

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno - matematički fakultet
Biološki odsjek

Anamarija Ridl

**Vodeni kukci mediteranskih sedrenih barijera: specifične
zajednice jedinstvenih staništa**

Zagreb, 2015.

Ovaj rad izrađen je u Laboratoriju za ekologiju životinja na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom doc.dr.sc. Ane Previšić i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2014./2015.

SADRŽAJ RADA

1. Uvod	1
1.1. Sastav i struktura zajednica vodenih kukaca	1
1.2. Sastav i struktura zajednica vodenih kukaca na sedrenim barijerama	1
1.3. Emergencija vodenih kukaca	2
1.4. Opće značajke tulara (Trichoptera, Insecta)	2
2. Ciljevi istraživanja	5
3. Područje istraživanja	6
3.1. Geografska obilježja rijeke Krke	6
3.2. Klimatska obilježja područja	6
3.3. Sedrene barijere u Nacionalnom parku Krka	6
3.4. Roški slap	8
3.5. Skradinski buk	8
4. Materijali i metode	10
4.1. Metode prikupljanja, konzerviranja i determinacije tulara	10
4.2. Metode utvrđivanja raznolikosti, sličnosti, trofičke strukture i longitudinalne distribucije zajednice tulara	11
4.3. Mjerenje fizikalno – kemijskih obilježja vode	13
5. Rezultati	14
5.1. Fizikalno–kemijska obilježja vode sedrenih barijera Roški slap i Skradinski buk	14
5.1.1. Temperatura vode	14
5.1.2. Koncentracija otopljenog kiska i zasićenost vode kisikom	14
5.1.3. pH vrijednosti vode	15
5.1.4. Provodljivost vode	16
5.1.5. Alkalinitet vode	17
5.2. Sastav zajednice tulara na sedrenim barijerama u Nacionalnom parku Krka	17
5.2.1. Brojnost i sastav jedinki prikupljenih na istraživanim postajama	17
5.2.2. Trofička struktura zajednice tulara na promatranim postajama	19

5.2.3. Longitudinalna distribucija tulara na promatranim postajama	21
5.2.4. Emergencijske značajke zajednice tulara na sedrenim barijerama NP Krka	22
5.2.5. Emergencija dominantnih vrsta na istraživanim postajama	24
5.2.6. Struktura zajednice tulara na različitim mikrostaništima istraživanih sedrenih barijera	27
6. Rasprava	30
6.1. Sastav zajednice tulara na sedrenim barijerama u NP Krka	30
6.2. Razlike u sastavu i strukturi zajednica tulara na dvije istraživane sedrene barijere	30
6.3. Sezonske promjene sastava zajednice tulara i emergencijske značajke najzastupljenijih vrsta na istraživanim barijerama	32
6.4. Sastav zajednice tulara na različitim mikrostaništima istraživanih sedrenih barijera	34
7. Zaključak	36
8. Zahvale	37
9. Literatura	38
10. Sažetak	42
11. Summary	43

1.Uvod

1.1. Sastav i struktura zajednica vodenih kukaca

Sastav i struktura zajednice vodenih kukaca nekog staništa ovise o abiotičkim, ali i biotičkim faktorima zabilježenim na tome prostoru. Abiotički faktori koji utječu na strukturu i sastav zajednica jesu klima, geologija, topografija, fizikalno-kemijska svojstva, količina sunčeve svjetlosti te oni najvažniji – temperatura vode, količina kisika, brzina strujanja vode, tip supstrata i količina nutrijenata (Moog, 2002).

Prema Giller i Malmqvist (1998), sastav i struktura zajednica vodenih kukaca rezultat su specifične prostorno-vremenske interakcije različitih okolišnih faktora. Ovisno o vrsti, postoje optimalne vrijednosti, ali i određeni intervali svakog od faktora unutar kojih one mogu egzistirati te o kojima ovisi vrijeme i mjesto njihove rasprostranjenosti.

Iako se smatra da sastav i struktura faune lotičkih područja primarno ovisi o abiotičkim faktorima čiji je utjecaj u takvim ekosustavima toliko intenzivan da uzrokuje stanje konstantne neravnoteže zajednica te da modificira utjecaj biotičkih faktora ili ga gotovo u potpunosti potiskuje, u nekim je ekosustavima za strukturu zajednice značajan i utjecaj biotičkih faktora. Radi se o sustavima konstantnog protoka te o jezerskim ispustima gdje biotički faktori, a to su predatorstvo, parazitizam, mutualizam i komenzalizam te najvažniji-kompeticija, imaju neosporivu ulogu (Giller i Malmqvist, 1998).

1.2. Sastav i struktura zajednica vodenih kukaca na sedrenim barijerama

Posljedica specifičnog procesa formiranja sedrenih barijera je izuzetna varijabilnost mikrostaništa koja se razlikuju prema dubini, brzini strujanja i turbulencijama vode te količini organske tvari (Miliša et al., 2006) što s druge strane utječe na gustoću i raznolikost beskralješnjaka, trofičku strukturu zajednica te na funkcioniranje čitavog ekosustava (Rundio, 2009; Previšić et al., 2007; Casas i Gessner, 1999). Prema Šemnički et al. (2012) struktura i sastav zajednice vodenih kukaca samo su djelomično ovisni o karakteristikama mikrostaništa dok položaj sedrenih barijera unutar promatranog sustava ima znatno veću važnost.

Iako je fauna slatkih voda mediteranskog bazena prilično dobro istražena (Tierno de Figureoa, 2012; Bonada i Resh, 2013), o zajednicama vodenih kukaca specifičnim za sedrene barijere

rijeka sjeveroistočnog Mediterana nema dovoljno podataka pa je nemoguće definirati koji čimbenici imaju presudan utjecaj na njihov sastav i strukturu.

1.3. Emergencija vodenih kukaca

Emergencija je proces preobrazbe kukaca iz ličinačkog stadija u stadij odrasle jedinke. To je ujedno i zadnji stadij životnog ciklusa koji kod vodenih kukaca podrazumijeva i prelazak iz vodenog u kopneni okoliš (Davies, 1984). Redovi kukaca za čije je ličinke karakterističan vodeni, a odrasle jedinke kopneni okoliš jesu: tulari (Trichoptera), dvokrilci (Diptera), obalčari (Plecoptera), vretenca (Odonata) i vodencvjetovi (Ephemeroptera) (Corbet, 1964).

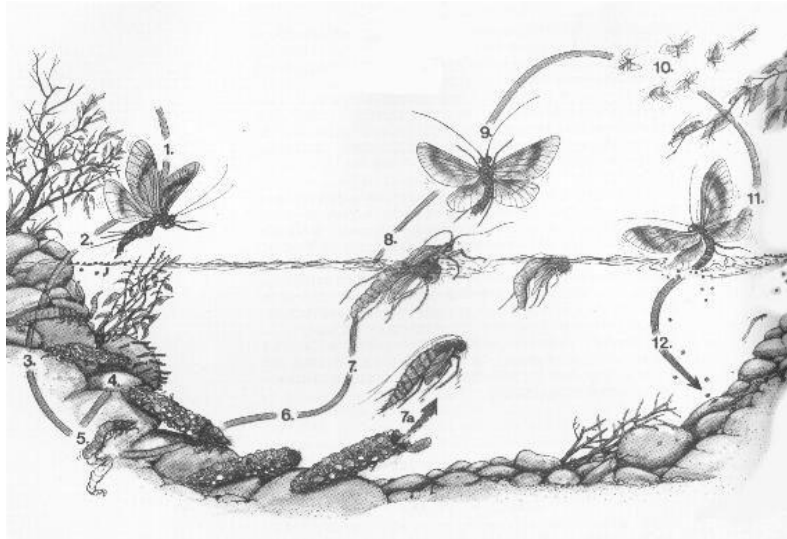
Dominantan utjecaj na početak emergencije imaju biotički i abiotički faktori (Jackson i Resh, 1991). Odnosno, na početak i tijek emergencije utječu vlažnost i temperatura zraka, mjesečeve mijene, protok vode, količina i intenzitet svjetlosti, nadmorska visina i geografska širina, a kao najvažnije je čimbenike izdvojio temperaturu vode i fotoperiod (Corbet, 1964).

Vrste tulara koje obitavaju u umjerenim geografskim širinama uglavnom su jednogodišnje (univoltne) te se njihove ličinke razvijaju tijekom jeseni, zime i proljeća, a emergencija se odvija u toplijem dijelu godine (Corbet, 1964) i to najčešće u razdoblju između kasnog proljeća i rane jeseni (Malicky, 1973; Graf et al. 2008).

1.4. Opće značajke tulara (Trichoptera, Insecta)

Red tulara (Trichoptera) najveći je red kukaca unutar kojeg su sve jedinke vodene (barem u jednom stadiju životnog ciklusa) (Bouchard, 2004). Opisano je 13 000 vrsta koje su smještene unutar 600 rodova i 45 porodica što ga čini sedmim najvećim redom kukaca uopće (Holzental et al., 2007). Odrasle jedinke su kopneni organizmi veličine tijela od 1.5 mm (Hydroptilidae) do 45 mm (Phryganeidae). Radi se o nokturalnim kukcima koji se uglavnom zadržavaju u blizini vodenih staništa (Holzental et al., 2007).

Tulari prolaze proces potpune (holometabolne) preobrazbe koja obuhvaća 4 različita stadija i to redom: jaje – ličinka – kukuljica – odrasla jedinka (Slika 1.).



Slika 1. Životni ciklus tulara: 1 – ženka polaže jaja; 2 – jaja padaju na dno; 3,4,5 – ličinke grade kućice ili mreže; 6 – ličinka se zakukuljuje; 7,7a – kukuljica napušta kućicu i izlazi na površinu vode; 8 – imago izlazi iz vode; 9,10 – pronalazak drugih jedinki i parenje; 11 – ženka polaže jaja; izvor: www.jgaul.de/trichoptera2.htm.

Vodene ličinke tulara luče svilu koja im služi za izradu kućica, mreža i skloništa što je jedinstveni slučaj kod vodenih kukaca (a to je ujedno i karakteristika koja ih povezuje s redom leptira koji se često navodi kao njihov sestrinski takson). Upravo se ta karakteristika smatra osnovnim uzrokom ekološke diferencijacije i uspješnosti ovoga reda (Holzental et al., 2007).

Prehrambene navike ovih organizama (u ličinačkom stadiju) omogućile su njihovu klasifikaciju, pa ovisno o tipu prehrane razlikujemo detritivore, herbivore i insektivore; a prema načinu uzimanja hrane, tulara se može okarakterizirati kao strugače (engl. „scrapers“ ili „grazers“), usitnjivače (engl. „shredders“), sakupljače (engl. „collectors“), procjeđivače (engl. „filter feeders“), bušače (engl. „pierces“) ili predatore (Mackay i Wiggins, 1979). Odrasle se jedinke u pravilu ne hrane. Također, primjećeno je da većina vrsta preferira određene životne uvjete (temperatura, brzina strujanja vode, koncentracija otopljenog kisika u vodi), a posljedica toga je njihova rasprostranjenost u nekim dijelovima toka tekućica (Moog, 2002; Graf et al., 2008). Zbog toga su promjene u sastavu i strukturi zajednica tulara dobar pokazatelj promjene životnih uvjeta duž toka tekućica.

Tulari su važna komponenta hranidbenih mreža vodenih ekosustava jer sudjeluju u razgradnji organske tvari, a s druge strane predstavljaju važan izvor hrane slatkovodnim ribama. Osim toga, vrlo su osjetljivi na zagađenje pa su fluktuacije gustoće populacije tulara nerijetko odraz

promjena kvalitete vode i zagađenja slatkovodnih ekosustva zbog čega ih se smatra bioindikatorima (Spies et al., 2006).

2. Ciljevi istraživanja

Kako bi se utvrdile ekološke značajke zajednica tulara na sedrenim barijerama Nacionalnog parka Krka provedeno je jednogodišnje prikupljanje jedinki tulara na dvije postaje – Roškom slapu i Skradinskom buku – te su definirani sljedeći ciljevi istraživanja:

- utvrditi sastav zajednica ove skupine vodenih kukaca na istraživanim sedrenim barijerama,
- utvrditi strukturu zajednica tulara na istraživanim barijerama, s posebnim naglaskom na trofičku strukturu i longitudinalnu distribuciju vrsta,
- utvrditi sezonske promjene u sastavu i brojnosti zajednice tulara na istraživanim barijerama s posebnim naglaskom na emergencijske značajke najzastupljenijih vrsta,
- utvrditi ovisnost sastava zajednice tulara o karakteristikama mikrostaništa na istraživanim sedrenim barijerama.

3. Područje istraživanja

3.1. Geografska obilježja rijeke Krke

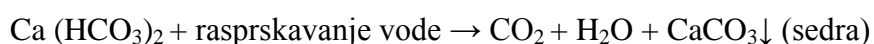
Izvor rijeke Krke smješten je 3,5 km sjeveroistočno od Knina u podnožju Dinare dok se njeno ušće nalazi u blizini Šibenika. Duljina slatkovodnog dijela toka ove rijeke je 49 km, a bočatog 23,5 km što joj daje ukupnu duljinu od 72,5 km i čini ju 22. rijekom po duljini u Hrvatskoj. Značajni pritoci rijeke Krke jesu Krčić, Kosovčica, Orašnica, Butišnica i Čikola s Vrbom. Ova je rijeka cijelom duljinom smještena na karbonatnoj podlozi Šibensko-kninske županije, a 2 km njenog toka – nizvodno od Knina do Skradina zajedno sa donjim tokom rijeke Čikole – dio su NP Krka proglašenog 1985. godine (Samokovlija Dragičević, 2007).

3.2. Klimatska obilježja područja

Srednja godišnja temperatura zraka u dolini rijeke Krke varira unutar intervala od 10 °C do 15 °C pri čemu je prosječna siječanjska temperatura uvijek veća od 0°C i najčešće se kreće između 4 °C i 6 °C, a prosječna srpanjska temperatura varira od 22 °C do 25 °C. Srednja godišnja količina oborina u poriječju Krke varira od 850 mm u ušću do 1750 mm u planinskom dijelu toka. Također, uočena je i nepravilna raspodjela padalina tijekom godine pa je količina padalina najmanja u srpnju, a najveća u studenome (Perica et al., 2005). Krajnja posljedica ovakvog rasporeda temperature i padalina je smanjen protok vode tijekom ljetnih mjeseci i povećanje protoka u zimskom dijelu godine. (Perica et al., 2005).

