorji stanja v vodi, saj se ne odzivajo le na naravne, ampak tudi na antropogeno povzročene spremembe (Maitland in Linsell, 2006). To so spremembe v smislu slabšanja življenjskega okolja, spremenjene rabe, onesnaževanja in regulacij rek. Zaradi tega so bile ribe izbrane kot eden izmed bioloških elementov za vrednotenje ekološkega stanja površinskih voda v novih evropskih smernicah t. i. Vodni direktivi (Direktiva 2000/60/ES).

Reka Ščavnica leži v severovzhodnem delu Slovenije, kjer je prevladujoča panoga kmetijstvo. Namen diplomske naloge je bil preučiti združbo rib na dveh različnih hidromorfoloških odsekih reke Ščavnice (naravno meandriračjoča struga, regulirana struga), preveriti vpliv abiotičnih dejavnikov na ribe ter poiskati razlike med združbami rib v zgornjem naravnem delu in v spodnjem hidromorfološko spremenjenem delu.

1.1 CILJI NALOGE

Cilji diplomskega dela so:

1. oceniti vrstno sestavo, številčnost in biomaso posameznih vrst rib v reki Ščavnici na dveh izbranih odsekih,
2. primerjati razlike v velikosti rib posameznih vrst med izbranimi odsekoma,
3. ugotoviti časovno in prostorsko spreminjanje združbe rib na dveh izbranih odsekih reke,
4. preveriti vpliv nekaterih izbranih abiotskih spremenljivk na združbo rib.

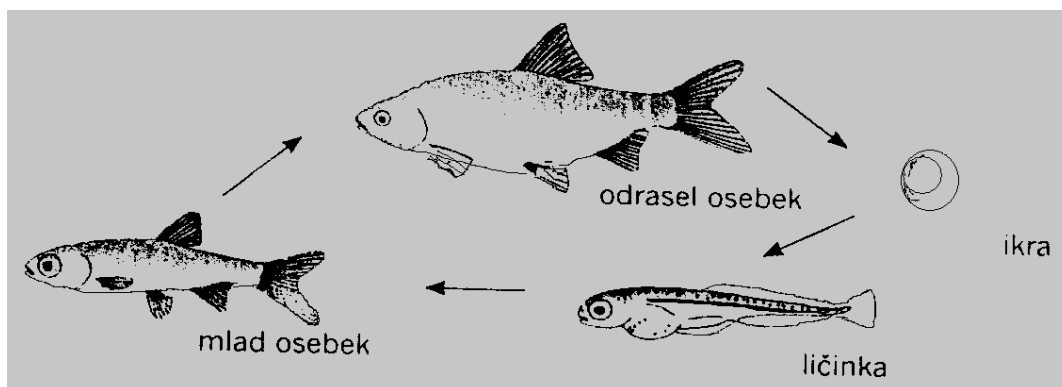
1.2 HIPOTEZE

1. Predvidevamo, da se bo združba rib v reki Ščavnici spreminjala prostorsko in časovno.
2. Predvidevamo, da se bodo sestava, številčnost in biomasa rib na dveh izbranih odsekih razlikovale.
3. Predvidevamo, da se bodo sestava, številčnost in biomasa rib spreminjali tudi med meseci.
4. Predpostavljamo, da bodo izbrane abiotske spremenljivke imele različen vpliv na združbo rib.

2 PREGLED OBJAV

2.1 RIBE CELINSKIH VODA

Ribe (Pisces) so najštevilčnejša skupina vretenčarjev na Zemlji z znanimi 32.500 živečimi vrstami, med temi je skoraj 12.000 vrst, ki jih najdemo v celinskih vodah (Nelson, 2006). Podatki o številu ribjih vrst se skozi desetletja in še danes spreminjajo. Razlog je v tem, da so ribe organizmi, ki stalno migrirajo, raziskovalci odkrivajo nove vrste, nekatere vrste pa izginjajo (Kotellat in Freyhof, 2007). Kotellat in Freyhof (2007) ocenjujeta, da živi v Evropi (vzhodno od Urala) 546 vrst rib. V celinskih vodah Slovenije, razdeljenih med donavsko in jadransko povodje, je bilo leta 2006 zabeleženih 70 avtohtonih, (69 % vrst v donavskem porečju in 31 % v jadranskem povodju) in 14 alohtonih vrst rib (Veenvliet in Veenvliet, 2006). V naših celinskih vodah živijo ribe iz nadrazreda kostnic (Osteichthyes). Znotraj te skupine so ribe z obliko telesa, načinom plavanja, hranjenja in razmnoževanja prilagojene na različne življenjske prostore. Habitat ima pri ribah funkcijo drstišča in habitata v ožjem pomenu (prostor v katerem se zadržujejo odrasle živali pred in po drsti ter se tukaj tudi hranijo) (Veenvliet in Veenvliet, 2006). Posamezne vrste rib zasedejo ustrezno ekološko nišo v vodotoku, ki je kombinacija pestrosti habitata in hrane. Širše gledano pa posamezni taksoni zasedejo tako imenovane ribje pasove (pas postrvi, pas lipana, pas mreke, pas ploščiča), ki se spreminjajo od izvira do izliva reke (Giller in Malmqvist, 1998, cit. po Huet, 1954). Ekološko gledano ribe celinskih voda, glede na selitve med drstišči in prehranjevalnim habitatom, delimo na: potamodromne (selitev znotraj celinskih vodah) in diadromne (selitve med morjem in celinskimi vodami). V slednjo skupino spadajo anadromne (živijo v celinskih vodah in v času drstitve migrirajo v morje) in katadromne vrste (živijo v morju in v času drstitve migrirajo v celinske vode) (Trontelj, 2005).



Slika 1: Življenjski krog rib kostnic (Veenvliet in Veenvliet, 2006)

Razmnoževanje ali drstitev rib je ciklični proces, ki je odvisen od temperature in dolžine dneva (Matthews, 1998). V času drstitve večina samic odloži ikre na kamne, med prodnike, na rastline ali v vodo. Po nekaj dnevih ali tednih se iz iker razvijejo ličinke, ki še nimajo razvitih lusk in plavutnic. Življenjski krog rib je prikazan na sliki 1. Do spolne zrelosti traja pri večini rib različno dolgo, odvisno od vrste. Ribje mladice, mlajše od enega leta starosti imenujemo 0+ osebk (Maitland in Linsell, 2006). Starost rib določamo po luskah, po kosteh v škržnem poklopcu, vretencih ali otolitih (Povž in Sket, 1990).

2.2 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA ZDRUŽBO RIB

Jackson in sod. (2001) opisujejo, da se svetovna ribja favna rib razlikuje med celinami. Na združbe rib posamezne celine vplivajo geografski dejavniki in klima. Na regionalno združbo vplivajo lokalni dejavniki (npr. povprečna temperatura kraja, količina padavin). Lokalna združba rib je del regionalne združbe. Združba rib je le del svetovne ribje favne. Populacija posamezne ribje vrste je definirana kot najmanjša enota svetovne ribje favne. Slednja je odvisna od zgoraj omenjenih dejavnikov in od same fiziologije vrste. Na variabilnost združbe rib, številčnost, razlike v dolžini in biomasi vplivajo biotski in abiotski dejavniki (Cattaneo in sod., 2002, Dauwalter in sod., 2007). Dekar in Magoulick (2007) sta v svojem članku predstavila dejavnike, ki vplivajo na združbo rib med leti in med sezonami v presihajočih rekah. Pri tem sta povzela, da imajo največji vpliv na ribe abiotski dejavniki (globina, substrat, zasenčenost) in da je pomemben del vodotoka tolmun.

Vsi omenjeni dejavniki so na ribe vplivali variabilno, vendar odvisno od povprečne temperature in padavin posameznega leta.

2.2.1 Biotski dejavniki, ki vplivajo na ribjo združbo

Med biotskimi dejavniki, ki vplivajo na ribe navajajo Jackson in sod. (2001) predatorstvo in kompeticijo (interspecifično, intraspecifično). Predatorstvo vključuje plenjenje iker, larv rib in manjših odraslih rib (Giller in Malmqvist, 1998). Interspecifična kompeticija je pogostejša v času poletja. Intraspecifična kompeticija poteka skozi celo leto, vendar so posamezna odstopanja od povprečja odvisna od količine hrane skozi leto (Scleuter in Eckmann, 2007). To potrjuje tudi Cattaneo in sod. (2002) pri vrsti potočna postrv (*Salmo trutta*), kjer je bila tovrstna kompeticija intenzivnejša med osebki različnih starosti. Manjše ribe, ki so za večje osebkke potencialni plen, tekmujejo med sabo za prostor, kadar iščejo ustrezno skrivališče pred plenilcem (Jackson in sod., 2001). Z naraščanjem globine vodotoka (tolmun) pada verjetnost ulova plena, saj se ta prostorsko bolj razporedi (Dekar in Magoulick, 2007). Predatorstvo v vodnih ekosistemih je povsem odvisno od trofičnosti sistema in od ribjih vrst, ki sobivajo v določenem vodnem telesu (Jackson in sod., 2001).

2.2.2 Abiotski dejavniki, ki vplivajo na ribjo združbo

V reki vplivajo na ribe abiotski dejavniki (hidromorfološki, fizikalni in kemijski), ki se spreminjajo prostorsko (npr. med brzico in tolmunom) in časovno (Jackson in sod., 2001). Dekar in Magoulick (2007) sta ugotovila, da sta za sestavo ribje združbe pomembni širina in globina tolmana. Tolmun predstavlja ribam zatočišče poleti v času suše (Giller in Malmqvist, 1998). Izoblikovanost struge vpliva na izbiro ustreznega habitata in drstišča različnim ribjim vrstam (Han in sod., 2007). S heterogenostjo substrata naraščata biomasa rib (Dauwalter in sod., 2007). Dekar in Magoulick (2007) sta ugotovila, da diverziteta rib ni odvisna od tipa substrata, ampak od kompleksnosti habitatov. Na biomaso rib (predvsem 0+ osebkov) vpliva prisotnost vodnih makrofitov, ki so vir hrane ali skrivališče za ribe (Adams in sod., 2005). Veenvliet in Veenvliet (2006) razlagata, da prisotnost vodne vegetacije ne vpliva na drstenje rib, vpliva pa na odlaganje iker (fitofilne vrste). Obvodna

vegetacija vpliva na senčenje reke v času rastne sezone, kar vpliva na dinamiko življenja rib v reki (npr. na plenilstvo) (Cattaneo in sod., 2002).

Od fizikalnih in kemijskih parametrov vpliva na ribe temperatura vode, ki se spreminja dnevno in letno (Maitland in Linsell, 2006). Fellows in sod. (2006) so ugotovili, da dnevno-nočna nihanja temperature vode ne vplivajo na ribe. Spreminjanje temperature vode skozi leto vpliva predvsem na rast 0+ osebkov in na njihovo aktivnost, manjši vpliv pa ima na odrasle osebkke (Wolter, 2007). Od temperature vode je odvisna drstitev odraslih rib (Maitland in Linsell, 2006). Z naraščanjem temperature, narašča tudi metabolizem živali, s tem pa se povečuje potreba po hrani (Jackson in sod., 2001). Temperatura vode se povečuje sorazmerno z zmanjševanjem obrežne vegetacije (Wolter, 2007) in pada z naraščanjem globine (Dekar in Magoulick, 2007). Poleti se zaradi povišane temperature vode v ustreznih razmerah (dovolj svetlobe, hranil) poveča količina perifitona. Posledično je lahko to tudi eden od razlogov za povečano število herbivornih rib (Hellawell, 1972). Ribe se pred nizkimi temperaturami umikajo v tolmane (Pollux in sod., 2006, Dekar in Magoulick, 2007). Kadar rečna struga zaledeni, predstavlja led zavetje oz. toplotni pufer. V reguliranih strugah z nizkim vodostajem, se lahko v času nizkih temperatur pojavijo debelejšje plasti ledu, ki zavirajo migracijo rib (Jackson in sod., 2001). Jackson in sod. (1998) potrjujejo, da so migracije rib intenzivnejše v dinamičnih rekah z večkratnim zamrzovanjem vodne površine. Vsebnost raztopljenega kisika v vodi je neposredno odvisna od temperature vode (Giller in Malmqvist, 1998). Koncentracija raztopljenega kisika v vodi pod 5 mg/L negativno vplivajo na delovanje in preživetje vodnih organizmov, vrednosti pod 2 mg/L povzročajo smrt rib (Urbanič in Toman, 2003). Salmonidne ribe živijo v hladnih in z raztopljenim kisikom bogatih vodotokih. Ciprinidne ribe najdemo v manj hladnih in počasi tekočih rekah, kjer se koncentracija kisika z globino (npr. v večjih tolmunih) zmanjšuje (Giller in Malmqvist, 1998). V poletnem času z zviševanjem temperature vode pada koncentracija kisika v vodi, zato se ribe razporedijo v globoke tolmane, kjer so nihanja temperature in kisika manjše (Jackson in sod., 2001). Nekatere vrste krapovcev preživijo v slabo prezračenih vodah in celo anoksične razmere (Veenvliet in Veenvliet, 2006). Na pH vode vpliva tudi geološka podlaga (Giller in Malmqvist, 1998). Ribe so različno občutljive na zakisovanje, tolerantnejši je navadni ostriž (*Perca fluviatilis*), občutljivejši vrsti sta postrv (*Salmo trutta*) in rdečeoka (*Rutilus*

rutilus) (Hesthagen in sod., 2007). Isti avtor v članku navaja, da se z zakisanjem vode zmanjšuje število rib. Vsebnost raztopljenega ortofosfata je kontrolirana z obrežno vegetacijo vodotoka (Schiller in sod., 2008) in se spreminja predvsem sezonsko. Jackson in sod. (2001) so ugotovili, da na združbo rib vsebnost ortofosfatnih ionov ne vpliva. Nasprotno sta Scheuerell in Schindler (2004) ugotovila, da pestrost ribje favne v vodotokih z intenzivnim kmetijskim zaledjem pada s povečevanjem skupnega fosforja v vodotoku. Simon in sod. (2004) so raziskali vpliv rib na količino nitratnega (NO_3^-) in amonijevega iona (NH_4^+). Ugotovili so, da se v skladu s povečanjem biomase alg poveča biomasa herbivornih rib. Slednje vpliva na zmanjšanje NO_3^- v vodi. Manjši prispevek k zmanjšanju NO_3^- so imele omnivore vrste. Hargrave (2008) ugotavlja, da diverziteti rib v vodotoku pomembno vpliva na primarno produkcijo vodnega ekosistema, s tem pa tudi na količino nitratnega iona. Fellows in sod. (2006) potrjujejo, da je malo znanega, kako ribe prispevajo k vsebnosti dušika v vodi.

2.3 OGROŽENOST RIB

Trontelj (2005) je razdelil vplive, ki ogrožajo ribe v 4 skupine: hidrotehnični posegi, vlaganje tujerodnih vrst, onesnaževanje in prevelik izlov. V Evropi je vzrok za izumrtje nekaterih vrst jesetrov ravno prekomerni lov, ki v Sloveniji ni med večjimi vplivi, ki bi ogrožali ribe. Danes je lov omejen in zakonsko nadzorovan. Za športni ribolov potrebujemo dovolilnico ribiške družine, ki upravlja z vodami, v katerih lovimo. Za uporabo metod kot sta lov z mrežami ali elektroribolov sta potrebni dovoljenji Ministrstva za okolje in prostor po Uredbi o zavarovanju prosto živečih vrst (Ur. l. RS št. 46/2004, 109/2004 in 84/2005) in Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano po Zakonu o sladkovodnem ribištvu (Ur. l. RS št. 61/2006) (Veenvliet in Veenvliet, 2006).

2.3.1 Hidrotehnični posegi v reki

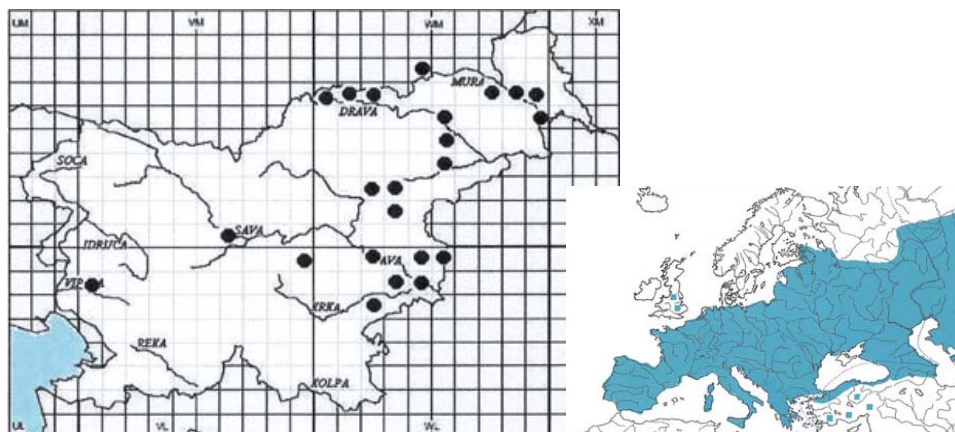
Z gradnjo jezov za hidroelektrarne in zadrževalnike vode (za pitno vodo ali proti poplavam) ribam uničimo ali spremenimo ustrezne življenjske prostore (Pollux in sod., 2006, Han in sod., 2007). Postavljanje pregrad v reke in zaježitve ribam zmanjšajo oz. onemogočajo migracijo po reki ali v njene pritoke. S tem imajo zaprte ali omejene poti do

drstišč (Schick in Linley, 2007). Z zajezitvijo reki spremenimo hidrološke in hidromorfološke razmere ter fizikalne in kemijske lastnosti vode (Pollux in sod., 2006). Z regulacijo reke oz. kanaliziranjem prostorsko spremenimo širino in globino struge (Cattanéo in sod., 2002), substrat (Dauwaulter in sod., 2007) ter obrežno vegetacijo (Dekar in Magoulick, 2007). Bregovi postanejo strmi, pogosto so brez obrežne vegetacije, kar ima negativen vpliv na ribe (Dauwaulter in sod., 2007). Tolmuni in brzice večinoma izginejo, kar za ribe pomeni bistveno zmanjšana pestrost ali celo degradacija habitatov (Dauwaulter in sod., 2007). S kanaliziranjem struge, izginejo večji tolmuni, ki predstavljajo za ribe habitat in /ali drstišče (Schiller in sod., 2008). V kanaliziranih strugah prevladuje homogen substrat in pogosto v tolmunih izgine fin pesek, ki ga nekatere vrste rib potrebujejo za odlaganje iker (Deschênes in Rodríguez, 2007). Zaradi manjše heterogenosti substrata se zmanjša tudi količina perifitona, ki je vir hrane za herbivorne ribe (Dekar in Magoulick, 2007). V hidromorfološko spremenjenih vodotokih so fizikalni in kemijski parametri variabilnejši. Poleti prihaja do hitrejšega segrevanje vode in s tem lahko do pomanjkanja kisika v vodi (Wolter, 2007). Ribe so v reguliranih rekah bolj izpostavljene plenilcem, saj izginejo habitati primerni za skrivališča (Jackson in sod., 2001). V različnih okoljskih študijah (Dauwaulter, 2007; Dekar in Magoulick, 2007; Han in sod., 2007) raziskovalci zaključujejo, da se diverziteti rib hitreje spreminja (prostorsko in časovno) v reguliranem vodotoku v primerjavi z naravnim.

2.3.2 Vlaganje tujerodnih vrst

Alohtone ali tujerodne vrste so vrste, ki so bile k nam prinesene in niso avtohtone (domorodne). Med tujerodne vrste spadajo tudi invazivne vrste, ki se pojavljajo pri nas v zadnjih 500 letih in se same razširjajo ter izpodrivajo avtohtone vrste (Jogan, 2000). V zadnjih letih se število in razširjenost alohtonih vrst rib tudi pri nas povečuje (Povž in Šumer, 2005). Že v preteklosti so ljudje zaradi prehrane preseljevali ribe med povodji ali iz drugih celin. Vrsti krap (*Cyprinus carpio*) in menek (*Lota lota*) sta bili preseljeni iz donavskega v jadransko povodje že v rimski dobi (Veenvliet in Veenvliet, 2006). Ob koncu 19. stoletja je bilo v Sloveniji 5 tujerodnih vrst rib, do leta 2004 je ta številka narasla na 14 stalno živečih tujerodnih vrst (Povž in Šumer, 2005). Naseljene vrste pripadajo petim družinam: postrvi (Salmonidae), sončni ostriži (Centrarchidae), ameriški somiči

(Ictaluridae), živorodni zobati krapovci (Poecilidae) in krapovci (Cyprinidae). Večina naseljenih rib je iz Amerike in Azije, med katerimi prevladujejo invazivne vrste iz družine Cyprinidae. Alohtone ribe pri nas vplivajo na življenje in razmnoževanje avtohtonih rib (Povž in Šumer, 2005). Pri tem prihaja do medvrstnih kompeticij za hrano in habitat (Povž in Sket, 1990). Vnos alohtonih vrst pospešuje tudi hibridizacijo in vnos parazitov ter bolezni (Arthington, 1991). Poleg šarenke (*Oncorhynchus mykiss*) je primer invazivne vrste, ki se že uspešno razmnožuje v Sloveniji tudi psevdorazbora (*Pseudorasbora parva*) (Povž in Šumer, 2005). Psevdorazbora je omnivora vrsta, ki se med drugim hrani tudi z ikrami in larvami drugih rib (Povž in Sket, 1990). Spolno dozori že v 1. letu starosti (Kotellat in Freyhof, 2007) in se v ugodnih razmerah lahko drsti do 4-krat na leto. Psevdorazbora je domorodna riba srednje stojećih in tekoćih azijskih vod (Povž in Sket, 1990). V Evropi so jo prvić zasledili v Rusiji po letu 1961, kamor so jo prinesli skupaj z lićinkami belega amurja (*Ctenopharyngodon idella*). V Sloveniji je bila prvić najdena leta 1986 v potoku Jesenek, ki je pritok Hudinje (pri Celju). Danes je psevdorazbora razširjena predvsem po vodotokih severovzhodne Slovenije in v Vipavi (Slika 2) (Veenvliet in Veenvliet, 2006).



Slika 2: Razširjenost psevdorazbore (*P. parva*) v Sloveniji (levo) in v Evropi (desno) (Povž in Sket, 1990)

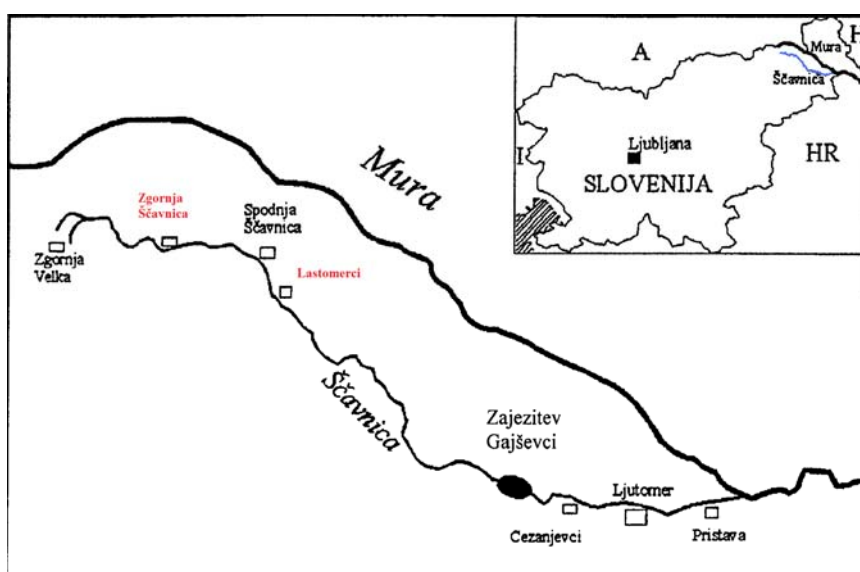
2.3.3 Onesnaževanje

Schiller in sod. (2008) opozarjajo, da intenzivno kmetijstvo v zaledju vodotoka dolgoroćno povzroća zmanjšanje diverzitete rib. Han in sod. (2007) ugotavljajo, da se sestava združbe

rib prilagodi spremenjenim ekološkim razmeram tako, da ene vrste izginejo, druge se razmnožijo ali na novo naselijo. Različne konvencije in zakoni postavljajo kompromise med človekovo rabo vode in ohranjanjem vodnih ekosistemov ter vodnega življenja. K ohranjanju dobrega ekološkega stanja oz. k preprečevanju nadaljnjega slabšanja stanja vodnih ekosistemov je bila leta 2000 sprejeta Vodna direktiva (Direktiva 2000/60/ES), implementirana v slovenski Zakon o vodah (ZV-1, 2002) in podzakonske akte. Znotraj le-te je predpisano spremljanje ekološkega stanja, ki je kombinacija rezultatov različnih analiz, zato je potrebno vrednotenje na podlagi različnih elementov kakovosti: biološki elementi, hidromorfološki elementi ter fizikalne in kemijske elemente. Znotraj tega je cilj Vodne direktive tudi varovanje in izboljšanje kakovosti tekočih in stoječih celinskih voda, ki omogočajo ali pa bi omogočale življenje avtohtonim ribam.

2.4 GEOGRAFSKI ORIS REKE ŠČAVNICE

Reka Ščavnica je drugi največji pritok reke Mure. Izvira v vasi Zgornja Velka (330 m nadmorske višine) od koder se po silikatni podlagi pretaka in odvaja vodo z območja Slovenskih in Ljutomerskih goric. Porečje Ščavnice obsega 288 km². Ščavnica se po 56 km izliva v reko Muro (Urbanič in sod., 2000). Po značilnem letnem nihanju vodostaja jo prištevamo k rekam s panonskim dežno-snežnim rečnim režimom, za katerega so značilni višji vodostaji spomladni (marca) in jeseni (novembra) (Perko in sod., 2001).



