

# Ekološke značajke i emergencija obalčara (Insecta, Plecoptera) duž oligotrofnog hidrosustava

---

Ridl, Anamarija

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:212262>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-30**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prirodoslovno-matematički fakultet**  
**Biološki odsjek**

**Anamarija Ridl**

**EKOLOŠKE ZNAČAJKE I EMERGENCIJA OBALČARA  
(INSECTA, PLECOPTERA) DUŽ OLIGOTROFNOG  
HIDROSUSTAVA**

**Diplomski rad**

**Zagreb, 2018.**

Ovaj rad je izrađen u Laboratoriju za ekologiju životinja na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom doc.dr.sc. Marije Ivković. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra znanosti o okolišu.

Mentorici, doc.dr.sc. Mariji Ivković, veliko hvala na predlaganju teme rada, suradnji, strpljivosti, susretljivosti, nesebičnoj pomoći, podršci, konstruktivnim kritikama i brojnim savjetima pruženim tijekom svih faza nastanka ovog rada.

Zahvaljujem i izv.prof.dr.sc. Marku Miliši koji me naučio određivati obalčare, uskočio kada je bilo potrebno te konstruktivnim savjetima i prijedlozima pridonio kvaliteti rada.

Također, hvala i dr.sc. Aleksandru Popijaču na pomoći u određivanju problematičnih jedinki obalčara.

Hvala svim prijateljima koji su uvijek bili tu.

I najveće hvala mami, tati i sestri na beskrajnoj podršci, motivaciji i vjeri u mene. Hvala što ste najbolji na svijetu!

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno–matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

### **EKOLOŠKE ZNAČAJKE I EMERGENCIJA OBALČARA (INSECTA: PLECOPTERA) DUŽ OLIGOTROFNOG HIDROSUSTAVA**

ANAMARIJA RIDL

Rooseveltove trg 6, 10 000 Zagreb

Sastav zajednice obalčara (Plecoptera, Insecta) važna je komponenta slatkovodnih ekosustava, osobito tekućica. Obalčari su važni pokazatelji kakvoće vode budući da se radi o skupini izrazito osjetljivoj na zagađenje. Tijekom dvogodišnjeg razdoblja, od veljače 2007. do prosinca 2008. godine, istraživane su emergencijske značajke obalčara na devet postaja u Nacionalnom parku Plitvička jezera. Odrasle jedinke su mjesečno uzorkovane emergencijskim klopama, pri čemu je sakupljeno ukupno 14155 jedinki. Pronađene su 33 vrste iz 4 porodice. Veći broj vrsta, ali manji broj jedinki zabilježen je tijekom 2008. godine. Najveće razlike u trofičkoj strukturi zajednica, kao i longitudinalnoj distribuciji jedinki različitih vrsta zabilježene su niz longitudinalni gradijent od izvorskih lokacija do lokacije na rijeci Korani, što je primarno povezano sa razlikama u fizikalno-kemijskim čimbenicima vode. Najvažniji čimbenici bili su temperatura vode i pH. Većina zabilježenih vrsta je univoltina, no neke, poput vrste *Nemurella pictetii*, pokazuju naznake bivoltinosti. Vrhunac emergencije zabilježen je tijekom travnja i svibnja. Statistički značajna pozitivna korelacija brojnosti jedinki i brzine strujanja vode utvrđena je za vrste *Protonemura auberti*, *P. intricata* i *P. praecox*. *Amphinemura triangularis*, *Protonemura intricata* i *P. praecox* bile su izrazito sklone mahovinskim staništima, a vrlo slabo ili uopće nisu naseljavale makrofite na pjeskovitoj podlozi.

(82 stranice, 28 slika, 4 tablice, 61 literaturni navod, jezik izvornika: hrvatski)  
Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: Plitvička jezera, fenologija, temperatura vode, protok vode, trofička struktura, longitudinalna distribucija, mikrostaništa.

Mentor: Dr. sc. Marija Ivković, doc.

Ocjenitelji: Dr.sc. Blanka Cvetko Tešović, izv.prof.  
Dr.sc. Silvija Černi, doc.  
Dr.sc. Marko Miliša, izv.prof.  
Dr.sc. Danijel Orešić, izv.prof.

Rad je prihvaćen: 5. travnja 2018.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Division of Biology

Graduation Thesis

### **ECOLOGICAL FEATURES AND EMERGENCE OF STONEFLIES (INSECTA: PLECOPTERA) ALONG AN OLIGOTROPHIC HYDROSYSTEM**

ANAMARIJA RIDL

Rooseveltovo trg 6, 10 000 Zagreb, Croatia

Stoneflies (Plecoptera, Insecta) are important components of freshwater assemblages, especially in running waters. Stoneflies are important water quality indicators since they are one of the most sensitive groups of freshwater invertebrates to water pollution. This study was conducted in Plitvice Lakes National Park. Adults were collected monthly from February 2007 until December 2008 using pyramid-type emergence traps at 9 locations. A total of 14155 individuals belonging to 33 species were recorded. Higher number of species, but lower abundance of stoneflies was recorded during 2008. Considerable differences in trophic structure of stonefly communities and longitudinal distribution of species were recorded along a longitudinal gradient of studied sites, primarily related to differences in physical and chemical parameters of water. The most important parameters were water temperature and pH. Most of recorded species were univoltine, but some species, as *Nemurella pictetii*, showed signs of bivoltinism. Emergence peaks were recorded during April and May. A statistically significant positive correlation between the abundances and flow velocity of water was found for *Protonemura auberti*, *P. intricata* and *P. praecox*. *Amphinemura triangularis*, *Protonemura intricata* and *P. praecox* preferred moss-mats habitats. Furthermore, they scarcely inhabited macrophytes on the sandy substrate or were not present at all.

(82 pages, 28 figures, 4 tables, 61 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central biological library.

Key words: Plitvice Lakes, phenology, water temperature, water discharge, trophic structure, longitudinal distribution, microhabitats.

Supervisor: Dr. Marija Ivković, Asst. Prof.

Reviewers: Dr. Blanka Cvetko Tešović, Assoc. Prof.

Dr. Silvija Černi, Asst. Prof.

Dr. Marko Miliša, Assoc. Prof.

Dr. Danijel Orešić, Assoc. Prof.

Thesis accepted: April 5, 2018

## Sadržaj

<b>1. Uvod.....</b>	<b>1</b>
1.1. Sastav i struktura zajednica vodenih kukaca.....	1
1.2. Emergencija vodenih kukaca .....	1
1.3. Opća obilježja obalčara (Insecta, Plecoptera) .....	2
1.4. Ciljevi istraživanja.....	5
<b>2. Područje istraživanja .....</b>	<b>6</b>
2.1. Opća obilježja.....	6
2.3. Geološko-hidrološka obilježja.....	6
2.4. Sedra - temeljni fenomen Plitvičkih jezera .....	7
2.5. Klimatska obilježja.....	8
2.6. Istraživane postaje .....	8
<b>3. Materijali i metode .....</b>	<b>13</b>
3.1. Metode prikupljanja, konzerviranja i određivanja obalčara .....	13
3.2. Analiza strukture i dinamike zajednica obalčara.....	13
3.3. Mjerenje fizikalno–kemijskih obilježja vode .....	16
3.4. Programi korišteni za obradu podataka .....	16
<b>4. Rezultati .....</b>	<b>17</b>
4.1. Fizikalno-kemijska obilježja vode na istraživanim postajama tijekom 2007. i 2008. godine .....	17
4.2. Zastupljenost i rasprostranjenost obalčara na istraživanim postajama.....	18
4.3. Raznolikost i sličnost zajednica obalčara na istraživanim postajama tijekom 2007. i 2008. godine .....	22
4.4. Trofička struktura zajednice obalčara na promatranim postajama.....	23
4.5. Longitudinalna distribucija zajednice obalčara na promatranim postajama .....	24
4.6. Utjecaj fizikalno-kemijskih čimbenika vode na raspodjelu vrsta obalčara na istraživanim postajama .....	25
4.7. Utjecaj mikrostaništa na raspodjelu obalčara .....	27
4.8. Emergencijske značajke zajednice obalčara na istraživanim postajama Nacionalnog parka Plitvička jezera .....	28

4.9. Utjecaj srednje mjesečne temperature i protoka vode na emergencijske značajke dominantnih i nedominantnih vrsta na istraživanim postajama tijekom 2007. i 2008. godine .....	31
4.9.1. Izvor Bijele rijeke .....	31
4.9.2. Gornji tok Bijele rijeke .....	34
4.9.3. Izvor Crne rijeke .....	38
4.9.4. Gornji tok Crne rijeke .....	41
4.9.5. Barijera Labudovac .....	45
4.9.6. Barijera Kozjak-Milanovac .....	49
4.9.7. Barijera Novakovića Brod .....	52
4.9.8. Potok Plitvica .....	55
4.9.9. Korana u selu .....	59
<b>5. Rasprava .....</b>	<b>62</b>
5.1. Sastav zajednice obalčara na istraživanim postajama u Nacionalnom parku Plitvička jezera .....	62
5.2. Utjecaj fizikalno-kemijskih čimbenika i mikrostaništa na sastav zajednice obalčara... ..	65
5.3. Emergencijske značajke i sezonske promjene sastava zajednica obalčara .....	66
5.3.1. Utjecaj temperature i protoka vode na emergenciju obalčara .....	67
<b>6. Zaključak .....</b>	<b>71</b>
<b>7. Literatura .....</b>	<b>73</b>
<b>8. Životopis .....</b>	<b>80</b>



## **1. Uvod**

### **1.1. Sastav i struktura zajednica vodenih kukaca**

Sastav i struktura zajednica vodenih kukaca rezultat su prostorno-vremenskih međudjelovanja abiotičkih i biotičkih okolišnih čimbenika. Svaka vrsta makrozoobentosa zauzima specifičnu ekološku nišu s optimalnim vrijednostima, kao i rasponima svakog čimbenika okoliša unutar kojih opstoji, a o kojima ovise vrijeme i mjesto njene rasprostranjenosti (Giller i Malmqvist 1998, Moog 2002). Klima, geologija, topografija, fizikalno-kemijska svojstva vode, količina sunčeve svjetlosti te, lokalno najvažniji, temperatura i brzina strujanja vode, količina hranjivih tvari i otopljenog kisika kao i vrsta podloge odnosno staništa abiotički su čimbenici koji utječu na strukturu i sastav zajednica (Moog 2002) i čiji je utjecaj u lotičkim sustavima toliko intenzivan da uzrokuje stanje stalne neravnoteže zajednica i mijenja ili gotovo potpuno potiskuje utjecaj biotičkih čimbenika (Giller i Malmqvist 1998). Na strukturu zajednice odsudno utječu i biotički čimbenici: grabežljivost, nametništvo, simbioza te kompeticija. Njihova je uloga neosporiva u formiranju zajednica sustava stalnih protoka i jezerskih ispusta (Giller i Malmqvist 1998).

### **1.2. Emergencija vodenih kukaca**

U zadnjem stadiju životnog ciklusa jedinke vodenih kukaca prolaze proces preobrazbe iz ličinačkog stadija ili stadija kukuljice u stadij odrasle jedinke (ili, kod vodencvjetova, u subimago). Osim toga, odrasle jedinke mijenjaju stanište te prelaze iz vodenog u kopneni okoliš u procesu koji se naziva emergencija (Davies 1984). Za ličinke iz redova dvokrilca (Diptera), obalčara (Plecoptera), tulara (Trichoptera), vretenaca (Odonata) i vodencvjetova (Ephemeroptera) karakterističan je vodeni, a za odrasle jedinke kopneni okoliš (Corbet 1964). Na početak emergencije dominantan utjecaj imaju abiotički i biotički čimbenici (Jackson i Resh 1991). Točnije, početak i tijek emergencije ovise o vlažnosti i temperaturi zraka, mjesečevim mijenama, protoku vode, količini i intenzitetu svjetlosti, nadmorskoj visini i geografskoj širini, dok su kao najutjecajniji čimbenici izdvojeni temperatura vode i fotoperiod (Corbet 1964).



**Slika 1.** Emergencijska klopka. (Foto: M.Ivković)

Jedinke kukaca koje emergiraju lovimo emergencijskim klopkama (Slika 1.) koje je, kao metodu proučavanja emergencije u tekućicama, među prvima uveo Mundie (1956). Jedinke dospijevaju u emergencijske klopke u trenutku prelaska jednog stadija u drugi (iz ličinke ili kukuljice u odraslog kukca), mijenjajući pritom i stanište.

### **1.3. Opća obilježja obalčara (Insecta, Plecoptera)**

Obalčari (Insecta, Plecoptera) su se prvi put pojavili u donjem Permu te se uz vodencvjetove (Ephemeroptera) ubrajaju među najstarije leteće kukce. Danas je opisano oko 3500 vrsta smještenih u 286 redova i 16 porodica. Od toga približno 600 vrsta obalčara nalazimo u Europi (Hynes 1976, Fochetti i sur. 2008, Graf i sur. 2009).

Ličinke obalčara nemaju škrge na zatku, a na kraju zatka imaju dva cerka i nemaju terminalni filament. Stadij ličinke traje od jedne do tri godine i obuhvaća 12 do 33 presvlačenja (Hynes 1976, Fochetti i sur. 2008). Ličinke obalčara najčešće nalazimo u tekućicama s kamenitom i valutičastom podlogom, a samo mali broj vrsta dolazi na pijesku te u oligotrofnim jezerima (Hynes 1976).

Obalčari prolaze proces nepotpune (hemimetabolne) preobrazbe koja obuhvaća 3 stadija i to redom: jaje (česta dijapauza), ličinka i odrasli stadij (Slika 2.).



**Slika 2.** Životni ciklus obalčara: 1 - ženka polaže jaja; 2 - jaja tonu na dno; 3, 4, 5 - razvoj ličinki; 6, 7, 8 - ličinka pliva ili pluta prema površini vode; izlazi odrasla jedinka; 9 - odrasle jedinke žive od nekoliko dana do nekoliko tjedana u blizini vode i pare se; 10, 11 - ženka polaže jaja; 12 - jaja tonu na dno.

(Preuzeto s: [http://www.jgaul.de/images/plecoptera\\_life.jpg](http://www.jgaul.de/images/plecoptera_life.jpg))

Općenito su izraziti reofili i hladni stenotermi s vodenim jajima i ličinkama te kopnenim odraslim stadijem, no postoje i vrste koje žive u jezerima i u tropima (Wagner i sur. 2011), kao i one čije ličinke žive u tlu, a ne u vodi (Illies 1960, McLellan 1983). Većini vrsta reda Plecoptera svojstven je univoltini ili semivoltini životni ciklus, dok je za vrstu *Nemurella pictetii* Kalapálek, 1900 u srednjoj Europi zabilježen plurivoltini ciklus (Wolf i Zwick 1989, Wagner i sur. 2011).

Ovisno o načinu uzimanja hrane, kod obalčara razlikujemo grabežljivce (engl. *predators*), sakupljače (engl. *collectors*), strugače (engl. *scrapers*) i usitnjivače (engl. *shredders*). Također, osim u ličinačkom stadiju (Slika 3.), konzumiranje određenih vrsta hrane (najčešće cijanobakterija, peludi i lišajeva) zabilježeno je i kod većine odraslih jedinki. Nadalje, vrste ovog reda imaju izražene sklonosti za određene okolišne uvjete (stenovalentni su organizmi) zbog čega je rasprostranjenost ličinki ograničena na točno određene dijelove toka (Moog 2002, Fochetti i sur. 2008).



**Slika 3.** Ličinka vrste *Besdolus imhoffi*. (Foto: I. Sivec)

Odrasle jedinke obalčara (Slika 4.) kopneni su organizmi veličine tijela od 10 do 50 mm koji žive svega nekoliko dana ili tjedana. Danju se zadržavaju u blizini vode, gdje obitavaju među grmljem i drvećem ili su skriveni u travi ili ispod kamenja, gdje je relativna vlažnost dovoljno visoka. Uglavnom su sive ili smeđe boje, a prepoznatljive su po dugačkim nitastim ticalima (preko pola dužine tijela) i po slaganju krila preko tijela. Međutim, poznate su i vrste bez krila ili s jako reduciranim krilima. (Hynes 1976, Fochetti i sur. 2008).

Osim toga, odrasle su jedinke loši letači pa obalčari imaju visoku stopu endemizma i jedna su od najugroženijih skupina kukaca uopće (Fochetti i sur. 2008).



**Slika 4.** Odrasle jedinke obalčara: a) *Nemurella pictetii*; b) *Isoperla intricata*. (Foto: I. Sivec)

Obalčari su važna komponenta ekosustava potoka i rijeka u kojima su primarni i sekundarni konzumenti, ali i plijen drugim makroinvertebratima i ribama. Budući da su izrazito osjetljivi na promjene okolišnih uvjeta koje se odražavaju u promjenama brojnosti i sastava zajednica obalčara, jedan su od najboljih bioindikatora kvalitete vode i zagađenja slatkovodnih ekosustava (Fochetti i sur. 2008).

#### **1.4. Ciljevi istraživanja**

Kako bi se odredile ekološke i emergencijske značajke zajednica obalčara na Plitvičkim jezerima, tijekom dvije godine prikupljane su odrasle jedinke obalčara na devet postaja te su definirani sljedeći ciljevi istraživanja:

- odrediti sastav i strukturu zajednice obalčara na istraživanim postajama,
- utvrditi razlike između zajednica na istraživanim postajama te čimbenike kojima su one uvjetovane, kao i ovisnost sastava zajednice obalčara o odabranim fizikalno-kemijskim čimbenicima,
- odrediti trofičku strukturu i longitudinalnu distribuciju vrsta obalčara,
- utvrditi sklonost vrsta obalčara prema određenom mikrostaništu,
- utvrditi sezonske promjene u sastavu i brojnosti zajednice obalčara na istraživanim postajama s posebnim naglaskom na emergencijske značajke najzastupljenijih vrsta.

## **2. Područje istraživanja**

### **2.1. Opća obilježja**

Istraživanje je provedeno u Nacionalnom parku Plitvička jezera. Plitvička su jezera kratkotrajno zaštićena već 1928. i 1929. godine, 8. travnja 1949. godine proglašena su Nacionalnim parkom, a 26. listopada 1979. godine upisana su na UNESCO-v popis svjetske prirodne i kulturne baštine.

Površina Nacionalnog parka iznosi 29482 ha od čega su 217 ha vodene površine, 22308 ha pokrivaju mješovite šumske zajednice bukve, jele, smreke, hrasta i graba dok ostatak čine travnjaci i ostalo.

Plitvička jezera obuhvaćaju sustav od šesnaest jezera podijeljenih na Gornja (Prošće, Ciginovac, Okrugljak, Batinovac, Veliko, Malo, Vir, Galovac, Milino, Gradinsko jezero, Veliki burget i Kozjak) i Donja (Milanovac, Gavanovac, Kaluđerovac, Novakovića Brod) jezera. Gornja jezera nalaze se u reljefno otvorenoj dolomitnoj dolini, dok su Donja smještene u vapnenačkom kanjonu. Plitvička jezera imaju obilježja kaskadnog sustava. Voda se prelijeva preko barijera u slapovima od najvišeg Prošćanskog jezera na 636 m nadmorske visine, do jezera Novakovića Brod na 503 m nadmorske visine s relativnim padom od 133 m i na zračnoj udaljenosti od 5640 m (Riđanović 1994).

### **2.2. Geografska obilježja Plitvičkih jezera**

Plitvička jezera su smještene u gorskom dijelu Hrvatske, u Lici, između planinskih masiva Male Kapele i Ličke Plješivice, na nadmorskoj visini od 450 do 1280 m te pripadaju krškom području Dinarida. Jezera su integralni dio doline rijeke Korane (Riđanović 1994).

### **2.3. Geološko-hidrološka obilježja**

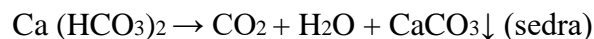
Postanak planinskog sustava Dinarida, čiji su dio i Plitvička jezera, posljedica je određenih sedimentno-tektonskih zbivanja u geološkoj prošlosti. Čitavo područje Nacionalnog parka izgrađeno je od naslaga mezozojske i kenozojske starosti. Mezozojske naslage su uglavnom karbonatne (vapnenci i dolomiti), dok kvartarni sedimenti obuhvaćaju istaloženu sedru koja je ujedno i temeljni fenomen samih Plitvica (Božičević 1998).

Procesi u geološkoj prošlosti uzrokovali su stvaranje područja slabije i jače vodo(ne)propusnosti, a upravo je odnos između nepropusnih dolomita ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) i vodopropusnih vapnenaca ( $\text{CaCO}_3$ ) ključan za današnji izgled Plitvičkih jezera (Božičević 1998). Akumuliranje jezerske vode i nastanak Gornjih jezera omogućila je dolomitna podloga trijasko starosti, dok su Donja jezera nastala na propusnoj vapnenačkoj podlozi gornje kredne starosti pa voda ovdje ponire i prolazi kroz pukotine u podzemlje (Božičević 1998).

Većinu vode Plitvički kompleks dobiva iz Crne i Bijele rijeke. Te dvije rijeke se ujedinjuju tvoreći Maticu koja se zatim ulijeva u Prošćansko jezero. Osim toga, veće količine vode u kompleks dotječu i potocima Riječicom i Plitvicom (Riđanović 1994).

#### **2.4. Sedra - temeljni fenomen Plitvičkih jezera**

Sedra je šupljikavi porozni vapnenac koji, uz specifične biološke i fizikalno-kemijske uvjete, nastaje inkrustacijom mahovina, cijanobakterija i biljnih ostataka u vodama bogatim kalcijevim karbonatom ( $\text{CaCO}_3$ ). Taloženje sedre rezultat je djelovanja dva procesa: anorganskog otpuštanja  $\text{CO}_2$  iz vode zbog zagrijavanja ili pada tlaka pri povećanoj turbulenciji te organskog uklanjanja  $\text{CO}_2$  iz vode fotosintetskim procesima vodenih biljaka, cijanobakterija i algi. Anorgansko otpuštanje  $\text{CO}_2$  obuhvaća rasprskavanje vode bogate otopljenim kalcijevim bikarbonatom ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) pri čemu se oslobađa ugljikov dioksid, a na podlozi te na podzemnim predmetima i vegetaciji taloži kalcijev karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) (Stilinović 1994, Meaški i sur. 2016). Nadalje, neke biljke bikarbonatni ion ( $\text{HCO}_3^-$ ) koriste kao izvor ugljikovog dioksida u procesu fotosinteze pri čemu se u njihovim stijenkama taloži kalcijev karbonat (Rupp i Adams 1981). Opća kemijska jednadžba koja prikazuje taloženje sedre je:



Preduvjeti nužni za nastanak sedre su: prezasićenost vode kalcijevim karbonatom, pH vrijednost vode veća od osam te koncentracija organske tvari manja od  $10 \text{ mg L}^{-1}$  ugljika (Stilinović 1994). Osim toga, za nastanak sedre nužna je i prisutnost vodenih mahovina, algi i mikroorganizama budući da se mikrokristali kalcita lijepe na polisaharidnu tvar koju alge i bakterije izlučuju na mahovinama. Ti zalijepljeni kristalići središta su kristalizacije na koja se nastavlja taloženje kalcijevog karbonata iz vode tako tvoreći sedrene barijere (Stilinović 1994). Zbog krške podloge (vapnenac, dolomit), voda Plitvičkih jezera bogata je otopljenim

kalcijskim karbonatom i zadovoljava sve navedene preduvjete što je omogućilo nastanak sedrenih barijera koje pregrađuju Maticu i tvore 16 kaskadnih jezera.

## 2.5. Klimatska obilježja

Zbog geografskog položaja u središnjem dijelu Hrvatske, u Nacionalnom parku prevladava prijelazni oblik između primorske i kontinentalne klime. Prema Köppenovoj klasifikaciji radi se o Cfb tipu klime, odnosno umjereno toploj i vlažnoj klimi s toplim ljetima za koji su karakteristična ugodna i sunčana ljeta te relativno duge, oštre i snijegom bogate zime. Prosječna temperatura zraka ljeti je 24 °C dok je prosječna godišnja temperatura jezerske vode od 8 °C – 10 °C, ali ljeti može doseći i preko 20 °C. Najviše oborina ima u jesenskim i zimskim mjesecima, a prosječna količina oborina je 1550 mm (Čulinović i sur. 2009).

## 2.6. Postaje istraživanja

Istraživanje je provedeno na 9 postaja duž Plitvičkih jezera (Slika 5.).

**Izvor Bijele rijeke (IBR)** je postaja smještena na samom izvoru Bijele rijeke, otvorenom tipu psamoreokrenog izvora. Radi se o lotičkom tipu staništa sa supstratom kojeg čine šljunak, mahovina, pijesak i makrovegetacija (Slika 6a, Tablica 1.).

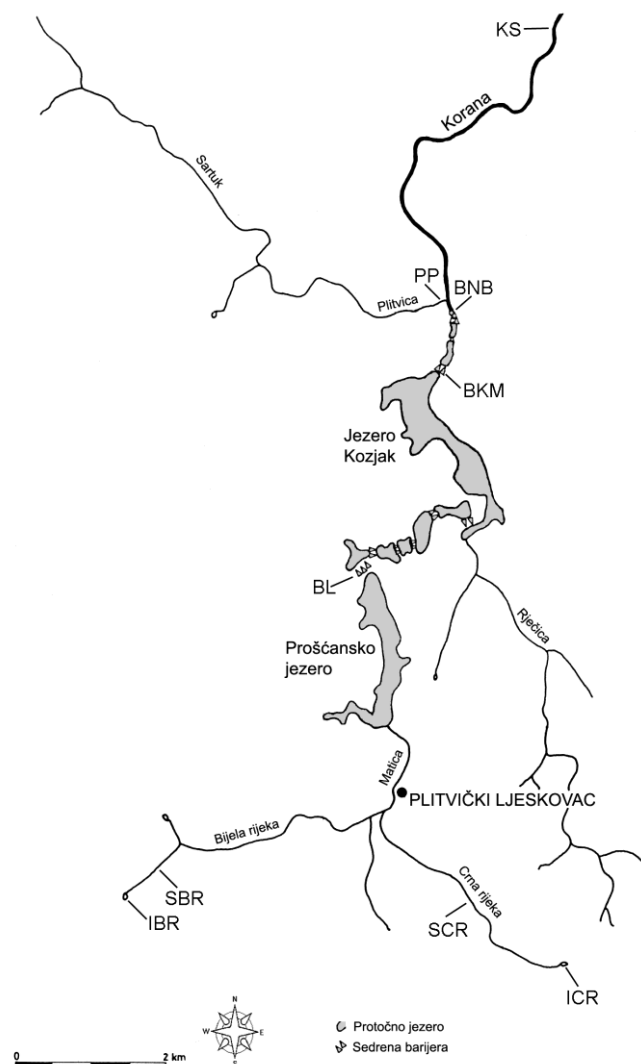
**Gornji tok Bijele rijeke (SBR)** je postaja smještena oko 400 m nizvodno od izvora i dio je izvorišnog toka budući da se temperatura tijekom godine ne mijenja više od 2 °C. Radi se o lotičkom tipu staništa sa supstratom kojeg čine šljunak, mahovina, pijesak i makrovegetacija (Slika 6b, Tablica 1.).