3.3. Sedrene barijere u Nacionalnom parku Krka

Sedra je šupljikavi vapnenac karakterističan za vode bogate kalcijevim karbonatom (CaCO₃). Kako bi nastala sedra nužni su specifični biološki i fizikalno – kemijski uvjeti. Tijekom procesa nastanka, zbog rasprskavanja vode bogate otopljenim kalcijevim bikarbonatom (Ca(HCO₃)₂), oslobađa se ugljikov dioksid, a na podlozi se, na podzemnim predmetima i vegetaciji, taloži kalcijev karbonat (CaCO₃) (Stilinović, 1994). Opća kemijska jednadžba koja prikazuje taloženje sedre je:

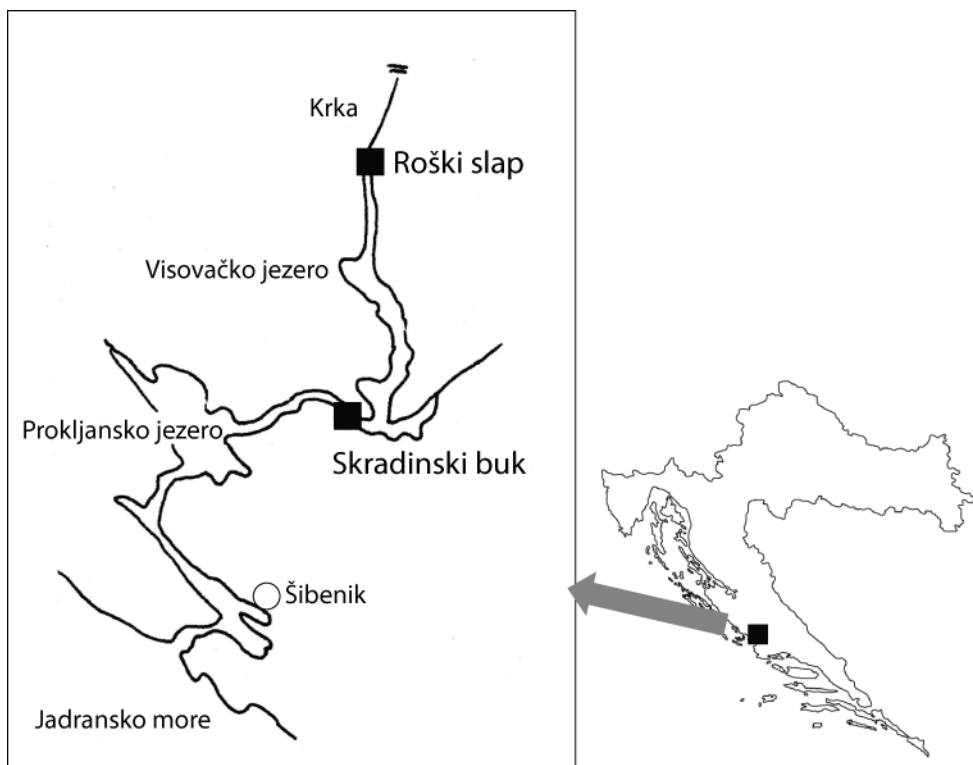


Preduvjeti koji trebaju biti zadovoljeni da bi nastala sedra jesu: prezasićenost vode kalcijevim karbonatom, pH vrijednost vode veća od 8, te koncentracija organske tvari ne smije biti veća od 10 mg/l ugljika (Stilinović, 1994).

Osim navedenih abiotičkih čimbenika, za nastanak sedre važna je i prisutnost vodenih mahovina, algi i mikroorganizama koji sudjeluju u formiranju sedrenih barijera budući da se mikrokristali kalcita lijepe na polisaharidnu tvar koju alge i bakterije izlučuju na mahovinama. Ti zalijepljeni kristalici predstavljaju mjesta kristalizacije oko kojih se nastavlja taloženje kalcijevog karbonata iz vode na taj način tvoreći sedrene barijere (Stilinović, 1994).

Rijeka Krka zadovoljava sve navedene preduvjete pa je njen tok obogaćen s 9 sedrenih barijera koje tvore slapove; Roški slap, Skradinski buk, Topoljski buk, Bilušića buk, Ćorića buk, Brljan, Manojlovački slapovi, Rošnjak i Miljackin slap (Cukrov et al., 2010).

Ovo je istraživanje obuhvatilo dvije sedrene barijere, Roški slap i Skradinski buk (Slika 2.).



Slika 2. Položaj istraživanih barijera u toku rijeke Krke. Karta je preuzeta i izmijenjena iz Ternjej et al., 2007.

3.4. Roški slap

Ovaj pretposljednji slap rijeke Krke dug je oko 650 m, širok do 450 m te visinske razlike 22,5 m. U ovom se dijelu kanjon rijeke širi u obliku lijevka. Početak sedrene barijere čini niz malih kaskadica, a u sredini se nalaze brojni rukavci i otočići. Glavni je slap smješten na samom kraju barijere gdje se Krka ruši u 15 m niže Visovačko jezero (Slike 2. i 3.).



Slika 3. Postaja na barijeri Roški slap s emergencijskim klopkama, foto: A.Previšić.

3.5. Skradinski buk

Skradinski buk je smješten 49 km nizvodno od izvora. Posljednja je i najduža sedrena barijera na rijeci Krki široka od 200 do 400 m te visoka 47,5 m. Stepenicama Skradinskog buka prelijevaju se vode Krke i Čikole, a nastanak ove sedrene barijere uzrokovao je ujezerenje vode rijeke Krke do Roškog slapa te donjeg toka rijeke Čikole (Visovačko jezero) (Slike 2. i 4.).



Slika 4. Postaja na barijeri Skradinski buk s emergencijskim klopama, foto: A.Previšić.

4. Materijali i metode

4.1. Metode prikupljanja, konzerviranja i determinacije tulara

U razdoblju od studenog 2013. do listopada 2014. godine, jednom mjesečno (osim u prosincu), prikupljane su odrasle jedinke tulara na dvije postaje, sedrenim barijerama Roškom slapu i Skradinskom buku.

Za prikupljanje uzoraka korištene su emergencijske klopke piramidalnog oblika, visine 50 cm i baze površine 45x45 cm. Klopke su pričvršćene za dno tako da je slobodan ulazak i izlazak ličinki iz njih omogućen. Njihov je okvir prekriven mrežom veličine oka 1 mm², a na vrhu svake od njih postavljen je plastični cilindar visine i širine 10 cm s otvorom površine 5 cm x 2,4 cm namijenjenom ulazu odraslih jedinki. Kao atraktant u cilindru korišten je 2 % formalin pomiješan sa deterdžentom koji smanjuje površinsku napetost. Na svakoj je postaji postavljeno 6 emergencijskih klopki (na mikrostaništima koja se razlikuju po brzini strujanja vode; Tablica 1.).

Tablica 1. Prikaz klopki (P1, P2, P3, P4, P5, P6) postavljenih po postajama (SB – Skradinski buk; RS – Roški slap) na mikrostaništima s različitim brzinama strujanja vode.

Postaja	Klopka	Oznaka	Brzina strujanja vode (m/s)	
			max	min
SB	P1	mahovina na sedri	0,28	0,04
	P2	mahovina na sedri	1,08	0,05
	P3	mahovina na sedri	2,06	0,18
	P4	čista mahovina	0,75	0,07
	P5	mahovina na sedri	0,89	0,12
	P6	mahovina na sedri	0,71	0,23
RS	P1	sedra	0,36	0,08
	P2	mahovina	0,23	0,02
	P3	mahovina	0,55	0,06
	P4	mahovina na sedri	0,9	0,11
	P5	pijesak	0,13	0,01
	P6	"šljunak" (zapravo zdrobljena sedra)	0,5	0,03



Slika 5. Emergencijska klopka i prikupljanje uzoraka na barijeri Skradinski buk, foto: A.Previšić.

Prikupljeni materijal konzerviran je u 80 % alkoholu. Jedinke su izolirane do redova, a nakon toga vrste tulara određene su pomoću ključa „Atlas of European Trichoptera“ (Malicky, 2004). Determinacija do razine vrste bazirana je na promatranju genitalija osim kod ženki rodova *Hydropsyche*, *Tinodes* i *Hydroptila* kod kojih pouzdana determinacija ženki nije moguća (Malicky, 2004).

4.2. Metode utvrđivanja raznolikosti, sličnosti, trofičke strukture i longitudinalne distribucije zajednice tulara

S ciljem definiranja raznolikosti zajednice tulara na proučavanim postajama određeni su Shannon-Wienerov i Simpsonov indeks raznolikosti te Pielouov indeks ujednačenosti.

Shannon-Wienerov indeks raznolikosti (H') koristi se prilikom uspoređivanja dviju ili više zajednica ili pak jedne zajednice u različitim vremenskim razdobljima i osjetljiv je na promjene broja rijetkih vrsta u uzorku, a računa se prema formuli:

$$H' = - \sum p_i \ln (p_i)$$

pri čemu je: p_i – udio jedinki određene vrste u ukupnom broju prikupljenih jedinki.

Simpsonov indeks raznolikosti (λ) osjetljiv je na promjenu broja dominantnih vrsta u uzorku, a izražava vjerojatnost da će dvije, iz zajednice nasumično odabrane jedinke, pripadati različitim vrstama. Formula prema kojoj se računa ovaj indeks je:

$$\lambda = \sum (n_i / N)^2$$

pri čemu je: n_i - ukupan broj jedinki vrste i
 N – ukupan broj jedinki svih vrsta.

Pielouov indeks (J') odnosno indeks ujednačenost zajednice predstavlja omjer izračunate i maksimalne moguće raznolikosti zajednice (pri čemu su sve vrste u zajednici zastupljene s jednakim udjelima) i to prema formuli:

$$J' = \frac{H'}{\log(S)}$$

gdje je: H' – Shannon-Wienerov indeks
 S - ukupan broj vrsta u zajednici.

Osim navedenih indeksa, provedena je i analiza multidimenzionalnog skaliranja (MDS – engl. multidimensional scaling analysis) čiji je cilj definirati sličnost zajednica tulara na pojedinim mikrostaništima istraživanih postaja. MDS analiza sličnosti provedena je na temelju Bray-Curtisovog indeksa sličnosti (B) kojim se izražava faunistička sličnost zajednica. MDS analiza, kao i svi navedeni indeksi izračunati su pomoću programskog paketa Primer v6 (Clarke i Gorely, 2006).

Analiza trofičke strukture zajednice provedena je prema Moog et al. (2010); odnosno izračunata prema formuli:

$$R = \sum n_i / \sum h$$

gdje je: R – udio tulara određene funkcionalne skupine na postaji
 n_i – broj jedinki vrste koja pripada određenoj funkcionalnoj skupini,
 h – ukupan broj jedinki na postaji.

Analiza longitudinalne distribucije zajednice također je provedena prema Moog et al. (2010), a udio pojedine skupine u zajednici izračunat je prema formuli:

$$R = \sum n_i / \sum h$$

pri čemu je: R – udio jedinki koje preferiraju određeni dio toka
 n_i - broj jedinki vrste koja preferira određeni dio toka
 h - ukupan broj jedinki na postaji.

Pripadnost pojedine vrste određenim trofičkim kategorijama kao i određenoj zoni longitudinalne distribucije određena je prema Graf et al., 2008.

4.3. Mjerenje fizikalno – kemijskih obilježja vode

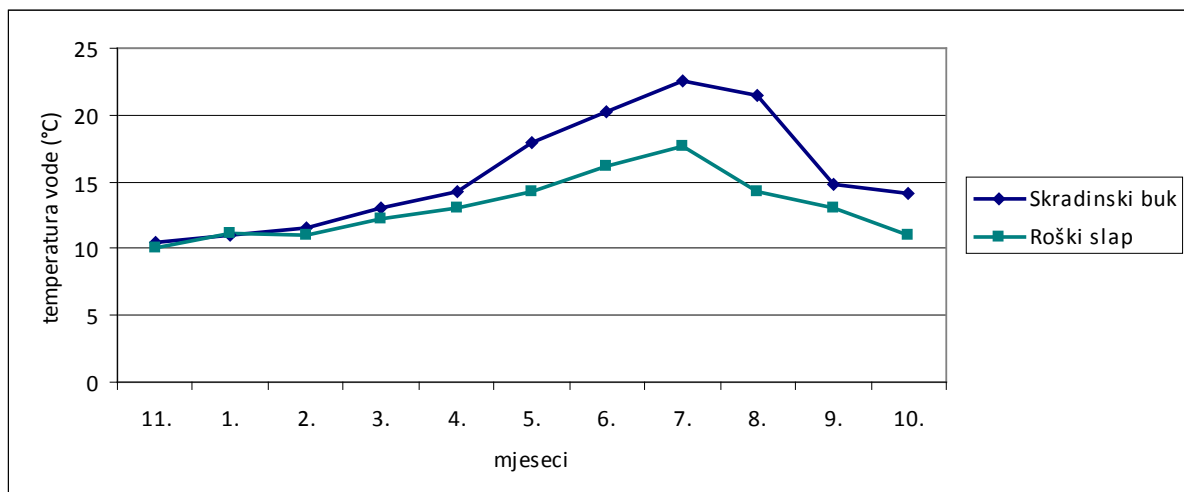
Tijekom uzorkovanja tulara na barijerama su mjerena i osnovna fizikalno-kemijska obilježja vode pomoću WTW sonde. Sondom WTW Oxi 330 mjerena je temperatura vode (°C), količina otopljenog kisika u vodi (mg/l) i zasićenje vode kisikom (%). pH vode mjereno je sondom WTW pH 340i, a njena provodljivost sondom WTW Cond 340i (µS/cm). Alkalinitet vode (mg/l CaCO₃) mjereno je titiranjem uzorka vode s kloridnom kiselinom (HCl) uz metiloranž kao indikator. Iz tehničkih razloga mjerenja pojedinih parametara u nekim mjesecima nedostaju.

5. Rezultati

5.1. Fizikalno – kemijska obilježja vode sedrenih barijera Roški slap i Skradinski buk

5.1.1. Temperatura vode

Na obje promatrane postaje kolebanja temperature kroz godinu su značajna, ali veća kolebanja zabilježena su na Skradinskome buku gdje je razlika između najhladnijeg i najtoplijeg mjeseca 12,2 °C dok na Roškome slapu ta razlika iznosi 7,5 °C. Maksimalna temperatura na obje je postaje izmjerena u srpnju; na Skradinskom buku ona iznosi 22,6 °C, a na Roškome slapu 17,6 °C. Najniža temperatura izmjerena na Roškom slapu iznosi 10,1 °C, dok je na Skradinskom buku ona viša svega 0,3 °C. Na obje je postaje minimalna temperatura izmjerena u siječnju. Srednja godišnja temperatura na Skradinskom buku je 15,6 °C, dok je na Roškom slapu ona niža i iznosi 13 °C (Slika 6.).