Slika 3: Skica reke Ščavnice od izvira do izliva z vzorčnimi mesti (rdeče) (Urbanič in sod., 2000)

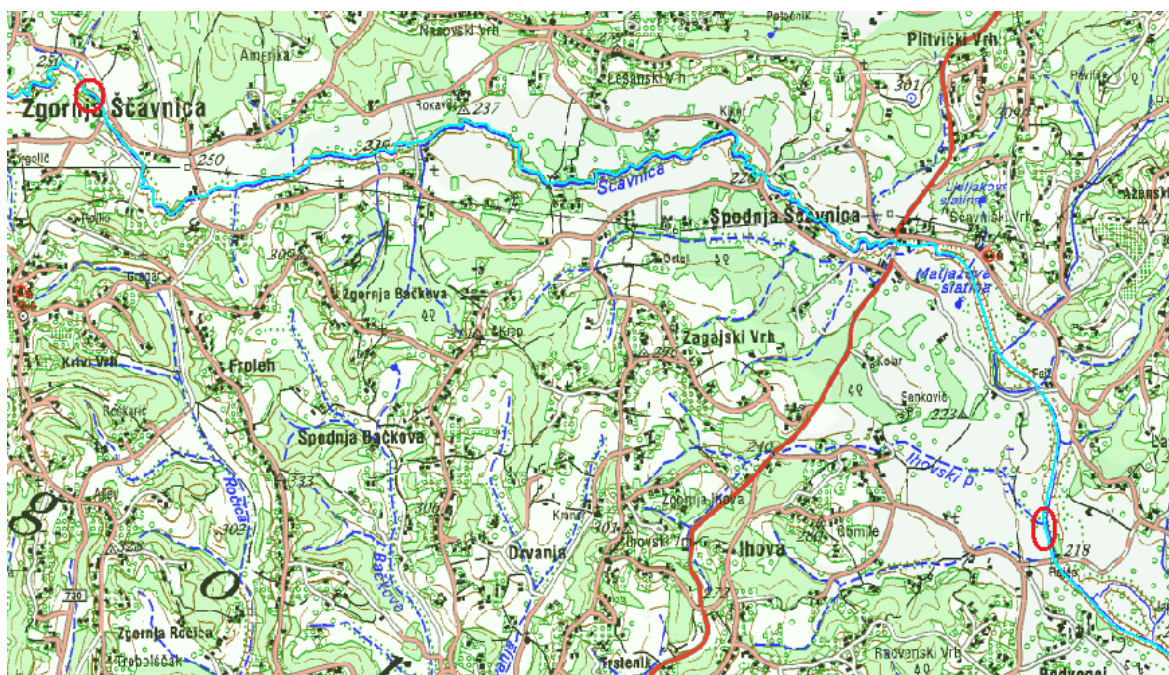
Reka je uvrščena v bioregijo Panonsko gričevje in ravnine in hidroekoregijo Panonska nižina (Urbanič, 2008 a,b), za katero je značilno pojemanje padavin od SZ (1100 mm/leto) proti JV (900 mm/leto). Reko Ščavnico je Urbanič in sod. (2000) na podlagi pojavljanja mladoletnic (Trichoptera) razdelil v pet odsekov: izvorno območje, zgornji neregulirani, regulirani del pred zajezitvijo, regulirani del pod zajezitvijo do mesta Ljutomer, regulirani del pod Ljutomerom do izliva v reko Muro.

Reka Ščavnica je redno poplavljala do 80. let 20. stoletja, ko je bila od kraja Spodnja Ščavnica po toku navzdol hidromorfološko spremenjena (regulirana) z namenom hitrejšega odvajanja vode iz krajine (Roško, 2007). Na Ščavnici je v spodnjem toku narejena zajezitev Gajševsko jezero. Prvotno je bilo načrtovano, da bi voda iz Gajševskega jezera služila za namakanje kmetijskih površin (Roško, 2007). Danes Gajševsko jezero služi športnemu ribolovu (Urbas, 2005). Roškova (2007) ugotavlja, da ima regulirani del reke poglobljeno rečno dno, večinoma je brez obrežne vegetacije (drevesnega koridorja), rečna dinamika poplavljanja je omejena. Kljub antropogenem posegu v reko Ščavnico, reka občasno še vedno poplavlja. Po spremembi hidromorfologije struge se v reki od meseca maja naprej začne zniževati vodostaj, ki doseže najnižje vrednosti avgusta in septembra. Reka je v letu 2002 v vasi Lastomerci tudi presušila (Sever, 2007). Iz tega lahko zaključimo, da so spremembe na reki Ščavnici prinesle nove in spremenjene življenjske razmere v reguliranem delu vodotoka. Ostaja le manjši del reke do vasi Spodnja Ščavnice, kjer reka občasno še poplavlja, kar pa z že kmetijskim zaledjem komaj še ohranja naravne habitate za vodne organizme.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 RAZISKOVALNO OBMOČJE

Za raziskovanje rib v reki Ščavnici smo izbrali dve vzorčni mesti (Slika 4). Prvo vzorčno mesto se nahaja v vasi Zgornja Ščavnica (v nadaljevanju Zg. Ščavnica), drugo vzorčno mesto pa v vasi Lastomerci. Nekateri značilnosti obeh vzorčnih mest so navedene v preglednici 1.



Slika 4: Zemljevid obeh vzorčnih mest (označeni z rdečim krogom), Zgornja Ščavnica in Lastomerci (merilo 1: 32000; Interaktivni atlas Slovenije, 2006)



Slika 5: Ortofoto posnetka obeh preučevanih odsekov (rdeč krog), (levo) Zgornja Ščavnica in (desno) Lastomerci (merilo 1: 5000; Interaktivni atlas Slovenije, 2006)

Preglednica 1: Biogeografske in morfometrične značilnosti vzorčnih mest na reki Ščavnici

Vzorčno mesto	1	2
Ime vzorčnega mesta	Zgornja Ščavnica	Lastomerci
Koda vzorčnega mesta	ŠčZŠ	ŠčLa
Koordinata X (po Gauss Krügerju)	5168747	5166788
Koordinata Y (po Gauss Krügerju)	5565505	5572163
Geologija	silikat	silikat
Nadmorska višina (m)	260	220
Oddaljenost od izvira (km)	8	15
Naklon struge (%)	0,73	0,26
Dolžina odseka (m)	100	100
Povprečna širina struge vodotoka (m)	4,65	3,55
Vzorčna površina (m ²)	465	355

(Interaktivni atlas Slovenije, 2006; Urbanič, 2000)

Kriterij za izbor vzorčnih mest je bila njuna hidromorfološka spremenjenost. V Zg. Ščavnici ima struga meandrirajoč vzorec (Slika 5, levo), izmenjujejo se tolmini in brzice. Drugo vzorčno mesto, Lastomerci (Slika 5, desno) so oddaljeno 2 km od vasi Spodnja Ščavnica, kjer se začne regulirana struga. V tem odseku ima struga trapezoidno obliko, opazni so krajši tolmini in brzice.

Bregove reke (Slika 12) Ščavnice v Zg. Ščavnici poraščajo drevesa (*Alnus glutinosa* L. Gaertn, *Carpinus betulus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Quercus robur* L., *Tilia platyphyllos* Scob.) in grmovja (*Salix* spp., *Corylus avellana* L., *Cornus sanguinea* L., *Euonymus*

europaea L.), ki so v strnjem pasu. Ob bregovih prevladujejo obdelovalne površine, predvsem travniki in njive.



Slika 6: Fotografija reke Ščavnice v Zg. Ščavnici (september 2007) (Foto: G. Urbanič)

Ob Ščavnici v Lastomercih prevladujejo njive in travniki. Bregovi struge so utrjeni z večjimi kamni in poraščeni z zelnato vegetacijo (Slika 7) ter s posameznim grmovjem (*Salix* spp). V posameznih delih struge najdemo emergentne makrofite. V Lastomercih, na odseku kjer smo vzorčili ribe, sta prisotni dve pregradi. Zgornja betonska pregrada je visoka 50 cm in spodnja pregrada 25 cm.



Slika 7: Fotografija reke Ščavnice v Lastomercih (september 2007) (Foto: M. Mirt)

3.2 VZORČENJE RIB

V reki Ščavnici smo vzorčili ribe od septembra 2007 do junija 2008. Vzorčili smo na začetku vsakega meseca, opravili smo 10 vzorčenj (Slika 9). Na izbranih vzorčnih mestih smo uporabili standardno metodo elektroribolova (EN 14011; CEN, 2003) s tremi ponovitvami. Na vsakem vzorčnem mestu smo izbrali 100 m odsek struge. V Zgornji Ščavnici smo izbrani del struge pred začetkom elektro izlova prečno omejili z zaporno mrežo. S tem smo preprečili uhajanje rib po strugi navzgor. V Lastomercih je bila struga na zgornjem delu preiskovanega odseka v času izlova neprehodna za ribe zaradi betonske pregrade. Izlov smo opravili z nahrbtnim elektro agregatom (ELT 60 GI, 300/550 V, proizvajalca Hans Grassl GmbH). Ekipo so vodili strokovni sodelavci Zavoda za ribištvo Slovenije. Izlovna ekipa se je premikala počasi, v smeri proti vodnemu toku, da kalnost vode zaradi brodenja po strugi ni vplivala na učinkovitost izlova. Sistematično s kratkimi potegi anode (Slika 8, levo) skozi vodni habitat smo pritegnili ribe iz bližnje okolice (radij 1,5 metra) in skrivališč. Omamljene ribe smo polovili s sakom in jih odnašali z vedrom v zbiralno posodo z vodo (Slika 8, desno).



Slika 8: Izlov rib junija 2008 v Lastomercih: (levo) vzorčenje rib z elektroagregatom in (desno) pobiranje rib s sakom

Po vsakem izlovu smo vse ribe zbrali v zbiralni posodi z vodo. Postopoma smo prenašali po nekaj osebkov iz ene posode v drugo posodo, v katero smo dodali narkotik (5 ml etilenglikolmonofenil etra na 10 l vode). Vsak omamljen osebek smo določili do vrste po zunanjih morfoloških znakih. Uporabili smo določevalni ključ, ki sta ga pripravila Kotellat in Freyhof (2007). Sledilo je merjenje dolžine ribe (v centimetrih) do repne zajede, t.i. »fork« dolžine in tehtanje ribe (v gramih). Po določitvi in izmeri smo ribe premestili v posodo s svežo vodo. Na vsakem vzorčnem mestu smo opisani postopek (najprej elektro ribolov, nato določanje in meritve osebkov) naredili trikrat, s tem da med posameznimi izlovi rib nismo vračali v reko. Vse že izmerjene osebkke smo zbirali v posebni posodi s svežo vodo, dokler nismo opravili vseh treh izlovov. Po koncu izlova smo ribe spustili v mirno območje reke blizu brega.

3.3 HIDROMORFOLOŠKE TER FIZIKALNE IN KEMIJSKE MERITVE IN ANALIZE

Hidromorfološke ter fizikalne in kemijske parametre smo spremljali od septembra 2007 do junija 2008. Meritve in analize smo začeli 3. septembra 2007, nato smo del meritev izvajali tedensko drugi del pa mesečno (Slika 9).

Mesec / Dan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
sep.07			M				T										T				T		T					T		T	
okt.07					M		T							T									T					T			
nov.07				T		M				T								T						T							
dec.07		T					M		T					T			T				T					T					
jan.08				M		T								T			T				T				T						
feb.08	M		T							T							T								T					T	
mar.08			M						T					T										T							
apr.08						T	M						T						T								T				
maj.08				T	M							T					T					T			T						
jun.08	T						T	T	M																						

Slika 9: Datumi vzorčenj v obdobju od septembra 2007 do junija 2008 (M-mesečno vzorčenje rib in opravljene fizikalne in kemijske analize, T- tedenske fizikalne in kemijske analize)

3.3.1 Hidromorfološke meritve

Na obeh vzorčnih mestih smo na istem 100 metrske preiskovanem odseku, kjer smo vzorčili ribe, izbrali posamezne preseke v tolmunih in brzicah, kjer smo izmerili širino struge (m) ter globino vode (m). Iz teh podatkov smo narisali prečne prereze struge za obe

vzorčni mesti. Občasno smo na izbranem prečnem odseku posameznega vzorčnega mesta izmerili hitrost vodnega toka s hidrometričnim krilom (Educational field equipment UK Ltd).

3.3.2 Fizikalne in kemijske meritve

Tedensko smo na obeh vzorčnih mestih (na izbrani točki) izmerili globino vode (m), s prenosnim multimetrom (Eutech Cyber Scan 650) pa temperaturo vode (°C), koncentracijo v vodi raztopljenega kisika (mg/L), nasičenost vode s kisikom (%), elektroprevodnost ($\mu\text{S}/\text{cm}$) in pH. Tedensko smo odvzeli vzorce vode ter v laboratoriju določili koncentracijo ortofosfatov (mg/L) po metodi s kositrovim (II) kloridom in koncentracijo nitratov (mg/L) po metodi z natrijevim salicilatom. Tedensko smo laboratorijsko spremljali tudi biološko porabo kisika (BPK_5). Vrednost BPK_5 (mg/L) smo določili z OxiTop Box, WTW sistemom.

Mesečno smo odvzeli vzorce vode in v laboratoriju analizirali koncentracijo klorofila *a* (mg/L), določili smo jo po spektrofotometrični metodi s predhodno ekstrakcijo z metanolom. Mesečno smo spremljali tudi koncentracijo skupnih raztopljenih snovi (v nadaljevanju TDS) in skupnih suspendiranih snovi (v nadaljevanju TSS), ki skupaj predstavljajo sušino. Vsebnost TDS smo določili po metodi tehtanja. TSS smo izračunali iz sušine in TDS (Enačba 1), s sušenjem vzorca vode 24 h pri 105 °C.

$$\text{Enačba: Vsebnost skupnih suspendiranih snovi (TSS)} \quad \dots(1)$$

$$C = A - B$$

kjer je :

C - skupne suspendirane snovi (TSS) (mg/L)

A - sušina (mg/L)

B - skupne raztopljene snovi (TDS) (mg/L)

3.4 BIOLOŠKE ANALIZE

3.4.1 Združba rib

Združbo rib smo v reki Ščavnici primerjali prostorsko (med vzorčnima mestoma) in časovno (med meseci). Tako prostorsko kot časovno smo ribe primerjali po številu osebkov na hektar, po biomasi (kg/ha) in velikosti rib (pogostejših vrst). Površino vzorčenja smo izračunali iz povprečne širina struge (m) in dolžine vzorčenega odseka (100 m).

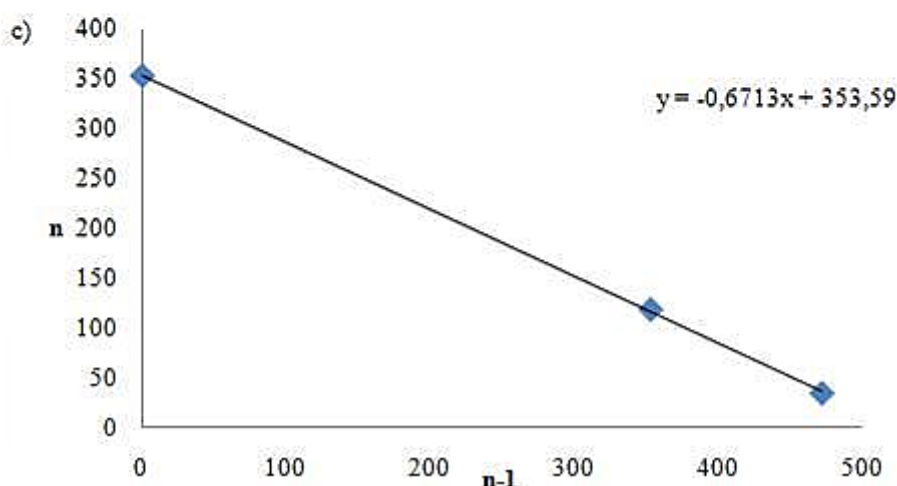
Vsak mesec smo iz vsote treh izlovov izračunali oceno števila rib za vsako vzorčno mesto ter jo izrazili kot število rib na hektar. Oceno števila rib smo izračunali po DeLury-ju (1947).

a)

ŠčZŠ Izlovi	Datum 3.9.2007
1	172
2	40
3	15
skupaj	227

b)

x	y
0	353
353	119
472	35
527	0



Slika 10: a) Tabela prikazuje število rib v 3 izlovih (ŠčZŠ, Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica), b) Določitev koordinat x in y, c) graf z linearno regresijsko premico in enačbo s katero izračunamo **oceno** števila rib

Na graf smo narisali točke (x-vsota števila rib v $n-1$ (prejšnjih) izlovih, y-število rib v n izlovu), skozi katere smo poiskali linearno regresijsko premico. Z enačbo te premice smo dobili oceno števila rib po treh izlovih (Slika 10). To metodo smo lahko uporabili v primeru, da je bil vsak naslednji izlov manjši od predhodnega. V nasprotnem primeru ocene števila osebkov nismo mogli izračunati po DeLury-ju (1947), ampak smo oceno izrazili kot vsoto treh izlovov. Z metodo po DeLury-ju (1947) smo vsak mesec izračunali tudi oceno števila rib za posamezno vrsto.

Biomasa smo izrazili kot kg rib na hektar. Vsak mesec smo iz biomase rib v treh izlovih izračunali oceno biomase rib za vsako vzorčno mesto. Oceno biomase rib smo izračunali z zgoraj opisano metodo po DeLury-ju (1947). Prav tako smo vsak mesec izračunali oceno biomase za posamezno vrsto.

Pri pogostejših vrstah (pezdirki, navadni globoček in klen), ki so se pojavljale vsak mesec smo spremljali tudi velikost osebkov na vsakem vzorčnem mestu. Vsak mesec smo sešteli število osebkov v posameznem dolžinskem razredu za posamezno vrsto. Tako je bil npr. najmanjši dolžinski razred 2 (osebki dolgi do 2 cm), sledil je dolžinski razred 4 (3-4 cm). Število dolžinskih razredov je bilo različno pri posamezni vrsti. V rezultatih smo upoštevali število ujetih osebkov posamezne vrste (ne ocene števila rib).

3.4.2 Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks

Izračunali smo Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks (H') (Enačba 2), ki temelji na pestrosti združbe. Kot mero diverzitete vključuje tako število vrst v združbi kot pogostost pojavljanja osebkov posamezne vrste.

Enačba: Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks ... (2)

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2(p_i)$$

kjer je :

H' - diverziteta

p_i - delež i-tega taksona

n - število taksonov

3.4.3 Ekološka klasifikacija rib

Po ekološki klasifikaciji lahko ribe uvrstimo v različne ekološke skupine glede na habitat v katerem živijo, tip prehranjevanja, substrata potrebnega za odlaganje iker (razmnoževanje), trofičnega nivoja, kako daleč migrirajo in tipom migracije (Preglednica 2). Za uvrstitvev taksonov v posamezno ekološko skupino smo uporabili vira Kotellat in Freyhof (2007) in Dussling in sod (2004).

Preglednica 2: Ekološka klasifikacija rib (Dussling in sod., 2004)

Ekološka klasifikacija	Klasifikacija	Opis
Habitat	reofilni	hitro tekoče vode
	indiferentno	srednje tekoče vode
	stagnofilni	počasi tekoče do stoječe vode
Razmnoževanje	litofilno	odlaganje iker na kamne, prodnike
	pelagofilno	odlaganje v pelagial
	psamofilno	odlaganje iker v pesek
	fitofilno	odlaganja iker na rastline
	fito-litofilno	odlaganje iker na rastline in na kamne
	ostrakofilno	odlaganje iker v školjke

se nadaljuje

Preglednica 2: nadaljevanje

Ekološka klasifikacija	Klasifikacija	Opis
Prehranjevalna skupina	herbivori	prehranjevanje z rastlinskim materialom
	omnivori	prehranjevanje z rastlinskim materialom, bentoškimi nevretenčarji, detritom
	planktivori	prehranjevanje s planktonom
	filtratorji	filtriranje
	invertivori	prehranjevanje z bentoškimi nevretenčarji
	piscivori	prehranjevanje z ribami
	inverti-piscivori	prehranjevanje z bentoškimi nevretenčarji in z ribami
Migracijska razdalja	kratka	migracije po reki
	srednja	migracije med rekami
	dolga	migracije med rekami različnih hidroekoregij
Tip migracije	anadromna	Živijo v celinskih vodah in v času drstitve migrirajo v morje
	katadromna	Živijo v morju in v času drstitve migrirajo v celinske vode
	potamodromna	Živijo in drstijo se (migrirajo) znotraj celinskih vodah

3.4.4 Statistične analize

Za ugotavljanje vplivov izbranih abiotских spremenljivk na združbo rib ter razlik v hidromorfoloških značilnostih izbranih vzorčnih mest na sestavo, številčnost in biomaso rib smo uporabili klasične statistične (t-test s programom SPSS 16) in multivariatne metode (nemetrično multidimenzionalno skaliranje). Nemetrično multidimenzionalno skaliranje je indirektna gradientna metoda. S to metodo ne ohranjamo dejanskih - izračunanih razdalj, ampak so razdalje rangirane (nemetrično skaliranje). Namen ordinacije je postaviti objekte, ki so si bolj različni, dlje drug od drugega, med seboj bolj podobne pa bliže skupaj. Parameter, ki označuje odstopanje prikazanih vrednosti od izračunanih, je »faktor stresa«. Manjši je ta faktor, boljje ordinacijski diagram odraža izračunane vrednosti (Urbanič, 2004).

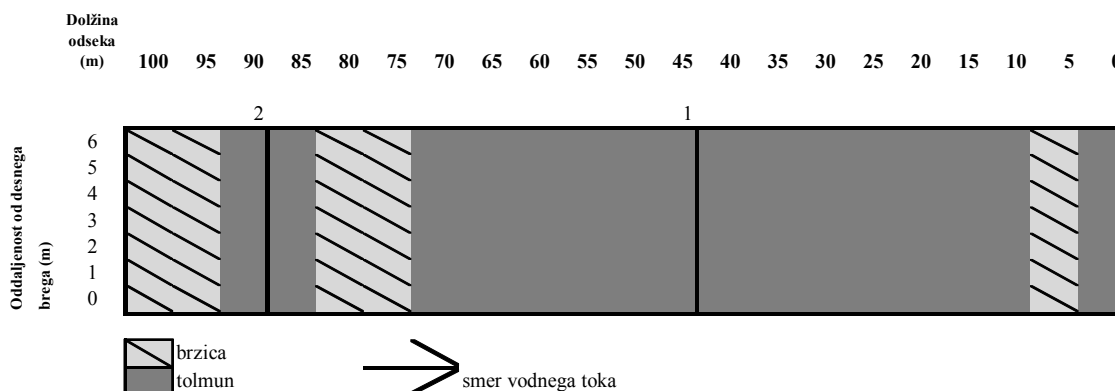
4 REZULTATI

4.1 ANALIZE ABIOTSKIH PARAMETROV

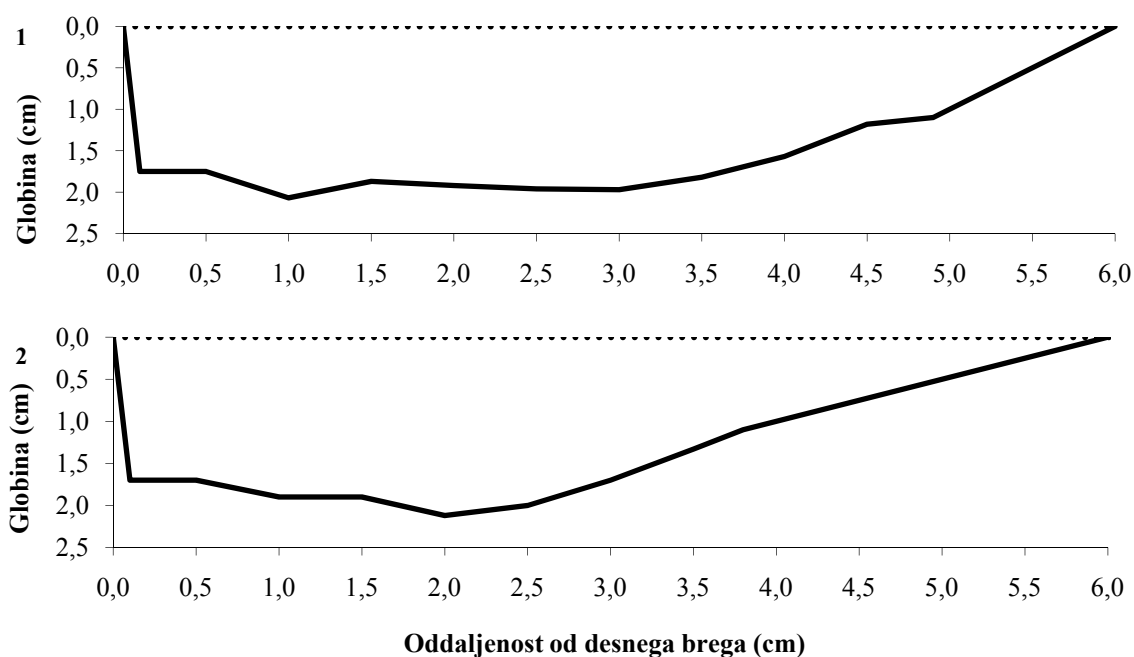
V reki Ščavnici smo na izbranih vzorčnih mestih (v Zg. Ščavnici in v vasi Lastomercih) merili izbrane abiotске parametre. Od septembra 2007 do junija 2008 smo izmerili izbrane hidromorfološke parametre. Opravili smo tudi 10 mesečnih in 45 tedenskih fizikalnih in kemijskih analiz (Slika 9). Januarja 2008 je bila struga v Zg. Ščavnici prekrita z ledom (debeline 5-10 cm), zato smo pred vzorčenjem led razbili. V Lastomercih je bil led le ob robovih struge (3-5 cm).