**Izvor Crne rijeke (ICR)** je postaja smještena na samom izvoru Crne rijeke, zatvorenom tipu reokrenog izvora. Stanište je lotičkog tipa sa supstratom kojeg čine šljunak, pijesak i mahovina (Slika 6c, Tablica 1.).

**Gornji tok Crne rijeke (SCR)** je postaja smještena oko 1 km od samog izvora Crne rijeke, no još uvijek se radi o izvorišnom (gornjem) dijelu toka zbog malih temperaturnih



varijacija tijekom godine. Lotički je tip staništa sa supstratom sastavljenim od šljunka, pijeska i mahovine (Slika 6d, Tablica 1.).



**Slika 5.** Karta istraživanih postaja unutar Nacionalnog parka Plitvička jezera. IBR - izvor Bijele rijeke; SBR - gornji tok Bijele rijeke; ICR - izvor Crne rijeke; SCR - gornji tok Crne rijeke; BL - barijera Labudovac; BKM - barijera Kozjak-Milanovac; BNB - barijera Novakovića Brod; PP - potok Plitvica; KS - Korana u selu.

**Barijera Labudovac (BL)** je sedrena barijera između Prošćanskog jezera i jezera Okrugljak. Radi se o lotičkom tipu staništa sa supstratom kojeg čine šljunaki mahovina na sedri (Slika 6e, Tablica 1.).

**Barijera Kozjak-Milanovac (BKM)** je sedrena barijera između jezera Kozjak i jezera Milanovac. Stanište je lotičkog tipa sa supstratom kojeg čine šljunak, mahovina na sedri i mulj (Slika 6g, Tablica 1.).

**Barijera Novakovića Brod (BNB)** je sedrena barijera između jezera Kaluderovac i jezera Novakovića Brod. Radi se o lotičkom tipu staništa sa supstratom kojeg čine šljunak, mahovina na sedri i mulj (Slika 6f, Tablica 1.).

**Potok Plitvica (PP)** je postaja smještena povrh Velikog slapa, na samom završetku potoka Plitvica. Lotički je tip staništa sa supstratom kojeg čine šljunak, mahovina na sedri i mulj (Slika 6h, Tablica 1.).

**Korana u selu (KS)** je postaja smještena u selu Korana. Stanište je lotičkog tipa sa supstratom kojeg čine šljunak, mahovina na sedri i mulj (Slika 6i, Tablica 1.).



**Slika 6.:** Istraživane postaje: a) izvor Bijele rijeke (Foto: Z. Mihaljević); b) gornji tok Bijele rijeke (Foto: Z. Mihaljević); c) izvor Crne rijeke (Foto: M. Ivković); d) gornji tok Crne rijeke (Foto: M. Ivković); e) Barijera Labudovac (Foto: M. Ivković); f) barijera Novakovića Brod (Foto: M. Ivković).



**Slika 6.** (nastavak) Istraživane postaje: g) barijera Kozjak-Milanovac (Foto: Z. Mihaljević); h) potok Plitvica (Foto: M. Ivković); i) Korana u selu (Foto: I. Bušić).

### 3. Materijali i metode

#### 3.1. Metode prikupljanja, konzerviranja i određivanja obalčara

Odrasle jedinke obalčara prikupljane su jednom mjesečno u razdoblju od veljače 2007. do prosinca 2008. godine na devet postaja unutar Nacionalnog parka Plitvička jezera. Za prikupljanje uzoraka korištene su emergencijske klopke piramidalnog oblika, visine 50 cm i baze površine 45 x 45 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 mm<sup>2</sup>, a na vrhu svake od njih postavljena je plastična posuda visine i širine 10 cm s otvorom promjera 3 cm namijenjenom ulazu odraslih jedinki. Kao atraktant u posudi korišten je 2 % formaldehid pomiješan sa deterdžentom koji smanjuje površinsku napetost. Na svakoj je postaji postavljeno šest emergencijskih klopki na mikrostaništima koja se razlikuju po supstratu i brzini strujanja vode.

Prikupljeni je materijal konzerviran u 80 % - tnom etanolu. Jedinke su izolirane do redova, a zatim su odrasle jedinke obalčara određivane do vrste pomoću literature: Kačanski i Zwick (1970), Kis (1974), Zwick i Mendl (1989), Graf i Schmidt-Kloiber (2003), Murányi (2011) i Zwick (2004). Determinacija je vršena na stereomikroskopu Zeiss Semi 2000-C.

#### 3.2. Analiza strukture i dinamike zajednica obalčara

S ciljem definiranja raznolikosti zajednice obalčara na proučavanim postajama određeni su Shannonov i Simpsonov indeks raznolikosti te Pielouov indeks ujednačenosti.

Shannonov indeks raznolikosti (H') koristi se prilikom uspoređivanja dviju ili više zajednica ili pak jedne zajednice u različitim razdobljima. 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 (1-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:

$$1 - \lambda = 1 - \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

pri čemu je:  $n_i$  - ukupan broj jedinki vrste  $i$

$N$  - ukupan broj jedinki svih vrsta.

Pielouov indeks ( $J'$ ) odnosno indeks ujednačenosti 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:  $H'$  - Shannonov indeks

$S$  - ukupan broj vrsta u zajednici.

Dobiveni su rezultati obrađeni osnovnim statističkim metodama:

- Analizom nemetrijskog multidimenzionalnog skaliranja (NMDS - engl. *non-metric multidimensional scaling analysis*) određena je značajnost razlika u sastavu zajednica obalčara na istraživanim postajama. NMDS analiza sličnosti provedena je na temelju Bray Curtisovog indeksa sličnosti kojim se izražava faunistička sličnost zajednica.
- Spearmanov indeks korelacije ( $r_s$ ) korišten je kako bi se utvrdila povezanost brojnosti jedinki obalčara s brzinom strujanja vode, a izračunat je prema formuli:

$$r_s = 1 - 6 \sum_{i=1}^n \frac{d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

pri čemu je:  $d$  - razlika vrijednosti rangova dvije promatrane serije

$n$  - broj različitih serija.

- Kruskal-Wallis analiza varijance (H) s višestrukim usporedbama srednjih vrijednosti rangova neparametrijska je statistička metoda korištena kako bi se utvrdilo postoji li preferencija prema određenom tipu supstrata kod pronađenih vrsta obalčara. Formula korištena za ovu analizu je:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

gdje je: n - ukupni broj promatranja u svim uzorcima

R - suma rangova unutar pojedinačnog uzorka

i - broj uzoraka.

- Kanonička analiza podudarnosti (CCA - engl. *canonical correspondence analysis*) provedena je kako bi se utvrdila ovisnost sastava zajednice o okolišnim čimbenicima određenog staništa (postaje). Sve vrijednosti fizikalno-kemijskih čimbenika korištenih u analizi godišnji su prosjeci čimbenika izmjerenih na istraživanim postajama.
- Analiza trofičke strukture zajednice provedena je prema Moog i sur. (2010); odnosno izračunata prema formuli:

$$R = \frac{\sum n_i}{\sum h}$$

gdje je: R - udio obalčara 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 i sur. (2010), a udio pojedine skupine u zajednici izračunat je prema formuli:

$$R = \frac{\sum n_i}{\sum h}$$

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 i sur. (2008).

### **3.3. Mjerenje fizikalno–kemijskih obilježja vode**

Na terenu su mjesečno WTW sondama mjereni osnovni fizikalno-kemijski čimbenici vode. Sondom WTW Oxi 330 mjerena je temperatura vode ( $^{\circ}\text{C}$ ), količina otopljenog kisika u vodi ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) i zasićenje vode kisikom (%). Sondom WTW pH 340i mjerena je pH vode, a njena elektroprovodljivost sondom WTW Cond 340i ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). Alkalitet vode ( $\text{mg CaCO}_3 \text{ dm}^{-3}$ ) mjerena je titriranjem uzorka vode s kloridnom kiselinom (HCl) uz metiloranž kao indikator. Brzina strujanja vode izmjerena je strujomjerom Dostmann P-670-M, a temperatura vode je izmjerena data loggerom HOBO Pendant Temperature Data Logger (#Part UA-001-XX). Podaci o protoku vode dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda.

### **3.4. Programi korišteni za obradu podataka**

Tablični i grafički prikazi izrađeni su u programu Microsoft Excel 2007 (Microsoft Corporation 2007), Primer 5.2.9 (Primer-E Ltd 2002) i CANOCO5.00 (ter Braak i Smilauer 2012). Statističke analize izrađene su u programu Statistica 8.0 (Spearmanov indeks korelacije, Kruskal-Wallis analiza varijance; Statsoft Inc. 2008), Primer 5.2.9 (Simpsonov i Shannonov indeks raznolikosti, Pieulov indeks, analiza nemetrijskog multidimenzionalnog skaliranja; Primer-E Ltd 2002) i CANOCO5.00 (kanonička analiza podudarnosti; ter Braak i Smilauer 2012). Analize trofičke strukture i longitudinalne distribucije provedene su u programu Microsoft Excel 2007 (Microsoft Corporation 2007). Za obradu slika korišten je PhotoScape.



## **4. Rezultati**

### **4.1. Fizikalno-kemijska obilježja vode na istraživanim postajama tijekom 2007. i 2008. godine**

Minimalne i maksimalne vrijednosti zabilježene tijekom mjesečnih mjerenja fizikalno-kemijskih čimbenika vode na devet istraživanih lokacija prikazane su u Tablici 1.

**Tablica 1.** Karakteristike uzorkovanja i fizikalno-kemijski čimbenici vode (min. = minimalna zabilježena vrijednost, max. = maksimalna zabilježena vrijednost, \*prema Strahleru) na istraživanim postajama tijekom 2007. i 2008. godine (IBR - izvor Bijele rijeke, SBR - gornji tok Bijele rijeke, ICR - izvor Crne rijeke, SCR - gornji tok Crne rijeke, BL - barijera Labudovac, BKM - barijera Kozjak-Milanovac, BNB - barijera Novakovića Brod, PP - potok Plitvica, KS - Korana u selu).

Postaja	IBR	SBR	ICR	SCR	BL	BKM	BNB	PP	KS	
<b>Geog. širina</b>	N 44°50'05'	N 44°50'04'	N 44°50'14'	N 44°50'10'	N 44°52'17'	N 44°53'39'	N 44°54'07'	N 44°54'07'	N 44°55'33'	
<b>Geog. dužina</b>	E 15°33'43'	E 15°33'33'	E 15°36'28'	E 15°36'30'	E 15°35'59'	E 15°36'32'	E 15°36'38'	E 15°36'27'	E 15°37'09'	
<b>Nadmorska visina (m)</b>	720	716	677	670	630	546	504	556	390	
<b>Supstrat</b>	Šljunak i pijesak, makrofiti, mahovina	Šljunak i pijesak, makrofiti, mahovina	Šljunak i pijesak, makrofiti, mahovina	Šljunak i pijesak, makrofiti, mahovina	Šljunak, mahovina na sedri	Šljunak, mahovina na sedri, mulj	Šljunak, mahovina na sedri, mulj	Šljunak, mahovina na sedri, mulj	Šljunak, mahovina na sedri, mulj	
<b>Temperatura vode (°C)</b>	<b>min</b>	7.3	7.2	7.7	7.1	2.5	3.1	3.3	3.2	1.7
	<b>max</b>	7.8	9.9	8.2	9.7	20.5	22.9	22.9	15.4	19.8
<b>O<sub>2</sub> (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>min</b>	7.6	8.2	8.3	7.9	6.7	8.7	8.4	8.7	9
	<b>max</b>	11.8	11.8	11.7	12.5	12.3	12	12.4	13	14.1
<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	<b>min</b>	65.2	71.2	87	68.8	59.7	72	77.3	75.7	79.6
	<b>max</b>	101.8	106.6	105.7	115.9	139.2	113.6	117.1	122.5	121
<b>pH</b>	<b>min</b>	6.9	7.5	7.4	7.7	6.8	6.9	8.2	6.8	6.8
	<b>max</b>	7.8	8.4	8.2	8.6	8.7	8.4	8.7	8.9	8.7
<b>Elektroprovodljivost (μS cm<sup>-1</sup>)</b>	<b>min</b>	463	472	405	403	366	354	334	409	321
	<b>max</b>	505	498	424	426	426	443	387	444	385
<b>Alkalitet (mg CaCO<sub>3</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>min</b>	235	230	210	210	210	200	185	225	180
	<b>max</b>	295	295	260	290	260	220	230	280	215

#### 4.2. Zastupljenost i rasprostranjenost obalčara na istraživanim postajama

Tijekom dvogodišnjeg razdoblja istraživanja prikupljeno je ukupno 14155 odraslih jedinki obalčara. Zabilježene su 33 vrste (38 svojti) iz 4 porodice. U 2007. godini zabilježeno je 26 vrsta (30 svojti) i 7156 jedinki, dok je u 2008. godini zabilježena 31 vrsta (35 svojti) te 6999 jedinki. Najveći broj jedinki tijekom 2007. godine prikupljen je na sedrenoj barijeri Labudovac, a 2008. godine najveći broj jedinki prikupljen je na postaji Korana u selu (Tablica 2.). Vrste koje su zabilježene samo tijekom 2007. godine su *Leuctra pusilla* Krno, 1985 i

*Leuctra teriolensis* Kempny, 1900 te svojta *Perlodes* non.det., dok su samo tijekom 2008. godine zabilježene vrste: *Leuctra cingulata* Kempny, 1899, *Leuctra handlirschi* Kempny, 1898, *Leuctra hippopus* Kempny, 1899, *Leuctra inermis* Kempny, 1899, *Leuctra prima* Kempny, 1899, *Isoperla rivulorum* (Pictet, 1841) i *Perlodes* cf. *intricatus* Pictet, 1841 te svojta *Leuctra* non.det.. Ostale vrste zabilježene su tijekom čitavog razdoblja istraživanja.

**Tablica 2.** Zastupljenost i rasprostranjenost vrsta obalčara na istraživanim postajama tijekom 2007. i 2008. godine (IBR - izvor Bijele rijeke, SBR - gornji tok Bijele rijeke, ICR - izvor Crne rijeke, SCR - gornji tok Crne rijeke, BL - barijera Labudovac, BKM - barijera Kozjak-Milanovac, BNB - barijera Novakovića Brod, PP - potok Plitvica, KS - Korana u selu).

	2007									2008								
	IBR	SBR	ICR	SCR	BL	BKM	BNB	PP	KS	IBR	SBR	ICR	SCR	BL	BKM	BNB	PP	KS
<b>TAENIOPTERYGIDAE</b>																		
<i>Brachyptera monilicornis</i> (Pictet, 1841)	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	41
<i>Brachyptera risi</i> (Morton, 1896)	0	0	0	0	0	0	0	13	20	1	7	0	0	0	0	0	5	26
<i>Brachyptera tristis</i> (Klapálek, 1901)	1	0	2	0	0	0	0	0	0	10	1	4	0	0	0	0	0	0
<i>Taeniopteryx</i> cf. <i>hubaulti</i> Aubert, 1946	0	7	24	1	0	0	0	0	0	1	17	5	23	0	0	0	0	0
<i>Taeniopteryx</i> cf. <i>schoenemundi</i> (Mertens, 1923)	1	15	7	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<b>LEUCTRIDAE</b>																		
<i>Leuctra albida</i> Kempny, 1899	1	0	0	6	235	4	0	41	0	1	31	0	0	369	20	16	26	0
<i>Leuctra cingulata</i> Kempny, 1899	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Leuctra fusca</i> (Linnaeus 1758)	0	0	0	0	270	8	2	4	2	0	0	0	0	371	7	19	22	24
<i>Leuctra handlirschi</i> Kampny, 1898	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>Leuctra hippopus</i> Kampny, 1899	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Leuctra inermis</i> Kempny, 1899	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	71	86	0	0	0	0	0
<i>Leuctra major</i> Brinck, 1949	0	0	0	0	0	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Leuctra nigra</i> (Olivier, 1811)	1	10	0	24	8	28	0	6	0	2	208	0	84	12	8	0	6	0
<i>Leuctra prima</i> Kempny, 1899	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	0	11	0	0	0	0	0
<i>Leuctra pusilla</i> Krno, 1985	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leuctra teriolensis</i> Kempny, 1900	0	25	25	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leuctra</i> non.det.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
<b>NEMOURIDAE</b>																		
<i>Amphinemura triangularis</i> (Ris, 1902)	0	0	0	0	315	23	873	335	327	0	0	0	0	34	2	317	68	2
<i>Nemoura avicularis</i> Morton, 1894	0	0	0	0	10	0	2	7	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Nemoura cinerea</i> (Retzius, 1783)	0	1	0	0	40	376	15	91	31	0	11	0	0	40	946	12	11	6
<i>Nemoura flexuosa</i> Aubert, 1949	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	5	0	0	0	2	0
<i>Nemoura marginata</i> Pictet, 1835	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nemoura minima</i> Aubert, 1946	0	3	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
<i>Nemoura</i> non.det.	0	0	1	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Nemurella pictetii</i> Klapálek, 1900	30	15	0	1	0	0	0	8	0	14	19	0	0	2	0	0	5	0
<i>Protonemura auberti</i> Illies, 1954	171	121	280	159	0	0	0	4	0	431	634	252	82	0	0	0	67	0

**Tablica 2.** (nastavak) Zastupljenost i rasprostranjenost vrsta obalčara na istraživanim postajama tijekom 2007. i 2008. godine (IBR - izvor Bijele rijeke, SBR - gornji tok Bijele rijeke, ICR - izvor Crne rijeke, SCR - gornji tok Crne rijeke, BL - barijera Labudovac, BKM - barijera Kozjak-Milanovac, BNB - barijera Novakovića Brod, PP - potok Plitvica, KS - Korana u selu).

	2007									2008								
	IBR	SBR	ICR	SCR	BL	BKM	BNB	PP	KS	IBR	SBR	ICR	SCR	BL	BKM	BNB	PP	KS
<b>NEMOURIDAE</b>																		
<i>Protonemura intricata</i> (Ris, 1902)	0	0	0	0	560	350	340	33	777	0	0	0	0	125	52	153	63	1528
<i>Protonemura nitida</i> (Pictet, 1836)	0	0	12	14	0	0	0	21	0	0	0	35	6	0	0	0	96	0
<i>Protonemura praecox</i> (Morton, 1894)	0	1	0	0	310	20	58	64	25	0	7	0	1	1	0	0	35	0
<i>Protonemura</i> non.det.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<b>PERLODIDAE</b>																		
<i>Besdolus imhoffi</i> (Pictet, 1841)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
<i>Isoperla inermis</i> Kačanski & Zwick, 1970	35	92	8	13	0	0	0	1	0	0	29	0	2	0	0	0	0	0
<i>Isoperla</i> cf. <i>lugens</i> (Klapálek, 1923)	3	40	16	8	0	0	0	149	2	0	57	0	2	0	0	0	89	0
<i>Isoperla oxylepis</i> (Despax, 1936)	0	0	0	0	0	0	5	0	11	0	0	0	0	0	0	11	0	44
<i>Isoperla rivulorum</i> (Pictet, 1841)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>Isoperla</i> non.det.	0	2	0	12	0	0	1	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0
<i>Perlodes</i> cf. <i>intricatus</i> Pictet, 1841	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0
<i>Perlodes</i> non.det.	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ukupno:</b>	<b>243</b>	<b>336</b>	<b>378</b>	<b>338</b>	<b>1748</b>	<b>814</b>	<b>1308</b>	<b>786</b>	<b>1205</b>	<b>464</b>	<b>1130</b>	<b>370</b>	<b>339</b>	<b>954</b>	<b>1036</b>	<b>533</b>	<b>499</b>	<b>1674</b>

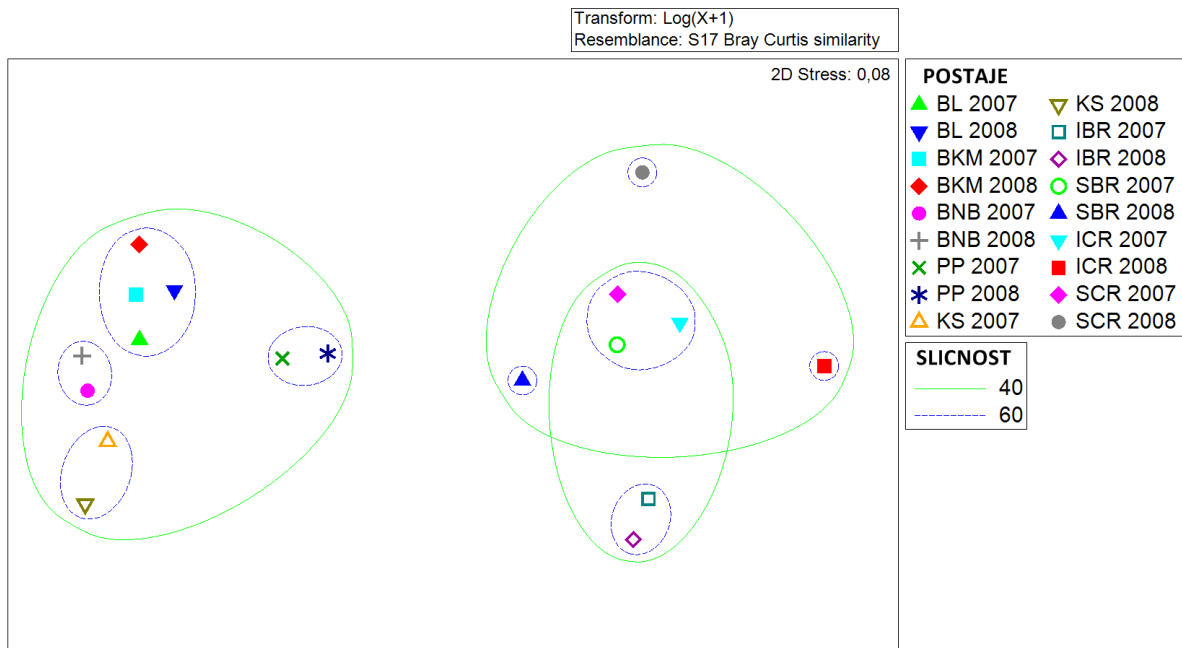
### 4.3. Raznolikost i sličnost zajednica obalčara na istraživanim postajama tijekom 2007. i 2008. godine

Istraživane postaje razlikuju se po broju vrsta i sastavu zajednica. Razlike među njima utvrđene su indeksima raznolikosti i ujednačenosti (Tablica 3.). Najveće vrijednosti indeksa raznolikosti (Shannonov i Simpsonov indeks) zabilježene su na postaji potok Plitvica tijekom 2008. godine, dok je najveći indeks ujednačenosti (Pielouov indeks) zabilježen na barijeri Labudovac tijekom 2007. godine.

**Tablica 3.** Indeksi raznolikosti i ujednačenosti zajednice obalčara na istraživanim postajama za istraživano razdoblje od veljače 2007. do prosinca 2008. godine (S - ukupan broj svojti, N - ukupan broj jedinki, J' - Pielouov indeks, H' - Shannonov indeks, 1-λ - Simpsonov indeks).

		S	N	J'	H'(loge)	1-λ
IBR	2007	8	243	0,45	0,93	0,47
	2008	9	464	0,17	0,37	0,14
SBR	2007	14	336	0,68	1,80	0,77
	2008	18	1130	0,53	1,55	0,64
ICR	2007	10	378	0,46	1,06	0,44
	2008	7	370	0,49	0,95	0,49
SCR	2007	14	338	0,66	1,75	0,72
	2008	16	339	0,71	1,96	0,81
BL	2007	8	1748	<b>0,81</b>	1,68	0,79
	2008	8	954	0,64	1,33	0,68
BKM	2007	8	814	0,54	1,13	0,60
	2008	7	1036	0,21	0,40	0,16
BNB	2007	11	1308	0,38	0,91	0,49
	2008	8	533	0,53	1,11	0,56
PP	2007	17	786	0,65	1,83	0,76
	2008	16	499	0,79	<b>2,20</b>	<b>0,87</b>
KS	2007	10	1205	0,43	0,99	0,51
	2008	8	1674	0,21	0,43	0,17

Analiza nemetrijskog multidimenzionalnog skaliranja (NMDS) pokazala je da se postaje bliže izvorima Bijele i Crne rijeke grupiraju zajedno u jedan klaster, dok se postaje na sedrenim barijerama grupiraju zajedno s postajama Korana u selu i potok Plitvica formirajući drugi klaster (Slika 7.).

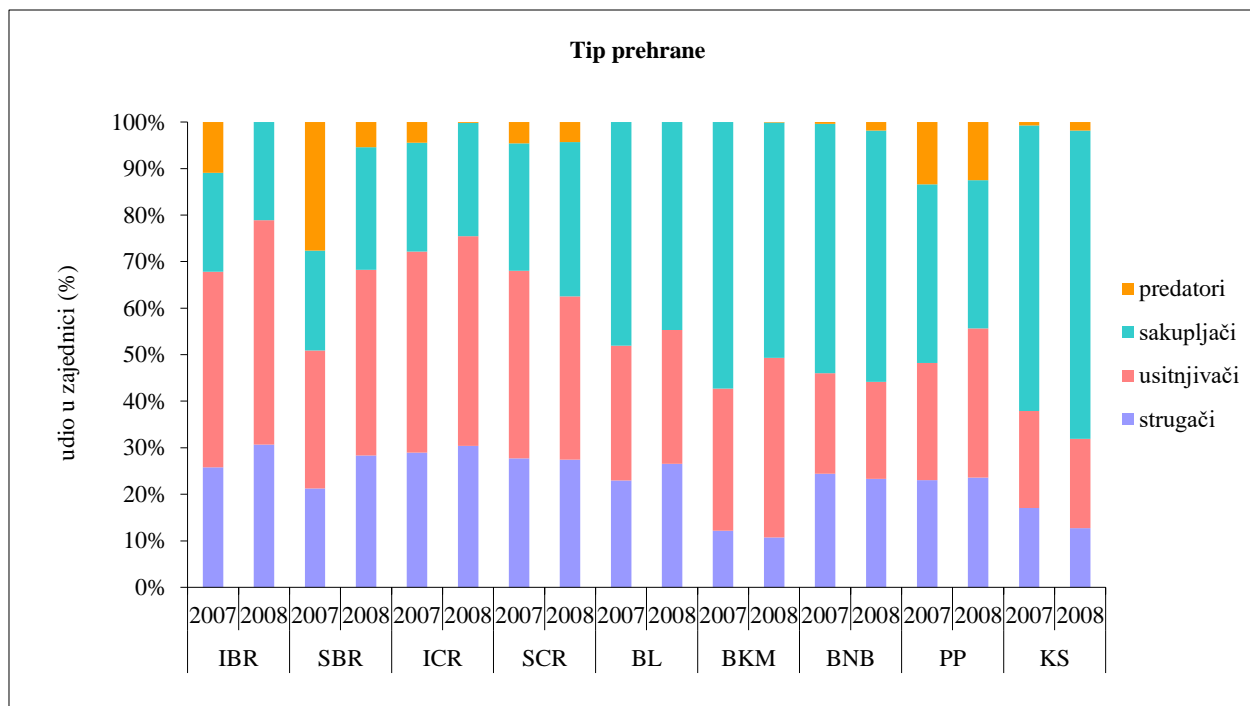


**Slika 7.** NMDS analiza sličnosti faune obalčara prikupljene emergencijskim klopama na istraživanim postajama od veljače 2007. do prosinca 2008. godine (IBR - izvor Bijeke rijeke, SBR - gornji tok Bijeke rijeke, ICR - izvor Crne rijeke, SCR - gornji tok Crne rijeke, BL - barijera Labudovac, BKM - barijera Kozjak-Milanovac, BNB - barijera Novakovića Brod, PP - potok Plitvica, KS - Korana u selu).