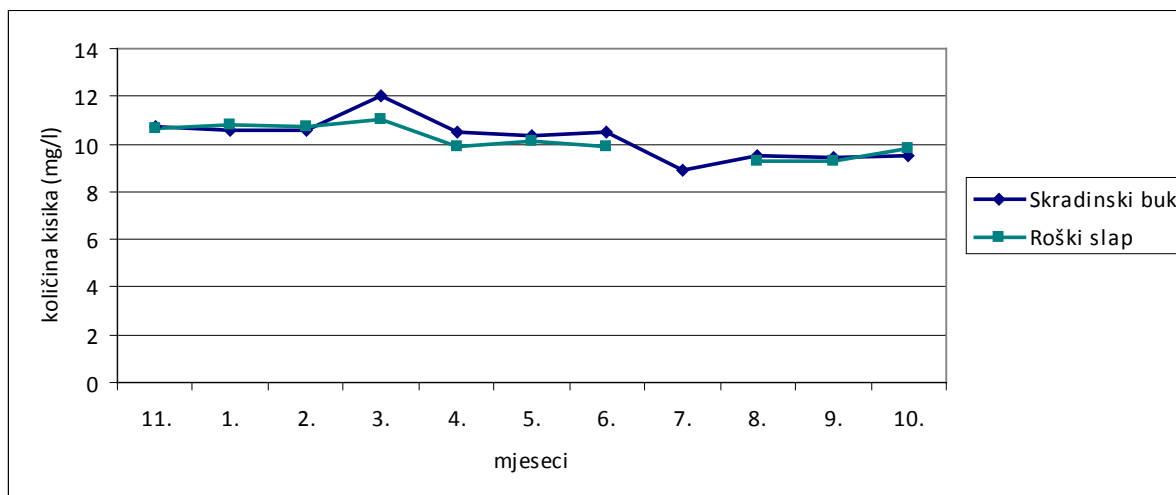
Slika 6. Temperatura vode mjerena na Roškome slapu i Skradinskom bukoo razdoblju od studenog 2013. do listopada 2014. godine.

5.1.2. Koncentracija otopljenog kisika i zasićenost vode kisikom

Tijekom godine količina otopljenog kisika u vodi, baš kao i zasićenost vode kisikom vrlo se malo mijenjaju i imaju isti trend kretanja na obje postaje. Na Skradinskome buku maksimalna koncentracija otopljenog kisika izmjerena je u ožujku i iznosi 12,01 mg/l, dok je minimalna koncentracija izmjerena u srpnju i iznosi 8,91 mg/l. Na istoj je postaji maksimalna zasićenost

vode kisikom izmjerena također u ožujku kada je iznosila 114 %, a minimalna vrijednost zabilježena je u rujnu i listopadu te je iznosila 92,8 %.

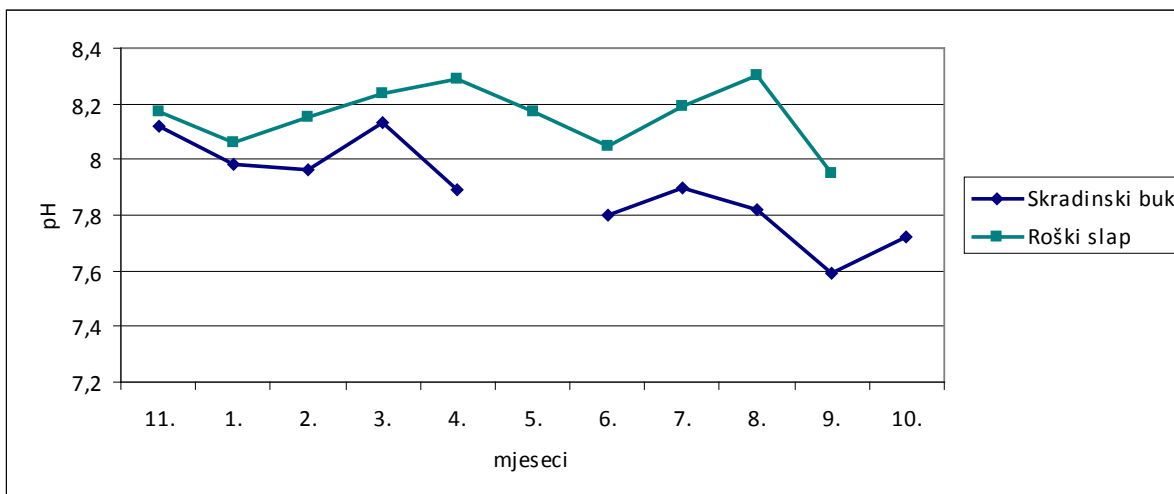
Na Roškome slapu maksimalne vrijednosti oba parametra zabilježene su u ožujku, a iznosile su 11,02 mg/l odnosno 102,7 %. Minimalna koncentracija otopljenog kiska izmjerena je u kolovozu i rujnu kada je iznosila 9,3 mg/l; dok je najniža zasićenost vode kisikom zabilježena u listopadu kada je iznosila 84,4 % (Slika 7.).



Slika 7. Koncentracija otopljenog kisika (mg/l) izmjerena na Roškom slapu i Skradinskom buku u razdoblju od studenog 2013. do listopada 2014.godine.

5.1.3. pH vrijednosti vode

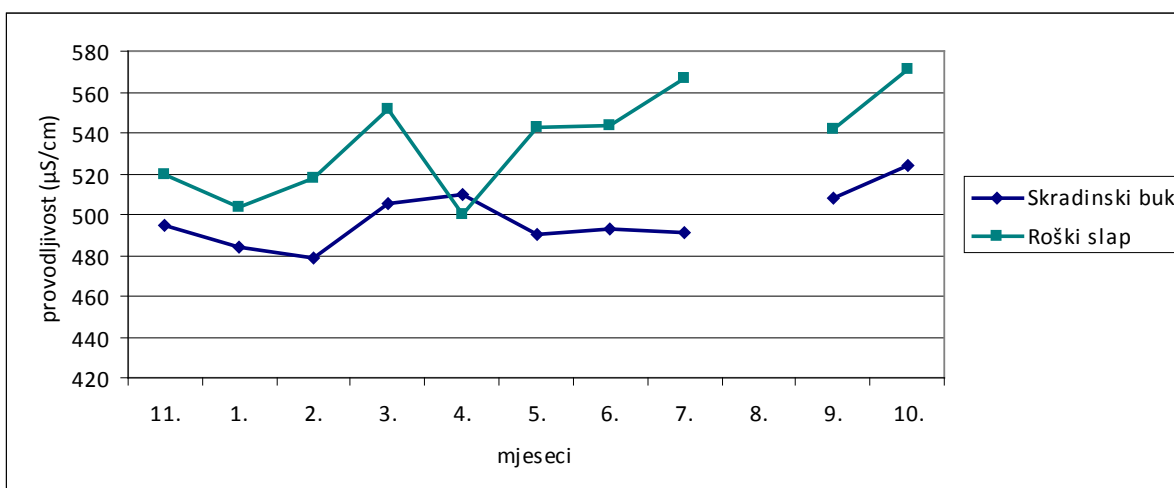
Minimalna pH vrijednost vode na obje je postaje izmjerena u rujnu, a vrijednosti koje su izmjerene jesu 7,59 na Skradinskom buku i 7,95 na Roškom slapu. Maksimalna vrijednost na Skradinskom buku izmjerena je u ožujku i iznosila je 8,13; dok je maksimalna pH vrijednost na Roškome slapu iznosila 8,29, a izmjerena je u travnju (Slika 8.).



Slika 8. pH vrijednosti izmjerene na Roškom slapu i Skradinskom buku u razdoblju od studenog 2013. do listopada 2014. godine.

5.1.4. Provodljivost vode

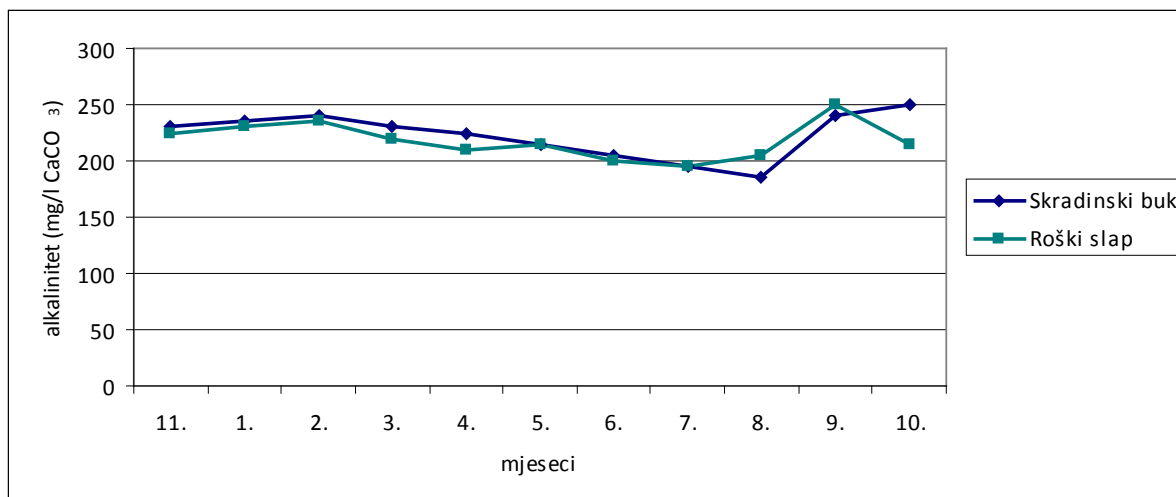
Sezonska su kolebanja provodljivosti vode na obje su postaje. Maksimalne su vrijednosti na obje postaje izmjerene u listopadu kada je na Skradinskom buku izmjereno 524 $\mu\text{S}/\text{cm}$ te na Roškome slapu 571 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Minimum na Skradinskom buku, koji iznosi 479 $\mu\text{S}/\text{cm}$, zabilježen je u veljači dok je najniža vrijednost na Roškome slapu zabilježena 2 mjeseca kasnije i iznosi 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Slika 9.).



Slika 9. Provodljivost vode ($\mu\text{S}/\text{cm}$) izmjeren na Roškom slapu i Skradinskom buku u razdoblju od studenog 2013. do listopada 2014. godine.

5.1.5. Alkalinitet vode

Maksimalna vrijednost alkaliniteta vode na obje postaje iznosi 250 mg/l CaCO₃; na Roškom slapu ona je zabilježena u rujnu, a na Skradinskom buku mjesec kasnije. Minimalna je vrijednost na Roškome slapu zabilježena u srpnju i iznosila je 195 mg/l CaCO₃, dok je na Skradinskom buku ona zabilježena u kolovozu kada je izmjerena vrijednost od 185 mg/l CaCO₃. Sezonska kolebanja vrijednosti alkaliniteta vode na obje su postaje mala (Slika 10.).



Slika 10. Alkalinitet vode (mg/l CaCO₃) izmjeren na Roškom slapu i Skradinskom buku u razdoblju od studenog 2013. do listopada 2014. godine.

5.2. Sastav zajednice tulara na sedrenim barijerama u Nacionalnom parku Krka

5.2.1. Brojnost i sastav jedinki prikupljenih na istraživanim postajama

Tijekom radoblja istraživanja prikupljeno je ukupno 5610 jedinki tulara. Zabilježeno je 27 vrsta (30 svojti) iz 11 porodica tulara. Na Skradinskom buku zabilježeno je 18 vrsta (20 svojti) iz 10 porodica, a prikupljena je 5051 jedinka (Tablica 2.). Na Roškom slapu zabilježeno je 16 vrsta (18 svojti) iz 11 porodica, a prikupljeno je 559 jedinki (Tablica 2.) Vrsta *Allotrichia pallicornis* (Eaton, 1873) prvi je put zabilježena na području Hrvatske.

Tablica 2. Broj mužjaka (M) i ženki (F), te ukupni broj jedinki tulara prikupljenih pomoću emergencijskih klopki na dvije sedrene barijere u NP Krka od studenoga 2013. do listopada 2014. godine.