4.1.1 Hidromorfološke analize

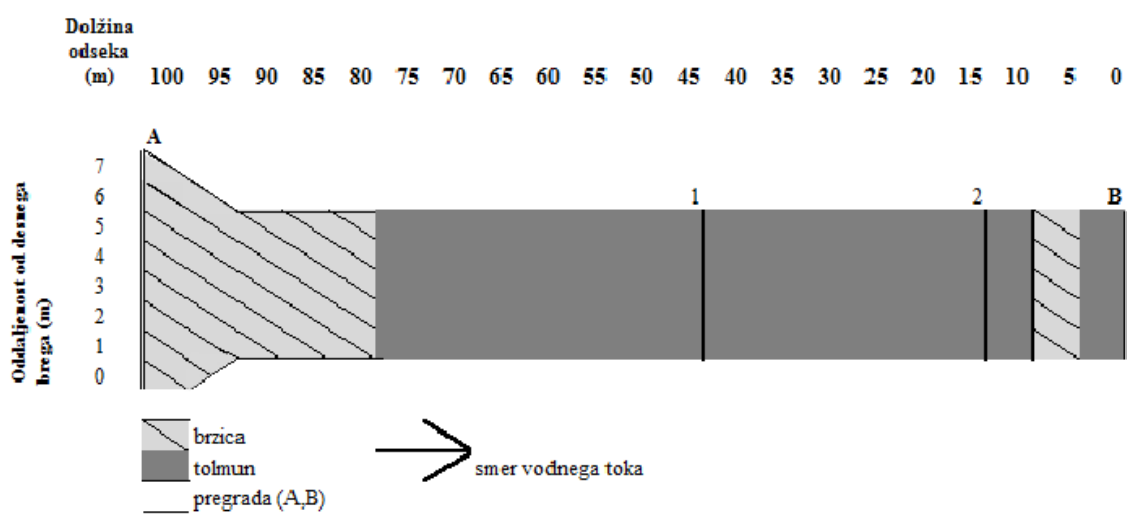
V Zg. Ščavnici je bila struga široka 4-6 metrov (Slika 11). V Lastomercih je bila struga ožja (3,8 m), izjema je betonska pregrada, kjer je struga najširša (6,9 m) (Slika 13). Globina tolmunov v Zg. Ščavnici ob najvišjih vodostajih presega 2 metra in v Lastomercih nekaj več kot 1 meter (Slika 12 in 14). Površina vzorčenega dela v Zg. Ščavnici je bila 0,465 ha in v Lastomercih 0,335 ha.



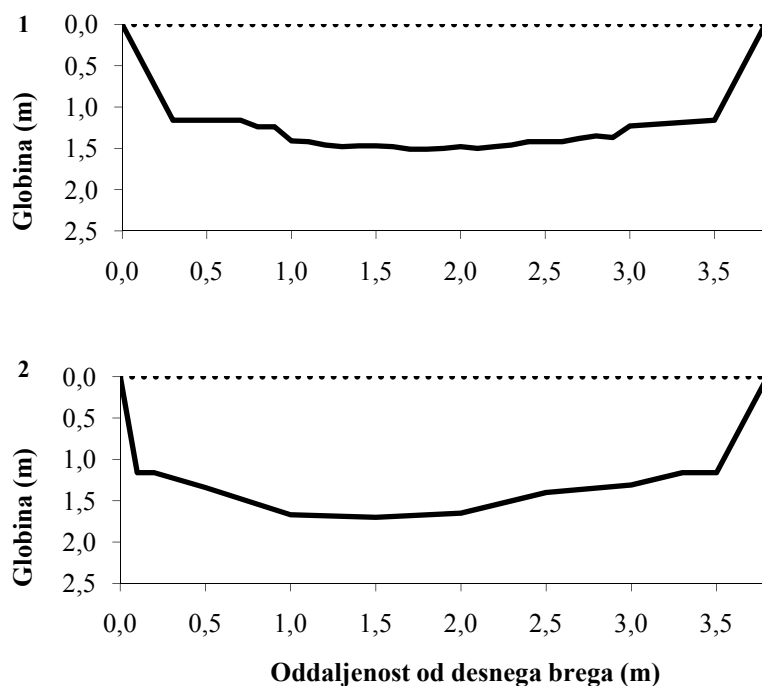
Slika 11: Shema stometrskega odseka struge reke Ščavnice v Zg. Ščavnici (številke 1,2 označujeta območje, kjer smo naredili prečni presek struge na mestu najbolj globokega dela tolmunu)



Slika 12: Številki 1 in 2 prikazujeta izrisan prečni presek struge (glej sliko 11) reke Ščavnice v Zg. Ščavnici. Prekinjena črta označuje najvišji izmerjeni vodostaj konec septembra 2007.



Slika 13: Shema stometskega odseka struge reke Ščavnice v Lastomercih (številke 1,2 označujejo območje, kjer smo naredili prečni presek struge na mestu najbolj globokega dela tolmana)



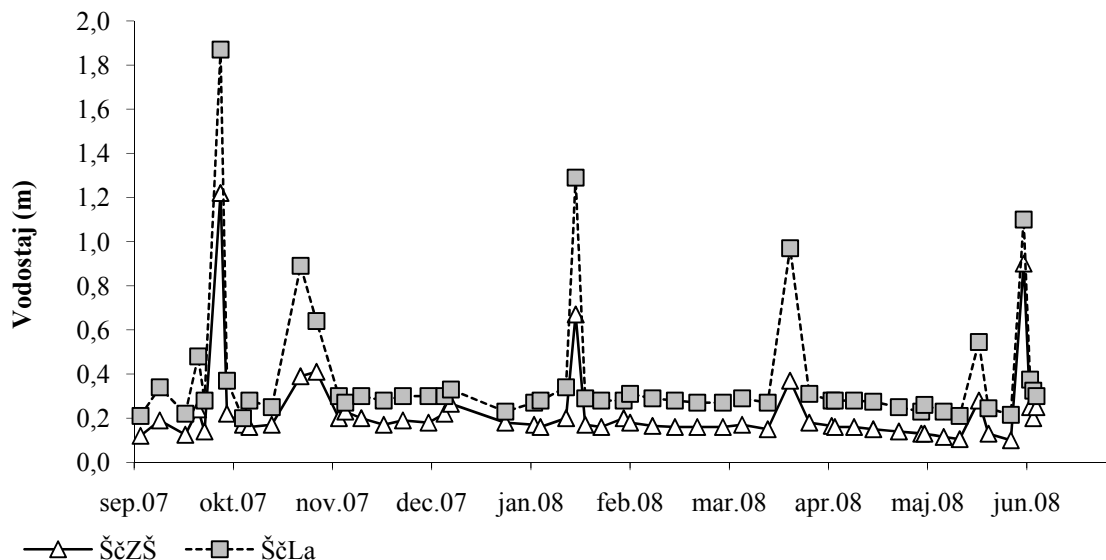
Slika 14: Številki 1 in 2 prikazujeta izrisan prečni presek struge (glej sliko 13) reke Ščavnice v Lastomercih. Prekinjena črta označuje najvišji izmerjeni vodostaj konec septembra 2007.

V povprečju je struga Ščavnice v Zg. Ščavnici globoka 35 cm in v Lastomercih 25 cm. V Zg. Ščavnici je bila največja izmerjena globina nekaj več kot 1 m in v Lastomercih 0,6 m. Struga je bila v Zg. Ščavnici v povprečju širša v primerjavi s strugo v Lastomercih. V Lastomercih je bil v povprečju višji vodostaj kot v Zg. Ščavnici. Hitrost vodnega toka je bila višja v Zg. Ščavnici. S t-testom smo ugotovili, da se vzorčni mesti značilno razlikujeta v širini struge in vodostaju (Preglednica 3).

Preglednica 3: Minimalne (Min), maksimalne (Maks) in povprečne vrednosti ter standardne napake (SE) izbranih hidromorfoloških parametrov (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)

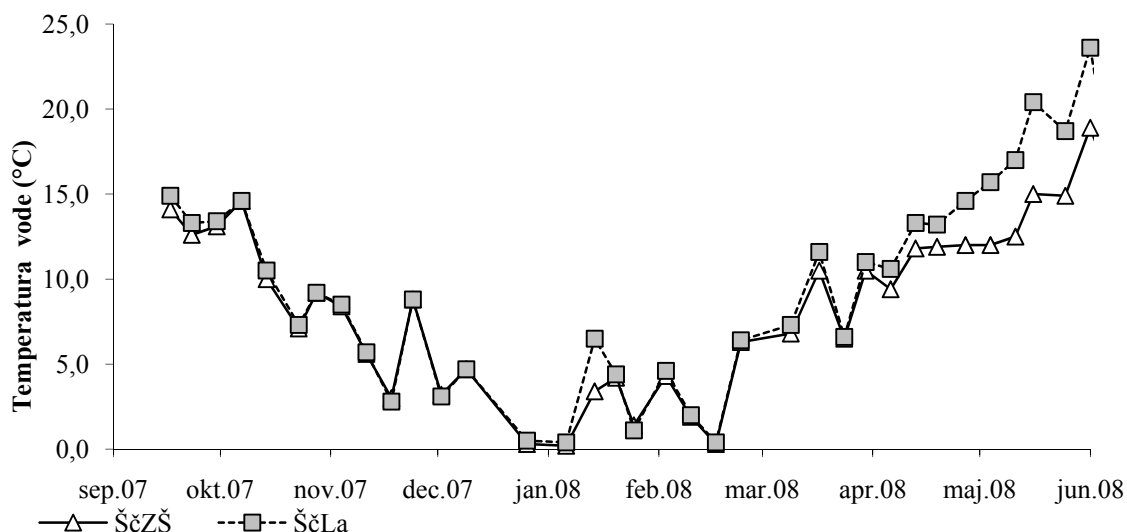
Parameter	Enota	Koda	N	Min	Maks	Povprečje	SE	p
globina struge	m	ŠčZŠ	11	0,04	1,02	0,35	0,11	0,457
		ŠčLa	11	0,07	0,60	0,25	0,05	
širina struge	m	ŠčZŠ	11	3,70	5,80	4,55	0,25	0,033
		ŠčLa	11	2,50	6,90	3,59	0,36	
vodostaj	m	ŠčZŠ	55	10,00	122,00	22,91	2,54	0,002
		ŠčLa	55	20,00	187,00	38,13	4,03	
hitrost (max)	m/s	ŠčZŠ	8	0,15	0,93	0,49	0,11	0,875
		ŠčLa	8	0,18	0,84	0,51	0,08	

Prvi povišani vodostaji so bili na obeh vzorčnih mestih jeseni in drugi ponovno spomladi (marca 2008) (Slika 15). Najvišji vodostaj smo izmerili konec septembra (1,2 m v Zg. Ščavnici in 1,9 m v Lastomercih). V Lastomercih so bili v primerjavi z Zg. Ščavnico izmerjeni višji vodostaji.



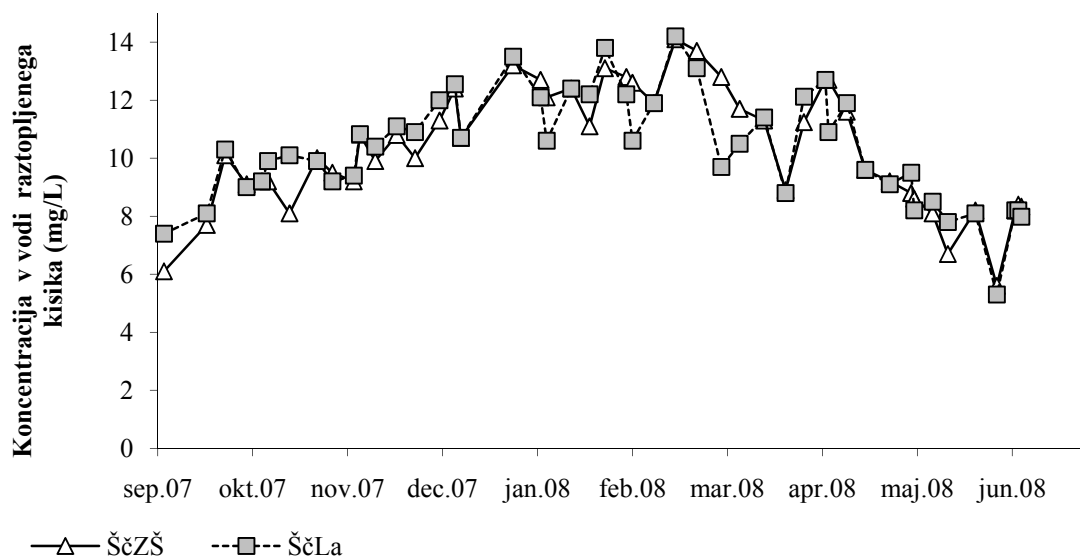
Slika 15: Vodostaj (m) od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

4.1.2 Fizikalne in kemijske analize

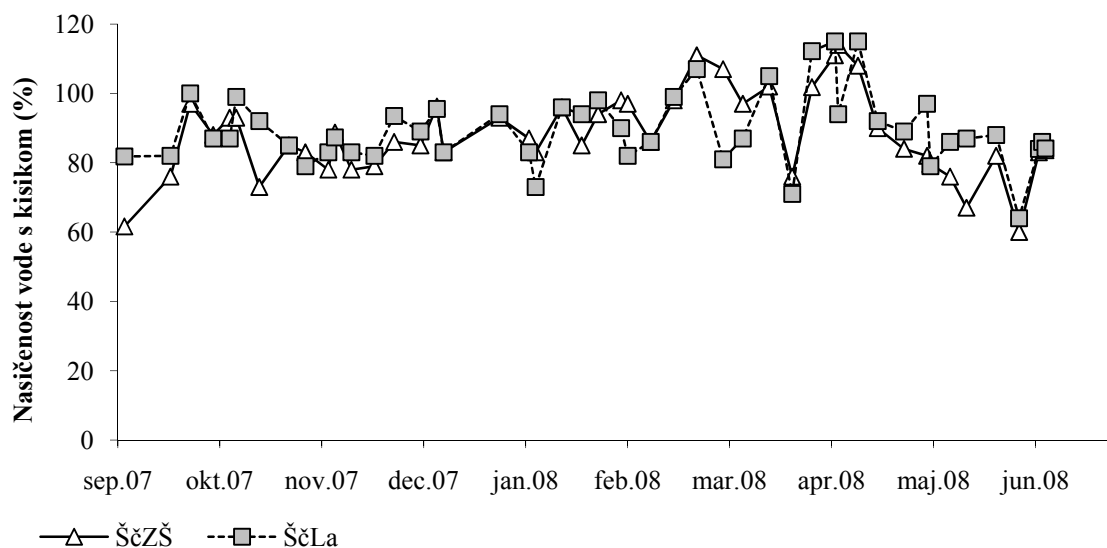


Slika 16: Temperatura vode reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Najvišjo temperaturo vode smo izmerili junija 2008 (18,0 °C v Zg. Ščavnici in 23,6 °C v Lastomercih), najnižjo pa januarja 2008 (0,3 °C v Zg. Ščavnici in 0,4 °C v Lastomercih). Iz slike 16 opazimo trend naraščanja temperature že od februarja. Opazna razlika se pojavi med vzorčnima mestoma od aprila 2008 naprej, ko je bila v Lastomercih višja temperatura vode.



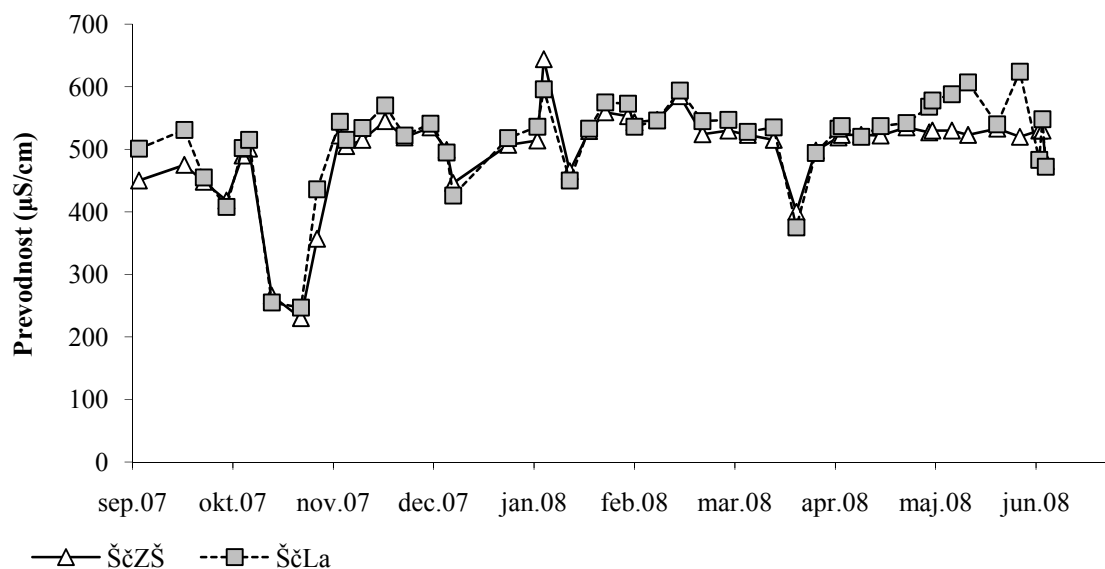
Slika 17: Koncentracija v vodi raztopljenega kisika reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)



Slika 18: Nasičenost vode s kisikom reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

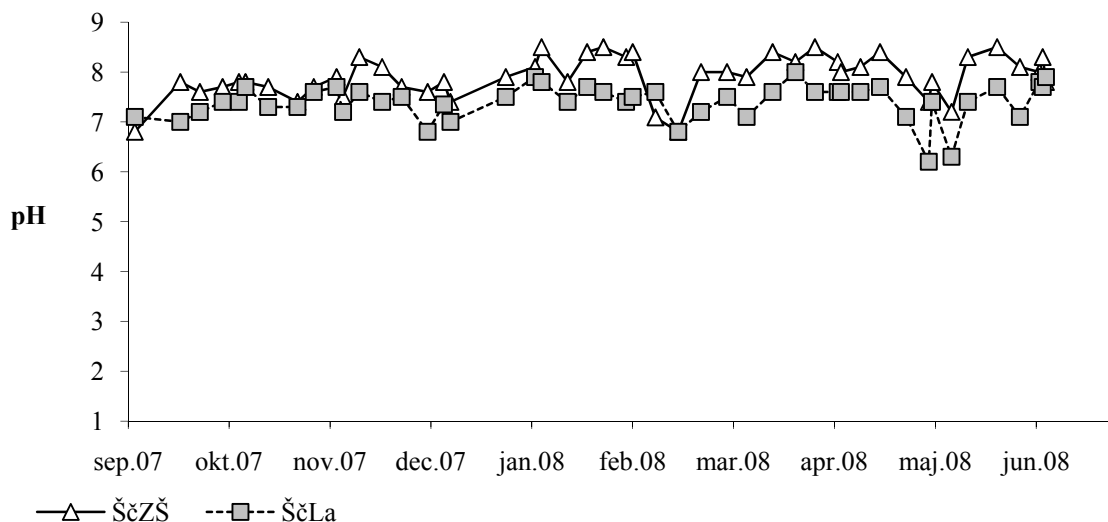
Koncentracija v vodi raztopljenega kisika (Slika 17) je bila v Zg. Ščavnici najnižja junija 2008 (5,6 mg/L), ko je bila tudi najvišja izmerjena temperatura vode (Slika 16). Najnižja koncentracija kisika v vodi v Lastomercih je bila septembra 2007 (7,4 mg/L). Nasičenost vode s kisikom je bila nizka v Zg. Ščavnici septembra 2007 (61 %), v Lastomercih pa marca 2008 (71 %) (Slika 18).

Elektroprevodnost je bila na obeh vzorčnih mestih precej visoka, kar kaže na visoko vsebnost raztopljenih snovi. V Zg. Ščavnici je bila najvišja elektroprevodnost izmerjena januarja 2008 (644 $\mu\text{S/cm}$), v Lastomercih pa maja 2008 (624 $\mu\text{S/cm}$). Vrednosti so v obdobju meritev nihale med 400 in 600 $\mu\text{S/cm}$ (Slika 19). Večji padec je bil zabeležen sredi oktobra 2007 (230 $\mu\text{S/cm}$ Zg. Ščavnica in 247 $\mu\text{S/cm}$ Lastomerci) in marca 2008, ko je bilo opazno povečanje tudi vodostaja (Slika 16), kot posledica številnih padavin. Od februarja 2008 naprej so bile med obema vzorčnima mestoma višje vrednosti elektroprevodnosti zabeležene v Lastomercih.



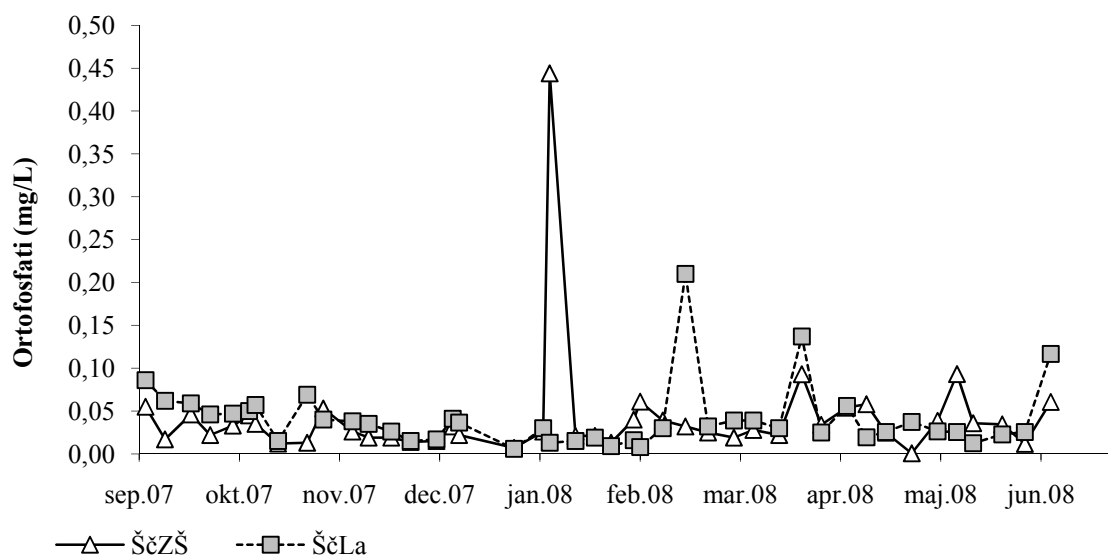
Slika 19: Elektroprevodnost vode reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Vrednosti pH (Slika 20) so nihale med 6 in 8. Najnižje vrednosti so bile izmerjene v Zg. Ščavnici 6,8 (september 2007 in februar 2008), v Lastomercih 6,2 (maj 2008). V primerjavi med vzorčnima mestoma so bile izmerjene višje vrednosti pH v Zg. Ščavnici.



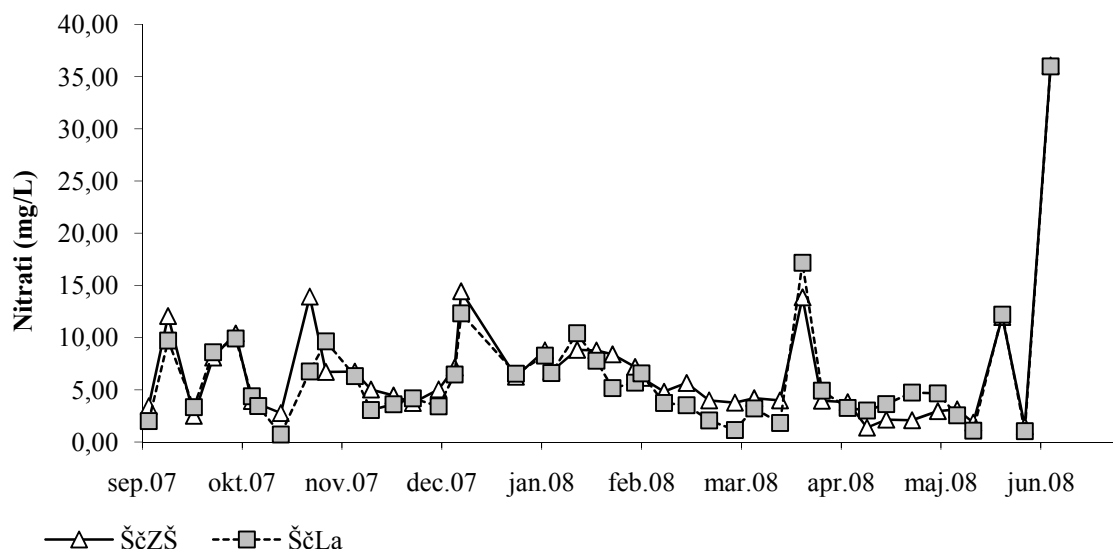
Slika 20: pH vode reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Koncentracija ortofosfatnih ionov je bila izmerjena z metodo detekcije od 0,1 do 1,5 mg/L. Večina vrednosti se je nahajalo pod mejo detekcije (Slika 21), posamezna odstopanja v mesecih so se pojavljala od sredine januarja 2008 naprej. Najvišja vrednost je bila izmerjena v Zg. Ščavnici januarja 2008 (0,44 mg/L), v Lastomercih pa februarja 2008 (0,21 mg/L).