#### 4.4. Trofička struktura zajednice obalčara na promatranim postajama

Na postajama na izvorima (IBR, ICR), kao i na postajama u blizini izvorišnih dijelova rijeka (SBR, SCR), dominantna je funkcionalna skupina usitnjivača. Nakon usitnjivača, podjednako su zastupljene funkcionalne skupine sakupljača i strugača. Izuzetak je postaja gornji tok Bijeke rijeke (SBR) na kojoj je tijekom 2007. godine zabilježen povećan udio predatora (Slika 8.).

Drugačija zastupljenost funkcionalnih skupina zabilježena je na postajama na barijerama te na rijeci Korani gdje daleko najveći udio u zajednici imaju sakupljači. U zajednici obalčara na postaji potok Plitvica tijekom 2007. godine najzastupljeniji su također sakupljači, ali njihov udio nije tako velik kao na prethodno navedenim postajama. U 2008. godini na ovoj su postaji podjednako zastupljene funkcionalne skupine usitnjivača, strugača i sakupljača, a nešto manji udio u zajednici imaju predatori (Slika 8.).

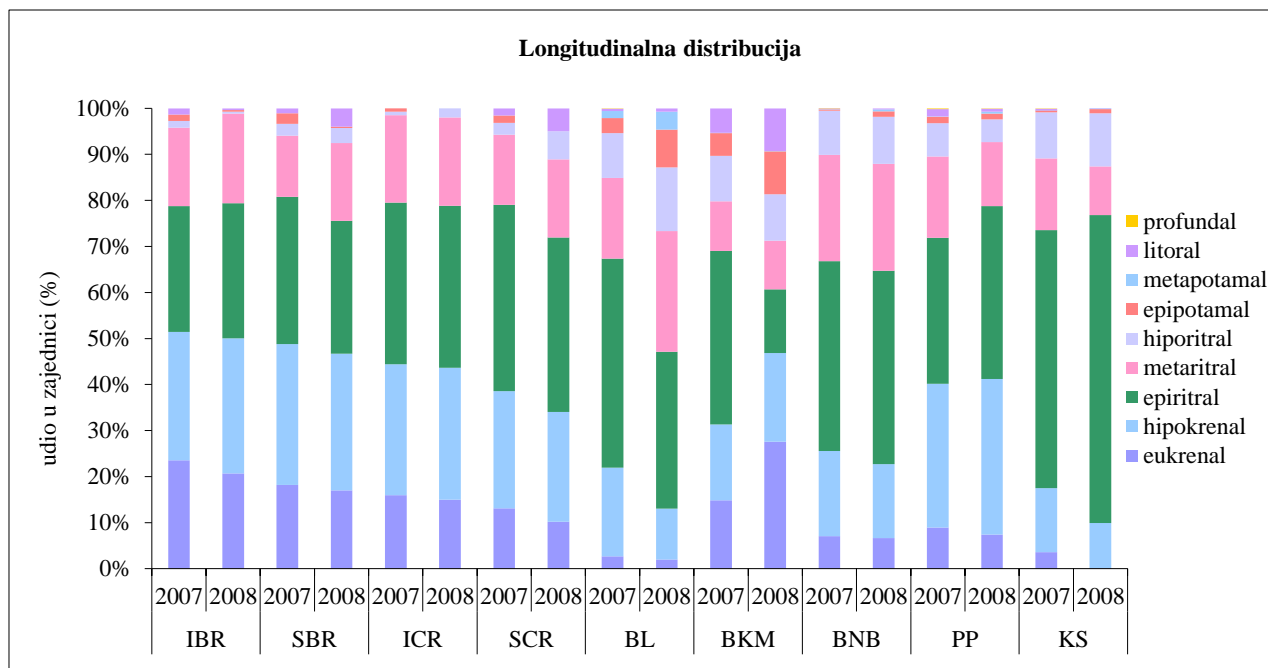


**Slika 8.** Trofička struktura zajednice obalčara na istraživanim postajama u razdoblju od veljače 2007. do prosinca 2008. godine (IBR - izvor Bijele rijeke, SBR - gornji tok Bijele rijeke, ICR - izvor Crne rijeke, SCR - gornji tok Crne rijeke, BL - barijera Labudovac, BKM - barijera Kozjak-Milanovac, BNB - barijera Novakovića Brod, PP - potok Plitvica, KS - Korana u selu).

#### 4.5. Longitudinalna distribucija zajednice obalčara na promatranim postajama

Na svim istraživanim postajama dominiraju vrste koje preferiraju gornje i središnje dijelove toka (eukrenal, hipokrenal, epiritral, metarital). Udaljavajući se od izvorišnih postaja, u sastavu zajednica obalčara smanjuje se udio vrsta tipičnih za gornje, a raste udio vrsta koje preferiraju srednje dijelove toka tekućica. Vrste koje preferiraju donje dijelove tokova manje su zastupljene na svim postajama. Izuzetak je postaja barijera Kozjak-Milanovac na kojoj je u 2008. godini zabilježen specifičan sastav zajednice. Točnije, dominantne su vrste koje preferiraju gornje dijelove toka, dok su vrste karakteristične za srednje i donje dijelove tokova podjednako zastupljene. Razlog tome je izrazita dominacija vrste *Nemoura cinerea* (Retzius, 1783) čiji je udio u zajednici tijekom 2007. godine 46 %, odnosno gotovo 92 % tijekom 2008. godine. Nadalje, u strukturi zajednice obalčara na postaji Korana u selu izrazito su dominantne vrste karakteristične za srednje dijelove toka zbog visokog udjela vrste *Protonemura intricata* (Ris, 1902) u toj zajednici (Slika 9.).



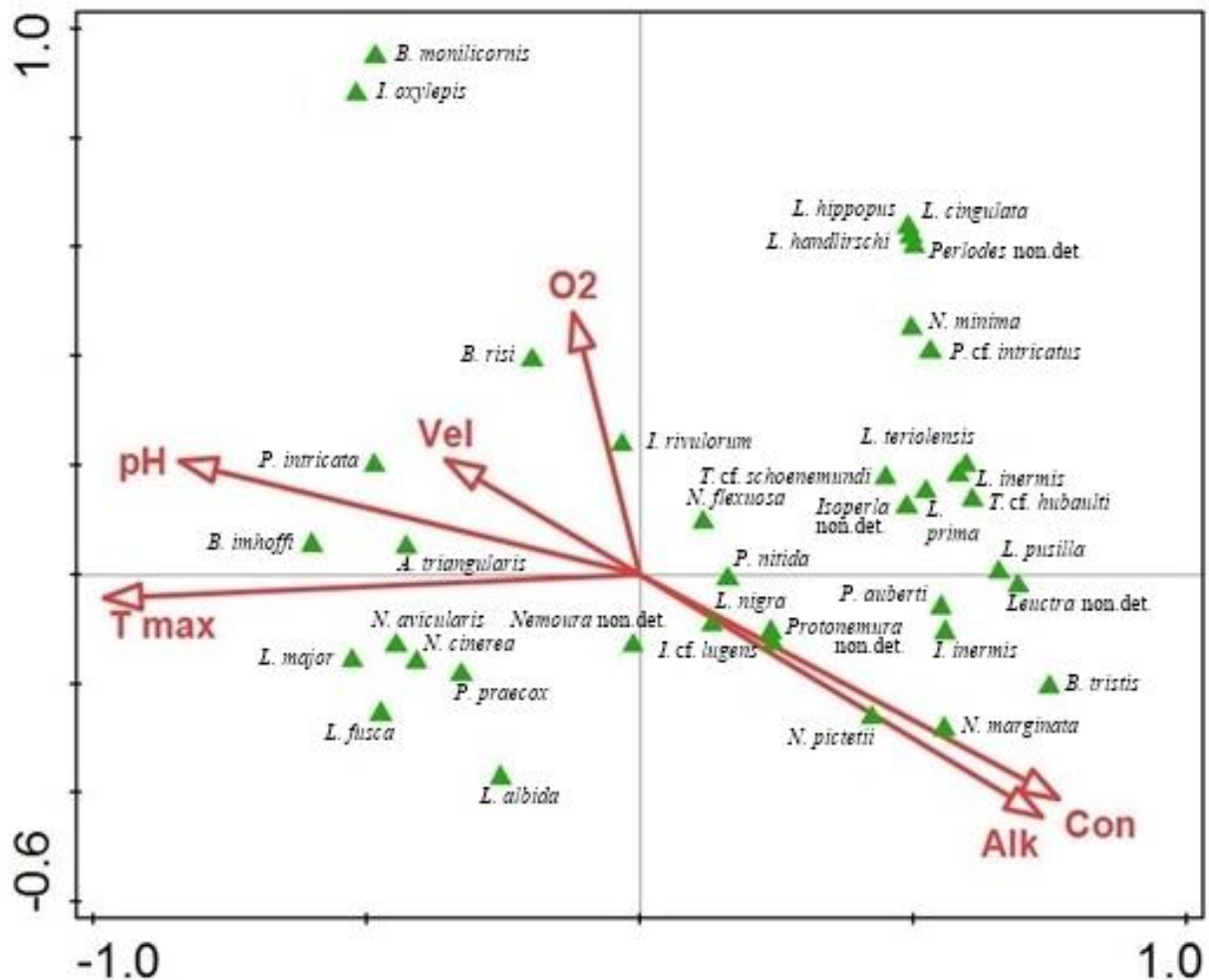


**Slika 9.** Longitudinalna distribucija jedinki obalčara na istraživanim postajama u razdoblju od veljače 2007. do prosinca 2008. godine (IBR - izvor Bijele rijeke, SBR - gornji tok Bijele rijeke, ICR - izvor Crne rijeke, SCR - gornji tok Crne rijeke, BL - barijera Labudovac, BKM - barijera Kozjak-Milanovac, BNB - barijera Novakovića Brod, PP - potok Plitvica, KS - Korana u selu).

#### 4.6. Utjecaj fizikalno-kemijskih čimbenika vode na raspodjelu vrsta obalčara na istraživanim postajama

CCA analiza je provedena na 38 svojti, 9 lokacija i 6 fizikalno-kemijskih čimbenika (temperatura vode, pH, brzina strujanja vode, alkalitet, koncentracija otopljenog kisika i elektroprovodljivost). Rezultati CCA analize prezentirani su na  $F1 \times F2$  ordinacijskom dijagramu (Slika 10.). Jedinične vrijednosti prvih dviju osi su 0,69 i 0,22 te objašnjavaju 70,8 % odnosa vrsta i fizikalno-kemijskih čimbenika. Monte Carlo permutacijski test pokazao je da su odnosi vrsta i fizikalno-kemijskih čimbenika statistički značajni (Os 1: F-ratio = 15,89;  $p = 0,002$ ; sveukupno: trace = 1,29; F-ratio = 6,96;  $p = 0,002$ ), što znači da je prisutnost vrsta značajno povezana s testiranim setom okolišnih čimbenika. Os 1 najviše korelira s maksimalnom temperaturom vode ( $R = -0,97$ ) i s pH ( $R = -0,83$ ), a os 2 najviše korelira s koncentracijom otopljenog kisika ( $R = 0,43$ ). Temeljem CCA analize najvažniji fizikalno-kemijski čimbenici su temperatura i pH. Prema tome, vrste koje se nalaze s lijeve strane grafa preferiraju više maksimalne temperature vode i pH vrijednosti, veću brzinu

strujanja vode, veće koncentracije otopljenog kiska te niži alkalitet i elektroprovodljivost (*Amphinemura triangularis* (Ris, 1902), *Besdolus imhoffi* (Pictet, 1841), *Brachyptera monilicornis* (Pictet, 1841), *Brachyptera risi* (Morton, 1896), *Isoperla oxylepis* (Despax, 1936), *Leuctra albida* Kempny, 1899, *Leuctra fusca* (Linnaeus, 1758), *Leuctra major* Brinck, 1949, *Nemoura avicularis* Morton, 1894, *Nemoura cinerea*, *Protonemura intricata*, *Protonemura praecox* (Morton, 1894)). S druge strane grafa nalaze se vrste koje preferiraju suprotne uvjete, odnosno viši alkalitet i elektroprovodljivost vode, a niže maksimalne temperature vode i pH vrijednosti, nižu brzinu strujanja i koncentraciju otopljenog kisika (*Brachyptera tristis* (Kalapálek, 1901), *Isoperla inermis* Kačanski i Zwick, 1970, *Isoperla* cf. *lugens* (Kalapálek, 1923), *Isoperla* non.det., *Leuctra cingulata*, *Leuctra handlirschi*, *Leuctra hippopus*, *Leuctra inermis*, *Leuctra nigra* (Olivier, 1811), *Leuctra prima*, *Leuctra pusilla*, *Leuctra teriolensis*, *Leuctra* non.det., *Nemoura marginata* Pictet, 1835, *Nemoura minima* Aubert, 1946, *Nemurella pictetii*, *Perlodus* cf. *intricatus*, *Perlodes* non.det., *Protonemura auberti* Illies, 1954, *Protonemura nitida* (Pictet, 1836), *Protonemura* non.det., *Taeniopteryx* cf. *hubaulti* Aubert, 1946, *Taeniopteryx* cf. *schoenemundi* (Mertens, 1923)). Vrste *Isoperla rivulorum*, *Nemoura flexuosa* Aubert, 1949 te svojta *Nemoura* non.det. nisu pokazale sklonosti za nekim specifičnim vrijednostima fizikalno-kemijskih čimbenika te pojavljuju se na većem broju lokacija.



**Slika 10.** CCA analiza raspodjele vrsta obalčara na temelju odabranih fizikalno-kemijskih čimbenika vode na istraživanim postajama (IBR - izvor Bijele rijeke, SBR - gornji tok Bijele rijeke, ICR - izvor Crne rijeke, SCR - gornji tok Crne rijeke, BL - barijera Labudovac, BKM - barijera Kozjak-Milanovac, BNB - barijera Novakovića Brod, PP - potok Plitvica, KS - Korana u selu; Con - elektroprovodljivost, pH - pH vrijednost vode, T max - maksimalna temperatura vode; Alk - alkalitet; Vel - brzina strujanja vode; O2 - koncentracija otopljenog kisika).

#### 4.7. Utjecaj mikrostanista na rasprostranjenost obalčara

Postojanje preferencije kod zabilježenih vrsta obalčara prema određenim tipovima mikrostanista ispitano je neparametrijskim testovima. Kruskal-Wallis analiza varijance s višestrukim usporedbama srednjih vrijednosti rangova pokazala je statistički značajnu razliku između mikrostanista mahovina i pijeska s obzirom na brojnost vrste *Amphinemura*

*triangularis* ( $H = 11,52$ ;  $df = 3$ ;  $N = 42$ ;  $p = 0,0032$ ), *Protonemura intricata* ( $H = 18,25$ ;  $df = 3$ ;  $N = 48$ ;  $p = 0,0001$ ) i *Protonemura praecox* ( $H = 9,35$ ;  $df = 3$ ;  $N = 30$ ;  $p = 0,0093$ ). Sve tri vrste bile su sklonije mahovinskim staništima.

Nadalje, Spearmanov koeficijent korelacije je pokazao statistički značajan ( $p < 0,05$ ) pozitivan odnos brzine vode i brojnosti vrsta *Protonemura auberti* ( $R = 0,37$ ), *Protonemura intricata* ( $R = 0,57$ ) i *Protonemura praecox* ( $R = 0,42$ ).

#### **4.8. Emergencijske značajke zajednice obalčara na istraživanim postajama Nacionalnog parka Plitvička jezera**

U 2007. godini izlijetanje obalčara je zabilježeno u periodu od ožujka do studenog, dok je 2008. godine izlijetanje počelo u veljači i također trajalo do studenog. Minimum emergencije zabilježen je u hladnijem dijelu godine (veljača i studeni), dok su maksimumi postignuti tijekom proljeća (travanj i svibanj) (Tablica 4.). Najduži emergencijski period tijekom obje je godine zabilježen za vrstu *Protonemura auberti* i maksimalno je trajao 8 mjeseci, od ožujka do listopada (Tablica 4.).

**Tablica 4.** Prikaz emergencijskih perioda obalčara prikupljenih emergencijskim klopama na istraživanim postajama u Nacionalnom parku Plitvička jezera.

	2007												2008											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>TAENIOPTERYGIDAE</b>																								
<i>Brachyptera monilicornis</i> (Pictet, 1841)				x												x	x							
<i>Brachyptera risi</i> (Morton, 1896)			x	x												x	x	x						
<i>Brachyptera tristis</i> (Klapálek, 1901)				x	x											x		x	x					
<i>Taeniopteryx</i> cf. <i>hubaulti</i> Aubert, 1946			x	x	x											x	x	x						
<i>Taeniopteryx</i> cf. <i>schoenemundi</i> (Mertens, 1923)				x	x											x								
<b>LEUCTRIDAE</b>																								
<i>Leuctra albida</i> Kempny, 1899			x					x	x	x	x					x	x		x	x	x	x		
<i>Leuctra cingulata</i> Kempny, 1899																					x			
<i>Leuctra fusca</i> (Linnaeus 1758)				x					x	x											x	x	x	
<i>Leuctra handlirschi</i> Kampny, 1898																	x			x				
<i>Leuctra hippopus</i> Kampny, 1899																x	x							
<i>Leuctra inermis</i> Kempny, 1899																x	x	x						
<i>Leuctra major</i> Brinck, 1949									x													x	x	
<i>Leuctra nigra</i> (Olivier, 1811)				x	x	x					x					x	x	x	x			x		
<i>Leuctra prima</i> Kempny, 1899																x	x							
<i>Leuctra pusilla</i> Krno, 1985					x	x																		
<i>Leuctra teriolensis</i> Kempny, 1900				x	x																			
<i>Leuctra</i> non.det.																x	x							
<b>NEMOURIDAE</b>																								
<i>Amphinemura triangularis</i> (Ris, 1902)				x	x												x	x						
<i>Nemoura avicularis</i> Morton, 1894			x	x	x												x							
<i>Nemoura cinerea</i> (Retzius, 1783)				x	x	x		x										x	x					
<i>Nemoura flexuosa</i> Aubert, 1949				x													x	x						
<i>Nemoura marginata</i> Pictet, 1835					x												x							

**Tablica 4.** (nastavak) Prikaz emergencijskih perioda obalčara prikupljenih emergencijskim klopka u istraživanim postajama u Nacionalnom parku Plitvička jezera.

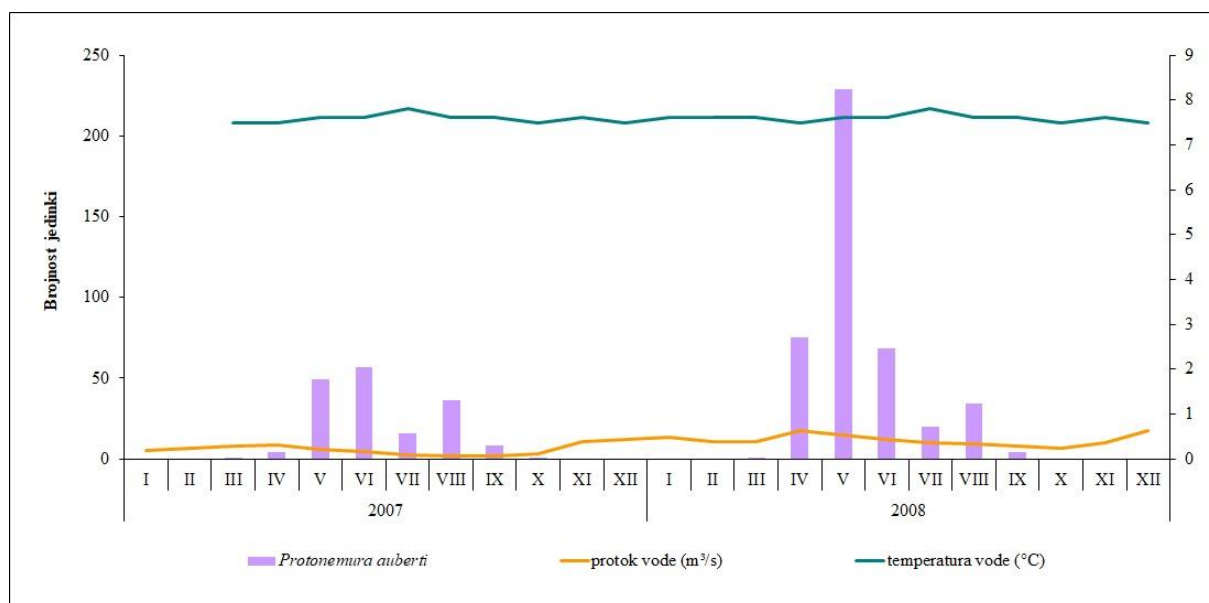
	2007												2008											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>NEMOURIDAE</b>																								
<i>Nemoura minima</i> Aubert, 1946				x	x											x	x							
<i>Nemoura</i> non.det.				x	x	x										x	x							
<i>Nemurella pictetii</i> Klapálek, 1900				x	x	x	x	x	x	x										x	x	x		
<i>Protonemura auberti</i> Illies, 1954			x	x	x	x	x	x	x	x						x	x	x	x	x	x			
<i>Protonemura intricata</i> (Ris, 1902)				x	x	x										x	x	x						
<i>Protonemura nitida</i> (Pictet, 1836)									x	x									x	x	x			
<i>Protonemura praecox</i> (Morton, 1894)			x	x												x	x	x						
<i>Protonemura</i> non.det.				x													x							
<b>PERLODIDAE</b>																								
<i>Besdolus imhoffi</i> (Pictet, 1841)					x	x											x							
<i>Isoperla inermis</i> Kačanski & Zwick, 1970					x	x	x	x								x	x	x	x					
<i>Isoperla</i> cf. <i>lugens</i> (Klapálek, 1923)				x	x	x	x	x								x	x	x	x					
<i>Isoperla oxylepis</i> (Despax, 1936)				x	x											x	x	x						
<i>Isoperla rivulorum</i> (Pictet, 1841)																x	x							
<i>Isoperla</i> non.det.						x	x	x									x	x	x					
<i>Perlodes</i> cf. <i>intricatus</i> Pictet, 1841																x	x	x						
<i>Perlodes</i> non.det.					x	x	x																	
<b>Ukupno:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

#### 4.9. Utjecaj srednje mjesečne temperature i protoka vode na emergencijske značajke dominantnih i nedominantnih vrsta na istraživanim postajama tijekom 2007. i 2008. godine

Ovo poglavlje bavi se utjecajem srednje mjesečne temperature i protoka vode na emergencijske značajke dominantnih ( $\geq 15\%$  ukupnog ulova po postaji) i nedominantnih ( $< 15\%$  ukupnog ulova po postaji) vrsta obalčara na istraživanim postajama tijekom 2007. i 2008. godine.

##### 4.9.1. Izvor Bijele rijeke

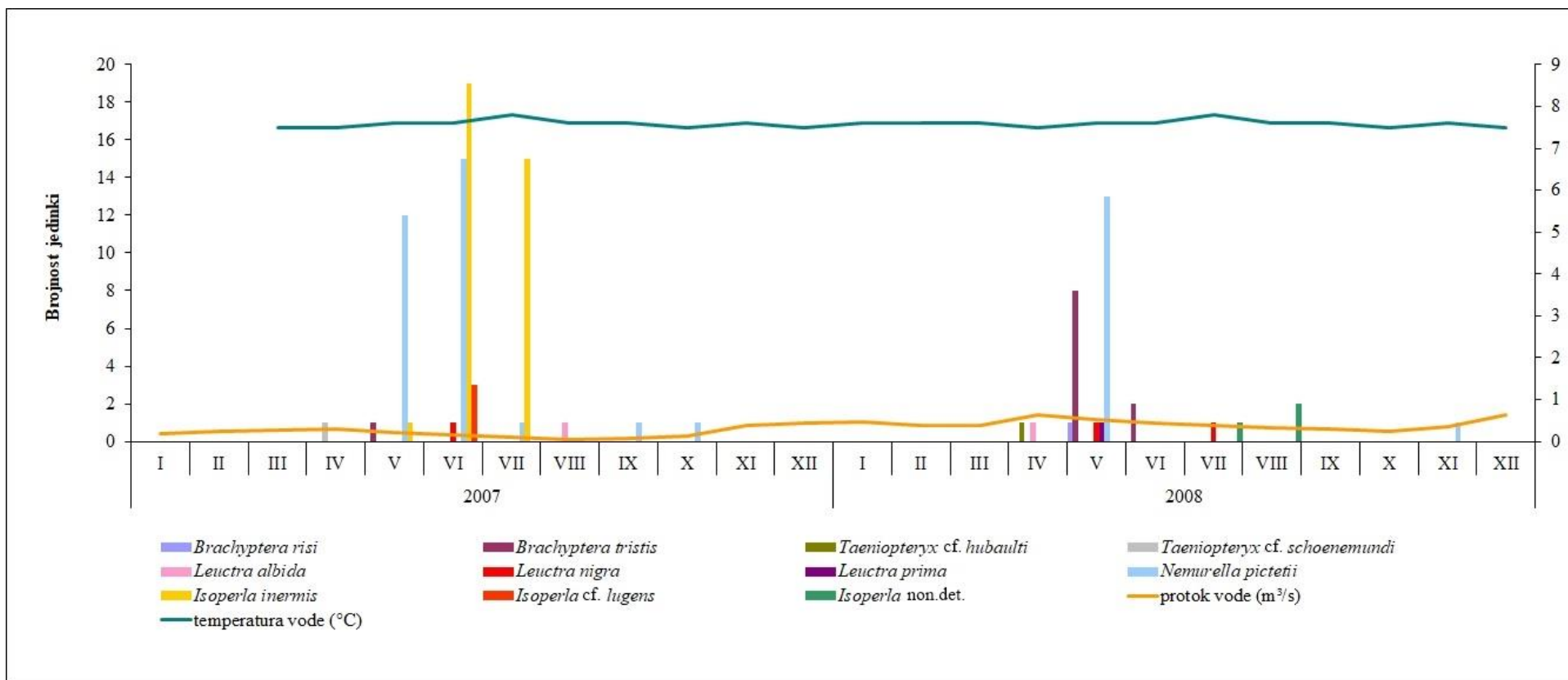
Najbrojnija vrsta na postaji Izvor Bijele rijeke bila je *Protonemura auberti*, a njezin je emergencijski period, zajedno sa srednjim vrijednostima mjesečne temperature i protoka vode, prikazan je na Slici 11. Najveći broj jedinki za vrstu *P. auberti* zabilježen je u lipnju 2007., odnosno u svibnju 2008. godine. Emergencijski period tijekom obje je godine trajao 6 mjeseci, od travnja do rujna. Temperatura vode gotovo je konstantna, a male su i promjene protoka vode koji ne prelazi  $1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ .



**Slika 11.** Emergencija dominantnih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji izvor Bijele rijeke tijekom 2007. i 2008. godine.

Na Slici 12. prikazani su emergencijski periodi ostalih vrsta zabilježenih na ovoj postaji pri čemu je ukupna godišnja brojnost jedinki manja ili jednaka 35. Jedinke vrste *Nemurella pictetii* obje su godine prvi put zabilježene u svibnju. Međutim, emergencijski period ove vrste u 2007. godini trajao je od svibnja do listopada (s prekidom u kolovozu), dok je emergencijski period u 2008. godini bio kraći te su jedinke ove vrste zabilježene samo u svibnju i studenom. Emergencijski period vrste *Isoperla inermis* u 2007. godini trajao je od svibnja do srpnja, dok u 2008. godini jedinke ove vrste nisu zabilježene na izvoru Bijele rijeke. Za vrstu *Brachyptera tristis* zabilježeni su kratki emergencijski periodi. Jedinke ove vrste u 2007. godini zabilježene su samo tijekom svibnja, a u 2008. godini tijekom svibnja i lipnja. Osim navedenih, na ovoj su postaji pronađene još i vrste *Brachyptera risi*, *Taeniopteryx cf. hubaulti*, *Taeniopteryx cf. schoenemundi*, *Leuctra albida*, *L. nigra*, *L. prima*, *Isoperla cf. lugens* te svojta *Isoperla non.det.*, no ukupni broj prikupljenih jedinki je prenizak (< 5) da bi se moglo govoriti o tipu emergencije.



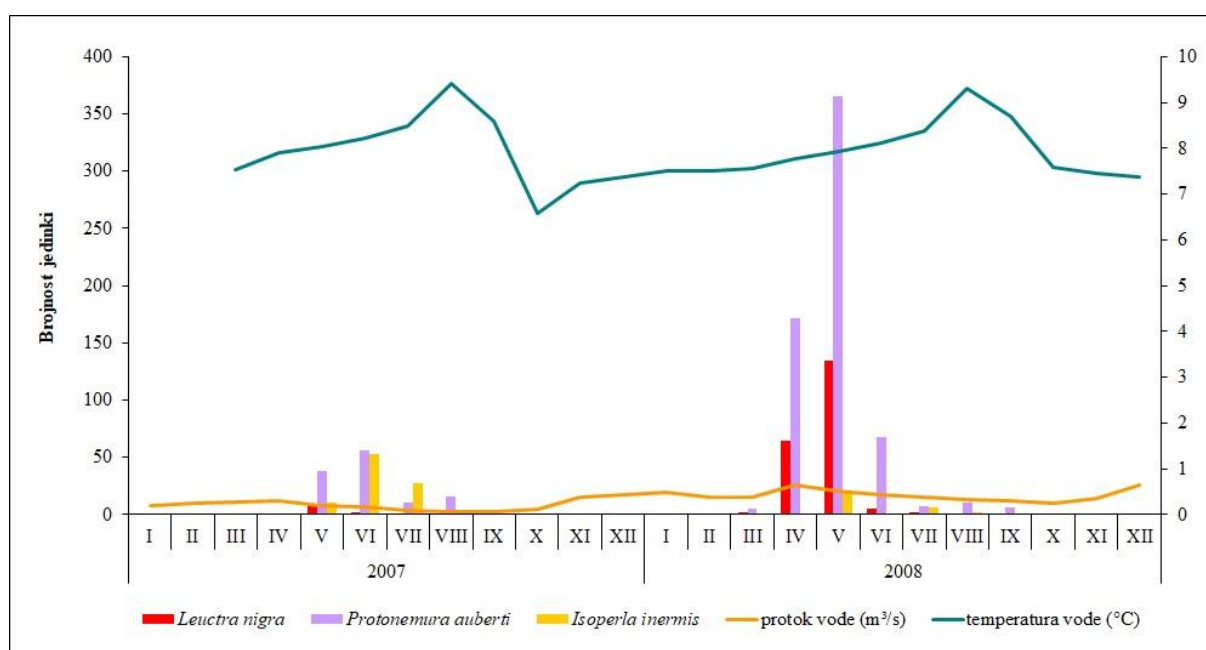


**Slika 12.** Emergencija manje zastupljenih vrsta obalčara ( $\leq 35$  jedinki) te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji izvor Bijele rijeke tijekom 2007. i 2008. godine.

#### 4.9.2. Gornji tok Bijele rijeke

Na Slici 13. prikazane su emergencijske značajke vrsta *Leuctra nigra*, *Protonemura auberti* i *Isoperla inermis* zajedno sa srednjim vrijednostima mjesečnih temperatura i protoka vode. Izlijetanje vrste *L. nigra* je 2007. godine počelo u svibnju i završilo u lipnju. Tijekom 2008. godine njen je emergencijski period duži; počinje u veljači, a završava u srpnju. Prve jedinke vrste *P. auberti* na ovoj su postaji zabilježene u svibnju 2007. godine, a emergencijski period završio je u kolovoza. Kao i kod vrste *L. nigra*, emergencijski period vrste *P. auberti* bio je duži 2008. godine. Počeo je u ožujku i trajao do rujna. Izlijetanje jedinki vrste *I. inermis* obje je godine počelo u svibnju i trajalo do kolovoza.

Promjene temperature na ovoj su postaji nešto veće: maksimumi su obje godine zabilježeni u kolovoza, a minimumi u listopadu 2007. i prosincu 2008. Protok vode i ovdje je nizak, a vrijednosti se tek minimalno mijenjaju.

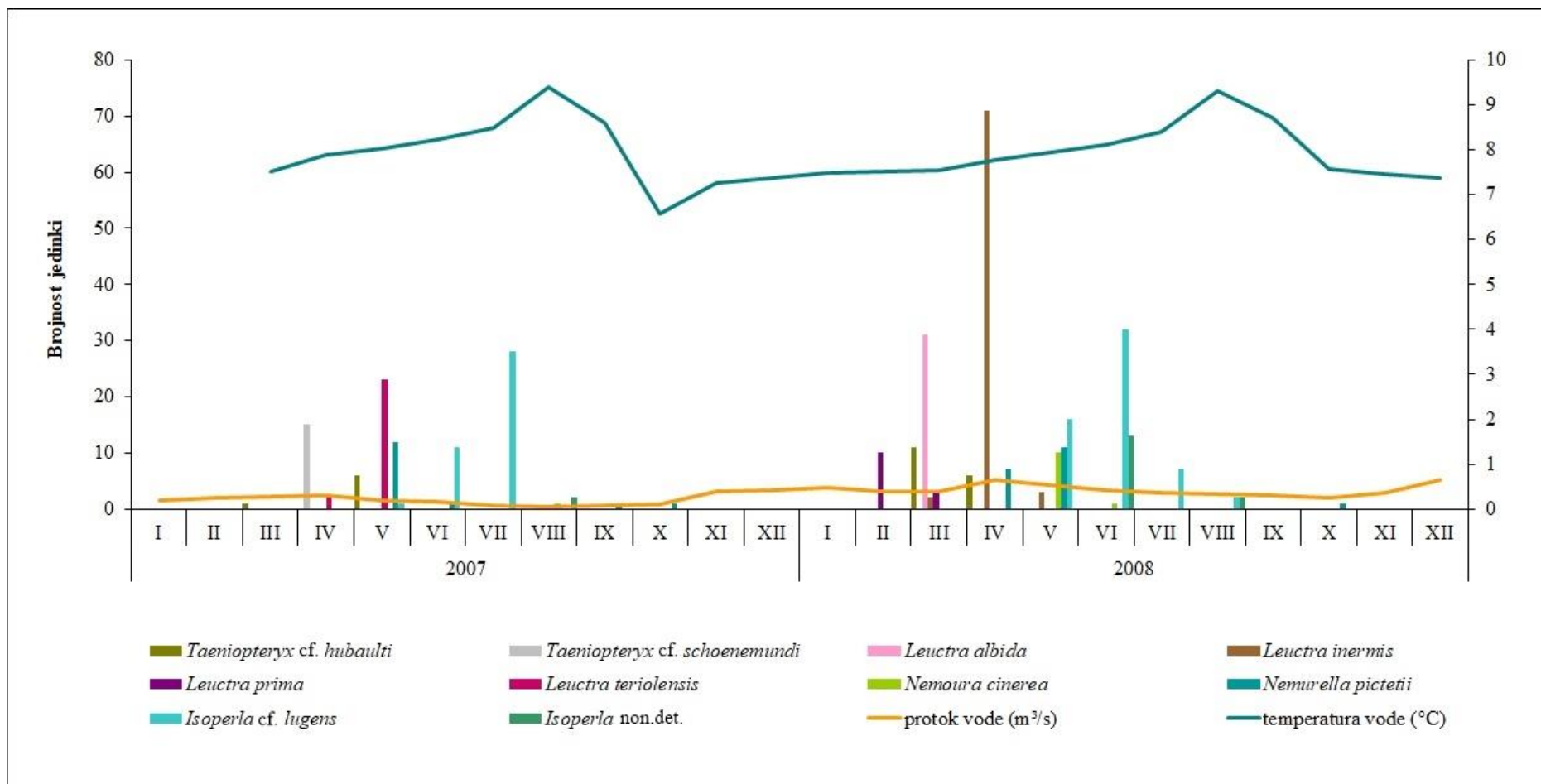


**Slika 13.** Emergencija dominantnih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji gornji tok Bijele rijeke tijekom 2007. i 2008. godine.

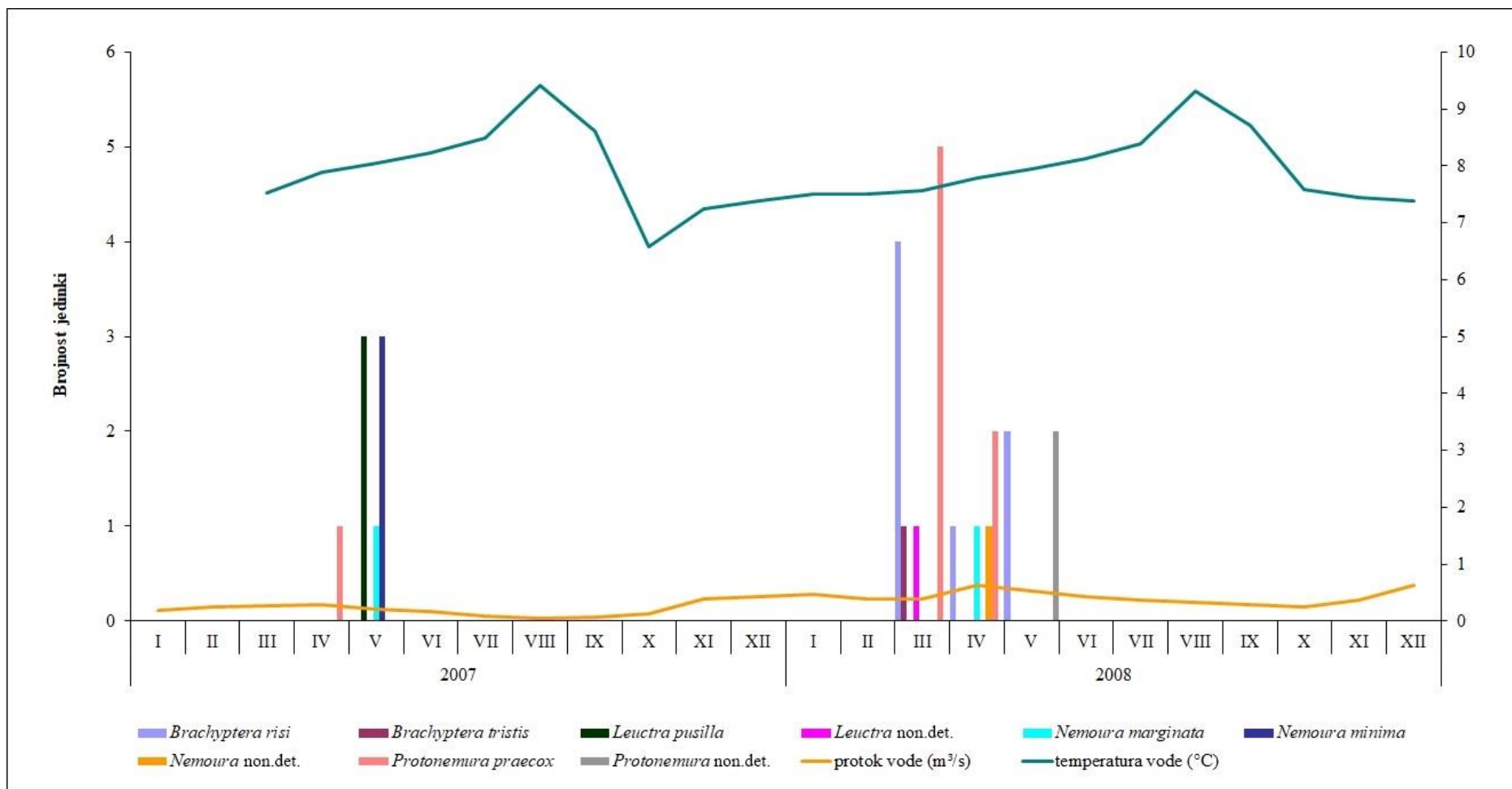
Na Slici 14a prikazani su emergencijski periodi vrsta čija je ukupna zastupljenost u zajednici na ovoj postaji manja od 15 %, a veća od 10 jedinki godišnje. Izlijetanje jedinki vrste *Taeniopteryx cf. hubaulti* obje je godine počelo u ožujku. Osim tijekom ožujka, jedinke ove

vrste zabilježene su još i u svibnju 2007. godine te u travnju 2008. godine. Vrsta *Taeniopteryx* cf. *schoenemundi* imala je vrlo kratak emergencijski period i njene su jedinke zabilježene samo u svibnju 2007. godine. Jedinke vrsta *Leuctra albida*, *L. inermis* i *L. prima* zabilježene su samo tijekom 2008. godine. Izlijetanje jedinki vrste *L. albida* zabilježeno je samo tijekom ožujka, jedinke vrste *L. inermis* izlijetale su od ožujka do svibnja, dok su jedinke vrste *L. prima* izlijetale u veljači i ožujku. Jedinke vrste *Leuctra teriolensis* zabilježene su samo u 2007. godini; imale su proljetnu emergenciju i izlijetale tijekom travnja i svibnja. Emergencija jedinki vrste *Nemoura cinerea* u 2007. godini je zabilježena u kolovožu, dok su u 2008. godini jedinke ove vrste ulovljene u svibnju i lipnju. Za vrstu *Nemurella pictetii* tijekom obje su godine zabilježene dvije generacije. U 2007. godini jedinke ove vrste ulovljene su tijekom svibnja i lipnja te rujna i listopada, dok su u 2008. godini jedinke zabilježene tijekom travnja i svibnja te listopada. Emergencijski period vrste *Isoperla* cf. *lugens* obje je godine počeo u svibnju, a trajao je do srpnja 2007., odnosno kolovoza 2008. godine.

Slika 14b prikazuje emergencijske periode vrsta za koje je pronađeno manje od 10 jedinki godišnje. Jedinke vrste *Brachyptera risi* na ovoj su postaji zabilježene samo 2008. godine kada je njihov emergencijski period trajao od ožujka do svibnja. Nadalje, za vrstu *Protonemura praecox* zabilježena je proljetna emergencija. Jedinke te vrste su ulovljene tijekom travnja 2007. te ožujka i travnja 2008. godine. Zbog premalog broja prikupljenih jedinki nije moguće točno odrediti emergencijske periode vrsta *Brachyptera tristis*, *Leuctra pusilla*, *Nemoura marginata*, *N. minima* te svojti *Leuctra* non.det., *Nemoura* non.det. i *Protonemura* non.det..



**Slika 14.** Emergenca manje zastupljenih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji gornji tok Bijele rijeke tijekom 2007. i 2008. godine: a) brojnost jedinki  $\geq 10$ .



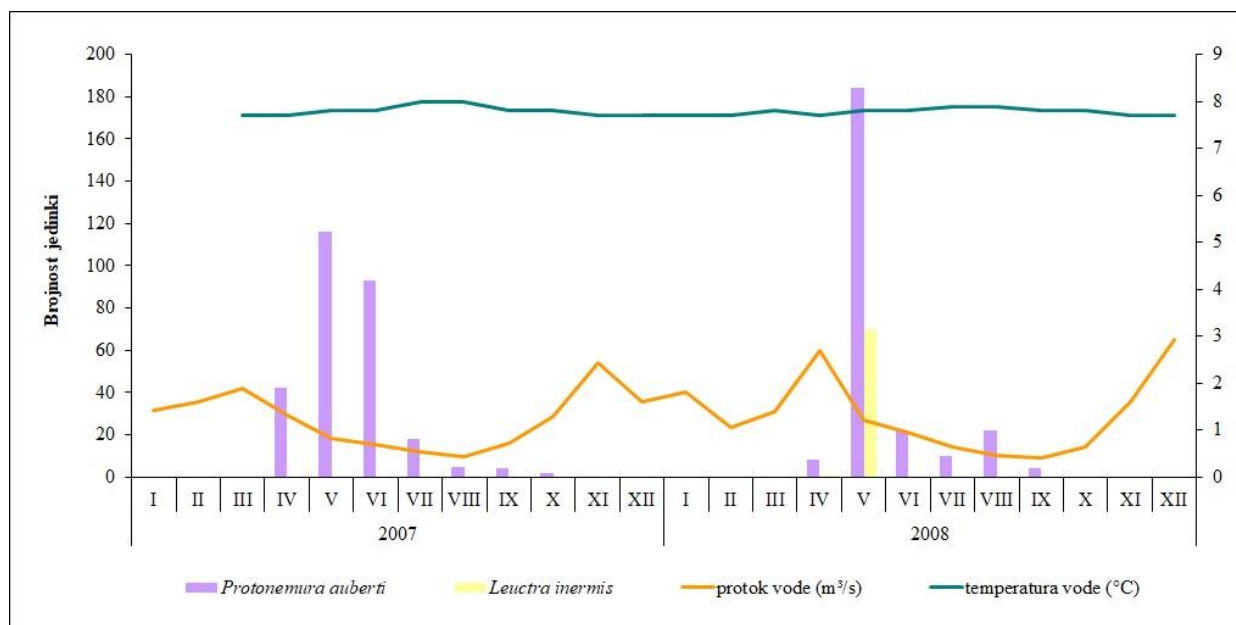
b)

**Slika 14.** (nastavak) Emergencija manje zastupljenih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji gornji tok Bijeke rijeke tijekom 2007. i 2008. godine: b) brojnost jedinki < 10.

### 4.9.3. Izvor Crne rijeke

Na izvoru Crne rijeke tijekom obje je godine izrazito dominirala vrsta *Protonemura auberti* čija je emergencija počela u travnju, a maksimumi su postignuti u svibnju. Emergencijski period ove vrste nešto je duže trajao u 2007. godini kada su jedinke izlijetale sve do listopada dok je u 2008. godini on završio u rujnu. U 2008. godini u zajednici obalčara na ovoj postaji velik udio je imala i vrsta *Isoperla inermis* čije je izlijetanje zabilježeno samo u svibnju (Slika 15.).

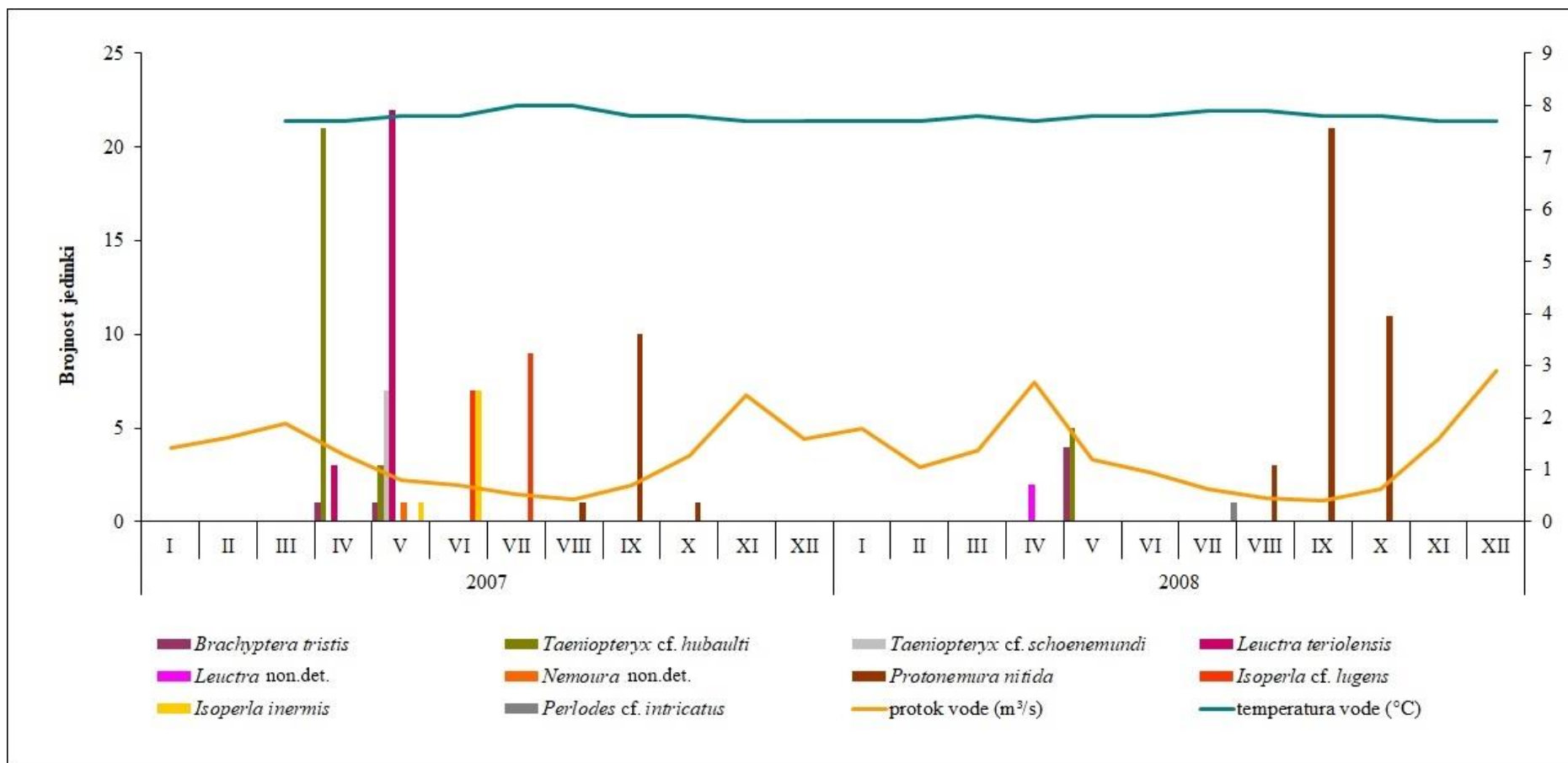
Temperatura vode i na ovoj je postaji bila gotovo konstantna, dok je protok varirao. Maksimumi su zabilježeni u studenom 2007. i prosincu 2008., a minimumi u kolovozu 2007. i rujnu 2008. godine.



**Slika 15.** Emergencijske značajke dominantnih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji izvor Crne rijeke tijekom razdoblja istraživanja.

Slika 16. prikazuje emergencijske periode manje zastupljenih vrsta (godišnja brojnost jedinki  $\leq 35$ ) pronađenih na ovoj postaji. Emergencijski period vrsta *Brachyptera tristis* i *Taeniopteryx cf. hubaulti* trajao je od travnja do svibnja 2007. godine, dok su iste vrste zabilježene samo u svibnju 2008. godine. Vrsta *Taeniopteryx cf. schoenemundi* ulovljena je samo u svibnju 2007. godine. Za vrstu *Protonemura nitida* zabilježena je jesenska emergencija te su jedinke ove vrste tijekom obje godine izlijetale od kolovoza do listopada.

Vrste *Leuctra teriolensis*, *Isoperla* cf. *lugens* i *I. inermis* na ovoj su postaji zabilježene samo 2007. godine. Izlijetanje jedinki vrste *L. teriolensis* zabilježeno je tijekom travnja i svibnja. Jedinke vrste *I. cf. lugens* izlijetale su tijekom lipnja i srpnja, dok su jedinke vrste *I. inermis* izlijetale tijekom svibnja i lipnja. Na ovoj je postaji ulovljena samo jedna jedinka vrste *Perlodes* cf. *intricatus* što nije dovoljno da bi se moglo sa sigurnošću govoriti o njenom emergencijskom periodu.



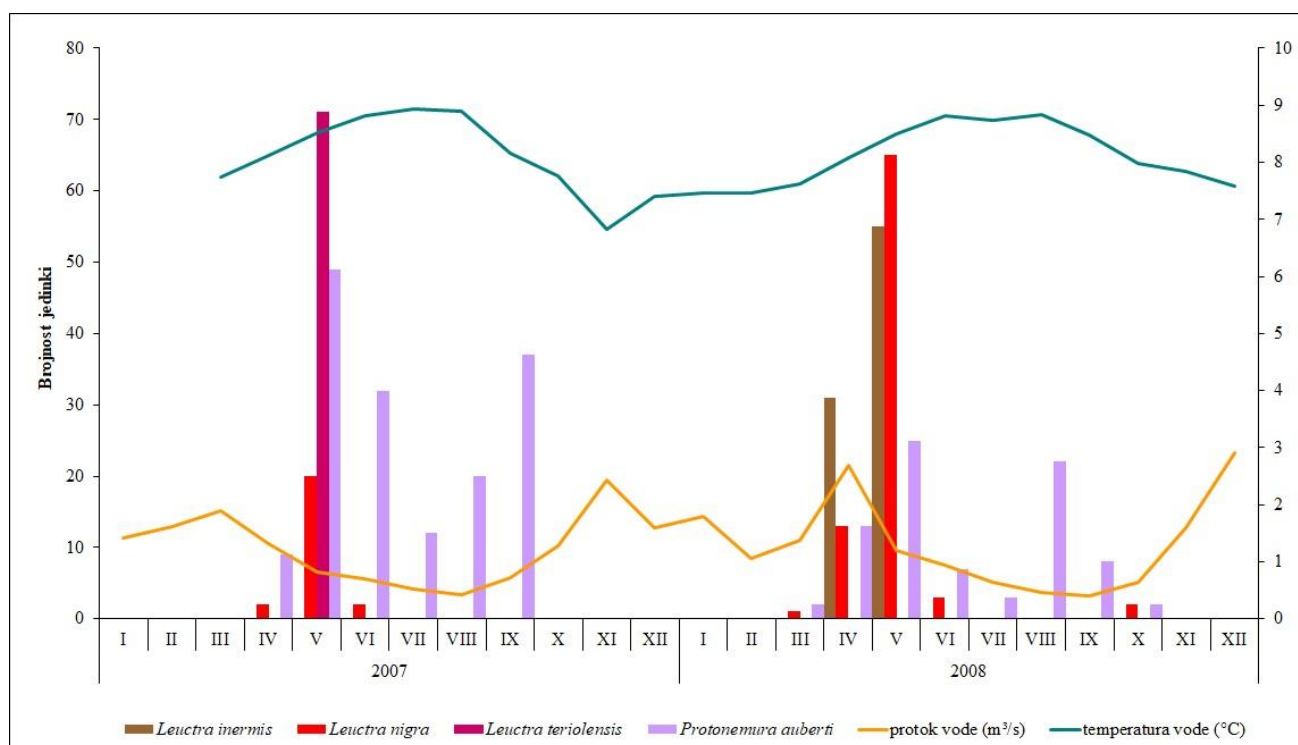
**Slika 16.** Emergenција manje zastupljenih vrsta obalčara (brojnost jedinki  $\leq 35$ ) te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji izvor Crne rijeke tijekom 2007. i 2008. godine.