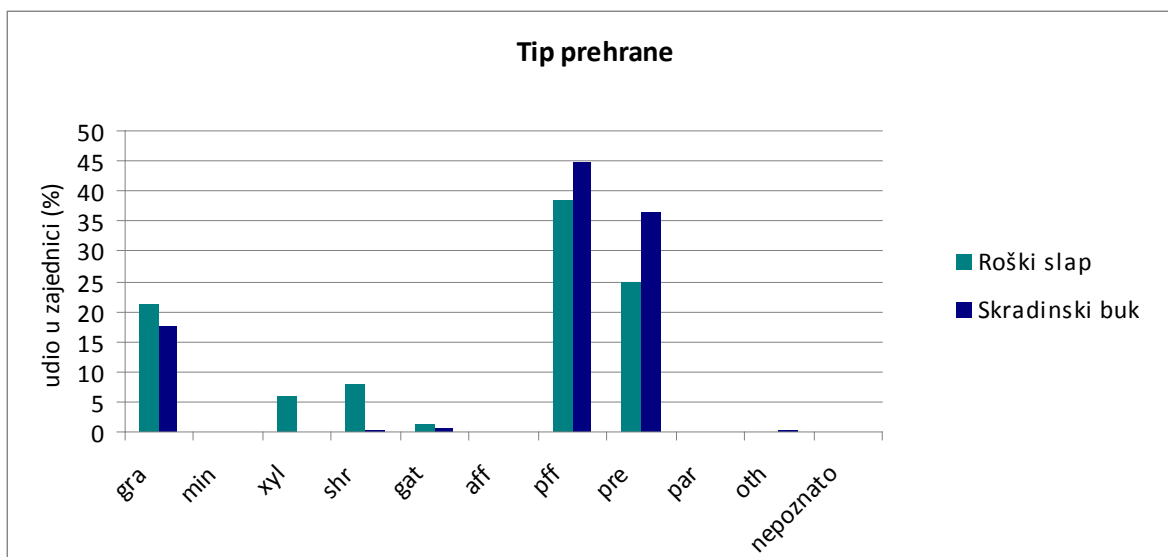
Vrsta	Skradinski buk			Roški slap			Ukupno
	M	F	Ukupno	M	F	Ukupno	
RHYACOPHILIDAE							
<i>Rhyacophila aurata</i> Brauer, 1857	39	64	103	0	0	0	103
<i>Rhyacophila fasciata</i> Hagen, 1859	0	0	0	70	44	114	114
PHILOPOTAMIDAE							
<i>Wormaldia subnigra</i> McLachlan, 1865	2	5	7	29	149	178	185
POLYCENTROPODIDAE							
<i>Neureclipsis bimaculata</i> Linnaeus, 1758	199	174	373	0	0	0	373
<i>Polycentropus irroratus</i> Curtis, 1835	0	1	1	0	0	0	1
PSYCHOMYIIDAE							
<i>Lype phaeopa</i> Stephens, 1836	0	0	0	0	1	1	1
<i>Lype reducta</i> Hagen, 1868	1	0	1	6	0	6	7
<i>Tinodes braueri</i> McLachlan, 1878	0	0	0	1	0	1	1
<i>Tinodes unicolor</i> Pictet, 1834	0	0	0	21	0	21	21
<i>Tinodes waeneri</i> Linnaeus, 1758	0	0	0	3	0	3	3
<i>Tinodes sp.</i>	0	0	0	0	30	30	30
ECNOMIDAE							
<i>Ecnomus tenellus</i> Rambur, 1842	0	1	1	0	0	0	1
HYDROPSYCHIDAE							
<i>Hydropsyche cf. incognita</i> Pitsch, 1993	1960	0	1960	0	0	0	1960
<i>Hydropsyche instabilis</i> Curtis, 1834	0	0	0	7	0	7	7
<i>Hydropsyche saxonica</i> McLachlan, 1884	0	0	0	22	0	22	22
<i>Hydropsyche sp.</i>	0	2455	2455	0	35	35	2490
LEPIDOSTOMATIDAE							
<i>Lepidostoma hirtum</i> Fabricius, 1775	3	0	3	58	50	108	111
LIMNEPHILIDAE							
<i>Halesus digitatus</i> Schrank, 1781	5	2	7	7	11	18	25
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834	0	1	1	0	1	1	2
<i>Mesophylax aspersus</i> Rambur, 1842	1	2	3	0	1	1	4
SERICOSTOMATIDAE							
<i>Sericostoma flavicorne</i> Schneider, 1845	0	0	0	7	4	11	11
LEPTOCERIDAE							
<i>Adicella syriaca</i> Ulmer, 1907	0	3	3	0	0	0	3
<i>Arthripsodes albifrons</i> Linnaeus, 1758	0	0	0	0	1	1	1
<i>Athripsodes cinereus</i> Curtis 1834	1	0	1	0	0	0	1
<i>Ceraclea dissimilis</i> Stephens, 1836	12	20	32	0	0	0	32
<i>Mystacides azurea</i> Linnaeus, 1761	1	1	2	0	0	0	2

Vrsta	Skradinski buk			Roški slap			Ukupno
	M	F	Ukupno	M	F	Ukupno	
<i>Oecetis notata</i> Rambur, 1842	36	37	73	0	0	0	73
HYDROPTLIDAE							
<i>Allotrichia pallicornis</i> Eaton, 1873	2	0	2	0	0	0	2
<i>Hydroptila sparsa</i> Curtis, 1834	1	0	1	1	0	1	2
<i>Hydroptila sparsa</i> grupa	0	22	22	0	0	0	22
			5051			559	5610

5.2.2. Trofička struktura zajednice tulara na promatranim postajama

Na barijeri Roški slap u zajednici tulara dominantna funkcionalna skupina jesu pasivni procjeđivači koji čine približno 39% populacije. Toj skupini pripadaju vrste *Wormaldia subnigra* (McLachlan, 1865) i *Hydropsyche saxonica* (McLachlan, 1884) te ženke roda *Hydropsyche* koje imaju znatan udio u zajednici tulara na Roškom slapu. Nakon pasivnih procjeđivača sljedeća prema zastupljenosti je funkcionalna skupina predatora kojoj pripadaju jedinke vrste *Rhyacophila fasciata* (Hagen, 1859) koje su isključivo predatori, ali djelomično i vrste roda *Hydropsyche* (Slika 11.).

Najzastupljenija funkcionalna skupina tulara na Skradinskom buku također su pasivni procjeđivači koji čine nešto manje od 45% ukupne populacije, što ni ne čudi budući da toj funkcionalnoj skupini pripadaju vrste roda *Hydropsyche* koje su brojčano dominantne na navedenoj lokaciji. Nakon pasivnih procjeđivača slijede predatori kojima pripada otprilike 36% prikupljenih jedinki, a to su vrste roda *Rhyacophila*, djelomično vrste roda *Hydropsyche* te vrste porodice *Polycentropodidae* (Slika 11.).



Slika 11. Trofička struktura zajednice tulara na barijerama Roški slap i Skradinski buk u razdoblju od studenog 2013. do listopada 2014.godine (gra – strugači, min – bušaći, xyl – ksilofagi, shr – usitnjivači, gat – sakupljači, aff – aktivni procjeđivači, pff - pasivni procjeđivači, pre - predatori, par – paraziti, oth – ostalo).

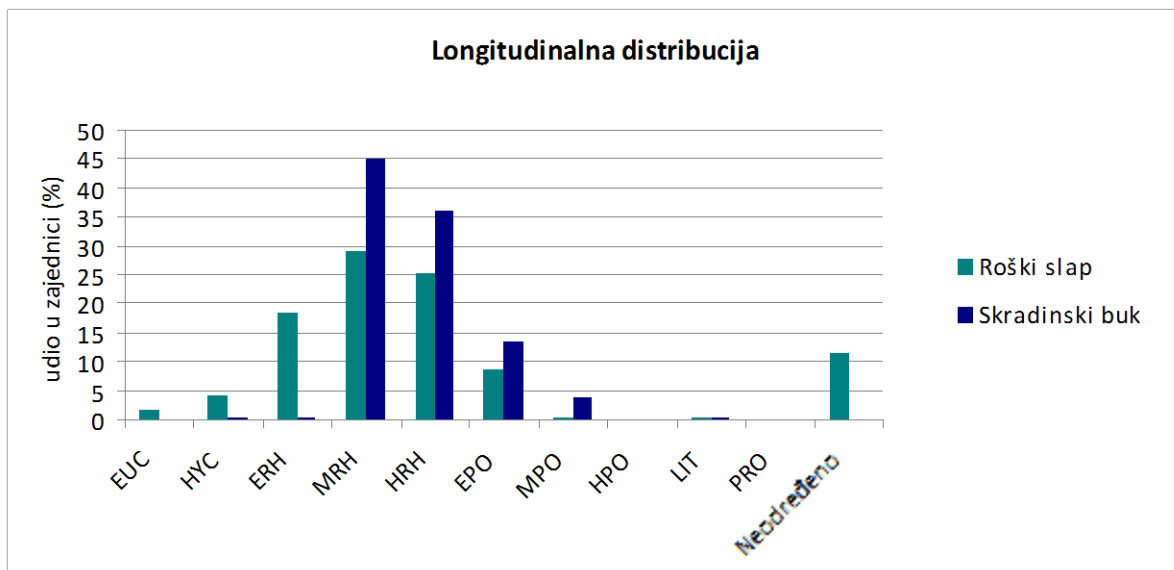


Slika 12. Mrežica za procjeđivanje vrsta porodice Polycentropodidae na Skradinskom buku, foto: A. Previšić.

5.2.3. Longitudinalna distribucija tulara na promatranim postajama

Na obje istraživane postaje u zajednici tulara prevladavaju vrste koje preferiraju ritral tj. područje gornjih tokova tekućica. Većina jedinki prikupljenih na Roškom slapu preferira metarital, a radi se o jedinkama rodova *Hydropsyche*, *Tinodes*, *Lepidostoma* te vrsti *Wormaldia subnigra* koje imaju znatan udio u fauni Roškog slapa. Odmah nakon njih po zastupljenosti slijede jedinke koje preferiraju hiporital, a nešto je manje onih koje obitavaju epiritralu (Slika 13.). Osim toga, zajednicu čine vrste koje u određenom udjelu preferiraju krenal, tj. izvorišna područja, te potamal, odnosno donje tokove tekućica.

Na Skradinskom su buku također najzastupljenije jedinke koje preferiraju metarital, zatim one sklone hiporitalu. U nešto većem broju ovdje dolaze i vrste karakteristične za donje tokove tekućica, i to većim dijelom za epipotamal, a manjim dijelom za metapotamal, npr. vrste iz porodica *Hydroptilidae*, *Leptoceridae*, *Limnephiliae*, *Psychomyiidae* i *Polycentropodidae* (Slika 13.).



Slika 13. Longitudinalna distribucija jedinki tulara na barijerama Roški slap i Skradinski buk u razdoblju od studenog 2013. do listopada 2014. godine (EUC – eukrenal, HYC – hipokrenal, ERH – epiritral, MRH – metarital, HRH – hiporital, EPO – epipotamal, MPO – metapotamal, HPO – hipopotamal, LIT – litoral, PRO – profudal).

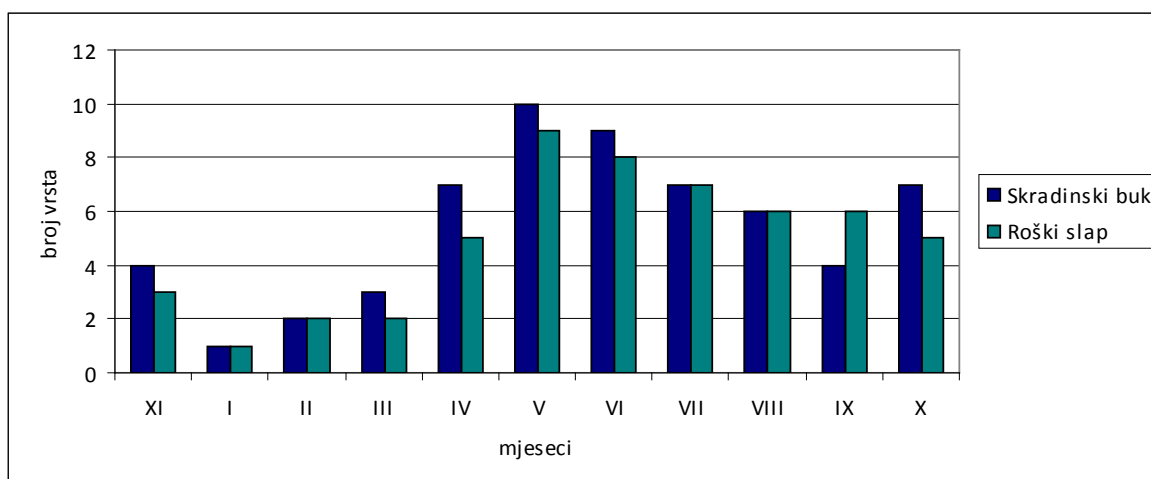
5.2.4. Emergencijske značajke zajednice tulara na sedrenim barijerama NP Krka

Izlijetanje tulara na obje istraživane postaje zabilježeno je u svim mjesecima istraživanog razdoblja. Period izlijetanja i trajanje toga perioda razlikuju se ovisno o vrsti. Minimum emergencije zabilježen je u siječnju dok najviše vrsta izlijeće tijekom toplijeg dijela godine (travanj - rujna) (Tablica 2., Slika 14a). Najveći broj jedinki prikupljen je u razdoblju od travnja do srpnja, te u listopadu (Slika 14b). Najduži emergencijski period zabilježen na Roškome slapu je za vrstu *Rhyacophila fasciata* koja se javlja u svim mjesecima istraživanog razdoblja, dok je najduži emergencijski period na Skradinskom buku zabilježen za vrstu *Rhyacophila aurata* (Brauer, 1857) te za svojtu *Hydropsyche sp.* (u oba slučaja radi se o 9 mjeseci; Tablica 3.).

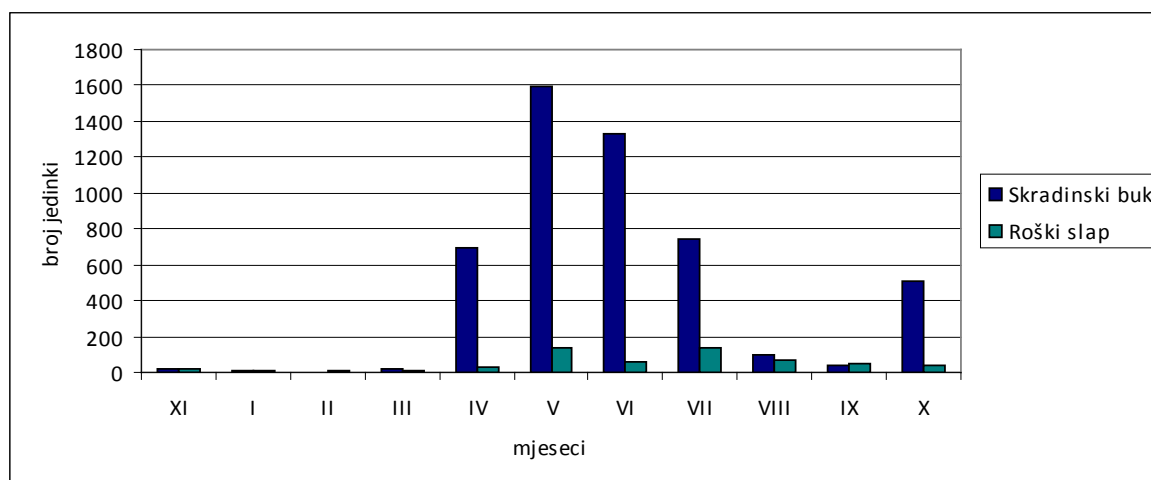
Tablica 3. Prikaz emergencijskih perioda tulara prikupljenih emergencijskim klopama na sedrenim barijerama u NP Krka (● – Roški slap; ■ – Skradinski buk).