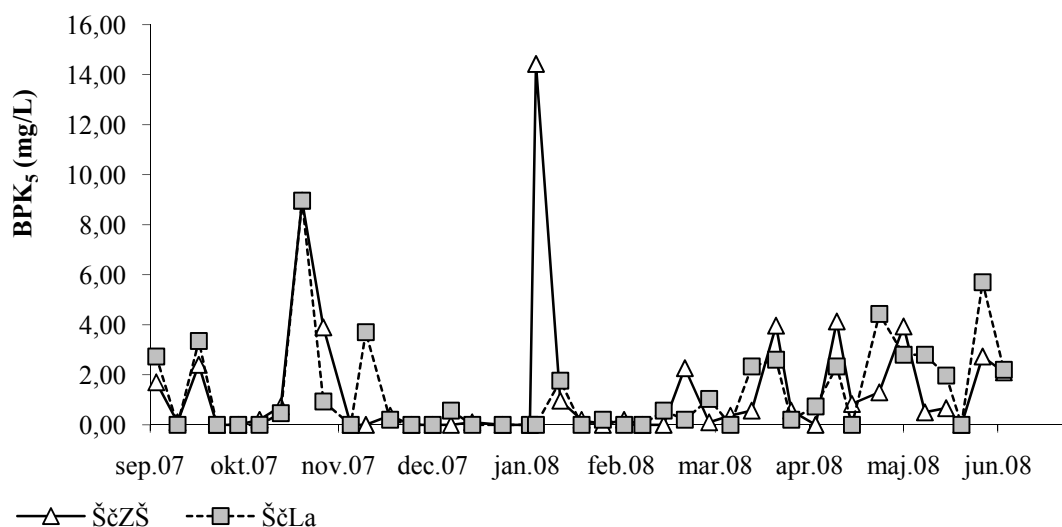
Slika 21: Koncentracija ortofosfatnih ionov v vodi reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Koncentracije nitratov v vodi (Slika 22) so bile nizke oktobra 2007 (2,8 mg/L v Zg. Ščavnici in 0,7 mg/L v Lastomercih). Do marčevskega deževja 2008 so bile višje vrednosti izmerjene v Zg. Ščavnici, potem pa v Lastomercih. Najvišje vrednosti smo na obeh vzorčnih mestih izmerili junija 2008 (35 mg/L).



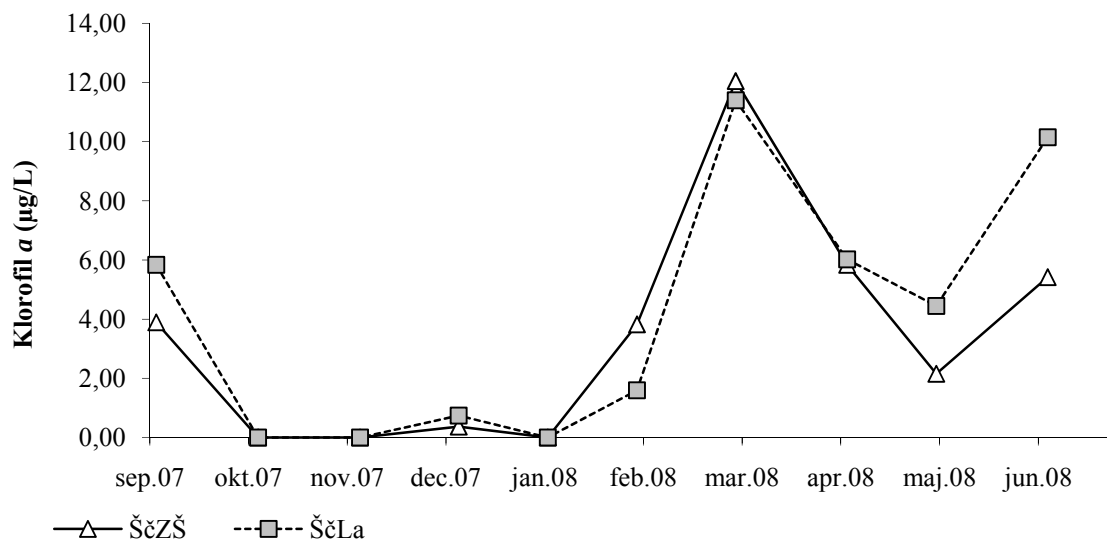
Slika 22: Koncentracija nitratov v vodi reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Vrednosti biološke porabe kisika v 5 dneh so nihale (Slika 23). Večina vrednosti se je nahajalo pod 2 mg/L, občasno (oktobra 2007 v Lastomercih, januarja 2008 v Zg. Ščavnici) so bile izmerjene višje vrednosti. Večja nihanja v biološki porabi kisika med obema vzorčnima mestoma so bila po sredini marca 2008.



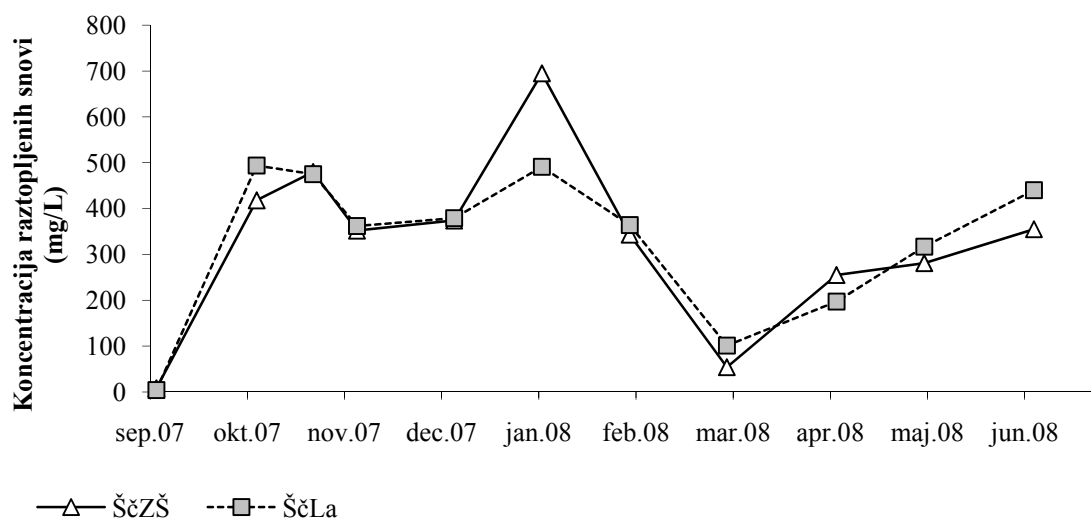
Slika 23: Vrednosti BPK₅ reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Koncentracija klorofila *a* je bila na obeh vzorčnih mestih nizka predvsem v zimskih mesecih. Največje vrednosti klorofila *a* so bile izmerjene marca 2008 (Slika 24).



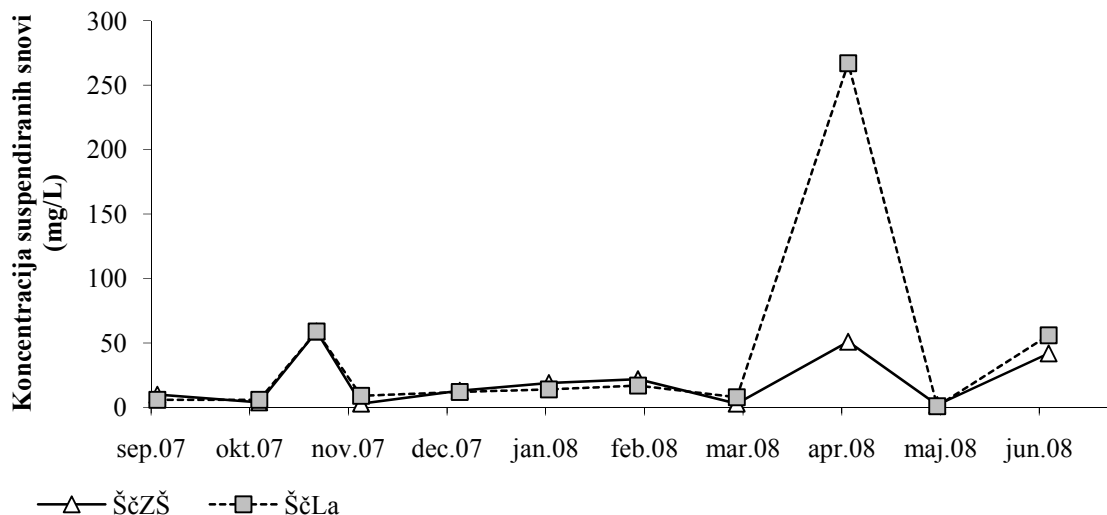
Slika 24: Koncentracija klorofila *a* v vodi reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

V vzorcih vode je bilo izmerjeno največ raztopljenih snovi na obeh vzorčnih mestih januarja 2008 in najmanj marca 2008 (Slika 25).



Slika 25: Koncentracija raztopljenih snovi v vodi od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Največ suspendiranih snovi smo izmerili na obeh vzorčnih mestih aprila 2008. Najmanj suspendiranih snovi je bilo v vzorcih iz Zg. Ščavnice novembra 2007 in v Lastomercih maja 2008 (Slika 26).



Slika 26: Koncentracija suspendiranih snovi v vodi reke Ščavnice na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

4.1.3 Vpliv izbranih abiotских spremenljivk na združbo rib

Preglednica 4 prikazuje minimalne, maksimalne vrednosti in povprečja s standardno napako izbranih abiotских parametrov. S t-testom smo preverjali statistično značilno razliko med vzorčnima mestoma za izbrane abiotские parametre. Statistično značilno razliko med vzorčnima mestoma smo ugotovili le za vrednosti pH.

Preglednica 4: Povprečje, minimum (Min), maksimum (Maks) in standardna napaka (SE) izbranih abiotских parametrov. (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)

Parameter	Enota	Koda	N	Min	Maks	Povprečje	SE	p
temperatura vode	°C	ŠčZŠ	39	0,1	18,9	8,3	0,8	0,469
		ŠčLa	39	0,2	23,6	9,3	1,0	
koncentracija v vodi raztopljenega kisika	mg/L	ŠčZŠ	49	5,6	14,1	10,4	0,3	0,996
		ŠčLa	49	5,3	14,2	10,4	0,3	
nasičenost vode s kisikom	%	ŠčZŠ	49	60	114	88	2	0,545
		ŠčLa	49	64	115	89	1	
pH		ŠčZŠ	49	6,8	8,5	7,9	0,1	0,000
		ŠčLa	49	6,2	8,0	7,4	0,0	
elektroprevodnost	μS/cm	ŠčZŠ	49	230	644	500	10	0,301
		ŠčLa	49	247	624	515	11	
ortofosfatni ioni	mg/L	ŠčZŠ	44	0,44	0,00	0,44	0,0	0,936
		ŠčLa	44	0,01	0,21	0,04	0,0	
nitratni ioni	mg/L	ŠčZŠ	44	1,38	14,44	6,16	0,86	0,688
		ŠčLa	44	0,72	35,98	6,27	0,86	
BPK ₅	mg/L	ŠčZŠ	41	0,00	14,43	1,42	0,43	0,797
		ŠčLa	41	0,00	8,97	1,29	0,30	
klorofil a	μg/L	ŠčZŠ	11	0,0	12,1	3,4	6,2	0,717
		ŠčLa	11	0,0	11,4	4,0	23,3	
koncentracija raztopljenega snovi	mg/L	ŠčZŠ	11	8,0	695,0	328,6	56,8	0,991
		ŠčLa	11	4,0	494,0	329,5	49,3	
koncentracija suspendiranih snovi	mg/L	ŠčZŠ	11	2,0	59,0	20,7	6,2	0,403
		ŠčLa	11	1,0	267,0	41,4	23,3	

4.2. ZDRUŽBA RIB

V reki Ščavnici smo od septembra 2007 do junija 2008 opravili deset mesečnih vzorčenj rib na dveh izbranih vzorčnih mestih, v Zg. Ščavnici in v Lastomercih.

4.2.1 Sestava ribje združbe

Na prvem vzorčnem mestu v Zg. Ščavnici smo določili 10, na drugem vzorčnem mestu v Lastomercih pa 9 vrst rib, ki jih uvrščamo v 3 družine (Preglednica 5).

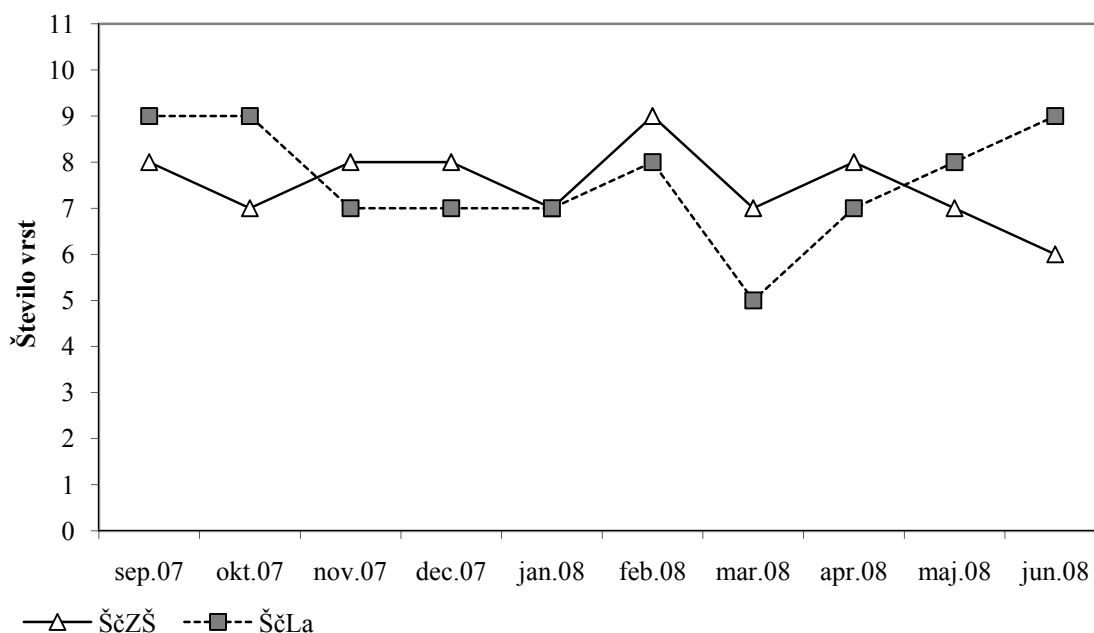
Preglednica 5: Seznam rib najdenih v reki Ščavnici od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Družina	Poddružina	Slovensko ime	Latinsko ime	ŠčZŠ	ŠčLa
Cyprinidae					
	Acheilognathidae	pezdirk	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	*	*
	Gobionidae	navadni globoček	<i>Gobio obtusirostris</i> (Valenciennes, 1842)	*	*
	Gobionidae	pseudorazbora	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck in Schlegel, 1846)	*A	*A
	Cyprininae	babuška	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	*A	
	Cyprininae	pisanec	<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)	*	*
	Cyprininae	klen	<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	*	*
	Leuciscinae	zelenika	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)		*
	Leuciscinae	pisanka	<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	*	*
	Tincinae	linj	<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	*	
Cobitidae					
		navadna nežica	<i>Cobitis elongatoides</i> (Bacescu in Maier, 1969)	*	*
Nemacheilidae					
		babica	<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	*	*

* prisotnost vrste, A = alohtona vrst (Veenvliet in Veenvliet, 2006)

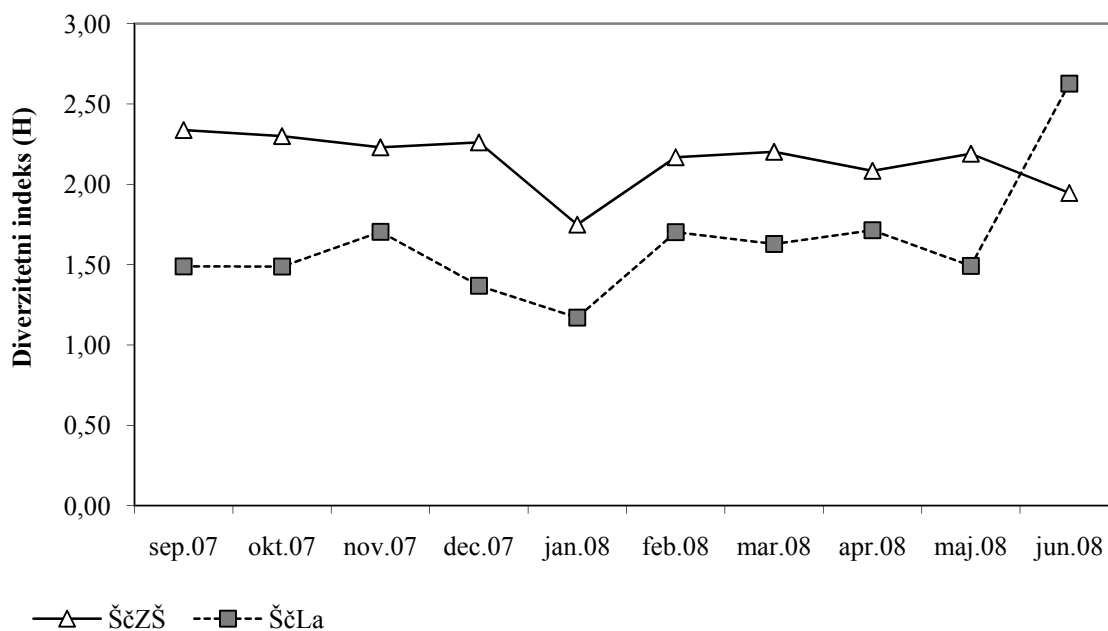
Med skupno enajstimi vrstami rib je bilo 9 avtohtonih vrst (pezdirk, navadni globoček, pisanec, klen, pisanka, zelenika, linj, navadna nežica in babica) in 2 alohtoni vrsti (pseudorazbora, babuška). V Zg. Ščavnici ni bilo prisotne zelenike, v Lastomercih pa linja in babuške. (Preglednica 5). Na vzorčnem mestu Zg. Ščavnica je bil najden tudi ukrajinski potočni piškur (*Eudontomyzon mariae*), ki spada med obloustke v družino piškurjev (Petryomyzontidae). V obdobju vzorčenja smo od januarja do junija 2008 našli 1-3 ličinke te vrste.

Število vrst se je na obeh vzorčnih mestih spreminjalo skozi leto. V Zg. Ščavnici je bilo prisotnih 7-8 vrst vsak mesec in v Lastomercih 6-9 vrst (Slika 27). Med vzorčnima mestoma s t-testom ni bila ugotovljena statistično značilna razlika za število vrst (Preglednica 6).



Slika 27: Število vrst v Ščavnici od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks je bil različen med vzorčnima mestoma, kar smo dokazali s t- testom (Preglednica 6). Višji je bil v Zg. Ščavnici, le junija 2008 je bil višji v Lastomercih (Slika 28). Vrednosti indeksa so v Zg. Ščavnici znašale med 1,75 in 2,34. V Lastomercih je bil razpon diverzitetnega indeksa večji (1,17 - 2,63).



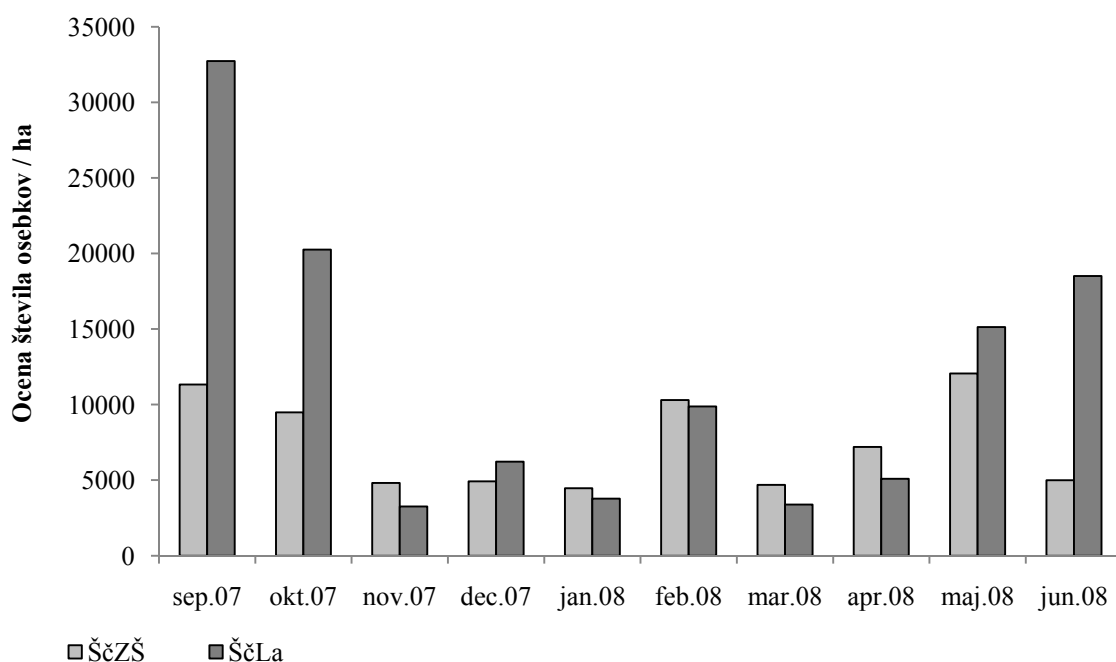
Slika 28: Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks (H) od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Preglednica 6: Povprečje, minimum (Min), maksimum (Maks) in standardna napaka (SE) števila vrst in diverzitetnega indeksa. (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)

	Koda	N	Min	Maks	Povprečje	SE	p
Število vrst	ŠčZŠ	10	6	9	8	1	0,838
	ŠčLa	10	5	9	8	1	
Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks	ŠčZŠ	10	1,75	2,34	2,15	0,06	0,001
	ŠčLa	10	1,17	2,63	1,63	0,12	

4.2.2 Primerjava števila avtohtonih rib med vzorčnima mestoma

Število avtohtonih rib za posamezno vzorčno mesto smo ocenili kot število osebkov na hektar (v nadaljevanju število osebkov) v posameznem mesecu in predstavili na sliki 29. V Zg. Ščavnici je bilo največ rib maja 2008 in najmanj januarja 2008. V Lastomercih je bila številčno največ rib septembra 2007, a najmanj novembra 2007. V povprečju je bilo več rib v Lastomercih (Preglednica 7). S t-testom nismo ugotovili statistično značilno razlike v številu rib/ ha med vzorčnima mestoma.



Slika 29: Število rib na hektar od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Preglednica 7: Povprečje, minimum (Min), maksimum (Maks) in standardna napaka (SE) števila osebkov na hektar. (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)

	Koda	N	Min	Maks	Povprečje	SE	p
Ocena št. rib/ha	ŠčZŠ	10	4461	12059	7424	970	0,186
	ŠčLa	10	3257	32735	11824	3080	

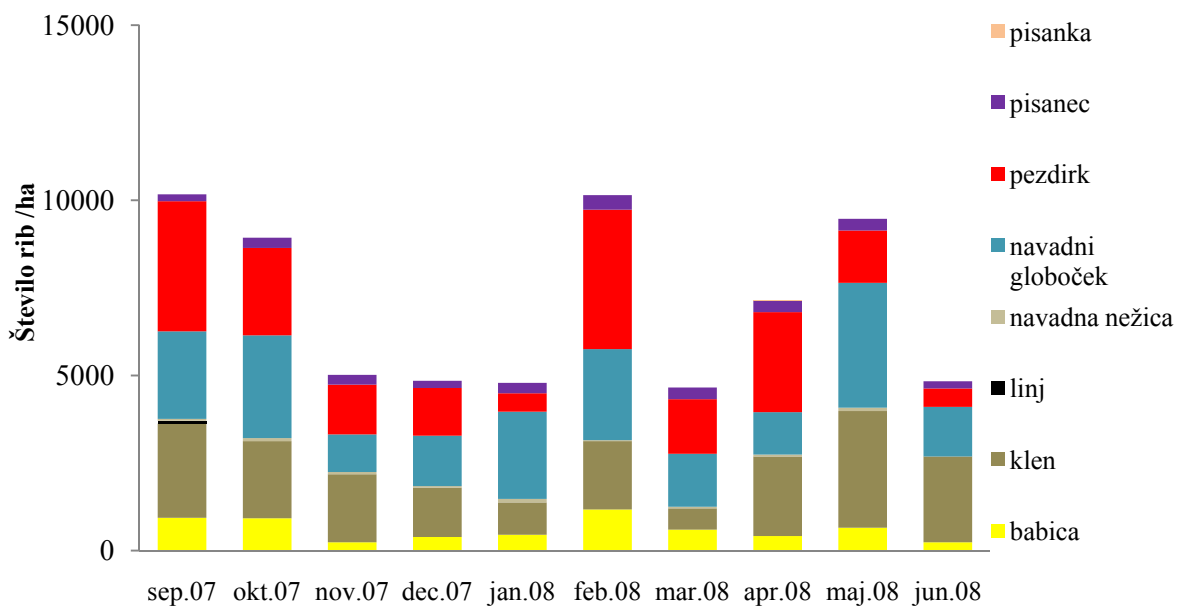
V preglednici 8 so za obe vzorčni mesti predstavljeni podatki o povprečnem, minimalnem in maksimalnem številu osebkov posamezne vrste. Na obeh vzorčnih mestih je bilo v

povprečju največ pezdirkov in najmanj pisank. Če primerjamo obe vzorčni mesti, je bilo več pezdirkov v Lastomercih. Poleg pezdirkov sta v Zg. Ščavnici prevladovala še klen in navadni globoček. V Lastomercih sta bili številčnejši isti vrsti, le v obratnem vrstnem redu. S t-testom smo preverjali statistično značilno razliko med vzorčnima mestoma na podlagi števila osebkov/ ha za posamezno vrsto. Statistično značilna razlika je bila ugotovljena pri vrstah: babica, pezdirk in pisanka.