#### 4.9.4. Gornji tok Crne rijeke

Na ovoj su postaji dominirale vrste *Leuctra inermis*, *Leuctra nigra* te *Protonemura auberti*. Vrsta *L. inermis* zabilježena je samo u travnju i svibnju 2008. godine. Emergencija vrste *L. nigra* 2007. je godine počela u travnju i trajala do lipnja. Tijekom 2008. godine zabilježene su dvije generacije ove vrste. Jedinke prve generacije izlijetale su u periodu od ožujka do lipnja, a jedinke druge generacije izlijetale su tijekom listopada. Za vrstu *P. auberti* zabilježeni su najduži emergencijski periodi na ovoj postaji. U 2007. godini jedinke ove vrste izlijetale su od travnja do rujna, a u 2008. godini od ožujka do listopada (Slika 17.).

Temperaturni maksimumi postignuti su u kolovozu obje godine, a minimumi u studenom 2007., odnosno siječnju 2008. godine. Protok vode varira te je uglavnom niži u toplijem dijelu godine: minimumi su zabilježeni u kolovozu 2007. odnosno rujnu 2008. godine, a maksimumi u studenom 2007., odnosno prosincu 2008. godine.

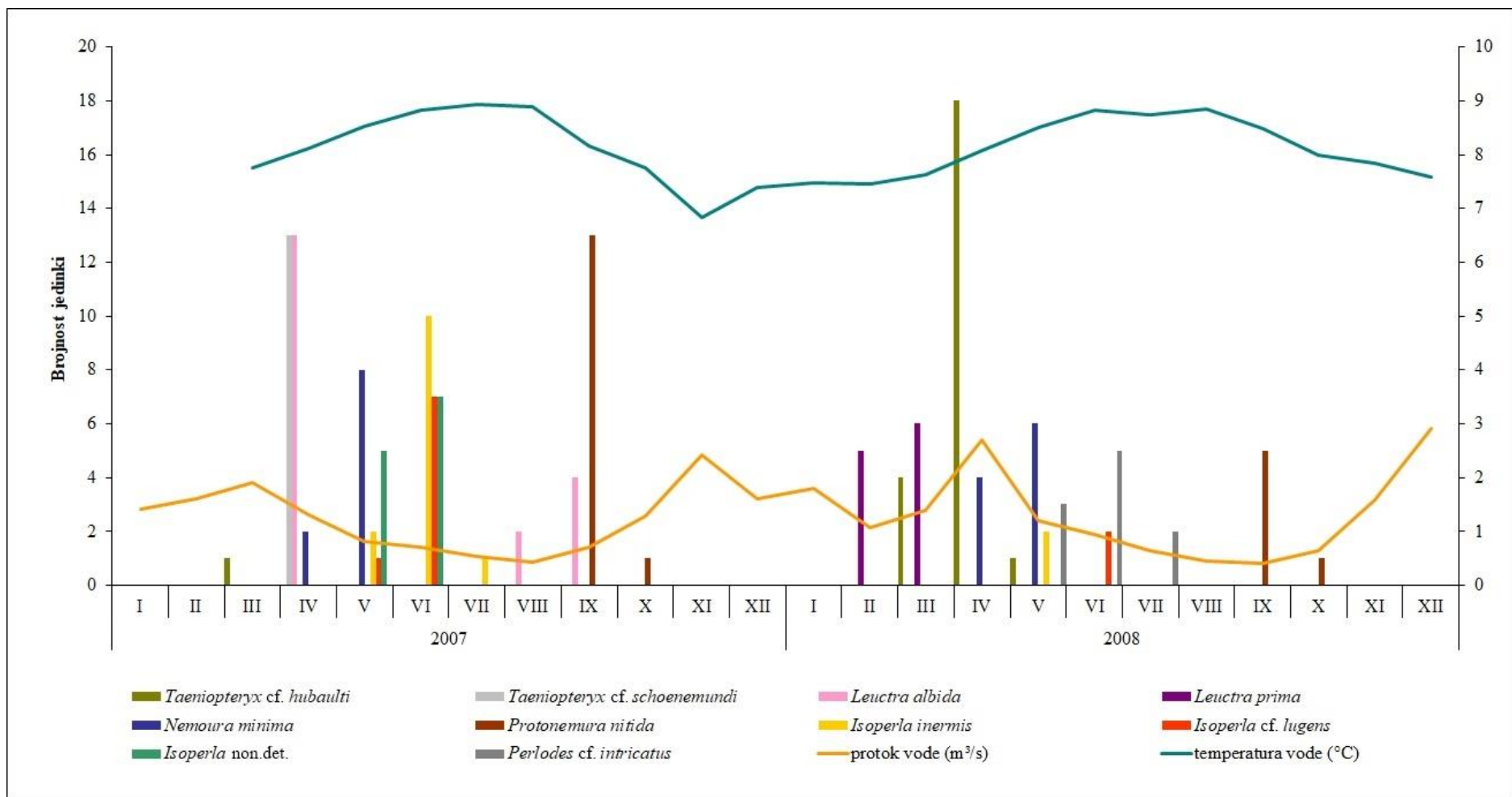


**Slika 17.** Emergencija dominantnih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji gornji tok Crne rijeke tijekom 2007. i 2008. godine.

Slika 18a prikazuje emergencijske periode manje zastupljenih vrsta ( $\geq 10$  jedinki godišnje) pronađenih na postaji gornji tok Crne rijeke. Izlijetanje jedinki vrste *Taeniopteryx cf. hubaulti*

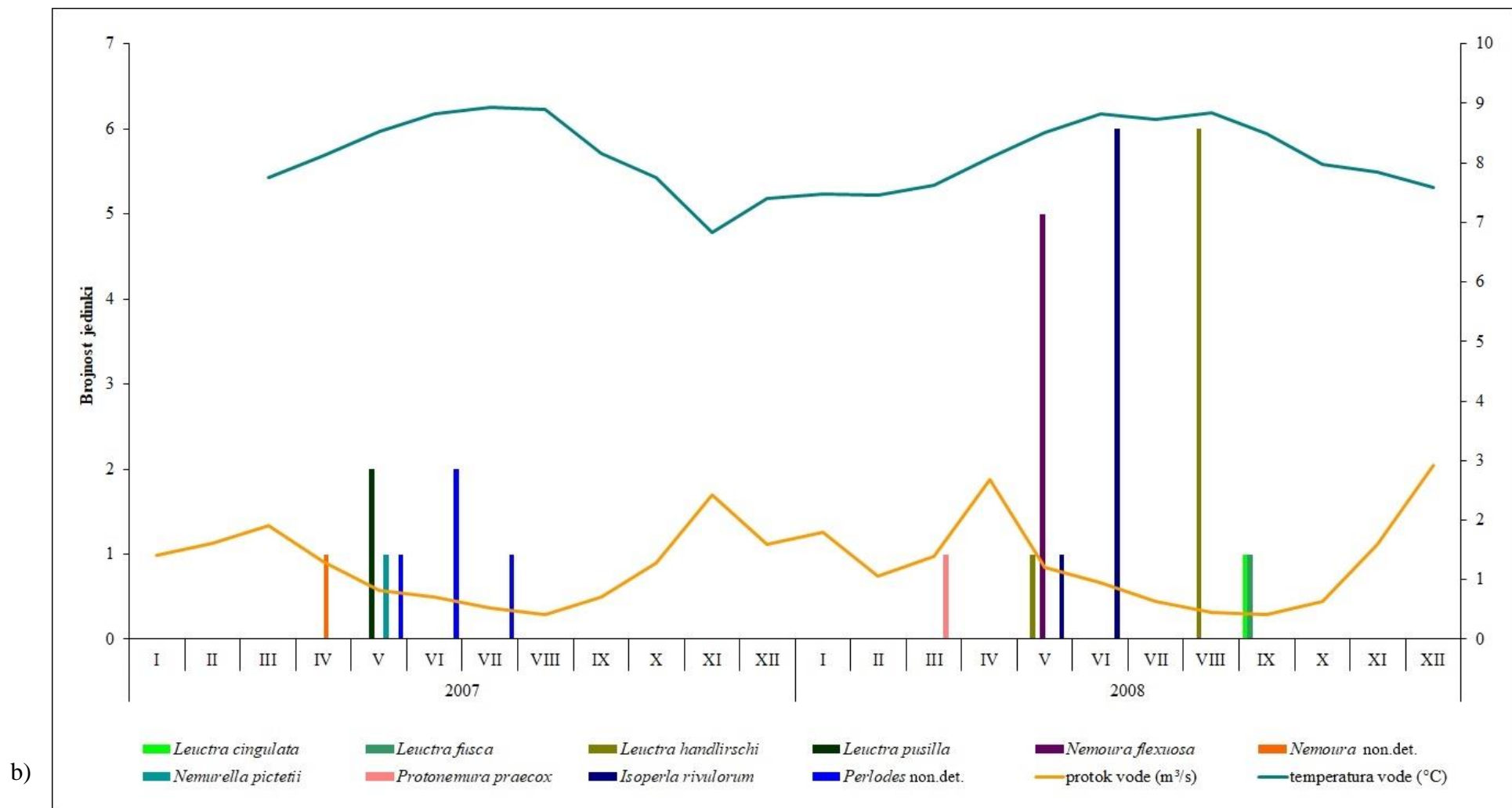
obje je godine počelo u ožujku. Međutim, dok je 2007. godine ova vrsta ulovljena samo tijekom ožujka, njen je emergencijski period 2008. godine trajao 3 mjeseca: od ožujka do svibnja. Jedinke vrste *Taeniopteryx cf. schoenemundi* zabilježene su samo u travnju 2007. godine, dok u 2008. godini ova vrsta nije ulovljena. Isto tako, vrsta *Leuctra albida* na ovoj je postaji zabilježena samo 2007. godine kada je uz ljetno-jesensku (kolovoz-rujan), zabilježena i proljetna (travanj) generacija. Jedinke vrste *Leuctra prima* ulovljene su samo 2008. godine kada su izlijetale tijekom veljače i ožujka. Emergencijski periodi vrsta *Nemoura minima* i *Protonemura nitida* isti su tijekom obje godine: *N. minima* zabilježena je u travnju i svibnju, dok je *P. nitida* zabilježena u rujnu i listopadu. Emergencijski period vrste *Isoperla inermis* 2007. je godine trajao tri mjeseca (svibanj-srpanj), dok je 2008. godine ova vrsta zabilježena samo u svibnju. Jedinke vrste *Isoperla cf. lugens* ulovljene su tijekom svibnja 2007. te lipnja 2007. i 2008. godine. Emergencijski period vrste *Perlodes cf. intricatus* trajao je 3 mjeseca: od svibnja do srpnja, a emergencija jedinki ove vrste zabilježena je samo u 2008. godini.

Na Slici 18b prikazani su emergencijski periodi vrsta za koje je zabilježeno ukupno manje od 10 jedinki godišnje na postaji gornji tok Crne rijeke. Vrste *Leuctra handlirschi*, *Nemoura flexuosa* i *Isoperla rivulorum* na ovoj su postaji ulovljene samo 2008. godine. Jedinke vrste *L. handlirschi* ulovljene su tijekom svibnja i kolovoza; jedinke vrste *N. flexuosa* tijekom svibnja, a jedinke vrste *I. rivulorum* tijekom svibnja i lipnja. Za vrste *Leuctra cingulata*, *L. fusca*, *L. pusilla*, *Nemurella pictetii* i *Protonemura praecox* te svojte *Nemoura non.det.* i *Perlodes non.det.* broj ulovljenih jedinki je manji od pet zbog čega se ne može pouzdano govoriti o njihovim emergencijskim periodima.



a)

**Slika 18.** Emergenција manje zastupljenih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji gornji tok Crne rijeke tijekom 2007. i 2008. godine: a) brojnost jedinki  $\geq 10$ .

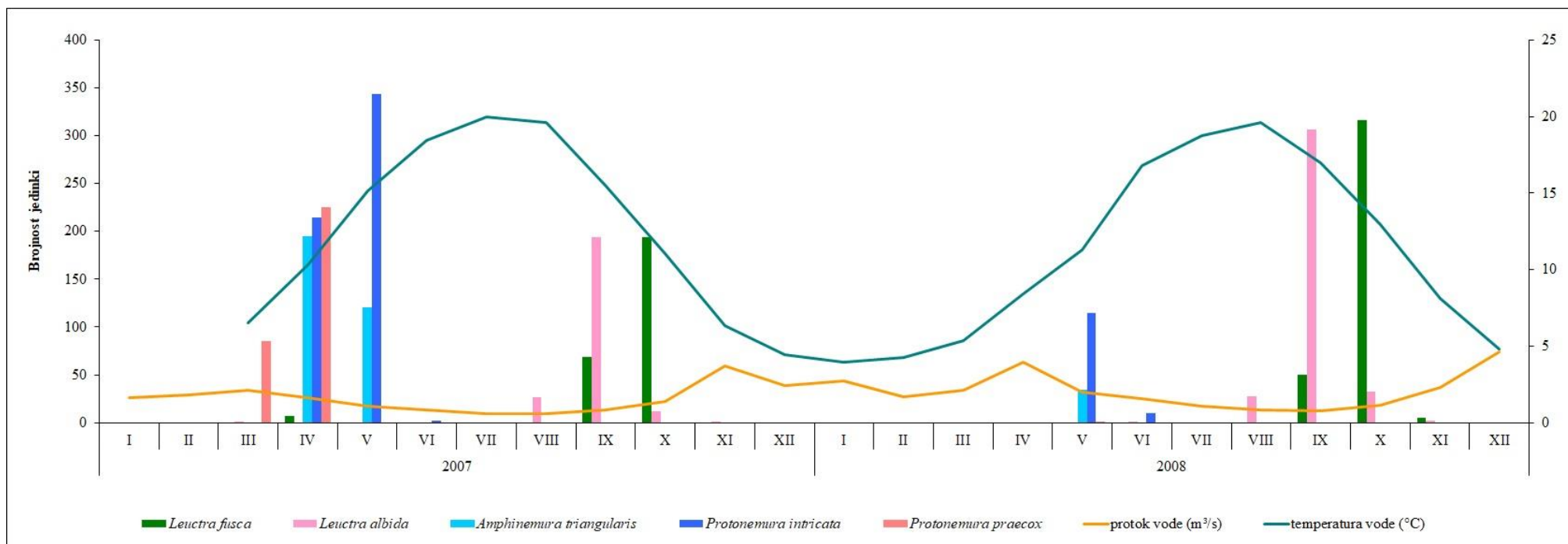


**Slika 18.** (nastavak) Emergencija manje zastupljenih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji gornji tok Crne rijeke tijekom 2007. i 2008. godine: b) brojnost jedinki < 10.

#### 4.9.5. Barijera Labudovac

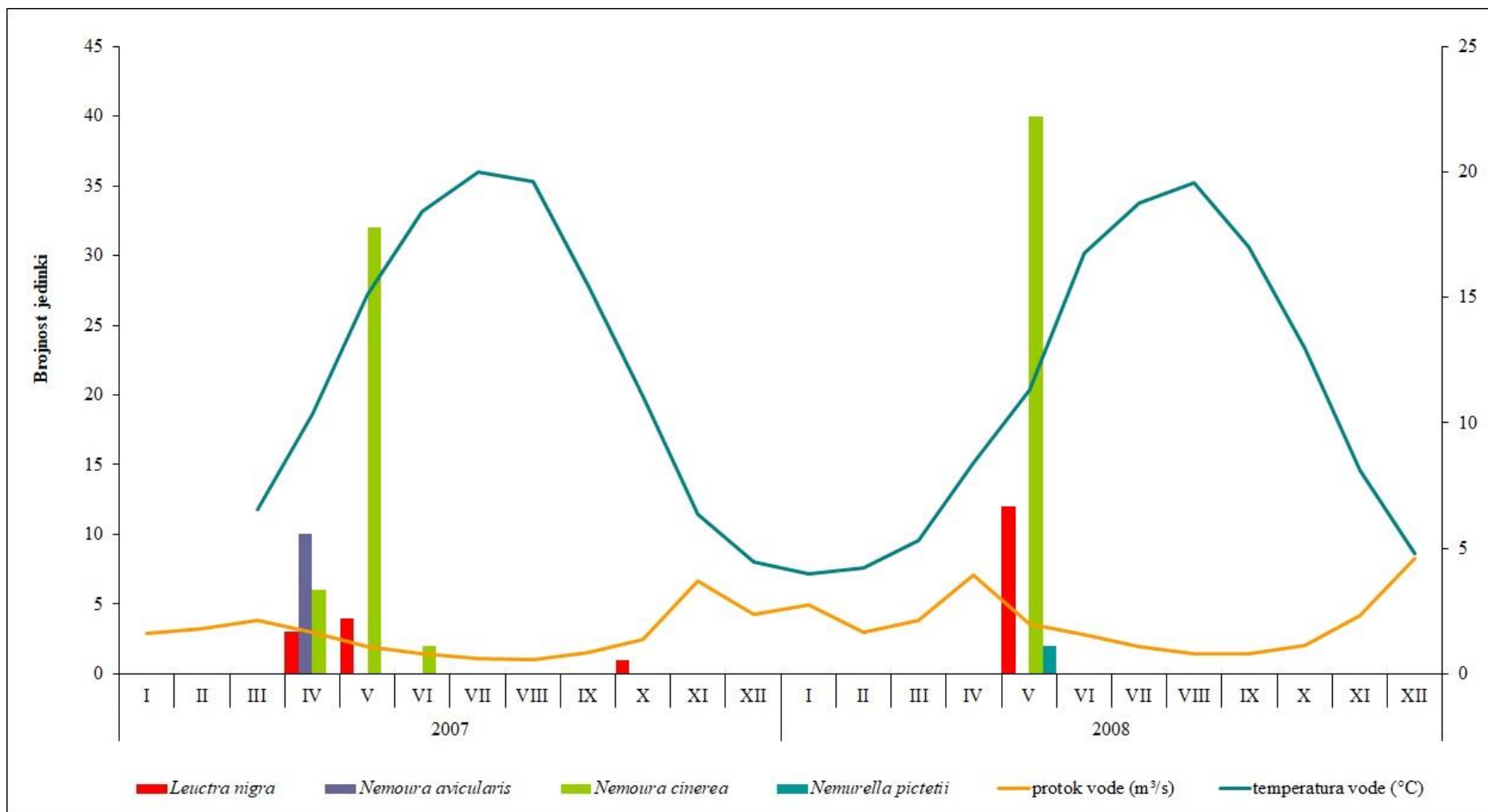
Emergencija dominantnih vrsta obalčara na barijeri Labudovac u 2007. je godini počela u ožujku i završila u listopadu, dok je u 2008. godini početak emergencije zabilježen u svibnju, a trajala je do studenog. Obje je godine uočen prekid u srpnju kada nije zabilježeno izlijetanje niti jedne vrste (Slika 19.). Emergencija jedinki vrste *Leuctra fusca* trajala je od rujna do listopada 2007. godine, odnosno od rujna do studenog 2008. godine. Osim toga, jedinke ove vrste ulovljene su i u travnju 2007. godine. Vrsta *Amphinemura triangularis* 2007. je godine zabilježena u travnju i svibnju, dok su jedinke ove vrste ulovljene samo u svibnju 2008. godine. Emergencijski period vrste *Protonemura intricata* ranije je počeo i duže trajao 2007. (travanj-lipanj) u odnosu na 2008. (svibanj-lipanj) godinu. Izlijetanje jedinki vrste *Leuctra albida* obje je godine počelo u kolovozu i trajalo do listopada 2007., odnosno studenog 2008. godine. Na ovoj su postaji jedinke vrste *Protonemura praecox* zabilježene samo u 2007. godini kada je njihova emergencija počela u ožujku i završila u travnju.

Na ovoj su postaji zabilježene veće varijacije u temperaturi i protoku vode. Temperaturni maksimumi zabilježeni su u srpnju 2007. te kolovozu 2008. godine, a minimumi u prosincu 2007. te siječnju 2008. godine. Minimalni protoci zabilježeni su u srpnju 2007., odnosno kolovozu 2008. godine, a maksimalni u studenom 2007. te prosincu 2008. godine.



**Slika 19.** Emergenција dominantnih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji barijera Labudovac tijekom 2007. i 2008. godine.

Slika 20. prikazuje emergencijske periode manje zastupljenih vrsta ( $\leq 40$  jedinki godišnje) na istoj postaji. Emergencijski period vrste *Leuctra nigra* je 2007. godine podijeljen pa su jedinke ulovljene tijekom travnja i svibnja te listopada, dok su 2008. godine jedinke ove vrste ulovljene samo u svibnju. Vrsta *Nemoura avicularis* zabilježena je samo u travnju 2007. godine. Emergencija jedinki vrste *Nemoura cinerea* je započela u travnju 2007. godine i trajala do lipnja, dok je 2008. godine ova vrsta zabilježena samo u travnju. Na ovoj su postaji ulovljene samo dvije jedinke vrste *Nemurella pictetii* te se o njenom emergencijskom periodu ne može govoriti.



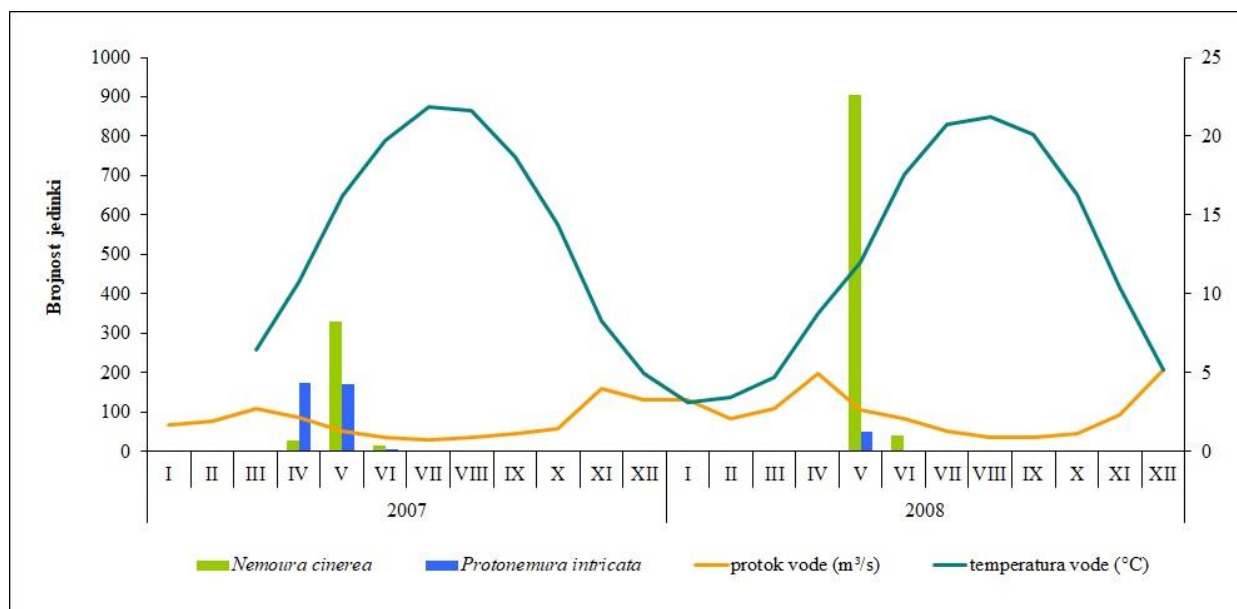
**Slika 20.** Emergenca manje zastupljenih vrsta obalčara (brojnost jedinki  $\leq 40$ ) te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji barijera Labudovac tijekom 2007. i 2008. godine.



#### 4.9.6. Barijera Kozjak-Milanovac

Na Slici 21. prikazani su emergencijski periodi dominantnih vrsta obalčara na barijeri Kozjak-Milanovac. Raniji početak emergencije za vrste *Nemoura cinerea* i *Protonemura intricata* zabilježen 2007. godine kada je izlijetanje jedinki počelo u travnju; mjesec ranije u odnosu na 2008. godinu. Emergencijski period vrste *N. cinerea* obje je godine završio u lipnju, dok je emergencijski period vrste *P. intricata* 2007. godine trajao do lipnja, a 2008. godine je počeo i završio u svibnju.