Vrsta	Mjeseci											
	XI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
<i>Rhyacophila aurata</i> Brauer, 1857	■	■	■	■	■	■	■		■		■	
<i>Rhyacophila fasciata</i> Hagen, 1859	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
<i>Wormaldia subnigra</i> McLachlan, 1865	●		●		●	●	■●	■●	●	●	●	
<i>Neureclipsis bimaculata</i> Linnaeus, 1758	■				■	■	■	■	■	■	■	
<i>Polycentropus irroratus</i> Curtis, 1835										■		
<i>Lype phaeopa</i> Stephens, 1836								●				
<i>Lype reducta</i> Hagen, 1868				●		■●	●	●				
<i>Tinodes braueri</i> McLachlan, 1878											●	
<i>Tinodes unicolor</i> Pictet, 1834										●	●	
<i>Tinodes waeneri</i> Linnaeus, 1758						●			●			
<i>Tinodes sp.</i>					●	●	●	●	●	●	●	
<i>Ecnomus tenellus</i> Rambur, 1842							■					
<i>Hydropsyche cf. incognita</i> Pitsch, 1993				■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Hydropsyche instabilis</i> Curtis, 1834						●			●			
<i>Hydropsyche saxonica</i> McLachlan, 1884					●	●	●	●		●		
<i>Hydropsyche sp.</i>	■			■	■●	■●	■●	■●	■●	■●	■	
<i>Lepidostoma hirtum</i> Fabricius, 1775					■●	■●	●	●	●	●	●	
<i>Halesus digitatus</i> Schrank, 1781	■●									●	■●	
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834						■	●					
<i>Mesophylax aspersus</i> Rambur, 1842			■		■	■●						
<i>Sericostoma flavicorne</i> Schneider, 1845						●						
<i>Adicella syriaca</i> Ulmer, 1907									■			
<i>Arthripsodes albifrons</i> Linnaeus, 1758									●			
<i>Athripsodes cinereus</i> Curtis 1834							■					
<i>Ceraclea dissimilis</i> Stephens, 1836						■	■	■			■	
<i>Mystacides azurea</i> Linnaeus, 1761								■			■	

Vrsta	Mjeseci											
	XI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
<i>Oecetis notata</i> Rambur, 1842						■	■	■	■	■	■	
<i>Allotrichia pallicornis</i> Eaton, 1873					■							
<i>Hydroptila sparsa</i> Curtis, 1834				■			●					
<i>Hydroptila sparsa</i> grupa					■	■	■	■	■			



a)

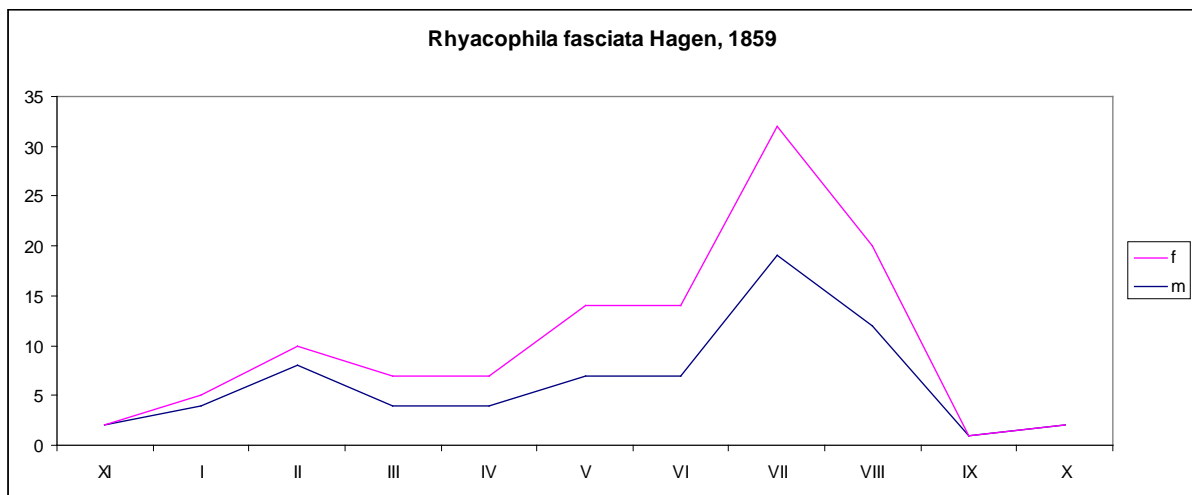


b)

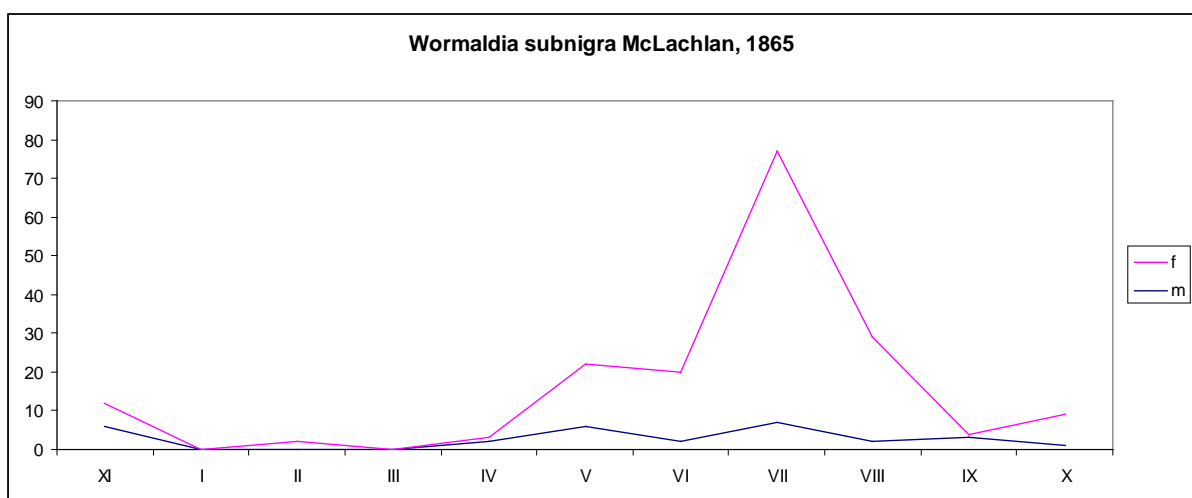
Slika 14. Sezonska dinamika emergencije tulara na Roškom slapu i Skradinskom buku u razdoblju od studenog 2013. do listopada 2014. godine prikazana kao; a) broj prikupljenih vrsta i b) broj prikupljenih jedinki po mjesecima.

5.2.5. Emergenција dominantnih vrsta na istraživanim postajama

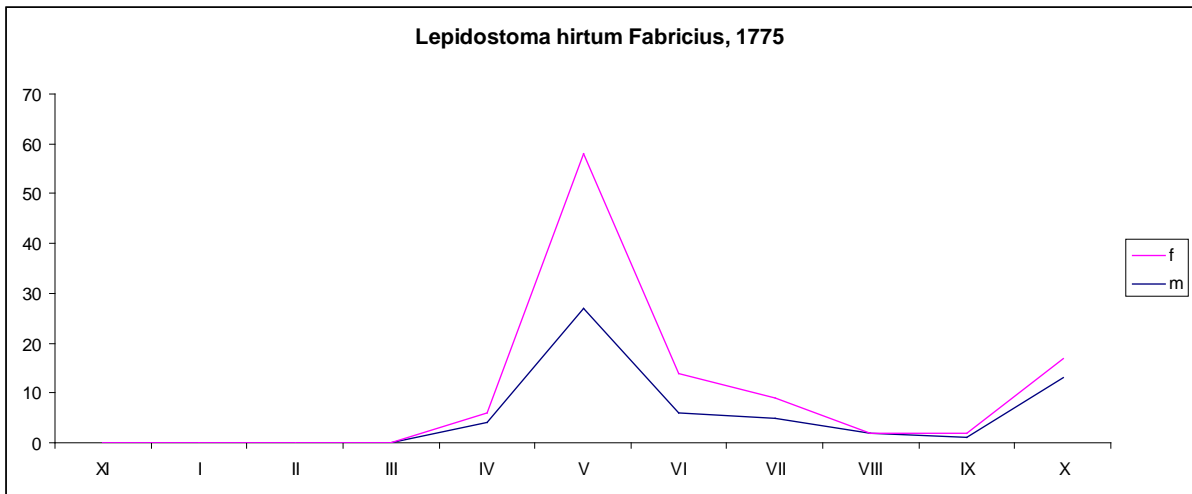
Najbrojnije vrste (udio u ukupnom broju jedinki >5% po postaji) na Roškom slapu u istraživanom razdoblju bile su; *Wormaldia subnigra*, *Rhyacophila fasciata*, *Lepidostoma hirtum* (Fabricius, 1775) te vrste rodova *Hydropsyche* i *Tinodes* (Slike 15., 16., 17., 18. i 19.). Iako je udio mužjaka nekih vrsta rodova *Tinodes* i *Hydropsyche* manji od graničnih 5% oni su također prikazani obzirom da se ženke navedenih rodova nisu mogle odrediti do vrste, a čine značajni udio u zajednici.



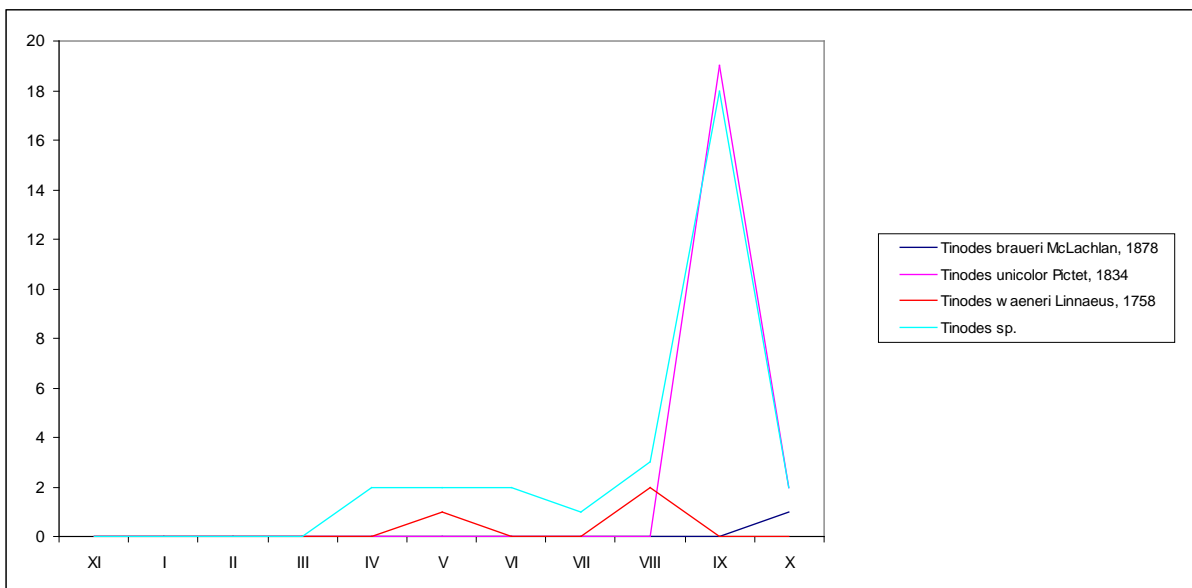
Slika 15. Broj jedinki vrste *Rhyacophila fasciata* (Hagen, 1859) prikupljenih na barijeri Roški slap u istraživanom razdoblju (f - broj ženki, m - broj mužjaka).



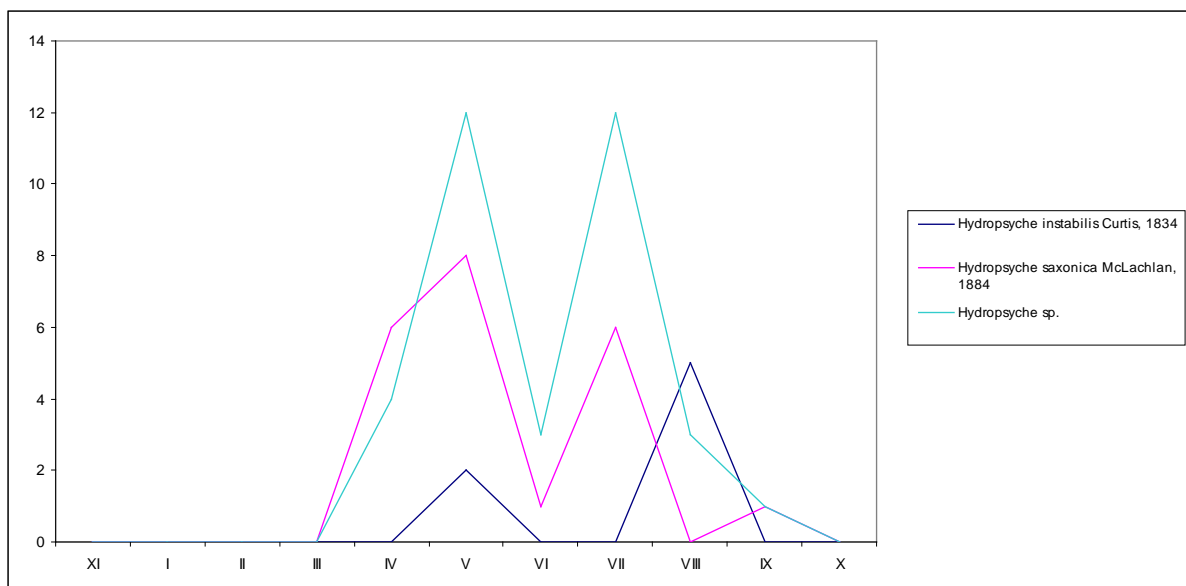
Slika 16. Broj jedinki vrste *Wormaldia subnigra* (McLachlan, 1865) prikupljenih na barijeri Roški slap u istraživanom razdoblju (f - broj ženki, m - broj mužjaka).



Slika 17. Broj jedinki vrste *Lepidostoma hirtum* (Fabricius, 1775) prikupljenih na barijeri Roški slap u istraživanom razdoblju (f - broj ženki, m - broj mužjaka).