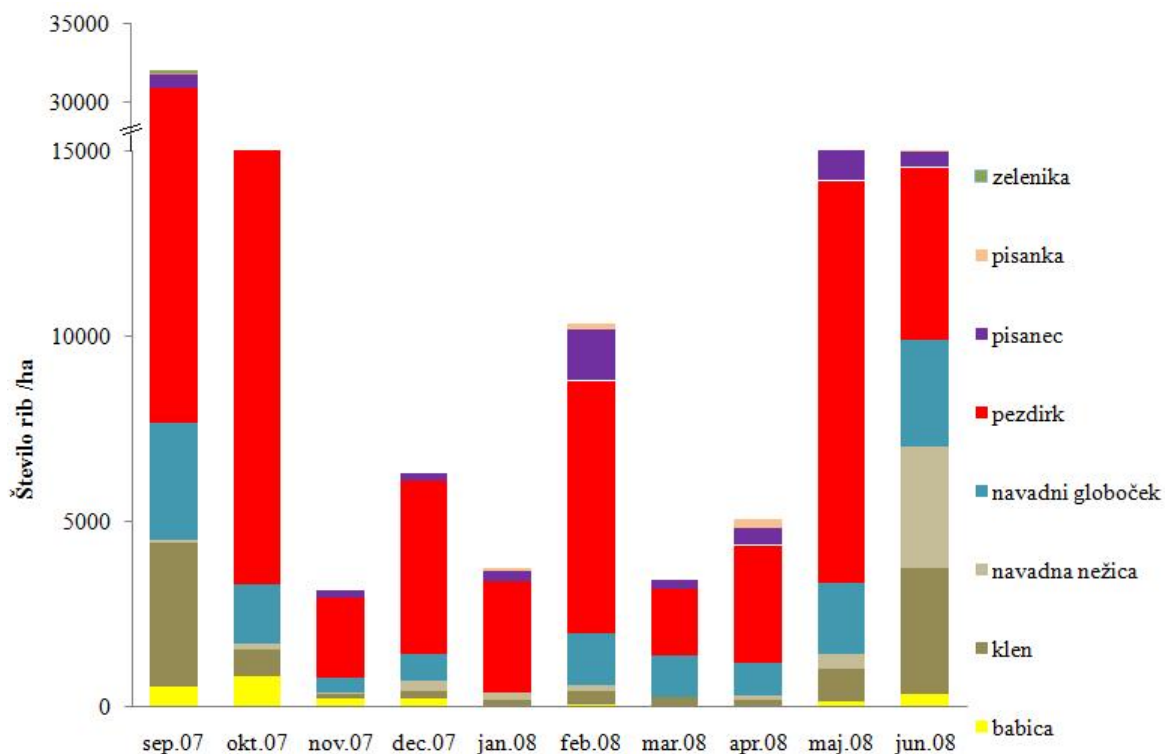
Preglednica 8: Povprečje, minimum (Min), maksimum (Maks) in standardna napaka (SE) števila osebkov na hektar za posamezno vrsto. (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)

Vrsta	Koda	N	Min	Maks	Povprečje	SE	p
babica	ŠčZŠ	10	241	1175	604	101	0,015
	ŠčLa	10	0	850	246	87	
klen	ŠčZŠ	10	609	3332	1977	258	0,131
	ŠčLa	10	114	3857	1026	444	
linj	ŠčZŠ	10	0	77	8	8	0,331
	ŠčLa	10	0	0	0	0	
navadna nežica	ŠčZŠ	10	0	99	57	10	0,204
	ŠčLa	10	0	3249	468	311	
navadni globoček	ŠčZŠ	10	1073	3561	2073	268	0,132
	ŠčLa	10	0	3136	1411	322	
pezdirk	ŠčZŠ	10	526	3977	1994	385	0,023
	ŠčLa	10	1799	23248	7546	2194	
pisanec	ŠčZŠ	10	195	418	288	22	0,055
	ŠčLa	10	200	1388	549	125	
pisanka	ŠčZŠ	10	0	22	2	2	0,016
	ŠčLa	10	0	392	109	40	
zelenika	ŠčZŠ	10	0	0	0	0	0,258
	ŠčLa	10	0	2784	322	275	

V Zg. Ščavnici so bile v vseh mesecih številčnejše vrste: pezdirk, klen in navadni globoček. Ostale vrste so bile prisotne le občasno v manjšem številu. Pogostejše vrste so bile najbolj številčne (do 10000 osebkov/ha) septembra 2007, februarja in maja 2008. V zimskih mesecih je število vseh rib upadlo (manj kot 5000 osebkov/ha) (Slika 30).



Slika 30: Primerjava števila rib na hektar za posamezno avtohtono vrsto v Zg. Ščavnici



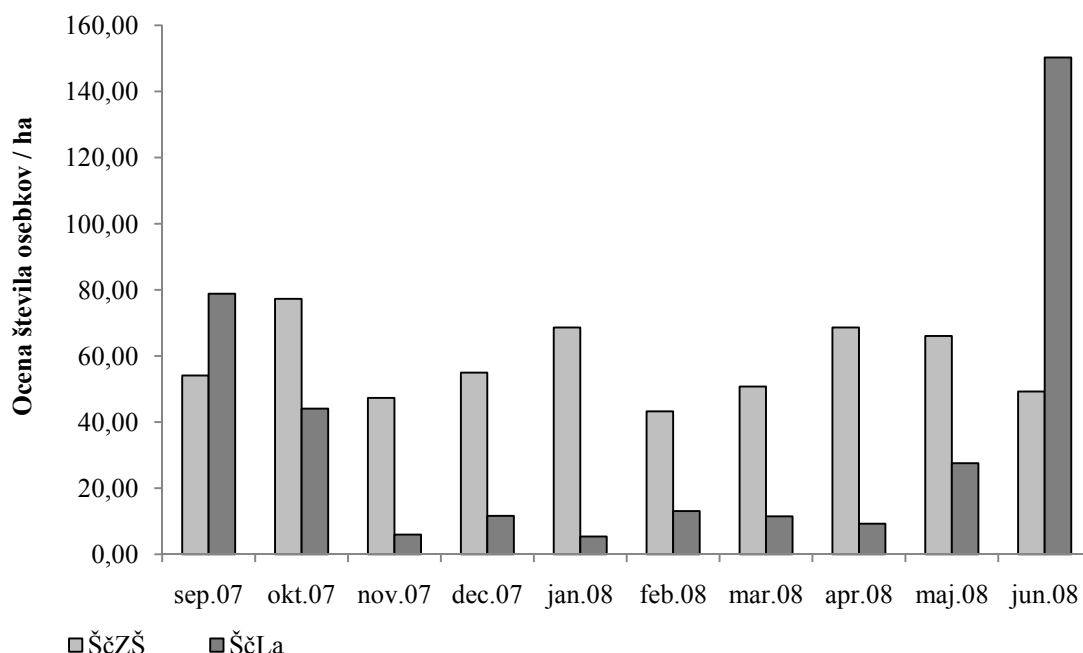
Slika 31: Primerjava števila rib na hektar za posamezno avtohtono vrsto v Lastomercih

V Lastomercih so v vseh mesecih prevladovali pezdirki (Slika 31). Vsak mesec so bile prisotne tudi vrste klen, navadni globoček in navadna nežica. Ostale vrste so se pojavljale občasno. Največ rib vsake vrste je bilo septembra 2007 (več kot 30000 osebkov/ha), temu

je sledilo upadanje (manj kot 10000 osebkov/ha). Manjša porast števila rib je bila le decembra 2007 in februarja 2008. Od maja 2008 naprej je bilo ponovno ocenjenih več kot 15000 osebkov na hektar.

4.2.3 Primerjava biomase avtohtonih rib med vzorčnima mestoma

Biomasa avtohtonih rib smo za obe vzorčni mesti izrazili kot oceno biomase rib v kilogramih na hektar (v nadaljevanju biomasa rib). Biomasa rib je bila skozi leto višja v Zg. Ščavnici, izjema sta le september 2007 in junij 2008 (Slika 32).



Slika 32: Biomasa rib (kg/ha) na dveh vzorčnih mestih od septembra 2007 do junija 2008 (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

Povprečna biomasa avtohtonih rib je bila v Zg. Ščavnici višja kot v Lastomercih (Preglednica 9), vendar s t-testom nismo ugotovili statistično značilne razlike med vzorčnima mestoma.

Preglednica 9: Povprečje, minimum (Min), maksimum (Maks) in standardna napaka (SE) biomase rib (kg/ha) (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)

	Koda	N	Min	Maks	Povprečje	SE	p
Biomasa (kg/ha)	ŠčZŠ	10	43,25	77,25	58,00	3,57	0,157
	ŠčLa	10	5,36	150,27	35,74	14,65	

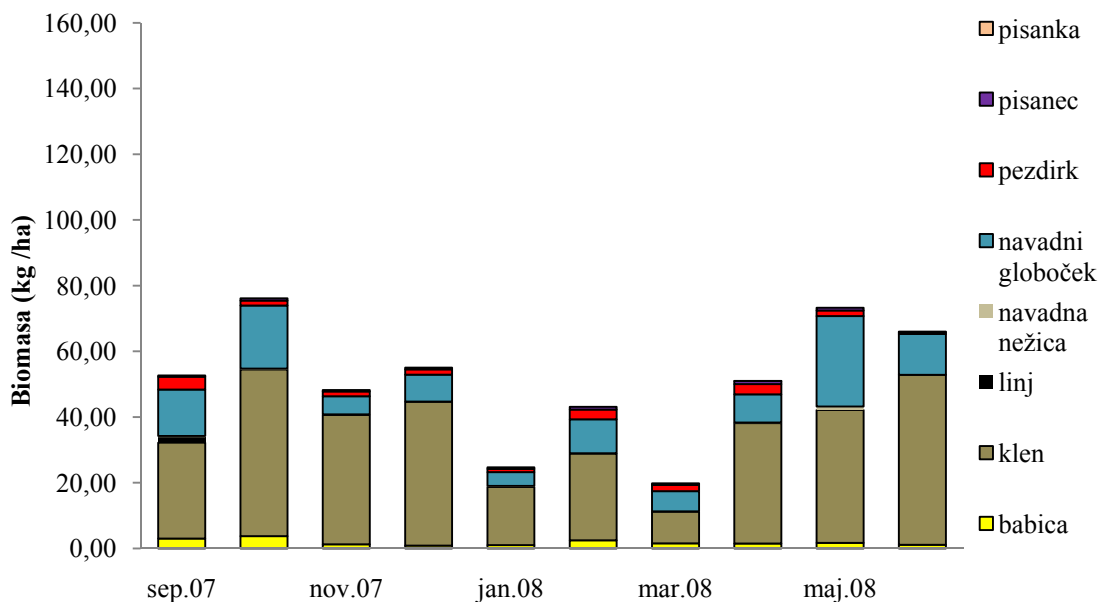
V preglednici 10 so prikazane povprečne, minimalne in maksimalne vrednosti biomase za posamezno ribjo vrsto. Na obeh vzorčnih mestih je imel najvišjo povprečno biomaso klen. Najmanjšo povprečno biomaso smo izračunali v Zg. Ščavnici pri linju in navadni nežici ter v Lastomercih pri pisanki. S t-testom smo preverjali statistično značilno razliko med vzorčnima mestoma na podlagi povprečne biomase (kg/ha) posamezne vrste rib. Statistično značilna razlika je bila ugotovljena za vrste: klen, pezdirk in pisanka.

Preglednica 10: Povprečje, minimum (Min), maksimum (Maks) in standardna napaka (SE) biomase (kg/ha) posamezne vrste rib. (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)

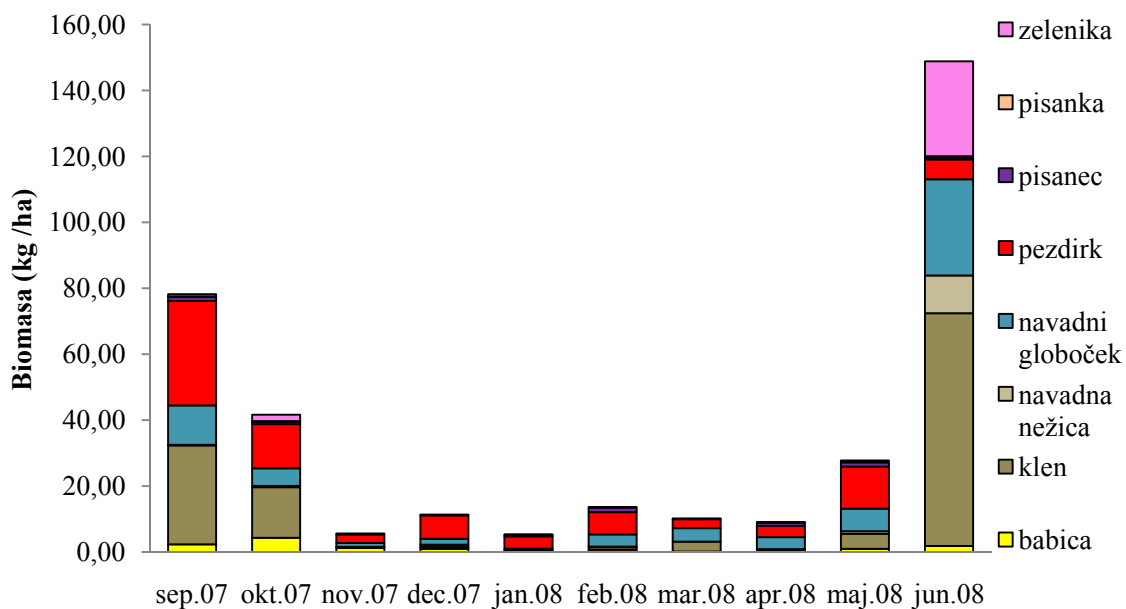
Vrsta	Koda	N	Min	Maks	Povprečje	SE	p
babica	ŠčZŠ	10	0,87	3,75	1,81	0,30	0,282
	ŠčLa	10	0,00	4,31	1,24	0,42	
klen	ŠčZŠ	10	9,62	51,74	34,55	4,35	0,017
	ŠčLa	10	0,30	70,57	12,63	7,11	
linj	ŠčZŠ	10	0,00	1,68	0,17	0,17	0,331
	ŠčLa	10	0,00	0,00	0,00	0,00	
navadna nežica	ŠčZŠ	10	0,00	1,04	0,29	0,09	0,314
	ŠčLa	10	0,00	11,45	1,45	1,11	
navadni globoček	ŠčZŠ	10	4,17	27,53	11,62	2,27	0,187
	ŠčLa	10	0,00	29,20	6,77	2,71	
pezdir	ŠčZŠ	10	0,54	3,86	1,96	0,33	0,022
	ŠčLa	10	2,58	31,71	9,02	2,80	
pisanec	ŠčZŠ	10	0,21	55,00	6,04	5,44	0,343
	ŠčLa	10	0,23	1,40	0,74	0,14	
pisanka	ŠčZŠ	10	0,00	0,01	0,00	0,00	0,010
	ŠčLa	10	0,00	0,55	0,16	0,06	
zelenika	ŠčZŠ	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,286
	ŠčLa	10	0,00	28,80	3,14	2,86	

V Zg. Ščavnici so imeli najvišjo biomaso v vseh mesecih kleni (Slika 33). Najnižjo biomaso klenov smo izračunali marca 2008 (9,62 kg/ha) in najvišjo junija 2008 (51,74 kg/ha). Večjo biomaso (več kot 15 kg/ha) so imeli tudi navadni globočki, ki so se pojavljali vsak mesec. Najnižja biomasa je bila pri tej vrsti izračunana januarja 2008 (4,17 kg/ha) in

najvišja maja 2008 (27,53 kg/ha). Ostale vrste so se pojavljale le občasno z nizko biomaso (do 5 kg/ha).



Slika 33: Primerjava povprečnih biomas (kg/ha) avtohtonih rib v Zg. Ščavnici



Slika 34: Primerjava povprečnih biomas (kg/ha) avtohtonih rib v Lastomercih

V Lastomercih smo v primerjavi z Zg. Ščavnico izračunali večjo skupno biomaso rib septembra 2007 in junija 2008 (Slika 34). Najvišjo biomaso so imeli v omenjenih mesecih

kleni (junija 2008; 70,75 kg/ha). V ostalih mesecih so po biomasi prevladovali pezdirki. Najnižja biomasa je bila pri tej vrsti izračunana novembra 2007 (2,58 kg/ha) in najvišja septembra 2007 (31,71 kg/ha). Ostale vrste so se pojavljale le občasno z nizko biomaso (do 5 kg/ha).

4.2.4 Velikost rib

Med 9 avtohtonimi vrstami, ki so se pojavljale na obeh vzorčnih mestih, smo izbrali tri najpogostejše vrste (pezdirk, navadni globoček in klen), pri katerih smo primerjali dolžine osebkov med obema vzorčnima mestoma. Tem vrstam smo narisali dolžinsko-frekvenčne histograme (Priloga D). Zaradi lažje statistične obdelave podatkov smo dolžine rib združevali v dolžinske razrede (oznaka R). Pri treh najpogostejših vrstah smo primerjali dolžinske razrede med vzorčnima mestoma in med sezonami. Število ulovljenih osebkov v tem primeru predstavlja število izmerjenih osebkov posamezne vrste (Slika 35, 36 in 37).

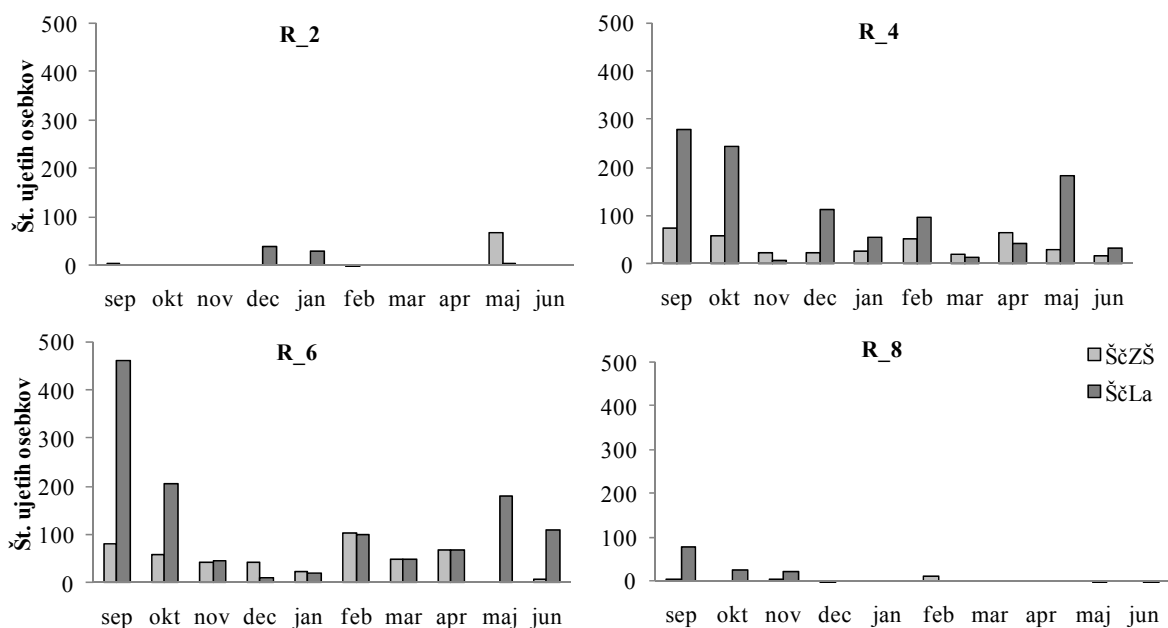
4.2.4.1 Pezdirk (*Rhodeus amarus*)

Dolžine pezdirkov smo razvrstili v štiri dolžinske razrede (do 2 cm, 3-4 cm, 5-6 cm, 7-8 cm). V preglednici 11 smo predstavili povprečja posameznih dolžinskih razredov. V Zg. Ščavnici je bilo v povprečju največ osebkov velikih 3-4 cm in najmanj 7-8cm. V Lastomercih je bilo v povprečju največ pezdirkov velikih 5-6 cm in najmanj do 2 cm. S t-testom smo ugotovili statistično značilno razliko med vzorčnima mestoma za dolžinski razred R_4.

Preglednica 11: Povprečno število pezdirkov in standardna napaka (SE) v dolžinskih razredih (R) (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)

R	Dolžina (cm)	Koda	N	povprečje	SE	p
R_2	0-2	ŠčZŠ	10	7	7	0,930
		ŠčLa	10	6	4	
R_4	3-4	ŠčZŠ	10	38	7	0,044
		ŠčLa	10	106	31	
R_6	5-6	ŠčZŠ	10	47	10	0,097
		ŠčLa	10	124	43	
R_8	7-8	ŠčZŠ	10	2	1	0,199
		ŠčLa	10	13	8	

Na obeh vzorčnih mestih so pezdirki veliki 3-4 cm bili prisotni vsak mesec, a s to razliko, da so se v Lastomercih pojavljali v večjem številu. Največ pezdirkov te velikosti je bilo na obeh vzorčnih mestih prisotnih septembra in oktobra 2007. V Lastomercih so pezdirki veliki 5-6 cm bili množično prisotni septembra 2007 (več kot 400 osebkov), nato pa je število teh pezdirkov upadlo pod 200. V Zg. Ščavnici so se pezdirki veliki do 6 cm pojavljali v manjšem številu, največ februarja 2008 (109 osebkov). Večji pezdirki do 8 cm so se na obeh vzorčnih mestih pojavljali le občasno (Slika 35).



Slika 35: Razporeditev pezdirkov po dolžinskih razredih (R_2 = do 2 cm, R_4 = 4 cm, R_6 = 5- 6 cm in R_8 = 7- 8 cm) za obe vzorčni mesti (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

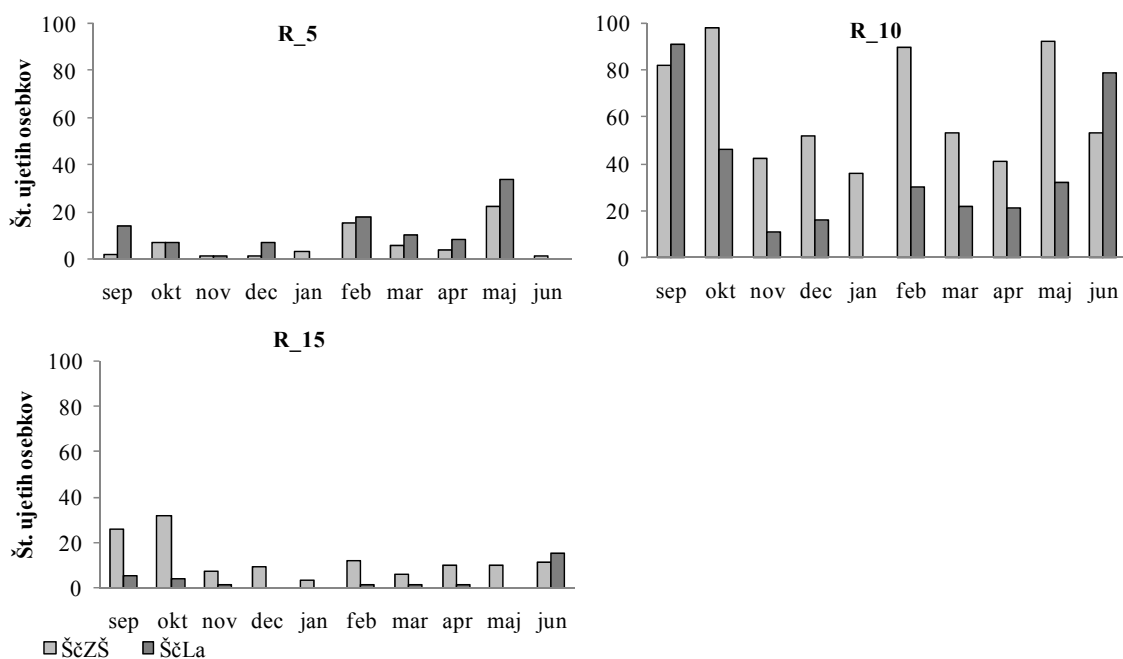
4.2.4.2 Navadni globoček (*Gobio obtusirostris*)

Izmerjene navadne globočke smo razporedili v tri dolžinske razrede (do 5 cm, 6-10 cm in 11-15 cm). V povprečju so na obeh vzorčnih mestih prevladovali 6-10 cm veliki navadni globočki. S t-testom smo tudi ugotovili statistično značilno razliko med vzorčnima mestoma za dolžinski razred R_10 in R_15 (Preglednica 12).