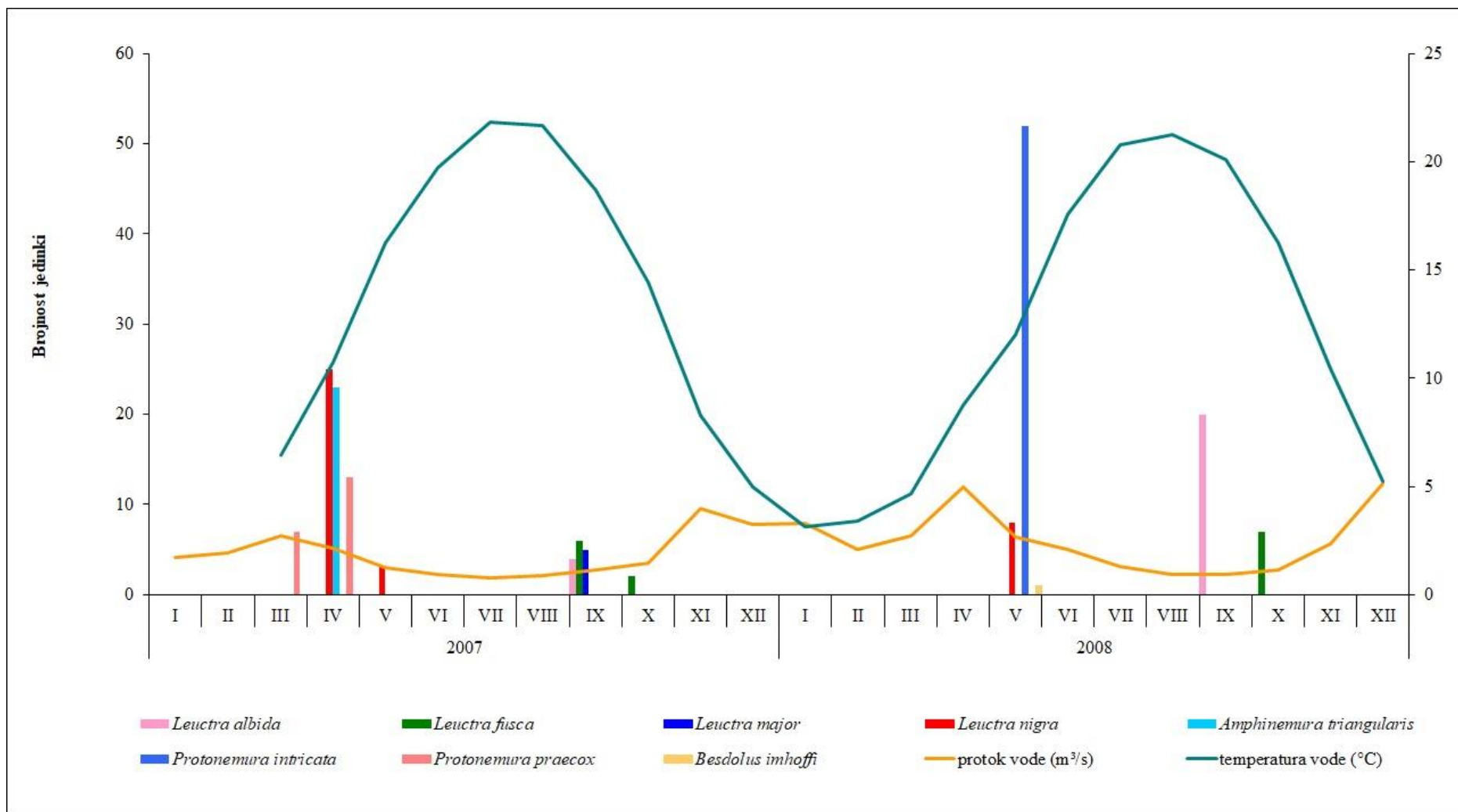
Temperaturni su maksimumi zabilježeni tijekom srpnja i kolovoza, a najniže temperature izmjerene su u prosincu i siječnju. Suprotno tome, maksimalni protoci zabilježeni su u studenom i prosincu, a minimalni tijekom kolovoza obje godine.



**Slika 21.** Emergencija dominantnih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji barijera Kozjak-Milanovac tijekom 2007. i 2008. godine.

Slika 22. prikazuje emergencijske periode vrsta koje su u zajednici obalčara na barijeri Kozjak-Milanovac bile zastupljene s 28 ili manje od 28 jedinki godišnje. Sve zabilježene vrste imale su kratke emergencijske periode u trajanju od jednog ili dva mjeseca. Vrsta *Leuctra albida* izlijetala je samo tijekom rujna obje godine. Jedinke vrste *Leuctra fusca* zabilježene su u rujnu 2007. i 2008. te listopadu 2008. godine. *Leuctra nigra* ulovljena je u travnju i svibnju 2007. te u svibnju 2008. godine. Jedinke vrsta *Leuctra major*, *Amphinemura trangularis* i

*Protonemura praecox* na ovoj su postaji zabilježene samo tijekom 2007. godine. *Leuctra major* ulovljena je tijekom rujna, *A. triangularis* tijekom travnja, a jedinke vrste *P. praecox* izlijetale su tijekom ožujka i travnja. S druge strane, jedinke vrste *Protonemura intricata* zabilježene su samo u svibnju 2008. godine, a uopće nisu zabilježene u 2007. godini. Jedna ulovljena jedinka vrste *Besdolus imhoffi* nije dovoljna za definiranje emergencijskog perioda te vrste.

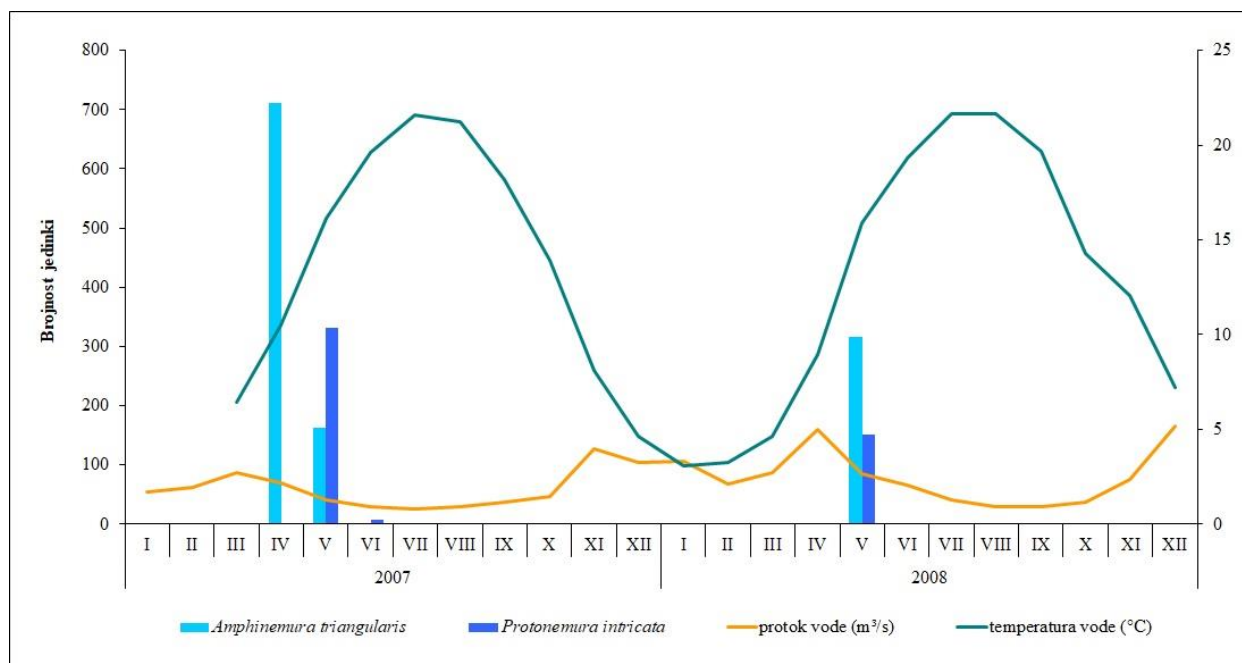


**Slika 22.** Emergencija manje zastupljenih vrsta obalčara (brojnost jedinki  $\leq 28$ ) te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji barijera Kozjak-Milanovac tijekom 2007. i 2008. godine.

#### 4.9.7. Barijera Novakovića Brod

Emergencija dominantnih vrsta obalčara na barijeri Novakovića Brod u 2007. godini počela je u travnju, a završila u lipnju. Jedinke vrste *Amphinemura triangularis* izlijetale su od travnja do svibnja, a jedinke vrste *Protonemura intricata* od svibnja do lipnja. Tijekom 2008. godine zabilježen je izuzetno kratak emergencijski period dominantnih vrsta. Izlijetanje je počelo i završilo u svibnju (Slika 23.).

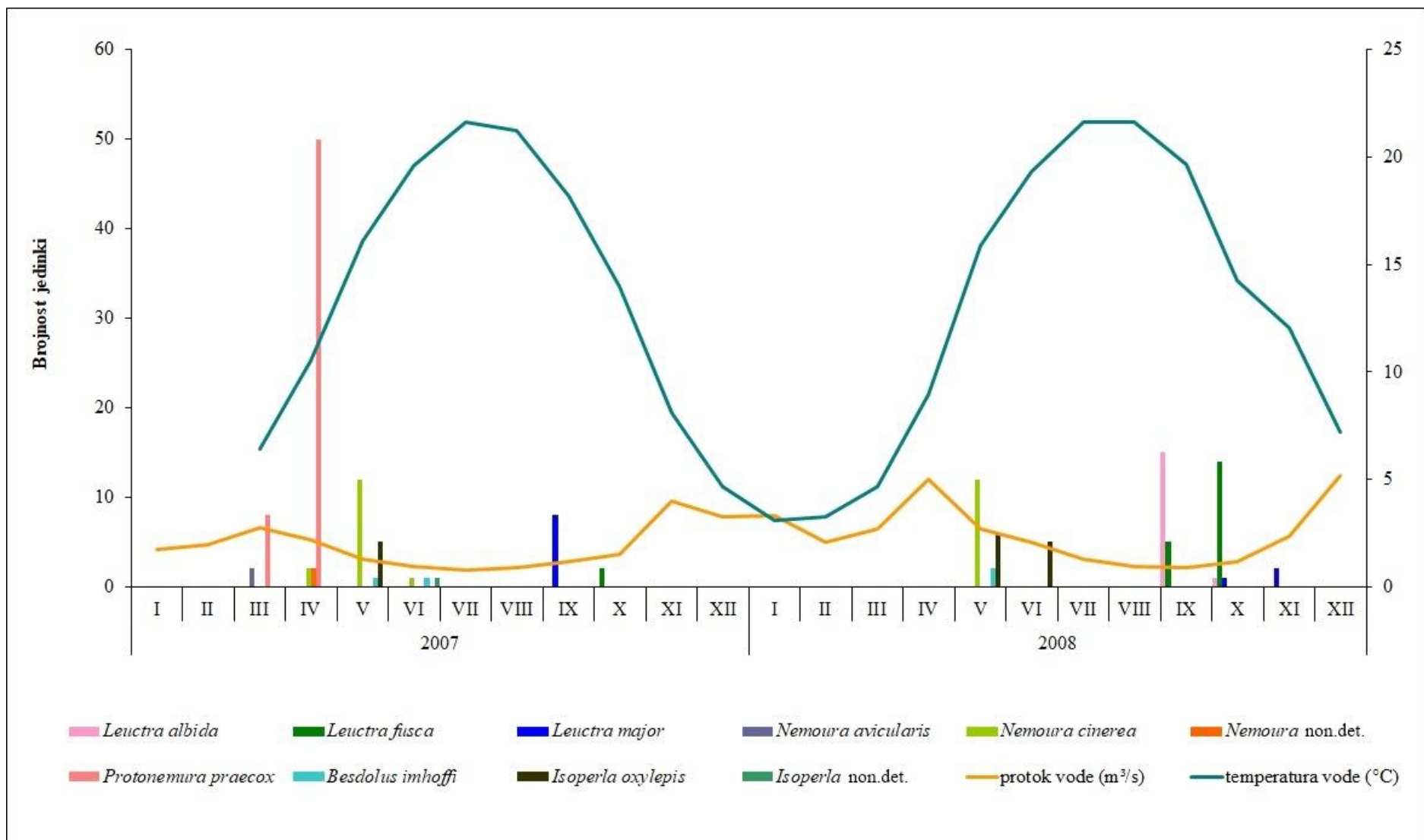
Još su jednom zabilježene izraženije varijacije u temperaturi i protoku vode. Temperaturni maksimumi postignuti su u srpnju 2007. te kolovozu 2008. godine, a minimumi u prosincu 2007. te siječnju 2008. godine. Minimalni protoci zabilježeni su u srpnju 2007., odnosno kolovozu 2008. godine, a maksimalni u studenom 2007. te prosincu 2008. godine.



**Slika 23.** Emergencija dominantnih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji barijera Novakovića Brod tijekom 2007. i 2008. godine.

Slika 24. prikazuje emergencijske periode manje zastupljenih vrsta na postaji Barijera Novakovića Brod od kojih je godišnje ulovljeno 58 ili manje jedinki. Također, i za ove su vrste zabilježeni kratki emergencijski periodi. Jedinke vrste *Leuctra fusca* ulovljene su u listopadu 2007. te rujnu i listopadu 2008. godine. Slično tome, jedinke vrste *Leuctra major* ulovljene su u rujnu 2007. te u listopadu i studenom 2008. godine. Emergencijski period vrste

*Nemoura cinerea* bio je duži 2007. godine kada su jedinke izlijetale od travnja do lipnja, dok je u 2008. godini njihovo izlijetanje zabilježeno samo tijekom svibnja. Jedinke vrste *Isoperla oxylepis* ulovljene su u svibnju 2007. te svibnju i lipnju 2008. godine. Nadalje, emergencija vrsta *Leuctra albida* i *Protonemura praecox* na ovoj je postaji zabilježena samo tijekom jedne godine. *L. albida* izlijetala je od rujna do listopada 2008. godine, dok je vrsta *P. praecox* izlijetala od ožujka do travnja 2007. godine.

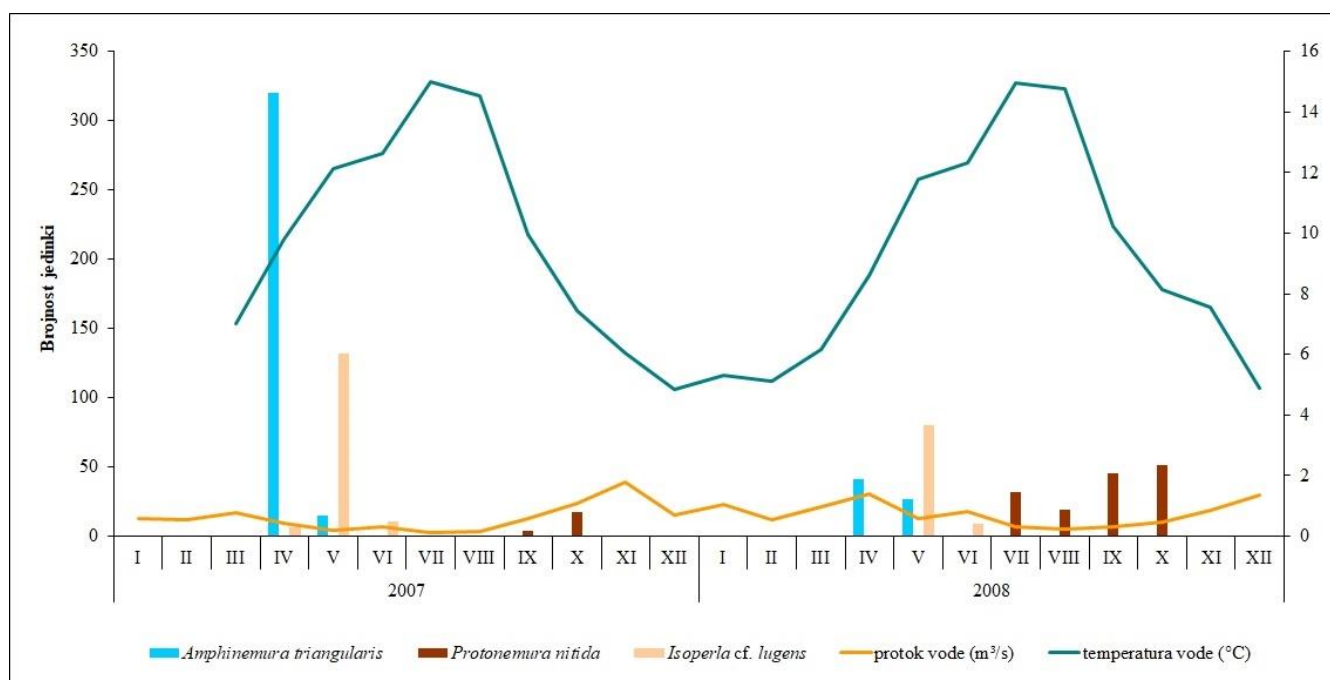


**Slika 24.** Emergenca manje zastupljenih vrsta obalčara (brojnost jedinki  $\leq 58$ ) te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji barijera Novakovića Brod tijekom 2007. i 2008. godine.

#### 4.9.8. Potok Plitvica

Vrste *Amphinemura triangularis*, *Protonemura nitida* i *Isoperla cf. lugens* bile su dominantne na postaji potok Plitvica. Emergencija vrste *A. triangularis* tijekom obje je godine počela u travnju i trajala do svibnja. Izlijetanje jedinki vrste *P. nitida* 2007. godine zabilježeno je tijekom rujna i listopada, dok je 2008. godine ono počelo u srpnju i završilo također u listopadu. Jedinke vrste *I. cf. lugens* ranije su zabilježene 2007. godine kada se javljaju u travnju, dok su 2008. godine prve jedinice ulovljene u svibnju. Kraj emergencijskog perioda ove vrste tijekom obje je godine zabilježen u lipnju (Slika 25.).

Protok vode ni na ovoj se postaji nije mnogo mijenjao. Maksimumi su izmjereni u studenom odnosno travnju, a minimumi u kolovozu obje godine. Varijacije temperature su veće, a maksimumi su izmjereni u srpnju i kolovozu, dok su minimumi izmjereni u prosincu i veljači.



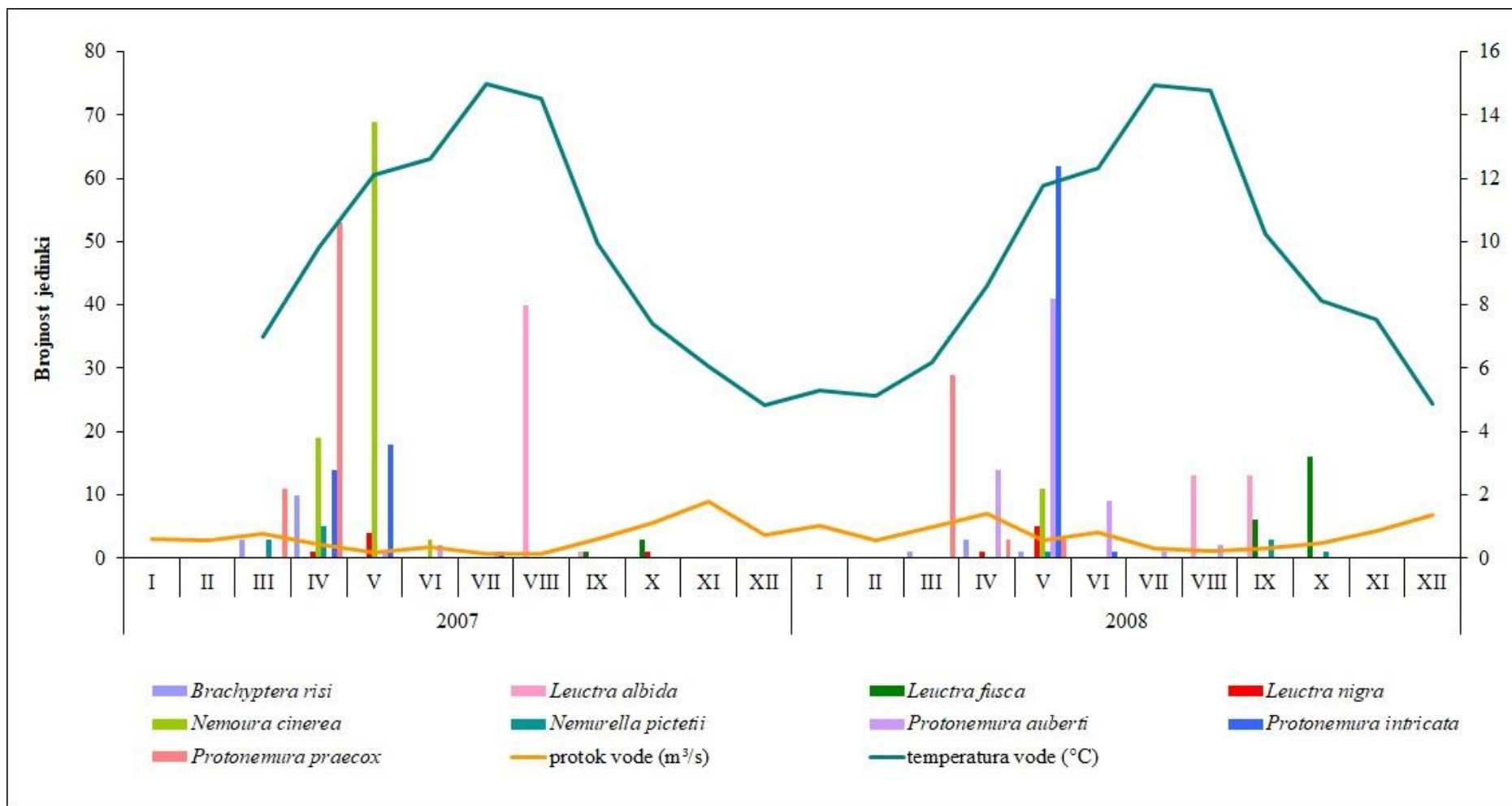
**Slika 25.** Emergencija dominantnih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji potok Plitvica tijekom 2007. i 2008. godine.

Na Slici 26a prikazani su emergencijski periodi manje zastupljenih vrsta za koje je, na ovoj postaji, zabilježeno 10 ili više jedinki. Jedinke vrste *Brachyptera risi* izlijetale su tijekom proljeća i to od ožujka do travnja 2007. godine, dok je njihov emergencijski period bio nešto

duži 2008. godine kada je trajao do svibnja. Za vrste *Leuctra albida* i *L. fusca* zabilježena je jesenska emergencija. Jedinke vrste *L. albida* obje su godine izlijetale tijekom kolovoza i rujna, a jedinke vrste *L. fusca* tijekom rujna i listopada. Vrsta *Leuctra nigra* obje je godine zabilježena tijekom travnja i svibnja. Međutim, 2007. su godine jedinke ove vrste zabilježene i u listopadu. Emergencijski period vrste *Nemoura cinerea* bio je duži 2007. godine kada je trajao od travnja do lipnja, dok je u 2008. godini emergencija ove vrste zabilježena samo u svibnju. Jedinke vrste *Nemurella pictetii* u 2007. su godini izlijetale tijekom ožujka i travnja, dok su u 2008. godini jedinke ove vrste ulovljene u svibnju te rujnu i listopadu. Emergencijski period vrste *Protonemura auberti* jedan je od najdužih zabilježenih na ovoj postaji. Jedinke ove vrste su izlijetale 2007. godine od svibnja do srpnja, dok su u 2008. godini izlijetale od travnja do kolovoza. *Protonemura intricata* zabilježena je u travnju, svibnju i srpnju 2007. te svibnju i lipnju 2008. godine. Emergencija vrste *Protonemura praecox* obje je godine počela u ožujku; 2007. godine emergencija je završila u travnju, a 2008. je završila u svibnju.

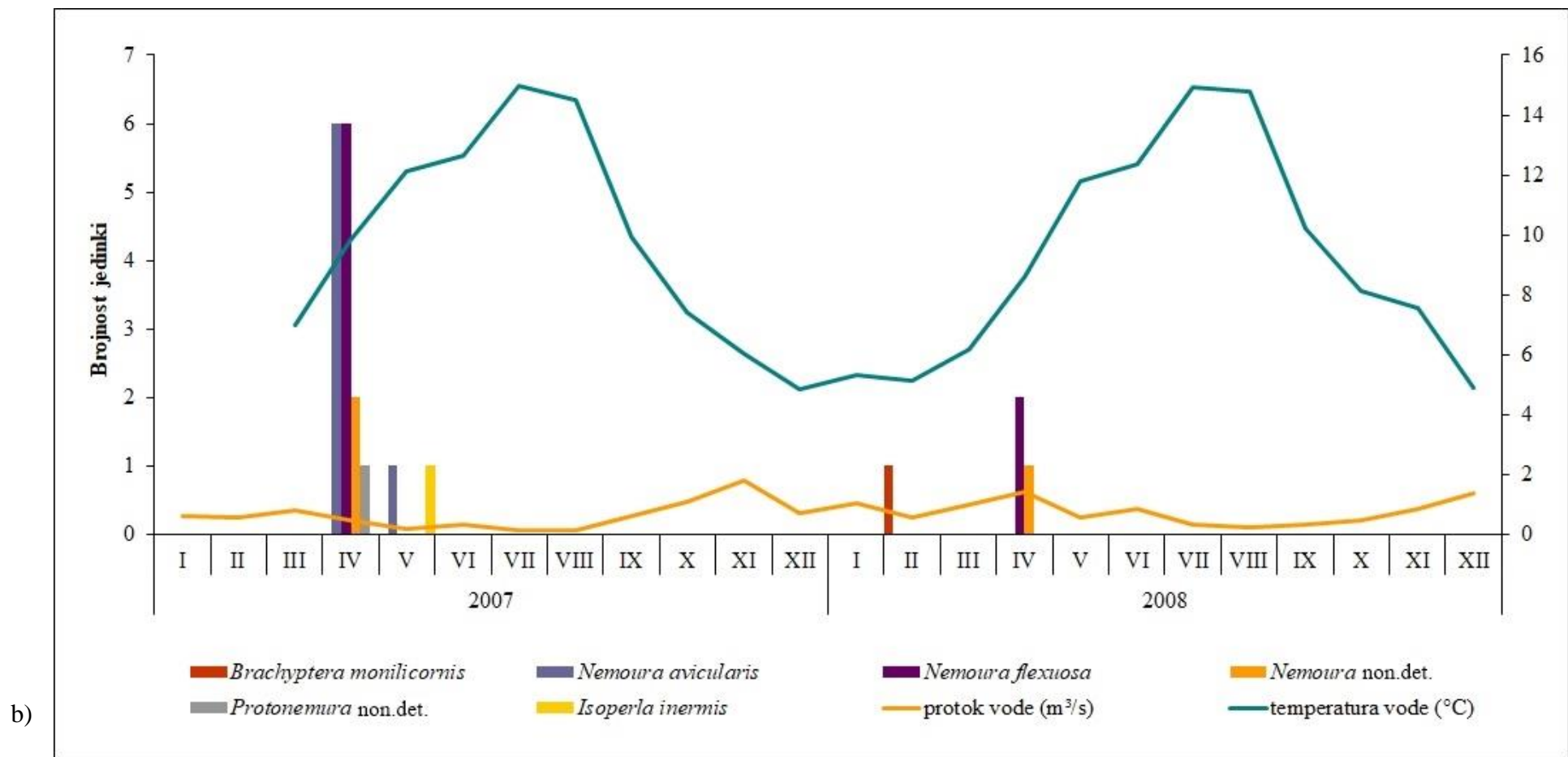
Osim gore navedenih vrsta, na ovoj su postaji zabilježene još i vrste koje se javljaju s manje od 10 jedinki (Slika 26b). Tu pripada vrsta *Nemoura avicularis* čije su jedinke izlijetale tijekom travnja i svibnja 2007. godine, a u 2008. godini ista nije zabilježena. Nadalje, emergencija jedinki vrste *Nemoura flexuosa* obje je godine zabilježena samo u travnju. Na ovoj su postaji zabilježene još i jedinke vrsta *Brachyptera monilicornis* i *Isoperla inermis* te svojti *Nemoura non.det.* i *Protonemura non.det.*. Međutim, prikupljeni broj jedinki premali je za određivanje njihovih emergencijskih perioda.





a)

**Slika 26.** Emergenција manje zastupljenih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji potok Plitvica tijekom 2007. i 2008. godine: a) brojnost jedinki  $\geq 10$ .