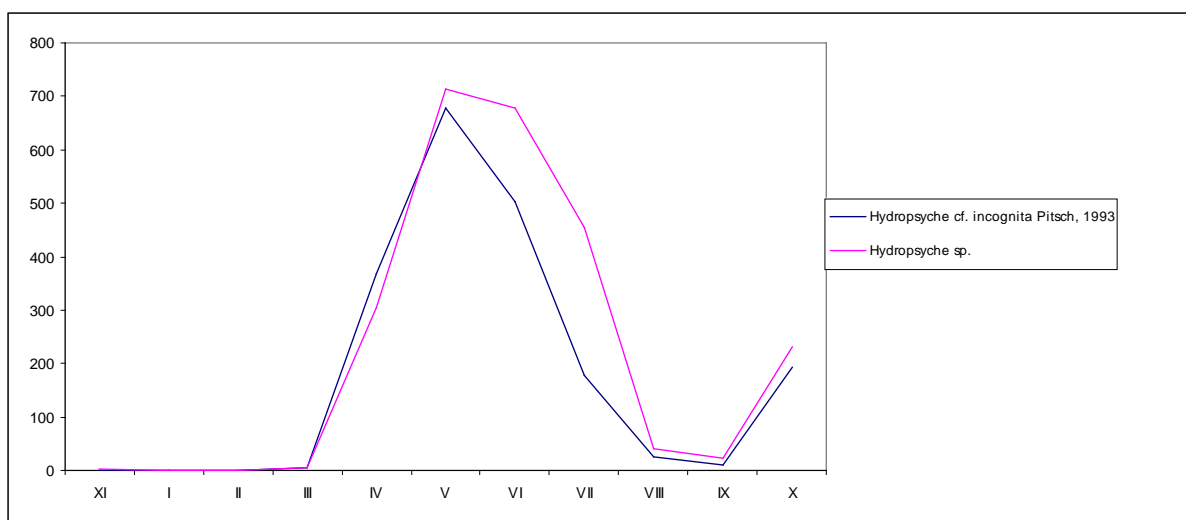


Slika 18. Broj jedinki roda *Tinodes* prikupljenih na barijeri Roški slap u istraživanom razdoblju (f - broj ženki, m - broj mužjaka).

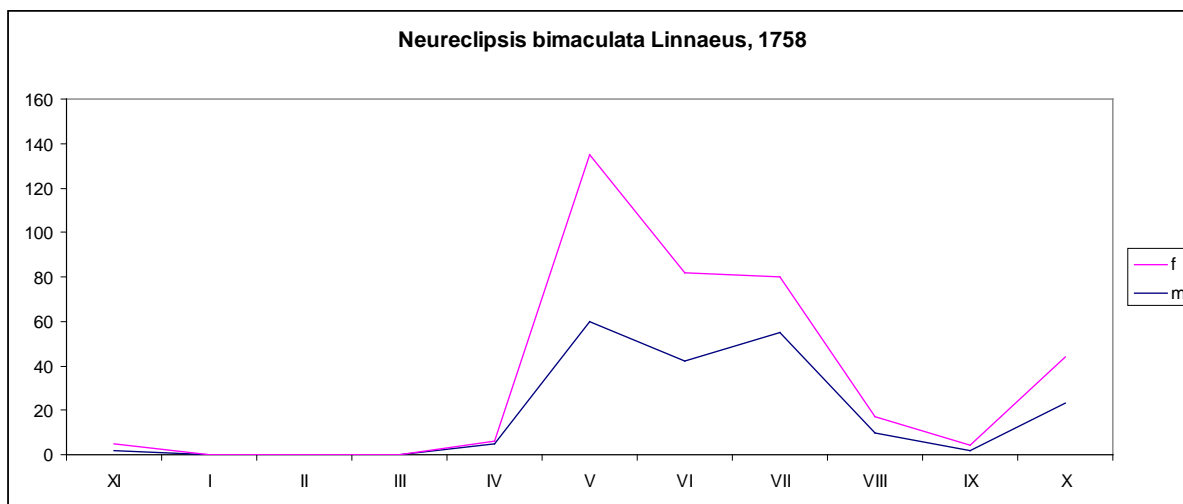


Slika 19. Broj jedinki roda *Hydropsyche* prikupljenih na barijeri Roški slap u istraživanom razdoblju (f - broj ženki, m - broj mužjaka).

Na Skradinskom buku se, od zabilježenih vrsta, brojnošću posebno ističu vrste roda *Hydropsyche* kao i vrsta *Neureclipsis bimaculata* (Linnaeus, 1758) (Slike 20. i 21.).



Slika 20. Broj jedinki roda *Hydropsyche* prikupljenih na barijeri Skradinski buk u istraživanom razdoblju (f - broj ženki, m - broj mužjaka).



Slika 21. Broj jedinki vrste *Neureclipsis bimaculata* (Linnaeus, 1758) prikupljenih na barijeri Skradinski buk u istraživanom razdoblju (f - broj ženki, m - broj mužjaka).

5.2.6. Struktura zajednice tulara na različitim mikrostaništima istraživanih sedrenih barijera

Za zajednicu tulara na Skradinskom buku najveći indeksi raznolikosti, kao i najveći broj svojti, zabilježeni su za klopku P1. Pielouov indeks ujednačenosti najveći je za klopku P5. Najmanji indeksi raznolikosti, a isto tako i indeks ujednačenosti zajednice, zabilježeni su za klopke P3 (velika razlika između minimalne i maksimalne brzine strujanja vode te najmanji broj svojti) i P6.

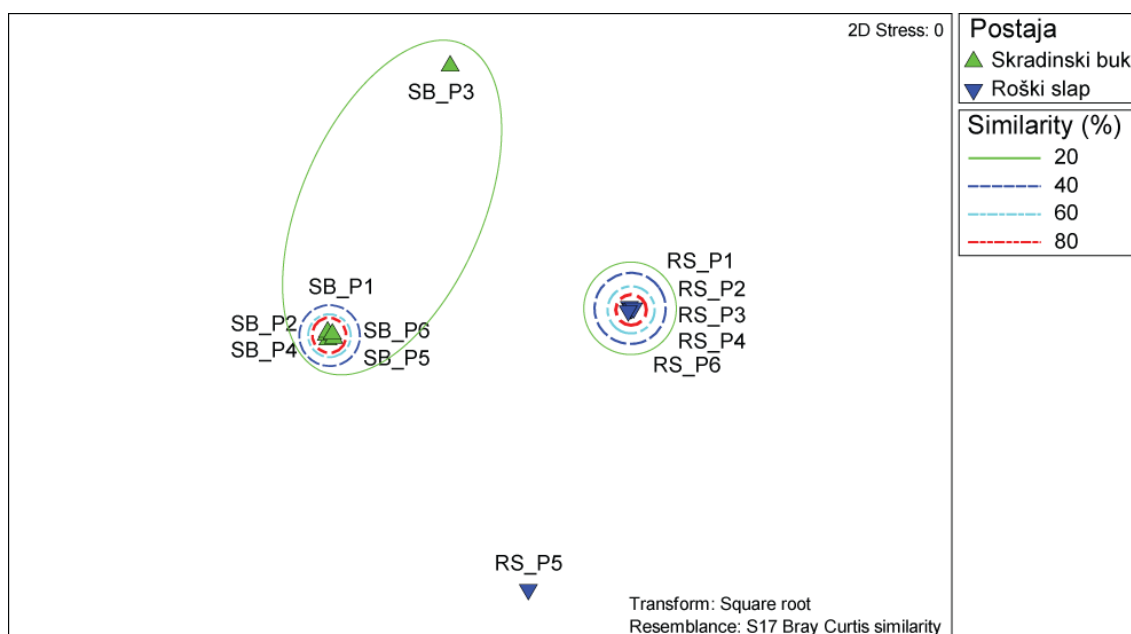
Gotovo sve klopke na Skradinskom buku smještene su na istoj podlozi (mahovina sa sedrom) pa sam tip podloge nema značajniju ulogu u raznolikosti zajednice; točnije, u ovom je slučaju značajniji faktor brzina strujanja vode (Tablica 3.).

Za zajednicu tulara na barijeri Roški slap indeksi raznolikosti i sličnosti na različitim mikrostaništima vrlo malo se razlikuju. Najveći indeksi raznolikosti te Pielouov indeks ujednačenosti zabilježeni su za klopku P6 na kojoj je zabilježen najveći broj svojti te je prikupljen mali broj jedinki. Radi se o mikrostaništu na kojem prevladava smrvljena sedra, a brzine strujanja vode su relativno male (u usporedbi s brzinama strujanja vode na ostalim mikrostaništima; Tablica 1.).

Tablica 4. Indeksi raznolikosti i ujednačenosti zajednice tulara na različitim mikrostaništima barijera Roški slap i Skradinski buk za istraživano razdoblje od studenog 2013. do listopada 2014. godine (S - ukupan broj svojti, N - ukupan broj jedinki, J' – Pielouov indeks, H' – Shannon – Wienerov indeks, λ – Simpsonov indeks).

Klopke	S	N	J'	H'(loge)	Λ
SB_P1	13	1131	0,4649	1,192	0,6395
SB_P2	11	773	0,459	1,101	0,5928
SB_P3	4	49	0,3575	0,4956	0,2287
SB_P4	12	1868	0,4426	1,1	0,5997
SB_P5	7	863	0,5191	1,01	0,5564
SB_P6	8	367	0,2591	0,5389	0,2134
RS_P1	12	192	0,7231	1,797	0,7595
RS_P2	7	74	0,7212	1,403	0,6968
RS_P3	8	88	0,5937	1,235	0,6309
RS_P4	10	132	0,6885	1,585	0,7322
RS_P5	3	5	0,865	0,9503	0,7
RS_P6	12	68	0,8051	2,001	0,8077

Analiza multidimenzionalnog skaliranja (MDS) pokazala je da na istraživanom području nema grupiranja po mikrostaništima, ali je zabilježeno grupiranje po postajama (Slika 22.).



Slika 22. MDS analiza sličnosti faune tulara prikupljene pomoću emrgencijskih klopki (P1, P2, P3, P4, P5 i P6) na barijerama (RS-barijera Roški slap, SB-barijera Skradinski buk) od studenog 2013. do listopada 2014. godine.

Iz Tablice 5. vidi se da su sva tri ukupna indeksa - Simpsonov, Shannon-Wienerov i Pielouov indeks, veća na Roškome slapu. Odnosno, na toj je postaji raznolikost zajednice tulara veća nego na Skradinskom buku.

Na Skradinskom je buku zabilježen nešto veći broj svojti, ali je broj prikupljenih jedinki (u kojemu znatan udio imaju jedinke roda *Hydropsyche*) daleko veći od broja jedinki prikupljenih na Roškom slapu. Direktna posljedica toga je i smanjena raznolikost zajednice Skradinskog buka.

Tablica 5. Indeksi raznolikosti i ujednačenosti zajednice tulara na istraživanim postajama za promatrano razdoblje od studenog 2013. do listopada 2014.godine (S - ukupan broj svojti, N - ukupan broj jedinki, J' – Pielouov indeks, H' – Shannon – Wienerov indeks, λ – Simpsonov indeks).

Postaje	S	N	J'	H'(loge)	λ
Skradinski buk	20	5051	0,3854	1,155	0,6072
Roski slap	18	559	0,6832	1,975	0,8096

6. Rasprava

6.1. Sastav zajednice tulara na sedrenim barijerama u NP Krka

U razdoblju od studenog 2013. pa do listopada 2014. godine na dvjema istraživanim sedrenim barijerama – Roškom slapu i Skradinskom buku zabilježeno je ukupno 27 vrsta. Obzirom da se radi o samo 2 postaje sličnog tipa staništa te da je u ranije provedenom istraživanju na 9 postaja na cijelom toku rijeke Krke pronađeno ukupno 50 vrsta (Kučinić et al., 2011), očito je da su zajednice tulara na ovim lokacijama izrazito bogate vrstama.

Sedrene barijere umjerenog područja već su od ranije poznate kao raznolika, vrstama bogata staništa (Šemnički et al., 2011), a ovo je istraživanje pokazalo da isto vrijedi i za sedrene barijere mediteranskih rijeka.

Tijekom ovog istraživanja vrsta *Allotrichia pallicornis* prvi je puta zabilježena na području Hrvatske (Kučinić et al., 2011, 2012; Previšić et al., 2007b, 2010, 2013). Naime, iako je ova vrsta široko rasprostranjena na području gotovo čitave Europe (osim krajnjeg sjevera), radi se o rijetkoj vrsti čije populacije nisu velike (Graf et al., 2008; Graf & Schmidt-Kloiber, 2011). Osim toga, budući da su jedinke porodice Hydropsychidae malih dimenzija (svega nekoliko milimetara), one u faunističkim istraživanjima često ostaju nezapažene (Waringer & Graf, 2011). Obzirom da se radi o vrsti koja preferira metarital, hiporital i epipotamal te područja niskih nadmorskih visina, ekološki uvjeti na barijeri Skradinski buk (na kojoj je u ovom istraživanju navedena vrsta pronađena) potpuno zadovoljavaju njezine potrebe (Graf et al., 2008; Graf & Schmidt-Kloiber, 2011). Na temelju navedenog, može se pretpostaviti da će ova vrsta u budućnosti biti zabilježena i na drugim sličnim staništima rijeke Krke, ali i drugih mediteranskih rijeka na području Dinarida. Također, obzirom na nedostatak sustavnih i dugotrajnih faunističkih istraživanja u prošlosti (osim Kučinić et al., 2011), te raznolikost slatkovodnih staništa rijeke Krke, upravo se na ovom području mogu očekivati dodatni nalazi novih vrsta za faunu Hrvatske.

6.2. Razlike u sastavu i strukturi zajednica tulara na dvije istraživane sedrene barijere

Na promatranim je postajama tijekom istraživanog razdoblja prikupljeno ukupno 5610 jedinki iz 27 vrsta tulara. Od toga 18 vrsta prikupljeno je na Skradinskom buku, dok je na Roškom slapu prikupljeno njih 16. Očito je da razlika u broju vrsta nije velika, no velika je razlika u

brojnosti između zajednica tulara na ove dvije postaje. Naime, na Skradinskom buku prikupljeno je gotovo 10 puta više jedinki nego na Roškome slapu (5051 jedinka u usporedbi s 559 jedinki; Tablica 2.). Glavni uzrok tome je razlika u položaju ovih dviju sedrenih barijera u toku rijeke Krke; odnosno, specifičan položaj Skradinskog buka nizvodno od Visovačkog jezera. Obzirom da su jezera puno produktivniji sustavi od tekućica, direktna posljedica takvog položaja je veća količina otopljene organske tvari i jedinki zooplanktona (Ternjej et al., 2007), koja se odražava u specifičnoj trofičkoj strukturi zajednice tulara (Giller i Malmqvist, 1998).