Preglednica 12: Povprečno število navadnih globočkov in standardna napaka (SE) v dolžinskih razredih (R) (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)

R	Dolžina (cm)	Koda	N	povprečje	SE	p
R_5	0-5	ŠčZŠ	10	6	2	0,362
		ŠčLa	10	10	3	
R_10	6-10	ŠčZŠ	10	64	8	0,026
		ŠčLa	10	35	9	
R_15	11-15	ŠčZŠ	10	13	3	0,007
		ŠčLa	10	3	1	

Navadni globočki veliki do 5 cm so bili najdeni vsak mesec v manjšem številu (do 20 osebkov). Največ globočkov te velikosti smo našli na obeh vzorčnih mestih maja 2008. Navadni globočki veliki 6-10 cm so bili najdeni vsak mesec na obeh vzorčnih mestih. Več osebkov smo našli v Zg. Ščavnici, izjema sta le september 2007 in junij 2008. Veliki globočki (11-15 cm) so bili v Zg. Ščavnici najdeni vsak mesec, največ oktobra 2008. V Lastomercih jih nismo našli decembra 2007 in januarja 2008, v ostalih mesecih so bili prisotni posamezni osebki (Slika 36).



Slika 36: Razporeditev navadnih globočkov po dolžinskih razredih (R_5 = do 5 cm, R-10 = 6-10 cm, R_15 = 11-15 cm) za obe vzorčni mesti (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

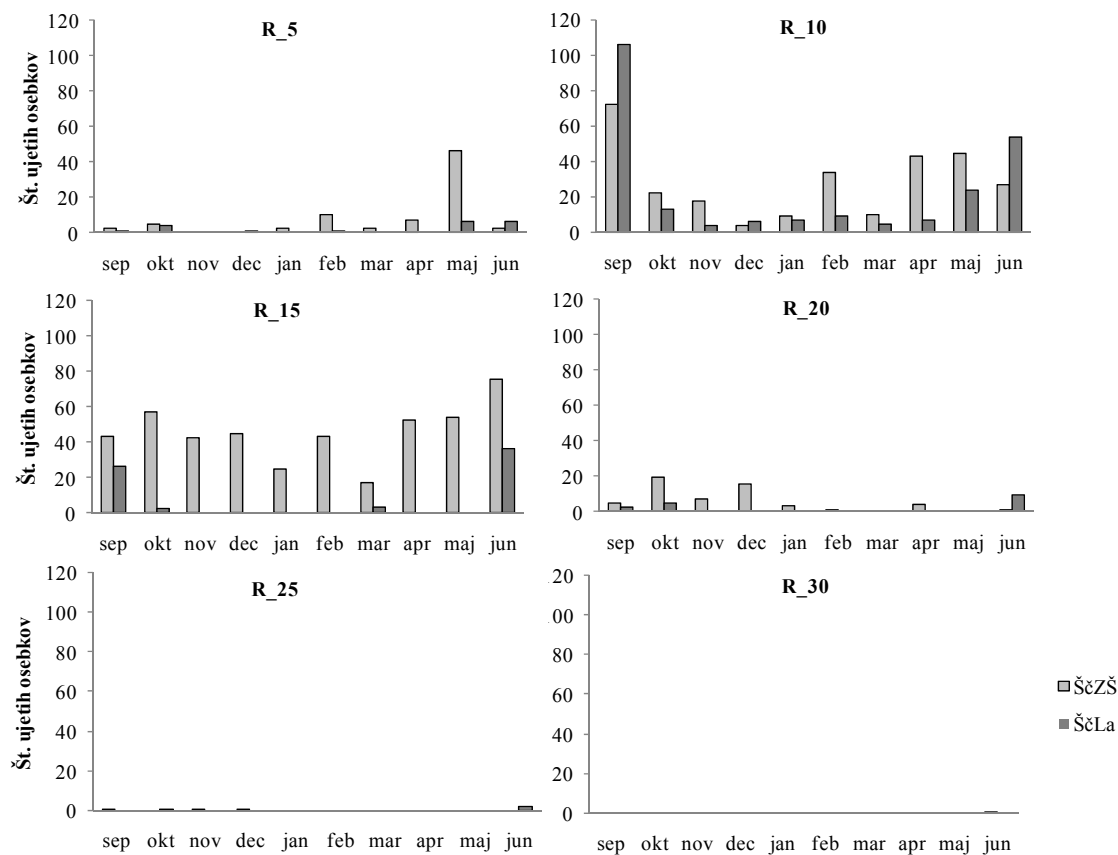
4.2.4.3 Klen (*Squalius cephalus*)

Izmerjene klene smo razvrstili v pet dolžinskih razredov (do 5 cm, 6-10 cm, 11-15 cm, 16-20 cm, 21-25 cm in 26-30 cm). V povprečju je bilo v Zg. Ščavnici največ klenov velikih 11-15 cm in v Lastomercih 6-10 cm. S t-testom je bila ugotovljena statistično značilna razlika med vzorčnima mestoma za dolžinski razred R_15 (osebki dolgi 11-15 cm) (Preglednica 13).

Preglednica 13: Povprečno število klenov in standardna napaka (SE) v dolžinskih razredih (R) (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)

R	Dolžina (cm)	Koda	N	povprečje	SE	p
R_5	0-5	ŠčZŠ	10	8	4,4	0,231
		ŠčLa	10	2	0,8	
R_10	6-10	ŠčZŠ	10	28	6,6	0,695
		ŠčLa	10	24	10,3	
R_15	11-15	ŠčZŠ	10	45	5,1	0,000
		ŠčLa	10	7	4,1	
R_20	16-20	ŠčZŠ	10	6	2,1	0,105
		ŠčLa	10	2	1,0	
R-25	21-25	ŠčZŠ	10	0	0,2	1,000
		ŠčLa	10	0	0,2	
R-30	26-30	ŠčZŠ	10	0	0,1	0,331
		ŠčLa	10	0	0,0	

Na obeh vzorčnih mestih je bilo najdenih do 10 klenov velikih do 5 cm, le maja 2008 smo jih v Zg. Ščavnici našli več (46 osebkov). Klenov velikih 6-10 cm je bilo v Lastomercih več kot v Zg. Ščavnici septembra 2007 in junija 2008. Kleni veliki 11-15 cm so prevladovali v Zg. Ščavnici. V Lastomercih so se pojavljali le v nekaterih mesecih. Posamezni osebki večji od 15 cm so se na obeh vzorčnih mestih pojavljali le občasno v jesenskih ali poletnih mesecih. Največji klen do 30 cm dolg je bil najden v Zg. Ščavnici junija 2008 (Slika 37).



Slika 37: Razporeditev klenov po dolžinskih razredih (R_5 = do 5 cm, R_10 = 6-10 cm, R_15 = 11-15 cm, R_20 = 16-20 cm, R_25 = 21-25 cm in R_30 = 26-30 cm) za obe vzorčni mesti (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

4.2.5 Ekološka klasifikacija rib

Preglednica 14: Ekološka klasifikacija rib v reki Ščavnici

Vrsta	Habitat	Razmnoževanje	Prehranska skupina
babica	reofilni	psamofilno	invertivori
klen	indiferentni	litofilno	omnivori
navadna nežica	reofilni	fitofilno	invertivori
navadni globoček	reofilni	psamofilno	invertivori
pezdirk	indiferentni	ostrakofilno	omnivori
pisanec	reofilni	fito-litofilno	invertivori
pseudorazbora	reofilni	litofilno	invertivori
pisanka	indiferentni	litofilno	invertivori
zelenika	reofilni	litofilno	invertivori
linj	stagnofilni	fitofilno	omnivori
babuška	indiferentni	fito-litofilno	omnivori

V reki Ščavnici so bile na izbranih vzorčnih mestih prisotne različne vrste glede na habitat, razmnoževanje in prehranjevanje (Preglednica 14). Ugotovili smo, da vse vrste migrirajo na kratko razdaljo.

V povprečju je bilo največ vrst v skupini reofilnih glede na tip habitata na obeh vzorčnih mestih. Indiferentnih je bilo v povprečju več vrst v Lastomercih kot v Zg. Ščavnici. Na slednjem vzorčnem mestu je bila prisotna tudi stagnofilna vrsta. Med tipi razmnoževanja so v Zg. Ščavnici in v Lastomercih prevladovali litofilne vrste. Med prehranskimi skupinami je bilo na obeh vzorčnih mestih v povprečju največ invertivorih rib. S t-testom ni bila ugotovljena statistično značilna razlika med vzorčnima mestoma (Preglednica 15).

Preglednica 15: Minimalno (Min), maksimalno (Maks) in povprečno število vrst rib ter standardna napaka (SE) posamezne ekološke skupine (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)

Habitat	Koda	N	Min	Maks	Povprečje	SE	p
reofilni	ŠčZŠ	10	5	5	4,9	0,1	1,000
	ŠčLa	10	3	6	4,9	0,3	
indiferentno	ŠčZŠ	10	2	3	2,4	0,2	0,196
	ŠčLa	10	2	3	2,7	0,2	
stagnofilno	ŠčZŠ	10	0	1	0,1	0,1	0,331
	ŠčLa	10	0	0	0,0	0,0	
Razmnoževanje						0,2	
litofilno	ŠčZŠ	10	2	3	2,3	0,3	0,343
	ŠčLa	10	1	4	2,9	0,0	
psamofilno	ŠčZŠ	10	2	2	2,0	0,1	0,110
	ŠčLa	10	1	2	1,8	0,1	
fitofilno	ŠčZŠ	10	1	2	1,0	0,1	0,168
	ŠčLa	10	0	1	0,9	0,0	
fitolitofilno	ŠčZŠ	10	1	1	1,0	0,0	0,584
	ŠčLa	10	1	1	1,0	0,0	
ostrakofilno	ŠčZŠ	10	1	2	1,0	0,0	0,065
	ŠčLa	10	1	1	1,0	0,2	
Prehranska skupina						0,0	
omnivori	ŠčZŠ	10	5	6	1,3	0,2	0,081
	ŠčLa	10	4	8	1,0	0,4	
invertivori	ŠčZŠ	10	6	8	6,1	0,2	0,269
	ŠčLa	10	5	9	6,6	0,4	

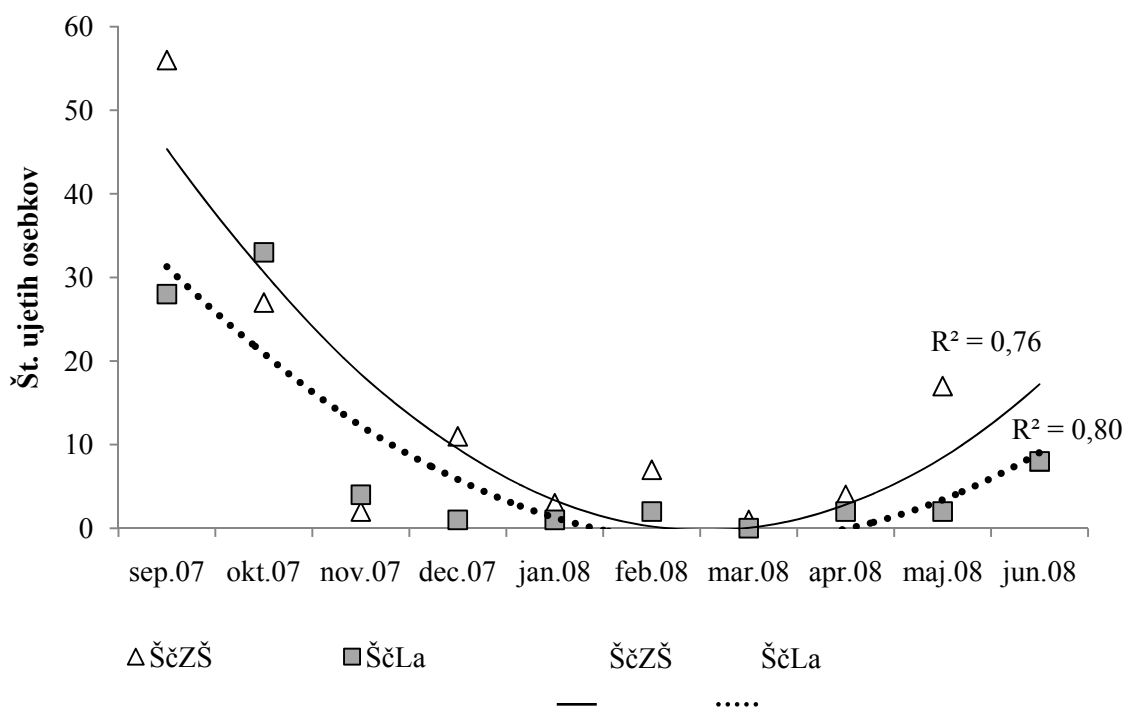
Primerjali smo število osebkov na hektar znotraj posamezne ekološke skupine: habitat, razmnoževanje in prehranske skupine. Znotraj habitatne klasifikacije je bilo v povprečju na obeh vzorčnih mestih največ indiferentnih rib. Med habitatnimi skupinami s t-testom nismo ugotovili statistično značilne razlike med vzorčnima mestoma. Znotraj razmnoževalne klasifikacije sta se vzorčni mesti statistično razlikovali le v ostrakofilni skupini. V Zg. Ščavnici je bilo največ rib v psamofilni skupini in v Lastomercih v ostrakofilni. Med prehranskima skupinama je bilo na obeh vzorčnih mestih številčno največ invertivorih rib. Med vzorčnima mestoma s t-testom nismo ugotovili statistično značilne razlike (Preglednica 16).

Preglednica 16: Minimalno (Min), maksimalno (Maks) in povprečno število rib ter standardna napaka (SE) posamezne ekološke skupine (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, N - število meritev, p - statistična značilnost)

Habitat	Koda	N	Min	Maks	Povprečje	SE	p
reofilni	ŠčZŠ	10	1419	4796	2929	418	0,932
	ŠčLa	10	507	8648	3009	811	
indiferentno	ŠčZŠ	10	1849	6151	3927	500	0,120
	ŠčLa	10	1915	26366	8183	2445	
stagnofilno	ŠčZŠ	10	0	86	9	9	0,343
	ŠčLa	10	0	0	0	0	
Razmnoževanje							
litofilno	ŠčZŠ	10	225	5718	1541	644	0,401
	ŠčLa	10	229	6890	1694	733	
psamofilno	ŠčZŠ	10	1118	3849	2316	331	0,136
	ŠčLa	10	0	3606	1552	361	
fitofilno	ŠčZŠ	10	0	151	69	13	0,225
	ŠčLa	10	0	2958	437	282	
fitolitofilno	ŠčZŠ	10	151	409	269	25	0,063
	ŠčLa	10	197	1324	527	120	
ostrakofilno	ŠčZŠ	10	495	3634	2041	335	0,043
	ŠčLa	10	1690	22535	7135	2151	
Prehranska skupina							
omnivori	ŠčZŠ	10	1419	4796	2931	418	0,860
	ŠčLa	10	563	8901	3099	827	
invertivori	ŠčZŠ	10	1849	6237	3931	503	0,127
	ŠčLa	10	1915	26338	8093	2445	

4.2.6 Alohtone vrste rib v reki Ščavnici

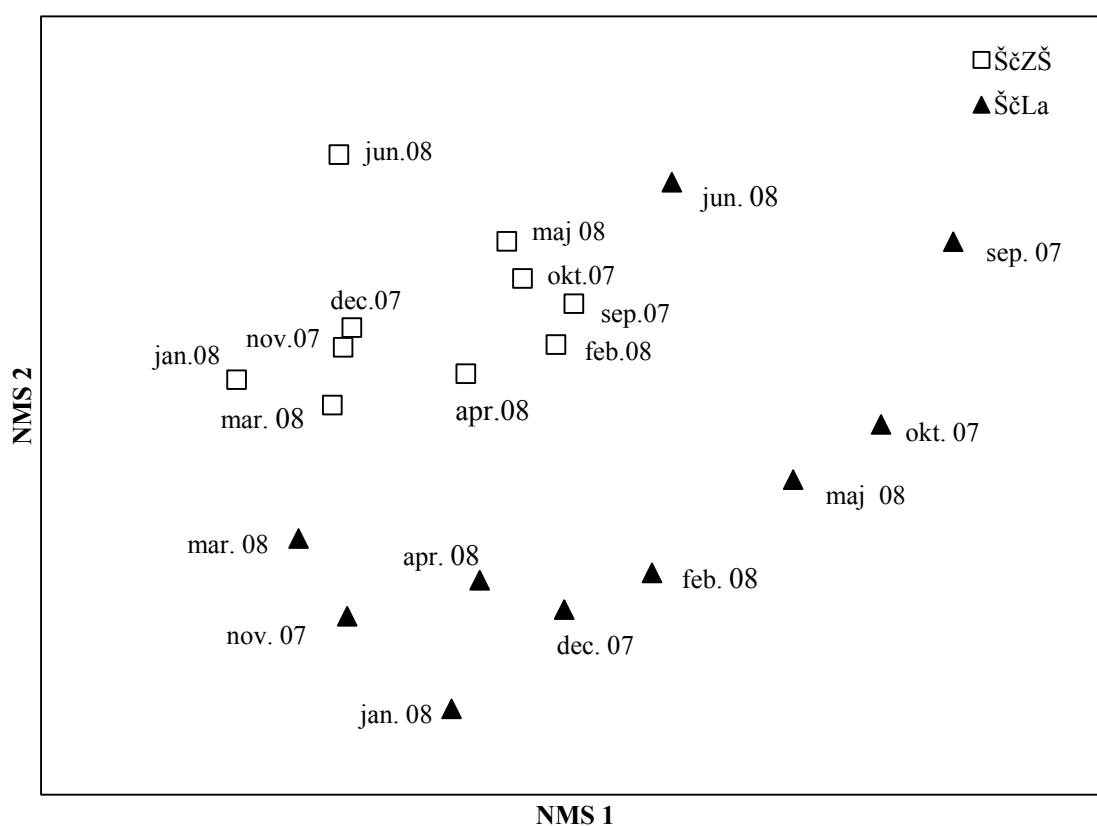
V desetih vzorčenjih smo ujeli 136 pseudorazbor (*Pseudorasbora parva*) v Zg. Ščavnici in 81 v Lastomercih. Babuška (*Carassius gibelio*) je bila prisotna samo v Zg. Ščavnici in le novembra in decembra 2007. (Priloga A). Ker sta vrsti alohtoni, ju nismo vračali v reko. Do marca 2008 je število pseudorazbor na obeh vzorčnih mestih upadalo. Kasneje se je število osebkov te vrste povečevalo. (Slika 38).



Slika 38: Spreminjanje števila pseudorazbor (*P. parva*) od septembra 2007 do junija 2008 (N - število osebkov v treh izlovih, Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)

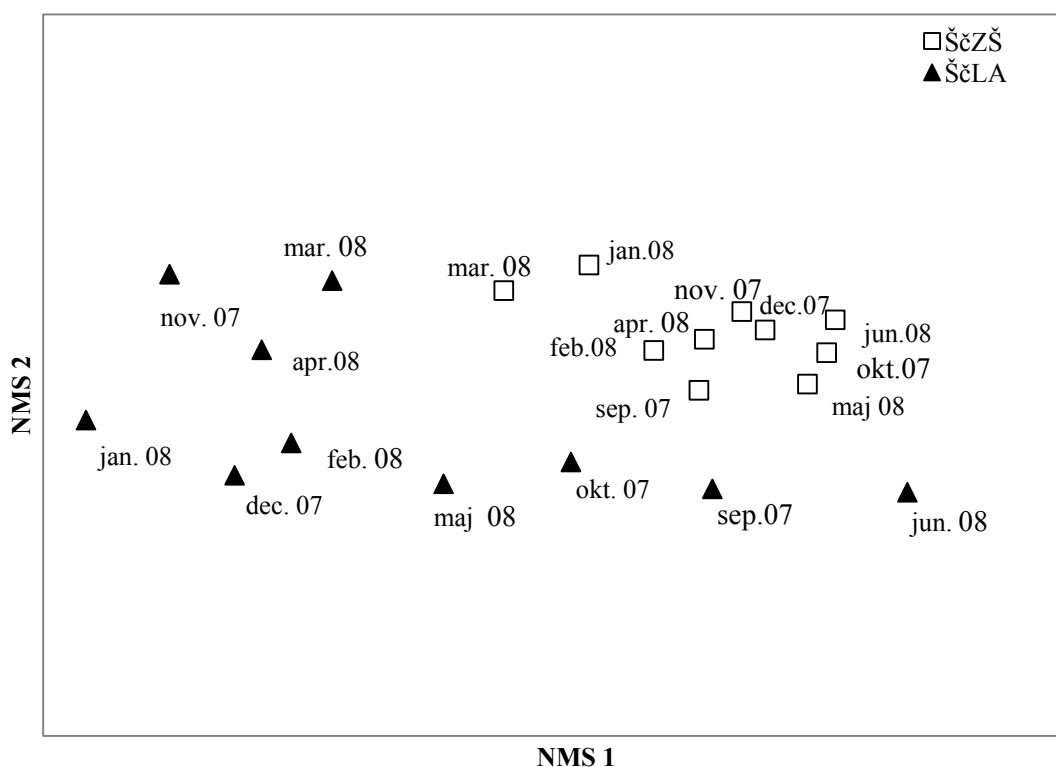
4.3 ČASOVNO-PROSTORSKA SPREMENLJIVOST ZDRUŽBE RIB

Z analizo NMS smo primerjali razpršenost vzorcev na podlagi števila rib na hektar. Vzorec je število rib na hektar v posameznem mesecu iz posameznega vzorčnega mesta. Vzorci iz Lastomercev so bili na diagramu bolj razpršeni kot vzorci iz Zg. Ščavnice (Slika 39). Na diagramu je med vsemi vzorci na obeh vzorčnih mestih izstopal junijski vzorec. V Lastomercih je bil precej oddaljen in s tem najbolj različen od ostalih tudi septembrski vzorec.



Slika 39: Ordinacijski diagram nemetričnega multidimenzionalnega skaliranja števila osebkov/ha v vzorčnih. Simboli označujejo vzorčno mesto in mesece vzorčenja (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, sep. 07 - september 2007), Faktor stresa = 0,06

Z analizo NMS smo primerjali tudi razpršenost vzorcev na podlagi biomase rib (kg/ha) obeh vzorčnih mest. Slika 40 prikazuje razporeditev vzorcev obeh vzorčnih mest. Vzorci z vzorčnega mesta Lastomerci so bili na diagramu bolj razpršeni kot vzorci iz Zg. Ščavnice. Med vzorci je bil najbolj oddaljen junijski v Lastomercih in marčevski v Zg. Ščavnici. Vzorci iz Zg. Ščavnice so bližje skupaj in so si bolj podobni



Slika 40: Ordinacijski diagram nemetričnega multidimenzionalnega skaliranja biomase/ha v vzorčnih. Simboli označujejo vzorčno mesto in mesece vzorčenja (Šč - Ščavnica, Zš - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci, sep. 07 - september 2007) Faktor stresa =0,04.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Ribe celinskih voda so neposredno ogrožene z onesnaževanjem, s prevelikim izlovom, preseljevanjem rib in naseljevanjem tujih vrst. Posredno na življenje rib vplivajo fizikalne in kemične spremembe habitatov (regulacije, melioracije) (Jackson in sod., 2001). Hidrološko spremenjene reke imajo strugo regulirano s strmimi in kamenimi brežinami, obrežje struge pa ostane brez vodne vegetacije (Pollux in sod, 2006). Sprememba vodnega režima povzroča spremembe hidroloških in hidromorfoloških razmer v vodotoku ter degradacijo življenjskih prostorov ribjih vrst (Giller in Malmqvist, 1998).

Med vzorčnima mestoma smo primerjali izbrane abiotske parametre. Pri tem nismo ugotovili statistično značilnih razlik v fizikalnih in kemijskih parametrih, razen v vrednostih pH. Razlike med vzorčnima mestoma smo ugotovili v hidromorfoloških parametrih širina struge in vodostaj. Reka Ščavnica ima strugo v Zg. Ščavnici hidromorfološko nespremenjeno. Na drugem vzorčnem mestu, ki je od prvega oddaljeno sedem kilometrov, je struga hidromorfološko spremenjena in ima obliko trapezoida. Struga je v Zg. Ščavnici v povprečju širša kot v Lastomercih. Tolmuni v Zg. Ščavnici so tudi do dvakrat globlji v primerjavi s tolmuni v Lastomercih.

V povprečju je bil pH v Zg. Ščavnici in v Lastomercih rahlo bazičen, večina izmerjenih vrednosti pa se je nahajala v nevtralnem območju. Ekološko gledano rahlo bazičen pH nima vpliva na ribe v Ščavnici. pH vode ima pomemben vpliv na ribe v vodotokih, kjer prihaja do zakisanja (Jackson in sod., 2001). Hesthagen in sod. (2007) so poudarili, da raznovrstnost rib pada z zniževanjem pH. Nekatere tolerantne vrste (specialisti) so padanju pH tudi prilagojene.

Temperatura vode v zmernih klimatskih se spreminja sezonsko (Giller in Malmquist, 1998). V naši raziskavi imamo na obeh vzorčnih mestih velik razpon vrednosti. Če primerjamo temperaturo vode na isti dan v mesecu so vrednosti od aprila naprej višje v

Lastomercih. Na temperaturo vode vplivajo temperatura zraka, padavine in veter ter sončevo sevanje in obrežna vegetacija (Wetzel in Likens, 2000). Predvidevamo, da je tudi v naši raziskavi na temperaturo vode vplivala prisotnosti obrežne vegetacije. V Zg. Ščavnici so ob strugi rasla drevesa in grmovje. V Lastomercih so bili ob strugi le posamezni grmi in zelnato rastje, zato predvidevamo, da se je voda na tem vzorčnem mestu od aprila naprej hitreje segrevala. Vendar se povprečna letna temperatura vode med vzorčnima mestoma ni razlikovala.