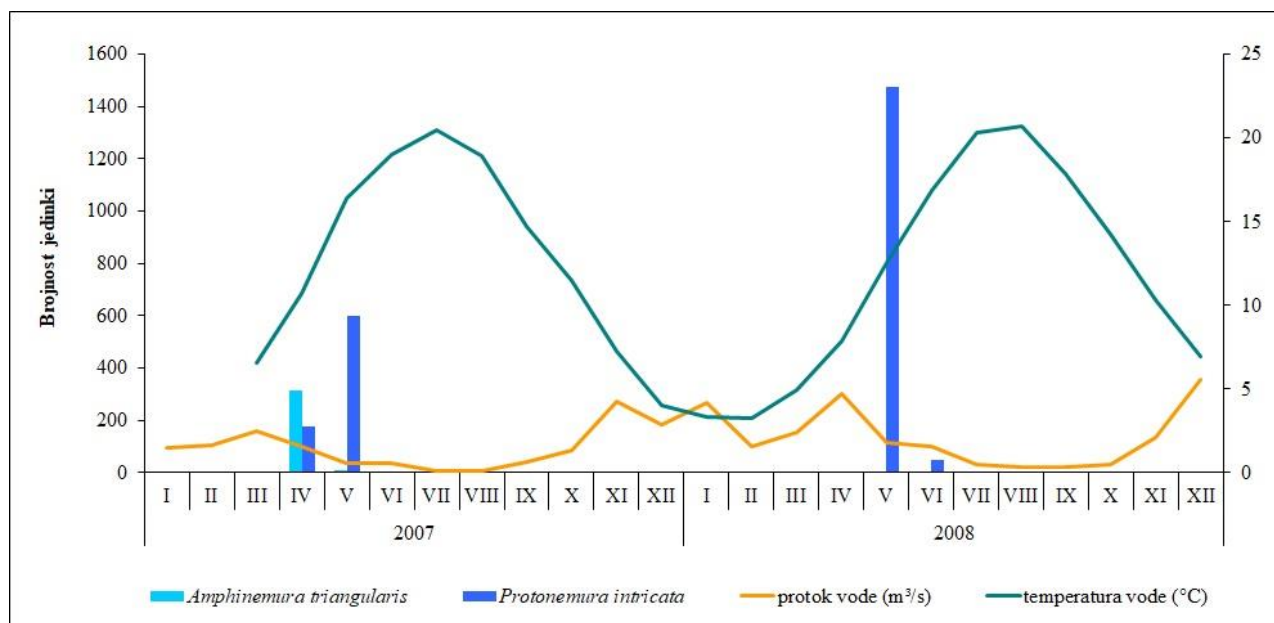


**Slika 26.** (nastavak) Emergencija manje zastupljenih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji potok Plitvica tijekom 2007. i 2008. godine: b) brojnost jedinki < 10.

#### 4.9.9. Korana u selu

Dominantne vrste na postaji Korana u selu bile su *Amphinemura triangularis* i *Protonemura intricata*. Emergencijski period vrste *A. triangularis* počeo je u travnju, a završio u svibnju 2007. godine, dok u 2008. godini ova vrsta nije ulovljena na postaji Korana u selu. Jedinke vrste *P. intricata* na ovoj su postaji zabilježene tijekom obje godine. Početak izlijetanja uočen je u travnju, a emergencijski period završio je u svibnju 2007., odnosno lipnju 2008. godine (Slika 27.).

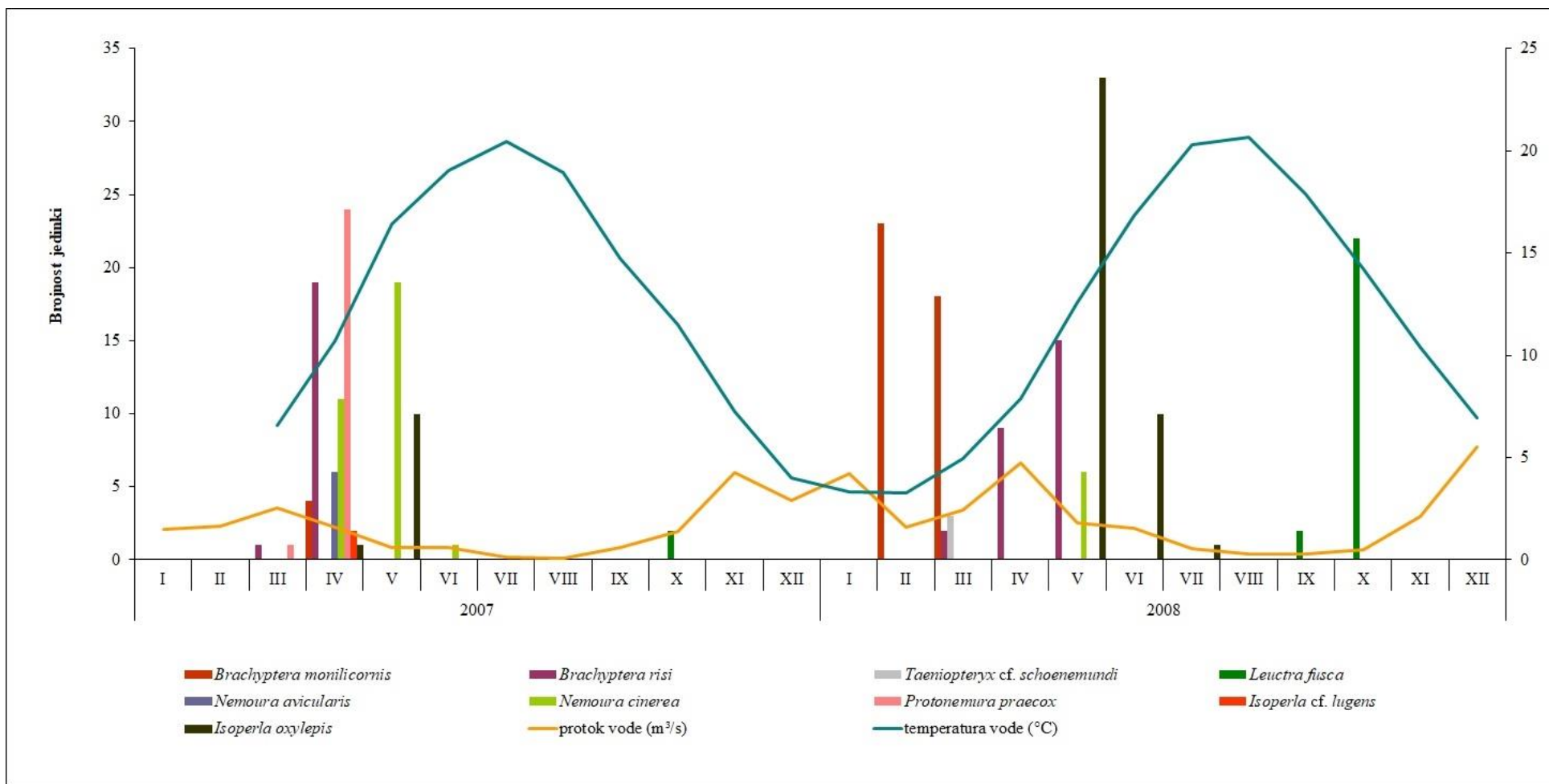
Za temperaturu i protok vode zabilježeni su slični trendovi kao i na prethodnim postajama. Temperaturni su maksimumi izmjereni tijekom srpnja i kolovoza, a minimumi tijekom prosinca i siječnja. Najviši su protoci izmjereni u studenom i travnju, a najniži u kolovozu.



**Slika 27.** Emergencija dominantnih vrsta obalčara te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji Korana u selu tijekom 2007. i 2008. godine.

Slika 28. prikazuje emergencijske periode manje zastupljenih vrsta na postaji Korana u selu od kojih je ulovljeno 44 ili manje jedinki godišnje. Izlijetanje jedinki vrste *Brachyptera monilicornis* zabilježeno je u travnju 2007. te u veljači i ožujku 2008. godine. Emergencija vrste *Brachyptera risi* obje je godine počela u ožujku te završila u travnju 2007., odnosno svibnju 2008. godine. Izlijetanje jedinki vrste *Leuctra fusca* zabilježeno je u listopadu 2007. te rujnu i listopadu 2008. godine. Emergencijski period vrste *Nemoura cinerea* u 2007. godini

trajao je 3 mjeseca (travanj-lipanj), dok je 2008. godine ova vrsta ulovljena samo u svibnju. Jedinke vrste *Isoperla oxylepis* 2007. godine zabilježene su u travnju i svibnju, a u 2008. je godini njihova emergencija počela u svibnju i završila u lipnju. Vrste *Nemoura avicularis* i *Protonemura praecox* na ovoj su postaji zabilježene samo 2007. godine. Jedinke vrste *N. avicularis* ulovljene su samo u travnju, dok su jedinke vrste *P. praecox* zabilježene tijekom ožujka i travnja.



**Slika 28.** Emergenција manje zastupljenih vrsta obalčara ( $\leq 44$  jedinki) te srednje mjesečne temperature i protoci vode na postaji Korana u selu tijekom 2007. i 2008. godine.

## 5. Rasprava

### 5.1. Sastav zajednice obalčara na istraživanim postajama u Nacionalnom parku Plitvička jezera

U razdoblju od veljače 2007. do prosinca 2008. godine na devet istraživanih postaja zabilježene su ukupno 33 vrste obalčara. To je 5 vrsta više nego što su na području Nacionalnog parka zabilježili Popijač i Sivec (2009) u istraživanju kojim je bilo obuhvaćeno pet od ovdje istraživanih devet lokacija. Od toga su dvije vrste zabilježene na postajama koje nisu bile obuhvaćene ranijim istraživanjem (*Brachyptera risi* i *B. monilicornis*), dok je *Taeniopteryx cf. schoenemundi* potencijalno problematična vrsta i moguće je da se zapravo radi o jedinkama *T. cf. hubaulti* koje su zabilježili i Popijač i Sivec (2009). Budući da je do sada za faunu obalčara Hrvatske poznato oko 90 vrsta (Popijač i sur. 2017), očito je da su zajednice obalčara na Plitvičkim jezerima izrazito bogate vrstama (sadrže 37 % od ukupnog broja vrsta na području Hrvatske), a to ni ne čudi budući da se na području Nacionalnog parka Plitvička jezera nalazi velik broj staništa idealnih za ovu skupinu vodenih kukaca (Hynes 1976). Radi se o području bogatom hladnom, čistom vodom zasićenom otopljenim kisikom te okruženom šumama koje zasjenjuju dijelove vodenih tokova te sprječavaju prevelike fluktuacije okolišnih čimbenika, a izvor su i hranjivih tvari (Riđanović i Božićević 1996, Mužinić i Filipović 2006, Špoljar i sur. 2007, Miliša i sur. 2010).

Nadalje, u ovom je istraživanju zabilježeno i nekoliko svojti koje nije bilo moguće odrediti do vrste (*Leuctra non.det.*, *Nemoura non.det.*, *Protonemura non.det.*, *Isoperla non.det.* i *Perlodes non.det.*), kao i potencijalno problematičnih vrsta čije karakteristike djelomično odgovaraju karakteristikama ranije opisanih vrsta (*Taeniopteryx cf. hubaulti*, *T. cf. schoenemundi*, *Isoperla cf. lugens*, *Perlodes cf. intricatus*). Moguće je da se radi o novim vrstama za znanost, a buduća bi istraživanja to trebala i potvrditi.

Budući da su istraživane postaje raspoređene duž promatranog hidrosustava, za svaku od njih zabilježeni su drugačiji okolišni uvjeti što je pak glavni uzrok postojećim razlikama u sastavu zajednica obalčara. Pa tako vrste *Brachyptera tristis*, *Taeniopteryx cf. hubaulti* i *T. cf. schoenemundi* dolaze na postajama bliže izvorima rijeka, a na barijerama nisu nikada zabilježene što ne čudi budući da se radi o jedinkama koje preferiraju više nadmorske visine, niže temperature te manju brzinu toka vode (Graf i sur. 2009, 2017). Slična situacija je i sa vrstom *Protonemura auberti* koja je hladni stenotermni organizam te je zabilježena samo na

izvorima gdje živi oportunistički koristeći gotovo stalnu temperaturu vode (Wagner i sur. 2011). S druge strane, vrste *Amphinemura triangularis*, *Nemoura avicularis*, *N. cinerea*, *Protonemura intricata*, *Besdolus imhoffi* i *Isoperla oxylepis* su uglavnom reofilne i euritermne pa su u skladu s time zabilježene na postajama na sedrenim barijerama te na potoku Plitvica i postaji Korana u selu (Graf i sur. 2009, 2017). Razlike zabilježene u brojnosti i sastavu zajednica obalčara između dvije godine istraživanja mogle bi biti posljedica razlika u fizikalno-kemijskim čimbenicima, posebice razlika u temperaturi i protoku vode, što su pokazala i ranija istraživanja (Zwick 2011, Ivković i sur. 2012, 2013, 2014, Vilenica i sur. 2017).

Provedena NMDS analiza pokazala je grupiranje uzvodnih postaja u jedan klaster te nizvodnih postaja u drugi klaster. Ta se podjela također pripisuje okolišnim uvjetima koji prevladavaju na istraživanim postajama. Naime, slični fizikalno-kemijski čimbenici, struktura mikrostaništa kao i dostupnost hrane uzrokovali su i sličan sastav zajednica obalčara koje nalazimo na tim postajama te uvjetovali njihovo grupiranje u dva klastera. Slični su rezultati zabilježeni kod zajednica muha plesačica (Diptera: Empididae), mušica svrbljivica (Diptera: Simuliidae) te vodencvjetova (Ephemeroptera) na Plitvičkim jezerima (Ivković i sur. 2012, 2014, Vilenica i sur. 2017).

Usporedbom istraživanih postaja primjećene su neke razlike među zajednicama obalčara kako u broju vrsta, tako i u brojnosti jedinki. Za postaje na izvorima karakterističan je mali broj vrsta, kao i mali broj jedinki. Zajednice s najvećim brojem vrsta i ne tako velikim brojem jedinki pronađene su na gornjim dijelovima toka. Izuzetak je postaja gornji tok Bijele rijeke na kojoj je 2008. godine prikupljeno čak 1130 jedinki među kojima su dominirale jedinke vrsta *Leuctra nigra* i *Protonemura auberti* koje preferiraju ovakve tipove staništa (gornje dijelove tokova sa niskom brzinom strujanja vode; Graf i sur. 2009, 2017). Isto tako, velik broj vrsta zabilježen je i na postaji potok Plitvica. To zapravo ni ne čudi budući da ta postaja, zbog svog položaja nedaleko od izvora samog potoka, dijeli obilježja s postajama gornjih dijelova toka, dok zbog položaja unutar sustava dijeli obilježja i s postajama na barijerama, što se u konačnici odrazilo i na sastav te brojnost zajednice obalčara. Slični rezultati zabilježeni su i za zajednice porodica dvokrilaca Empididae i Simuliidae (Ivković i sur. 2012, 2014). Na postajama na barijerama očekivano je zabilježen manji broj vrsta, ali i velika brojnost jedinki. Glavni uzrok tome je položaj sedrenih barijera nizvodno od jezera koja su puno produktivniji sustavi od samih tekućica. Direktna posljedica takvog položaja je veća količina organske tvari (Špoljar i sur. 2007, Miliša i sur. 2010) koja se odražava u specifičnoj trofičkoj strukturi zajednica obalčara (Giller i Malmqvist 1998). Plitvička su jezera općenito

oligotrofni sustav, međutim, dok su izvorišna područja tipični oligotrofni sustav, na sedrenim barijerama ima mnogo više organske tvari zbog jezera koja se nalaze iznad njih i bogatija su organskim materijalom (Špoljar i sur. 2007, Miliša i sur. 2010). Tako je na sedrenim barijerama utvrđena veća brojnost, ali i manja raznolikost obalčara u usporedbi s izvorišnim područjima, uzrok čemu je veći dotok hranjivih tvari iz gornjih jezera na barijere koje su ujedno i jezerski ispusti.

Na svim postajama očita je dominacija tri hranidbene skupine: sakupljača, strugača i usitnjivača, a njihov udio u zajednici mijenja se po postajama. Predatorske su vrste manje zastupljene. Jedina iznimka je postaja gornji tok Bijele rijeke na kojoj je, zbog dominacije vrste *Isoperla inermis*, ali i prisutnosti ostalih vrsta dominantno predatorske porodice Perlodidae (Graf i sur. 2009, 2017), udio predatora povećan. Na postajama bliže izvorima Bijele i Crne rijeke najzastupljenija funkcionalna skupina u zajednici obalčara su usitnjivači, a glavni im je predstavnik vrsta *Protonemura auberti* koja ima vrlo visoke udjele u zajednicama svake od navedenih postaja. Ovakva zastupljenost trofičkih skupina u skladu je s konceptom riječnog kontinuuma (RCC - eng. *River Continuum Concept*, Vannote i sur. 1980) prema kojem su gornji tokovi rijeka pod snažnim utjecajem okolne vegetacije pa je visok unos krupne organske tvari (CPOM-a) u zasjenjene tokove uzrok dominacije usitnjivača u bentičkim zajednicama. U ovom je slučaju zasjenjen samo izvor Crne rijeke, međutim, na izvoru Bijele rijeke nalazi se velika količina makrofita koji su izvori hrane usitnjivačima (Ivković i sur. 2015).

Potpuno drugačija trofička struktura zajednica zabilježena je na sedrenim barijerama kao i na postajama potok Plitvica te Korana u selu. Zajednice na ovim postajama „sakupljačkog“ su karaktera. Kod postaja na barijerama takva struktura je posljedica njihovog položaja unutar sustava. Iznad svake od postaja nalazi se jezero te dio suspendiranih organskih čestica koje talože u jezeru struja vode donosi i na barijere (Špoljar i sur. 2007, Miliša i sur. 2010).

Nadalje, u zajednici obalčara na postaji Korana u selu izrazito je dominantna funkcionalna skupina sakupljača, a glavni su joj predstavnici vrste *Amphinemura triangularis* i *Protonemura intricata*. Za velik udio sakupljača u zajednici obalčara na postaji Korana u selu posebice je zaslužna dominantno sakupljačka vrsta *P. intricata* čiji su udjeli u zajednici iznosili čak 64 % u 2007. te 92 % u 2008. godini. Budući da je ova postaja okružena vegetacijom te smještena nizvodno od barijere Novakovića Brod moguće je da je povećan unos organske tvari što pogoduje brojnosti jedinki iz ove funkcionalne skupine. Također, i postaja potok Plitvica također je okružena vegetacijom, ali i bogata makrofitima pa su na toj postaji očekivano najzastupljenije jedinke sakupljača i usitnjivača (Graf i sur. 2009, 2017).



Slična zastupljenost trofičkih skupina zabilježena je i za kukce reda Trichoptera (Previšić i sur. 2007, Šemnički i sur. 2012), a odraz je različite dostupnosti izvora hrane na pojedinim postajama te specifičnosti staništa.

Analiza longitudinalne zonacije pokazala je da na svim istraživanim postajama u zajednicama obalčara prevladavaju vrste koje preferiraju područje izvorišnih i srednjih tokova tekućica. Očit je pomak od zajednica na postajama bliže izvorišnim dijelovima rijeka u kojima dominiraju vrste koje preferiraju gornje dijelove tekućica (eukrenal i hipokrenal), poput vrsta *Protonemura auberti* i *Nemurella pictetii* (Graf i sur. 2009, 2017), prema zajednicama na barijerama u kojima su dominantne vrste koje preferiraju središnje dijelove toka (epiritral i metarital) kao što su *Protonemura nitida* i *P. praecox* (Graf i sur. 2009, 2017). Slične su značajke zabilježene u ranijim istraživanjima provedenim na istom području na zajednicama mušica svrbljivica (Diptera: Simuliidae; Ivković i sur. 2014), kao i na zajednicama tulara (Trichoptera) na sedrenim barijerama Plitvičkih jezera (Šemnički i sur. 2012). Prema tome, zajednice obalčara na istraživanim postajama također su „protočnog karaktera“ što je u skladu s rezultatima ranijih istraživanja provedenim na drugim skupinama vodenih kukaca. Zajednice se sastoje uglavnom od vrsta tipičnih za srednje dijelove tekućica, odnosno, izražena je longitudinalna distribucija vrsta ovisno o njihovim sklonostima za pojedini dio toka tekućica (Graf i sur. 2009, 2017).

## **5.2. Utjecaj fizikalno-kemijskih čimbenika i mikrostanista na sastav zajednice obalčara**

Važan utjecaj na strukturu i sastav zajednica obalčara imaju fizikalno-kemijski čimbenici. Provedena CCA analiza pokazala je da su odnosi vrsta i fizikalno-kemijskih čimbenika statistički značajni, odnosno da je prisutnost vrsta na pojedinim postajama rezultat preferencije vrsta prema određenim vrijednostima ekoloških čimbenika. Kao najvažniji ekološki čimbenik istaknuta je temperatura vode što je već ranije potvrđeno kod drugih skupina kukaca (Ivković i sur. 2012, 2014, Vilenica i sur. 2017). Tako vrste *Protonemura auberti*, *Isoperla inermis*, *Taeniopteryx* cf. *hubaulti*, *T.* cf. *schoenemundi* dolaze samo na lokacijama sa niskim godišnjim varijacijama temperature uglavnom i smatraju se stenotermnim vrstama (Popijač i Sivec 2009, Graf i sur. 2009, 2017). S druge strane, vrste poput *Amphinemura triangularis*, *Protonemura intricata*, *P. praecox*, *Brachyptera monilicornis* i *B. risi* sklone su barijerama te donjim tokovima rijeka i potoka gdje su godišnje varijacije temperature vode veće. Također, zabilježene su i vrste koje dolaze na većem broju

postaja i nemaju specifične sklonosti prema okolišnim čimbenicima. Takve vrste (primjerice *Isoperla rivulorum* i *Nemoura flexuosa*) se smatraju euritermnima.

Kruskal-Wallis analiza varijance s višestrukim usporedbama srednjih vrijednosti rangova pokazala je da kod nekih vrsta postoji i sklponost za određenim mikrostaništem. Naime, jedinke vrsta *Amphinemura triangularis*, *Protonemura intricata* i *P. praecox* bile su brojnije na mahovinskim mikrostaništima što se razlikuje od rezultata dosadašnjih istraživanja u kojima je preferencija za mahovinska mikrostaništa zabilježena samo za vrstu *P. praecox* (Graf i sur. 2009, 2017).

Spearmanov koeficijent korelacije pokazao je pozitivnu korelaciju između brzine strujanja vode i brojnosti jedinki vrsta *Protonemura intricata* i *P. praecox* što je u skladu s tipičnim obilježjima tih vrsta (Graf i sur. 2009, 2017). Međutim, pozitivna korelacija zabilježena je i između brojnosti jedinki vrste *Protonemura auberti* i brzine strujanja vode što nije u potpunosti u skladu s onim što su zabilježili Graf i sur. (2009, 2017) koji su ovu vrstu opisali kao reofilnu do limnofilnu.

### **5.3. Emergencijske značajke i sezonske promjene sastava zajednica obalčara**

Emergencijski maksimum 2007. godine je postignut u travnju i svibnju kada je prikupljen i najveći broj jedinki. Tijekom 2008. godine najveći broj vrsta, kao i najveći broj jedinki zabilježeni su tijekom svibnja. Emergencijski periodi većine vrsta u skladu su s njihovim tipičnim periodima (Graf i sur. 2009, 2017).

Vrijeme i trajanje izlijetanja razlikuju se ovisno o vrsti (Graf i sur. 2009, 2017). Najduži emergencijski period (ožujak-studeni) zabilježen je za vrstu *Protonemura auberti*, koja je najbrojnija na izvorima te postajama bliže izvorima rijeka, ali isto tako pojavljuje se i na postaji potok Plitvica. Slične značajke za ovu vrstu (preferencija za gornje dijelove toka i dug emergencijski period) zabilježene su i na srednjoeuropskom potoku Breitenbrach (Zwick 1984, Wagner i sur. 2011). Naime, radi se o vrsti uobičajenoj na izvorima te gornjim dijelovima toka (epiritral) koja se ponekad pojavljuje i u nešto nižim dijelovima toka (metarital). Isto tako, ova vrsta oportunistički koristi uvjete konstantne temperature na izvorima zbog čega je njen emergencijski period najduži (Wagner i sur. 2011).

### 5.3.1. Utjecaj temperature i protoka vode na emergenciju obalčara

Emergencija obalčara je 2007. godine na svim postajama, osim izvora Crne rijeke, počela u ožujku. U 2008. godini ciklusi nisu tako ujednačeni pa je emergencija najranije krenula u veljači na gornjem toku Bijele i Crne rijeke te potoku Plitvica i postaji Korana u selu. Na izvoru Bijele rijeke emergencija je počela mjesec kasnije, a na sedrenim barijerama tek u svibnju. Tijekom obje godine istraživanja početak emergencije nešto je kasniji na izvoru Crne rijeke u odnosu na početak emergencije na izvoru Bijele rijeke iako su okolišni uvjeti gotovo identični. Točan uzrok nije poznat, ali pretpostavlja se da je kasniji početak emergencije posljedica zasjenjenosti tog izvora te jake struje vode koja najvjerojatnije uzrokuje nedostatak hrane za razvoj ličinačkih stadija te time indirektno utječe i na početak emergencije (Colbo i Porter 1979, Collins 1980, Sweeney 1984, Pery i sur. 2002, Ivković i sur. 2015). Emergencijski periodi na većini postaja završavaju u listopadu, a samo je na nekoliko njih emergencija zabilježena i u studenom (barijera Labudovac 2007. i 2008. godine te barijera Novakovića Brod 2007. godine). Nadalje, na postajama na sedrenim barijerama emergencija izostaje tijekom srpnja i kolovoza najvjerojatnije zbog visokih temperatura vode budući da obalčari uglavnom preferiraju niže temperature (Hynes 1976, Fochetti i sur. 2008).

Također, u odnosu na 2007. godinu kada je emergencija počela gotovo istovremeno na svim postajama, 2008. godine nije uočena takva pravilnost. Emergencija na izvorima obje je godine počela istovremeno (u ožujku, odnosno travnju) što ni ne čudi budući da se radi o postajama koje tijekom cijele godine imaju gotovo stalne temperature vode. Na izvorišnim područjima početak emergencije najvjerojatnije je određen dužinom fotoperioda u kombinaciji s nekim drugim okolišnim čimbenicima (Hynes 1972, 1976, Schwarz 1973, Tauber i Tauber 1975, Malicky 1981, Sweeney 1984, Ivković i sur. 2013). Za postaje na gornjim tokovima rijeka te postaje potok Plitvica i Korana u selu raniji početak emergencije zabilježen je u 2008. godini. To je vjerojatno posljedica promijenjenih ekoloških uvjeta. Naime, moguće je da su više temperature vode tijekom 2007. godine ubrzale razvoj ličinki obalčara, a posljedica toga bila je ranija emergencija u 2008. godini (Wagner i Schmidt 2004). Isto tako, ne smije se zanemariti činjenica da su emergencijske klopke postavljene tek krajem veljače 2007. godine. Dakle, primjećeno kašnjenje emergencije u 2007. godini moguća je posljedica nedostatka podataka. S druge strane, emergencija je na sedrenim barijerama u 2008. godini počela mjesec kasnije u odnosu na 2007. godinu što je najvjerojatnije posljedica nižih proljetnih temperatura vode zabilježenih u 2008. godini. Slične značajke zabilježene su i za muhe plesačice (Diptera: Empididae; Ivković i sur. 2012). Osim kasnijeg početka emergencije, na sedrenim je barijerama zabilježen i pad brojnosti jedinki te manji broj vrsta u 2008. godini što je

vjerojatno posljedica vrlo visokih protoka vode koji su na tim postajama izmjereni od siječnja do travnja 2008. godine. Naime, protok vode jedan je od najvažnijih čimbenika koji utječu na brojnost faune potoka zbog preraspodjele sedimenta, ali i hranjivih tvari (Wagner i sur. 2011). Temperatura vode utječe na sastav zajednice, ali i na ekologiju vodenih kukaca (Sweeney 1982, Ward 1985). Srednja mjesečna temperatura vode u proljetnim mjesecima 2007. godine je bila nešto viša nego u istim mjesecima 2008. godine. Nasuprot tome, temperatura vode u jesenskim mjesecima bila je niža u 2007. godini, u odnosu na jesenske mjesece 2008. godine. Iako je temperatura vrlo važan čimbenik za razvoj i emergenciju obalčara, direktna povezanost temperature vode s brojnošću jedinki obalčara na proučavanim postajama nije uočena, ali je uočena povezanost s početkom emergencije.