Iako je trofička struktura zajednica ovih dviju postaja slična, na obje su postaje dominantni pasivni procjeđivači (posljedica visokog udjela porodica *Hydropsychidae* i *Polycentropodidae*), zatim predatori pa strugači, na Roškom se slapu javljaju još i ksilofagi, usitnjivači i sakupljači. Odnosno, zajednica Roškog slapa manje je „procjeđivačkog karaktera“ budući da se iznad ove barijere ne nalazi jezero pa jedinke koriste i druge izvore hrane. Sukladno navedenom, indeksi raznolikosti i ujednačenosti nešto su veći na Roškom slapu što je posljedica izrazite dominacije roda *Hydropsyche* na Skradinskom buku (Giller i Malmqvist, 1998).

Osim razlika u zastupljenosti pojedine trofičke skupine, postoje i razlike u sastavu vrsta koje čine pojedine trofičke skupine pa se tako na Roškome slapu u skupini strugača u značajnom broju pojavljuju i jedinke roda *Tinodes* koje na Skradinskom buku nisu pronađene. Ovakva distribucija unutar toka rijeke je pak u skladu s tipičnom longitudinalnom distribucijom zabilježenih vrsta roda *Tinodes* koje dolaze u krenalu i ritralu tekućica (Graf et al., 2008; Graf & Schmidt-Kloiber, 2011). Nadalje, vrste roda *Rhyacophila* isključivo su predatori, a na ovim su barijerama zabilježene 2 različite vrste; *R. aurata* na Skradinskom buku te *R. fasciata* na Roškom slapu, što je također rezultat preferencije vrsta za određeni dio toka. Naime, *R. fasciata* preferira epiritral, a *R. aurata* metarital (Graf et al., 2008; Graf & Schmidt-Kloiber, 2011).

Govoreći o longitudinalnoj distribuciji, na obje su postaje dominantne vrste koje preferiraju ritral; konkretno metarital (npr. *Hydropsyche*, *Lepidostoma*, *Wormaldia*, *Rhyacophila*; Graf et al., 2008; Graf & Schmidt-Kloiber, 2011). Osim navedenih sličnosti, postoje i određene razlike. Tako na Roškome slapu raste udio vrsta koje preferiraju epiritral i krenal (npr. *R. fasciata*, *T. unicolor*, *Hydropsyche*; Graf et al., 2008; Graf & Schmidt-Kloiber, 2011), dok je na Skradinskom buku veći udio vrsta tipičnih za potamal (npr. *Hydroptilidae*, *Neureclipsis*, *Leptoceridae*; Graf et al., 2008; Graf & Schmidt-Kloiber, 2011). To je direktna posljedica izraženijih godišnjih temperaturnih varijacija vode na Skradinskom buku (Slika 6.) budući da

je temperatura vode jedan od odlučujućih čimbenika koji definiraju preferenciju vrsta za određeni dio toka tekućica (Moog, 2002; Graf et al., 2008).

Nadalje, struktura zajednice tulara na istraživanim je barijerama u skladu s opažanjima istraživanja sedrenih barijera u umjerenom području tj. na Plitvičkim jezerima, gdje zajednice tulara također pokazuju „potočni karakter“. Odnosno, zajednice se sastoje uglavnom od vrsta tipičnih za gornje dijelove tekućica, tj. izražena je longitudinalna distribucija vrsta ovisno o njihovim preferencijama za pojedini dio toka tekućica, iako se radi o jezerskim ispustima (Šemnički et al., 2012). Na sedrenim barijerama protočnih jezerskih sustava u mediteranskom području očito djeluju iste zakonitosti koje određuju sastav i strukturu zajednica; tj. sastav i struktura zajednica tulara primarno ovise o ekologiji vrsta koje ih čine.

Osim zabilježene razlike u temperaturi vode između ove dvije postaje, u ovom istraživanju jedino pH vrijednost pokazuje veću varijabilnost, no ipak ne u tolikoj mjeri da bi to znatnije utjecalo na zabilježene vrste (Graf et al., 2008).

6.3. Sezonske promjene sastava zajednice tulara i emergencijske značajke najzastupljenijih vrsta na istraživanim barijerama

Najveći broj vrsta i jedinki na obje je istraživane postaje zabilježen tijekom kasnog proljeća tj. u svibnju i lipnju. Također, uz zabilježene maksimume, broj jedinki i vrsta na obje postaje ostaje visok i tijekom ljeta te rane jeseni, dok ih je nešto manje zabilježeno u zimskim mjesecima (studenj, siječanj, veljača, ožujak; Slika 14.).

Dobiveni su rezultati u skladu s istraživanjem ranije provedenim na ovome području kada je najveći broj vrsta zabilježen u istim mjesecima (Kučinić et al., 2011), a djelomično se poklapaju i sa onima zabilježenim na istom tipu staništa na Plitvičkim jezerima gdje je maksimalan broj jedinki, kao i maksimalan broj vrsta zabilježen tijekom lipnja i srpnja (Previšić et al., 2007; Šemnički et al., 2011).

Šire gledajući, istraživano područje dio je sjeveroistočnog Mediterana, a rezultati dobiveni u ovom istraživanju slažu se s onima poznatim od ranije; odnosno, maksimalan broj vrsta i jedinki na ovom je području zabilježen u svibnju, a zajednice su najraznolikije tijekom ljetnih mjeseci (Kučinić et al., 2011; Stanić-Koštroman et al., 2015). Također, izravnom usporedbom početka i trajanja emergencijskog razdoblja na mediteranskom i kontinentalnom području Bosne i Hercegovine uočen je raniji početak emergencije kod vrsta na mediteranskom dijelu

(Stanić-Koštroman et al., 2015). Fenološke značajke vrsta prvenstveno su pod utjecajem klimatskih faktora, a ne prevladavajućih uvjeta na staništu; dok su npr. za trofičku strukturu zajednice upravo oni odlučujući čimbenik (Giller i Malmqvist, 1998).

Na barijeri Roški slap dominantne su vrste *R. fasciata*, *W. subnigra* te vrste rodova *Tinodes* i *Hydropsyche*. Kod emergencije je moguće uočiti određene razlike u trajanju emergencijskog perioda koji je specifičan za svaku vrstu. Za sve nabrojane dominantne vrste emergencija mužjaka i ženki je usklađena.

Emergencijski period vrste *R. fasciata* trajao je 11 mjeseci što se podudara s emergencijskim periodom zabilježenim na mediteranskom (Kučinić et al., 2011) i umjerenom području (Svensson, 1972), a najveći je broj jedinki ove vrste prikupljen tijekom lipnja. Isto tako, ova vrsta ima najduži emergencijski period zabilježen u istraživanju. Dobiveni su rezultati u skladu s onima koje su predstavili Graf et al. (2008) koji su ovu vrstu okarakterizirali kao vrstu s dugim emergencijskim periodom i najvećom zastupljenošću tijekom ljeta.

Period emergencije vrste *W. subnigra* trajao je 9 mjeseci (vrsta nije zabilježena tijekom siječnja i ožujka), a najveći je broj jedinki prikupljen u lipnju. U ovom slučaju zamjetno je odstupanje od ranije provedenog istraživanja gdje je emergencijski period navedene vrste na istome staništu trajao svega 2 mjeseca (Kučinić et al., 2011), ali podaci su ipak u skladu sa značajkama ove vrste koje su iznijeli Graf et al. (2008), a prema kojima ova vrsta ima dugi emergencijski period jednoliko raspoređen tijekom proljeća, ljeta i jeseni.

Period emergencije vrsta roda *Tinodes* najduži je za ženke tog roda i traje 7 mjeseci (travanj-listopad). Najveći broj jedinki ovog roda zabilježen je u kolovozu, a od tri zabilježene vrste, emergencija vrste *Tinodes waeneri* (Linnaeus, 1758) ne podudara se sa ranije zabilježenim podacima sa istoga područja (Kučinić et al., 2011). Nadalje, odstupanja u odnosu na Graf et al. (2008) su značajna; za ove vrste navodi se dugi emergencijski period i maksimum u ljetnim mjesecima dok je u ovom istraživanju njihov emergencijski period kratak, a jedinke ovog roda prikupljene su, ovisno o vrsti, tijekom različitih mjeseci. Moguće je da je ovo odstupanje posljedica razlika u trajanju razvoja i životnog ciklusa koji se mijenjaju ovisno o geografskoj širini. Prema Malicky (1973), razvoj jedinki, baš kao i životni ciklusi istih, zbog povoljnijih su uvjeta kraći u mediteranskom nego u umjerenom području. Osim toga, moguće je da su navedena odstupanja posljedica primjene različitih metoda uzorkovanja kao i trajanja samog istraživanja (Giller i Malmqvist, 1998).

Emergencijski period ženki roda *Hydropsyche* trajao je 6 mjeseci (travanj-rujan). Mužjaci vrste *Hydropsyche instabilis* (Curtis, 1834) zabilježeni su tijekom svibnja i kolovoza dok su mužjaci vrste *Hydropsyche saxonica* (McLachlan, 1884) zabilježeni tijekom 5 mjeseci

(travnj-srpanj, te rujan). Ovi podaci se djelomično slažu s ranije zabilježenim periodima emergencije na rijeci Krki (Kučinić et al., 2011), s tim da je emergencijski period vrste *H. saxonica* nešto duži, a emergencijski period vrste *H. instabilis* kraći u odnosu na one zabilježene 2011.godine. Najveći broj jedinki ovog roda prikupljen je tijekom travnja i lipnja. Prema Graf et al. (2008) za vrstu *H. instabilis* karakterističan je dugi emergencijski period i maksimum u ljeti što nije slučaj u ovom istraživanju, dok se podaci za vrstu *H. saxonica* slažu s dobivenim rezultatima.

Na drugoj istraživanoj postaji, Skradinskom buku, izrazito su dominantne vrste roda *Hydropsyche*. Osim njih, brojnošću se ističe i vrsta *Neureclipsis bimaculata* (Linnaeus, 1758). Emergencijski period roda *Hydropsyche* na ovoj je postaji trajao 8 mjeseci (ožujak-listopad) što je znatno duže nego što su u svom istraživanju zabilježili Kučinić et al. (2011), ali u skladu s podacima iz Graf et al. (2008). Maksimalan broj jedinki prikupljen je tijekom travnja.

Period emergencije vrste *N. bimaculata* trajao je 8 mjeseci (studeni, travanj-listopad), s maksimumom postignutim u travnju. Stoga je zabilježen emergencijski period puno duži od onoga koji su za područje rijeke Krke ranije zabilježili Kučinić et al. (2011) kada je ova vrsta zabilježena samo u lipnju, ali odudara i od tipičnog kratkog perioda emergencije za ovu vrstu (Graf et al. 2008).

Općenito, procjeđivači u ovom istraživanju imaju dulji period emergencije od njihovih karakterističnih perioda (Graf et al., 2008; Graf & Schmidt-Kloiber, 2011). To je najvjerojatnije posljedica povoljnih uvjeta u okolišu: raspoloživosti hrane tijekom godine, ali i odgovarajuće temperature vode koja pogoduje ranijoj emergenciji kao i razvoju te gustoći populacija nekih vodenih kukaca, a među njima i vrstama roda *Hydropsyche* (Graf et al., 2008; Malicky, 1973; Harding, 1992). Najduži emergencijski period karakterističan je za predatorske vrste (što se pokazalo i u ovom istraživanju; npr. *Rhyacophila*; Graf et al., 2008; Graf & Schmidt-Kloiber, 2011) budući da je njihovim ličinkama hrana dostupna tijekom cijele godine (Otto, 1981). Razlike u dužni emergencijskog perioda posljedica su velikog broja faktora koji utječu na životni ciklus tulara. Neki od njih su temperatura, količina sunčeve svjetlosti, količina hrane i otopljenog kisika te protok vode (Corbet, 1964).

6.4. Sastav zajednice tulara na različitim mikrostaništima istraživanih sedrenih barijera

Na svakoj od istraživanih postaja postavljeno je po 6 emergencijskih klopki koja određuju mikrostaništa. Najveća razlika između odabranih mikrostaništa je u brzini strujanja vode dok

značajnija razlika u supstratima ne postoji. Na većini mikrostaništa supstrat čini sedra obrasla mahovinom (Tablica 1.), a razlikovanje mikrostaništa prema tipu supstrata dodatno otežavaju promjene obujma vegetacije koje se događaju tijekom godine.

Na Roškom je slapu, u razdoblju od studenog 2013. do listopada 2014. godine, najveći broj jedinki tulara prikupljen na klopki P1 (192 jedinke) postavljenoj na sedri (Tablica 4.). Najmanji broj jedinki na toj barijeri prikupljen je na klopki P5 (5 jedinki) što ni ne čudi budući da je navedena klopka postavljena na pijesku koji je nepovoljan supstrat za većinu svojiti. Osim toga, brzina strujanja vode je niska, a i navedena je klopka veći dio godine bila potopljena.

Na Skradinskom buku najmanji broj jedinki prikupljen je na klopki P3 (49 jedinki), a uzrok tome je izuzetno visoka brzina stujanja vode. Najviše jedinki na ovoj je barijeri prikupljeno na klopki P4 (1868 jedinki) koja je postavljena na mahovini na sedri. Mahovina na sedri idealno je stanište pasivnim procjeđivačima (Šemnički et al., 2012). Prema Miliša et al. (2006), mahovina je važan supstrat na kojemu se zadržava organska tvar kojom se hrane jedinke iz funkcionalne skupine procjeđivača. Stoga, obzirom da je takav tip supstrata dominantan na promatranim mikrostaništima, ni ne čudi da su upravo pasivni procjeđivači najzastupljenija skupina u trofičkoj strukturi zajednica tulara na obje istraživane barijere.

MDS analiza sličnosti tulara na istraživanim postajama podupire grupiranje jedinki na temelju postaja odnosno položaja u toku tekućice, dok grupiranja na temelju različitih mikrostaništa gotovo da i nema. Na svakoj se postaji odvaja po jedna klopka (Slika 22.). Na Skradinskom je buku to klopka P3, dok se na Roškom slapu izdvaja klopka P5. Razlog tog izdvajanja jesu navedeni „ekstremni“ uvjeti koji su zabilježeni na ovim mikrostaništima u većem dijelu godine.

Prema dobivenim je rezultatima očito da je za sastav i strukturu zajednice vodenih kukca odlučujući faktor zapravo položaj lokaliteta u toku tekućice, dok je utjecaj samog mikrostaništa pri tome manje bitan. Ti dobiveni rezultati u skladu su s onima zabilježenim u istraživanju provedenom na sedrenim barijerama Plitvičkih jezera (Šemnički et al., 2012).

7. Zaključak

- Ovim istraživanjem na dvije sedrene barijere zabilježeno je ukupno 27 vrsta tulara. Pri tome je vrsta *Allotrichia pallicornis* prvi puta zabilježena na području NP Krka, ali i na području Hrvatske. Obzirom da se radi o relativno slabo istraženom području te području bogatom raznolikim staništima, očekuje se da će i istraživanja u budućnosti rezultirati nalazima novih, u Hrvatskoj nezabilježenih vrsta.
- Zajednice tulara na obje su istraživane barijere „procjeđivačkog karaktera“; tj. zbog raspoloživih su izvora hrane dominantne skupine pasivnih procjeđivača. Međutim, zajednice nisu potpuno jednake, na Roškom slapu veća je raznolikost i ujednačenost, dok je na Skradinskom buku bitno veća gustoća jedinki što je opet posljedica dostupnosti izvora hrane, odnosno položaja postaje u toku rijeke.
- Na obje istraživane sedrene barijere zajednice tulara pokazuju „potočni karakter“. Na obje su postaje najzastupljenije vrste koje preferiraju metarital, ali razlike između njih ipak postoje (trend smanjenja udjela vrsta koje preferiraju gornji dio toka i porast udjela vrsta koje preferiraju donji dio toka).
- Vrhunac emergencije na obje istraživane postaje zabilježen je u kasno proljeće/rano ljeto (svibanj/lipanj), što je karakteristično za mediteransko područje. Fenološke značajke vrsta prvenstveno su pod utjecajem klimatskih faktora, a ne prevladavajućih uvjeta na staništu. Međutim, zabilježeno trajanje emergencijskih perioda procjeđivača je dulje od karakterističnih perioda, što je najvjerojatnije povezano s povoljnim uvjetima na istraživanim postajama (npr. raspoloživost izvora hrane).
- Rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da su sastav i struktura zajednica vodenih kukaca na sedrenim barijerama protočnih jezerskih sustava u mediteranskom području primarno određeni ekologijom vrsta koje ih čine, odnosno položajem promatranog lokaliteta u toku tekućica.

8. Zahvale

Mentorici, doc.dr.sc. Ani Previšić, koja me uvela u raznolik svijet tulara, veliko hvala na suradnji, strpljivosti, odgovorima na mnoga pitanja, konstruktivnim kritikama te bezbrojnim savjetima pruženim tijekom svih faza nastanka ovoga rada. Hvala na utrošenom vremenu i trudu uloženom kako bi ovaj rad bio što bolji.

Zahvaljujem i asistentici dr.sc. Mariji Ivković na susretljivosti, entuzijazmu i predlaganju teme rada.

9. Literatura

Bonada, N. i Resh, V.H. (2013): Mediterranean-climate streams and rivers: geographically separated but ecologically comparable freshwater systems. *Hydrobiologia*, 719: 1-29.

Bouchard, R.W.Jr. (2004): Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest. University of Minnesota, Water Resources Research Center, 207 str.

Casas, J. J. i Gessner, M.O. (1999): Leaf litter breakdown in a Mediterranean stream characterised by travertine precipitation. *Freshwater Biology*, 41: 781–793.

Corbet P. S. (1964): Temporal Patterns of Emergence in Aquatic Insects. *The Canadian Entomologist*, 96: 264-279.

Clarke K.R. i Gorley R.N. (2006): PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.

Cukrov, M., Despalatović, M., Žuljević, A. & Cukrov, N. (2010): First record of the introduced fouling tubeworm *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923) in the eastern Adriatic Sea, Croatia. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 39: 483-483.

Davies, I.J. (1984): Sampling aquatic insect emergence. *U: Downing, J.A. i Rigler F.H. (ur.) A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters*. Blackwell scientific publications, Oxford, str. 161 -227.

Giller, P. i Malmqvist, B. (1998) : *The Biology of Streams and Rivers*, Oxford University Press, 304 str.

Graf, W., Murphy, J.D., Zamora-Muñoz, C. & López-Rodríguez, M.J. (2008): Trichoptera. *U: Distribution and ecological preferences of European freshwater organisms*. Pensoft Publishers, Bulgaria, str. 1 -389.

Graf, W. & Schmidt-Kloiber, A. (2011): Additions to and update of the Trichoptera Indicator Database. www.freshwaterecology.info, version 5.0

Harding, Jon S. (1992): Physico-chemical parameters and invertebrate faunas of three lake inflows and outlets in Westland, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 26: 95-102.

Holzenthal, R.W., Blahnik, R.J., Prather, A.L. i Kjer, K.M. (2007): Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. U: Zhang, Z.Q. i Shear, W.A. (ur.) *Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. Zootaxa*, 1668: 639–698.

Jackson, J. K., Resh, V. H. (1991): Periodicity in mate attraction and flight activity of three species of caddisflies (Trichoptera). *Journal of the North American Benthological Society* 10: 198–209.

Kučinić, M., Vučković, I., Kutnjak, H., Šerić Jelaska, L. & Marguš, D. (2011): Diversity, distribution, ecology and biogeography of caddisflies (Insecta: Trichoptera) in the Krka River (National park »Krka«, Croatia). *Zoosymposia*, 5: 255–268.

Kučinić, M., Malicky, H., Previšić, A., Vučković, I., Cerjanec, D., Kutnjak, H., Živić, I. & Graf, W. (2012): First Check List of Caddisflies (Insecta: Trichoptera) of Croatia. 14th International Symposium on Trichoptera, Vladivostok, Russia, 30-31 pp.

Mackay, R.J. i Wiggins, G.B. (1979): Ecological Diversity in Trichoptera. *Annual Review of Entomology*, 24: 185-208.

Malicky H. (1973): Trichoptera (Handbuch der Zoologie). Walter de Gruyter, Berlin, 114 str.

Malicky H. (2004): Atlas of European Trichoptera. Springer, Dordrecht., 359 str.

Miliša M., Habdija I., Primc-Habdija B., Radanović I., Matoničkin Kepčija R. (2006): The role of flow velocity in the vertical distribution of particulate organic matter on moss- covered travertine barriers of the Plitvice Lakes (Croatia). *Hydrobiologia*, 553: 231–243.

Moog, O. (Ed.) (2002): Fauna Aquatica Austriaca, Edition 2002.- Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Vienna, ISBN 3-85 174-044-0

Moog O., Schmidt-Kloibera, A., i Koller-Kreimel, V. (2010): ECOPROF Version 3.2 – software for assessing the ecological water quality of running waters according the Water Framework Directive. <http://www.ecoprof.at>

Otto C. (1981): Why does duration of flight period differ in caddisflies?. *Oikos*, 37: 383-386.

Perica, D., Orešić, D., Trajbar, S., (2005): Geomorfološka obilježja doline i poriječja rijeke Krke s osvrtom na dio od Knina do Bilušića buka. *Geoadria*, 10: 131-156.

Previšić A., Kerovec M., Kučinić M., (2007a): Emergence and composition of Trichoptera from karst habitats, Plitvice Lakes region, Croatia. *International Review of Hydrobiology*, 92: 61-83.

Previšić, A., Mihaljević, Z. & Kerovec, M., (2007b). Caddisfly (Insecta: Trichoptera) fauna of alte-red and man-made habitats in the Drava River, NW Croatia. *Natura Croatica*, 16: 181–189.

Previšić A., Graf W., Kučinić M. (2010): Caddisfly (Trichoptera) fauna of the Plitvice Lakes National Park, Croatia. *Denisia*, 29: 287-294.

Previšić, A., Ivković, M., Miliša, M., Kerovec, M. (2013): Caddisfly (Insecta: Trichoptera) fauna of Papuk Nature Park, Croatia. *Natura Croatica*, 22: 1-13.

Rundio, D. E. (2009): Community-habitat relationships in coastal streams in Big Sur, California, USA: travertine influences macroinvertebrate abundance and community structure. *Hydrobiologia*, 620: 91–108.

Samokovlija Dragičević, J. (2007): Plan upravljanja slivom rijeke Krke. *Građevinar*, 59: 645-651.

Spies, T.A., Hemstrom, M., et al. (2006): Conserving old-growth forest diversity in disturbance-prone landscapes. *Conservation Biology*, 20: 351–362.

Stanić-Koštroman, S., Previšić, A., Kolobara, A., Kučinić, M., Škobić, D., Dedić, A., Durbešić, P. (2015): Environmental determinants of contrasting caddisfly (Insecta, Trichoptera) biodiversity in the Neretva and Bosna river basins (Bosnia and Herzegovina) under temperate and mediterranean climates. *International Review of Hydrobiology*, 99: 1-17.

Stilinović, B. (1994): Temeljni fenomen Plitvičkih jezera. U: *Plitvička jezera - nacionalno dobro Hrvatske, svjetska baština: znanstveni skup*. Uprava NP Plitvička jezera, Zagreb, 53-67.

Svensson, B. W., (1972): Flight periods, ovarian maturation, and mating in Trichoptera at a South Swedish stream. *Oikos*, 23: 370–383.

Šemnički, P., Previšić, A., Ivković, M., Čmrlec, K., Mihaljević, Z. (2011): Emergence of caddisfly (Trichoptera, Insecta) at tufa barriers in Plitvice Lakes National Park. *Entomologia Croatica*, 115: 1–4.

Šemnički, P., Previšić, A., Ivković, M., Čmrlec, K. & Mihaljević, Z., (2012): Tufa Barriers from a Caddisfly's Point of View: Streams or Lake Outlets?. *International Review of Hydrobiology*, 97: 465–484.

Ternjej, I., Mihaljević, Z., Kerovec, M. (2007): Makrozooplankton Visovačkog jezera. U: *Zbornik radova sa Simpozija rijeka Krka i Nacionalni park Krka, Prirodna i kulturna baština, zaštita i održivi razvitak*. Javna ustanova NP Krka, Šibenik, 577- 597.

Tierno de Figueroa, J.M., Lopez-Rodriguez, M.J., Fenoglio, S., Sanchez-Castillo, P., Fochetti, R. (2013): Freshwater biodiversity in the rivers of the Mediterranean Basin. *Hydrobiologia*, 719: 137-186.

Waringer, J., Graf, W. (2011): Atlas der mitteleuropäischen Köcherfliegenlarven – Atlas of Central European Trichoptera Larvae. *Erik Mauch Verlag Dinkelscherben*, 468 str.

10. Sažetak

Vodeni kukci mediteranskih sedrenih barijera: specifične zajednice jedinstvenih staništa

Anamarija Ridl

Zbog specifičnog procesa nastanka i strukture, sedrene barijere predstavljaju jedinstvena slatkovodna staništa. Odlikuju se specifičnim zajednicama vodenih organizama čiji su sastav i struktura posebice u mediteranskom području nedovoljno istraženi. Tijekom jednogodišnjeg razdoblja istraživana je zajednica tulara (Trichoptera, Insecta) sedrenih barijera (Roški slap i Skradinski buk) na rijeci Krki. Uzorci su mjesečno sakupljeni emergencijskim klopama, a prikupljeno je ukupno 27 vrsta. Pri tome je vrsta *Allotrichia pallicornis* prvi puta zabilježena za faunu Hrvatske. Vrhunac emergencije zabilježen je u kasno proljeće/rano ljeto (svibanj/lipanj), a emergencijske značajke većine vrsta u skladu su s tipičnim značajkama istih. Međutim, zabilježeno trajanje emergencijskih perioda procjeđivača duže je od njihovih karakterističnih perioda, što je najvjerojatnije posljedica povoljnih ekoloških uvjeta istraživanih staništa. Iako se radi o istom tipu staništa i obje su zajednice tulara „procjeđivačkog i potočnog karaktera“, utvrđene su razlike u sastavu i strukturi zajednica dviju istraživanih barijera. Zajednica na Roškome slapu ima veću raznolikost i ujednačenost te manju brojnost jedinki od zajednice Skradinskog buka. Najveći udio u obje zajednice, ali posebno veliku brojnost u zajednici Skradinskog buka, imaju pasivni procjeđivači roda *Hydropsyche*, koji se hrane organskom tvari i organizmima iz uzvodnog Visovačkog jezera. Navedene su razlike posljedica položaja postaja u toku rijeke Krke, što ukazuje na činjenicu da su sastav i struktura zajednica vodenih kukaca sedrenih barijera mediteranskih protočnih jezerskih sustava prvenstveno određeni ekologijom vrsta koje ih čine. Nasuprot tome, u ovom istraživanju nije utvrđen bitan utjecaj pojedinih mikrostanista na sastav zajednica tulara. Ovo istraživanje predstavlja važan doprinos poznavanju ekologije vodenih kukaca sedrenih barijera mediteranskih rijeka.

Ključne riječi: tulari (Trichoptera), trofička struktura, emergencijske značajke, rijeka Krka

11. Summary

Aquatic insects of Mediterranean tufa barriers: specific communities of unique habitats

Anamarija Ridl

Tufa barriers are unique freshwater habitats due to their specific structure and formation process. They are characterized by specific communities of aquatic organisms. However, composition and structure of these are largely understudied, especially in the Mediterranean area. In this study, the caddisfly community at two tufa barriers (Roški slap and Skradinski buk) on the Krka River was investigated. Samples were collected monthly using emergence traps during the one-year period. A total of 27 species were collected. *Allotrichia pallicornis* was recorded for the first time in Croatia. Emergence peaks were recorded in late spring/early summer (May/June) and emergence patterns of most species are in accordance with their typical emergence. However, duration of emergence periods of filter feeders was longer than their characteristic period, most likely due to favourable conditions at studied habitats. Caddisfly communities were at both barriers dominated by filter feeders and taxa typical for streams, however, some differences in the composition and structure of these two communities were observed. Higher diversity and equitability, and lower abundance of caddisflies were recorded at the Roški slap barrier than at Skradinski buk barrier. Passive filter feeders (*Hydropsyche* sp.) were particularly abundant at the Skradinski buk barrier, due to availability of suspended organic matter and prey from the upstream Visovac Lake. Observed differences in caddisfly communities are mainly the consequence of the position of two tufa barriers within the river course. Hence, composition and structure of aquatic insect communities of tufa barriers in Mediterranean barrage lake systems are primarily determined by ecology of species composing them. On the other hand, no considerable differences between communities at different microhabitats were observed. Overall, this study represents an important contribution to the knowledge of ecology of aquatic insect communities at tufa barriers in Mediterranean rivers.

Key words: caddisflies (Trichoptera), trophic structure, emergence patterns, Krka River