Z naraščanjem temperature vode pada koncentracija raztopljenega kisika v vodi (Urbanič in Toman, 2003). Povprečna koncentracija kisika je bila na obeh vzorčnih mestih 10,4 mg/L. Občasno so bile na obeh vzorčnih mestih nizke koncentracije kisika v vodi (5-6 mg/L). Koncentracije pod 5 mg/L negativno vplivajo na vodne organizme in so lahko vzrok za spremembo združbe (Urbanič in Toman, 2003). Naše mesečne meritve fizikalnih in kemijskih parametrov so bile opravljene v dopoldanskem času in smo zato občasno izmerili nižje koncentracije kisika v vodi. Tedenske meritve so bile opravljene vedno v popoldanskem času. Na obeh vzorčnih mestih so bile koncentracije kisika pozimi višje kot poleti, kar se ujema z rezultati predhodnih meritev v Ščavnici (Urbanič, 1999; Sever; 2007). Na obeh vzorčnih mestih je bila nasičenost vode več kot 100 % le aprila 2008, kar je posledica biogenega prezračevanja. Na koncentracijo kisika v vodi in nasičenost vode s kisikom poleg temperature vode vpliva tudi prisotnost primarnih producentov (Giller in Malmqvist, 1998). V Lastomercih so bili poleti in spomladi najdeni mahovi in makrofiti, med tem ko so bili v Zg. Ščavnici opaženi le mahovi. Koncentracija klorofila *a* se je med vzorčnima mestoma razlikovala spomladi in je bila v povprečju višja v Lastomercih.

Elektro-prevodnost je običajno najvišja jeseni, ko je razgradnja zaradi velike količine odpadnega listja v primerjavi s fotosintezo večja (Eimers in sod., 2008). V nasprotju s to trditvijo se je prevodnost v naši raziskavi v začetku jeseni zmanjšala za 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ od povprečja. Padavine zaradi nizke vsebnosti ionov praviloma zmanjšajo koncentracijo ionov v vodi (Urbanič in Toman, 2003). To pomeni, da je elektroprevodnost v vodi v času večjih padavin nižja. Predvidevamo, da je to tudi razlog za naše rezultate. V preostalih mesecih so vrednosti za elektroprevodnost, kljub deževju in povišanim vodostajem ostajale visoke,

vendar v povprečju višje v Lastomercih. Predvidevamo, da je na obeh vzorčnih mestih takšen rezultat posledica spiranja gnojil s kmetijskih površin iz zaledja reke.

Večina vrednosti ortofosfatnih ionov so se nahajale pod spodnjo mejo detekcije (0,10 mg/L). Kmetijske površine prispevajo k višjim vrednostim ortofosfatnih ionov (Giller in Malmqvist, 1998). S tem lahko pojasnimo občasno povečanje teh ionov nad spodnjo mejo na obeh vzorčnih mestih. Ortofosfat je v višjih koncentracijah v vodi redko prisoten, predvsem zaradi privzemanja s strani primarnih producentov (Wetzel in Likens, 2000). V Lastomercih so bili prisotni makrofiti, kar bi bil lahko razlog za v povprečju nižje vrednosti. Koncentracija nitratov v vodi je lahko višja od 1 mg/L zaradi spiranja gnojnice s kmetijskih površin. Kadar so koncentracije višje od 10 mg/L, se običajno v vodo spirajo komunalne odpadne vode (Urbanič in Toman, 2003). Povprečna koncentracija nitratov je bila na obeh vzorčnih mestih približno 6 mg/L. Najvišje vrednosti teh ionov smo izmerili na obeh vzorčnih mestih junija 2008 (več kot 30 mg/L). Vzorec vode je bil vzet nekaj dni po deževju in predvidevamo, da je bila visoka vrednost posledica iztoka gnojnice oz. spiranja kmetijskih površin v zaledju reke. Schiller in sod. (2007) v svojem članku opisujejo, da nitratni in ortofosfatni ioni neposredno ne vplivajo na življenje rib. Na zniževanje ortofosfatnih ionov lahko vplivajo ribe, ki se prehranjujejo s perifitonom (Wetzel in Likens, 2000).

Vrednosti biološke porabe kisika v 5 dneh (BPK₅) so bile v povprečju izmerjene pod 2 mg/L. Vrednosti BPK₅ manjše od 2 mg/L so značilne za neobremenjene vodotoke (Urbanič in Toman, 2003). Posamezne višje vrednosti BPK₅, ki so bile izmerjene na obeh vzorčnih mestih pa predvidevamo, da so ponovno posledica spiranja gnojnice iz zaledja reke.

V reki Ščavnici je bilo na obeh vzorčnih mestih sedem avtohtonih vrst (pezdirk, pisanec, pisanka, klen, navadni globoček, babica in navadna nežica). V Zg. Ščavnici je bil le v poletnem vzorcu prisoten še linj. Ta vrsta običajno živi v počasi tekočih do stoječih vodah in ribnikih (Kotellat in Freyhof, 2007). Tri kilometre nad vzorčnim mestom je ob Ščavnici ribnik, iz katerega lahko ob visokem vodostaju prehajajo ribe v reko Ščavnico. Predvidevamo, da je ta vrsta v času visokih vodostajev spomladi 2007 migrirala v

Ščavnico in se v Zg. Ščavnici skozi poletje zadrževala v večjih tolmunih. V Lastomercih je bila septembra in oktobra 2007 prisotna zelenika. Vrsta se je ponovno pojavila poleti 2008 (junija), ko se je drstila. Za to vrsto je značilno, da živi v jatah v večjih rekah in jezerih. V času drstitve zelenike migrirajo v manjše pritoke večjih rek, kjer se ob prisotnosti vodne vegetacije drstijo na prodnatih plitvinah (Kotellat in Freyhof, 2007). Predvidevamo, da se je v Lastomercih nekaj primerkov te vrste, zadrževalo skozi poletje 2007 zaradi nizkih vodostajev in pregrad, ki ribam onemogočajo premikanje po reki. Ponovno pojavljanje te vrste junija 2008 je verjetno posledica visokih vodostajev, ki tej vrsti omogočajo migracijo po reki.

Iz Pravilnika o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst (Ur. l. RS, št. 82/2002) sta bili najdeni v reki Ščavnici dve ogroženi vrsti (linj, pezdirk) ter ena ranljiva vrsta (navadna nežica). Iz priloge II Direktive o habitatih (92/43/EGS) sta bili najdeni dve vrsti rib (pezdirki in navadna nežica) ter v Zg. Ščavnici ukrajinski potočni piškur. Iz tega lahko povzamemo, da je bila združba rib v naši raziskavi glede na seznam vrst pestra.

Predvidevali smo, da se bo združba rib razlikovala med vzorčnima mestoma. Vzorčni mesti se nista razlikovali v številu vrst, vendar sta se v Shannon-Weinerjevem diverzitetnem indeksu. Število rib naj bi naraščalo s številom mikrohabitata (Grossman in sod., 1998). Cattaneo in sod. (2002) ugotavljajo, da se število mikrohabitata zmanjšuje z reguliranjem strug. Iz naših rezultatov o številu osebkov na hektar ni bila ugotovljena statistično značilna razlika med vzorčnima mestoma. Hkrati ne moremo potrditi ugotovitve Grossman in sod. (1998), da število rib pada sorazmerno z naraščanjem obdelovalnih površin. V Lastomercih je ob strugi Ščavnice več obdelovalnih površin, pa smo iz naših rezultatov ugotovili, da je bilo v povprečju na tem vzorčnem mestu več rib. Ta rezultat predvidevamo, da je posledica številčnosti pezdirkov, ki so v Lastomercih prevladovali.

Ugotovili smo, da sta se vzorčni mesti statistično razlikovali v številu rib/ha za vrste: babica, pezdirk in pisanka. V reguliranih vodotokih so redkeje prisotni odrasli osebki večjih vrst, prevladujejo pa mladice in manjše vrste rib (Pollux in sod., 2006). V Lastomercih so bili najbolj številni pezdirci (*R. amarus*) in na drugem mestu navadni globočki (*G. obtusirostris*). Število pezdirkov je bilo septembra 2007 tudi več kot 23000

osebkov/ha, povprečno pa jih je bilo približno 7500 na mesec. Pezdirk je vrsta, ki lahko zraste največ 9 cm (Kottelat in Freyhof, 2007). Njihovo življenje je vezano na prisotnost školjk iz družine Unionidae, ker vanje z ovipozitorjem (podaljšek kloake) odlagajo ikre (Dussling in sod., 2004). V Lastomercih, je bilo v času vzorčenja najdenih nekaj školjk *Unio* sp. in *Anodonta* sp., v Zg. Ščavnici pa le lupine školjk. Reichard in sod. (2002) so za sorodno vrsto (*R. sericeus*) ugotovili, da je vrsta zelo odvisna od tipa substrata in manj odvisna od globine vode. V Lastomercih so bili prisotni tudi kleni (*S. cephalus*), ki spadajo med večje vrste rib. Odrasli kleni zrastejo do 80 cm in so samotarji, zato potrebujejo večje tolmane v katerih si najdejo skrivališča (Kottelat in Freyhof, 2007). V hidrološko spremenjeni strugi so prevladovali 6-10 cm veliki kleni. Odrasli kleni veliki do 30 cm so bili najdeni v Zg. Ščavnici, kjer so bili prisotni večji tolmini. Vzorčni mesti sta se razlikovali v dolžini klenov velikih 11-15 cm. V Zg. Ščavnici so prevladovali kleni takoj za navadnim globočkom.

Med Zg. Ščavnico in Lastomerci nismo ugotovili statistične razlike v skupni biomasi rib. Vzorčni mesti sta se razlikovali v biomasi posameznih vrst: klen, pezdirk in pisanka. Večjo biomaso klenov lahko razložimo s tem, da so večinoma prevladovali veliki osebk. Povprečna biomasa klenov je bila v Zg. Ščavnici za več kot dvakrat večja v primerjavi z Lastomerci. Velika biomasa pezdirkov je posledica velikega števila pezdirkov. Pisanke so bile pogostejše v Lastomercih, med tem ko se je v Zg. Ščavnici pojavilo le nekaj osebkov. V naši raziskavi predvidevamo, da število in biomasa rib nista bila odvisna od temperature vode, saj se med vzorčnima mestoma ni razlikovala.

Velikost, število in masa rib se spreminjajo sezonsko (Matthews, 1998). Največje ribe praviloma najdemo spomladi in jeseni (Pope in Willis, 1996). Z raziskavo lahko potrdimo, da se je število rib med vzorčnima mestoma spreminjalo med meseci, pri čemer je bilo največ rib v Zg. Ščavnici maja 2008 in v Lastomercih septembra 2007. Največja biomasa rib je bila v Zg. Ščavnici oktobra 2007 in v Lastomercih junija 2008. Ta rezultat je posledica prisotnosti odraslih klenov, ki so vplivali na skupno biomaso rib. Po mnenju Pollux in sod. (2006) manjši osebk. prezimijo v reguliranih vodotokih, ki se zadržujejo pri rečnem dnu ali pa so zakopani v blato. Tudi v naši raziskavi so v Lastomercih v zimskih mesecih prevladovali pezdirki (vrsta zraste do 9 cm), ostale vrste so bile redke. Dekar in

Magoulick (2007) v svojem članku razlagata, da se ribe pred nizkimi temperaturami umikajo v tolmane, kjer so stabilnejše temperaturne razmere. Januarja 2008 je bila struga na obeh vzorčnih mestih v času vzorčenja rib prekrita z ledom. Kljub temu smo v Zg. Ščavnici, kjer so globoki tolmani, našli odrasle klene (11-15 cm), v Lastomercih pa manjše (6-10 cm). Na ribe vplivajo tudi postavljene pregrade zaradi katerih imajo ribe omejeno migracijo (Jackson in sod., 2001). V Lastomercih je bila migracija rib mogoča v času visokih vodostajev. To lahko razloži prisotnost velikih (21-25 cm) klenov junija 2008 in odsotnost v ostalih delih leta na tem vzorčnem mestu. Enak razlog lahko navedemo za pojavljanje zelenik v Lastomercih in povečanje njihovega števila junija 2008. Dekar in Magoulick (2007) sta ugotovila, da so za ekologijo rib potrebne večletne raziskave. V našem primeru smo imeli le dva poletna vzorca (september 2007, junij 2008), nismo pa vzorčili poletnih vzorcev (julija in avgusta), ko so temperature vode najvišje. Sever (2007) navaja, da je Ščavnica v Lastomercih leta 2001 poleti tudi presahnila. Zaradi tega bi bilo zanimivo preučevati združbo rib v reki Ščavnici vsaj še eno leto.

Na združbo rib vplivajo biotski in abiotski dejavniki (Jackson in sod., 2001). Ugotovili smo, da so bile na obeh vzorčnih mestih prisotne različne vrste rib. Združba rib se ni razlikovala v številu osebkov/ha ali v biomasi. Statistične razlike med vzorčnima mestoma so bile ugotovljene v številu in biomasi posameznih vrst rib. Pričakovana razlika med mestoma ni bila na račun naravnega longitudinalnega spreminjanja, ampak na račun hidromorfoloških sprememb struge na drugem vzorčnem mestu. Hidromorfološko nespremenjeni in spremenjeni vodotoki imajo različne ekološke niše, ki jih zasedejo specifični vodni organizmi (Giller in Malmqvist, 1998). Po ekološki klasifikaciji (Dussling in sod., 2004) smo ribe uvrstili po tipu habitata, razmnoževanja in v prehranske skupine. Ugotovili smo, da so na obeh vzorčnih mestih po tipu habitata prevladovali reofilni in po tipu razmnoževanja litofilne vrste ribe. Od prehranjevalnih skupin je bila najbolj zastopana skupina invertivori, saj je bilo prisotnih največ vrst, ki se prehranjujejo z bentoškimi nevretenčarji. Količina bentoških nevretenčarjev se sezonsko spreminja (Wetzel in Likens, 2000). Slednje v naši raziskavi nismo preverjali. Na podlagi števila vrst uvrščenih v posamezni ekološki tip (habitat, razmnoževanje in prehranjevanje) nismo ugotovili statistično značilnih razlik med vzorčnima mestoma. Število rib je odvisno od temperature vode in količine hrane (Pope in Willis, 1996). Ista avtorja sta tudi ugotovila, da so

sezonske variabilnosti med osebki, posledice različne količine hrane skozi leto. Namesto količine hrane, smo na posameznem vzorčnem mestu primerjali število rib (izraženo kot št. osebkov/ha posamezne vrste) znotraj posamezne skupine ekološke klasifikacije. Na obeh vzorčnih mestih je bilo v povprečju višje število rib, ki potrebujejo indiferenten habitat. Po prehranjevalnem tipu so številčno prevladovale ribe, ki se prehranjujejo z bentoškimi nevretenčarji. Med invertivore ribe spadata tudi pezdirk in klen. Veliko število pezdirkov v Lastomercih je prispevalo k temu, da je imelo to vzorčno mesto več invertivorih rib kot Zg. Ščavnica. Znotraj razmnoževalne skupine je bila ugotovljena statistična razlika med vzorčnima mestoma za ostrakofilno skupino, kamor uvršamo pezdirke. Ta razlika je verjetno lahko posledica prisotnosti školjk v Lastomercih, od katerih je odvisen razmnoževalni cikel pezdirkov. Z ekološko klasifikacijo smo potrdili nekatere razlike med vzorčnima mestoma, vendar bi za dodatno utemeljitev predvidevanj potrebovali natančen popis substrata na preučevanih delih struge.

Na združbo rib vpliva množica dejavnikov, od abiotskih do biotskih. Združba rib se spreminja prostorsko (geografsko in lokalno) ter časovno (sezonsko, med leti) (Matthews, 1998), kar smo potrdili tudi z našo raziskavo. Tudi z NMS smo pokazali, da sta združbi rib v Zg. Ščavnici in v Lastomercih različni. Razpršeni vzorci iz Lastomercev na NMS diagramu potrjujejo, da se je število in biomasa rib na tem vzorčnem mestu bolj spreminjala. Vzorci iz Lastomercev so bili precej oddaljeni med sabo, iz Zg. Ščavnice pa blizu. To pomeni, da so si bili vzorci v Zg. Ščavnici najbolj podobni. To je verjetno posledica stabilnejših razmer v času nizkih temperatur in nizkih vodostajev.

V Zg. Ščavnici so bile poleg rib v tolmunih od januarja 2008 v vsakem vzorcu prisotne ličinke ukrajinskega potočnega piškurja (ogrožena vrsta iz Pravidnika o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst (Ur. l. RS, št. 82/2002). Piškur živi zakopana v blatno dno in spada med filtratorje. Odrasli piškurji so indikatorji za čisto vodo (Hofer, 1991). Holcík (2003) ugotavlja, da piškurji potrebujejo za preživetje peščen (fini) substrat in da z reguliranjem rek takšni habitati izginjajo.

Alohtone ribe so bile v Ščavnici prisotne v vseh vzorcih, čeprav jih ob ulovih nismo vračali nazaj v reko. Na obeh vzorčnih mestih je bila najdena psevdorazbora in v Zg. Ščavnici

babuška. Pseudorazbora je manjša vrsta (zraste do 9,5 cm), domorodna v azijskih deželah (Povž in Šumer, 2005). Povž in Sket (1990) pišeta, da se vrsta pri nas drsti junija pri temperaturi vode 16°C do 18 °C v stoječi ali zelo počasi tekoči vodi. Iz naših rezultatov lahko opazimo, da se je število pseudorazbor zmanjševalo od septembra 2007 do februarja 2008. Od marca 2008 naprej se je vsak mesec število pseudorazbor, kljub odstranjevanju povečevalo. Rosecchi in sod. (1993) navajajo, da je bilo tudi v njihovi raziskavi spomladi največje število pseudorazbor. Pri tem predvidevajo, da se vrsta začne hitreje razmnoževati zaradi ugodnih klimatskih razmer. Prav tako ugotavljajo, da se je vrsta hitreje namnožila v vodotokih, kjer so odsotne piscivorne vrste. Razmnoževanje zgodaj spomladi bi bilo lahko razlog za povečanje števila pseudorazbor v Ščavnici. Hkrati v Ščavnici ni bila najdena nobena piscivorna vrsta. V Zg. Ščavnici so lahko pseudorazbore migrirale ob povišanih vodostajih iz ribnikov. Rosecchi in sod. (1993) opozarjajo, da ribiči to tujerodno vrsto naseljujejo in gojijo v ribnikih za hrano piscivornih rib. Z vnašanjem rib v gojitvene potoke ali ribnike, predvidevajo da se je pseudorazbora razširila skoraj po vseh vodotokih v Sloveniji (Povž in Šumer, 2005).

5.2 SKLEPI

Ugotovili smo, da se vzorčni mesti razlikujeta glede na nekatere abiotne značilnosti. Med fizikalnimi in kemijskimi parametri ni bilo statistično ugotovljenih razlik, razen za vrednosti pH. Razlike so bile ugotovljene v hidromorfoloških parametrih (širini struge, vodostaj).

Ugotovili smo, da se združbi rib in njune značilnosti med mestoma razlikujejo. V Zg. Ščavnici in v Lastomercih je bilo najdenih 11 vrst rib. Obe vzorčni mesti sta imeli skupnih 7 avtohtonih in 1 alohtono vrsto. Združba rib se ni statistično razlikovala v številu vrst. Ugotovili smo, da sta se vzorčni mesti statistično razlikovali v Shannon-Wienerjevem diverzitetnem indeksu.

Povprečno število rib na hektar je bilo višje v Lastomercih. Na obeh vzorčnih mestih je številčno prevladoval pezdirk, z večjim št. osebkov/ha v hidromorfološko spremenjeni

strugi. Povprečna biomasa rib je bila višja v Zg. Ščavnici. Na obeh vzorčnih mestih je imel najvišjo povprečno biomaso klen. Več odraslih klenov je bilo najdenih v Zg. Ščavnici, kjer so še ohranjeni globoki tolmoni. Vzorčni mesti se statistično nista razlikovali v številu osebkov/ha in tudi ne v skupni biomasi (kg/ha).

Z ekološko klasifikacijo smo ribe primerjali glede na tip habitata, razmnoževanje in prehranjevanje. Ugotovili smo, da sta se vzorčni mesti razlikovali v številu rib/ha glede na tip razmnoževanja rib (ostrakofilni).

Prostorsko se je združba rib razlikovala, saj so bile na vzorčnih mestih prisotne različne vrste z različnim številom rib. Z NMS analizo smo ugotovili, da je bila združba rib v Zg. Ščavnici v primerjavi z združbo v Lastomercih stabilnejša, zato so si vzorci med seboj bolj podobni.

Združba rib se je na obeh vzorčnih mestih razlikovala tudi časovno. Ugotovili smo, da je bilo v Zg. Ščavnici največ rib maja 2008 in v Lastomercih septembra 2007. Največjo biomaso rib smo ugotovili v Zg. Ščavnici oktobra 2007 in v Lastomercih junija 2008.

V Ščavnici smo našli dve alohtoni vrsti. Na obeh vzorčnih mestih je bila najdena, psevdorazbora in v Zg. Ščavnici tudi babuška. Kljub eliminiranju osebkov vseh najdenih alohtonih vrst ob vsakem vzorčenju, je število teh upadalo do pomladi (marca 2008). Po tem se je število osebkov povečevalo, kar predvidevamo, da je posledica migracije zaradi visokih vodostajev in razmnoževanja.

6 POVZETEK

Reka Ščavnica je eden večjih pritokov reke Mure v Sloveniji. V 80. letih je bila od kraja Spodnja Ščavnica po toku navzdol hidromorfološko spremenjena (regulirana) z namenom hitrejšega odvajanja vode iz krajine. Raziskovanje rib v reki Ščavnici je potekalo na dveh izbranih vzorčnih mestih; v Zgornji Ščavnici, in v Lastomercih. Raziskava je potekala od septembra 2007 do junija 2008. Na prvem vzorčnem mestu, v Zg. Ščavnici je struga hidromorfološko nespremenjena, obdaja jo gost sestoje dreves in grmovja. V Lastomercih je struga regulirana, ob strugi rastejo posamezni grmi in zeli.

Vzorčni mesti sta se razlikovali v nekaterih izbranih abiotičnih parametrih. Izbrane fizikalne in kemijske parametre smo spremljali tedensko (temperaturo vode, koncentracijo raztopljenega kisika v vodi, nasičenost vode s kisikom, pH, elektroprevodnost, BPK₅), druge pa mesečno (koncentracija klorofila *a*, koncentracija raztopljenih in suspendiranih snovi). Med fizikalnimi in kemijskimi parametri ni bilo statistično ugotovljenih razlik, razen za vrednosti pH. Med hidromorfološkimi parametri smo izmerili širino in globino struge, nekajkrat smo merili hitrost vodnega toka in tedensko smo spremljali vodostaj. Statistične analize so pokazale, da sta se vzorčni mesti razlikovali v širini struge in vodostaju. V Zg. Ščavnici so bili izmerjeni višji vodostaji in večja širina struge.

Združbo rib smo na obeh vzorčnih mestih spremljali enkrat mesečno. Ribe smo izlovili z elektroagregatom, jih določili, izmerili dolžino in stehali. Vse avtohtone ribe smo po treh izlovi vrnili v Ščavnico. Na obeh vzorčnih mestih je bilo najdenih 11 vrst rib. Le v zg. Ščavnici je bil najden linj in le v Lastomercih zelenika. Obe vzorčni mesti sta imeli skupnih 7 avtohtonih (pezdir, pisanec, pisanka, klen, navadni globoček, babica in navadna nežica) in 1 alohtono vrsto (pseudorazbora). Alohtone vrste (pseudorazbora in babuško) smo po vsakem vzorčenju eliminirali. Število alohtonih rib je upadalo do pomladi (marca 2008), nato je ponovno naraščalo. Slednje lahko predvidevamo, da je bila posledica npr. razmnoževanja. Združbi rib se nista statistično razlikovali v številu vrst. Vzorčni mesti sta se razlikovali v Shannon- Wienerjevem diverzitetnem indeksu. Združbo rib vsakega vzorčnega mesta smo primerjali tudi v številu in biomasi rib ter velikosti rib. Ugotovili

smo, da se vzorčni mesti nista razlikovali v skupnem številu rib. Razlike med vzorčnima mestoma smo ugotovili v številu osebkov na hektar za posamezne vrste (babica, pezdirk in pisanka).

Vzorčni mesti se nista razlikovali v skupni biomasi rib. Statistične razlike so bile ugotovljene med vzorčnima mestoma za posamezne vrste (klen, pezdirk in pisanka). Na obeh vzorčnih mestih je imel najvišjo povprečno biomaso klen. Več odraslih klenov je bilo najdenih v Zg. Ščavnici, kjer so še ohranjeni globoki tolmoni.

Med vzorčnima mestoma smo z ekološko klasifikacijo primerjali tudi število vrst in število rib glede na tip habitata, razmnoževanja in prehranjevanja. Ugotovili smo, da sta vzorčni mesti različni glede na razmnoževanje (v ostrakofilni skupini). Z NMS analizo smo ugotovili, da je bila združba rib v Zg. Ščavnici stabilnejša, zato so si vzorci med seboj bolj podobni. Združba se je razlikovala tudi časovno (med posameznimi meseci). Skozi vzorčevalno obdobje se je spreminjalo število rib, biomasa rib in velikosti rib.

V naši raziskavi smo tako ugotovili, da sta se vzorčni mesti Zg. Ščavnica in Lastomerci razlikovali tako vizualno, kot tudi v nekaterih abiotских parametrih. Posledično sta se razlikovali tudi združbi rib na raziskovalnih delih struge. S tem smo pokazali, da človek s hidromorfološkimi posegi reki spremeni videz, pa tudi hidrologijo in hidromorfologijo reke. S tem se spremenijo življenjski pogoji za vsa živa bitja, ki živijo na spremenjenem delu struge samo občasno ali tudi stalno.

7 VIRI

7.1 CITIRANI VIRI

- Adams S. M., M. G. Ryon, J. G. Smith, 2005: Recovery in diversity of fish and invertebrate communities following remediation of a polluted stream: investigating causal relationships. *Hydrobiologia*, 542: 77-93
- Arthington A. H., 1991. Ecological and Genetic Impacts of Introduced and Translocated Freshwater Fishes in Australia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48: 33-43
- Cattaneo F., Lamouroux N., Breil P., Capra H., 2002. The influence of hydrological and biotic processes on brown trout (*Salmo trutta*) population dynamics. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59: 12-22
- Dauwalter D. C., Splinter D. K., Fisher W. L., Marston R. A., 2007. Geomorphology and stream habitat relationships with smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*) abundance at multiple spatial scales in eastern Oklahoma. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 64: 1116-1129
- De Lury D. B., 1947. On the estimation of biological populations. *Biometrics* 3: 145-164
- Dekar M.P., Magoulick D. D., 2007. Factors affecting fish assemblage structure during seasonal stream drying. *Ecology of Freshwater Fish*, 16: 335-342
- Deschênes J., Rodríguez M.A., 2007. Hierarchical analysis of relationships between brook trout (*Salvelinus fontinalis*) density and stream habitat features *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 64: 777-785
- Direktiva o vodah (2000/60/EC)
- Direktive o habitatih (92/43/EGS)
- Dussling in sod., 2004. Assessing the Ecological Status of River Systems Using Fish Assemblages, *Handbuch Angewandte Limnologie VIII-7.4*, 3-83
- Eimers M. C., Buttle J., Watmough S. A., 2008. Influence of seasonal changes in runoff and extreme events on dissolved organic carbon trends in wetland- and upland-draining streams, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 65, 5: 796-808
- EN 14011; CEN, 2003. Water Analyses - Fishing with electricity for wadable and non-wadable rivers.

- Fellows C.S., Valett H. M., Dahm C. N., Mulholland P. J., Thomas S. A., 2006. Coupling nutrient uptake and energy flow in headwater streams. *Ecosystems*, 9: 788-804
- Giller P. S., Malmqvist B., 1998. *The Biology of Streams and Rivers*. New York. Oxford University Press: 11-98
- Grossman G. D., Ratajezak R. E., Crawford Jr. M., Freeman M. C., 1998. Assemblage Organization in Stream Fishes: Effects of enviromental Variation and Interspecific Interactions, *Ecological Monographs*, 68, 3: 395-420
- Han C-C, Tew KS, Frang L- S., 2007: Spatial and temporal varations of two cyprinids in a subtropical mountain reserve- a result of habitat disturbance. *Ecology of Freshwater Fish*, 16: 395-403
- Hargrave C. W., 2008. Effects of species richness and assemblage composition on stream ecosystem function. *Ecology of Freshwater Fish*
- Hellawell J. M., 1972: The growth, reproduction and food of the roach *Rutilus rutilus* (L.), of the River Lugg, Herefordshire. *Journal of Fish Biology* 4, 4: 469-486
- Hesthagen T., Walseng B., Karlsen L. R., Langåker R. M., 2007. Effects of Limiting on the Aquatic Fauna in a Norwegian Watershed: Why Do Crustaceans and Fish Respond Differently?. *Water Air Soil Pollut: Focus*, 7: 339-345
- Hofer R., 1991. Zbirka Sprehodi v naravo, Sladkovodne ribe, Ljubljana, Cankarjeva založba, 4 str.
- Holcík J., 2003. Changes in the fish fauna and fisheries in the Slovak section of the Danube River: a review. *Annales de. Limnologie. - Int. J. Lim.* 39, 3: 177-195
<http://members.shaw.ca/fishesoftheworld/index.htm> (18. junij 2008)
- Jackson D.A., Peres - Neto P. R., Olden J. D., 2001: What controls who is where in freshwater fish communities-the role of biotic, abiotic and spatial factors. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 157-170
- Jogan N., 2000: Neofiti - rastline pritepenke. *Proteus* 63, 1: 31-36
- Kottelat M., Freyhof J., 2007. *Handbook of European Freshwater Fishes*, Publications Kottelat Cornol, Switzerland
- Maitland P. S., Linsell K., 2006. *Guide to freshwater fish of Britain and Europe*, 24-70
- Marsh-Matthews E., in Matthew W. J., 2000. Geographic, terrestrial and aquatic factors: which most influence the structure of stream fish assemblages in the midwestern United States?. *Ecology of Freshwater Fish*, 9: 9-21

Matthews W. J. in Hill L. G., 1979. Influence of Physico-Chemical Factors on Habitat Selection by Red Shiners, *Notropis lutrensis* (Pisces: Cyprinidae), *Copeia*, 1: 70-88

Matthews W. J., 1998. Patterns in freshwater fish ecology, New York, 60-86

http://books.google.com/books?id=H_d4XjOXn-MC (12. oktober 2008)

Nelson J.S., 2006. Fishes of the World. 4 th Edition, Wiley-Interscience, New York

<http://members.shaw.ca/fishesoftheworld/index.htm> (18. junij 2008)

Perko D., Orožen Adamič M., Belec B., 2001. Slovenija: pokrajine in ljudje. Slovenske gorice. 3. Izdaja. Ljubljana, Mladinska knjiga: 592 str.

Pollux B.J.A., Korosi A., Verberk W., Pollux P., Velde G., 2006: Reproduction, Growth and Migration of Fishes in a regulated Lowland Tributary: Potencial Recruitment to the River Meuse. *Hydrobiologia*, 565, 1: 105-120

Pope K.L., Willis D.W., 1996. Seasonal influences on freshwater fisheries sampling data. *Reviews in Fisheries Science*, 4, 1: 57-73

Povž M., Sket B., 1990. Naše sladkovodne ribe. Mladinska knjiga, Ljubljana.

Povž M., Šumer S., 2005. A brief review of non-native freshwater fishes in Slovenia. *J. Appl. Ichthyol.*, 21: 1-3

Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. (Ur. l. RS, št. 82/2002)

Reichard M., Jurajda P., Šimková A., Matějusková I., 2002. Size-related habitat use by bitterling (*Rhodeus sericeus*) in a regulated lowland river, *Ecology of Freshwater Fish*, 11: 112-122

Rosecchi E., Crivelli A.J., Catsadorakis G., 1993. The establishment and impact of *Pseudorasbora parva*, an exotic fish species introduced into Lake Mikri Prespa (north-western Greece). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem*, 3, 3: 223-231

Roškar V., 2007. Krajinska ureditev vodotoka na primeru reke Ščavnice: diplomska naloga. Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani. Ljubljana

Scheuerell M. D., Schindler D. E., 2004. Changes in the Spatial Distribution of Fishes in Lakes Along a residential Development Gradient. *Ecosystems*, 7: 98-106

- Schick R. S., Linley S. T., 2007. Directed connectivity among fish populations in a riverine network. *Journal of App. Ecology*, 44, 6: 1116 - 1126 (1)
- Schiller D., Martí E., Riera J. L., Ribot M., Argerich A., Fonolla P., Sabater F., 2008. Inter-annual, Annual and Seasonal Variation of P and N Retention in a Perennial and an Intermittent stream, *Ecosystems*, 11: 670-687
- Scleuter D., Eckmann R., 2007: Generalist versus specialist: the performances of perch and ruffe in a lake of low productivity, *Ecology of Freshwater Fish*, 17, 1, 86-99
- Sever M., 2007. Vpliv hidroloških značilnosti na združbo vodnih nevretenčarjev: diplomsko delo. Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani. Ljubljana
- Simon K. S., Townsend C. R., Biggs B. J. F., Bowden B. W., Frew R. D., 2004. Habitat-Specific Nitrogen Dynamics in New Zealand Streams Containings Native Or Invasive Fish. *Ecosystems*, 7: 777-792
- Trontelj P., 2005. Vretenčarji Slovenije, gradivo za vaje iz zoologije strunarjev. Študentska založba, Ljubljana, 11-31 str.
- Urbanič G., 1999. Taksonomske in ekološke značilnosti združbe mladoletnic (Insecta, Trichoptera) v reki Ščavnici: diplomska naloga. Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani. Ljubljana
- Urbanič G., Toman J. M., 2003. Varstvo celinskih voda. Študentska založba, Ljubljana, 94 str.
- Urbanič G., Toman M. J., Krušnik C., 2000. Downstream changes in caddisfly fauna (Insecta, Trichoptera) in relation to envirometal variables in the River Ščavnica (NE Slovenia): a multivariate approach using a Canonial Correspondence Analysis (CCA). *Acta Biologica Slovenica*, 43, 4: 21-35
- Urbas T., 2005. Ribič. Ribiško glasilo, 7 - 8: 190
- Veenvliet P., Veenvliet K. J. 2006. Ribe slovenskih celinskih voda. Zavod Symbiosis, Grahovo: 6-36 str.
- Wetzel R. G., in G. E. Likens. 2000. *Limnological Analyses*. 3rd Edition. Springer-Verlag, New York
- Wolter C., 2007: Temperature influence on the fish assemblage structure in a large lowland river, the lower Oder River, Germany, *Ecology of Freshwater Fish*, 16: 493-503

7.2 DRUGI VIRI

Podgornik S., 2006. Metodologija vzorčenja in laboratorijske obdelave rib za vrednotenje ekološkega stanja voda na podlagi rib v skladu z zahtevami Vodne direktive (Direktiva 2000/60/ES). Končno poročilo o projektni nalogi, Ljubljana, Zavod za ribištvo Slovenije

Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. (Ur. l. RS št.82/2002)

Seber G. A. F., Le Cren D. E., 1967. Estimating population parameters from catches large relative to the population. J. Anim. Ecol., 36: 631-643

Uredba o zavarovanju prosto živečih vrst (Ur. l. RS št. 46/2004, 109/2004 in 84/2005)

Zakonu o sladkovodnem ribištvu (Ur. l. RS št. 61/2006)

Interaktivni atlas Slovenije, 2006. (MOP-Agencija RS za okolje)

<http://gis.arso.gov.si/atlasokolja> (19. junij 2008)

ZAHVALA

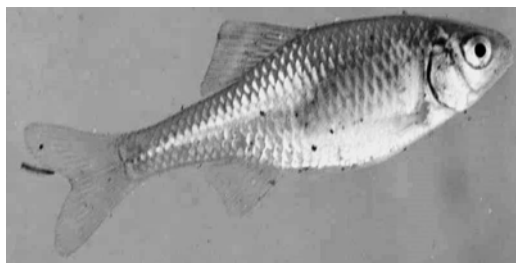
Če bi želela napisati v zahvalo vse ljudi, ki so mi pomagali, da sem lahko ob petih zjutraj vstajala, vse ki so z mano januarja na terenu zmrzovali, vse tiste, ki so v deževnem terenu preživeli in tudi tiste, ki so se ob Ščavnici sončili, bi lahko napisala še eno diplomo. Na ta seznam ljudi bi lahko dodala tudi tiste, ki so mi pomagali, da je teh nekaj 10.000 podatkov res pristalo zapisanih v računalniku. Poleg tega ne smem pozabiti tudi tistih, ki so mi kuhali kave, čaje, pekli piškote in pripravljali kosilo, ki je bilo na koncu terenskega dneva prava pojedina.

Dolgo časa je trajalo, da je ta diploma nastala v takšni obliki, z vsemi pravilnimi podatki in ocenami rib. Ta pot je bila najtežja in najmanj prijazna vendar s pomočjo nekaterih zelo poučna in na koncu uspešna.

Posebna zahvala naj bo napisana mojim staršem in sestri, ki so mi tekom študijskih let pomagali, hodili z mano na terene, me spodbujali pri mojem študiju in mi vedno stali ob strani.

Hvala vsem, ki ste prostovoljno hodili z mano na terene ali pa si vzeli svoj prosti čas, da ste mi pomagali pri nastajanju te diplomske naloge.

Tina



PRILOGE

Priloga B Ocena števila in biomase rib

Priloga B 1 Ocena števila osebkov/ha posamezne vrste rib v reki Ščavnici

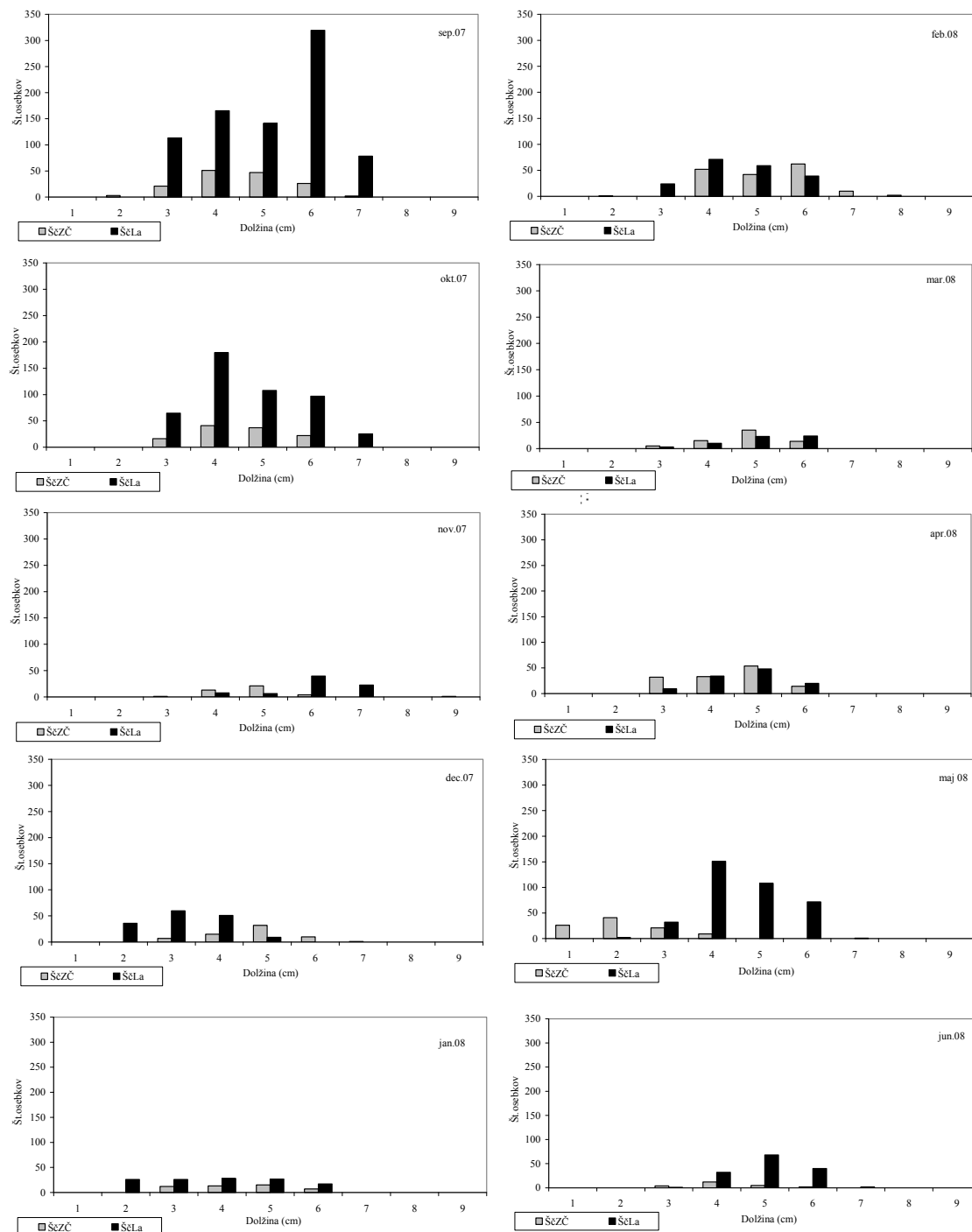
Vrsta	Reka	Vzorčno mesto	sep. 07	okt. 07	nov. 07	dec. 07	jan. 08	feb. 08	mar. 08	apr. 08	maj 08	jun. 08	SKUPAJ
babuška	Ščavnica	Zg. Ščavnica	938	927	241	390	454	1175	600	420	654	241	6041
		Lastomerci	552	850	230	248	0	67	29	0	143	340	2459
babuška	Ščavnica	Zg. Ščavnica	0	0	65	22	0	0	0	0	0	0	86
		Lastomerci	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
klen	Ščavnica	Zg. Ščavnica	2690	2198	1938	1409	925	1952	609	2268	3332	2448	19768
		Lastomerci	3857	717	114	200	202	390	245	200	903	3427	10256
linj	Ščavnica	Zg. Ščavnica	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77
		Lastomerci	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
navadna nežica	Ščavnica	Zg. Ščavnica	57	86	65	43	99	25	43	57	97	0	572
		Lastomerci	114	130	57	274	202	146	0	103	401	3249	4676
navadni globoček	Ščavnica	Zg. Ščavnica	2496	2932	1073	1438	2488	2601	1514	1209	3561	1414	20727
		Lastomerci	3136	1626	388	724	0	1400	1111	908	1922	2898	14112
pezdirk	Ščavnica	Zg. Ščavnica	3716	2498	1424	1361	526	3977	1559	2854	1495	526	19935
		Lastomerci	23248	15086	2171	4680	3006	6809	1799	3163	10843	4658	75463
pisanec	Ščavnica	Zg. Ščavnica	195	289	280	208	296	418	332	324	331	207	2880
		Lastomerci	966	486	200	200	277	1388	257	457	857	403	5492
pisanka	Ščavnica	Zg. Ščavnica	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	22
		Lastomerci	29	114	0	0	57	143	0	240	114	392	1090
pseudorazbora	Ščavnica	Zg. Ščavnica	1288	581	50	247	54	189	22	86	362	189	3067
		Lastomerci	815	933	114	29	29	57	0	57	57	287	2378
zelenika	Ščavnica	Zg. Ščavnica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Lastomerci	114	320	0	0	0	0	0	0	0	2784	3219
SKUPAJ	Ščavnica	Zg. Ščavnica	11458	9511	5134	5118	4842	10337	4679	7239	9832	5026	
		Lastomerci	32832	20262	3275	6353	3772	10399	3441	5129	15241	18440	

Priloga B 2 Ocena biomase (kg/ha) posamezne vrste najdene v reki Ščavnici v treh izlovih

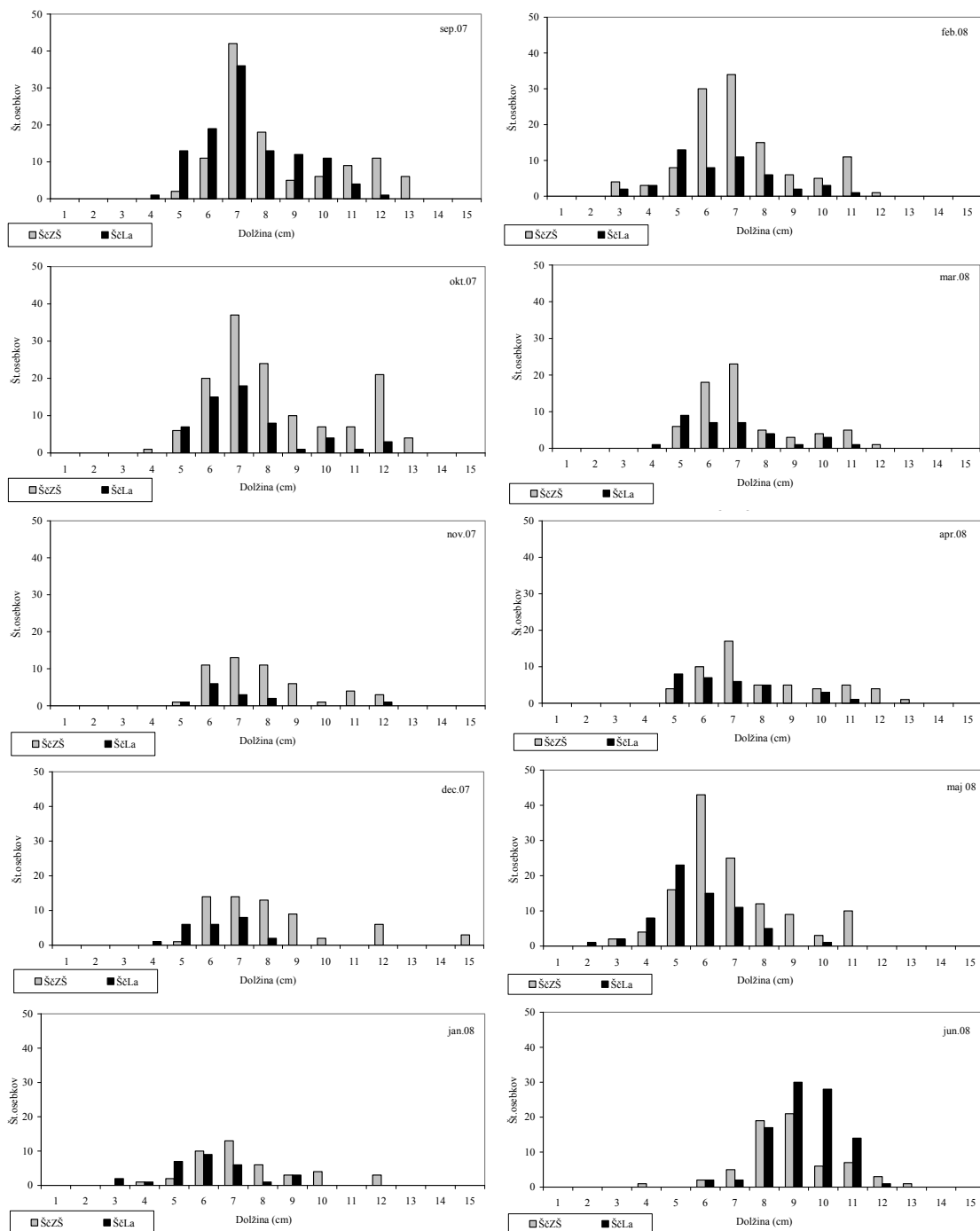
Vrsta	Reka	Vzorčno mesto	sep. 07	okt. 07	nov. 07	dec. 07	jan. 08	feb. 08	mar. 08	apr. 08	maj 08	jun. 08	SKUPAJ
babuška	Ščavnica	Zg. Ščavnica	3,02	3,75	1,23	0,87	1,00	2,47	1,55	1,48	1,67	1,10	18,2
		Lastomerci	2,32	4,31	1,23	0,94	0,00	0,66	0,15	0,00	0,96	1,85	12,4
babuška	Ščavnica	Zg. Ščavnica	0,00	0,00	0,32	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,5
		Lastomerci	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
klen	Ščavnica	Zg. Ščavnica	29,15	50,74	39,38	43,74	17,71	26,36	9,62	36,64	40,47	51,74	345,6
		Lastomerci	30,00	15,35	0,30	0,63	0,54	0,79	3,00	0,60	4,56	70,57	126,3
linj	Ščavnica	Zg. Ščavnica	1,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,7
		Lastomerci	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
navadna nežica	Ščavnica	Zg. Ščavnica	0,41	0,26	0,19	0,13	0,32	0,16	0,13	0,22	1,04	0,00	2,9
		Lastomerci	0,21	0,36	0,06	0,66	0,45	0,21	0,00	0,27	0,78	11,45	14,4
navadni globoček	Ščavnica	Zg. Ščavnica	14,14	19,23	5,53	8,16	4,17	10,30	6,15	8,56	27,53	12,43	116,2
		Lastomerci	11,91	5,37	1,18	1,82	0,00	3,66	4,08	3,63	6,87	29,20	67,7
pezdirk	Ščavnica	Zg. Ščavnica	3,86	1,52	1,42	1,61	1,01	2,96	1,86	3,11	1,73	0,54	19,6
		Lastomerci	31,71	13,39	2,58	7,05	3,75	6,78	2,73	3,48	12,73	6,00	90,2
pisanec	Ščavnica	Zg. Ščavnica	0,39	0,64	0,47	0,52	55,00	0,84	0,53	0,96	0,81	0,21	60,4
		Lastomerci	1,15	0,70	0,30	0,27	0,50	1,40	0,23	0,92	1,28	0,61	7,4
pisanka	Ščavnica	Zg. Ščavnica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,0
		Lastomerci	0,21	0,19	0,00	0,00	0,04	0,09	0,00	0,22	0,55	0,34	1,6
pseudorazbora	Ščavnica	Zg. Ščavnica	2,49	1,14	0,10	0,56	0,15	0,35	0,09	0,11	1,05	0,14	6,18
		Lastomerci	1,78	2,54	0,30	0,18	0,09	0,27	0,00	0,30	0,03	1,16	6,64
zelenika	Ščavnica	Zg. Ščavnica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
		Lastomerci	0,66	1,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,80	31,4
SKUPAJ	Ščavnica	Zg. Ščavnica	55,14	77,26	48,66	55,72	79,37	43,45	19,93	51,08	74,31	66,16	
		Lastomerci	79,94	44,19	5,94	11,54	5,37	13,86	10,19	9,42	27,76	149,97	

Priloga D Dolžinsko-frekvenčni histogrami najpogostejših vrst rib

Priloga D 1 Dolžine pezdirkov (*Rhodeus amarus*) predstavljene v dolžinsko-frekvenčnih histogramih (ŠČ - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomeri)



Priloga D 2 Dolžine navadnih globočkov (*Cobitis obtusirostris*) predstavljene v dolžinsko-frekvenčnih histogramih (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomerci)



Priloga D 3 Dolžine klenov (*Squalius cephalus*) predstavljene v dolžinsko-frekvenčnih histogramih (Šč - Ščavnica, ZŠ - Zg. Ščavnica, La - Lastomeri)