Varijacije u protoku vode mogu utjecati na sastav jedinki vodenih kukaca (Drake 1985, Wagner i Gathmann 1996, Smith i Wood 2002, Wagner i Schmidt, 2004). Prema Wagner i Gathmann (1996) te Wagner i sur. (2004) povišeni protok vode uzrokuje pojavljivanje ili nestajanje pojedinih vrsta, što su potvrdili i Ivković i sur. (2012). Nizak, baš kao i visok protok vode utječu na vodene kukce mijenjajući veličinu populacija, utječući na preživljavanje odraslih jedinki i uvjetujući smanjenje njihove brojnosti sljedeće godine (Wagner i Gathmann 1996). U ovom je slučaju protok vode bio veći tijekom 2008. godine što se odrazilo i na broj jedinki koje su emigrirale na pojedinim postajama.

Na postajama bliže izvoru nisu zabilježene posebne promjene te je očito da su na tim područjima za emergenciju važniji neki drugi okolišni čimbenici, poput fotoperioda, budući da niti temperatura, a ni brzina protoka vode ne pokazuju značajne varijacije tijekom godine (Hynes 1972, 1976, Schwarz 1973, Tauber i Tauber 1975, Malicky 1981, Sweeney 1984, Ivković i sur. 2013).

Međutim, na sedrenim su barijerama zabilježene značajne razlike u sastavu, brojnosti i emergenciji dominantnih vrsta. Naime, na barijeri Labudovac samo je u 2007. godini zabilježena vrsta *Protonemura praecox*. Osim toga, broj jedinki vrsta *Amphinemura triangularis* i *Protonemura intricata* veći je tijekom iste godine. Budući da se radi o tipično proljetnim vrstama, ove su razlike najvjerojatnije posljedica izrazito visokih protoka vode izmjerenih na barijeri u proljetnim mjesecima 2008. godine. Nadalje, na istoj su postaji brojnije populacije, a duži je i emergencijski period vrsta *Leuctra albida* i *Leuctra fusca* što je posljedica viših temperatura koje su na toj postaji izmjerene u jesenskim mjesecima 2008. godine.

Na barijeri Kozjak-Milanovac u 2008. godini najbrojnije su bile jedinke dominantno sakupljačke vrste *Nemoura cinerea*. Budući da je prema Grafu i sur. (2009, 2017) ova vrsta

sklonija gornjim dijelovima toka, a nešto je manje sklona srednjem dijelu toka u kojem se nalazi ova postaja, moguć uzrok velikoj brojnosti jedinki ove vrste jesu visoki protoci vode kojima su velike količine organske tvari (kojim se ova vrsta primarno hrani) iz jezera Kozjak otplavljene na nizvodnu sedrenu barijeru.

Na barijeri Novakovića Brod za obje je dominantne vrste zabilježen veći broj jedinki te ranija emergencija tijekom 2007. godine što je također povezano s povoljnijim okolišnim uvjetima u odnosu na one zabilježene u istom razdoblju 2008. godine.

Općenito, sve promatrane sedrene barijere zapravo su jezerski ispusti za koje je karakteristična visoka produktivnost i specijalizirana fauna smanjene raznolikosti (Harding 1992, Giller i Malmqvist 1998, Čmrlec i sur. 2013, Ivković i sur. 2014). Brojnosti jedinki pridonose visokokvalitetni izvori hrane dospjele na barijeru iz uzvodnih jezera kao i činjenica da su jezerski ispusti uglavnom topliji od ostalih dijelova sustava. Također, stabilniji je i vodostaj budući da uzvodna jezera smanjuju promjene protoka uzrokovane vodopadima (Giller i Malmqvist 1998).

Slične su značajke zabilježene i kod dominantnih vrsta na postaji potok Plitvica kao i na postaji Korana u selu. Proljetne eurivalentne vrste brojnije su u 2007., dok su jesenske vrste brojnije u 2008. godini zbog povoljnijih okolišnih uvjeta. Izuzetak je vrsta *Protonemura intricata*. Iako se radi o proljetnoj vrsti ona je također i reofilna (odgovaraju joj veće brzine protoka vode) pa stoga ni ne čudi što veći broj jedinki izlijeće 2008. godine. *Isoperla* cf. *lugens* brojnija je 2007. iako je reofilna i hladni stenoterm. Radi se o vrsti koja je sklonija izvorišnim i gornjim dijelovima tokova (Graf i sur. 2009, 2017), a i u ovom je slučaju zabilježena na postajama smještenim u tim djelovima u kojima su protok i temperatura vode gotovo konstantni. Međutim, moguće je da je brža struja vode zabilježena tijekom 2008. godine nizvodno otplavila hranu ovih jedinki ili čak same jedinke te time usporila njihov razvoj i odgodila emergenciju (Wagner i sur. 2011).

Kod većine pronađenih vrsta emergencijski periodi zabilježeni u ovom istraživanju u skladu su s njihovim tipičnim životnim ciklusima (Graf i sur. 2009, 2017). Primjerice, za vrste iz porodice Taeniopterigidae te vrste *Amphinemura triangularis* i *Protonemura praecox* zabilježeni su univotini ciklusi i proljetna emergencija. S druge strane, vrsta *Protonemura nitida* izlijetala je isključivo u drugom dijelu godine, tijekom kasnog ljeta i jeseni, a njezin je životni ciklus također bio univoltin.

Nadalje, ako izuzmemo vrstu *Nemurella pictetii* čiji ciklus može biti univoltin, semivoltin ili plurivoltin (Nesterovitch i Zwick 2003, Graf i sur. 2009, 2017, Wagner i sur. 2011) te vrstu *Leuctra nigra* čiji životni ciklus u umjerenom regiji može biti univoltin ili fleksibilan, za sve

vrsta obalčara karakteristični su univoltini ciklusi (Graf i sur. 2009, 2017). Međutim, tijekom ovog je istraživanja za pojedine vrste na nekim postajama zabilježeno odstupanje od njihovih tipičnih emergencijskih perioda (Graf i sur. 2009, 2017). Konkretno, na postaji gornji tok Crne rijeke je u 2007. godini za vrstu *Leuctra albida*, uz tipičnu jesensku emergenciju (Graf i sur. 2009, 2017), zabilježena i netipična proljetna. Moguće je da je navedena anomalija (naznaka bivoltinosti) posljedica činjenice da su na ovoj postaji promjene temperature tijekom godine minimalne ( $< 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Također, moguće je da u kasnijoj generaciji izlijeću jedinke čiji je razvoj trajao duže, a jaja su položena istovremeno kao i jaja jedinki iz proljetne generacije (Wagner i sur. 2011). Na istoj je postaji u 2008. godini za tipično proljetnu vrstu *Leuctra nigra* (Graf i sur. 2009, 2017) uz proljetnu emergenciju zabilježena i jesenska, a uzrok tome mogu biti gore već navedeni razlozi. Međutim, naznaka bivoltinosti za vrstu *Leuctra nigra* zabilježena je i na postajama barijera Labudovac te potok Plitvica tijekom 2007. godine. U ovom slučaju radi se o postajama s većim temperaturnim varijacijama, a pojava netipične jesenske generacije mogla bi biti posljedica povoljnih okolišnih uvjeta (Giller i Malmqvist 1998). Također, ranija su istraživanja pokazala kako i dostupnost hrane utječe na životne cikluse vodenih kukaca te da se kod mnogih vrsta godišnje javlja više generacija u nižim geografskim širinama kao odgovor na povoljnije klimatske uvjete (Vannote i sur. 1980, Richardson 1991, Giller i Malmqvist 1998). Bivoltinost je zabilježena i za vrstu *Nemurella pictetii* na izvoru Bijeke rijeke 2007. godine te na gornjem toku Bijeke rijeke obje godine dok je na ostalim postajama na kojima dolazi za ovu vrstu zabilježena samo jedna generacija godišnje. Bivoltini ciklus za ovu vrstu zabilježen je na izvorišnim postajama na kojima su temperaturne varijacije tijekom godine minimalne te na kojima uglavnom i dolaze vrste kod kojih odrasle jedinke izlijeću većinu godine (Hynes 1976).

## 6. Zaključak

Nakon dvogodišnjeg istraživanja provedenog od veljače 2007. do prosinca 2008. godine te izolacije uzoraka i određivanja do vrsta jedinki obalčara, može se zaključiti sljedeće:

- U zajednicama obalčara na istraživanim su postajama dominantne funkcionalne skupine usitnjivača, sakupljača i strugača, a sastav se mijenja ovisno o okolišnim uvjetima i dostupnim izvorima hrane na pojedinoj postaji. Očita je razlika između zajednica gornjih dijelova toka sastavljenih pretežito od usitnjivača i strugača te zajednica na sedrenim barijerama i postajama potok Plitvica i Korana u selu u kojima dominiraju sakupljači. Takva struktura zajednica posljedica je dostupnosti izvora hrane, odnosno položaja postaje unutar promatranog hidrosustava.
- Na svim istraživanim sedrenim barijerama zajednice obalčara pokazuju „protočni karakter“. Očit je pomak od zajednica na postajama bliže izvorišnim dijelovima rijeka u kojima dominiraju vrste koje preferiraju gornje dijelove tekućica prema zajednicama na barijerama u kojima su dominantne vrste koje preferiraju središnje dijelove toka.
- Provedena CCA analiza pokazala je da je prisutnost vrsta na pojedinim postajama rezultat sklonosti vrsta prema određenim ekološkim čimbenicima izmjerenim na tim postajama, prvenstveno prema temperaturi i pH vrijednost vode.
- Vrste *Amphinemura triangularis*, *Protonemura intricata* i *Protonemura praecox* pokazale su sklonost za mahovinska staništa, dok su vrste *Protonemura auberti*, *P. intricata* i *P. praecox* pokazale sklonost prema većoj brzini strujanja vode.
- Početak emergencije obalčara zabilježen je uglavnom tijekom veljače i ožujka, a izljetanje je trajalo do listopada tj. studenog, ovisno o godini i lokaciji. Na postajama na sedrenim barijerama 2008. godine zabilježen je kasniji početak emergencije zbog nižih proljetnih temperatura vode, kao i manji broj jedinki zbog povećanog protoka vode.
- Vrhunac emergencije na svim je postajama zabilježen tijekom proljeća (travanj/svibanj) što je karakteristično za zonu umjerene klime i potvrđuje da su fenološke značajke vrsta prvenstveno pod utjecajem klimatskih faktora, a ne prevladavajućih uvjeta na staništu.
- Općenito, zajednice obalčara na sedrenim barijerama su brojnije, ali i manje raznolike od zajednica na ostalim postajama što je posljedica položaja sedrenih barijera unutar

promatranog sustava. Naime, sve barijere su smještene nizvodno od jezera koja su produktivniji sustavi od tekućica i s kojih dio organskih tvari biva otplavljen na barijere.

- Emergencijski periodi većine vrsta su univoltini, dok je za vrste *Nemurella pictetii*, *Leuctra albida* i *Leuctra nigra* zabilježena naznaka bivoltinih ciklusa. Ciklus vrste *N. pictetii* tipično je promijenljiv. Međutim, *L. albida* i *L. nigra* općenito su univoltine vrste, a u drugoj se generaciji vjerojatno javljaju jedinke čiji je razvoj bio produžen.
- Povišeni protoci vode tijekom 2008. godine na postajama na sedrenim barijerama uzrokovali su promjene u sastavu, kao i u brojnosti zajednica obalčara.
- Rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da su sastav i struktura zajednica obalčara duž oligotrofnih protočnih jezerskih sustava primarno određeni ekologijom vrsta koje ih čine, odnosno položajem promatrane postaje u hidrosustavu.



## 7. Literatura

Božićević J. (1998): Zemljopisni položaj i značenje jezera u prostoru Hrvatske. U: Njavro, M., Božićević, S. (ur): Prirodoslovni turistički vodič. Turistička naklada i Nacionalni park Plitvička jezera, Zagreb, 10-40.

Clarke K.R., Gorley R.N. (2006): PRIMER V6: User Manual/Tutorial. Primer-E, Plymouth.

Cobb D.G., Galloway T.D., Flannagan J.F. (1992): Effects of discharge and substrate stability on density and species composition of stream insects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 49: 1788-1795.

Colbo M.H., Porter G.N. (1979): Effects of the food supply on the life history of Simuliidae (Diptera). Canadian Journal of Zoology 57: 301-306.

Collins N.C. (1980): Developmental responses to food limitation as indicators of environmental conditions for *Ephydra cinerea* (Diptera). Ecology 61: 650-661.

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

Čmrlec K., Ivković M., Šemnički P., Mihaljević Z. (2013): Emergence phenology and microhabitat distribution of aquatic diptera community at the outlets of barrage lakes: effect of temperature, substrate and current velocity. Polish Journal of Ecology 60: 135-144.

Čulinović K., Magdić N., Špoljarić I., Špoljarić S., Vuković K., Vurnek M. (2009): Priručnik za vodiče Nacionalnog parka Plitvička jezera. Uprava NP Plitvičkih jezera, Zagreb, 42 str.

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

Drake C.M. (1985): Emergence patterns of Diptera in a chalk stream. Aquatic Insects 7: 97-109.

Fochetti R., Tierno de Figueroa J.M. (2008): Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 365-377.

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

Graf W., Schmidt-Kloiber A. (2003): Plecoptera – Steinfliegen. Skriptum zum “Spezialpraktikum Plecoptera. Anleitung zur Bestimmung für Fortgeschrittene”. Institute für Hydrobiologie and Gewässermanagement, Boku, Wien, WS2002/2003, 160 str.

Graf W., Lorenz A.W., Tierno de Figueroa J.M., Lücke S., López-Rodríguez M.J., Davies C. (2009): *Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 2 - Plecoptera*. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, 262 str.

Graf W., Lorenz A.W., Tierno de Figueroa J.M., Lücke S., López-Rodríguez M.J., Murphy J., Schmidt-Kloiber A. (2017): Dataset "Plecoptera". [www.freshwaterecology.info](http://www.freshwaterecology.info) - the taxa and autecology database for freshwater organisms, version 7.0 (pristupljeno 17.01.2018).

Harding J.S. (1992): Physico-chemical parameters and invertebrate fauna of three lake inflows and outlets in Westland, New Zeland. *New Zeland Journal of Marine and Freshwater Research* 26: 95-107.

Hynes H.B.N. (1972): *The Ecology of Running Waters*. Liverpool University Press, Liverpool, 555 str.

Hynes H.B.N. (1976): Biology of Plecoptera. *Annual Review of Entomology* 21: 135-153.

Illies J. (1971): Emergenz 1969 im Breitenbach. *Archiv für Hydrobiologie* 69: 14-59.

Ivković M., Mičetić Stanković V., Mihaljević Z. (2012): Emergence patterns and microhabitat preference of aquatic dance flies (Empididae; Clinocerinae and Hemerodromiinae) on a longitudinal gradient of barrage lake system. *Limnologica* 42: 43-49.

Ivković M., Miliša M., Previšić A., Popijač A., Mihaljević Z. (2013): Environmental control of emergence patterns: Case study of changes in hourly and daily emergence of aquatic insects at constant and variable water temperatures. *International Review of Hydrobiology* 98: 104-115.

Ivković M., Kesić M., Mihaljević Z., Kúdela M. (2014): Emergence patterns and ecological associations of some haematophagous blackfly species along an oligotrophic hydrosystem. *Medical and Veterinary Entomology* 28: 94-102.

Ivković M., Miliša M., Baranov V., Mihaljević Z. (2015): Environmental drivers of biotic traits and phenology patterns of Diptera assemblages in karst springs: The role of canopy uncovered. *Limnologica* 54: 44-57.

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 Entomological Society* 10: 198–209.

Kačanski D., Zwick P. (1970): Neue und wenig bekannte Plecopteren aus Jugoslawien. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 43: 1-16.

Kis B. (1974): Plecoptera. *Fauna Republicii Socialiste România. Insecta Volumul VIII Fascicula 7*. Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, 271 str.

Malicky H. (1981): Artificial Illumination of a Mountain Stream in Lower Austria: Effect of constant daylength on the Phenology of the Caddisflies (Trichoptera). *Aquatic Insects* 3: 25-32.

McLellan I.D. (1983): A wingless alpine stonefly from New Zeland and further information on genus *Holcoperla* (Plecoptera: Gripopterygidae). *New Zeland Journal of Zoology* 10: 263-266.

Meaški H., Marciuš M., Ptiček Siročić A. (2016): Hidrogeološke značajke vodotoka Plitvica na području Plitvičkih jezera, Hrvatska. *Inženjerstvo okoliša* 3: 21-32.

Miliša M., Belančić A., Matoničkin Kepčija R., Sertić Perić M., Ostojić A., Habdija I. (2010): Calcite deposition in karst waters is promoted by leaf litter breakdown and vice versa. *Annales de Limnologie. International Journal of Limnology* 46: 225-232.

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.*

Mundie J.H. (1956): Emergence traps for aquatic insects. *Mitteilungen des Internationalen Vereins der Limnologie* 7: 1-13.

Murányi D. (2011): Balkanian species of the genus *Isoperla* Banks, 1906 (Plecoptera: Perlodidae). *Zootaxa* 3049: 1-46.

Nesterovitch A., Zwick P. (2003): The development of *Nemurella pictetii* KLAPALEK (Plecoptera: Nemouridae) in two springstreams in central Europe. *Limnologica* 33: 231-243.

Péry A.R.R., Garric J. (2006): Modelling effects of temperature and feeding level on the life cycle of the midge *Chironomus riparius*: an energy-based modeling approach. *Hydrobiologia* 553: 59-66.

Popijač A., Sivec I. (2009): Diversity and distribution of stoneflies in the area of Plitvice Lakes National Park and along the Mediterranean river Cetina (Croatia). *Aquatic Insects* 31: 731-742.

Popijač A., Sivec I., Pušić I., Popijač E. (2017): Projekt inventarizacije obalčara (Plecoptera) u Hrvatskoj 2014.-2016. U: Gračan, R., Matoničkin Kepčija, R., Miliša, M., Ostojić, A. (ur). *Knjiga sažetaka. 2. Simpozij o biologiji slatkih voda. Hrvatsko udruženje slatkovodnih ekologa, Zagreb, Hrvatska, 59 str.*

Previšić A., Kerovec M., Kučinić M. (2007): Emergence and Composition of Trichoptera from Karst Habitats, Plitvice Lakes Region, Croatia. *International Review of Hydrobiology* 92: 61-83.

Richardson J.S. (1991): Seasonal food limitation of detritivores in a montane stream: an experimental test. *Ecology* 72: 873-887.

Riđanović J. (1994): Geografski smještaj (položaj) i hidrogeografske značajke Plitvičkih jezera. U: Plitvička jezera - nacionalno dobro Hrvatske, svjetska baština: znanstveni skup. Uprava NP Plitvička jezera, Zagreb, str. 29-42.

Rupp G.L., Adams V.D. (1981): Calcium Carbonate Precipitation as Influenced by Stream Primary Production. Reports. Paper 116, 54 str.

Schwarz P. (1973): Tages- und jahresperiodische Imaginalhäutung subarktischer und mitteleuropäischer Populationen von *Diura bicaudata* (Plecoptera). *Oikos* 24: 151-154.

Smith H., Wood P.J. (2002): Flow permanence and macroinvertebrate community variability in limestone spring systems. *Hydrobiologia* 487: 45-58.

Stat Soft Inc. (2010): Statistica (data analysis software system) (Version 10.0). Tulsa, USA.

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

Sweeney B.H. (1984): Factors influencing life-history patterns of aquatic insects. U: Resh, V.H., Rosenberg, D.M. (ur.) *The Ecology of Aquatic Insects*. Praeger Scientific, New York, str. 56-100.

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.

Špoljar M., Primc-Habdija B., Habdija I. (2007): Transport of seston in the karstic hydrosystem of the Plitvice Lakes (Croatia). *Hydrobiologia* 579: 199-209.

ter Braak C.J.F., Smilauer P. (2012): Canoco reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.0). Ithaca, NY, USA, 496 str.

Tauber M.J., Tauber C.A. (1975): Natural daylengths regulate insect seasonality by two mechanisms. *Nature* 258: 711-712.

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, str. 577- 597.

Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R. (1980): The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130–137.

Vilenica M., Ivković M., Sartori M., Mihaljević Z. (2017): Mayfly emergence along an oligotrophic Dinaric karst hydrosystem: spatial and temporal patterns, and species–environment relationship. *Aquatic Ecology* 51:417-433.

Wagner R., Gathmann O. (1996): Long-term studies on aquatic Dance Flies (Diptera, Empididae) 1983-1993: Distribution and size patterns along the stream, abundance changes between years and the influence of environmental factors on the community. *Archiv für Hydrobiologie* 137: 385-410.

Wagner R., Schmidt H.-H. (2004): Yearly discharge patterns determine species abundance and community diversity: Analysis of a 25 year record from the Breitenbach. *Archiv für Hydrobiologie* 161: 511-540.

Ward J.V. (1985): Thermal characteristics of running waters. *Hydrobiologia* 125: 31-46.

Wolf B., Zwick R. (1989): Plurimodal emergence and plurivoltinism of central European populations of *Nemurella pictetii* (Plecoptera: Nemouridae). *Oecologia* 79: 431–438.

Zwick P. (1984): Stability and changes of biomass of emerging insects and their possible cause. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 22: 2037-2041.

Zwick P., Mendl H. (1989): Notes on Plecoptera (19). *Isoperla lugens* (Kalápalek, 1923) replaces *I. alpicola* Brinck, 1949. Aquatic Insects 11: 72-72.

Zwick P. (2004): Key to the West Palaearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. Limnologica 34: 315-348.

Zwick P., Becker G., Wagner R., Reidelbach J., Christl H. (2011): The Fauna of the Breitenbach: Plecoptera. U: Wagner R., Marxsen J., Zwick P., Cox E.J. (ur.) Central European Stream Ecosystems: The Long Term Study of the Breitenbach. Wiley-Blackwell, Weinheim, str. 254-308.

## 8. Životopis

Anamarija Ridl

### OSOBNI PODACI

Adresa: Velika Mlinska 33, 43280 Garešnica

Datum rođenja: 11. ožujka 1993.

Državljanstvo: hrvatsko

### RADNO ISKUSTVO

- siječanj 2018. – danas* Asistent u Odjelu za podršku prodaji i edukaciju, poslodavac: Croatia osiguranje
- siječanj 2014. – danas* Dječji animator, poslodavac: DŠR Sport i igra, Educarena
- lipanj – kolovoz 2017.* Erasmus+ stručna praksa, poslodavac: Helmholtz Zentrum für Umweltforschung, Leipzig (Njemačka)
- listopad 2013. – siječanj 2014.* Demonstrator na kolegiju Vertebrata, poslodavac: Biološki odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

### OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

- 2015. -* Diplomski studij Znanosti o okolišu  
Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- listopad – prosinac 2017.* Erasmus+ studentska razmjena na Lancaster University, Lancaster, Ujedinjeno Kraljevstvo
- 2012. – 2015.* Prvostupnica struke Znanosti o okolišu  
Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

### OSOBNNE VJEŠTINE

**Materinski jezik:** hrvatski

**Ostali jezici:** engleski (aktivno), njemački (pasivno), španjolski (pasivno)

**Komunikacijske vještine:** dobre komunikacijske vještine stečene tijekom studiranja, volontiranja na EUG2016 te rada u dječjoj animaciji



**Organizacijske/rukovoditeljske vještine:** iskustvo vođenja timova te organizacije i provedbe radionica stečeno radom i volontiranjem te višegodišnjim sudjelovanjem u osmišljavanju i provedbi radionica na Noći biologije i Smotri Sveučilišta.

**Poslovne vještine:** laboratorijska izolacija i determinacija vodenih kukaca redova Trichoptera i Plecoptera.

**Digitalne vještine:** vrlo dobro poznavanje Microsoft Office-a, te osnove programa ArcGIS, Primer i Statistica te aplikacije GREAT-er.

**Vozačka dozvola:** B

## **DODATNE INFORMACIJE**

### **Priznanja i nagrade:**

- 2016/2017 Dekanova nagrada
- 2013/2014, 2014/2015 i 2016/2017 Sveučilišna stipendija za izvrsnost
- 2016. Stipendija HUSEk-a za sudjelovanje na 2nd Central European Symposium for Aquatic Macroinvertebrate Research (CESAMIR)
- 2014/2015 Rektorova nagrada za rad "Vodeni kukci mediteranskih sedrenih barijera: specifične zajednice jedinstvenih staništa"

### **Konferencije:**

- 17. veljače 2017. - 2. simpozij o biologiji slatkih voda (SOBS); sudjelovanje s prezentacijom "Emergencija i ekološke značajke obalčara duž oligotrofnog ekosustava"
- 3.-8. srpnja 2016. - 2nd Central European Symposium for Aquatic Macroinvertebrate Research (CESAMIR); sudjelovanje s prezentacijom "Caddisflies (Trichoptera, Insecta) of Mediterranean tufa barriers: specific communities of unique habitats"
- 2. travnja 2016. - sudjelovanje na 2. simpoziju studenata biološkog usmjerenja sa prezentacijom "Vodeni kukci mediteranskih sedrenih barijera"
- ISCES'15 (International Student Conference on Environmental Sciences), Zagreb 2015

- 28. rujna - 3. listopada 2015. - sudjelovanje na znanstveno stručnom skupu "Vizija i upravljanje zaštićenim područjima prirode u Republici Hrvatskoj"

**Članstva:**

- Hrvatsko udruženje slatkovodnih ekologa (HUSEk)

**Projekti:**

- The more aware – the closer to the Labour Market, Atena, Grčka
- You MUST, Struga, Makedonija
- YE Nature is future, Veliki Žitnik
- Erasmusic+, Poronin, Poljska
- Balkan Youth Climate Movement 2016, Šolta

**Tečajevi:**

- 26.-28. rujna 2016. - tečaj i radionica "Lichens as a tool for air pollution research", Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb