



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

**Odjel za biologiju**

Cara Hadrijana 8/A  
HR-31000 Osijek  
Hrvatska / Croatia

Josip Juraj Strossmayer University in Osijek

**Department of Biology**

Tel. ++385 (0)31 399900  
e-mail: info@biologija.unios.hr  
http: www.biologija.unios.hr

# Ekofiziološka istraživanja Odvodnog kanala Karašica u Baranji

Elaborat

Voditelj projekta:

Izv. prof. dr. sc. Janja Horvatić



Pročelnik Odjela za biologiju

Izv. prof. dr. sc. Enrih Merdić

Osijek, travanj 2016.



# EKOFIZIOLOŠKA ISTRAŽIVANJA ODVODNOG KANALA KARAŠICA U BARANJI

Voditelj projekta  
Janja Horvatić

Autori  
Vesna Peršić  
Janja Horvatić

Suradnici  
Aleksandra Kočić  
Dubravka Čerba  
Tanja Žuna Pfeiffer

# Sadržaj

---

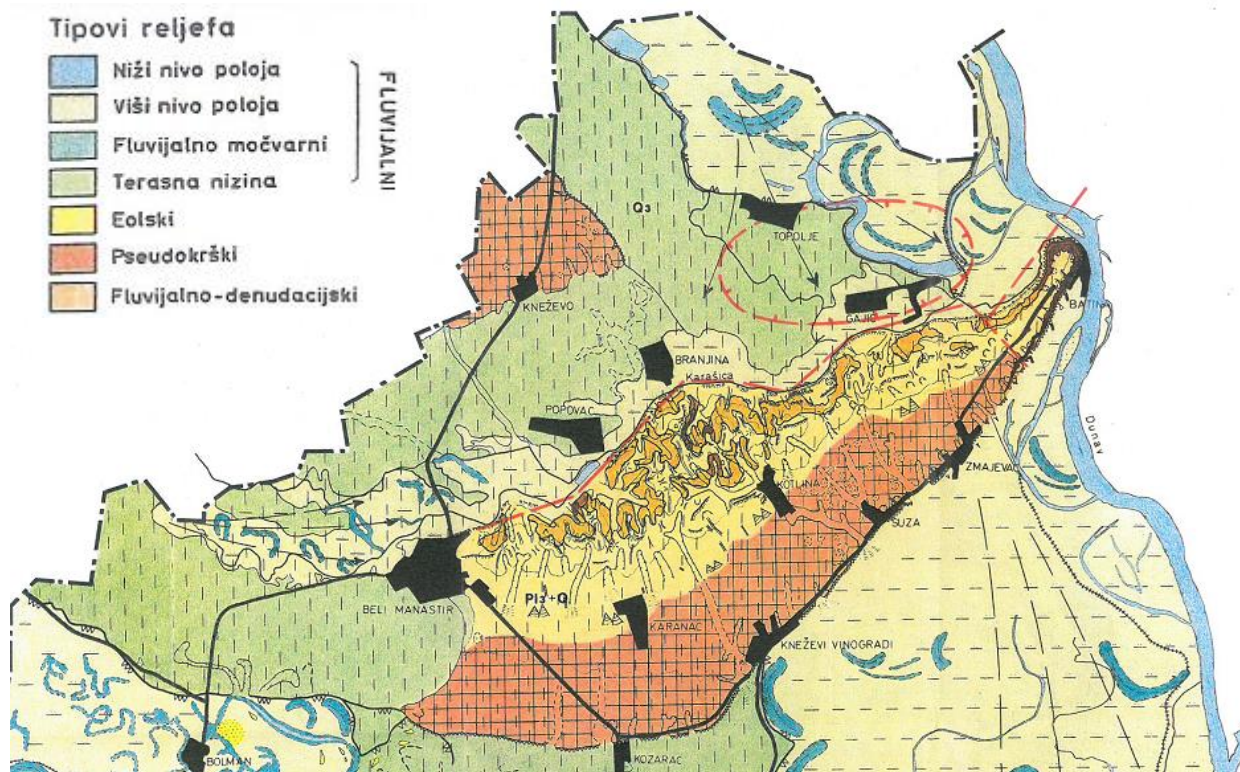
Osnovne karakteristike sliva Odvodnog kanala Karašica u Baranji.....	1
Prirodna obilježja.....	1
Reljef i topografija .....	1
Hidrobiološka podloga.....	3
Zemljišni pokrov .....	5
Klimatske karakteristike .....	6
Hidrološke karakteristike područja istraživanja.....	12
Projektni zadatak.....	17
Podloga .....	19
Koncepcija rješavanja problema.....	25
Metodologija .....	25
Vremenska dinamika i područje istraživanja .....	29
Biološki elementi kakvoće vode .....	32
Makrofiti.....	32
Fitobentos.....	59
Makrozoobentos .....	75
Osnovni fizikalno kemijski i kemijski pokazatelji koji prate biološke .....	90
Rezultati osnovnih fizikalno kemijskih pokazatelja .....	91
Kvaliteta vode Ribnjaka Popovac .....	100
Pokazatelji eutrofikacije .....	102
Rezultati kemijskih pokazatelja stanja .....	104
Specifične onečišćujuće i prioritetne tvari.....	104
Mikrobiološki pokazatelji onečišćenja .....	111
Sediment .....	113
Utjecaj fluktuacija vodostaja Odvodnog kanala Karašica u Baranji i sezonalni karakter pojedinih pokazatelja kvalitete vode.....	121
Ekofiziološka istraživanja .....	128
Lemna test .....	128
Potencijal rasta alga - Chlorella test.....	131
Sažetak .....	140
Zaključci.....	152
Popis literature.....	155
Popis priloga .....	156
Prilozi .....	157

# Osnovne karakteristike sliva Odvodnog kanala Karašica u Baranji

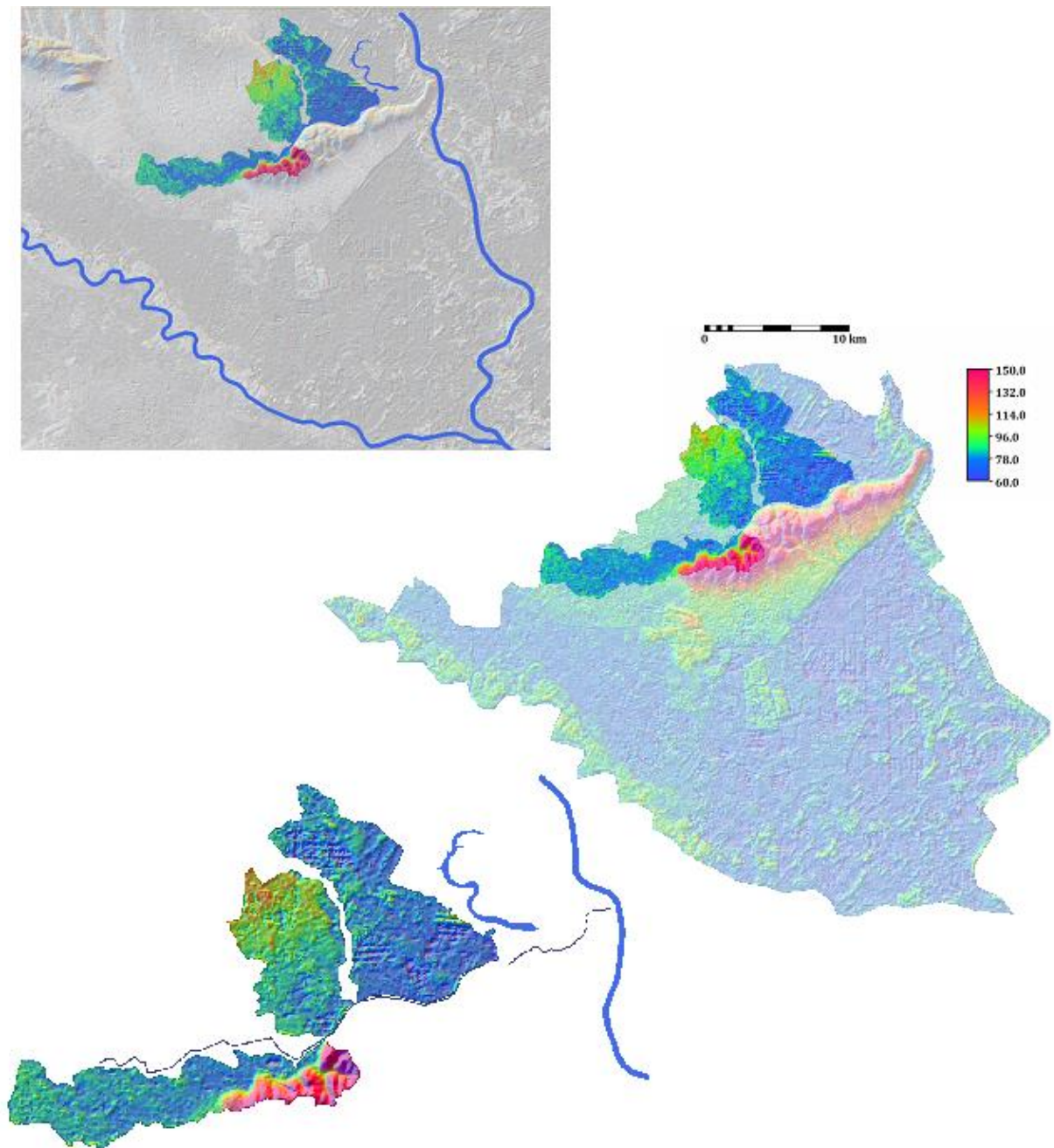
## Prirodna obilježja

### Reljef i topografija

Osobine reljefa na istraživanom području određene su položajem u širem prostoru geografske cjeline Baranje. U okviru geografske cjeline Baranje, djelovanjem tektonskih procesa, rada rijeka, te klimatskih promjena, nastali su složeni morfološki oblici, odnosno tri osnovna tipa reljefa: nizinski (fluvijalni i fluvio-močvarni); ravničarski (lesne zaravni); brdski (tektonski), slika 1. U morfostrukturnom smislu nizine ulaze u kategoriju akumulacijsko tektonskog, a ravnjaci (lesne zaravni) i brdo u kategoriju akumulacijsko-denudacijskog reljefa (Bognar, 1980.). Nizine su najrasprostranjeniji tip reljefa šireg područja u okviru kojih se izdvajaju poloj i terasna nizina (starija holocenska, mlađa i starija virmska terasa).



Slika 1. Pregledna geomorfološka karta (izvor: A. Bognar, Geomorfologija Baranje).



Slika 2. Digitalni model reljefa s označenim slivnim područjem Odvodnog kanala Karašica na području Baranje. Za prikaz je korišten je ASTER GDEM prostorne rezolucije 30 m.

Najniži oblici reljefa su naplavne ravni uz tok Dunava, Karašice i nekih manjih riječnih tokova, nastale u mlađem holocenu (aluviju). To su područja, koja su zbog male dubine temeljnica, vrlo vlažna, a u čijem sastavu prevladavaju pijesci, pretaloženi prapor i gline. Nešto viši tereni su riječne terase, sastavljene od fluvijalnog prapora, debljine 3-6 m. U podlozi riječne terase su pijesci i gline. Sličnih osobina je i mlađa virmska terasa Dunava (Mohačka terasa) sjeverno od Banskog brda, u prostoru Duboševice, Draža i Branjine. Starija virmska terasa Drave nije cjelovita, nego je naplavna ravan Karašice dijeli na sjeverni manji dio i južni veći dio. Riječni sedimenti pokriveni su prapornim naslagama debljine i do 20,0 m.

Na području Baranje se nalaze dvije praporne zaravni. Prva je na krajnjem sjeveroistočnom dijelu, uz državnu granicu, oko naselja Kneževo, a druga je južno od Banskog brda. Praporna zaravan na krajnjem sjeveroistočnom dijelu Baranje, je prirodni nastavak veće cjeline iz Mađarske. Sa svih strana, osim sa sjevera, je okružena 10-20 m nižim terasama Drave i Dunava. Podlogu obje praporne zaravni čine morski i jezerski sedimenti neogenske starosti.

Bansko brdo je reljefno najizrazitiji i najdinamičniji dio Baranje, izdužen u smjeru sjeveroistok-jugozapad u dužini od oko 21 km, ali znatno manje širine. Prema svojoj tektonskoj strukturi Bansko brdo je horst sa svih strana okružen rasjedima. Preko neogenskih slojeva nataložene su debele naslage prapora (preko 30,0 m). Sjeverozapadna strana Banskog brda je strma te je potočnom erozijom i ispiranjem jako disecirana. Na tom području je razvijen niz dolina usmjerenih prema naplavnoj ravni Karašice. Jugoistočne padine Banskog brda su blaže, te postupno prelaze u prapornu zaravan, a što je karakteristično za reljef općine Kneževi Vinogradi. Riječne terase i praporne zaravni su ocjeditija područja od naplavnih ravni, te su i prirodno pogodnija za naseljavanje i poljoprivredno korištenje, te su se na njihovim rubovima razvila i naselja.

Nizina rijeke Karašice je plitka, relativno uska erozijska udubina usječena u terasnu nizinu Drave i terasnu nizinu kao i poloj Dunava i to najvećim dijelom uz njihov nekadašnji kontakt s Banskim brdom. Granica nizine Karašice prema položju Dunava uglavnom je dobro definirana. Prema sjevernom dijelu IIb terase Drave i IIa terase Dunava kontaktira relativno niskim (oko 2-3 m), ali oštro izraženim morfološkim strmcem. Granica nizine Karašice prema južnom dijelu IIb terase je višim i gotovo u cijelosti neprekinutim terasnim strmcem jasno izražena.

Nizina Karašice po svojim općim morfološkim obilježjima tipična je akumulacijska nizina, čija osnovna osobina jest da u cijelosti predstavlja poloj. U geološkom sastavu položja u površinskom sastavu prevladaju pretaloženi lesu slični sedimenti, fluvijalne pjeskovite ilače i pijesci (Bognar, 1980.).

## Hidrološka podloga

---

### *Vodno područje sliva Drave i Dunava, slivno područje „Baranja”*

Slivno područje Baranja nalazi se u ravničarskom sjeveroistočnom dijelu Hrvatske i u cijelosti je na području Osječko-baranjske županije. Sa sjeverne strane omeđeno je državnom granicom s Republikom Mađarskom, s istočne rijekom Dunavom u dužini 49 km, a s južne rijekom Dravom u dužini od 61 km. Ukupna površina slivnog područja je 1.147 km<sup>2</sup> što čini 2,03% prostora Republike Hrvatske. Prema topografskim karakteristikama na području Baranje razlikuju se nizinski dio melioracijskih područja uz Dunav, Dravu i Topoljski Dunavac, zatim povišeni plato centralnog dijela Baranje i brdovito područje Banskog brda.

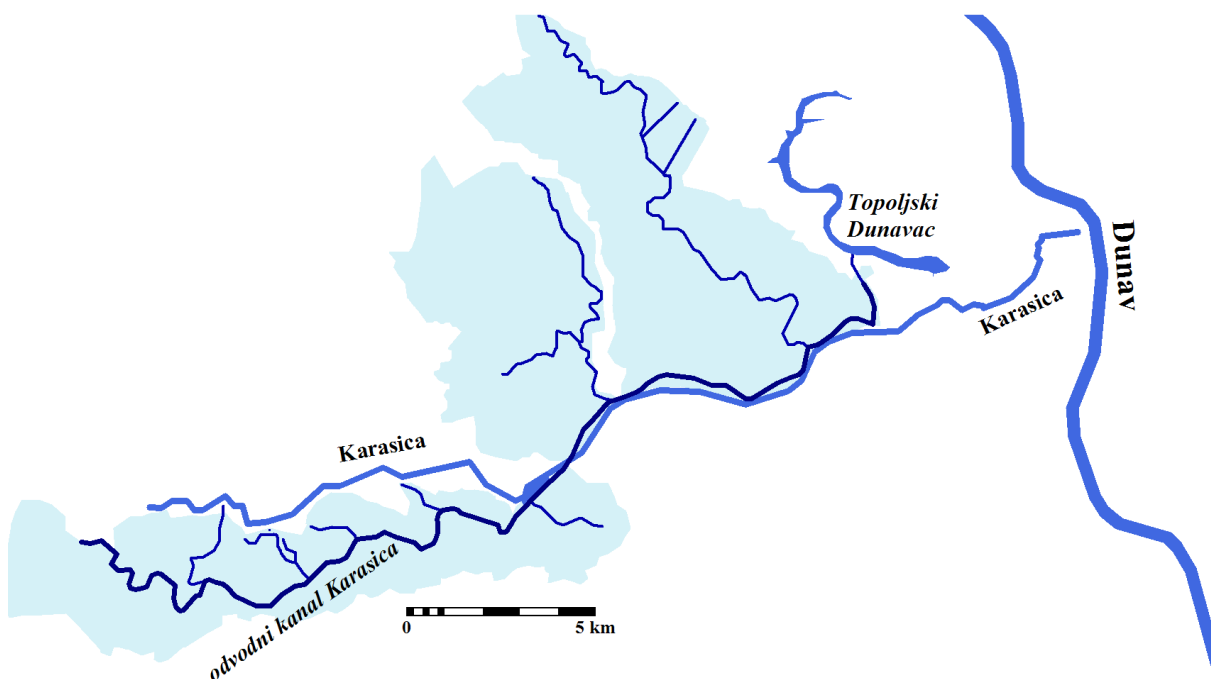
Područje Baranje nema prirodno razvijenu hidrografsku mrežu, već su brojni vodotoci i kanali umjetno formirani u cilju odvodnje suvišnih voda s poljoprivrednog zemljišta. Jedini prirodni vodotok je Karašica, te rukavci starih korita Drave i Dunava (Slika 2).

U vodno-gospodarskoj praksi Baranja je podijeljena na tri sektora: Dravski, Dunavski i Karašica sektor. **Sektor Karašica** omeđen je sa sjevera državnom granicom, a s juga vododijelnicom na Baranjskoj planini. Glavni odvodni kanal je Odvodni kanal Karašica, a područje karakterizira i potok Karašica s pritocima Borza, Hatvan i Travnik. S teritorija Republike Mađarske u Baranju dotječe

odvodni kanal Karašica i presijeca državnu granicu kod naselja Luč u Općini Petlovac. Složenost problematike ovog područja naglašena je kroz državnom granicom presječne hidrosustave koja se rješavala duži niz godina na razini međudržavne suradnje, sve dok se nije postigao današnji zadovoljavajući stupanj uređenosti. Naime, svi vodotoci ovog sektora imaju dio gravitirajućeg područja u Republici Mađarskoj.

## Odvodni kanal Karašica

Odlukom Vlade Republike Hrvatske Odvodni kanal Karašica svrstan je u **Popis voda I. reda, u međudržavne vode i umjetna vodna tijela** (Narodne novine, 79/2010). Odvodni kanal Karašica ima ukupnu slivnu površinu 159 km<sup>2</sup>, od toga se 44,80 km<sup>2</sup> nalazi u Republici Mađarskoj, a 114,20 km<sup>2</sup> u Republici Hrvatskoj. Ukupna dužina kanala je 44 km, od toga 30,6 km u Republici Hrvatskoj, 1 km zajedničke granice te još 12,4 km u Republici Mađarskoj, s trasom položenom paralelno s potokom Karašica. Dno Odvodnog kanala je za 2,5 - 3,0 m niže od dna potoka Karašica. Uzdužni pad kanala iznosi 0,17 ‰, širina dna 5,0 m, a nagib pokosa 1 : 1,5 s prosječnom dubinom u odnosu na okolni teren 3,50 m. Maksimalni protok iznosi 10,50 m<sup>3</sup>/s.



Slika 3. Prikaz vodotoka u slivnom području odvodnog kanala Karašica.

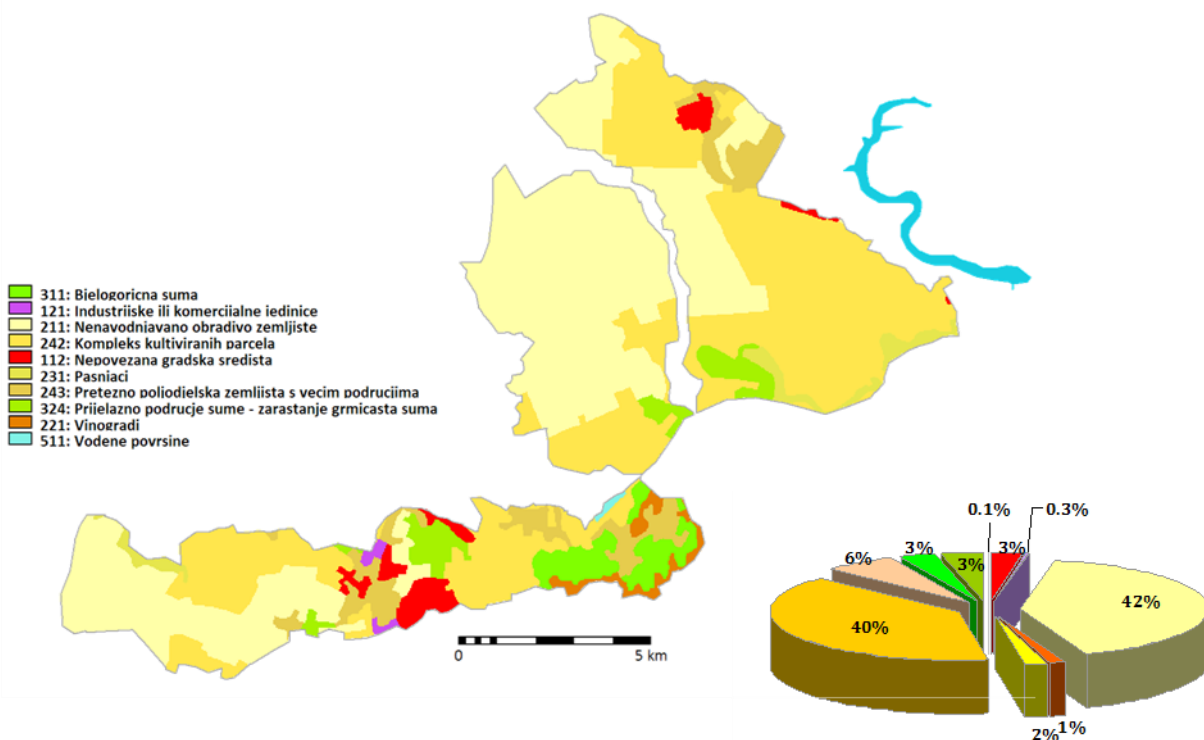
U svom toku kroz Hrvatsku ima nekoliko manjih pritoka: Lačka, Remetin, Cerinje (mala Karašica) te stara korita Hatvan i Travnik (Slika 3). Sve su to pritoci sa sjeverne, nizinske strane, a s južne strane u odvodni kanal dotječu otpadne vode s uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u Belom Manastiru te vode zapadnih obronaka Baranjskog brda. U uzvodnom dijelu, kanal je smješten u najnižim dijelovima desnog zaobalja potoka Karašica, a kod mjesta Popovac kroz sifon prelazi u lijevo zaobalje potoka Karašica te dolazi do naselja Gajić i Draž gdje se Marković kanalom usmjerava do crpne stanice Draž kapaciteta 1,5 m<sup>3</sup>/s kojom se voda iz odvodnog kanala Karašica prebacuje u potok Karašica i odvodi u rijeku Dunav.

Do 1987. godine odvodni kanal Karašica gravitacijski se ulijevao kroz ustavu Bučka u Topoljski Dunavac. Te godine, ustava Bučka se trajno zatvara iz razloga sprječavanja onečišćenja Topoljskog

Dunavca vodama iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda koje dotječu odvodnim kanalom Karašica. Retencija Topoljski Dunavac odlukom Vlade Republike Hrvatske svrstana je također u Popis voda I. reda u međudržavne vode (Narodne Novine 79/2010).

## Zemljišni pokrov

Obnovljivi prirodni resursi su najznačajnija prirodna bogatstva Hrvatske, a među njih se ubraja i preko 3 milijuna hektara poljoprivrednog zemljišta. Poljoprivredno zemljište pripada među najznačajnije prirodno bogatstvo, te kao takvo uživa osobitu zaštitu Republike Hrvatske. Struktura tla i klima povoljne za poljoprivrednu proizvodnju, odredile su razvoj ove regije u jednu od najvažnijih poljoprivrednih regija u Hrvatskoj. Prema karti zemljišnog pokrova (CORINE Land Cover Hrvatska 2006) najveću površinu slivnog područja istraživanog Odvodnog kanala Karašica zauzimaju poljoprivredne površine (kompleks kultiviranih parcela i nenavodnjavano obradivo zemljište, te pretežno poljodjelska zemljišta koji obuhvaćaju ukupno 88% slivne površine), slika 4, tablica 1.



Slika 4. Zemljišni pokrov slivnog područja odvodnog kanala Karašica.

Poljoprivredna proizvodnja važan je čimbenik onečišćenja, odnosno očuvanja kakvoće vode, tla i zraka te stabilnosti klime. Poljoprivredne površine se sve više šire zbog rastućih potreba za proizvodnjom hrane, što dovodi do povećanog pritiska na okoliš. Većina mjera koje se primjenjuju u poljoprivredi, kao što je gnojidba mineralnim i organskim gnojivima te primjena zaštitnih sredstava (pesticida), štetno djeluju na kvalitetu i količinu raspoložive vode. Intenzivna poljoprivreda, uz industriju i promet, je najveći zagađivač okoliša, posebno ako se nekontrolirano koriste agrokemikalije. Primjenom agrokemikalija dolazi do emisija u zrak ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ), emisija u vodu ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) i ostataka pesticida koji su akumulirani u biljkama ili isprani u vodu (Bertić, 2011.).



Manje površine uz padine Banskog brda su pod vinogradima (1,5 km<sup>2</sup>), pašnjacima (2,37 km<sup>2</sup>). Svega 3,8 km<sup>2</sup> površine prekriveno je bjelogoričnim tipom šume, a grmičasta šuma koja predstavlja prijelazno područje prema šumi prekriva oko 4 km<sup>2</sup> površine sliva. Nekoliko je naselja na području sliva koja zauzimaju površinu od 3,2 km<sup>2</sup>. Najveće od njih je grad Beli Manastir uz koji su većim dijelom vezane i industrijske ili komercijalne jedinice površine 0.4 km<sup>2</sup>.

Tablica 1. Površina staništa unutar slivnog područja odvodnog kanala Karašica.

kod		Površina (km <sup>2</sup> )
112	Nepovezana gradska područja	3.196
121	Industrijske ili komercijalne jedinice	0.397
211	Nenavodnjavano obradivo zemljište	46.82
221	vinogradi	1.5
231	Pašnjaci	2.37
242	Kompleks kultiviranih parcela	47.19
243	Pretežno poljodjelska zemljišta s većim područjima	7.51
311	Bjelogorična šuma	3.79
324	Prijelazno područje šume – zarastanje grmičasta šuma	3.99
511	Vodene površine	0.16

## Klimatske karakteristike

Klimatske osobine istraživanog područja, kao i šireg prostora, dio su klimatskih osobina šireg prostora Baranje, ali i područja Istočne Hrvatske, a koje karakterizira homogenost klimatskih prilika, što je uvjetovano malim reljefnim razlikama.

Po svom geografskom položaju Baranja se nalazi na sredini između sjevernog pola i ekvatora (45°32'5" - 45°55'5") pa je prema tome dio umjerenog pojasa s izraženim klimatskim diferencijacijama tijekom godine, tj. ima obilježja umjerene kontinentalne klime.

Klimatska obilježja određena su relativno velikim godišnjim temperaturnim rasponima i rasporedom oborina.

Najhladnije razdoblje je tijekom zime u siječnju i veljači, kada se nad panonskim prostorom ustali sibirski anticikloni. U tim mjesecima zabilježena je najniža temperatura od - 29,2°C (11.02.1929. god.). Tijekom ljeta, naročito u srpnju i kolovozu, jugozapadno strujanje zraka i kontinentalnost kraja uzrokuju pozitivne temperaturne ekstreme: 40,2°C (01.07.1950. god.). Prema tome, apsolutno moguća temperaturna amplituda iznosi čak 69,4°C. To su izuzetno rijetki slučajevi, ali istodobno naglašavaju kontinentalne osobine klime. Srednja godišnja amplituda između najhladnijeg siječnja i najtoplijeg srpnja iznosi 21,7°C. Regionalno gledano ne pokazuju se veće razlike u toplinskim osobinama pojedinih dijelova Baranje. Tijekom godine u prosjeku ima 67,1 dana s mrazom. Srednji datum prvog mraza je 24.10., a posljednjeg 09.04. Posljednji mraz najranije se do sada javio 17.03., a najkasnije 06.05., dok je najraniji do sada zabilježen datum prvog mraza 20.09. Temperature niže od -10°C (11,9 dana godišnje) vezane su za zimske mjesece, ali moguća je pojava tako hladnih dana i tijekom ožujka. Temperature niže od - 20°C su rijetke. U prosjeku godišnje u Baranji ima 225 dana s temperaturom iznad 5°C (13.03. - 23.09.), 189 dana s temperaturom iznad 10°C (09.04. - 24.10.), 59 dana iznad 20°C (21.06. - 19.08.) i 26,2 dana s

temperaturom višom od 30°C. Baranja ima nešto više sunčanog vremena od ostatka Slavonije, te prosječan broj sunčanih sati godišnje iznosi 2000-2100. (izvor: DHMZ)

Prema Köppenovoj klasifikaciji klime definiranoj prema srednjem godišnjem hodu temperature zraka i količine oborine, najveći dio Hrvatske ima umjereno toplu kišnu klimu sa srednjom mjesečnom temperaturom najhladnijeg mjeseca višom od -3°C i nižom od 18°C (oznaka C). Nizinski kontinentalni dio Hrvatske ima klimu Cfwbx". Uz spomenute temperaturne karakteristike (oznake C i b), tijekom godine nema izrazito suhih mjeseci, a mjesec s najmanje oborine u hladnom je dijelu godine (fw). U godišnjem hodu oborine javljaju se dva maksimuma (x").

Prema tome, na istraživanom području prevladava umjereno kontinentalna klima, koju karakteriziraju česte i intenzivne promjene vremena. Takav tip klime se prema Köppenovoj klasifikaciji označava klimatskom formulom Cfwbx, a što je oznaka za umjereno toplu, kišnu klimu kakva vlada u velikom dijelu umjerenih širina.

Područje Slavonije i Baranje pripada u prijelazno područje između semiaridne, umjereno kontinentalne klime, sa istočno-europskim odlikama, i semihumidne, također umjereno kontinentalne klime, sa srednje-europskim odlikama.

Prema Thornthwaiteovoj klasifikaciji klime baziranoj na odnosu količine vode potrebne za potencijalnu evapotranspiraciju i oborinske vode u najvećem dijelu nizinskog kontinentalnog dijela Hrvatske prevladava humidna klima, a samo u istočnoj Slavoniji subhumidna klima. No značajno je da je količina oborina ovog, najistočnijeg dijela Hrvatske izuzetno niska (svuga 600-700 mm godišnje), što ovaj kraj svrstava među najaridnija područja Hrvatske. Od oborina se pojavljuje i snijeg, no snježnog pokrivača visine iznad 30 cm ima od 1 do 5 dana godišnje, a maksimalna visina snijega može iznositi 40-60 cm. Snježni pokrivač u Baranji se ne zadržava dugo.

Na području Baranje padne godišnje prosječno 638 mm oborina pa je prema tome jedno od najsušnijih predjela Republike Hrvatske. Vlažnost kraja opada od JZ prema SI. U oborinskom smislu, izdvajaju se dva maksimuma i to primarni krajem proljeća i početkom ljeta i sekundarni u jesen (listopad i studeni). Česta su, međutim, odstupanja od prosjeka, pa pojava suše ili višak oborina negativno utječu na prinose.

Višegodišnji prosjek količina oborina u vegetacijskom razdoblju od 01.04. do 30.09. iznosi 351 mm. Najviše oborina je ljeti (192 mm ili 30,1 %), zatim slijedi proljeće (154 mm ili 24,1 %), jesen (146 mm ili 22,9 %) i zima (146 mm ili 22,9 %).

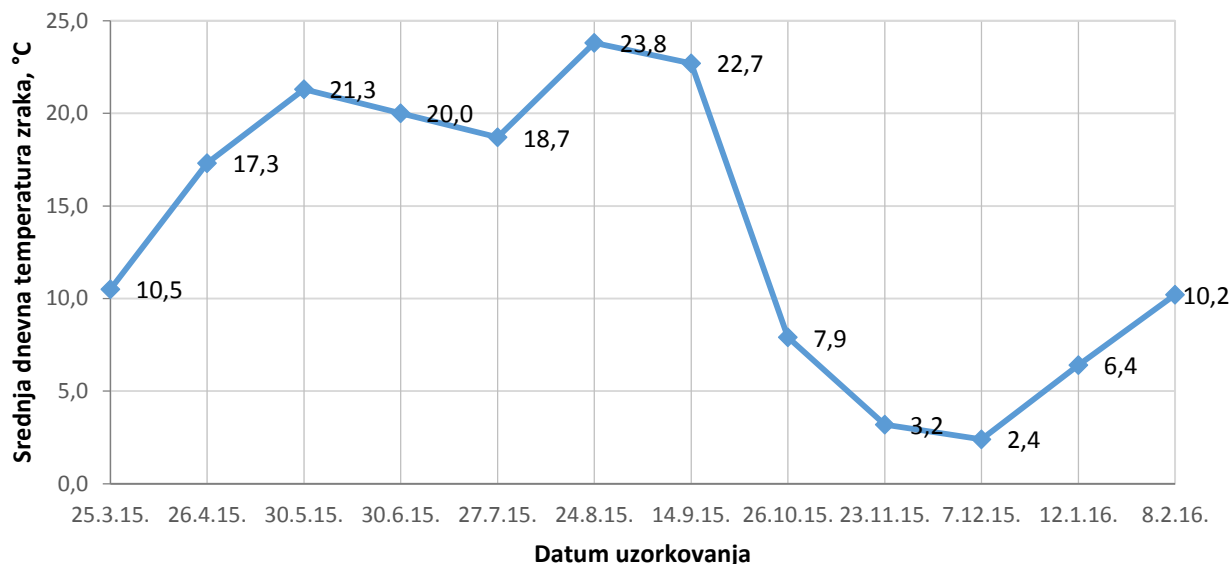
## Klimatske karakteristike područja tijekom razdoblja istraživanja od ožujka 2015. do veljače 2016. godine

### Temperatura zraka

Srednja godišnja temperatura za Beli Manastir iznosila je 12,5°C. Amplituda srednjih mjesečnih temperatura, između najhladnijeg (siječanj) i najtoplijeg (srpanj) mjeseca iznosila je 23,3°C. (Tablica 2). Srednje dnevne temperature zraka za Beli Manastir vidljive su na slici 5.

Tablica 2. Srednje, minimalne i maksimalne mjesečne temperature zraka (°C).

T°C \ mjeseci	2015										2016	
	O	T	S	L	S	K	R	L	S	P	S	V
Minimalna	-4.4	-4.1	3.9	6.5	9.4	10.4	3.2	-1	-3.8	-6	-11.2	-3.5
Maksimalna	23.4	28	30.8	32.6	36.6	37.7	36.7	26.3	23.3	16.6	17.3	18.4
Srednja	7.3	12.1	17.5	20.4	23.9	23.7	17.9	10.6	6.8	3.0	0.6	6.5

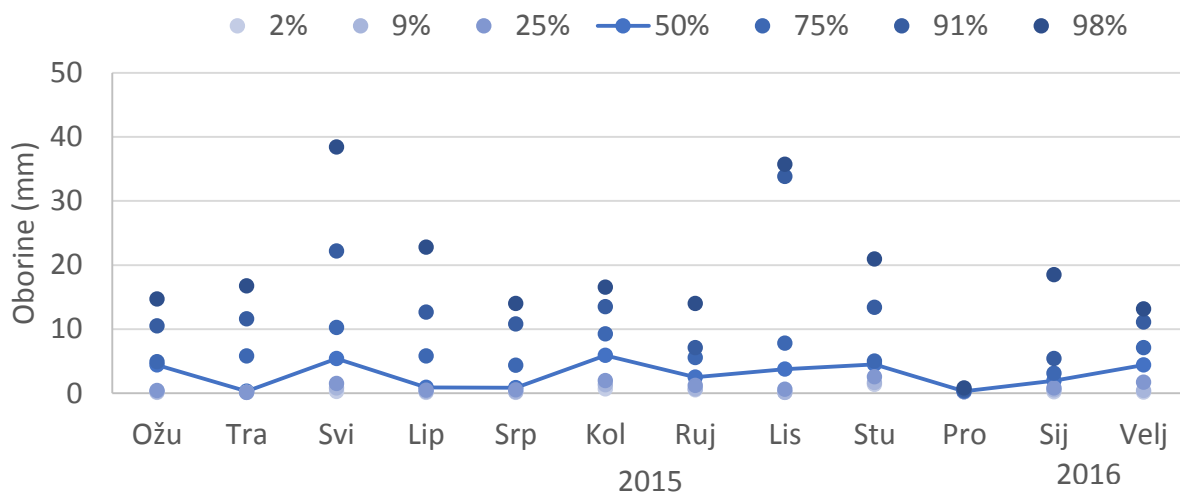


Slika 5. Srednje dnevne temperature zraka za postaju Beli Manastir tijekom razdoblja istraživanja (ožujak 2015. – veljača 2016. godine).

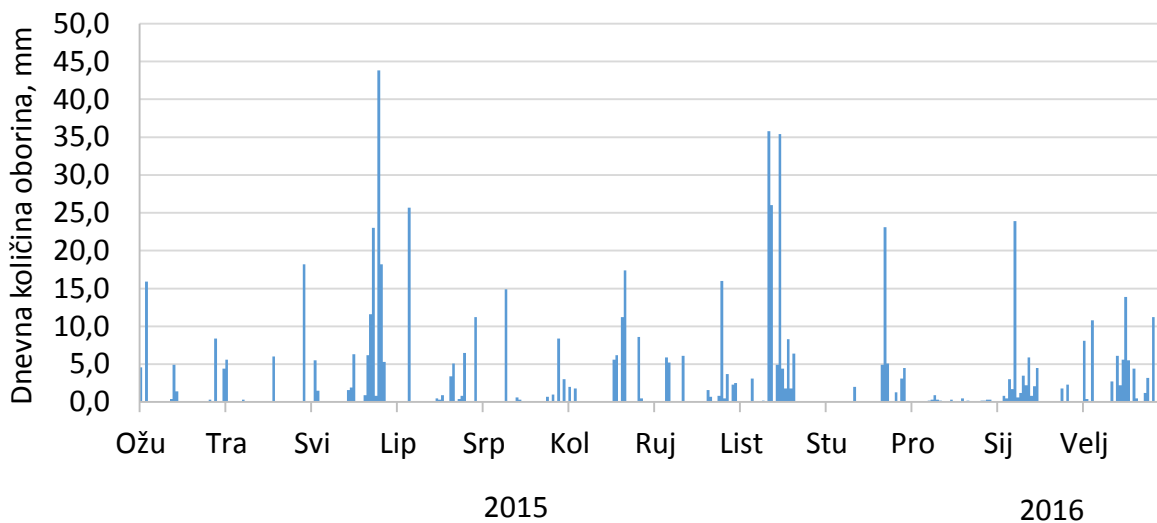
## Oborine

Godišnji hod oborine za klimatološku postaju Beli Manastir tijekom razdoblja istraživanja prikazan je na slikama 6 i 7. Minimum oborine zabilježen je u ljetnom i zimskom razdoblju (137 i 135 mm), dok su dva maksimumima zabilježena u jesen (218 mm) i proljeće (198 mm). Svibanjsko - lipanjski maksimum (126,7 mm) pogoduje rastu većeg broja poljoprivrednih kultura. Količina oborina u vegetacijskom razdoblju od 01.04. do 30.09. iznosila je 340 mm, što je nešto malo manje od višegodišnjeg prosjeka za Baranju. Tijekom ljetnih mjeseci je najmanje dana s oborinom (u prosjeku 9), dok je najviše oborinskih dana zabilježeno tijekom zimskih mjeseci (u prosjeku 14).

Broj padalinskih dana važan je za rast biljnog pokrova, poljoprivrednu proizvodnju i hidrologiju rijeka. Mnogo je povoljnije ako su padaline pravilnije raspoređene tijekom godine nego da je veći dio koncentriran u relativno kratkom razdoblju. Najpovoljnije je kada padaline ne izostaju u vegetacijskom razdoblju. Ukupno je zabilježeno 132 dana s oborinom, što je nešto manje u odnosu na ostali dio kontinentalne Hrvatske. Početkom ljeta i u proljeće padaline su konvekcijske, a jesenski maksimum je vezan uz prolaz ciklona.



Slika 6. Godišnji hod 2, 9, 25, 50, 75, 91 i 98 percentila mjesečnih količina oborina u mm za klimatološku postaju Beli Manastir u razdoblju od ožujka 2015. do veljače 2016. godine.



Slika 7. Dnevna količina oborina u mm za klimatološku postaju Beli Manastir u razdoblju od 1. ožujka 2015. do 29. veljače 2016. godine.

### Klimatske promjene

Najznačajniji klimatski čimbenici koji utječu na ekološko stanje Odvodnog kanala Karašica u Baranji su srednja temperatura i oborina te ekstremne vrijednosti ovih parametara.

Za područje Republike Hrvatske Državni hidrometeorološki zavod izradio je projekcije promjene klime koristeći regionalne modele. Tijekom 50 - godišnjeg razdoblja (1961-2010.) trendovi srednje, srednje minimalne i srednje maksimalne temperature zraka pokazuju zatopljenje u cijeloj Hrvatskoj. Trendovi godišnje temperature zraka su pozitivni i signifikantni, a promjene su veće u kontinentalnom dijelu zemlje.

Najvećim promjena bila je izložena maksimalna temperatura zraka s najvećom učestalošću trendova u klasi 0,3 - 0,4°C na 10 godina, dok su trendovi srednje i srednje minimalne temperature

zraka bile najčešće između 0,2 i 0,3°C. Najveći doprinos ukupnom pozitivnom trendu temperature zraka dali su ljetni trendovi, a porastu srednjih maksimalnih temperatura podjednako su doprinijeli i trendovi za zimu i proljeće. Najmanje promjene imale su jesenske temperature zraka koje su, premda uglavnom pozitivne, većinom bile nesignifikantne.

Uočeno zatopljenje očituje se i u svim indeksima temperaturnih ekstrema pozitivnim trendovima toplih temperaturnih indeksa (topli dani i noći te trajanje toplih razdoblja) te s negativnim trendovima hladnih temperaturnih indeksa (hladni dani i hladne noći te duljina hladnih razdoblja).

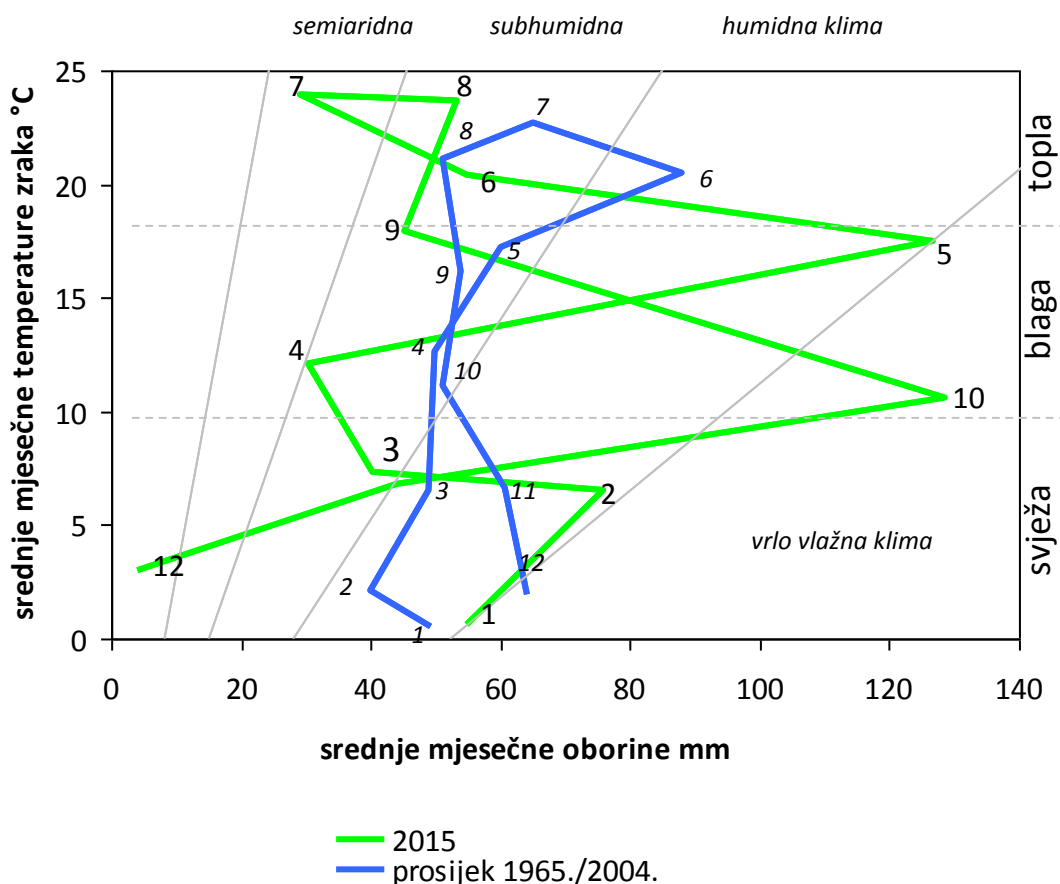
S druge strane, tijekom istog 50-godišnjeg razdoblja godišnje količine oborine pokazuju prevladavajuće nesignifikantne trendove, koji su pozitivni u istočnim ravničarskim krajevima i negativni u ostalim područjima Hrvatske. Pozitivni godišnji trendovi oborine u istočnom nizinskom području, prvenstveno su uzrokovani značajnim povećanjem oborine u jesen i u manjoj mjeri u proljeće i ljeto. Ljetna oborina ima jasno istaknut negativni trend u cijeloj zemlji. U jesen trendovi su slabi i miješanog predznaka, osim u istočnom nizinskom području gdje neke postaje pokazuju značajan trend porasta oborine (8% do 11%).

### Scenarij klimatskih promjena za Hrvatsku

Za područje Hrvatske može se izdvojiti sljedeće: najveće promjene srednje temperature zraka očekuju se ljeti kada bi temperatura mogla porasti do oko 0.8°C u Slavoniji, 0.8°C-1°C u središnjoj Hrvatskoj, u Istri i duž unutrašnjeg dijela jadranske obale, te na srednjem i južnom Jadranu. Najveća promjena, oko 1°C, očekuje se na obali i otocima sjevernog Jadrana. U jesen očekivana promjena temperature zraka iznosi oko 0.8°C, a zimi i u proljeće 0.2°C-0,4°C.

Simulacije za prvo 30-godišnje razdoblje ukazuju na **porast temperature u svim sezonama, uglavnom između 1°C i 1,5°C**. Nešto veći porast, između 1,5°C i 2°C, je moguć u istočnoj i središnjoj Hrvatskoj zimi, te u središnjoj i južnoj Dalmaciji tijekom ljeta. Za razdoblje oko sredine 21. stoljeća projiciran je porast temperature između 2.5°C i 3°C u kontinentalnoj Hrvatskoj. Promjene oborinskih prilika na području Hrvatske u bližoj budućnosti (do 2040.) u odnosu na sadašnju klimu (1961.-1990.) su projicirane za jesen kada se u većem dijelu Hrvatske može očekivati smanjenje oborine uglavnom između 2% i 8%. Međutim, na području Slavonije i Baranje oborina će se povećati između 2% i 12%, a na krajnjem istoku predviđeno povećanje iznosi i više od 12% i statistički je značajno. Jasan signal klimatske promjene u oborini je umjerena do visoka mogućnost povećanja srednje ukupne količine oborine zimi, **te smanjenje ukupne količine oborine ljeti**. (Izvor: Šesto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC), 2013)

Prema Svjetskoj meteorološkoj organizaciji (WMO) godina 2015. ušla je u povijest zbog visokih temperatura, jakih toplinskih valova, iznimne oborine, razornih suša i neuobičajenih utjecaja tropskih ciklona. Proljeće ove godine (ožujak, travanj i svibanj) je u cijeloj Hrvatskoj, pa tako i Baranji bilo toplije od prosjeka. Oborinski je režim ovog proljeća bio razmjerno rjeđi nego što je uobičajeno – relativna je razlika u odnosu na prosječnu relativnu čestinu iz razdoblja 1971.-2000. veća od 25 %. Međutim, prema klimatološkoj ocjeni proljeće je u unutrašnjosti uglavnom bilo normalno kišovito (113% odstupanje). Razlog je tome što je u svega nekoliko kišnih dana, osobito u svibnju (Slike 6 i 8), pala velika količina oborine.



Slika 8. Klima-graf odnosa srednjih mjesečnih oborina i srednje mjesečne temperature zraka razdoblja istraživanja u odnosu na prosjek vrijednosti za razdoblje 1965.-2004. godine za Beli Manastir.

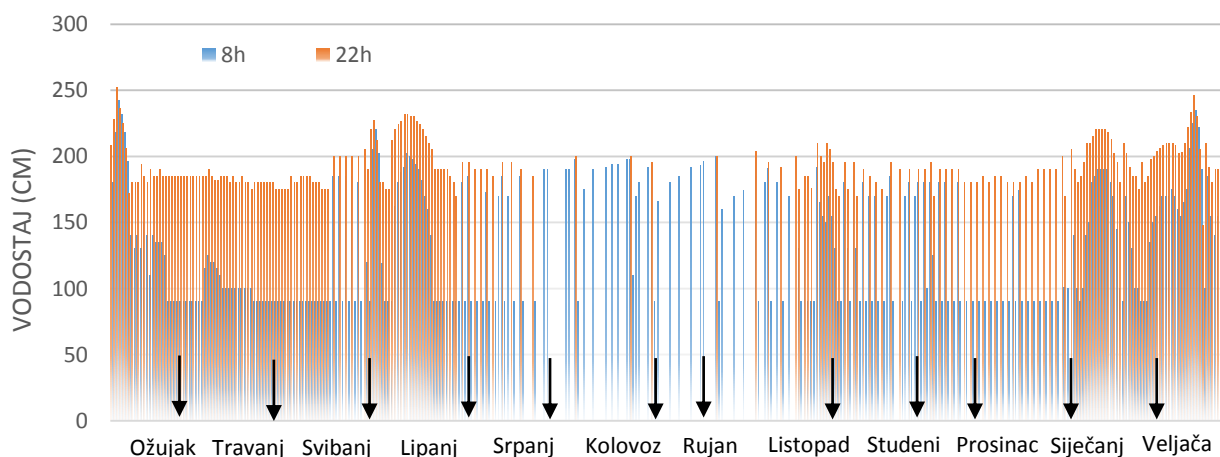
Klimatološka analiza srednje sezonske temperature zraka (lipanj, srpanj, kolovoz) pokazuje kako je srednja temperatura zraka u Baranji bila viša od srednjaka za referentno razdoblje (2,7 °C) pa je po raspodjeli percentila ljetu u kategoriji ekstremno toplo. Prema klimatološkoj ocjeni ljetu je u uglavnom bilo u kategorijama od normalno do vrlo sušno (70% odstupanje oborina), pa je češći oborinski režim bio posljedica razmjerno kratkotrajnih intenzivnih oborina.

Klimatološka analiza srednje sezonske temperature zraka u jesen (rujan, listopad, studeni) pokazuje kako je Baranja bila u kategoriji toplo (rujan i studeni) i normalno (listopad). Što se tiče oborine, klimatološka analiza jeseni pokazuje kako je Baranja po raspodjeli percentila bila u kategoriji vrlo kišno (158% odstupanje), a takvoj je ocjeni sezone najviše doprinijela iznadprosječna količina oborine koja je zabilježena u listopadu (339% više od prosjeka, slika 6). Klimatološka analiza zimske sezone (prosinac, siječanj, veljača 2016.) pokazuje kako je, što se tiče srednje sezonske temperature zraka, Baranja bila u kategoriji ekstremno toplo. Prema raspodjeli percentila ukupne količine oborine tijekom zime područje Baranje bilo je u kategoriji normalno. (Izvor: DHMZ)

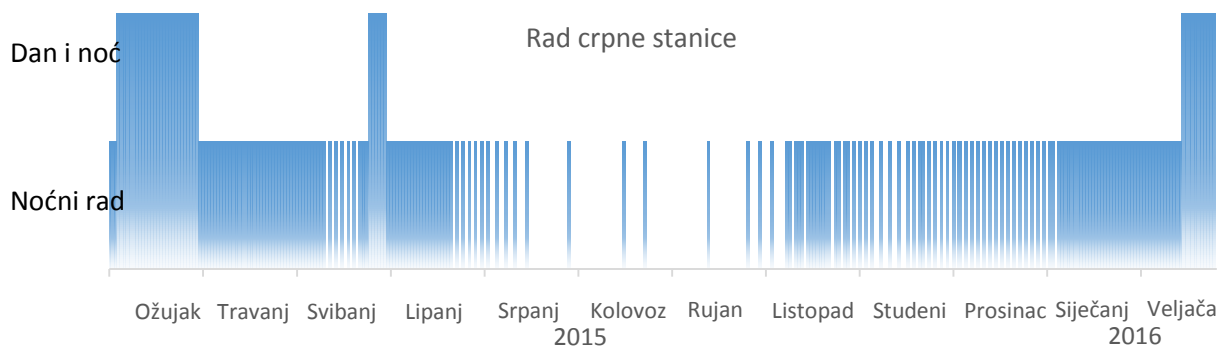
## Hidrološke karakteristike područja istraživanja

### Kvantitativne karakteristike vodnog režima Odvodnog kanala Karašica u Baranji

Na vodni režim veliki utjecaj imaju klimatske karakteristike područja, a temperatura i padaline su najvažniji klimatski elementi. Kvalitativne karakteristike vode, kao što su fizikalno kemijska svojstva vode te ekološko stanje ne ukazuju na prirodne, ili antropogenim utjecajima izazvane klimatske fluktuacije, već su posljedica istih. Stoga su za provedena istraživanja od značaja bili kvantitativni pokazatelji vodnog režima, a to su promjene u vodostaju na lokaciji crpne stanice Draž. Prema tome određeni broj uzorkovanja bilo je potrebno obaviti kod niskih, srednjih i visokih vodostaja. Projektom zadatkom definirani su ti vodostaji: ispod +100, od +100 do +150, od +150 do +200, preko +200. Na slici 9 su prikazani vodostaji Odvodnog kanala Karašica izmjereni u 8 i 22 h od ožujka 2015. do veljače 2016. godine.



Slika 9. Očitani vodostaji na vodomjernoj letvi na crpnoj stanici Draž u 8 i 22 h tijekom razdoblja istraživanja od ožujka 2015. godine do veljače 2016. godine. Strelice označavaju datume uzorkovanja (Podaci dobiveni od Hrvatskih voda).



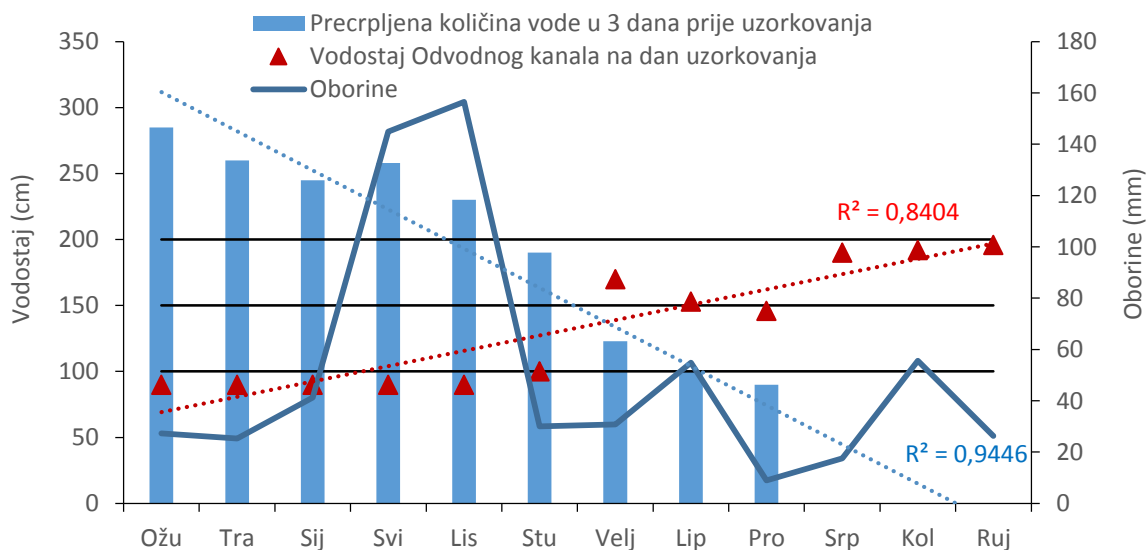
Slika 10. Rad crpne stanice Draž na Odvodnom kanalu Karašica u Baranjiu noćnom režimu (8-10h efektivnog rada) ili dnevno noćni režim (14 do 24 efektivna sata rada) tijekom razdoblja istraživanja od ožujka 2015. godine do veljače 2016. godine.

Ukoliko se uzmu podaci o satima rada crpne stanice povremeno precrcpljivanje vode Odvodnog kanala Karašica (Slika 10) je u ljetnim mjesecima rijeđe i kraće, gotovo da ga i nema, za razliku od početka proljeća i kraja zime, te razdoblja intenzivnijih oborina, kada je precrcpljivana voda u dnevno noćnom režimu.

Projektни zadatak nije mogao biti ostvaren uzimajući u obzir samo vodostaj Odvodnog kanala na dan uzorkovanja (Slika 9) upravo zbog povremenog rada crpne stanice Draž. Stoga su za definiranje visokih, srednjih i niskih voda uzeti u obzir izmjereni vodostaj Odvodnog kanala na dan uzorkovanja, rad crpne stanice do tri dana prije uzorkovanja (iskazan kao smanjenje vodostaja na vodomjernoj letvi u tri dana prije izlaska na teren) te količina oborina na istraživanom području (Slika 11).

Na slici 3 se može uočiti da se izmjereni vodostaj na dan uzorkovanja i količina precrcpljene vode (rad crpne stanice) u tri dana prije izlaska na teren odnose obrnuto proporcionalno. Kada je na vodomjernoj letvi izmjeran najviši vodostaj (srpanj, kolovoz, rujan), crpna stanica nije uopće radila. S druge strane, kada je na vodomjernoj letvi zabilježen najniži vodostaj (90 cm), crpna stanica je radila 14-24h u kontinuitetu, spuštajući u prosjeku vodostaj za 90 cm/danu. Zbog tih razloga, za ispunjavanje projektnog zadatka kao datumi uzorkovanja s visokim vodostajem definirani su oni kada je u tri dana prije uzorkovanja ukupno precrcpljeno vode preko 200 cm (ožujak, travanj, siječanj, svibanj, listopad), datumi sa srednjim vodostajem kada je precrcpljeno između 100 i 200 cm vode iz Odvodnog kanala do tri dana prije uzorkovanja (studeni, veljača i lipanj), te datumi s niskim vodostajem <100 cm (srpanj, kolovoz, rujan i prosinac) kada crpna stanica nije uopće radila.

Ukoliko bismo uzeli u obzir obrnutu situaciju (stvarni izmjereni vodostaj na dan uzorkovanja) dobili bismo visoki vodostaj (>200 cm) u najsušnijem djelu godine (ljetu), a nizak vodostaj (<100 cm) u proljeće i jesen kada je precrcpljivanje vode intenzivnije i dugotrajnije.

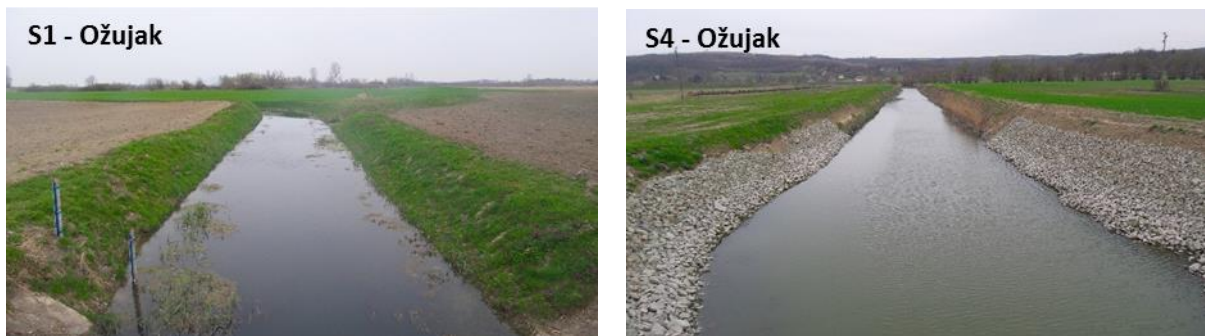


Slika 11. Vodostaj Odvodnog kanala Karašica na dan izlaska na teren izmjereno na vodomjernoj letvi crpne stanice Draž, precrcpljena količina vode (ukupna) u tri dana prije uzorkovanja (mjerena Hrvatskih voda na CS Draž) i količina oborina za Beli Manastir (podaci dobiveni od DHMZ-a).

Primjerice, u ožujku je tri dana prije samog uzorkovanja, crpna stanica ukupno precrcplila vode u visini 285 cm (kumulativno) ili u prosjeku vodostaj Odvodnog kanala opadao je 95 cm/dan. Oborinski je režim proljeća 2015. godine bio nešto rijeđe nego što je uobičajeno. Ožujak je bio normalno kišovito, ali su u ožujku zabilježeni visoki vodostaji rijeka u Hrvatskoj. S obzirom na položaj



Baranje između rijeka Drave i Dunava, vodotocima ovog područja dominira pluvijalno-glacijalni vodni režim kojeg karakterizira mala vodnost zimi, a velika u proljeće i početkom ljeta. Na slici 12 se može uočiti da je vodostaj Odvodnog kanala i na ulasku u Hrvatsku (S1) također bio visok. U travnju je crpka radila samo u noćnom režimu i precrcpljivala prosječno 87 cm/dan, tijekom tri dana prije uzorkovanja, a ukupno je precrcpljeno 260 cm vode.



Slika12. Visoki vodostaji Odvodnog kanala Karašica na postajama S1 i S4 u ožujku 2015. godine.

U svega nekoliko kišnih dana u svibnju pala je velika količina oborine (Slika 13), zbog čega je i precrcpna pumpa radila ponovno u dnevno noćnom režimu tijekom pet od sedam dana prije izlaska na teren. Ukupno je u ta tri dana precrcpljeno 245 cm vode iz Odvodnog kanala (u prosjeku 82 cm/dan).



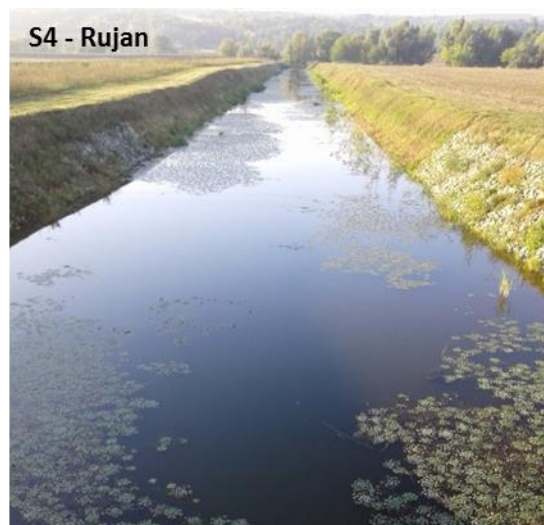
Slika 13. (a) Nizak vodostaj Odvodnog kanala Karašica u svibnju na postaji S1. (b) Visoki vodostaj na istoj postaji tjedan dana kasnije nakon obilnih oborina kada je uzorkovano.

U lipnju je voda precrcpljivana svaku drugu noć pri čemu je vodostaj opao za 100 cm (Slike 11 i 16). U srpnju, u prvoj polovici mjeseca precrcpljivanje vode iz Odvodnog kanal odvijalo se svaku treću noć, dok u drugoj polovici crpna stanica nije uopće radila zbog čega je zabilježen vodostaj na crpnoj stanici na dan izlaska na teren iznosio 190 cm.

U kolovozu je precrcpljivana voda tijekom 8 h efektivnog noćnog režima u cijelom mjesecu, prilikom čega je spušten vodostaj za 90 cm (Slika 14). Slična situacija bila je i u rujnu (Slika 15) kada je zabilježen samo vodostaj od 200 cm, pri čemu je u mjesec dana crpna stanica imala dva noćna režima rada po 8.5 do 9 h efektivnog rada. U srpnju, kolovozu i rujnu nisu zabilježene veće količine padalina, odnosno ljeto je prema klimatološkoj analizi bilo normalno do vrlo sušno za područje Baranje.



Slika 14. Nizak vodostaj Odvodnog kanala na postaji S1 (Luč) i visoki vodostaj u isto vrijeme na postaji S4 (Draž) na dan uzorkovanja 24.8.2015. godine. Razvijena vegetacija vodenih leća na postaji S1 i vrste *Trapa natans* na postaji S4 (nema toka – stajaća voda, ne rade pumpe).



Slika 15. Nizak vodostaj na postaji S1 te u isto vrijeme visok vodostaj na postaji S4 u rujnu 2015. (nema precrpljivanja vode)

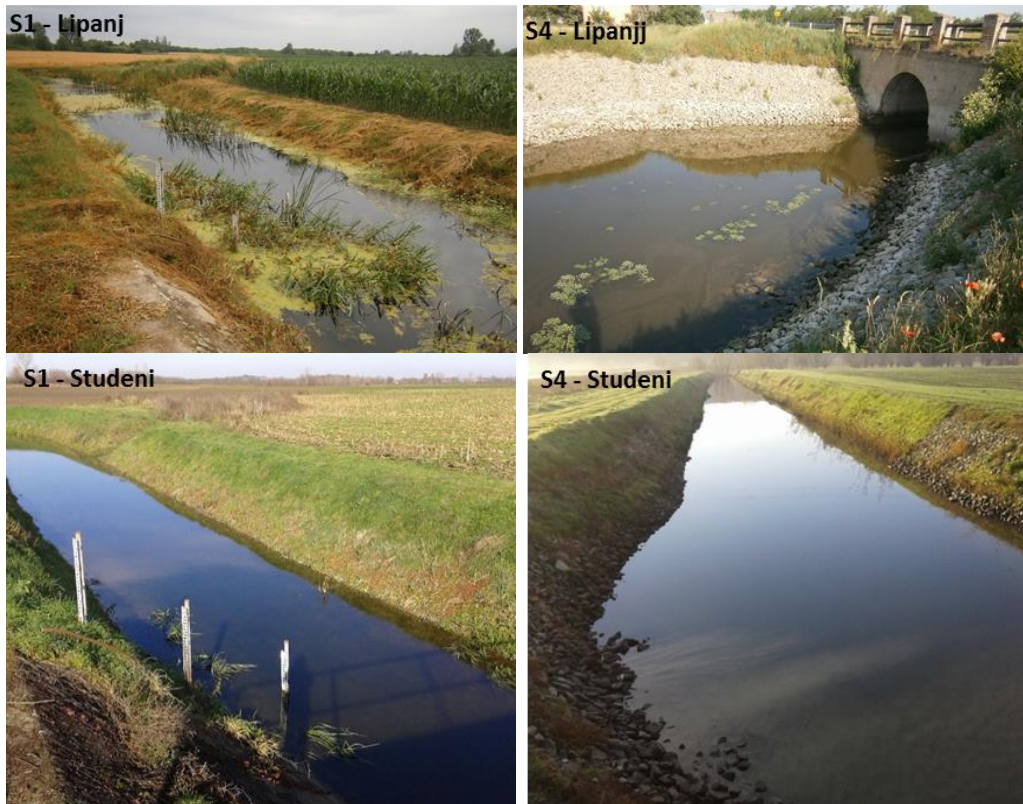
U listopadu, kada su zabilježene veće količine oborine (339% više od prosjeka za listopad), na dan uzorkovanja na vodokazu je očitani vodostaj od 90 cm. Prije uzorkovanja (3 dana) precrpljivano je u prosjeku 77 cm/dan, odnosno, ukupno je vodostaj u sedam dana spušten za 230 cm.

U studenom je u tri dana prije uzorkovanja spušten vodostaj za ukupno 190 cm (ili 63 cm/danu). Vodostaj na dan uzorkovanja iznosio je 100 cm (8 h), a 10 h ranije 190 cm (22 h). Slično je zabilježeno i u prosincu. Vodostaj na dan uzorkovanja iznosio je 90 cm 8h, a 180 cm u 22h.

U siječnju 2016. godine je u tri dana prije uzorkovanja spušten vodostaj za ukupno 245 cm tri noćna režima sa po 10 h efektivnog rada (82 cm/danu). U siječnju je kao i u prosincu vodostaj na dan uzorkovanja iznosio 90 cm (8 h) i 180 cm (22 h). Prema raspodjeli percentila ukupna količina oborina tijekom zime bila je u kategoriji normalno (Slika 11). Ipak, u veljači je zabilježen visoki vodostaj (maksimalni 246 cm na vodmjernejoj letvi na crpnoj stanici Draž). U tri dana prije uzorkovanja precrpljivano je u noćnom režimu po u prosijeku 41 cm/dan, a ukupno 123 cm. Slično

kao i u ožujku prethodne godine, u to je vrijeme zabilježen porast vodostaja u odvodnim kanalima i potocima te ostalim hrvatskim rijekama.

Rad crpne stanice samo tijekom noći tj. tijekom perioda u kojem je jeftina energija za rezultat ima značajno veći potrebni kapacitet crpne stanice jer crpna stanica radi tijekom noći kada je potrošnja vode najmanja tako da se tijekom noći sve dnevne potrošene količine (najveće) mogu precrpiti. Troškovi energije su najmanji jer se koristi energija iz elektroenergetskog sustava, kada je jeftinija, ali i pretežito bazirana na fosilnim gorivima pa su zbog toga i utjecaji na klimatske promjene najveći. Kontinuirani rad tijekom 24 h bio je potreban kada su osim odvodnje otpadnih voda na vodostaj Odvodnog kanala utjecali i prirodni klimatski elementi poput obilnih oborina u svibnju te otapanja snijega i leda, odnosno kada na vodostaj najviše utječe pluvijalno-glacijalni režim vodotoka. Ovaj režim rada troši jeftinu energiju tijekom noći, dok tijekom dana troši najskuplju energiju.



Slika 16. Srednji vodostaj Odvodnog kanala u lipnju, studenom 2015. godine

Uzevši u obzir negativne klimatske promjene, aktualne zakonske smjernice i odredbe za smanjenje emisije CO<sub>2</sub> kao i aktualne trendove preferiranja ekoloških kriterija može se opravdano preporučiti korištenje solarne energije za rad crpne stanice. Međutim, korištenje solarne energije može rezultirati različitim kapacitetima crpne stanice ovisno o trajanju perioda insolacije. Rad takve crpne stanice ne utječe negativno na klimatske promjene već doprinosi njihovom smanjenju.

# Projektni zadatak

## Problem i cilj

---

### Problem 1: Onečišćenje Odvodnog kanala Karašica

Odvodni kanal Karašica odvojen je zatrpanom ustavom Bučka od Topoljskog Dunavca zbog velikog unosa onečišćenja otpadnim vodama belomanastirske šećerane i kanalizacije. U posljednjih desetak godina okolnosti su se promijenile, dijelom jer je šećerana prestala s radom, a za Beli Manastir je izgrađen uređaj za pročišćavanje otpadnih voda. Međutim, onečišćenje i dalje ostaje prisutno (djelomice zbog izgradnje farme tovne junadi Mala Karašica). Sve vode Odvodnog kanala Karašica u Baranji precrpljuju se preko CS Draž u potok Karašicu i odvoje u Dunav. Istovremeno su potoci Borza, Hatvan i Travnik skrenuti prema potoku Karašici kako bi se smanjile količine onečišćene vode koju je potrebno precrpljivati.

Manji zagađivač voda ovog vodotoka je odvodni sustav Beli Manastir iz kojeg se vode nakon djelomičnog pročišćavanja ispuštaju u Odvodni kanal Karašica. Na spomenuti odvodni sustav su priključeni i sljedeći, prema ocjeni lokalne komunalne organizacije, zagađivači: "Mlin", "Mesna industrija", "Mljekara", „Starco“ i „Remont“. Sva prikupljena otpadna voda u sustavu javne odvodnje odvodi se u nepročišćenom stanju na lokaciju Uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, i nakon pročišćavanja na Mehaničko-biološkom dijelu Uređaja za pročišćavanje otpadnih voda ispušta u Odvodni kanal Karašica. Postojeći uređaj za pročišćavanje otpadnih voda rješava opterećenje od 8000 ES u postupku nitrifikacije-denitrifikacije s istovremenom stabilizacijom mulja tzv. biološko pročišćavanje. Planirano je proširenje UPOV-a Beli Manastir s postojećih 8000 ES za pretpostavljenih dodatnih 8000 ES s II stupnjem pročišćavanja te ujedno s rekonstrukcijom postojećeg UPOV-a. Kako je opterećenje uređaja manje od 10.000 ES, voda koja se ispušta u recipijent mora postići da ukupno suspendirana tvar bude 60 mg/l, da BPK bude 40 mg O<sub>2</sub>/l i KPK 150 mg O<sub>2</sub>/l.

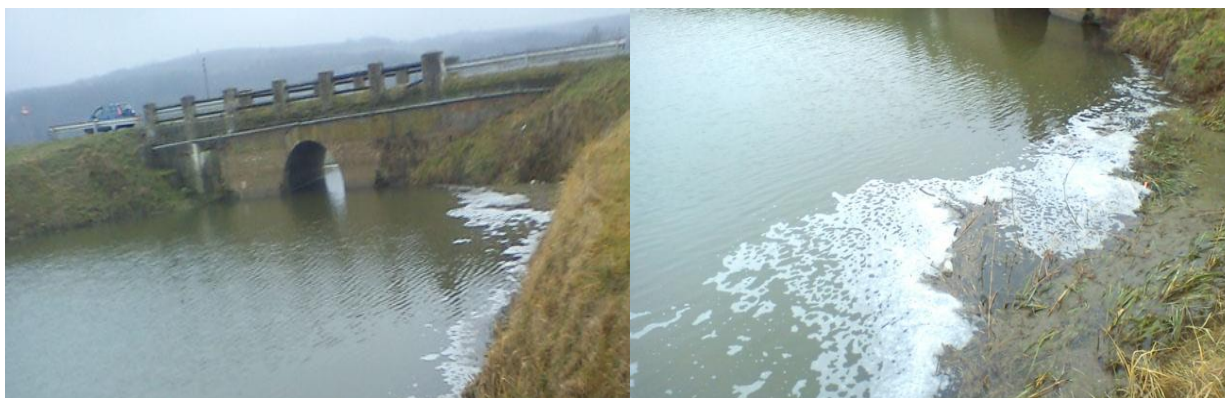
23. rujna, 2014., u Glasu Slavonije objavljen je tekst da je približno 350 kilograma šarana, 50-ak kilograma štuke te 60-ak kilograma bijele ribe uginulo u vodi takozvane Crne Karašice (Crni kanal), kod ulaza kanala u Gajić (Slika 17). Voda je na tom mjestu bila tamnozeleno, gotovo crna, na površini se pojavila bijela pjena, ispod koje su plutale ribe. Smrad je, rekli su očevdci, bio nepodnošljiv. Kako ističu mještani, tim je kanalom već godinama, od gradnje biološkog prečistača u Belom Manastiru, tekla čista voda i bio je pravi mali raj za brojne ribiče. Voda iz kanala nizvodno od Gajića prepumpava se u Karašicu, koja ju odvodi do Dunava. Odnedavno na površini vode pliva pjena i širi se nenasan smrad. Pomor ribe prijavljen je nadležnim tijelima, a na teren su izišli i predstavnici Hrvatskih voda, nadležne inspekcije te policija. Zavod za javno zdravstvo izradio je analizu vode.

Neslužbeno se saznalo kako mjesni ribiči i stanovnici tog dijela Baranje sve povezuju s nekadašnjom Škrobarom, budući da meteorološki uvjeti nisu mogli izazvati takozvani zijev ribe, ali je ovu informaciju bilo nemoguće provjeriti. Nadležna komisija je nakon zaprimanja dojave analizirala

vodu koja istječe iz belomanastirskog prečištača u vlasništvu Baranjskog vodovoda, pri čemu je potvrđeno da onečišćenja nema, naglašavajući kako je potencijalno zagađenje stiglo nizvodno od prečištača.

2. veljače, 2015., u novinama Glas Slavonije izlazi novi članak o pomoru ribe na istom mjestu. Nakon što je u rujnu 2014. godine u vodi takozvane Crne Karašice (Crni kanal), kod ulaza kanala u Gajić, zabilježeno jedno od najvećih pomora ribe u posljednje vrijeme, kada je uginulo približno 350 kilograma šarana, 50-ak kilograma štuke te 60-ak kilograma bijele ribe, na istom se mjestu tjedan ranije umalo dogodio sličan pomor, ali je zahvaljujući rastu vode, on izbjegnut. Uginulo je, doduše, nekoliko kilograma razne ribe, a ono što čelnike Zajednice sportsko-ribolovnih udruga Baranje i općine Draž zabrinjava je kako netko vode ovog kanala i nadalje zagađuje.

U izvješću koje je od Ministarstva poljoprivrede, u prosincu 2014. godine, dobila općina Draž, piše kako je zasićenje kisikom iznosilo 77%, dok za pokazatelje KPK, BPK, ortofosfate, amonij i ukupni fosfor nije postignuto dobro ekološko stanje. Istovremeno, pokazatelji pH, nitrati i ukupni dušik odgovarali su vrlo dobrom stanju, pa je, s obzirom na navedeno, a budući da nije utvrđen identitet počinitelja, postupak obustavljen. Dražani i baranjski ribiči s pravom se pitaju tko je krivac za evidentno zagađenje kanala. Sumnjaju na određene baranjske gospodarske subjekte, ali ne žele ništa prejudicirati dok nadležni ne kažu konačnu riječ. Indikativno je što su se oba zagađenja dogodila početkom tjedna.



Slika 17. Lokalitet na kojem se dogodio pomor ribe i gdje je uočeno onečišćenje vode Odvodnog kanala Karašica u siječnju 2015. godine (stacionaža 2+007)

## Problem 2: neodrživost mehaničke odvodnje voda Odvodnog kanala

Kombinacijom oba načina odvodnje voda Odvodnog kanala Karašica u Baranji, gravitacijskog i mehaničkog, postigla bi se kvalitetna odvodnja suvišnih voda područja sliva odvodnog kanala kako s tehničkog tako i financijskog gledišta. Sada je u funkciji samo mehanička odvodnja putem crpne stanice Draž koje je neodrživa, jer uslijed dotoka velikih voda Odvodnog kanala Karašica kapacitet crpke nije dovoljan te je često potrebno angažirati dodatne mobilne crpke. Određene količine vode iz odvodnog kanala Karašica upuštale bi se u Topoljski dunavac (tek nakon prolaska prvog vodnog vala) kroz ponovno uspostavljenu ustavu Bučka kao voda za nadopunjavanje Dunavca.

Cilj elaborata su ekofiziološka istraživanja Odvodnog kanala Karašica koja će doprinijeti smanjenju onečišćenja, zdravstvenih rizika (povezanih s ribolovom ili navodnjavanjem), te očuvanju, zaštiti i poboljšanju kvalitete okoliša i ljudskog zdravlja. Stoga je prvenstveno bilo potrebno utvrditi

ekološko stanje Odvodnog kanala Karašica i Topoljskog Dunavca te potencijalne izvore onečišćenja na dionici Odvodnog kanala Karašica od ušća u potok Karašicu (stacionaža 0+000) do mjesta Luč, odnosno hrvatsko-mađarske granice (stacionaža 31+664) ukupne duljine 31,664 km.

Nadalje, bilo je potrebno utvrditi promjene ekološkog stanja ovisno o fluktuacijama vodostaja te primijeniti ekofiziološka laboratorijska istraživanja (biotest) u svrhu procjene toksičnosti vode i sedimenta te predviđanja stupnja trofije ekološki osjetljivih vodotoka s ciljem poboljšanja kvalitete voda.

Utvrđivanje ekološkog stanja, kao i promjene ovisno o fluktuacijama vodostaja ovog vodotoka pomoći će u donošenju zaključaka o zaštiti i manipulaciji vodnim režimom te očuvanju slivnog područja.

Pod manipulacijom vodnim režimom podrazumijeva se vodni menadžment, odnosno odgovore na pitanja može li se voda upuštati u Dunavac kod visokih voda, može li se koristiti za prihranjivanje ribnjaka, ili se mora i dalje precrpljivati.

## Podloga

Ukupna kakvoća vode je vrlo promjenjiva tijekom vremena jer ovisi o nizu prirodnih i ljudskih aktivnosti. Istraživani lokalitet ima malo slivno područje, veći udjel poljoprivrednih površina (pa su stoga očekivane i veće koncentracije sulfata) i redovito je održavan (košnjom i izumljivanjem) iz razloga učinkovitijeg prolaska velikog vodnog vala. Kvaliteta voda Odvodnog kanala je pod manjim utjecajem voda koje se nakon oborina slijevaju s oraničnih površina i pod (manjim) utjecajem otpadnih voda koje se iz gradskog odvodnog sustava ispuštaju u prijemnik otpadnih voda - Odvodni kanal Karašica.

Što se tiče makrofitske vegetacije prevladavaju kopnene i amfibijske vrste koje su otporne na ljudsko djelovanje unutar vodotoka. Na mjestima gdje je veća naseljenost očekivane su povećane koncentracije fosfata i amonij-N. Obzirom da je veliki dio Baranje poplavno područje, najvažniji utjecaj imaju upravo poplave (na biotu i na koncentracije hranjivih tvari). U dosadašnjim istraživanjima tijekom sušne 2007. godine, kada su zabilježeni najniži vodostaji, najmanja širina i dubina kanala te najrazvijenija amfibijska i kopnena vegetacija, zabilježene su i povećane koncentracije hranjivih tvari i sulfata. Slijedećih godina (2008., 2009.), zbog povećane količine dotoka vode uslijed oborina i poplava, zabilježen je pad koncentracija sulfata. Ovi uvjeti pogodovali su razvoju submerznih vrsta i povećanju bioraznolikosti.

Dakle, prijašnjim je istraživanjima utvrđeno da već male razlike u vodostajima i količini oborina imaju utjecaj na kvalitetu površinskih voda Odvodnog kanala Karašica. Također, hranjiva opterećenja vodotoka mogu se razlikovati i tijekom jedne godine, pogotovo u dijelovima s intenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom i ljudskom aktivnosti.

Na Odvodnom kanalu Karašica u Baranji, Hrvatske vode sukladno Zakonu o vodama (NN 13/09, 63/11, 130/11, 56/13 i 14/14) sustavno provode monitoring, praćenje stanja voda koje se provodi u skladu s godišnjim planom monitoringa. Rezultati fizičko-kemijskih svojstava vode Odvodnog kanala Karašica kod Popovca tijekom posljednjih 10 godina (prema ustupljenim podacima Hrvatskih voda, Osijek) obrađeni su i prikazani u tablicama 3-5 i slikama 18-20. Na temelju Zakona o vodama (NN 13/09, 63/11, 130/11, 56/13 i 14/14) i Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 73/13)

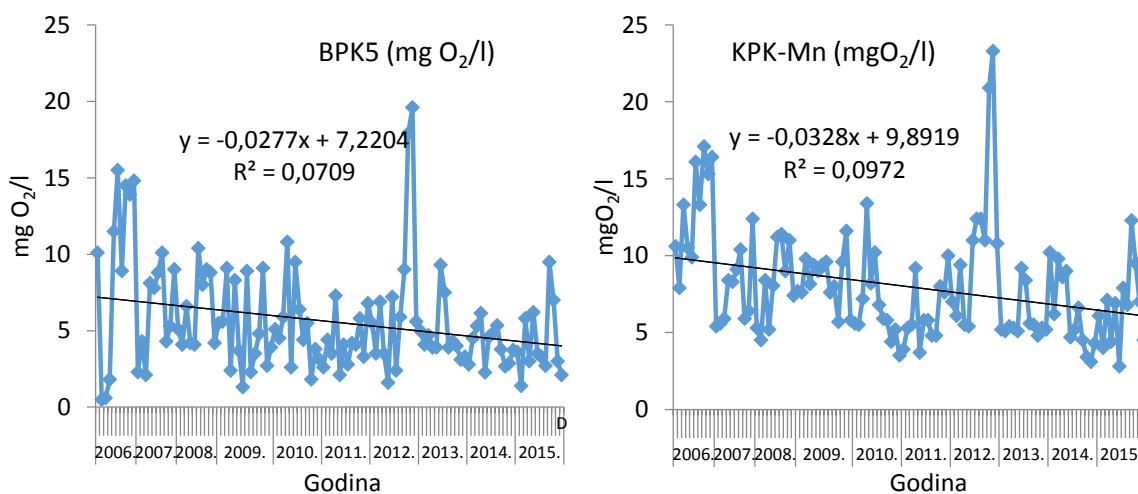
ekološko stanje određeno je prema osnovnim fizikalno kemijskim elementima kakvoće vode (Tablica 3).

Tablica 3. Vrijednosti 50-tog percentila za procjenu ekološkog stanja kanala Karašica (Popovac) prema osnovnim fizikalno kemijskim pokazateljima u razdoblju od 2006. do 2015. godine.

Vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje vrijednost 50-togpercentila								
	Zakiseljenost	Režim kisika		Hranjive tvari				
	pH	BPK5	KPK-Mn	Amonij	Nitrati	Ukupni dušik	Orto-fosfati	Ukupni fosfor
		mgO <sub>2</sub> /l	mgO <sub>2</sub> /l	mgN/l	mgN/l	mgN/l	mgP/l	mgP/l
2006	7,85	10,8	13,30	0,54	0,791	3,894	1,345	2,439
2007	7,57	6,55	7,35	1,25	0,904	3,597	0,393	1,399
2008	7,76	5,85	8,22	0,49	1,356	3,086	0,397	1,004
2009	7,58	4,80	9,00	0,38	1,356	1,45	0,455	0,646
2010	7,81	4,50	5,80	0,32	1,32	2,254	0,198	0,374
2011	7,72	4,11	5,65	0,35	0,823	2,955	0,275	0,505
2012	7,63	5,75	10,90	0,80	0,167	3,297	0,838	1,38
2013	7,61	4,05	5,30	1,062	2,454	3,4195	0,275	0,861
2014	7,71	4,14	5,70	1,009	0,575	3,338	0,647	0,71
2015	8,00	3,40	6,85	0,458	1,54	3,705	0,228	0,428

### Režim kisika i pH

Koncentracije otopljenog kisika bile su u istraživanom razdoblju vrlo niske (Tablica 4), što je posljedica dijelom razgradnje organske tvari koja se prirodno nalazi u vodi (mrtvi biljni i životinjski organizmi), ali i antropogenih utjecaja putem otpadnih voda, koje su prema dobivenim rezultatima u ovom kanalu značajno prisutne.



Slika 18. Režim kisika prema BPK<sub>5</sub> (mg O<sub>2</sub>/l) i KPK-Mn (mg O<sub>2</sub>/l) u odvodnom kanalu Karašica (Popovac) u razdoblju 2006-2010. godine. Crta označava liniju trenda (P>0,05).

Zasićenje vode kisikom u Odvodnom je kanalu variralo je od 17,3% u 2014. godini do 124,7% u 2010. godini. Prema vrijednostima 50-tog percentila biološke potrošnje kisika (BPK5, mgO<sub>2</sub>/l) dobro ekološko stanje postignuto je 2009, 2010. i 2011. te 2013, 2014 i 2015. godine. Prema kemijskoj potrošnji kisika (KPK-Mn, mg O<sub>2</sub>/l) dobro ekološko stanje utvrđeno je samo u 2013. godini. U svih ostalih devet godina monitoringa prema vrijednosti KPK-Mn nije postignuto dobro stanje vode (Slika 18).

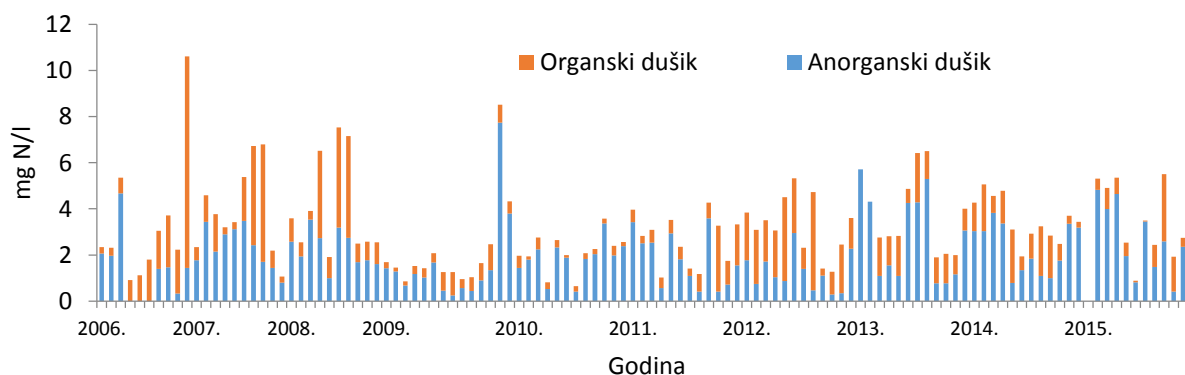
Prema vrijednostima 50-tog percentila za **pH**, stanje vode u Odvodnom kanalu Karašica kod Popovca bilo je u cijelom 10-godišnjem razdoblju **vrlo dobro** (Tablica 3).

## Hranjive tvari

Koncentracija **amonij-N** u cijelom je 10-godišnjem razdoblju prelazila dozvoljenu vrijednost 50-tog percentila (0,3) za ekološku kategoriju dobro, što je vidljivo u tablici 3. Najveća odstupanja zabilježena su u 2007. godini (4,2 puta veća vrijednost), te u 2013. (3,5 puta) i 2014. godini (3,3 puta veća vrijednost). Najviše vrijednosti amonijaka izmjerene su u ljetnim mjesecima (srpanj-kolovoz), što može biti posljedica pojačane bakterijske razgradnje nataložene organske tvari u sedimentu, čemu pogoduju visoke ljetne temperature.

Prema vrijednostima 50-tog percentila **nitrata** vrlo dobro ekološko stanje utvrđeno je u 2006., 2007., 2009., 2011, 2012. te 2014. godini. Odvodni je kanal bio u kategoriji dobrog ekološkog stanja u 2008., 2010. i 2015. godini, a samo u 2013. godini stanje je bilo umjereno.

Međutim, vrijednosti 50-tog percentila **ukupnog dušika** u razdoblju 2006-2008. godine (3,086-3,894) te od 2011-2015. godine (2,955-3,705) prelaze propisane vrijednosti za procjenu dobrog ekološkog stanja, odnosno nalaze se u kategoriji umjerenog ekološkog stanja. U ukupnom dušiku veliki je udio organskog dušika, što je vidljivo na slici 19.

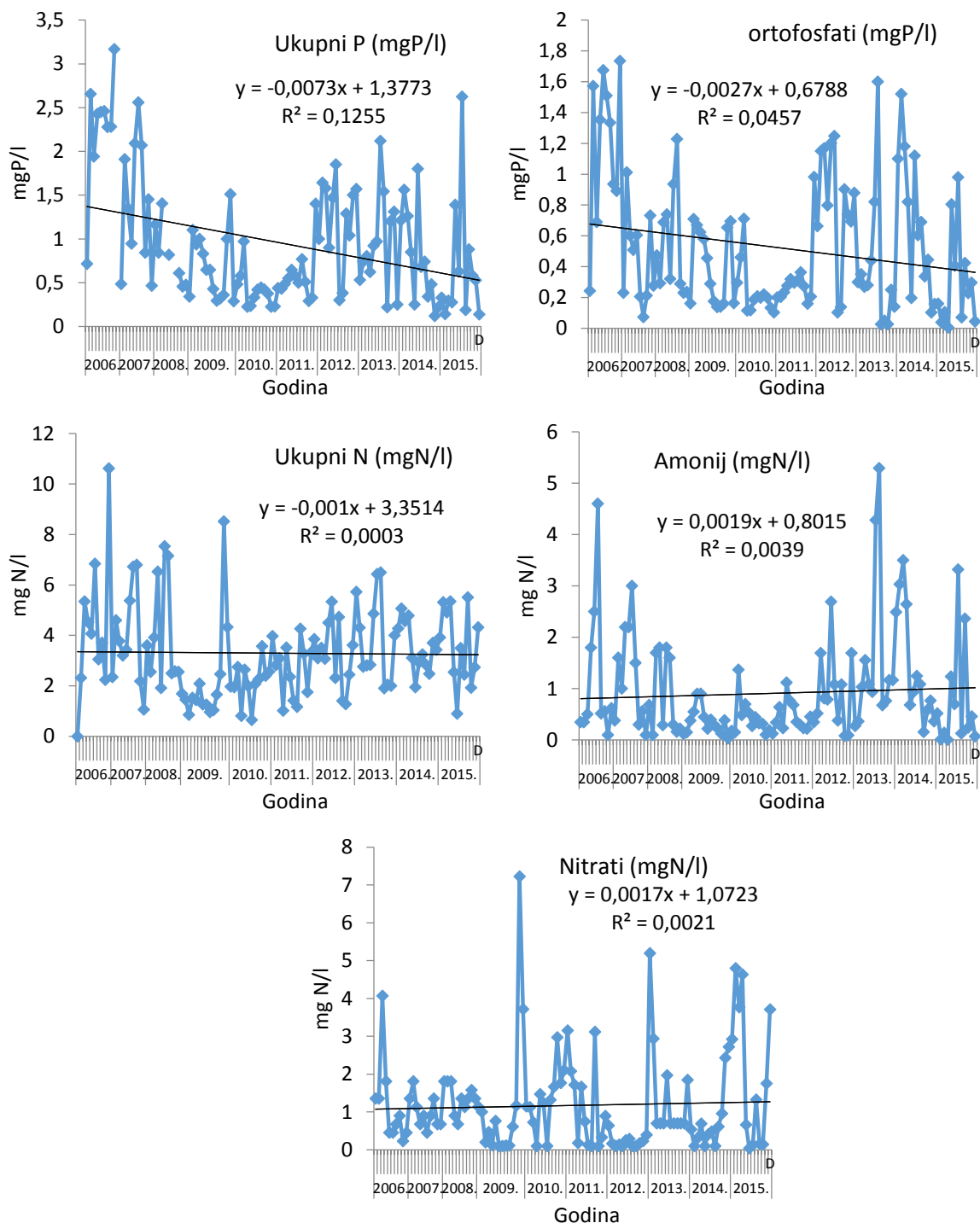


Slika 19. Udio organskog i anorganskog dušika u Odvodnom kanalu Karašica (Popovac) u razdoblju 2006-2010. godine (prema ustupljenim podacima Hrvatskih voda, Osijek).

Posebno su zabrinjavajuće izmjerene vrijednosti ortofosfata i ukupnog fosfora (Tablica 3) koji su u cijelom 10-godišnjem razdoblju (osim ortofosfata u 2010. godini) višestruko prelazile granice dobrog ekološkog stanja (Uredba o standardu kakvoće voda, NN 73/13). Ipak, ohrabruje činjenica da su se od 2006. prema 2015. godini koncentracije ukupnog fosfora (srednje godišnje vrijednosti od 3,947 mgP/l u 2006. godini do 0,666 mgP/l u 2015. godini) i ortofosfata (srednje godišnje vrijednosti od 1,194 mgP/l u 2006. godini do 0,323 mgP/l u 2015. godini) smanjivale, na što ukazuju i linije trenda, iako nisu statistički značajne. Smanjenje hranjivih tvari posljedica je pročišćavanja



otpadnih voda u Belom Manastiru nakon izgradnje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Međutim, izmjerene vrijednosti ortofosfata i ukupnog fosfora (Slika 19) ukazuju da je onečišćenje i dalje veliko te podržava smjer povećanja procesa eutrofizacije.



Slika 20. Mjesečne vrijednosti ukupnog fosfora, ortofosfata (mgP/l), vrijednosti N u obliku amonija, nitrata i ukupni dušik (mgN/l) u Odvodnom kanalu Karašica (Popovac) u razdoblju 2006-2010. godine (podatci Hrvatskih voda, Osijek). Crta označava liniju trenda ( $P > 0,05$ ).

Tablica 4. Minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti fizikalno-kemijskih svojstava vode Odvodnog kanala Karašica (Popovac) u razdoblju od 2006. do 2015. godine.

Godina	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.
Tv (°C)	4,2-28,3 (17,13)	3,3-24,6 (14,47)	5-23,2 (15,12)	3,6-21,8 (15,431)	1-25,1 (14,338)	0,8-22,2 (11,972)	4,1-23,5 (15,125)	3,3-27,2 (15,8)	6,9-24 (16,15)	3,2-26,9 (13,483)
pH	7,64-8,06 (7,83)	7,02-7,85 (7,568)	7,46-8,13 (7,784)	7,46-7,87 (7,608)	7,66-7,93 (7,815)	7,48-8,16 (7,774)	7,54-7,77 (7,627)	7,29-7,86 (7,595)	7,48-7,86 (7,666)	7,8-8,3 (8,01)
Električna vodljivost (μS/cm)	701-1218 (1033,6)	700-1307 (1067,5)	689-1201 (1019,6)	873-1234 (1097,54)	1008-1239 (1174,46)	989-1297 (1161,58)	826-1424 (1089,7)	689-1341 (1091,1)	971-1180 (1059,5)	643-1273 (964)
Uk. susp. tvari (mg/l)	2-133 (41,8)	9-70 (30,8)	8-107 (63,9)	27-923 (124,85)	14-192 (51,615)	11-21 (16,08)	3-14 (8,83)	6-26 (12,583)	4-151 (30)	9-45 (22,5)
Suhi ostatak ukupni 105°C (mg/l)	656-789 (733,6)	-	-	-	628-768 (720,154)	528-823 (694,75)	415-798 (659,8)	389-863 (680,08)	-	-
m-alkalinitet (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	480-599 (557,1)	419-536 (484,4)	181-579 (413,7)	359-497 (431,078)	435-548 (504,769)	412-541 (491,25)	338-547 (450,92)	297-626 (478,17)	305-555 (447,67)	291-503 (413,25)
p-alkalinitet (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	<1	<1	-	<5	-	<1	<1	<1	<18	-
Tvrdoća ukupna (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	408-628 (518,1)	-	-	-	378-579 (490,923)	377-552 (466,33)	309-525 (418,25)	300-740 (571,92)	340-616 (501,42)	304-678 (475,56)
Otopljeni kisik (mgO <sub>2</sub> /l)	1-8,2 (2,84)	2,7-8,4 (5,53)	3-13,3 (7,92)	3,2-9 (5,162)	2,4-14 (8,069)	2,9-11,6 (7,508)	2,5-8,9 (5,475)	2,2-8,5 (4,2)	1,5-9,3 (4,39)	1,9-11,8 (7,55)
Zasićenje kisikom (%)	10,8-81,3 (29,36)	28,6-73,9 (52,687)	32,57-113 (76,635)	33,5-100,9 (51,792)	25,9-124,7 (73,646)	29,6-97,8 (65,592)	22,5-90,5 (54,425)	22,3-71,6 (40,692)	17,3-76,4 (42,68)	21,7-94,7 (63,43)
BPK <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	0,5-15,5 (9,21)	2,1-10,1 (6,21)	4,1-10,4 (6,45)	1,3-9,1 (5,169)	1,8-10,8 (5,177)	2,1-7,3 (4,25)	1,6-19,6 (7,383)	3,1-9,3 (4,75)	2,27-6,14 (4,071)	1,4-9,5 (4,258)
KPK-Mn (mgO <sub>2</sub> /l)	7,9-17,1 (13,04)	5,4-12,4 (7,78)	4,5-11,4 (8,144)	5,7-11,6 (8,703)	3,5-13,4 (6,731)	3,7-10 (6,2)	5,4-23,3 (11,267)	4,8-9,2 (5,84)	3,1-10,2 (6,3)	2,8-12,3 (6,608)
KPK-Cr (mgO <sub>2</sub> /l)	12,4-82,3 (43,29)	-	-	-	7-81,6 (37,808)	15,2-81 (50,133)	28-2904 (297,8)	10,9-120 (39,683)	-	-
Amonij (mgN/l)	0,1-4,6 (1,19)	0,1-3,0 (1,284)	0,1-1,8 (0,865)	0,12-0,9 (0,392)	0,03-1,37 (0,392)	0,12-1,12 (0,455)	0,08-2,69 (0,938)	0,27-5,29 (1,55)	1,15-3,5 (1,457)	0,01-3,32 (0,835)
Nitriti (mgN/l)	10 <sup>-3</sup> -0,36 (0,13)	0,02-0,19 (0,043)	0,02-0,09 (0,0323)	0,01-0,17 (0,071)	0,04-0,53 (0,129)	0,06-0,29 (0,175)	0,02-0,78 (0,121)	0,01-1,43 (0,402)	0,009-0,2 (0,122)	0,01-0,15 (0,061)
Nitrati (mgN/l)	0,23-4,07 (1,175)	0,45-1,81 (0,994)	0,68-1,81 (1,379)	0,1-7,224 (1,01)	0,1-3,718 (1,496)	0,1-3,16 (1,185)	0,1-0,642 (0,223)	0,70-5,19 (2,987)	0,1-2,72 (0,926)	0,04-4,8 (2,003)
KjeldahlN (mgN/l)	0,63-9,8 (3,2007)	0,35-5,8 (2,91)	0,71-6,15 (2,669)	0,32-1,31 (0,932)	0,29-1,88 (0,678)	0,65-1,7 (1,028)	-	-	-	-
Ukupni dušik (mgN/l)	2,23-10,6 (4,5061)	1,058-6,8 (3,947)	1,91-7,54 (4,0795)	0,86-8,51 (2,013)	0,65-4,33 (2,303)	1,02-4,26 (2,664)	1,28-5,33 (3,259)	1,90-6,48 (3,848)	1,94-5,06 (3,527)	0,89-5,51 (3,612)
Anorganski dušik (mgN/l)	0,33-4,68 (1,905)	0,81-3,48 (2,321)	0,99-3,53 (2,276)	0,25-7,74 (1,458)	0,41-3,80 (2,002)	0,41-3,59 (1,797)	0,28-2,96 (1,248)	0,77-5,72 (2,780)	0,79-3,82 (2,300)	0,41-4,82 (2,653)
Organski dušik (mgN/l)	0,28-9,18 (2,0107)	0,25-5,1 (1,626)	0,38-4,4 (1,804)	0,17-1,12 (0,555)	0,11-0,53 (0,301)	0,32-2,86 (0,867)	0,29-4,26 (2,011)	0-2,15 (1,067)	2,25-2,32 (1,227)	0,04-2,91 (0,857)
Ortofosfati (mgP/l)	0,24-1,74 (1,194)	0,07-1,01 (0,446)	0,23-1,23 (0,54)	0,14-0,71 (0,419)	0,10-0,71 (0,239)	0,16-0,98 (0,318)	0,10-1,25 (0,807)	0,28-1,6 (0,379)	0,10-1,52 (0,689)	0,04-0,98 (0,323)
Ukupni fosfor (mgP/l)	0,72-19,1 (3,947)	0,46-2,56 (1,417)	0,46-7,86 (2,809)	0,29-1,51 (0,724)	0,23-0,97 (0,401)	0,29-1,4 (0,577)	0,3-1,85 (1,21)	0,22-2,12 (0,935)	0,12-1,8 (0,793)	0,14-2,62 (0,666)

### Mikrobiološka analiza vode

Monitoring mikrobiološkog stanja vezan je uz obveze osiguranja uvjeta vode za kupanje, vode pogodne za uzgoj školjkaša, vode namijenjene ljudskoj potrošnji, te vode pogodne za život riba. S

obzirom da se radi o odvodnom kanalu koji je recipijent otpadnih voda promatrani su samo indikatori fekalnog zagađenja (ukupni koliformi, fekalni koliformi) u vodi Odvodnog kanala Karašica na mjernoj postaji Popovac od 2006. do 2009. godine. Uzorkovanje i analiza navedenih parametara su obavljani u skladu s hrvatskim normama. Međutim, njihovi odnosi tumačeni su u odnosu na standarde za područja koja imaju rekreativnu namjenu jer Uredba o standardu kakvoće voda ne zahtjeva mikrobiološke pokazatelje za procjenu stanja voda.

Ukupne koliformne bakterije su normalna mikroflora probavnog sustava sisavaca gdje se nalaze u velikim količinama, a u vodi preživljavaju mnogo duže od nekih drugih patogenih mikroorganizama. Ukupni koliformi ne potječu samo iz fecesa već se nalaze i u okolišu. Primarno su nepatogeni i spadaju u indikatorske bakterije. Prema rezultatima prikazanim u tablici 5, opterećenje fekalnih otpadnih voda se smanjuje. Ovaj rezultat može se pripisati uvođenju 2. stupnja pročišćavanja komunalnih otpadnih voda grada Belog Manastira. Međutim, broj fekalnih koliforma i dalje je vrlo velik što ukazuje na mikrobiološko onečišćenje vodotoka.

Tablica 5. Ukupni broj koliformnih bakterija, broj fekalnih koliforma i broj aerobnih bakterija u Odvodnom kanalu Karašica na mjernoj postaji Popovac od tog do tog mjeseca od 2006. do 2009. godine

	2006.	2007.	2008.	2009.
Ukupni broj koliformnih bakterija (UK/100 ml)	0-160 000 (51 128)	79-160 000 (22 407,9)	110-54 000 (15 841)	1600-35 000 (8 933,3)
Broj fekalnih koliforma (FK/100 ml)	0-160 000 (23 208)	27-160 000 (17 173,7)	79-17 000 (2 829,9)	110-11 000 (8 933,3)
Br. aerobnih bakt. 22°C (BK/ml 22°C)	7 860-43 530 (28 384)	310-39 040 (10 421)	1020-19 850 (7 110)	1 840-19 280 (9 693,3)

### Specifične onečišćujuće tvari

Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja na temelju prosječne godišnje koncentracije (PGK) ( $\mu\text{g/l}$ ) specifičnih onečišćujućih tvari za kopnene površinske vode definirane su za **bakar i cink** i njihove spojeve, a one variraju ovisno o tvrdoći vode. Mjerenja bakra i cinka u Odvodnom kanalu Karašica kod Popovca obavljena su samo u 2015. godini, kada je srednja vrijednost ukupne tvrdoće vode iznosila 475,56 mg CaCO<sub>3</sub>/l. Prosječna količina bakra u 2015. godini iznosila je 1,516  $\mu\text{gCu/l}$ , a cinka 6,037  $\mu\text{gZn/l}$ . Na temelju tvrdoće vode koja je >200 mg CaCO<sub>3</sub>/l, a prema kojoj je kanal u 5. kategoriji te prosječnim godišnjim koncentracijama (PGK) bakra i cinka kao specifičnih onečišćujućih tvari, voda Odvodnog kanala Karašica kod Popovca svrstava se u **5.kategoriju**.

Prosječna godišnja koncentracija **kroma** iznosila je u Odvodnom kanalu Karašica 0,628  $\mu\text{gCr/l}$ , što je manje od granične vrijednosti (9  $\mu\text{gCr/l}$ ) PGK za kopnene površinske vode (Uredba o standardu kakvoće voda, NN 73/13). Prosječna godišnja koncentracija **flourida** iznosila je u razdoblju 2010-2015. godine od 106 do 232  $\mu\text{g/l}$ , što je manje od granične vrijednosti (500  $\mu\text{g/l}$ ).

Prosječna godišnja koncentracija organski vezanih halogena koji se mogu adsorbirati (**AOX**) iznosila je 227,5  $\mu\text{g/l}$  u 2010. godini; 862,5  $\mu\text{g/l}$  u 2011. godini; 1332,5  $\mu\text{g/l}$  u 2012. godini te 1210  $\mu\text{g/l}$  u 2013. godini, što je iznad granične vrijednosti (50  $\mu\text{g/l}$ ) prema Uredbi o standardu kakvoće voda, NN 73/1), i predstavlja značajno onečišćenje visokotoksičnim organskim halidima.

Poliklorirani bifenili, PBC izražavaju se kao suma po Ballschmitteru: PBC-28, PBC-52, PBC-101, PBC-138, PBC-153, PBC-180. Prosječna godišnja koncentracija polikloriranih bifenila, mjerenih u 2015. godini bila je ispod granične koncentracije (0,01 µg/l).

# Koncepcija rješavanja problema

## Metodologija

---

Zakonom o vodama (Narodne novine, br. 153/2009, 63/2011, 130/2011, 56/2013 i 14/2014) je Okvirna direktiva o vodama prenesena u hrvatsko nacionalno zakonodavstvo. Prema Zakonu o vodama (NN 13/09, 63/11, 130/11, 56/13 i 14/14) i Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 73/13), stanje površinskih voda definira se temeljem dva kriterija - ekološkog stanja i kemijskog stanja, ovisno od toga koje je lošije. Sastav i struktura pojedinih bioloških zajednica u vodi odraz je ekoloških uvjeta koji vladaju na određenom staništu. Ekološko stanje predstavlja izraz kakvoće strukture i funkcioniranja vodenih ekosustava, koji se izražava usporedbom prevladavajućih uvjeta s referentnim uvjetima.

Ekološko stanje prvenstveno je određeno temeljem **monitoringa bioloških elemenata kakvoće koji uključuju makrofitsku vegetaciju, bentičke beskralješnjake i fitobentos te temeljem osnovnih fizikalno kemijskih elemenata kakvoće koji se koriste kao podržavajući elementi za procjenu ekološkog stanja.**

Ocjena kemijskog stanja uključuje analizu prioriternih specifičnih onečišćujućih tvari organskih i neorganskih. Na temelju ekološkog i kemijskog stanja određuje se stanje na pojedinim postajama.

Okvirna direktiva o vodama donijela je novi pristup u ocjenjivanju stanja voda koji se temelji na činjenici da različiti tipovi voda imaju različite ekološke karakteristike. Ekološke značajke površinskih voda ovise o nizu čimbenika, prirodnih i antropogeno uvjetovanih. Zbog prirodne ekološke raznolikosti uvedena je tipizacija površinskih voda i ocjenjivanje stanja voda s obzirom na relativno odstupanje od tzv. tip-specifičnih referentnih uvjeta. Tipizacija rijeka provedena je na svim rijekama sa slivnom površinom većom od 10 km<sup>2</sup>.

Odvodni kanal Karašica pripada vodnom području rijeke Dunav, području podsliva rijeka Drave i Dunava, **ektotipu HR-R\_2A**, neposredne slivne površine 90,1 km<sup>2</sup> (Slika 21).

Cilj zaštite okoliša znatno promijenjenih vodnih tijela definira se kao „**dobar ekološki potencijal**“, a njihovo referentno stanje kao „**maksimalni ekološki potencijal**“. Ocjena i klasificiranje hidromorfoloških obilježja znatno promijenjenih ili umjetnih vodnih tijela su u potpunosti usporedivi s onima za prirodna vodna tijela (EK, 2000.). Potoci i rijeke s maksimalnim ekološkim potencijalom trebali bi imati hidromorfološke uvjete koji su usklađeni s utjecajima koji su bili razlog proglašavanja vodnog tijela znatno promijenjenim ili umjetnim. Normativne definicije kategorija ekološkog potencijala za znatno promijenjena i umjetna tijela površinskih voda dane su u tablici 6.

**Tablica 6.** Normativne definicije kategorija ekološkog potencijala za znatno promijenjena i umjetna tijela površinskih voda, prema biološkim, osnovnim fizikalno-kemijskim i hidromorfološkim elementima

Element	Maksimalni ekološki potencijal	Dobar i bolji ekološki potencijal	Umjeren ekološki potencijal
biološki elementi	Vrijednosti odgovarajućih bioloških elemenata kakvoće odražavaju, koliko je to moguće, stanje uobičajeno za najbliže usporediv tip površinskih voda, u fizikalnim uvjetima koji proizlaze iz umjetno stvorenih ili znatno promijenjenih karakteristika tijela površinske vode.	Ima manjih promjena vrijednosti odgovarajućih bioloških elemenata kakvoće u usporedbi s vrijednostima za maksimalni ekološki potencijal.	Ima umjerenih promjena vrijednosti odgovarajućih bioloških elemenata kakvoće u usporedbi s vrijednostima za maksimalni ekološki potencijal. Vrijednosti znatno više odstupaju od onih koje se susreću kod dobre kakvoće.
<b>Fizikalno-kemijski i kemijski elementi</b>			
opći uvjeti	Fizikalno-kemijski elementi potpuno ili gotovo potpuno odgovaraju nenarušenom stanju onog tipa površinskih voda najbliže usporedivom s odgovarajućim umjetnim ili znatno promijenjenim tijelom površinske vode. Koncentracije hranjivih tvari su u rasponu koji je uobičajen za takvo nenarušeno stanje. Temperatura, režim kisika i pH u skladu su s uvjetima koji vladaju u najbliže usporedivom tipu površinskih voda u nenarušenom stanju.	Vrijednosti fizikalno-kemijskih elemenata su u rasponu utvrđenom tako da osigurava funkcioniranje ekosustava i postizanje gore navedenih vrijednosti bioloških elemenata kakvoće. Temperatura, režim kisika i pH ne izlaze iz utvrđenih raspona, koji omogućuju funkcioniranje ekosustava i postizanje gore navedenih vrijednosti bioloških elemenata kakvoće. Koncentracije hranjivih tvari ne izlaze iz utvrđenih raspona, koji omogućuju funkcioniranje ekosustava i postizanje gore navedenih vrijednosti bioloških elemenata kakvoće.	Uvjeti sukladni postizanju gore navedenih vrijednosti za biološke elemente kakvoće.
specifične sintetske onečišćujuće tvari	Koncentracije oko nule i ne više od granica kvantifikacije najnaprednije analitičke metode u općoj uporabi.	Koncentracije ne prelaze standarde iz Priloga 2.C ove Uredbe.	Uvjeti sukladni postizanju gore navedenih vrijednosti za biološke elemente kakvoće.
specifične nesintetske onečišćujuće tvari	Koncentracije ostaju u rasponu uobičajenom za nenarušeno stanje (prirodna razina).	Koncentracije ne prelaze standarde Priloga 2.C ove Uredbe. Primjena standarda ne zahtijeva smanjenje koncentracije onečišćujuće tvari ispod prirodne razine.	Uvjeti sukladni postizanju gore navedenih vrijednosti za biološke elemente kakvoće.

Ocjenjivanje ekološkog stanja voda predstavlja mjerenje promjene stanja i funkcije ekosustava u odnosu na prirodno, odnosno referentno stanje. U odnosu na veličinu promjene ocjenjeno ekološko stanje prikazano je na kartama i u tablicama odgovarajućom bojom (tablica 7). Referentno stanje je prirodno stanje tijela površinske vode bez ili s vrlo malim utjecajem ljudskih

aktivnosti (industrija, intenzivna poljoprivreda, urbanizacija, regulacija u svrhu obrane od poplava i zbog unutarnje plovidbe). Referentni uvjeti (kvalitativni i kvantitativni) određeni su na temelju prostornih i povijesnih podataka, a u najvećoj mjeri na temelju ekspertnih procjena.

U Prilogu 1. A. Uredbe o standardu kakvoće voda navedena je normativna definicija kategorije za vrlo dobro ekološko stanje površinskih voda što odgovara normativnoj definiciji za referentne uvjete.



Slika 21. Ekološki tipovi tekućica (Uredba o standardu kakvoće voda)

Granične vrijednosti za vrlo dobro, dobro i umjereno ekološko stanje pokazatelja osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata kakvoće su propisane Uredbom o standardu kakvoće voda (Narodne novine, br. 73/2013 i 151/2014). U tablici 8 dani su normirani podržavajući elementi i pokazatelji kakvoće voda za ocjenu ekološkog stanja rijeka.

Tablica 7. Kategorije i granične vrijednosti pokazatelja ekološkog stanja za Odvodni kanal Karašica u Baranji (ekotip HR-R\_2A).

Kategorija ekološkog stanja	Omjer ekološke kakvoće*			
	Fitobentos	Makrofita		Makrozoobentos
		BM	RI-M	
vrlo dobro	0,80-1,00	0,85-1,00	0,65-1,00	0,80-1,00
dobro	0,60-0,79	0,65-0,84	0,50-0,64	0,60-0,79
umjereno	0,40-0,59	0,45-0,64	0,25-0,49	0,40-0,59
loše	0,20-0,39	0,25-0,44	0,00-0,24	0,20-0,39
vrlo loše	<0,20	0,10-0,24	nema submerzne makrofitske vegetacije	<0,20

Granične vrijednosti za vrlo dobro, dobro i umjereno ekološko stanje pokazatelja osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata kakvoće su propisane Uredbom o standardu kakvoće voda (Narodne novine, br. 73/2013 i 151/2014). U tablici 8 dani su normirani podržavajući elementi i pokazatelji kakvoće voda za ocjenu ekološkog stanja rijeka.

Tablica 8. Normirani podržavajući elementi i pokazatelji kakvoće za ocjenu ekološkog stanja tekućica

Element kakvoće		Pokazatelj kakvoće
Fizikalno-kemijski i kemijski	Zakiseljenost	pH
	Režim kisika	Biološka potrošnja kisika u pet dana (BPK <sub>5</sub> ) Kemijska potrošnja kisika (KPK <sub>Mn</sub> )
	Hranjive tvari	Amonij Nitrati Ukupni dušik Ortofosfati Ukupni fosfor
	Specifične onečišćujuće tvari	Arsen i njegovi spojevi Bakar i njegovi spojevi Cink i njegovi spojevi Krom i njegovi spojevi Fluoridi Organski vezani halogeni koji se mogu adsorbirati (AOX) Poliklorirani bifenili (PCB)

Za ocjenu stanja tijela površinske vode na temelju bioloških elemenata kakvoće primijenjeni su omjeri ekološke kakvoće (OEK) svakog biološkog elementa. Omjer ekološke kakvoće pokazatelja/indeksa je omjer između izmjerenih vrijednosti i referentnih vrijednosti pokazatelja/indeksa za određeni tip površinske vode.

Za potrebe izrade ove studije izučavane biološke zajednice u vodi su alge (bentoske), makrofitska vodena vegetacija i bentički beskralješnjaci (Tablica 9). S obzirom na to da se radi o Odvodnom kanalu Karašica koji prvenstveno ima funkciju odvodnje otpadnih voda nisu izučavane ribe kao biološki element za utvrđivanje ekološkog stanja.

Način uzorkovanja s terenskim protokolom, postupak laboratorijske analize i obrade podataka, kriteriji na temelju kojih se određuju tipovi površinskih voda, referentne vrijednosti pokazatelja/indeksa, odgovarajuće taksonomske razine za pokazatelje/indekse potrebne za postizanje odgovarajuće pouzdanosti i točnosti pri ocjeni bioloških elemenata kakvoće voda, postupak izračunavanja bioloških pokazatelja/indeksa i omjera ekološke kakvoće, referentne i operativne liste taksona (svojt) te popis determinacijskih ključeva, propisan je Metodologijom uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće koju su donijele odlukom Hrvatske vode, u siječnju 2015. godine sukladno članku 19. stavku 5. Uredbe o standardu kakvoće voda.

Tablica 9. Normirani biološki elementi i pokazatelji kakvoće za ocjenu ekološkog stanja tekućica

Element kakvoće	Pokazatelj/indeks kakvoće	Opterećenje na koje ukazuje	Modul
<b>Fitobentos</b>	Trofički indeks dijatomeja ( $TID_{HR}$ ) Nedijatomejski indeks (NeD)	Opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost
	Saprobni indeks ( $SI_{HR}$ )	Opterećenje organskim tvarima	Saprobnost
<b>Makrofita</b>	Biocenoška metoda ( $BM_{HR}$ ) Referentni indeks ( $RI-M_{HR}$ )	Opća degradacija	Opća degradacija
<b>Makrozoobentos</b>	Ukupan broj svojti (UBS) Udio oligosaprobni indikatora (OSI%) Hrvatski saprobni indeks ( $SI_{HR}$ ) BMWP bodovni indeks (BMWP) Prošireni biotički indeks (PBI)	Opterećenje organskim tvarima	Saprobnost
	Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H); Udio svojti koje preferiraju šljunak, litoral i pjeskoviti tip supstrata Akal+Lit+Psa (ALP%) Indeks bioceničkog područja (IBR) Udio pobirača/sakupljača (P/S%)	Hidromorfološke promjene/opća degradacija	Opća degradacija

## Vremenska dinamika uzorkovanja i područje istraživanja

Područje malog sliva Baranja sjeveroistočni je dio Osječko-baranjske županije, smješteno u međuriječju Drave i Dunava te predstavlja zasebnu hidrotehničku cjelinu. S istoka je omeđeno rijekom Dunav, sa sjevera i zapada državnom granicom prema Republici Mađarskoj, a s juga rijekom Dravom. S teritorija Republike Mađarske u Baranju dotječe Odvodni kanal Karašica i presijeca državnu granicu kod naselja Luč u Općini Petlovac.

Zbog hidroloških (klimatoloških) utjecaja kao i utjecaja ljudskih aktivnosti (u smislu korištenja zemljišta i ispuštanja komunalnih otpadnih voda te otpadnih voda s poljoprivrednih gospodarstava) istraživanja su provedena na dionici Odvodnog kanala Karašica od ušća u potok



Karašicu (stacionaža 0+000) do mjesta Luč, odnosno hrvatsko-mađarske granice (stacionaža 31+664) ukupne duljine 31,664 km.

Istraživane postaje (ukupno 4 lokaliteta) nalazile su na dionici odvodnog kanala Karašica:

**S1** – most na cesti Luč – Petlovac (stacionaža **29+594**),

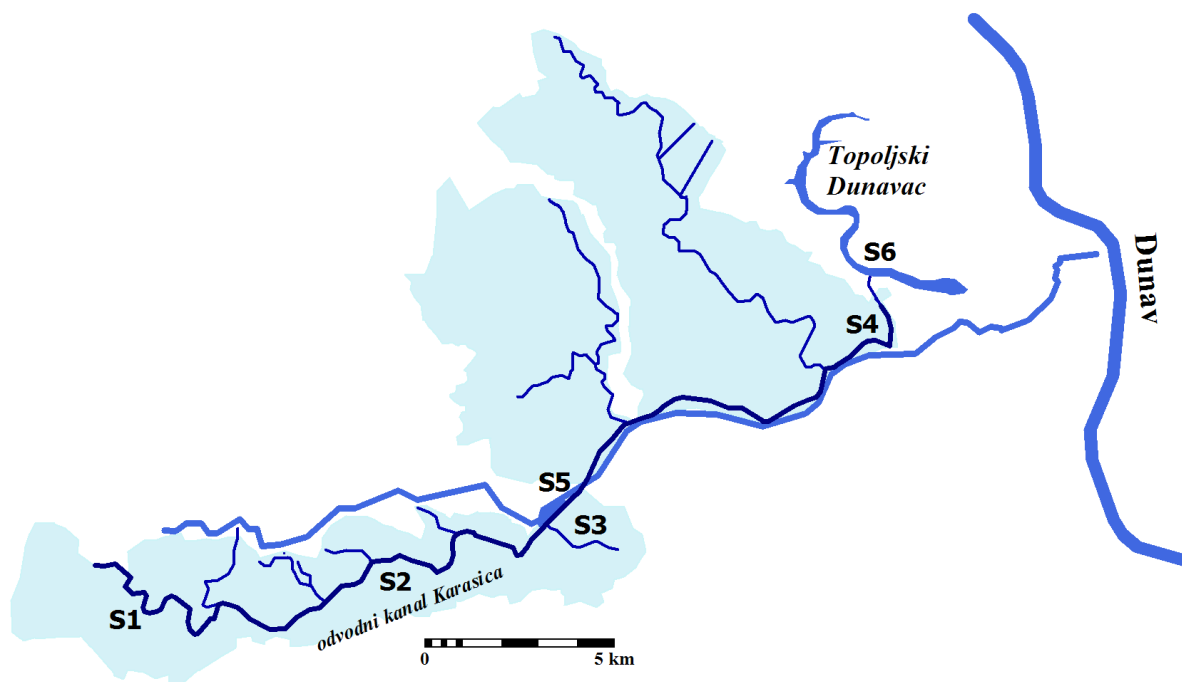
**S2** – most na cesti Beli Manastir – Branjin Vrh (stacionaža **19+763**),

**S3** – most kod ribnjaka Popovac (stacionaža **13+566**),

**S4** – most na cesti Gajić – Draž (stacionaža **2+007**).

Osim odvodnog kanala Karašica obavljeno je i uzorkovanje ribnjaka Popovac (**S5**) i Topoljskog Dunavca (**S6**), slika 22.

Retencija Topoljski Dunavac (S6 lokalitet) nalazi se u vodnom području sliva Drave i Dunava, slivnom području „Baranja“, dug je 10 km, od čega je u Hrvatskoj oko 8,5 km, a preostali dio je granično područje. Prostire se na površini od 247-280 ha ovisno o vodostaju. To je nekadašnji stari tok Dunava, nastao prije 150 godina, a danas ima odlike akumulacije. Dno rukavca je pjeskovito, dubine 3-5 m, najveća izmjerena dubina je 8 m. Izgradnjom nasipa u općini Draž, tok rijeke Dunav je preusmjeren prema Batini, pa se Topoljski Dunavac proteže od Draža na sjeverozapad uz Gajić i Topolje do granice s Mađarskom, te u Mađarsku. Prostor Topoljskog Dunavca odvojen nasipima od Dunava ipak je s njim posredno povezan Ustavom Draž koja se nalazi na krajnjem jugoistočnom dijelu Dunavca. Područje Topoljskog Dunavca nalazi se u području očuvanja ekološke mreže Natura 2000 značajno za ptice „Podunavlje i donje Podravlje“ (HR1000016) i značajnim za vrste i stanišne tipove „Dunav sjeverno od Kopačkog rita“ (HR2001309)



Slika 22. Pregledna karta dionice Odvodnog kanala od ušća u potok Karašicu do granice s Republikom Mađarskom s prikazom lokacija istraživanih postaja.

Prirodan vegetacijski pokrov reduciran je uslijed antropogenih činitelja jer su branjeni dijelovi područja najvećim djelom pod oranicama. Obale su obrasle vegetacijskim zajednicama (*Salicetum albae-fragilis*, *Caricetum elatae*, *Scirpo - Phragmitetum*, *Lemno - Utricularietum*, *Hydrochari-Strattonetum*), te drugog vodenog bilja pa je idealno mjesto odmora i gniježđenja ptica močvarica, također i značajno mrjestilište mnogih vrsta riba. Na ovom području je preliminarnim istraživanjima pronađena i invazivna vrsta *Amorpha fruticosa* značajna zbog rasta uz eutrofne vode. Tijekom 2015. godine na ovom području utvrđeno je gniježđenje barem tri NATURA2000 vrste: eje močvarice *Circus aeruginosus*, bukavca *Botaurus stellaris*, patke nJORKE *Aythya nyroca*. (Izvor: Primjedbe i dopune na Uredbu o izmjenama i dopunama Uredbe o ekološkoj mreži, Hrvatsko društvo za zaštitu ptica i prirode, 2015.)

Ribnjak Popovac (lokalitet S5) opskrbljuje se vodom iz potoka Karašica, a pražnjenje ribnjaka vrši se u Odvodni kanal Karašica. Ribnjak je u funkciji gospodarskog korištenja površine 19,29 ha, a proizvodnja ribe iznosi 5t/god.

Istraživanja za potrebe izrade ove studije provedena su od ožujka 2015. godine do veljače 2016. godine. Dinamika pojedinih terenskih radova te odabir lokacija, određeni su sezonalnim karakterom istraživanih sastavnica prirode (ključni stanišni tipovi, makrofitska vegetacija, makrozoobentos, fitobentos), zahtjeva koji proizlaze iz projektnog zadatka (definirani vodostaji: ispod +100, od +100 do +150, od +150 do +200, preko +200), utjecaja ljudskih aktivnosti (u smislu korištenja zemljišta i ispuštanja komunalnih otpadnih voda i otpadnih voda s poljoprivrednih gospodarstava), te vremenskim i hidrološkim (ne)prilikama šireg istraživanog područja. U tablici 10 prikazan je vremenski raspored u kojem su provedena pojedina istraživanja.

Tablica 10. Vremenska dinamika provedenih terenskih istražnih radova prema istraživanim sastavnicama

Godina	2015.										2016.	
Mjesec	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	1.	2.
<b>Ključni stanišni tipovi</b>												
- prvi izlazak na teren												
- kopnena staništa i flora												
- vodena staništa, vegetacija												
<b>Makrozoobentos</b>												
- prvi izlazak na teren												
- uzorkovanje												
<b>Fitobentos</b>												
- prvi izlazak na teren												
- uzorkovanje												
<b>Fizikalno kemijski parametri koji prate biološke</b>												
- uzorkovanje												
<b>Mikrobiologija</b>												
- uzorkovanje												
<b>Određivanje teških metala i pesticida</b>												
- uzorkovanje												
<b>Granulometrijska i kemijska analiza sedimenta</b>												
- uzorkovanje												

# Biološki elementi kakvoće vode

## Makrofiti

---

Vodeni makrofiti imaju značajnu ekološku ulogu u rijekama. Određene vrste i skupine makrofita čine zajednice koje su svojstvene za pojedine tipove tekućica. Pod antropogenim utjecajem sastav makrofitskih zajednica se mijenja i kvantitativno i kvalitativno. Nepostojanje makrofita je prirodno za neke tipove tekućica (npr. za jako zasjenjene, bujične, duboke, prirodno mutne tokove). No, može ukazivati i na antropogeno uzrokovane promjene, prije svega promjene u hidromorfologiji tekućice kad zbog produbljivanja korita, utvrđivanja i stvaranja obala strmijih no što su bile prirodno, nestaju pogodna staništa za makrofite. Uzrok tomu su prije svega dublja, time i slabije osvjetljenja korita te brži protok vode koji ne dozvoljava naseljavanje makrofita.

Makrofiti su vrlo dobri bioindikatori stanja voda. Prednosti pred nekim drugim biološkim elementima kakvoće su:

- obično su pričvršćeni za podlogu i relativno su veliki,
- broj vrsta je u usporedbi s makrozoobentosom ili fitobentosom relativno mali,
- omogućuju ocjenu stanja vode i sedimenta i
- kod pregledavanja/uzorkovanja uglavnom se ne oštećuje mjesto uzorkovanja.

## Uzorkovanje

Uzorkovanje makrofitske vegetacije na svakom lokalitetu provedeno je tako da je odabran odsječak obale ujednačenih ekoloških prilika. Duljina odsječka iznosila je 50 m. Biljke su sakupljane direktno branjem iz vode i grabljama. Nakon što su popisane sve makrofitske vrste procijenjena je njihova zastupljenost pomoću peterostupanjske skale prema Kohleru (Metodologija uzorkovanja, 2015).

Odvodni kanal Karašica predstavlja stanište s više manje stajaćom vodom zbog čega je razvijena vegetacija eutrofnih stajaćica koja ne odgovara prirodnoj vegetaciji nizinskih tekućica.

U ovom je tipu vegetacije izražena sezonska dinamika sastava makrofita u kojoj zbog ljetnog razvoja zajednica vodenih leća na površini vode i nedostatka svjetlosti pod vodom dolazi do izmjene submerznih zajednica onima koje preferiraju nizak intenzitet svjetlosti. Upravo su submerzne vrste one koje igraju važnu ulogu u procijeni ekološkog stanja kakvoće vode, zbog čega je uzorkovanje makrofita za potrebe određivanja ekološkog stanja Odvodnog kanala Karašica obavljeno u dva terenska izlaska u kojima je obuhvaćen proljetni i ljetni aspekt kada su makrofiti optimalno razvijeni.

Proljetno istraživanje obavljeno je 17. lipnja 2015. u periodu u kojem je makrofitska vegetacija već uvelike razvijena, dok je ljetno uzorkovanje obavljeno 3. kolovoza 2015. godine kada je na dijelovima voda čak i nestala.

Prema kriterijima za tipizaciju rijeka, prema veličini sliva, nadmorskoj visini i geološkoj i litološkoj podlozi (Metodologija uzorkovanja, 2015) Odvodni kanal Karašica u Baranji pripada nizinskim

malim tekućicama s glinovito-pjeskovitom podlogom. Korištena je referentna zajednica *Callitriche* tip (Ca) koja predstavlja tipsku zajednicu makrofita ovog tipa tekućica.

Za određivanje stupnja opće degradacije vodotoka izračunat je referentni indeks (RI-M), tablica 11. Na svakoj je postaji prisutna biljna zajednica uspoređena s referentnom biljnom zajednicom. Vrijednost indeksa zasniva se na brojnosti vrsta iz referentne biljne zajednice koje su pokazatelj dobrog stanja i vrsta koje se ne nalaze u referentnoj zajednici, a pokazatelj su poremećaja. Što je prisutno manje vrsta referentne zajednice i što je njihova brojnost manja, a što je više vrsta pokazatelja poremećaja i što im je pokrovnost veća to je kakvoća vode ocijenjena nižom.

Za svaku je postaju izračunat i biocenološki indeks (BM) koji također pokazuje odstupanje prisutne zajednice u odnosu na očekivanu referentnu zajednicu. Pri izračunavanju indeksa u obzir se uzima ukupna pokrovnost makrofitske vegetacije, učestalost vrsta pokazatelja poremećaja i broj morfoloških tipova koji ne ukazuju na određeni poremećaj (eutrofikaciju, ubrzan ili usporen tok vode). Što je veća učestalost pokazatelja poremećaja, a manji broj morfoloških tipova koji nisu pokazatelj poremećaja to je kakvoća vode ocijenjena nižom. Najnižu ocjenu imaju postaje s jako osiromašenom makrofitskom vegetacijom.

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju kakvoće makrofita ( $OEK_{\text{makrofita}}$ ) dobivena je kao srednja vrijednost dvaju ekoloških indeksa (RI-M i BM), tablica 11.

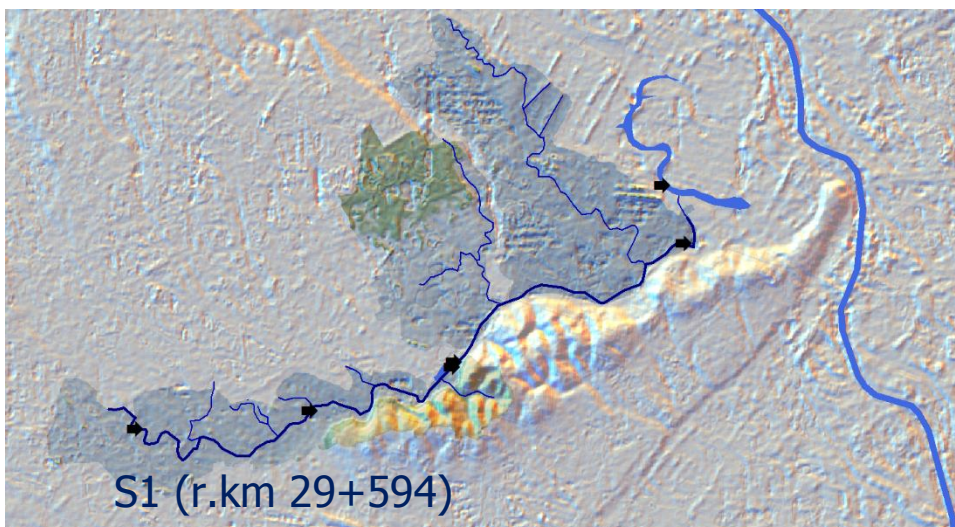
Tablica 11. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za makrofite referentnog i biocenološkog indeksa i ukupne ocjene ekološkog stanja na temelju kakvoće makrofita.

Kategorija ekološkog stanja	RI-M	BM, $OEK_{\text{makrofita}}$
Vrlo dobro	0,65 - 1,00	0,85 - 1,00
Dobro	0,50 - 0,64	0,65 - 0,84
Umjereno	0,25 - 0,49	0,45 - 0,64
Loše	0,00 - 0,24	0,25 - 0,44
Vrlo loše	nema submerzne vegetacije	0,10 - 0,24

## Rezultati

### S1 - most na cesti Luč - Petlovac

Na postaji S1 (stacionaža **29+594**, Slika 23) u lipnju je zabilježena vrlo velika ukupna pokrovnost makrofita od 80%. Upravo u ovom proljetnom aspektu naglašen je submerzni tip vegetacije koji se u proljeće počinje prvi razvijati (Slika 24).

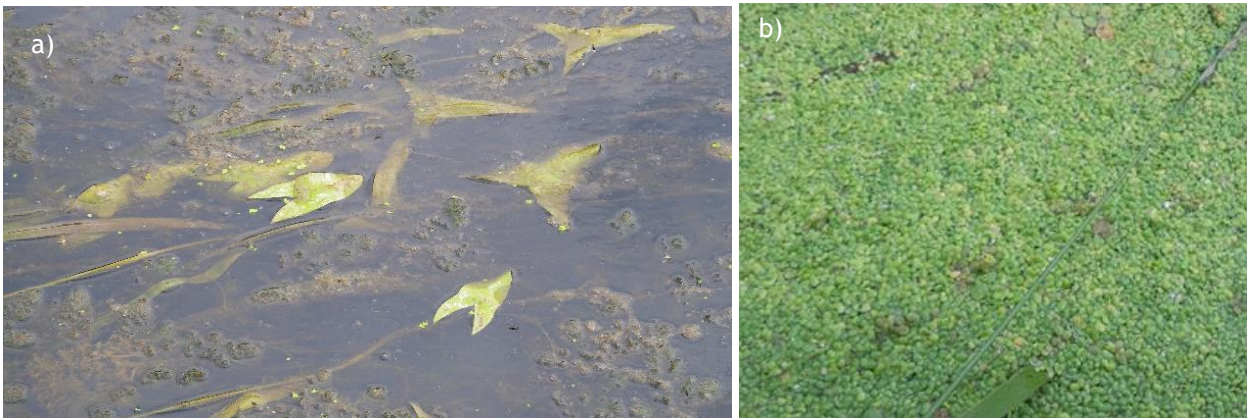


Slika 23. Prikaz položaja istraživane postaje S1 unutar slivnog područja odvodnog kanala Karašica. U podlozi je korišten ASTER GDEM digitalni model reljefa.



Slika 24. Prikaz vegetacije na postaji S1 u proljetnom dijelu istraživanja.

S najvećom je pokrovnošću bila razvijena vrsta *Ceratophyllum demersum* (Slika 25a), a s nešto manjom vrsta *Sagittaria sagittifolia* (Slika 25b) u svojoj submerznoj formi. Najbolji pokazatelj da se radi o stajaćoj eutrofnoj vodi je također zabilježena povećana pokrovnost slobodno plivajućih vrsta *Lemna minor*, *Lemna gibba* i *Spirodela polyrhiza* koje su se pojavljivale na površini.



Slika 25. a) Vrste *Ceratophyllum demersum* i submerzan oblik vrste *Sagittaria sagittifolia*, b) slobodno plivajuće vrste iz porodice *Lemnaceae*.

Značajno smanjenje dubine vode na staništu zabilježeno je tijekom ljetnog istraživanja provedenog 3. kolovoza 2015. godine gdje je na dijelovima voda čak i nestala.

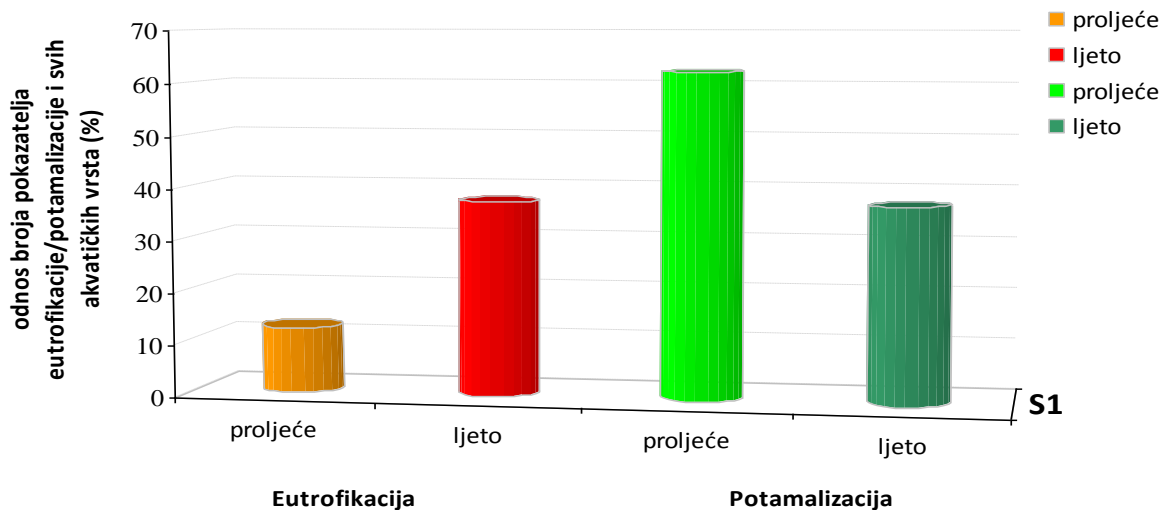
U ljetnom aspektu, na staništu se povećala ukupna pokrovnost makrofita i iznosila je 100%. Razvoj zajednice vodenih leća kulminirao je tijekom ljeta, pa su vrste *Lemna minor*, *L. gibba* i *Spirodela polyrhiza* zabilježene s najvećom pokrovnosću. Zbog značajno smanjene dubine i nedostatka vode na staništu, ali i nedostatka svjetlosti ispod vodenih leća u ljetnom su dijelu istraživanja s daleko manjom pokrovnosću zabilježene vrste *Ceratophyllum demersum* i *Potamogeton pectinatus* (Tablica 12).

Tablica 12. Sastav makrofita na postaji S1 u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja.

proljeće	ljetno
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.
<i>Lemna gibba</i> L.	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.
<i>Lemna minor</i> L.	<i>Lemna gibba</i> L.
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	<i>Lemna minor</i> L.
<i>Sparganium erectum</i> L.	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.
<i>Veronica beccabunga</i> L.	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmbg.	<i>Utricularia neglecta</i> Lehm.
<i>Sium latifolium</i> L.	

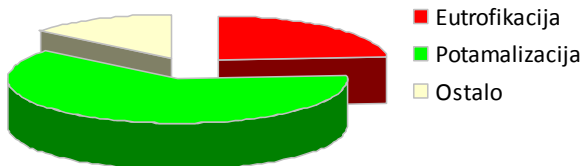
Pokazatelji poremećaja ukazuju na procese koji prevladavaju na staništu, a prikazani su kao udio broja (Slika 26) i pokrovnosti (Slika 27) prisutnih pokazatelja eutrofikacije i potamalizacije (pokazatelji usporenja toka) u ukupnom broju i pokrovnosti svih akvatičkih vrsta tijekom proljeća i ljeta. Iako je broj pokazatelja eutrofikacije na postaji narastao u ljetnom dijelu istraživanja s 12% na 37% njihova je ukupna pokrovnost stalna, u proljeće je iznosila 24%, a u ljeto 25%. Udio broja pokazatelja potamalizacije u ukupnom broju vrsta je pao u ljetnom dijelu istraživanja s 63% na 38% (Slika 26), ali je njihova ukupna pokrovnost narasla sa 62% na 78% (Slika 27).

Odnos pokazatelja poremećaja pokazuje da je upravo potamalizacija, odnosno usporenje toka, najvažniji poremećaj na staništu, povećanje pokrovnosti pokazatelja potamalizacije da se utjecaj povećava u ljetnom dijelu istraživanja.

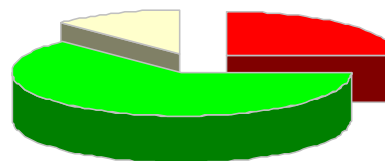


Slika 26. Prikaz udjela (%) broja pokazatelja eutrofikacije i potamalazicije u odnosu na ukupan broj vrsta tijekom proljeća i ljeta.

proljeće

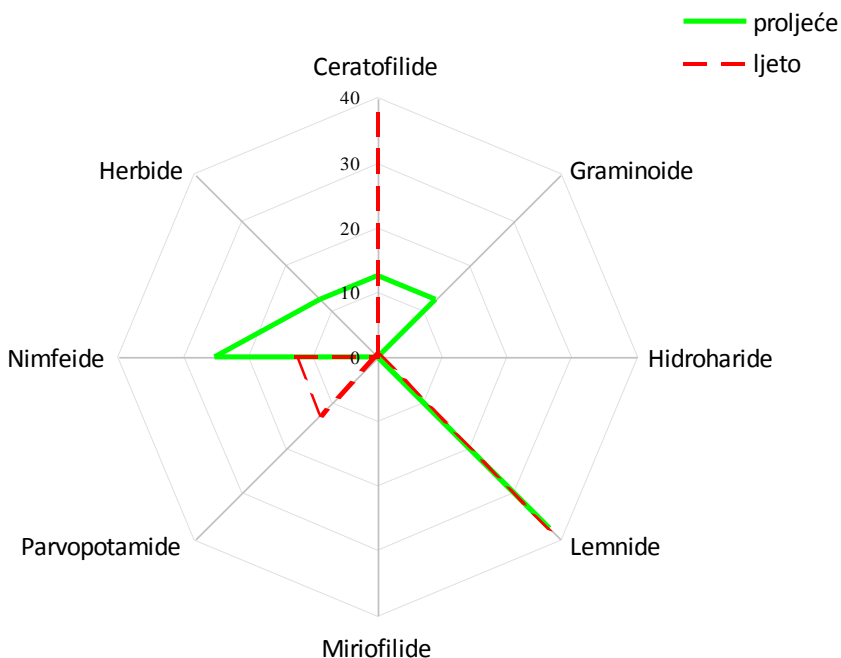


ljetno



Slika 27. Prikaz udjela učestalosti (%) pokazatelja eutrofikacije i potamalazicije u odnosu na ukupnu učestalost svih akvatičkih vrsta tijekom proljeća i ljeta na lokalitetu S1.

Morfološki su tipovi prikazani kao odnos broja vrsta pojedinog morfološkog tipa i ukupnog broja vrsta unutar zajednice. Dobar su pokazatelj morfoloških prilagodbi životu u vodi, a njihov udio u ukupnoj vegetaciji u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja na postaji S1 prikazan je na slici 28.



Slika 28. Prikaz udjela (%) vrsta u morfološkim tipovima vegetacije makrofita na postaji S1.

Iako se broj morfoloških tipova prisutnih na postaji smanjio u ljetnom dijelu istraživanja s 5 na 4 ukupna se pokrovnost makrofitske vegetacije povećala s 80% na 100%. Dominantni morfološki tipovi na postaji i u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja su Ceratofilide (proljeće 12,5%, ljetno 38%) i Lemnide (38% i u proljeće i u ljetno), a pokazatelji su eutrofikacije i usporenog vodnog toka. Obzirom da su potpuno nadomjestile referentnu *Sparaganium emersum* zajednicu indiciraju jako promijenjene hidrološke prilike i jako usporen vodeni tok. Prema sastavu morfoloških tipova većina pripada nekom tipu poremećaja.

U proljetnom dijelu istraživanja Ceratofilide i Graminoide pripadaju pokazateljima eutrofikacije, a Lemnide pokazateljima potamalizacije. U ljetnom dijelu istraživanja Ceratofilide i Parvopotamide pripadaju pokazateljima eutrofikacije, a Lemnide pokazateljima potamalizacije. Upravo udio pokazatelja eutrofikacije iz morfoloških tipova Ceratofilide (proljeće 12,5% i ljetno 38%) i Parvopotamide (proljeće 0% i ljetno 12,5%) povećan je u ljetnom dijelu istraživanja (Slika 28).

Vrijednosti omjera ekološke kavoće (RI\_M) prema referentnom indeksu kao i omjera ekološke kakvoće za stupanj degradacije određen biocenološkom metodom za postaju S1 u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja prikazani su u tablici 13.

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju kakvoće makrofita ( $OEK_{\text{makrofita}}$ ) dobivena je kao srednja vrijednost dvaju ekoloških indeksa (RI-M i BM), a za postaju S1 u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja prikazana je u tablici 13.

Iako se vrijednosti referentnog i biocenološkog indeksa razlikuju dobiveni indeksi pokazuju loše ekološko stanje, kako u proljetnom tako i u ljetnom dijelu istraživanja.

Obzirom da su vrijednosti referentnog indeksa vrlo male, dobivena ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju kakvoće makrofita ( $OEK_{\text{makrofita}}$ ) i za proljetni i ljetni dio istraživanja pokazuje vrlo loše stanje (Tablica 13), a temelji se na različitim graničnim vrijednostima kategorija (Tablica 11)



ukupne ocjene ekološkog stanja na temelju kakvoće makrofita ( $OEK_{\text{makrofita}}$ ) i referentnog indeksa (RI-M).

Tablica 13. Vrijednosti kategorija ekološkog stanja za makrofite izražene kao omjer ekološke kakvoće za postaju S1.

Postaja S1				
indeks	sezona	vrijednost indeksa		
RI-M	proljeće	0,07		
	ljeto	0,01		
BM	proljeće	0,35		
	ljeto	0,35		
$OEK_{\text{makrofita}}$	proljeće	0,21		
	ljeto	0,18		
Kategorija ekološkog stanja				
vrlo dobro	dobro	umjereno	loše	vrlo loše

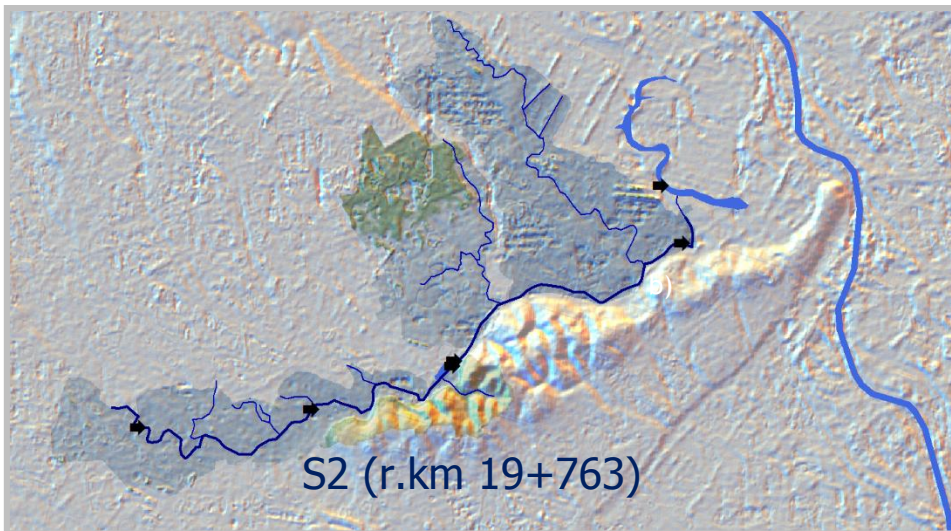
Na postaji S1 došlo je do potpune degradacije referentne zajednice *Callitriche* tipa, a prisutne vrste pokazatelji su nekoliko poremećaja, od kojih su najznačajniji eutrofikacija i potamalizacija.

Vrsta *Potamogeton pectinatus* pokazatelj je eutrofikacije. *Ceratophyllum demersum* koja dominira na postaji S1 u proljetnom dijelu istraživanja također je pokazatelj eutrofikacije, ali i usporenog vodenog toka. *Lemna* tip zajednice svojstvene su za stajačice, a u tekućicama indiciraju jako promijenjene hidrološke prilike. Razvijena vegetacija eutrofnih stajačica pokazatelj je da se radi o dijelu kanala u kojem voda veći dio godine stoji. Vrlo lošem i lošem stanju pridonosi i bitno promijenjena hidrologija odvodnog kanala u odnosu na prirodne riječne tokove. Osim pokazateljima poremećaja zbog strmih usječenih obala i redovitog čišćenja onemogućen je razvoj ostalih makrofitskih vrsta referentne zajednice, pokazatelja dobrog stanja.

## S2 - most na cesti Beli Manastir - Branjin Vrh

U proljetnom istraživanju u periodu u kojem je makrofitska vegetacija na ostalim postajama već uvelike razvijena, na postaji S2 (Slika 29) zabilježena je vrlo mala ukupna pokrovnost makrofita, svega 20%. Prevladavale su slobodno plivajuće vrste *L. gibba* i *L. minor*, koje su se zadržavale na rubnoj vegetaciji. U submerznom su se sloju pojavljivale vrste *P. pectinatus* i *S. Sagittifolia* (Slike 30 i 31a i b).

Tijekom ljeta ukupna se pokrovnost makrofita smanjila u odnosu na proljeće i iznosila svega 10%. Prevladavala je slobodno plivajuća vrsta *L. gibba*, a u submerznom se sloju rijetko pojavljivala vrsta *P. pectinatus* (Slika 32a i b).



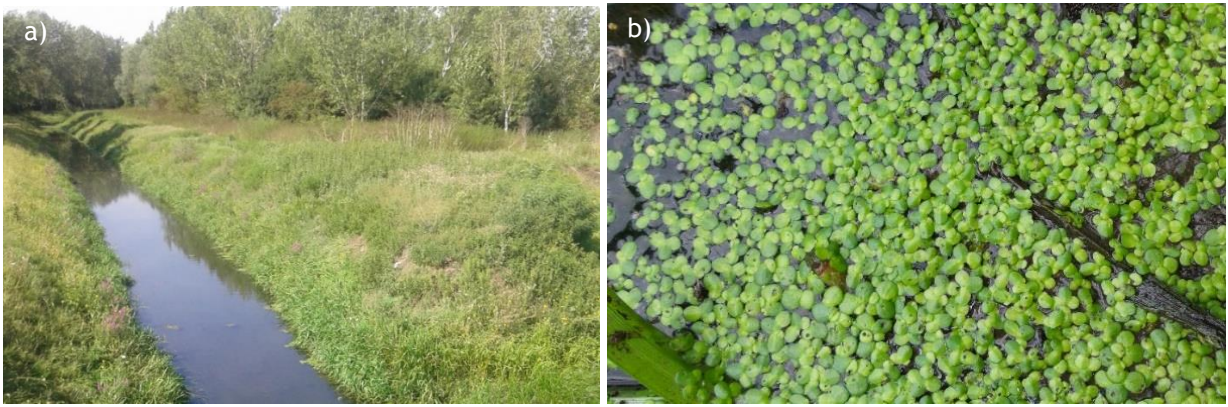
Slika 29. Prikaz položaja istraživane postaje S2 unutar slivnog područja odvodnog kanala Karašica. U podlozi je korišten ASTER GDEM digitalni model reljefa.



Slika 30. Prikaz vegetacije na postaji S2 u proljetnom dijelu istraživanja.



Slika 31. U proljetnom dijelu istraživanja na postaji S2 zabilježena je: a) slobodno plivajuća vegetacija, b) submerzna vrsta *Potamogeton pectinatus*.

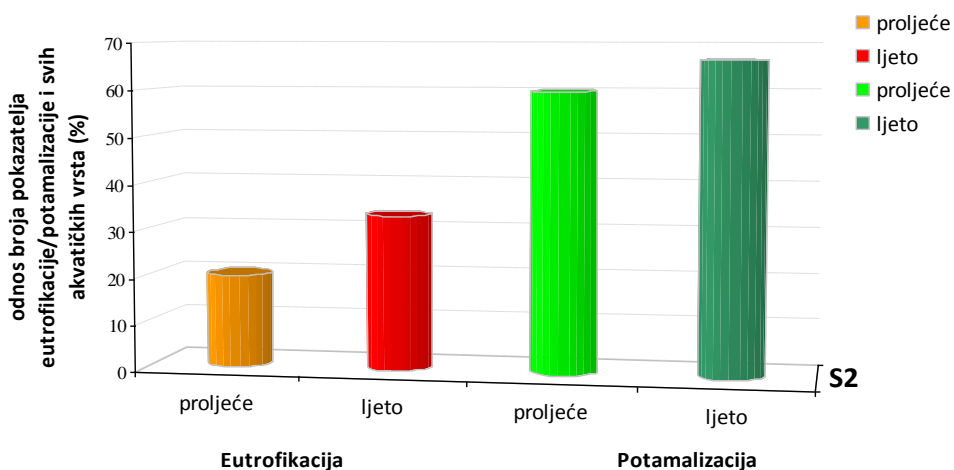


Slika 32. Prikaz vegetacije na postaji S2 u ljetnom dijelu istraživanja (a). U ljetnom je dijelu istraživanja na postaji S2 zabilježena slobodno plivajuća vrsta *L. gibba* (b).

Tablica 14. Sastav makrofita na postaji S2 u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja.

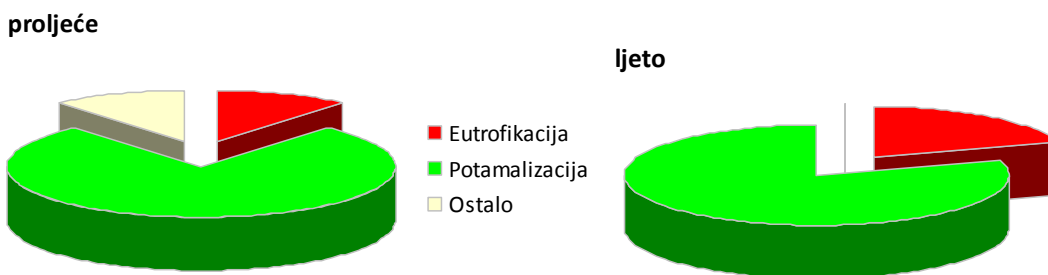
Proljeće	ljetno
<i>Lemna gibba</i> L.	<i>Lemna gibba</i> L.
<i>Lemna minor</i> L.	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmbg.
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmbg.	

Broj vrsta makrofita ( proljeće 5, ljetno 3) i njihova pokrovnost ( proljeće 20%, ljetno 10%) su na istraživanoj postaji S2 značajno smanjeni u odnosu na ostale postaje. Iako udio broja (Slika 33) i učestalosti (Slika 34) prisutnih pokazatelja eutrofikacije i potamalizacije u odnosu na ukupan broj i učestalost svih akvatičkih vrsta pokazuju sličan odnos tijekom proljeća i ljeta, značajan je nestanak ostalih vrsta koje su s 11% pale na 0%. Isto stanje vidljivo je u tablici 14 gdje je i u proljetnom dijelu istraživanja zabilježen mali broj vrsta (5 vrsta), a tijekom ljeta taj se broj još i smanjuje (3 vrste).



Slika 33. Prikaz udjela broja pokazatelja eutrofikacije i potamalazije u odnosu na ukupan broj vrsta tijekom proljeća i ljeta.

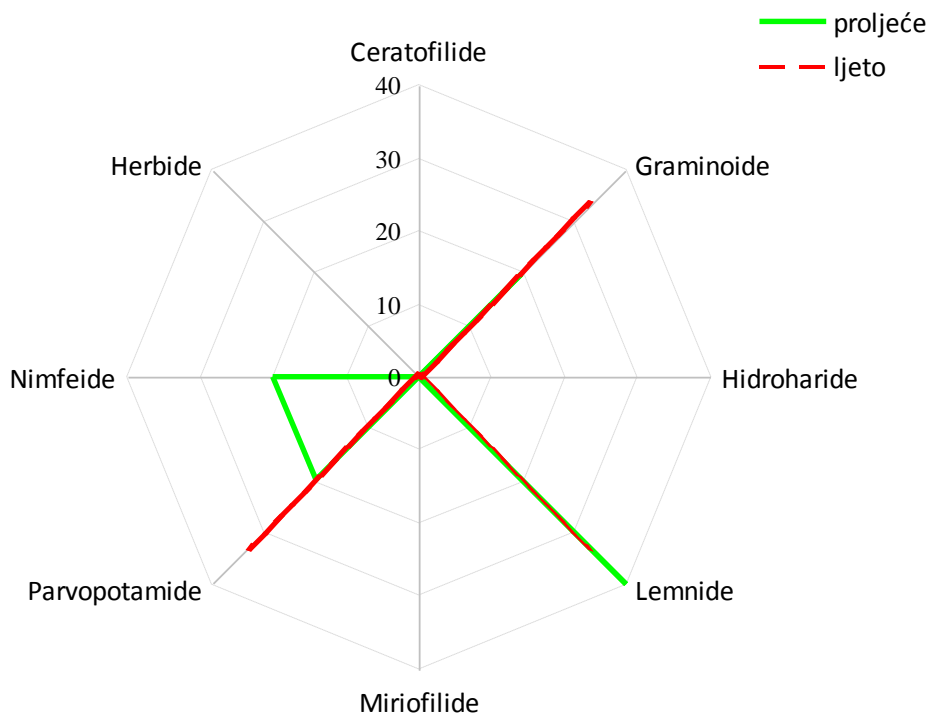
Odnos pokazatelja poremećaja pokazuje da je potamalizacija, odnosno usporenje toka, najvažniji poremećaj na staništu i da se povećava u ljetnom dijelu istraživanja (sa 78% na 80%).



Slika 34. Prikaz udjela učestalosti (%) pokazatelja eutrofikacije i potamalizacije u ukupnoj akvatičkoj vegetaciji tijekom proljeća i ljeta.

Morfološki su tipovi prikazani kao odnos broja vrsta pojedinog morfološkog tipa i ukupnog broja vrsta u zajednici. Dobar su pokazatelj morfoloških prilagodbi životu u vodi, a njihov udio u ukupnoj vegetaciji u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja na postaji S2 prikazan je na slici 35.

Iz prikaza je na postaji S2 vidljiva jako osiromašena makrofitska vegetacija (Slika 35). Od svega četiri morfološka oblika zabilježena na postaji većina pripada nekom od pokazatelja poremećaja. U ljetnom se dijelu istraživanja broj morfoloških tipova smanjio kao i ukupna pokrovnost makrofitske vegetacije. Dominantni morfološki tipovi na postaji i u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja su Graminoide (proljeće 20%, ljetno 33%), Parvopotamide (proljeće 20%, ljetno 33%) i Lemnide (proljeće 40%, ljetno 33%), a pokazatelji su eutrofikacije i usporenog vodnog toka. Obzirom da su potpuno nadomjestile referentnu *Sparaganium emersum* zajednicu indiciraju jako promijenjene hidrološke prilike i jako usporen vodeni tok.



Slika 35. Prikaz udjela vrsta u morfološkim tipovima vegetacije makrofita na postaji S2.

Prema sastavu morfoloških tipova većina pripada nekom tipu poremećaja. U proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja Parvopotamide i Graminoide pripadaju pokazateljima eutrofikacije, a Lemnide pokazateljima potamalizacije (Slika 35).

Kao i na prethodnoj postaji za određivanje stupnja opće degradacije vodotoka izračunat je referentni indeks (RI-M), a kao referentna zajednica korišten je *Callitriche* tip zajednice. Vrijednosti omjera ekološke kavoće (RI-M) prema referentnom indeksu za postaju S2 u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja prikazane su u tablici 15.

Izračunati biocenološki indeks (BM) također pokazuje odstupanje prisutne zajednice u odnosu na očekivanu referentnu zajednicu. Zbog veće učestalosti pokazatelja poremećaja, a malog broja morfoloških tipova koji nisu pokazatelj poremećaja i jako osiromašene makrofitske vegetacije kakvoća vode je ocjenjena lošom. Vrijednosti omjera ekološke kakvoće za stupanj degradacije određene biocenološkom metodom za postaju S2 u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja prikazane su u tablici 15.

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju kakvoće makrofita ( $OEK_{\text{makrofita}}$ ) dobivena je kao srednja vrijednost dvaju ekoloških indeksa (RI-M i BM), a za postaju S2 u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja prikazana je u tablici 15.

Tablica 15. Vrijednosti kategorija ekološkog stanja za makrofite izražene kao omjer ekološke kakvoće za postaju S2.

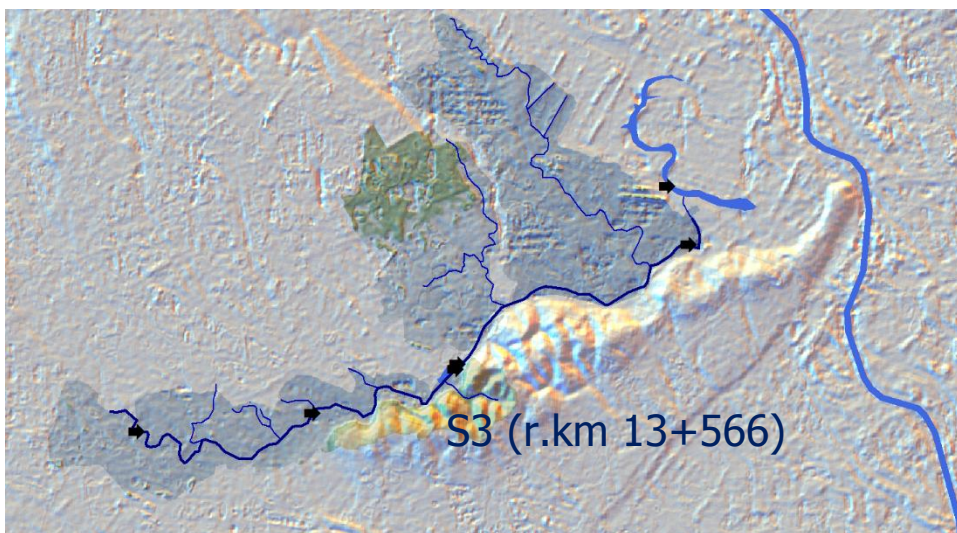
Postaja S2				
indeks	sezona	vrijednost indeksa		
<b>RI_M</b>	proljeće	0,09		
	ljetno	0,02		
<b>BM</b>	proljeće	0,35		
	ljetno	0,35		
<b>OEK<sub>makrofita</sub></b>	proljeće	0,22		
	ljetno	0,18		
Kategorija ekološkog stanja				
vrlo dobro	dobro	umjereno	loše	vrlo loše

Zbog općenito malog broja vrsta, ali i malog broja submerznih vrsta, staništa imaju malu vrijednost referentnog indeksa (RI-M) i loše ekološko stanje. Mala ukupna pokrovnost makrofita i mali broj morfoloških tipova koji pripadaju pokazateljima poremećaja pridonose maloj vrijednosti biocenološkog indeksa (BM) i lošem ekološkom stanju. Ukupno ekološko stanje na temelju kakvoće makrofita ( $OEK_{\text{makrofita}}$ ) ocjenjeno je kao vrlo loše (Tablica 15).

Na postaji je došlo do potpune degradacije referentne zajednice *Callitriche* tip, a prisutne vrste pokazatelj su nekoliko poremećaja od kojih su najznačajniji eutrofikacija i potamalizacija. Vrlo mala ukupna pokrovnost makrofitske vegetacije, potpuni izostanak pokazatelja dobrog stanja, značajno smanjenje raznolikosti makrofita od kojih su sve pokazatelji neke vrste poremećaja rezultiraju lošim i vrlo lošim ekološkim stanjem na postaji S2 (Tablica 15).

### S3 - most kod ribnjaka Popovac

I u ovom je dijelu Odvodnog kanala Karašica u Baranji (S3, Slika 36) razvijena vegetacija eutrofnih stajaćica koja ne odgovara prirodnoj vegetaciji nizinskih tekućica. Proljetno istraživanje pokazuje vrlo veliku ukupnu pokrovnost makrofita od 90% koja je zabilježena na postaji. Naglašen je submerzni tip vegetacije koji se tijekom vegetacijske sezone počinje prvi razvijati. Stanište je obraslo submerznom vegetacijom u kojoj je prevladavala submerzna vrsta *P. Pectinatus* (Slika 37a i b). S nešto manjom pokrovnošću pojavljivale su se vrste *C. demersum*, *P. crispus* i *S. sagittifolia*. U površinskom sloju s malom pokrovnošću pojavljivale su se vrste *L. minor* i *L. gibba*.



Slika 36. Prikaz položaja istraživačke postaje S3 unutar slivnog područja odvodnog kanala Karašica. U podlozi je korišten ASTER GDEM digitalni model reljefa.



Slika 37. a) Prikaz vegetacije na postaji S3 u proljetnom dijelu istraživanja. b) submerzna vrsta *Potamogeton pectinatus*.

Tijekom ljeta na postaji S3 značajno je smanjena ukupna pokrovnost makrofita (Slika 38) i iznosila je 40%. Prevladavala je slobodno plivajuća vrsta *L. gibba*, a u submerznom sloju zabilježene su vrste *C. demersum*, *P. pectinatus* i *Potamogeton crispus* koje su se pojavljivale rijetko.

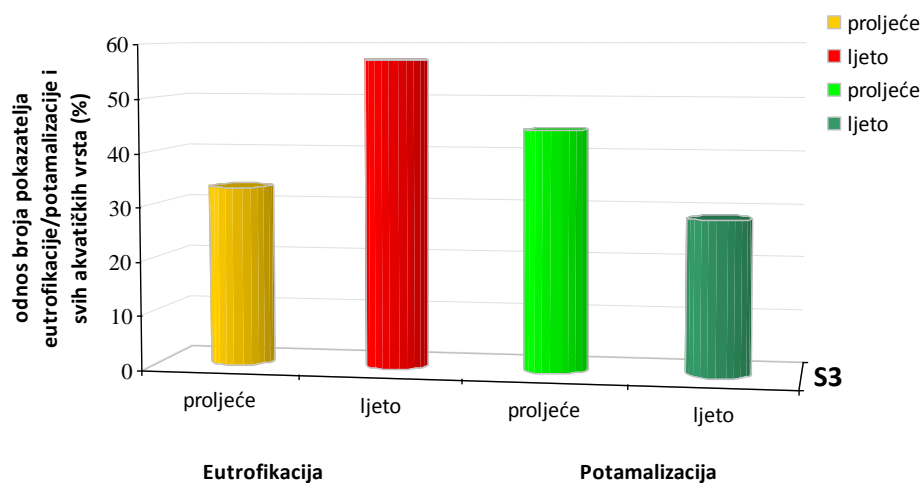


Slika 38. Prikaz vegetacije na postaji S3 u ljetnom dijelu istraživanja.

Tablica 16. Sastav makrofita na postaji S3 u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja.

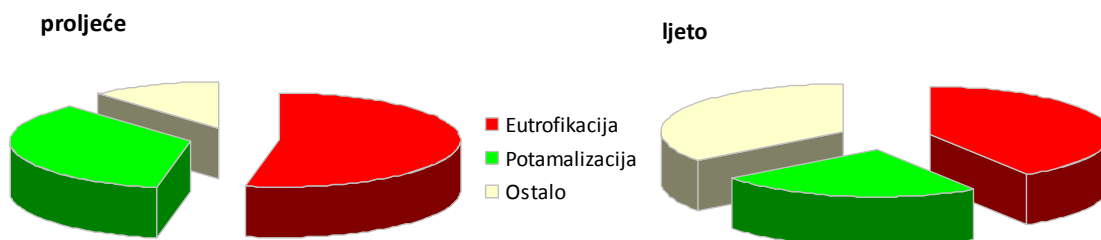
Proljeće	ljetno
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.
<i>Lemna gibba</i> L.	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.
<i>Lemna minor</i> L.	<i>Lemna gibba</i> L.
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmbg.
<i>Sparganium erectum</i> L.	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.
<i>Veronica beccabunga</i> L.	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmbg.	<i>Potamogeton crispus</i> L.
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	
<i>Potamogeton crispus</i> L.	

Ukupna pokrovnost ( proljeće 90%, ljetno 40%) kao i ukupan broj vrsta makrofita ( proljeće 9, ljetno 7) se na postaji S3 smanjio u ljetnom dijelu istraživanja (Tablica 16). Iako broj pokazatelja eutrofikacije na lokalitetu raste ( proljeće 33, ljetno 57%) tijekom ljeta njihova se ukupna pokrovnost ( proljeće 53%, ljetno 41%) smanjuje (Slika 40).



Slika 39. Prikaz udjela broja (%) pokazatelja eutrofikacije i potamalazacije u odnosu na ukupan broj vrsta tijekom proljeća i ljeta.

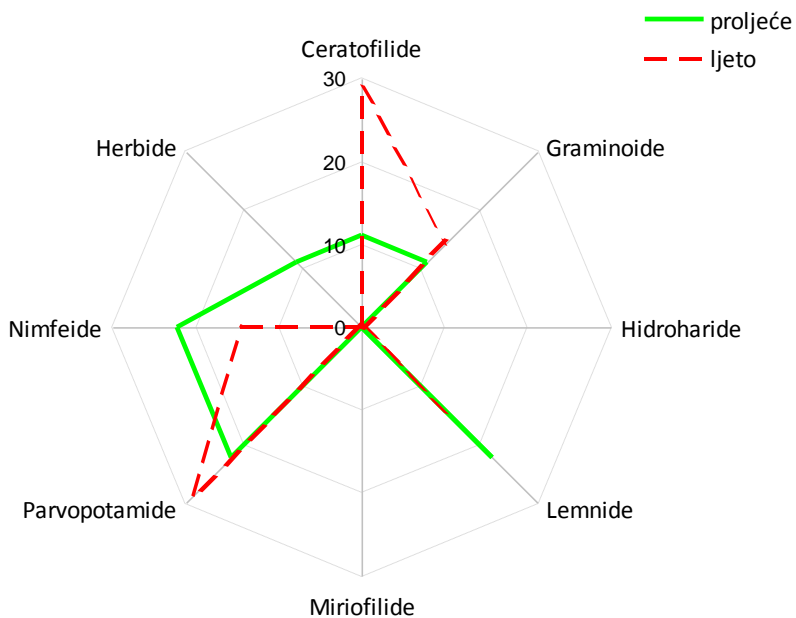
Broj pokazatelja potamalizacije proljeće 44%, ljeta 28%) i njihova učestalost (proljeće 35%, ljeta 23%) u odnosu na ukupan broj vrsta pada tijekom ljeta (Slike 39 i 40). U ljetnom dijelu istraživanja raste udio pokrovnosti ostalih vrsta unutar zajednice s 12% na 35%.



Slika 40. Prikaz udjela učestalosti (%) pokazatelja eutrofikacije i potamalizacije u ukupnoj akvatičkoj vegetaciji tijekom proljeća i ljeta na postaji S3.

Pokazatelji poremećaja ukazuju na procese koji prevladavaju na staništu. Smanjen udio pokazatelja potamalizacije u ljetnom dijelu istraživanja ukazuje na povećan tok vode. Morfološki su tipovi prikazani kao odnos broja vrsta pojedinog morfološkog tipa i ukupnog broja vrsta zajednice. Njihov je udio u ukupnoj vegetaciji u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja na postaji S3 prikazan je na slici 40.

Veći je broj morfoloških tipova (6) prisutnih na postaji S3 u proljetnom dijelu istraživanja. U ljetnom se dijelu istraživanja broj morfoloških tipova smanjio (5), kao i ukupna pokrovnost makrofitske vegetacije (Slika 40). Veći udio Nimfeida (proljeće 22%, ljeta 14%), Herbida (proljeće 11%, ljeta 0%) i Lemnida (proljeće 22%, ljeta 14%) zabilježen je tijekom proljeća, dok je tijekom ljeta zabilježen veći udio pokazatelja eutrofikacije iz morfoloških tipova Ceratofilide (proljeće 11%, ljeta 29%) i Parvopotamide (proljeće 22%, ljeta 29%) i Graminoide (proljeće 11%, ljeta 14%).



Slika 40. Prikaz udjela (%) vrsta u morfološkim tipovima vegetacije makrofita na postaji S3.

U proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja broj morfoloških tipova kojima ne pridonose pokazatelji poremećaja sveden je na dva odnosno jedan morfološki tip što je također pokazatelj umjerenog



odnosno lošeg ekološkog stanja na istraživanoj postaji. Smanjen udio Lemnida pokazuje povećan tok vode na postaji u ljetnom dijelu istraživanja. Povećan udio pokazatelja eutrofikacije iz morfoloških tipova Ceratofilide, Parvopotamide i Graminoide kao i smanjena ukupna pokrovnost makrofita (proljeće 90%, ljeta 40%) pokazatelj su eutrofikacije na postaji u ljetnom dijelu istraživanja (Slika 40).

Obzirom da na staništu prevladavaju pokazatelji poremećaja referentni indeks (RI-M) pokazuje loše i umjereno ekološko stanje. Zbog povećane pokrovnosti pokazatelja poremećaja u proljetnom dijelu istraživanja vrijednost referentnog indeksa je na postaji daleko manja. Zabilježene su podjednake vrijednosti biocenološkog indeksa i u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja (Tablica 17), a ekološko stanje ocjenjeno je kao loše. Velika pokrovnost pokazatelja poremećaja u proljetnom dijelu istraživanja također pridonosi vrlo lošem ukupnom ekološkom stanju na temelju kakvoće makrofita ( $OEK_{\text{makrofita}}$ ) u odnosu na ljeta (Tablica 17).

Tablica 17. Vrijednosti kategorija ekološkog stanja za makrofite izražene kao omjer ekološke kakvoće za postaju S3.

Postaja S3				
Indeks	sezona	vrijednost indeksa		
RI_M	proljeće	0,03		
	ljeto	0,28		
BM	proljeće	0,33		
	ljeto	0,38		
OEK <sub>makrofita</sub>	proljeće	0,18		
	ljeto	0,33		
Kategorija ekološkog stanja				
vrlo dobro	dobro	umjereno	loše	vrlo loše

Na postaji je došlo do potpune degradacije referentne *Callitriche* tip zajednice, a prisutne vrste pokazatelj su nekoliko poremećaja od kojih su najznačajniji eutrofikacija i potamalizacija.

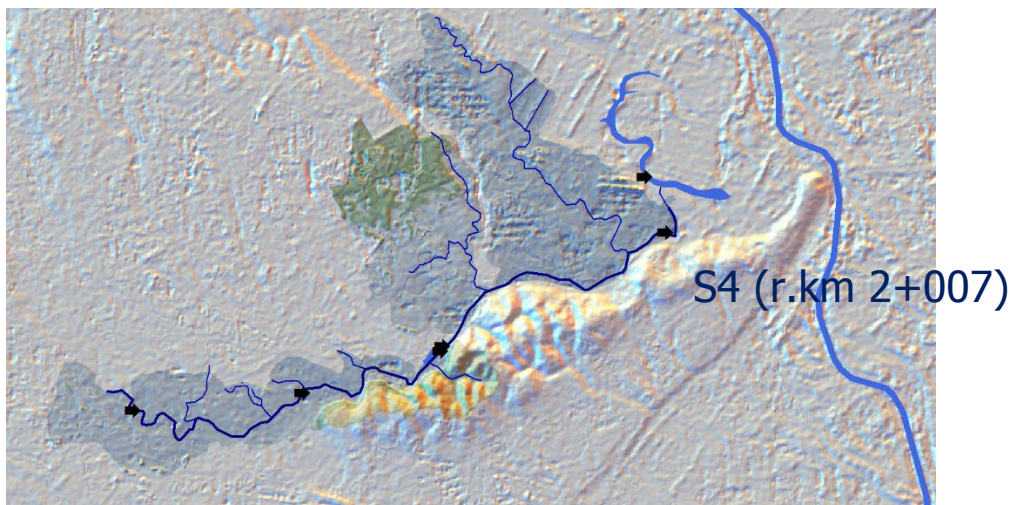
Vrste roda *Potamogeton* i *Ceratophyllum*, dominiraju na postaji S3 u proljetnom dijelu istraživanja i pokazatelj su eutrofikacije. U proljetnom se dijelu također pojavljuju pokazatelji usporenog vodenog toka, *Lemna* tip zajednice koje su svojstvene za stajaćice. U odnosu na prirodne riječne tokove, zbog strmih usječenih obala i redovitog čišćenja odvodnog kanala osim pokazateljima poremećaja onemogućen je razvoj ostalih makrofitskih vrsta referentne zajednice, što pridonosi lošem i vrlo lošem stanju.

## S4 - most na cesti Gajić - Draž

U proljetnom je dijelu istraživanja na postaji S4 (Slika 41) ukupna pokrovnost makrofita iznosila 50%. Na postaji je bila razvijena submerzna vegetacija makrofita, gdje je najbrojnija s najvećom pokrovnošću bila zabilježena vrsta *C. demersum*, zatim *P. pectinatus* i *P. crispus* (Slike 42, 43a i b i 44a). Iznad submerznog sloja s velikom je pokrovnošću bila je zabilježena vrsta *T. natans*, a kao pratilice pojavljivale su se vrste *Hydrocharis morsus ranae*, *S. polyrhiza*, *L. minor* i *L. gibba*.

U ljetnom se dijelu istraživanja ukupna pokrovnost makrofita povećala s 50% na 60% (Slika 44b) na postaji S4, dok se broj vrsta makrofita značajno smanjio s 12 na 3 vrste (Tablica 18). Broj

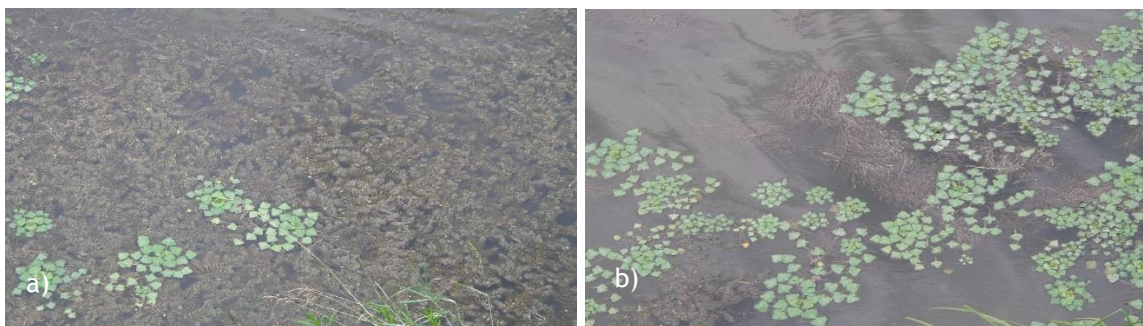
pokazatelja potamalizacije (proljeće 44%, ljeto 0%, Slika 45) i njihova učestalost (proljeće 25%, ljeto 0%, Slika 46) prema ukupnom broju vrsta manji je u ljetnom dijelu istraživanja. Nestanak pokazatelja potamalizacije rezultat je povećanja toka vode na istraživanoj postaji. Udio je pokazatelja eutrofikacije u odnosu na ostalu vegetaciju značajno porastao (s 33% na 67%) u ljetnom dijelu istraživanja, ali se njihov udio pokrivenosti nije značajnije promijenio.



Slika 41. Prikaz položaja istraživane postaje S4 unutar slivnog područja odvodnog kanala Karašica. U podlozi je korišten ASTER GDEM digitalni model reljefa.



Slika 42. Prikaz vegetacije na postaji S4 u proljetnom dijelu istraživanja.



Slika 43. Prikaz dominantne vrste *C. demersum* S4 u proljetnom dijelu istraživanja (a); u submerznom sloju razvijena je vrsta *P. pectinatus*, dok na površini dominira vrsta *Trapa natans* (b)

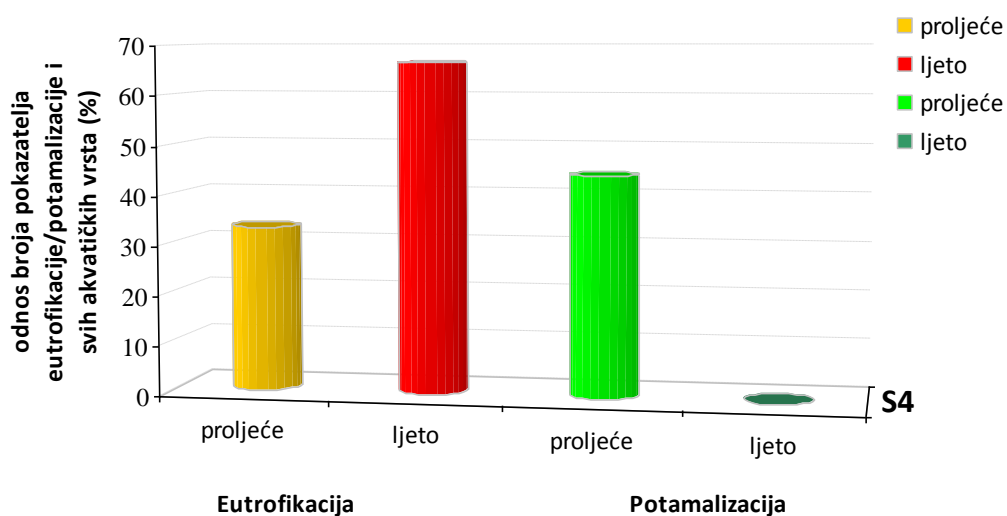


Slika 44. a) U proljetnom je dijelu istraživanja na postaji S4 uz rub vodotoka razvijena i zajednica vodenih leća. b) Prikaz vegetacije na postaji S4 u ljetnom dijelu istraživanja.

U ljetnom je dijelu istraživanja na postaji S4 ukupna pokrovnost makrofita iznosila 60%. U površinskom je sloju bila dobro razvijena vrsta *Trapa natans*. U submerznom je sloju dominirala vrsta *C. demersum*, a kao pratilica pojavljivala se vrsta *P. pectinatus*.

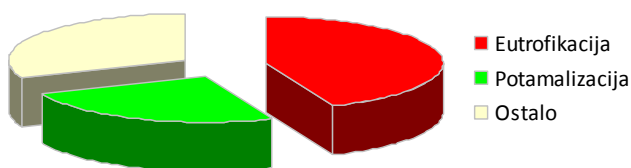
Tablica 18. Sastav makrofita na postaji S4 u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja.

Proljeće	ljetno
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.
<i>Lemna gibba</i> L.	<i>Trapa natans</i> L.
<i>Lemna minor</i> L.	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.
<i>Hydrocharis morsus ranae</i> L.	
<i>Sparganium erectum</i> L.	
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	
<i>Potamogeton crispus</i> L.	
<i>Trapa natans</i> L.	
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	
<i>Phragmites communis</i> Trin.	
<i>Schoenoplectus lacuster</i> (L.) Palla	
<i>Typha angustifolia</i> L.	

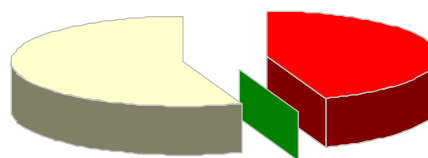


Slika 45. Prikaz udjela (%) broja pokazatelja eutrofikacije i potamalazije u odnosu na ukupan broj vrsta tijekom proljeća i ljeta.

proljeće



ljetno



Slika 46. Prikaz udjela učestalosti (%) pokazatelja eutrofikacije i potamalizacije u ukupnoj akvatičkoj vegetaciji tijekom proljeća i ljeta.

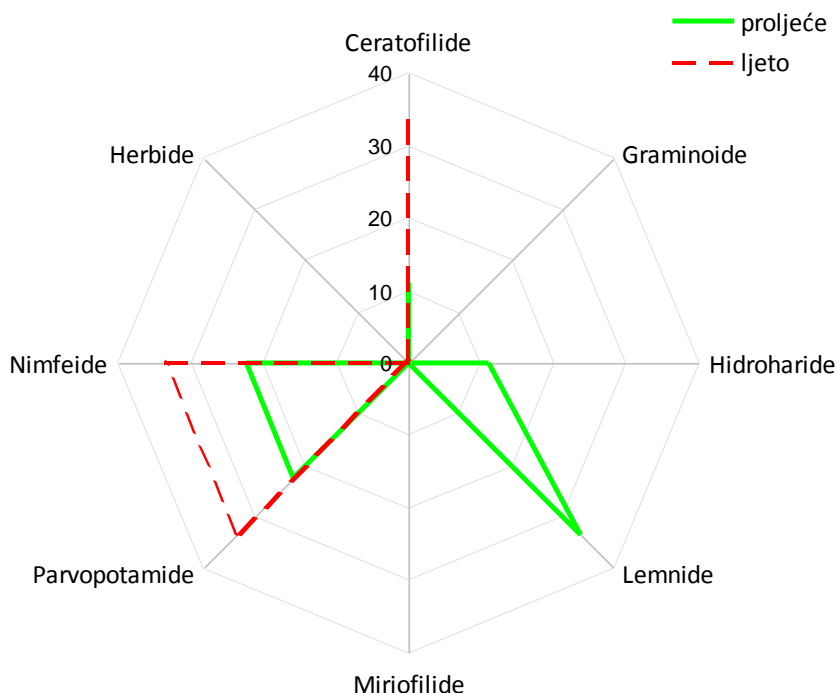
U ljetnom dijelu istraživanja raste udio pokrovnosti ostalih vrsta makrofita unutar zajednice, a odnosi se na vrstu *Trapa natans* (proljeće 31%, ljetno 56%, Tablica 18). Nestanak pokazatelja potamalizacije u ljetnom dijelu istraživanja ukazuje na povećan tok vode, zbog čega su na postaji opstale i proširile se samo zakorijenjene vrste kao što je *Trapa natans*. Slične promijene pokazuje i prikaz udjela morfoloških tipova na istraživanoj postaji. Udio broja vrsta pojedinog morfološkog tipa u ukupnoj vegetaciji u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja na postaji S4 prikazan je na slici 47.

Od pet morfoloških tipova koji se pojavljuju u proljeće 2015. godine na postaji je opstalo svega tri morfološka oblika. Prema sastavu morfoloških tipova većina pripada nekom tipu poremećaja. Značajan je potpuni nestanak Lemnida i Hidroharida sa staništa u ljetno 2015. godine, iako su na postaji bile razvijene u proljetnom dijelu. Pokazatelj je to povećanog toka vode tijekom ljeta u ovom dijelu Odvodnog kanala Karašica u Baranji. U ljetnom je dijelu istraživanja udio pokazatelja eutrofikacije (Ceratofilide i Parvopotamide) u ukupnoj vegetaciji porastao u odnosu na proljeće (Slika 47).

Ukupno smanjenje broja i vrlo mali broj submerznih vrsta makrofita tijekom ljeta uzrokovalo je lošiju vrijednost referentnog indeksa ovog dijela Odvodnog kanala Karašica u odnosu na proljetni dio istraživanja. Obzirom da na staništu prevladavaju pokazatelji poremećaja referentni indeks (RI-M) i u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja pokazuje loše ekološko stanje. Iako je došlo do nestanka svih slobodno plivajućih vrsta s postaje S4 tijekom ljeta, značajno se raširila pokrovnost zakorijenjene vrste *Trapa natans* što je doprinijelo podjednakim vrijednostima i referentnog i biocenološkog indeksa u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja.

Prema vrijednostima referentnog i biocenološkog indeksa ukupno je ekološko stanje na postaji S4 (most na cesti Gajić – Draž) na temelju kakvoće makrofita ( $OEK_{\text{makrofita}}$ ) ocjenjeno kao vrlo loše (Tablica 19).

Na postaji je došlo do potpune degradacije referentne *Callitriche* tip zajednice, a prisutne vrste pokazatelj su nekoliko poremećaja od kojih su najznačajniji eutrofikacija i potamalizacija. Osim pokazateljima poremećaja zbog strmih usječenih obala i redovitog čišćenja onemogućen je razvoj ostalih makrofitskih vrsta referentne zajednice, pokazatelja dobrog stanja što pridonosi vrlo lošem i lošem stanju. U proljetnom se dijelu kao pokazatelji eutrofikacije na postaji pojavljuju vrste roda *Potamogeton* i *Ceratophyllum*, kao i pokazatelji usporenog vodenog toka, *Lemna* tip zajednice koje su svojstvene za stajačice.



Slika 47. Prikaz udjela pojedinih morfoloških tipova u ukupnoj akvatičkoj vegetaciji tijekom proljeća i ljeta.

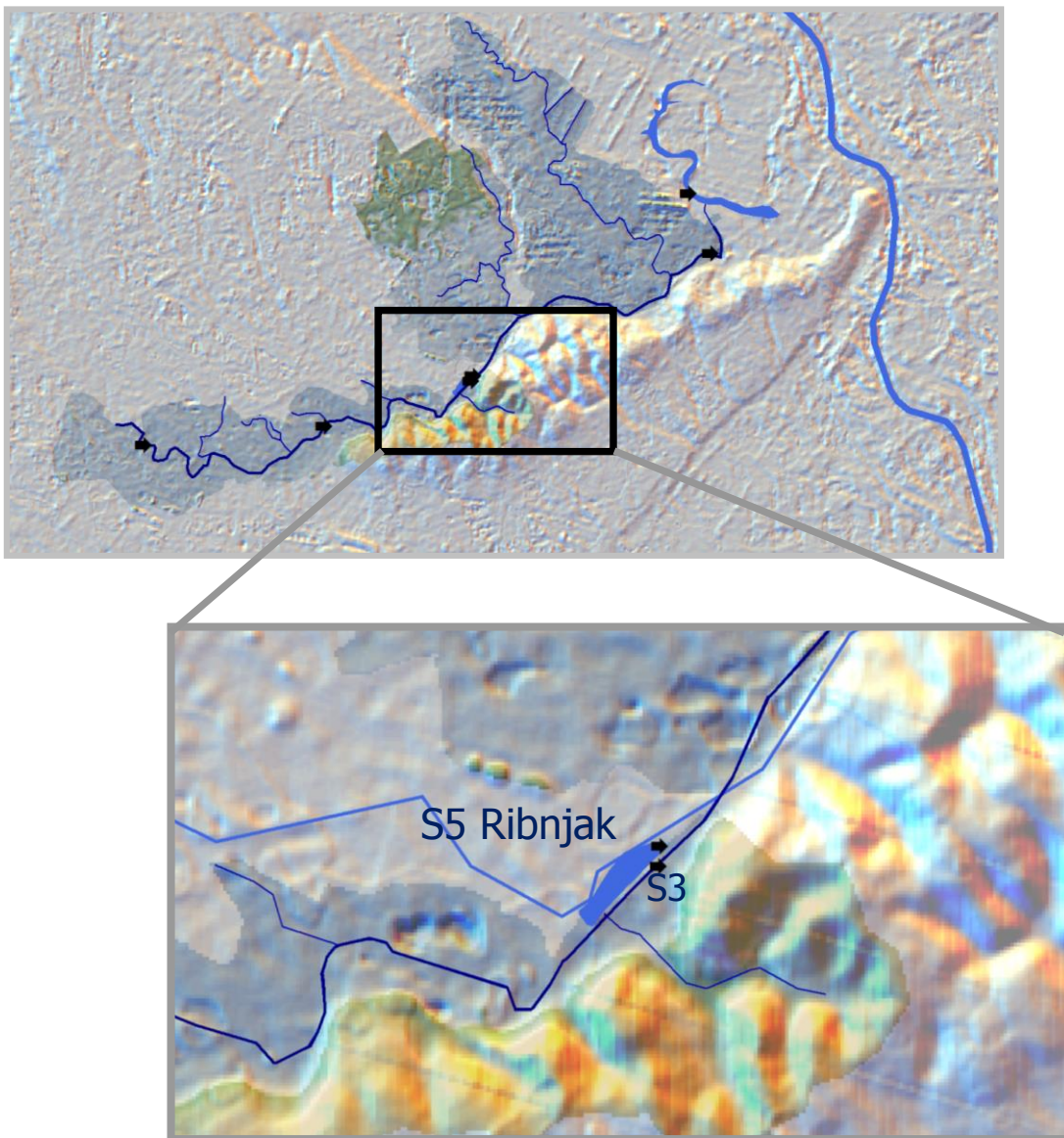
Tablica 19. Vrijednosti kategorija ekološkog stanja za makrofite izražene kao omjer ekološke kakvoće za postaju S4.

Postaja S4				
Indeks	sezona	Vrijednost indeksa		
<b>RI_M</b>	proljeće	0,01		
	ljeto	0,00		
<b>BM</b>	proljeće	0,38		
	ljeto	0,40		
<b>OEK<sub>makrofita</sub></b>	proljeće	0,19		
	ljeto	0,20		
Kategorija ekološkog stanja				
vrlo dobro	dobro	umjereno	loše	vrlo loše

Potpuni nestanak pokazatelja potamalizacije, slobodno plivajućih makrofita morfološkog tipa Lemnide i Hidroharide pokazatelj je pojačanog toka vode na ovoj postaji što je dovelo do nestanka većeg broja slobodno plivajućih makrofita, a opstale su i proširile se samo zakorijenjene vrste kao što je *Trapa natans*.

## S5 Ribnjak Popovac

Dio ribe se u ribnjacima hrani makrofitskom vegetacijom, pa osim rubne helofitske vegetacije u kojoj se pojavljuje vrsta *Phragmites australis* koja je manjim dijelom uronjena u vodu i koja čini priobalnu vegetaciju, makrofitska vegetacija nije pronađena u ribnjaku (S5, Slike 48 i 49).



Slika 48. Prikaz položaja istraživane postaje S5 unutar slivnog područja odvodnog kanala Karašica. U podlozi je korišten ASTER GDEM digitalni model reljefa.

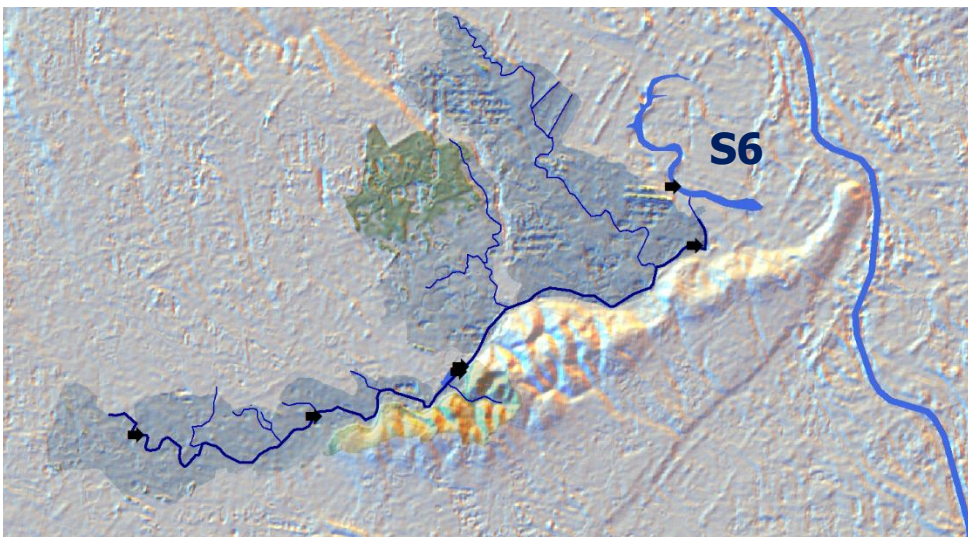


Slika 49. Prikaz vegetacije na postaji S5 u proljetnom dijelu istraživanja.

## S6 Ušće kanala Bučka u Topoljski Dunavac

I u Topoljskom je Dunavcu (S6, Slika 50) razvijena vegetacija eutrofnih stajaćica. U proljetnom periodu u Topoljskom Dunavcu makrofitska vegetacija bila je razvijena u rubnom dijelu unutar sastojina trske (*Phragmites australis*), slika 51.

Unutar trske u submerznom sloju s većom su pokrovnošću bile razvijene vrste *C. demersum* i *Utricularia neglecta*, a u površinskom su se sloju pojavljivale vrste *Nymphoides peltata* i *Salvinia natans* (Slika 52b).



Slika 50. Prikaz položaja istraživane postaje S6 unutar slivnog područja Odvodnog kanala Karašica. U podlozi je korišten ASTER GDEM digitalni model reljefa.



Slika 51. Prikaz vegetacije na postaji S6 u proljetnom dijelu istraživanja.



Slika 52. Prikaz vegetacije na postaji S6 u ljetnom dijelu istraživanja (a). U sastojinama trske u submerznom sloju u proljetnom dijelu istraživanja bila je razvijena vrsta *Utricularia neglecta* (b).

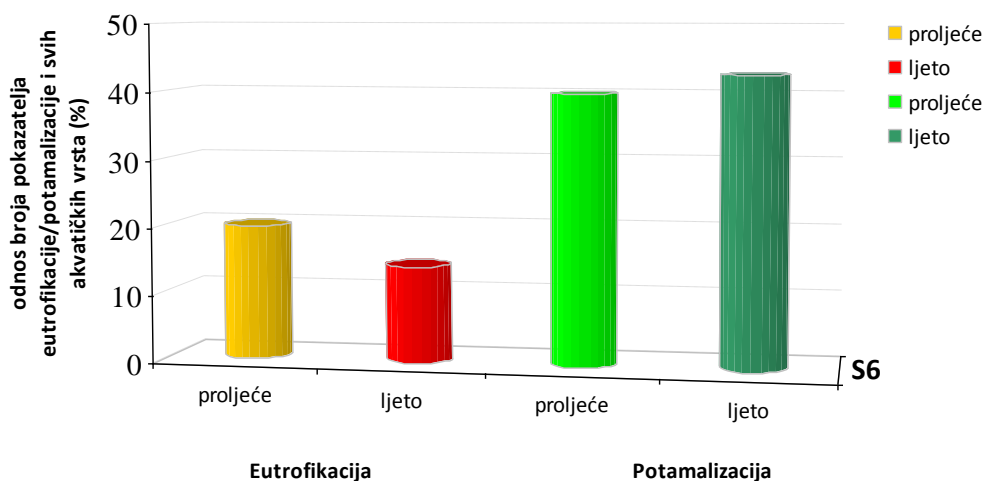
U ljetnom dijelu istraživanja postaja S6 je pomaknuta 30-ak metara južnije na mjesto gdje se do 1987. godine Odvodni kanal Karašica ulijevao kroz ustavu Bučka u Topoljski Dunavac. Makrofitska je vegetacija bila razvijena u rubnom dijelu koju čine sastojine trske (*Phragmites australis*). Zabilježen je razvijen submerzni sloj (50%) u kojem su s većom pokrovnošću bile razvijene vrste *C. demersum* i *Myriophyllum spicatum*, a kao pratilica pojavljivala se i vrsta *Najas marina*. U površinskom se sloju pojavljivala vrsta *Hydrocharis morsus-ranae*.

Tablica 20. Sastav makrofita na postaji S6 u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja.

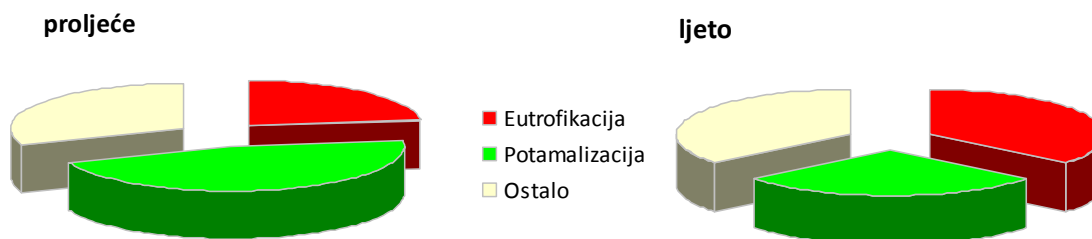
Proljeće	ljetno
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.
<i>Nymphoides peltata</i> (Gmel.) O. Kuntze	<i>Nymphoides peltata</i> (Gmel.) O. Kuntze
<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.
<i>Utricularia neglecta</i> Lehm.	<i>Najas marina</i> L.
<i>Phragmites communis</i> Trin.	<i>Phragmites communis</i> Trin.
	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla
	<i>Typha angustifolia</i> L.



Smanjen ukupan broj vrsta makrofita (Tablica 20) u proljetnom dijelu istraživanja (proljeće 5, ljeto 7) rezultat je male količine svjetlosti unutar sastojina trske u kojoj je obavljeno uzorkovanje. Udio broja (Slika 53) prisutnih pokazatelja eutrofikacije (proljeće 20%, ljeto 14%) i potamalizacije (proljeće 40%, ljeto 43%) pokazuje sličan odnos tijekom proljeća i ljeta u kojem je nešto veći udio pokazatelja potamalizacije. Prema učestalosti (Slika 54) pokazatelja poremećaja u ljetnom se dijelu istraživanja povećava udio pokazatelja eutrofikacije (proljeće 23%, ljeto 36%), a smanjuje udio pokazatelja potamalizacije (proljeće 46%, ljeto 29%).

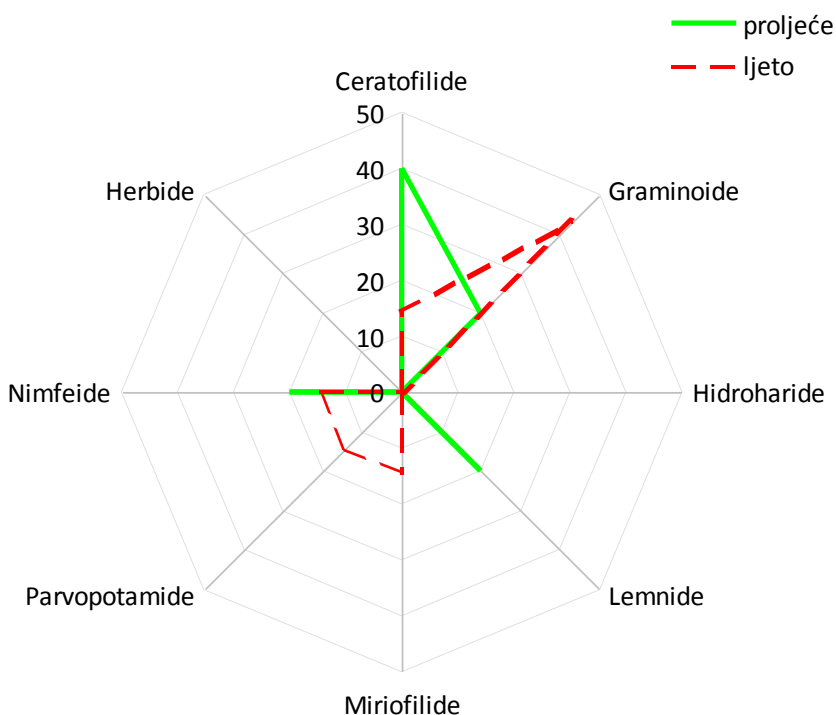


Slika 53. Prikaz udjela broja (%) pokazatelja eutrofikacije i potamalizacije u odnosu na ukupan broj vrsta tijekom proljeća i ljeta.



Slika 54. Prikaz udjela učestalosti (%) pokazatelja eutrofikacije i potamalizacije u ukupnoj akvatičkoj vegetaciji tijekom proljeća i ljeta.

Obzirom da se radi o Topoljskom Dunavcu u kojem nije došlo do značajnijih promijena između sezona, male razlike u broju i pokrovnosti pokazatelja potamalizacije i eutrofikacije odraz su promijene položaja uzorkovanja, a smanjen broj vrsta makrofita u proljetnom dijelu istraživanja rezultat je male količine svjetlosti unutar sastojina trske. Slične promijene pokazuje i prikaz udjela morfoloških tipova na istraživanoj postaji (Slika 55).



Slika 55. Prikaz udjela (%) pojedinih morfoloških tipova u ukupnoj akvatičkoj vegetaciji tijekom proljeća i ljeta.

Nešto manji broj morfoloških tipova prisutan je u proljetnom dijelu istraživanja (4 tipa) u odnosu na ljetno (5 tipova), a karakteristična je i prisutnost Lemnida (proljeće 20%, ljetno 0%) koje pokazuju usporen tok u sastojinama trske. U ljetnom se dijelu istraživanja pojavljuju pokazatelji eutrofikacije Parvopotamide (Slika 55).

Tablica 21. Vrijednosti kategorija ekološkog stanja za makrofite izražene kao omjer ekološke kakvoće za postaju S6.

Postaja S6				
RI_M	proljeće	Loše	0,15	
	ljetno	Loše	0,09	
BM	proljeće	Loše	0,38	
	ljetno	Loše	0,40	
OEK <sub>makrofita</sub>	proljeće	Loše	0,26	
	ljetno	Loše	0,25	
Kategorija ekološkog stanja				
vrlo dobro	dobro	umjereno	loše	vrlo loše

Smanjen broj vrsta makrofita (5 vrsta) u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja pridonio je lošem ukupnom ekološkom stanju na temelju kakvoće makrofita (OEK<sub>makrofita</sub>) (Tablica 21).

Na postaji je došlo do potpune degradacije referentne *Callitriche* tip zajednice, a prisutne vrste pokazatelj su nekoliko poremećaja od kojih su najznačajniji eutrofikacija i potamalizacija. Kao pokazatelji eutrofikacije na postaji se pojavljuju vrste roda *Potamogeton* i *Ceratophyllum*, dominiraju na postaji u ljetnom dijelu istraživanja. U proljetnom se dijelu također pojavljuje Lemna

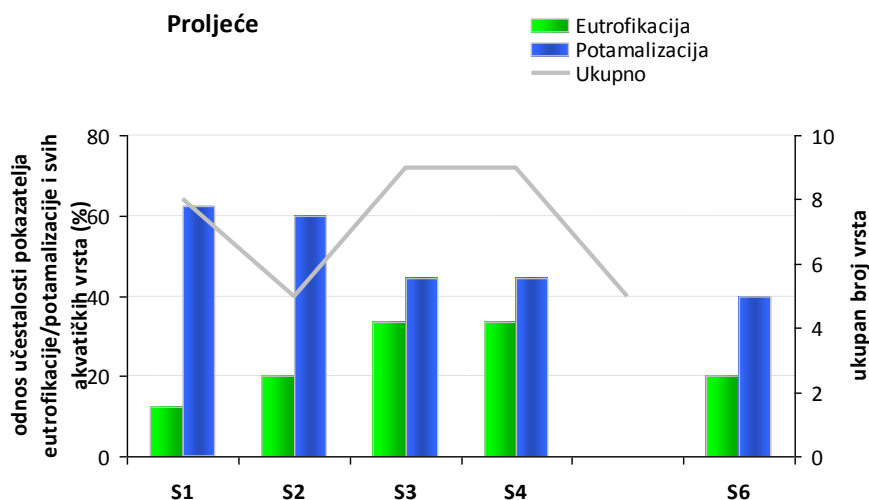
tip zajednice, pokazatelj usporenog vodenog toka svojstvenog za stajaćice. U ljetnom se dijelu istraživanja pojavljuju pokazatelji eutrofikacije Parvopotamide i pokazatelji ritralizacije (umjetnog ubrzanja toka) Miriofilide.

## Ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće - makrofita

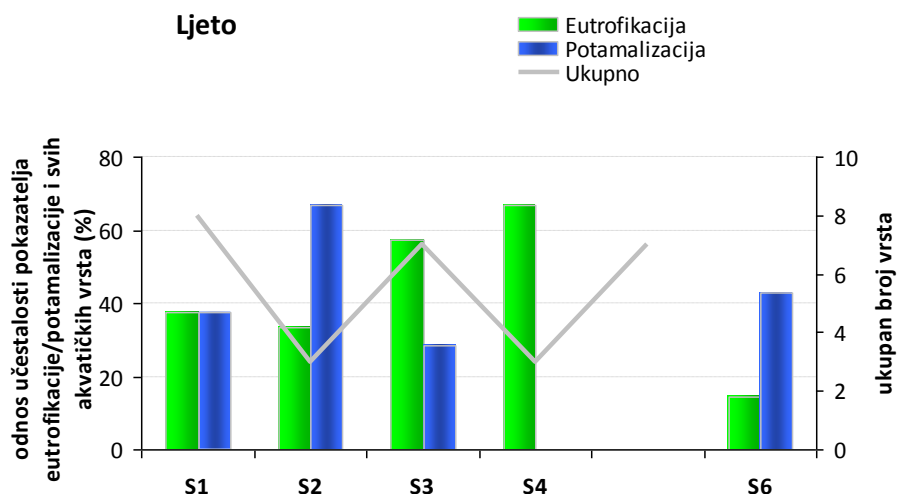
U proljetnom dijelu istraživanja ukupno je ekološko stanje na temelju biološkog elementa kakvoće - makrofita loše na sve četiri postaje Odvodnog kanala, a u ljetnom dijelu istraživanja na postajama S1 (Luč), S2 (Beli Manastir) i S4 (Gajić). Boljem ekološkom stanju na temelju kakvoće makrofita na postaji S3 u ljetnom dijelu istraživanja doprinosi značajno smanjena pokrovnost submerznih vrsta pokazatelja eutrofikacije.

Ovisno o postaji prevladavaju pokazatelji potamalizacije ili eutrofikacije, što doprinosi lošem i vrlo lošem stanju svih istraženih postaja. Na postaji S2 zabilježen je izrazito mali ukupan broj vrsta (Slike 56 i 57) što nije utjecalo na lošije vrijednosti ekološkog stanja niti u proljetnom niti u ljetnom dijelu istraživanja u odnosu na ostale postaje (Tablica 22).

Najveće razlike u broju vrsta između proljetnog i ljetnog dijela istraživanja zabilježene su na postaji S4 (Slike 56 i 57). Na toj je postaji loše stanje u ljetnom dijelu istraživanja zabilježeno uslijed povećanog dotoka vode u kanal, pa su potpuno nestali indikatori potamalizacije i smanjio se ukupan broj vrsta, a ostale su samo zakorijenjene vrste pokazatelji eutrofikacije koje su se uspjele održati na staništu. U ljetnom se dijelu istraživanja čak i povećala ukupna pokrovnost pokazatelja eutrofikacija zbog čega ove promjene nisu uzrokovale razlike u vrijednostima ekološkog stanja na postaji.



Slika 56. Udio pokazatelja eutrofikacije, potamalizacije i ukupnog broja vrsta prema postajama u proljetnom dijelu istraživanja.

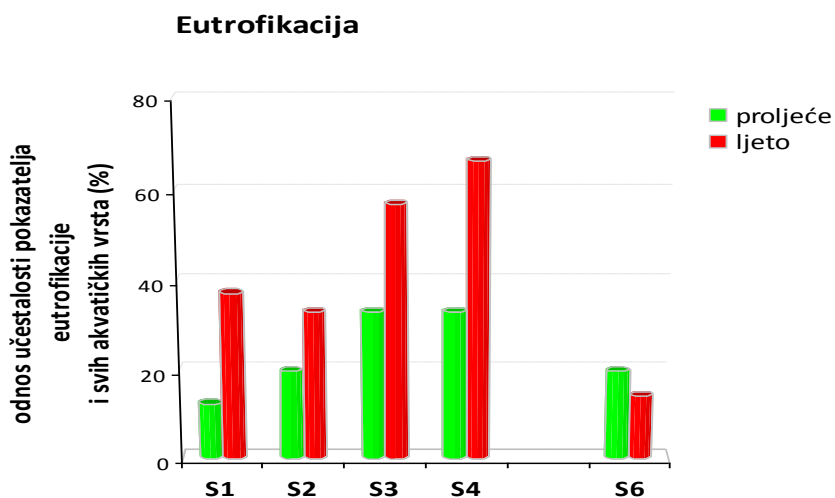


Slika 57. Udio pokazatelja eutrofikacije, potamalizacije i ukupnog broja vrsta prema postajama u ljetnom dijelu istraživanja.

Na postaji S1 (Luč) u proljetnom su dijelu istraživanja dominirali pokazatelji potamalizacije. S obzirom na to da se radi o najudaljenijoj postaji od ušća s najmanjim slivnim područjem tok je ovdje najsporiji i u odnosu na ostale postaje najveći je udio pokazatelja usporenja toka (Slika 56).

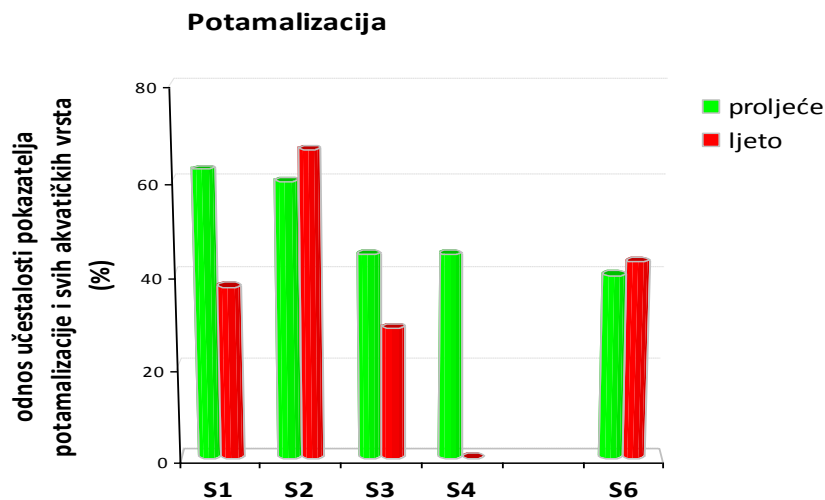
Usporedbom udjela pokazatelja poremećaja na postajama između sezona vidljiv je trend u kojem udio pokazatelja potamalizacije opada prema ušću (Slika 59), a udio pokazatelja eutrofikacije raste na postajama S3 i S4 (Slika 56).

Usporedba procesa u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja pokazuje da je udio eutrofnih vrsta veći u ljetnom dijelu i povećava se prema ušću (Slika 56). Udio pokazatelja potamalizacije veći je u proljetnom dijelu istraživanja, što govori u prilog pojačanog toka vode u ljetnom dijelu istraživanja (Slika 59). Utjecaj potamalizacije tijekom proljeća opada prema ušću. U ljetnom dijelu istraživanja nestanak pokazatelja potamalizacije sa postaje S4 govori u prilog pojačanom toku vode upravo na ovoj postaji.



Slika 58. Usporedba udjela pokazatelja eutrofikacije prema postajama u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja.

Velik broj vrsta koje se ne nalaze u referentnoj zajednici i pokazatelji su poremećaja doprinose lošem stanju kakvoće vode. Lošije vrijednosti referentnog u odnosu na biocenološki indeks rezultat su velike pokrovnosti makrofita pokazatelja poremećaja i nedostatka makrofita pokazatelja dobrog stanja na istraženim postajama. Lošijem ekološkom stanju na postajama koje su ocjenjene loše i vrlo loše doprinosi i velik broj pokazatelja potamalizacije i eutrofikacije te mali broj morfoloških tipova.



Slika 59. Usporedba udjela pokazatelja potamalizacije prema postajama u proljetnom i ljetnom dijelu istraživanja.

Prema sastavu makrofita ekološko je stanje Odvodnog kanala Karašica u prosjeku loše. Prema referentnoj zajednici tipa *Callitriche*, zabilježene su zajednice potpuno promijenjene i gotovo da nema indikatora dobrog stanja.

Na istraženim postajama Odvodnog kanala Karašica došlo je do potpune degradacije referentne zajednice *Callitriche* tipa. Loše i vrlo loše ekološko stanje kao i velik udio pokazatelja poremećaja karakterističan je za kanalsku vegetaciju, a dijelom je rezultat strmih i usječenih obala i redovitog čišćenja kanala koji pogoduju razvoju pokazatelja poremećaja, ali i onemogućuju razvoj ostalih makrofitskih vrsta referentne zajednice, pokazatelja dobrog stanja koji inače obitavaju u prirodnim riječnim tokovima.

Vrlo niske vrijednosti ukupne ocjene ekološkog stanja na temelju kakvoće makrofita ( $OEK_{\text{makrofita}}$ ) u odnosu na vrijednosti referentnog i biocenološkog indeksa rezultat su različitih graničnih vrijednosti indeksa (Tablica 22).

I biocenološki indeks zbog veće učestalosti pokazatelja poremećaja, a manjeg broja morfoloških tipova koji nisu pokazatelj poremećaja ima niže vrijednosti kakvoća vode iako je stanje ocjenjeno nešto višim vrijednostima u odnosu na referentni indeks.

Tablica 22. Vrijednosti kategorija ekološkog stanja za makrofite izražene kao omjer ekološke kakvoće na istraživanim postajama Odvodnog kanala Karašica (S1-S4) i na postaji ušća kanala Bučka u Topoljski Dunavac (S6)

		Odvodni kanal Karašica				S6
		S1	S2	S3	S4	
RI_M	proljeće	0,07	0,09	0,03	0,01	0,15
	ljeto	0,01	0,02	0,28	0,00	0,09
BM	proljeće	0,35	0,35	0,33	0,38	0,38
	ljeto	0,35	0,35	0,38	0,40	0,40
OEK <sub>makrofita</sub>	proljeće	0,21	0,22	0,18	0,19	0,26
	ljeto	0,18	0,18	0,33	0,20	0,25
Kategorija ekološkog stanja						
vrlo dobro		dobro		umjereneno		vrlo loše

## Fitobentos

Fitobentos se kao element kakvoće u ocjeni ekološkog stanja koristi iz nekoliko razloga: lako ga je uzorkovati, predvidljivo reagira na promjene kakvoće vode jer objedinjuje taksonomski vrlo raznolike skupine unutar vodenih zajednica. Fitobentos, ima kratko generacijsko vrijeme u trajanju od nekoliko sati do nekoliko dana što ga čini skupinom koja prva reagira na promjene u okolišu. Fitobentoske alge su dominantna komponenta obraštaja (perifitona), a s obzirom da su pričvršćene za supstrat, zajednica u sebi objedinjuje fizikalna i kemijska svojstva tekućice. U fitobentos pripadaju dijatomeje (Ochrophyta: Bacillariophyceae), cijanobakterije (Cyanobacteria), zeleni bičaši (Euglenozoa), ksantofiti (Xanthophyta), zlatnožute alge (Ochrophyta: Chrysophyceae), crvene alge (Rhodophyta), veliki dio algi jarmašica i harofita (Charophyta) i zelene alge (Chlorophyta). Alge kremenjašice ili dijatomeje dobri su indikatori kakvoće vode s obzirom da su ubikvisti i obitavaju u svim vrstama biotopa te je razvijen sustav metoda ocjene koji se temelji na saprobnom i trofičkom sustavu i autekologiji. Metode ocjene ekološkog stanja su specifične za određene tipove tekućica, što znači da su granice kategorija za pojedino ekološko stanje ovisne o tipu tekućice.

### Uzorkovanje

Uzorkovanje fitobentosa provedeno je u ljetnom razdoblju (lipanj 2015) u vrijeme niskog vodostaja i stabilnih hidroloških prilika, nekoliko tjedana nakon visokog vodostaja, u dijelovima kanala koji su konstantno pod vodom kako bi se izbjeglo uzorkovanje netipičnih zajednica.

Budući da se u ocjenjivanju ekološkog stanja vodenog ekosustava na temelju fitobentosa koriste dijatomeje i nedijatomejske skupine alga, na svakoj su postaji prikupljeni i dijatomejski i nedijatomejski uzorci. Reprezentativno mikrostanište za prikupljanje dijatomejskog uzorka je kamenje koje je bilo prisutno na samo jednoj istraživanoj postaji. Ukupno je izvađeno pet kamena koji su stavljani u plastičnu kadicu. Gornja površina svakog kamena je sastrugana skalpelom, a

sastrugani materijal sa svih prikupljenih kamena je prenesen u jednu staklenu bočicu i fiksiran. Na ostalim postajama dijatomejski uzorci su prikupljeni s alternativnih mikrostaništa odnosno sedimenta i razvijene makrofitske vegetacije.

Prije uzorkovanja nedijatomejskog uzorka svaka istraživana postaja je dobro promotrena kako bi se utvrdilo postoje li razlike u boji i strukturi obraštaja na pojedinim mjestima u kanalu, te da li su u kanalu prisutne makroalge. Svaka pojedina vrsta makrofitske vegetacija prikupljena na pojedinoj postaji izvađena je iz vodotoka i prenesena u plastičnu kadicu. Obraštaj je ispran ili sastrugan četkicom. Obraštaj sa svake pojedine makrofitske vrste pohranjen je u posebnoj staklenoj bočici i fiksiran.

Mekani sediment je uzorkovan tako što je donji dio Petrijeve zdjelice postavljen na substrat i lagano pritisnut kako bi sediment ispunio cijelu unutrašnjost petrijevke. Ispod petrijevke ispunjene sedimentom provučena je tanka plastična pločica te je sve zajedno izvađeno iz vodotoka. Sediment je iz petrijevke prebačen u staklenu posudu s destiliranom vodom. Nakon protresanja i kratkog sedimentiranja, supernatant je dekantiran i pohranjen u označenu bočicu. Postupak ispiranja sedimenta destiliranom vodom ponovljen je četiri puta.

## Mikroskopiranje, determinacija i kvantifikacija alga u fitobentosu

Budući da su u kanalima na području Baranje utvrđene različite vrste podloga koje su pogodne za razvoj obraštaja, sastav i zastupljenost alga analizirana je na svakom tipu podloge zasebno. Za analizu nedijatomejskih skupina u obraštaju iz uzorka je kapalicom uzeto nekoliko kapi i preneseno na predmetnicu te prekriveno pokrovnicom. Iz svakog prikupljenog uzorka pregledana su tri poduzorka. Poduzorak je mikroskopiran na srednjem povećanju. Zabilježene su sve utvrđene svojta alga te im je procijenjena brojnost.

Za precizno određivanje dijatomeja iz fiksiranih uzoraka izrađeni su trajni preparati. Zbog uklanjanja formalina, u 5 ml svakog uzorka dodan je jednak volumen destilirane vode. Nakon protresanja razrijeđena suspenzija je centrifugirana na 2000 okr./2 min. Nakon svakog sedimentiranja, supernatant je vrlo pažljivo otklonjen, a postupak ispiranja ponovljen je četiri puta. Nakon ispiranja u svaki je uzorak dodano 10 mL 30%-tnog vodikovog peroksida te su uzorci zagrijavani u vodenoj kupelji dok nije odstranjen organski materijal. U vruću suspenziju dodano je nekoliko kapi klorovodične kiseline. Nakon hlađenja suspenzija je centrifugirana, a talog je 4 puta ispran destiliranom vodom te resuspendiran u 5 ml destilirane vode. Na čistu i suhu pokrovnicu nanesen je 1 ml očišćenog uzorka koji je sušen na zraku tijekom 24 sata. Na lagano zagrijanu predmetnicu nanesena je kap Canada balzama te je na nju postavljena pokrovnica s osušenim uzorkom. Preparat je lagano zagrijavan dok se sva smola nije ravnomjerno rasporedila cijelom pokrovnicom. Određivanje i brojenje vrsta dijatomeja provedeno je pod svjetlosnim mikroskopom s imerzijskim objektivom pri povećanju 1000 puta. Na pripremljenim trajnim preparatima prebrojano je i determinirano 400 stanica dijatomeja. Učestalost pojedine vrste izražen je kao postotak od 400 izbrojenih stanica u trajnom preparatu.

Determinacija vrsta alga obavljena je svjetlosnim mikroskopom (Carl Zeiss Jena) pomoću priručnika za determinaciju (Hindak i sur., 1975; Hindak, 1977-1990; Hindak i sur., 1978; Huber-Pestalozzi, 1961-1990; Komarek, 1973; Pascher, 1976; Hustedt, 1976; Krammer i Lange-Bertalot 2008), dok su za determinaciji cijanobakterija korištene i taksonomske monografije (Anagnostidis i Komárek, 1985, 1988; Komárek i Anagnostidis, 1989).

## Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitobentosa

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa fitobentosa određena su dva modula (Tablica 23) uzimajući u obzir:

- a) dijatomejske vrste algi
  - razina opterećenja hranjivim tvarima izražena kao Trofički indeks dijatomeja
  - stupanj organskog opterećenja izražen kao Indeks saprobnosti dijatomeja
- b) nedijatomejske vrste algi
  - razina opterećenja hranjivim tvarima izražena kao Nedijatomejski indeks

Tablica 23. Pokazatelji/indeksi i moduli za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitobentosa

Biološki element Kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Fitobentos	Trofički indeks dijatomeja	Opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost
	Nedijatomejski indeks (NeD)	Opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost
	Saprobni indeks ( $SI_{HR}$ )	Opterećenje organskim tvarima	Saprobnost

U tablici 24 dane su granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja na temelju biološkog elementa fitobentosa izražene kao omjer ekološke kakvoće.

Tablica 24. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za biološke elemente kakvoće, izražene kao omjer ekološke kakvoće

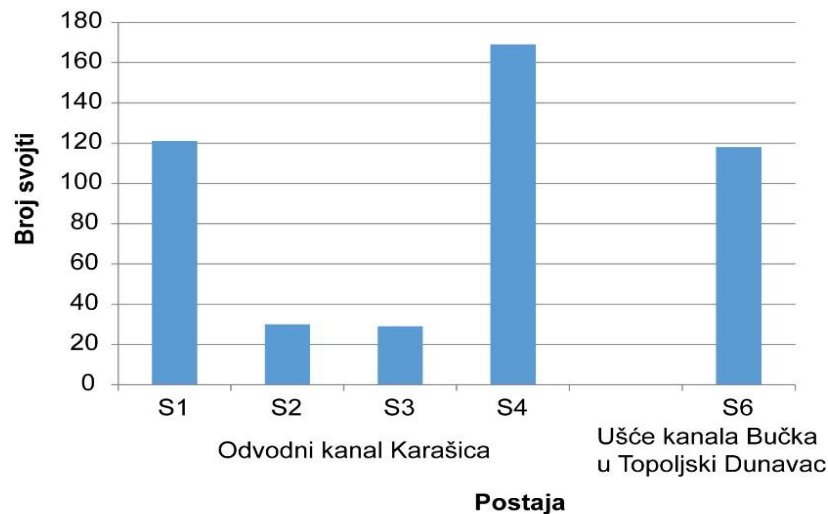
Kategorija ekološkog stanja	Fitobentos
vrlo dobro	0,80 – 1,00
dobro	0,60 – 0,79
umjereno	0,40 – 0,59
loše	0,20 – 0,39
vrlo loše	< 0,20

## Rezultati

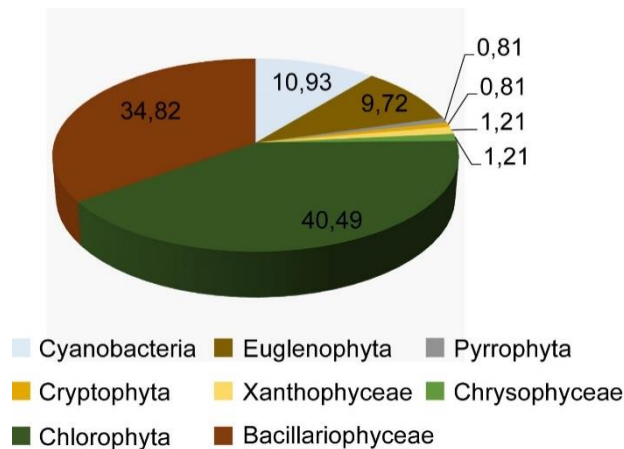
Kvalitativnom analizom fitobentosa na šest istraživanih postaja na području Baranje ukupno je utvrđeno 247 svojti alga. Najmanji broj svojti zabilježen je na postaji S2 (32 svojti), a najveći na postaji S4 (169 svojti, Slika 62).

Najveći broj svojti pripadao je skupinama Chlorophyta (100 svojti), i Bacillariophyceae (86 svojti), dok je iz skupine Cyanobacteria zabilježeno 27 svojti, a iz Euglenophyta 24 svojte. Ostale su skupine bile zastupljene s vrlo malim udjelom svojti (Slika 63).





Slika 62. Broj utvrđenih svojti alga u obraštaju na istraživanim postajama Odvodnog kanala Karašica (S1-S4) te na postaji Ribnjak (S5) i postaji ušća kanala Bučka u Topoljski Dunavac.



Slika 63. Relativni udio broja svojti alga pojedinih sistematskih kategorija u obraštaju na istraživanim postajama.

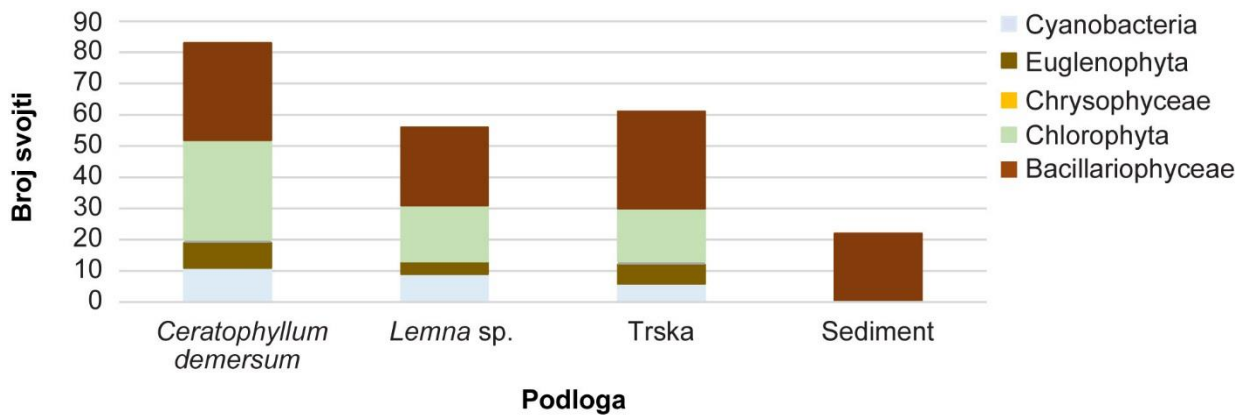
### Postaja S1 - most na cesti Luč - Petlovac

S postaje S1 Odvodnog kanala Karašica (stacionaža 29+594) prikupljena su i pregledana četiri uzorka - obraštaj s tri biljne vrste - *Ceratophyllum demersum*, *Lemna* sp. i trske (*Phragmites* sp.), te iz sedimenta (Slika 64). Kvalitativnom analizom utvrđena je ukupno 121 svojta alga.



Slika 64. Uzorkovane podloge za analizu alga u obraštaju na postaji S1.

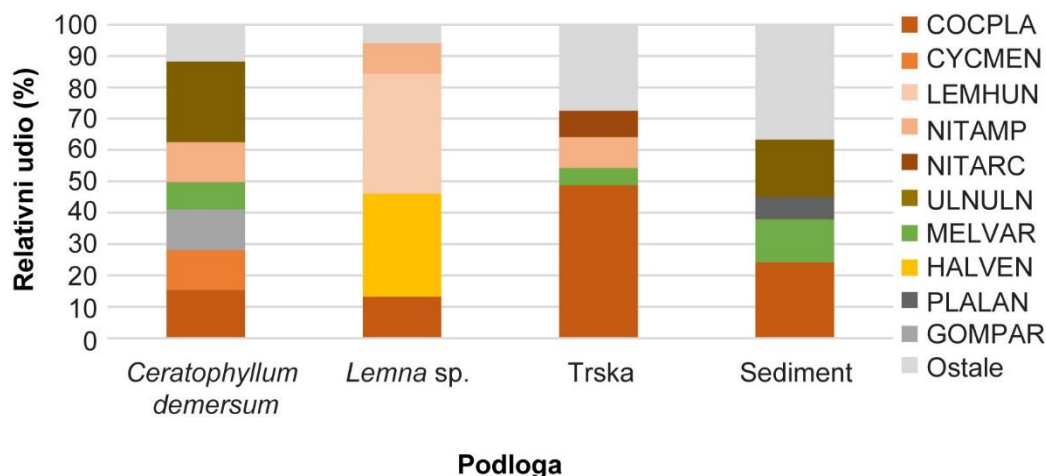
Najveći broj svojti zabilježen je u obraštaju na vrsti *C. demersum* (83), a najmanji u sedimentu (22). S obzirom na broj svojti, najzastupljenije su bile skupine Bacillariophyceae (46 svojti) i Chlorophyta (44 svojti). Skupini Cyanobacteria pripadalo je 18, a skupini Euglenophyta 11 svojti. Nije zabilježena niti jedna svojta iz skupina Pyrrophyta i Cryptophyta, te niti jedna svojta iz razreda Xanthophyceae (Slika 65).



Slika 65. Ukupan broj svojti alga pojedinih sistematskih kategorija na podlogama na postaji S1.

S obzirom na procijenjenu brojnost, samo je jedna nedijatomejska svojta bila dominantna i to nitasta zelena alga *Oedogonium sp.* Gotovo 50% zabilježenih svojti (58 svojti) bile su rijetke u uzorcima.

Na podlogama je utvrđeno deset svojti (Slika 66) koje su u uzorcima činile više od 5% ukupnog broja dijatomeja. Najbrojnija je bila vrsta *Cocconeis placentula* koja je činila 48,80% ukupnog broja dijatomeja na trsci, dok su nešto manje bile zastupljene *Lemnicola hungarica* (38,34%), *Halamphora veneta* (32,81%) i *Ulnaria ulna* (25,74%).



Slika 66. Relativni udio dominantnih svojti dijatomeja na podlogama na postaji S1 (objašnjenje skraćenica u tablici 34).

Postotna zastupljenost cijanobakterija i zelenih alga iznosila je 81,78% što ukazuje da je vrijednost nedijatomejskog indeksa bila 1. Vrijednost dijatomejskog i saprobnog indeksa te ekološke kakvoće prikazane su u tablici 25.

Tablica 25. Vrijednosti dijatomejskog ( $TID_{HR}$ ), saprobnog ( $SI_{HR}$ ) i nedijatomejskog ( $NeD$ ) indeksa, te ekološka kakvoća modula saprobnosti ( $OEKSI_{HR}$ ) i modula trofičnosti ( $OEK_{fitobentos-trofičnost}$ ) na postaji S1.

Postaja S1	
$TID_{HR}$	2,87
$SI_{HR}$	2,26
NeD	1
$OEKSI_{HR}$	0,60
$OEK_{fitobentos-trofičnost}$	0,33
Kategorija ekološkog stanja	
vrlo dobro	dobro
umjereno	loše
	vrlo loše

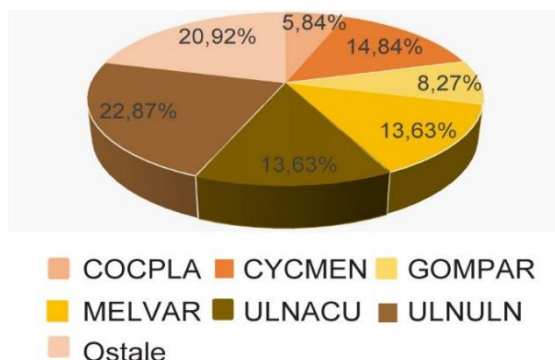
## Postaja S2 - most na cesti Beli Manastir - Branjin Vrh

S postaje S2 (kod mosta na cesti Beli Manastir – Branjin Vrh, stacionaža 19+763) prikupljen je i pregledan jedan uzorak i to fitobentos sedimenta.

Kvalitativnom analizom utvrđene su ukupno 32 svojte alga. S obzirom na broj svojti, najzastupljenije su bile skupine Bacillariophyceae (19 svojti) i Chlorophyta (8 svojti). Skupinama Cyanobacteria i Euglenophyta pripadale su po dvije svojte, a razredu Xanthophyceae samo jedna. Nije zabilježena niti jedna svojta iz skupina Pyrrophyta i Cryptophyta, te niti jedna svojta iz razreda Chrysophyceae.

S obzirom na procijenjenu brojnost, nisu utvrđene dominantne nedijatomejske svojte. Sve zabilježene svojte u uzorku bile su rijetke.

Utvrđeno je šest svojiti koje su u uzorcima činile više od 5% ukupnog broja dijatomeja (Slika 67). Najbrojnija je bila *U. ulna* koja je činila gotovo 23% ukupnog broja dijatomeja, a zatim *Cyclotella meneghiniana*. *Melosira varians* bila je zastupljena s 13,63%, dok je *C. placentula* činio samo 5,84% ukupnog broja dijatomeja.



Slika 67. Relativni udio dominantnih svojiti dijatomeja u sedimentu na postaji S2 (objašnjenje skraćenica u tablici 34)

Postotna zastupljenost cijanobakterija i zelenih alga iznosila je 83,33% što ukazuje da je vrijednost nedijatomejskog indeksa bila 1. Vrijednost dijatomejskog i saprobnog indeksa te ekološke kakvoće prikazane su u tablici 26.

Tablica 26. Vrijednosti dijatomejskog ( $TID_{HR}$ ), saprobnog ( $SI_{HR}$ ) i nedijatomejskog (NeD) indeksa, te ekološka kakvoća modula saprobnosti ( $OEKSI_{HR}$ ) i modula trofičnosti ( $OEK_{fitobentos-trofičnost}$ ) na postaji S2.

Postaja S2	
$TID_{HR}$	2,48
$SI_{HR}$	2,18
NeD	1
$OEKSI_{HR}$	0,63
$OEK_{fitobentos-trofičnost}$	0,39
Kategorija ekološkog stanja	
vrlo dobro	dobro
umjereno	loše
	vrlo loše

### Postaja S3 - most kod ribnjaka Popovac

S postaje S3 na odvodnom kanalu Karašica (most kod ribnjaka Popovac, stacionaža 13+566) pregledan je jedan uzorak – fitobentos iz sedimenta odvodnog kanala.

Kvalitativnom analizom utvrđeno je ukupno 29 svojiti alga, a sve su pripadale skupini Bacillariophyceae.

Na podlogama je utvrđeno šest svojiti dijatomeja koje su činile više od 5% ukupnog broja dijatomeja. Najbrojnija je bila *C. meneghiniana* (16,25%), zatim *Navicula menisculus* (13,00%), *Fallacia pygmaea* (12,75%), *Amphora ovalis* (7,25%), *Gomphonema parvulum* (6,25%) i *Achnanthisdium* sp. koji je činio 5,50% ukupnog broja dijatomeja. U sedimentu nisu utvrđene cijanobakterije i zelene alge što ukazuje da je vrijednost nedijatomejskog indeksa bila 0. Vrijednost dijatomejskog i saprobnog indeksa te ekološke kakvoće prikazane su u tablici 27.

Tablica 27. Vrijednosti dijatomejskog ( $TID_{HR}$ ), saprobnog ( $SI_{HR}$ ) i nedijatomejskog ( $NeD$ ) indeksa, te ekološka kakvoća modula saprobnosti ( $OEKSI_{HR}$ ) i modula trofičnosti ( $OEK_{fitobentos-trofičnost}$ ) na postaji S3.

Postaja S3	
$TID_{HR}$	2,69
$SI_{HR}$	2,30
NeD	0
$OEKSI_{HR}$	0,63
$OEK_{fitobentos-trofičnost}$	0,35
Kategorija ekološkog stanja	
vrlo dobro	dobro
umjereno	loše
	vrlo loše

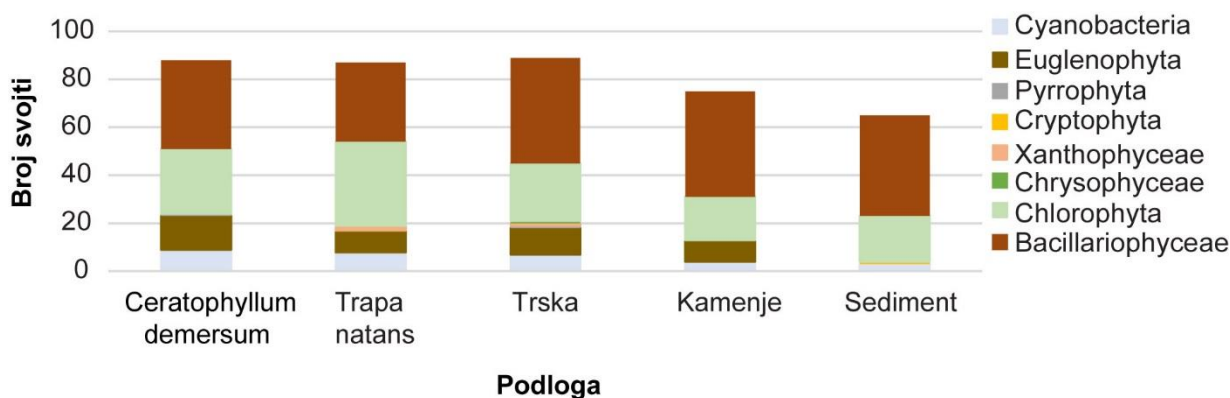
## Postaja S4 - most na cesti Gajić - Draž

Na postaji S4 prikupljeno je i pregledano ukupno pet uzoraka - fitobentos s dvije vrste makrofitske vegetacije (*C. demersum*, *Trapa natans*), s trske, kamenja i iz sedimenta (Slika 68).



Slika 68. Postaja S4 i različiti tipovi podloga prikupljeni za analizu alga u obraštaju.

U uzorcima je utvrđeno ukupno 169 svojti alga. Najveći broj svojti zabilježen je na trsci (89), a najmanji u sedimentu (65). Svojte iz skupina Bacillariophyceae (69 svojti) i Chlorophyta (59 svojti) činile su 75,74% ukupnog broja svojti. Iz skupina Cyanobacteria i Euglenophyta zabilježeno je po 18 svojti, dok je skupinama Pyrrophyta, Cryptophyta i razredima Xanthophyceae i Chrysophyceae pripadao vrlo mali broj svojti (Slika 69).



Slika 69. Ukupan broj svojti alga pojedinih sistematskih kategorija na različitim tipovima podloga na postaji S4.

Najveću procijenjenu brojnost (5) u uzorcima imale su svojte alga iz skupina Cyanobacteria, Euglenophyta i Chlorophyta (Tablica 28). Svojte iz skupina Pyrrophyta i Xanthophyceae bile su često prisutne, dok su svojte iz skupina Cryptophyta i Chrysophyceae bile rijetko prisutne u uzorcima.

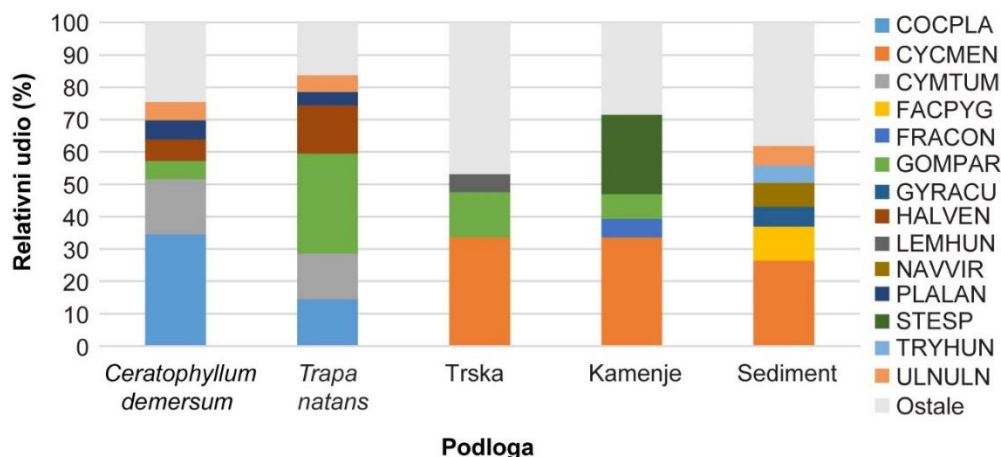
Tablica 28. Najzastupljnije (5) svojte alga na podlogama u Odvodnom kanalu Karašica u Baranjina postaji S4 (stacionaža 2+007).

Cyanobacteria
<i>Gloeocapsa gelatinosa</i> Kützing
<i>Phormidium foveolarum</i> Gomont
<i>Phormidium formosum</i> (Bory ex Gomont) Anagnostidis & Komárek
Euglenophyta
<i>Colacium vesiculosum</i> Ehrenberg
<i>Lepocinclis fusiformis</i> (H.J.Carter) Lemmermann
<i>Euglena texta</i> (Dujardin) Hübner
Chlorophyta
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová
<i>Oedogonium</i> sp.
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent
<i>Stichococcus atomus</i> Skuja

Podloge su se razlikovale s obzirom na zastupljenost pojedinih svojti dijatomeja. S udjelom većim od 30% u uzorcima su bile prisutne vrste *C. placentula*, *C. meneghiniana* i *G. parvulum* (Slike 70 i 71).



Slika 70. Dijatomeje u obraštaju u kanalu na postaji Gajić (a - zajednica dijatomeja; b - *Cocconeis placentula*; c - *Gomphonema parvulum*).



Slika 71. Relativni udio dominantnih svojti dijatomeja na različitim tipovima podloga u odvodnom kanalu Karašica na postaji S4 (objašnjenje skraćenica u tablici 34).

Postotna zastupljenost cijanobakterija i zelenih alga bila je veća od 70% što ukazuje da je vrijednost nedijatomejskog indeksa bila 1. Vrijednost dijatomejskog i saprobnog indeksa te ekološke kakvoće prikazane su u tablici 29.

Tablica 29. Vrijednosti dijatomejskog ( $TID_{HR}$ ), saprobnog ( $SI_{HR}$ ) i nedijatomejskog ( $NeD$ ) indeksa, te ekološka kakvoća modula saprobnosti ( $OEKSI_{HR}$ ) i modula trofičnosti ( $OEK_{fitobentos-trofičnost}$ ) na postaji S4.

Postaja S4	
$TID_{HR}$	2,77
$SI_{HR}$	2,30
NeD	1
$OEKSI_{HR}$	0,63
$OEK_{fitobentos-trofičnost}$	0,34
Kategorija ekološkog stanja	
vrlo dobro	dobro
umjereno	loše
	vrlo loše

## Postaja S5 - ribnjak Popovac

S postaje S5 prikupljen je i pregledan samo jedan uzorak – obraštaj s trske (Slika 72).

Kvalitativnom analizom utvrđeno je ukupno 67 svojti alga. Najveći broj svojti na trsci pripadao je skupini Bacillariophyceae (30 svojti), slijede Chlorophyta sa 16 svojti, Cyanobacteria s 12 svojti, dok je najmanji broj svojti pripadao skupini Euglenophyta (9 svojti). S obzirom na procijenjenu brojnost, dominantne nedijatomejske svojte (Tablica 30) bile su uglavnom nitaste alge iz skupine Cyanobacteria (*Heteroleibleinia epiphytica*, *Phormidium formosum*) i Chlorophyta (*Chaetophora* sp.). Osim vrste *Euglena viridis* iz skupine Euglenophyta koja je bila česta, ostale su svojte bile rijetko prisutne u uzorcima.



Slika 72. Postaja S5 (a) i uzorak trske (b) prikupljene za analizu alga u obraštaju; c) Zajednica alga u obraštaju na postaji S5.

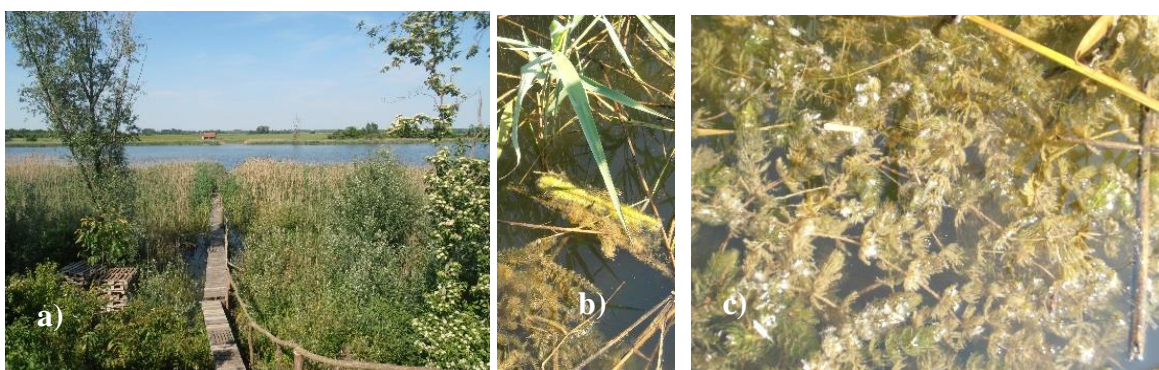
Tablica 30. Najzastupljnije svojte alga na trsci na postaji S5.

Cyanobacteria
<i>Heteroleibleinia epiphytica</i> Komárek
<i>Heteroleibleinia epiphytica</i> Komárek
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen
<i>Phormidium formosum</i> (Bory ex Gomont) Anagnostidis & Komárek
<i>Phormidium mucicola</i> Nauman & Huber-Pestalozzi
Chlorophyta
<i>Chaetophora</i> sp.

Utvrđeno je ukupno pet vrsta dijatomeja koje su u uzorku činile više od 5% ukupnog broja dijatomeja. Najbrojnija je bila *G. parvulum* koja je činila čak 26,28% ukupnog broja dijatomeja na trsci, zatim *Nitzschia palea* (13,59%), *Amphora ovalis* (12,03%), *C. meneghiniana* (9,58%) i *Navicula menisculus* koja je činila 8,46% ukupnog broja dijatomeja .

### Postaja S6, Topoljski Dunavac, ušće starog kanala Bučka u Dunavac

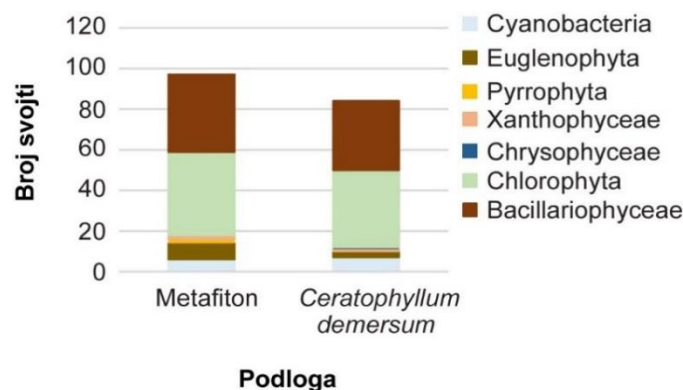
S postaje S6 prikupljena su i pregledana dva uzorka – fitobentos s vrste *Ceratophyllum demersum* i metafiton (Slika 73).



Slika 73. Postaja S6 (a) i podloge s obraštajem (b - metafiton; c - *Ceratophyllum demersum*).

Ukupan broj zabilježenih svojta bio je veći u metafitonu (96) u odnosu na *C. demersum*. Najveći broj svih zabilježenih svojti pripadao je skupinama Bacillariophyceae (52) i Chlorophyta (42), dok je iz skupine Cyanobacteria zabilježeno 10, a iz Euglenophyta 9 svojti (Slike 74 i 75). Iz skupine Cryptophyta nije zabilježena niti jedna svojta.





Slika 74. Ukupan broj svojti alga pojedinih sistematskih kategorija na podlogama na postaji S6.



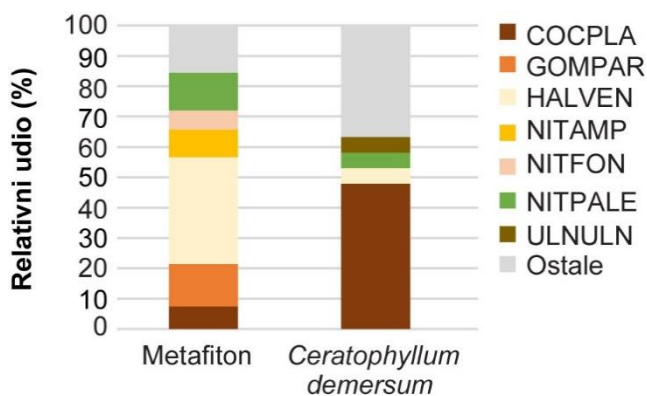
Slika 75. Zajednice alga u obraštaju na postaji S6.

Najveću procijenjenu brojnost (5) u uzorcima imale su svojite alga iz skupina Cyanobacteria i Chlorophyta (Tablica 31). Ukupno tri svojite iz skupine Euglenophyta bile su često, a 6 svojiti rijetko prisutne. Svojite iz skupina Pyrrophyta i Chrysophyceae bile su rijetko prisutne u uzorcima.

Tablica 31. Najzastupljenije svojite alga na podlogama u kanalu na postaji Topoljski Dunavac.

Cyanobacteria
<i>Anabaena affinis</i> Lemmermann
Chlorophyta
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli
<i>Cosmarium granatum</i> Brébisson ex Ralfs
<i>Cosmarium reniforme</i> (Ralfs) W.Archer
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze
<i>Mougeotia</i> sp.
<i>Oedogonium</i> sp.
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) E.Hegewald
<i>Radiococcus nimbatus</i> (De Wildeman) Schmidle
<i>Scenedesmus obliquus</i>
<i>Spirogyra</i> sp.
<i>Westella botryoides</i> (West) De Wildeman

U metafitonu je utvrđeno šest svojiti koje su bile zastupljene s više od 5% u ukupnoj zastupljenosti dijatomeja (Slika 76), a najbrojnija je bila vrsta *Halamphora veneta* (35%). Na makrofitskoj vrsti *C. demersum* utvrđene su četiri svojite među kojima je *C. placentula* činio čak 50,59% ukupnog broja dijatomeja.



### Podloga

Slika 76. Relativni udio dominantnih svojti dijatomeja na podlogama s postaje S6 (objašnjenje skraćenica u tablici 34).

Postotna zastupljenost cijanobakterija i zelenih alga iznosila je 94,53% što ukazuje da je vrijednost nedijatomejskog indeksa bila 1. Vrijednost dijatomejskog i saprobnog indeksa te ekološke kakvoće prikazane su u tablici 32.

Tablica 32. Vrijednosti dijatomejskog ( $TID_{HR}$ ), saprobnog ( $SI_{HR}$ ) i nedijatomejskog ( $NeD$ ) indeksa, te ekološka kakvoća modula saprobnosti ( $OEKSI_{HR}$ ) i modula trofičnosti ( $OEK_{fitobentos-trofičnost}$ ) na postaji S6.

Postaja S6	
$TID_{HR}$	2,94
$SI_{HR}$	2,19
NeD	1
$OEKSI_{HR}$	0,63
$OEK_{fitobentos-trofičnost}$	0,31
Kategorija ekološkog stanja	
vrlo dobro	dobro
umjereno	loše
	vrlo loše

## Ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće - fitobentos

Istraživani lokaliteti međusobno su se razlikovali s obzirom na dostupnost podloga pogodnih za razvoj fitobentosa. Reprezentativne podloge (kamenje) bile su prisutne samo na jednoj postaji (most na cesti Gajić). Na svim su postajama bile dobro razvijene različite vrste makrofitske vegetacije te prisutan fini supstrat, odnosno mulj i pijesak. Sediment nije bilo moguće uzorkovati samo na postaji S6 (Topoljski dunavac, ušće starog kanala Bučka u dunavac) i postaji S5 (ribnjak Popovac) jer je prilaz bio otežan. Obraštaj na različitim tipovima podloga može biti identičan, ali mogu postojati i razlike u njegovoj boji i strukturi. Na svim postajama obraštaj je bio smeđe obojen i relativno slabo razvijen.

Fitobentonske alge su dominantna komponenta obraštaja. S obzirom da žive pričvršćene za supstrat, promjene njihova kvalitativnog i kvantitativnog sastava ukazuju na promjene ekoloških uvjeta u vodenom ekosustavu u kojem se razvijaju. Na svim postajama svojstama najbrojnije su bile

skupine Bacillariophyceae i Chlorophyta. Jedino su na postaji S3 (most kod ribnjaka Popovac) dominirale samo svojte iz skupine Bacillariophyceae. Obje se skupine (Bacillariophyceae i Chlorophyta) razvijaju na svim tipovima podloga i u svim vodenim ekosustavima i u odnosu na ostale skupine obično su u obraštaju zastupljene s najvećim brojem vrsta. Svojte iz skupine Bacillariophyceae bile su prisutne s velikim brojem jedinki na svim istraživanim tipovima podloga i na svim postajama. Utvrđene najzastupljenije vrste dijatomeja općenito se razvijaju u čistim vodama, ali često postižu veliku brojnost i u onečišćenim vodenim ekosustavima. Sastav dijatomeja u fitobentosu je u skladu s dobivenim vrijednostima trofičkog indeksa dijatomeja i saprobnog indeksa koji ukazuju na opterećenje istraživanog kanala hranjivim i organskim tvarima. *Cocconeis placentula* i *Gomphonema parvulum* (Slika 77a i b) su otporne na organsko onečišćenje, te postižu veliku brojnost u vodama opterećenim industrijskim otpadnim vodama ili zagađivalima s poljoprivrednih površina.

*Planothidium lanceolatum*, kozmopolitska vrsta široke ekološke amplitude i *Ulnaria ulna* (Slika 77d), kozmopolitska vrsta kojoj odgovara široka amplituda pH vrijednosti, također se dobro razvijaju u onečišćenim vodama (Slika 77c). *P. lanceolatum* postiže veću brojnost u uvjetima niske koncentracije amonijaka u vodi. Prisutnost vrsta *P. lanceolatum* i *U. ulna* može također ukazivati na manje koncentracije otopljenog kisika u vodi.

*Achnantheidium minutissimum* (Slika 77e) se razvija u oligotrofnim, ali i u vodama bogatim hranjivim tvarima, a pojavljuje se i u vodama onečišćenim metalima.

*Cyclotella meneghiniana* (Slika 77f) je prisutna u rijekama i jezerima i to u različitim trofičkim uvjetima, a pronađena je i u litoralu i pelagijalu eutrofnih stajaćih ili tekućih voda. Pojavljuje se u kanalima umjerene ekološke kakvoće, a pogoduju joj srednje koncentracije hranjivih tvari i više temperature vode.

*Fallacia pygmaea* (Slika 77g) se dobro razvija u vodenim ekosustavima s visokim vrijednostima provodljivosti vode, dok je *Nitzschia palea* obično karakteristična za tekuće vode s visokim sadržajem organskih tvari. Obje su vrste otporne na prisutnost teških metala i dobro se razvijaju u onečišćenim vodenim ekosustavima.

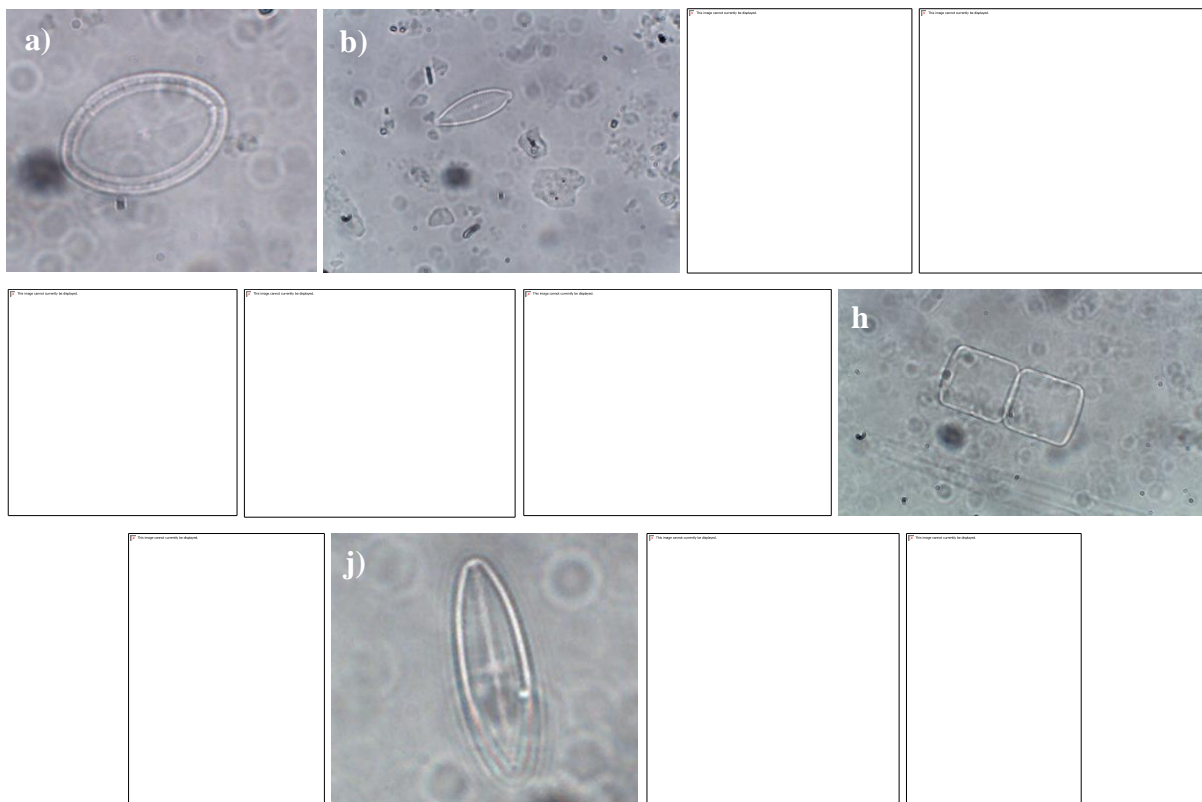
*Melosira varians* (Slika 77h) je osjetljiva na onečišćenje teškim metalima, ali njena prisutnost također ukazuje na organsko onečišćenje vodenog ekosustava. Vrste *Nitzschia amphibia* i *Halamphora veneta* su tolerantne na niske koncentracije kisika i otporne su na organsko onečišćenje vode, dok se *Lemnicola hungarica* (Slika 77j) dobro razvija na makrofitskoj vegetaciji, ali je općenito posebno karakteristična za obraštajne zajednice na vodenoj leći (*Lemna* sp.).

Jači intenzitet svjetlosti pogoduje razvoju zelenih alga te su one u obraštajnim zajednicama brojnije u ljetnim mjesecima. Osim na postajama S2 (most na cesti Beli Manastir – Branjin Vrh) i S3 (most kod ribnjaka Popovac), u obraštaju na svim ostalim postajama svojte iz skupine Chlorophyta bile su dobro razvijene. Zabilježene su vrste koje su karakteristične za jarke, ribnjake ili litoralnu zonu manjih jezera, a dobra razvijenost svojti kao što su *Oedogonium* sp. i *Spirogyra* sp. (Slika 77k i l) na pojedinim postajama ukazuje na mjesta intenzivnije razgradnje vodene vegetacije. Najveći broj dominantnih svojti iz skupine Chlorophyta u obraštaju na postaji S6 (Topoljski dunavac) moguće je objasniti pojavom metafitona – nakupina nitastih zelenih algi koje žive priljubljene uz podlogu, ali se u uvjetima disturbancija (brže strujanje vode, nedostatak svjetlosti, poplave i sl.) od podloge odvajaju te nastavljaju živjeti na površini vode gdje formiraju novu podlogu za naseljavanje alga.

*Oedogonium* sp. i *Spirogyra* sp. činili su osnovu metafitonske zajednice na postaji S6 (Topoljski Dunavac).

Euglenophyta nisu bile prisutne samo na postaji S3 (most kod ribnjaka Popovac), a na svim ostalim postajama bile su prisutne s manjim brojem svojti. Prisutnost većeg broja vrsta iz skupine Euglenophyta također ukazuje na onečišćenje vodenog ekosustava organskim tvarima.

Utvrđene fitobentoske zajednice alga u kojima prevladavaju vrste karakteristične za onečišćene vode, trofički indeksi dijatomeja, saprobni i nedijatomejski indeksi ukazuju da su vode u istraživanim kanalima opterećene hranjivim i organskim tvarima. Opterećenost hranjivim tvarima (nedijatomejski indeks = 0) jedino nije utvrđena na postaji S3, ali se to može objasniti činjenicom da su pregledani samo uzorci sedimenta.



Slika 77. *Cocconeis placentula* (a), *Gomphonema parvulum* (b), *Planothidium lanceolatum* (c), *Ulnaria ulna* (d); *Achnantheidium minutissimum* (e), *Cyclotella meneghiniana* (f), *Fallacia pygmaea* (g), *Melosira varians* (h), *Nitzschia amphibia* (i), *Lemnicola hungarica* (j), *Oedogonium* sp. (k), *Spirogyra* sp. (l)

Na temelju indeksa saprobnosti dobivenog analizom indikatorskih vrijednosti i težine dijatomejskih vrsta utvrđenih u uzorcima fitobentosa, ekološko stanje u istraživanim postaja Odvodnog kanala Karašica u Baranji je loše (Tablica 33).

Tablica 33. Vrijednosti dijatomejskog ( $TID_{HR}$ ), saprobnog ( $SI_{HR}$ ) i nedijatomejskog ( $NeD$ ) indeksa, te ekološka kakvoća modula saprobnosti ( $OEKSI_{HR}$ ) i modula trofičnosti ( $OEK_{fitobentos-trofičnost}$ ) na istraživanim postajama Odvodnog kanala Karašica (S1-S4) i na postaji ušća kanala Bučka u Topoljski Dunavac (S6).

Indeksi pokazatelja	Odvodni kanal Karašica				S6
	S1	S2	S3	S4	
$TID_{HR}$	2,87	2,48	2,69	2,77	2,94
$SI_{HR}$	2,26	2,18	2,30	2,30	2,19
$NeD$	1	1	0	1	1
$OEKSI_{HR}$	0,60	0,63	0,63	0,63	0,63
$OEK_{fitobentos-trofičnost}$	0,33	0,39	0,35	0,34	0,31
Kategorija ekološkog stanja					
vrlo dobro		dobro	umjereno	loše	vrlo loše

Tablica 34. Najzastupljenije svojite dijatomeja u obraštaju u kanalima na području Baranje.

Vrsta	Kod
<i>Achnantheidium</i> sp.	ACHSP
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	AMPOVA
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	COCPLA
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CYCMEN
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) van Heurck	CYMTUM
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) A.J.Stickle & D.G.Mann	FALPYG
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	FRACON
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	GOMPAR
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	GYRACU
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	HALVEN
<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) F.E.Round & P.W.Basson	LEMHUN
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	MELVAR
<i>Navicula menisculus</i> Schumann	NAVMEN
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	NAVVir
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	NITAMP
<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot	NITARC
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	NITFON
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	NITPAL
<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	NITPALE
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	PLALAN
<i>Stephanodiscus</i> sp.	STESP
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	TRYHUN
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) M.Aboal	ULNACU
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	ULNULN

# Makrozoobentos

---

Sukladno članku 19. stavku 5. Uredbe o standardu kakvoće voda prema Metodologiji uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće makrozoobentos predstavlja važnu komponentu unutar biocenotičkih struktura i ciklusa hranjivih tvari te je važan dio hranidbenih lanaca i jedan je od ključnih bioloških elemenata kakvoće u ocjeni ekološkog stanja tekućica. Zbog relativno dugog životnog vijeka i ograničene pokretljivosti, veće ili manje promjene ekoloških uvjeta u okolišu, primjerice promjena fizikalnih svojstava vode (brzina strujanja vode, temperatura, svjetlost), kemijskih svojstava vode (količina hranjivih tvari, kisika i ugljikovog dioksida te sezonske i dnevne promjene režima protoka vode), imaju za posljedicu promjenu u kvalitativnoj i kvantitativnoj strukturi zajednice.

Prednosti makrozoobentosa pred drugim skupinama vodenih organizama u ocjeni ekološkog stanja voda su:

- relativno se lagano prikupljaju uz pomoć različitih tipova bentos mreža,
- relativno su veliki što olakšava prikupljanje, razvrstavanje i determinaciju,
- mnoge vrste su brojne i široko rasprostranjene što omogućava usporedbu rezultata na širem području,
- relativno se brzo mogu determinirati zbog postojanja prikladnih priručnika,
- dobro su poznate reakcije mnogih uobičajenih vrsta na različite tipove onečišćenja te stupanj njihove tolerancije prema onečišćenju,
- žive dovoljno dugo da je njihovo prisustvo ili odsustvo iz zajednice posljedica promjena u okolišu, a ne izmjene generacija ili posljedica specifičnih životnih ciklusa,
- ograničeno su pokretni pa ne mogu napustiti stanište kod pogoršanja ekoloških prilika u vodi.

## Uzorkovanje

Uzorci makrozoobentosa prikupljeni su prema Metodologiji uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće, donesenoj na temelju odredbi iz članka 19. Uredbe o standardu kakvoće voda (Narodne novine, broj 73/13 i 151/14). Prikupljanje uzoraka je obavljeno ručnom bentos mrežom s metalnim okvirom 25 cm širine x 25 cm visine (površina 0,0625 m<sup>2</sup>), dužina mreže 50 cm s promjerom okašca 500 µm (Slika 78a i b).

Uzorkovana su sva raspoloživa mikrostaništa (engl. „multi-habitat sampling“) na mjernoj postaji, a poduzorci su raspoređeni razmjerno udjelu mikrostanišnih tipova. Detaljnom analizom na terenu utvrđena su mikrostaništa (supstrati): makrolital, mezolital, mikrolital, psamal, argilal i fital (Slika 79a-f, Tablica 35).

U tablici 36 dan je sažet opis uzorkovanja pojedinih tipova mikrostaništa.



Slika 78. Uzorkovanje makrozoobentosa ručnom bentos mrežom. (Fotografirala D. Čerba)



Slika 79. Primjeri mikrostanista na postajama istraživanja: a) Ma, Mz; b) Ar, P, F; c) Mz, F, P; d) Mi, Ar, F; e) Ar, P, F; f) Ar, P, F (Ma - makrolital, Me - mezolital, Mi - mikrolital, Ps - psamal, Ar - argilal, F - fital). (Fotografirala D. Čerba)

Tablica 35. Klasifikacija mikrostanista (supstrata).

<b>Mineralna mikrostanista</b>	<b>Organska mikrostanista</b>
Makrolital (20 cm - 40 cm) – Ma (veće kamenje)	Fital - F (nitaste alge, slojevi algi na kamenju)
Mezolital (> 6,3 cm - 20 cm) - Mz (kamen veličine šake, oblutak)	Fital - F (submerzne alge, mahovine i makrofiti)
Mikrolital (> 2 cm – 6,3 cm) - Mi (srednji i krupni šljunak do veličine šake, valutice)	Fital - F (emerzna makrofitska vegetacija, npr. <i>Typha sp.</i> , <i>Carex sp.</i> , <i>Pragmites sp.</i> )
Psamal/Psamopelal (> 6,3 $\mu$ m - 2 mm) - P (organski mulj, pijesak)	
Argilal (< 6,3 $\mu$ m) - Ar (anorganski mulj, glina)	

## Laboratorijska obrada uzoraka

### Izolacija, determinacija i kvantifikacija makrozoobentosa

U laboratoriju je uzorak makrozoobentosa podijeljen na manje uzorke radi skraćivanja vremena potrebnog za obradu uzorka, posebice kod uzoraka s izrazito gustim populacijama makrozoobentosa. Slučajni odabir poduzoraka omogućuje da se iz velikog uzorka odabere manji broj poduzoraka, koji predstavljaju cjelokupni uzorak. Uzorak je prvo homogeniziran, a poduzorkovanje je provedeno korištenjem posebne opreme – poduzorkivača, kako je propisano Metodologijom, radi osiguravanja proporcionalne zastupljenosti organizama.

Tablica 36. Način uzorkovanja pojedinih tipova mikrostanista/supstrata.

Tip mikrostanista	Način uzorkovanja
Makrolital, mezolital	Prvo su s kamenja prikupljeni pričvršćeni organizmi te isprani u mreži. Veće kamenje je stavljeno u mrežu i u njoj su, rukom ili pincetom, prikupljeni svi prisutni organizmi, dok je ostali supstrat pomaknut i promiješan.
Mikrolital, Psamal, Argilal	Uzorak je prikupljen <i>kick and sweep</i> metodom - mreža je postavljena uspravno na supstrat s otvorom u suprotnom smjeru toka te je petama čizme uznemireno dno korita, a podignut je supstrat dubine najmanje 10 – 15 cm (5 - 10 cm za FPOM; 10 - 15 cm za CPOM). Mreža je postavljena dovoljno blizu da bi struja vode otplavila makrozoobentos u nju, ali dovoljno daleko da supstrat u velikoj količini ne uđe u mrežu. Nakon poduzorkovanja, prikupljeni materijal je ispran potezanjem mreže po vodi suprotno smjeru struje vode i miješanjem rukom, kako bi se odstranile sitne čestice (mulj) te je uklonjen veći supstrat, a organizmi izolirani.
Makrofiti	Makrofiti su kvantitativno uzorkovani uzimanjem jednakih dijelova korijena, stabljike i listova koji su djelomično obrađeni na terenu te je konačna analiza i izdvajanje beskralježnjaka provedena u laboratoriju.

Organizmi su determinirani do razine vrste/roda, ukoliko je bilo moguće, pomoću relevantne determinacijske literature (npr. Argano, 1979; Brinkhurst, 1971; Brinkhurst, Jamieson, 1971; Karaman, 1993; Minelli, 1977; Moller Pillot, 2009; Nilsson, 1996; Neemann, Neubert, 1999; Nilsson, 1997; Timm, 2009; Vallenduuk, Pillot, 1997; Vallenduuk, Pillot, 2007).

Uzorak je raspoređen u kadicu za poduzorkovanje, koja je podijeljena na 30 jednakih kvadrata. Iz pet slučajno izabranih kvadrata/poduzoraka (jedinica za izolaciju), izdvojeni su svi makroskopski



beskralješnjaci. Izdvajanje organizama se završilo kad je u pet (ili više) poduzoraka pronađeno minimalno 700 jedinki. Broj jedinki je preračunat na cijeli uzorak te na površinu od 1 m<sup>2</sup>.

U tablici 37 su prikazani pokazatelji i moduli koji su korišteni za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makrozoobentosa. Za ocjenjivanje ekološkog stanja utvrđeno je da tekućica odnosno mjesta uzorkovanja pripadaju **tipu HR-R\_2A**.

Indikatorske vrijednosti svojiti makrozoobentosa (SI) nalaze se u Operativnoj listi svojiti makrozoobentosa u DODATKU 4 Metodologije uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće.

Tablica 37. Pokazatelji/indeksi i moduli za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa.

Element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Makrozoobentos	Ukupan broj svojiti (UBS) Udio oligosaprobni indikatora (OSI%) Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> ) BMWP bodovni indeks (BMWP) Prošireni biotički indeks (PBI)	Opterećenje organskim tvarima	Saprobnost
	Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H); Ritron indeks (RI); Udio svojiti koje preferiraju šljunak, litoral i pjeskoviti tip supstrata Akal+Lit+Psa (ALP%) Indeks biocenotičkog područja (IBR)	Hidromorfološke promjene/opća degradacija	Opća degradacija

Indeksi/pokazatelji za modul saprobnost (u zagradi je engleski naziv iz računalnog programa ASTERICS 4.0.3.)

#### Ukupan broj svojiti (UBS) (Number of Taxa)

Indeks koji ukazuje na sastav zajednice makrozoobentosa, tj. na bogatstvo ili raznolikost svojiti, a smanjenje raznolikosti zajednice ukazuje na degradaciju i onečišćenje, posebno organskim tvarima. Manji broj svojiti karakterističan je za izvorske vode, što je posljedica prirodnih obilježja izvora (stabilna relativno niska temperatura, manje otopljenog kisika), a ne onečišćenja.

Udio oligosaprobni indikatora (OSI%) (oligo [%] (abundance classes -scored taxa = 100%))

Povećani udio oligosaprobni indikatora u makrozoobentosu ukazuje na vrlo dobro i dobro stanje, a smanjenje njihove brojnosti na pogoršanje stanja vode tekućice.

#### Hrvatski saprobni indeks (SI<sub>HR</sub>)

Biološki indeks koji ukazuje na opterećenje lako razgradljivim organskim tvarima, odnosno na saprobnost.

#### BMWP bodovni indeks (BMWP) (BMWP Score)

Indeks koji uzima u obzir toleranciju prema onečišćenju pojedinih porodica makrozoobentosa prisutnih u uzorku, a vrijednost mu se dobiva zbrajanjem bodova pojedinih porodica.

### Prošireni biotički indeks (PBI) (IBE Aqem)

Biološki indeks čija vrijednost ovisi o prisutnosti predstavnika pojedinih skupina beskralješnjaka različite osjetljivosti na organsko onečišćenje, počevši od onih najosjetljivijih prema tolerantnim te o broju svojti u uzorku.

Indeksi/pokazatelji za modul opća degradacija (u zagradi je engleski naziv iz računalnog programa ASTERICS 4.0.3.)

### Shannon - Wiener indeks raznolikosti (H) (Diversity - Shannon-Wiener- Index)

Indeks predstavlja matematički izraz kojim se mjeri struktura zajednice, a temelji se na brojnosti i ujednačenosti vrsta. Vrijednosti ovog indeksa u pravilu su niže u slučaju različitih vidova degradacije i onečišćenja, iako su kod izuzetno čistih izvorskih voda vrijednosti indeksa raznolikosti, također, niske, ali to nije posljedica lošeg stanja vode, već prirodnih obilježja izvora (stabilna relativno niska temperatura, manje otopljenog kisika).

### Ritron indeks (RI) (Rhithron Type Index)

Indeks je zbirni pokazatelj, čija vrijednost ukazuje na udio svojti koje preferiraju područje ritrona, tj. dijelove tekućica s većom brzinom strujanja vode, uglavnom njihove gornje tokove. Više vrijednosti indeksa ukazuju na veći udio svojti gornjih, brzih dijelova tekućica, dok niže vrijednosti u nizinskim dijelovima tekućica ili nizvodno od brana i hidromorfološki promijenjenih dijelova tekućica ukazuju na opću degradaciju.

### Udio svojti koje preferiraju šljunak, litoral i pjeskoviti tip supstrata Akal+Lit+Psa (ALP%)([%] Type Aka+Lit+Psa (scored taxa = 100%))

Indeks koji ukazuje na opću degradaciju tekućica, koja uključuje i određeno organsko onečišćenje. Vrijednosti indeksa (tj. udio predstavnika skupina koje preferiraju takve tipove staništa), redovito se smanjuje pogoršanjem stanja vode.

### Indeks biocenotičkog područja (IBR) (Index of Biocoenotic Region)

Indeks je skupni pokazatelj preferiranja pojedine vrste pojedinoj zoni rijeke/tekućice (biocenotičkoj regiji) duž longitudinalnog profila – krenal, ritral, potamal, litoral i profudal. Niže vrijednosti indeksa ukazuju na veći udio vrsta koje preferiraju krenal i ritral, a više vrijednosti indeksa ukazuju da u zajednici dominiraju indiferentne vrste ili vrste koje preferiraju donje tokove i područja potamala.

Kako se vrijednosti svakog pojedinog indeksa brojčano znatno razlikuju, za ocjenu se njihove vrijednosti transformiraju (normaliziraju) u raspon od 0 (vrlo loše) do 1. Za ocjenu ekološkog stanja se za svaki korišteni indeks izračunao omjer njegove ekološke kakvoće (OEK). Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za makrozoobentos dane su u tablici 38.

Tablica 38. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za biološki element kakvoće - makrozoobentos, izraženi kao omjer ekološke kakvoće

Kategorija ekološkog stanja	Makrozoobentos
vrlo dobro	0,80 – 1,00
dobro	0,60 – 0,79
umjereno	0,40 – 0,59
loše	0,20 – 0,39
vrlo loše	< 0,20

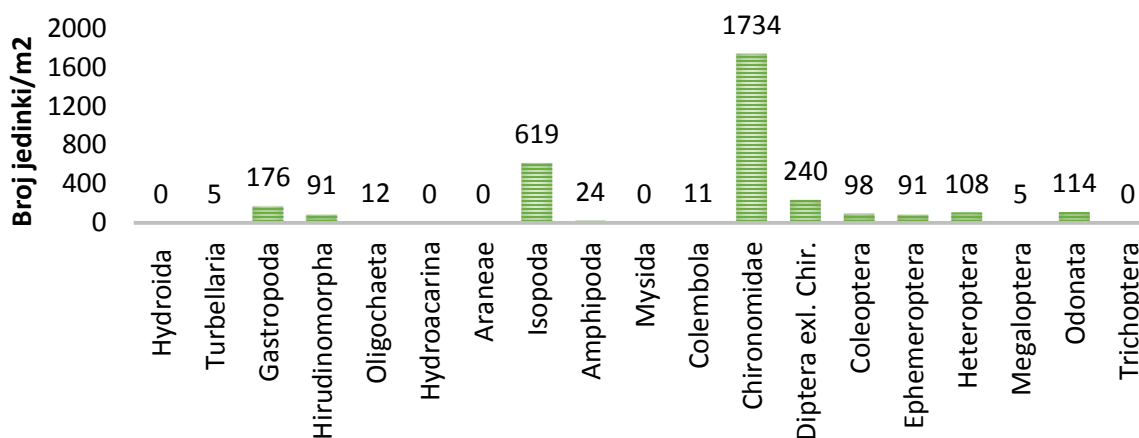
## Rezultati

Opis stanja vode na lokalitetima istraživanja opisan je prikazom sastava i brojnosti zajednica maločetinaša i trzalaca kao najbrojnijih predstavnika makrozoobentosa u ovom istraživanju i ključnih indikatora kvalitete vode te organskog zagađenja.

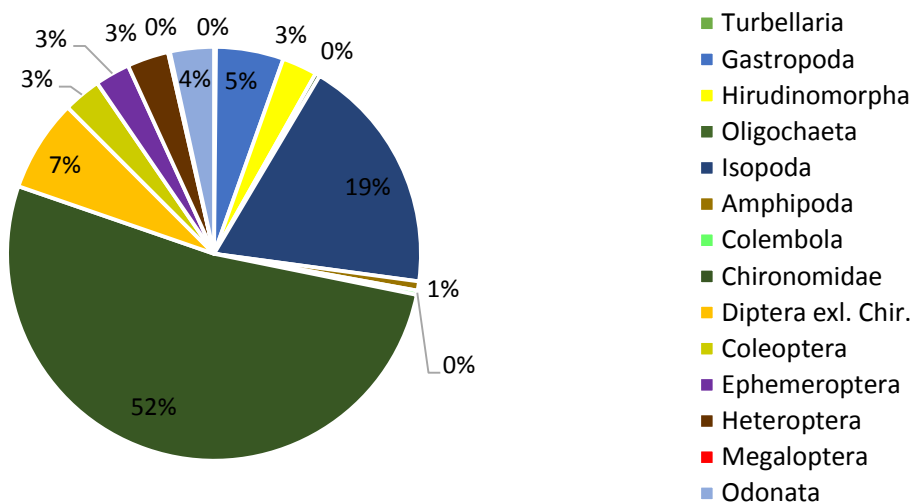
### Postaja S1 - most na cesti Luč - Petlovac

Na postaji S1 je zabilježeno samo 9 jed./m<sup>2</sup> maločetinaša porodica Tubificidae i Lumbricidae. Dominantan takson porodice Chironomidae (*Cricotopus (Isocladius) sp.*) uobičajen je u vrlo produktivnim vodama i imaju širok ekološki raspon tolerancije prema promjenama koncentracije kisika. S druge strane, pronalaze se i u zajednicama s makrofitskom vegetacijom zbog dostupne hrane i skloništa.

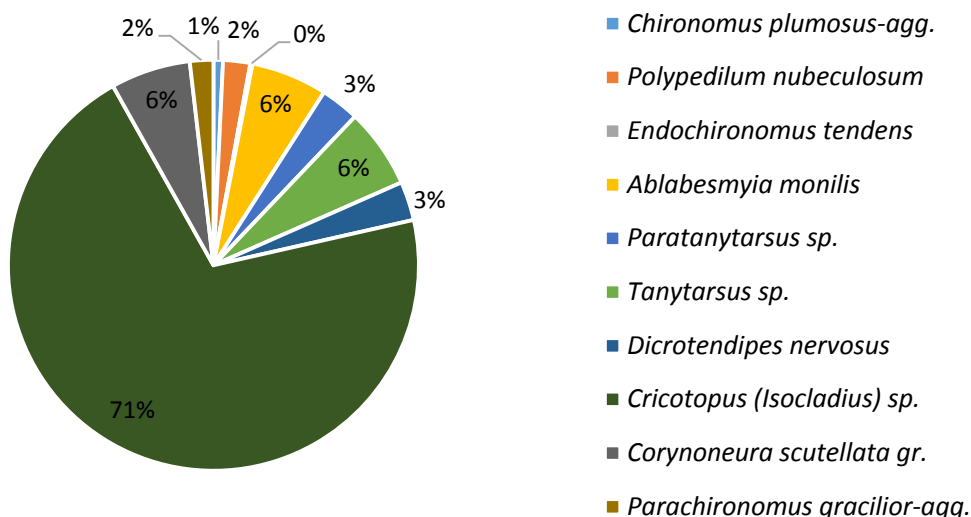
Na ovoj postaji utvrđena je najveća brojnost predstavnika Gastropoda, Coleoptera, Megaloptera i Diptera (bez Chironomidae), vjerojatno kao rezultat prisutnosti različitih vrsta makrofita koje predstavljaju povoljan supstrat za razvoj raznolike i brojne faune slatkovodnih beskralježnjaka (Slike 80-82).



Slika 80. Brojnost predstavnika pojedine taksonomske skupine makrozoobentosa na postaji S1.



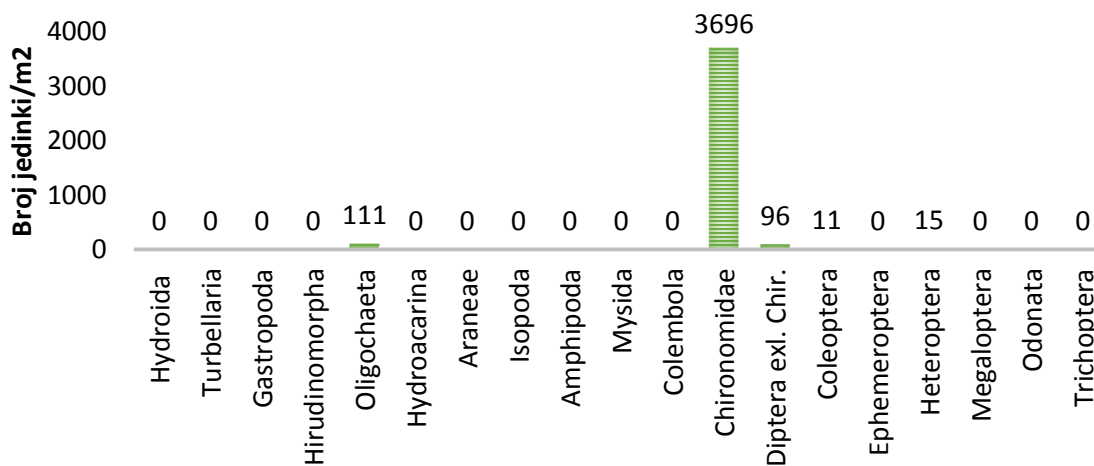
Slika 81. Postotni udio predstavnika pojedine taksonomske skupine u ukupnoj fauni na postaji S1.



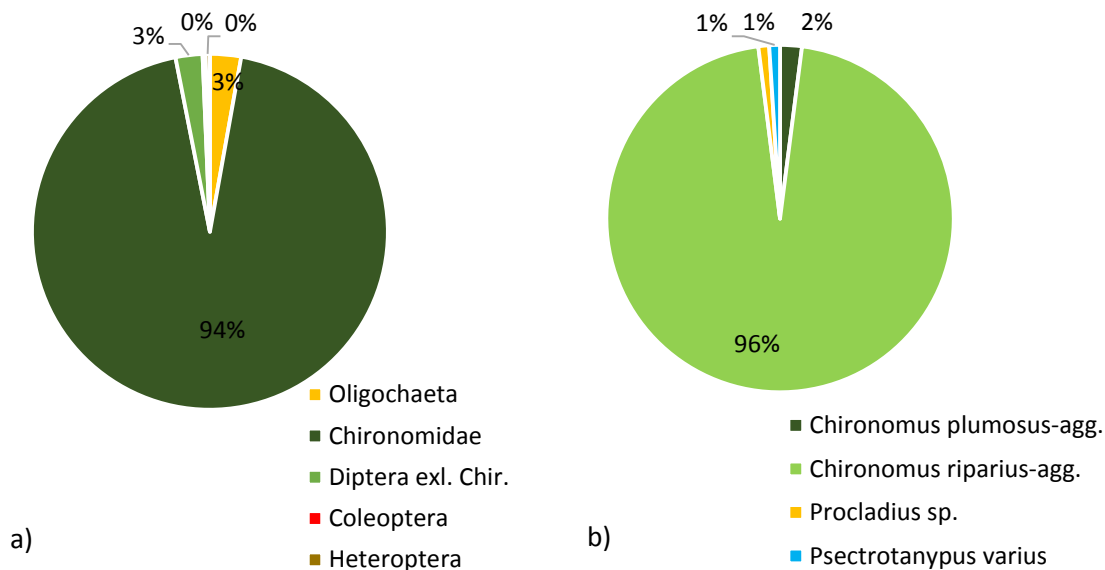
Slika 82. Postotni udio predstavnika pojedinih vrsta u zajednici porodice Chironomidae na postaji S1.

## Postaja S2 - most na cesti Beli Manastir - Branjin Vrh

Na postaji S2 utvrđen je izostanak većine predstavnika makrozoobentosa (Slike 83 i 84a). Zabilježeno je 3696 jed./m<sup>2</sup> ličinki trzalaca. Sastav zajednice Chironomidae (96% *Chironomus riparius* agg.), te izrazito crvena boja tijela ličinki (Slika 84b i 95) ukazuju na zagađenje organskom tvari te anoksične uvjete staništa, što je u skladu s neugodnim i nadražujućim mirisom sedimenta. Također, predstavnici Oligochaeta su bili isključivo predstavnici vrste *Tubifex tubifex* te juvenilni oblici porodice Tubificidae.



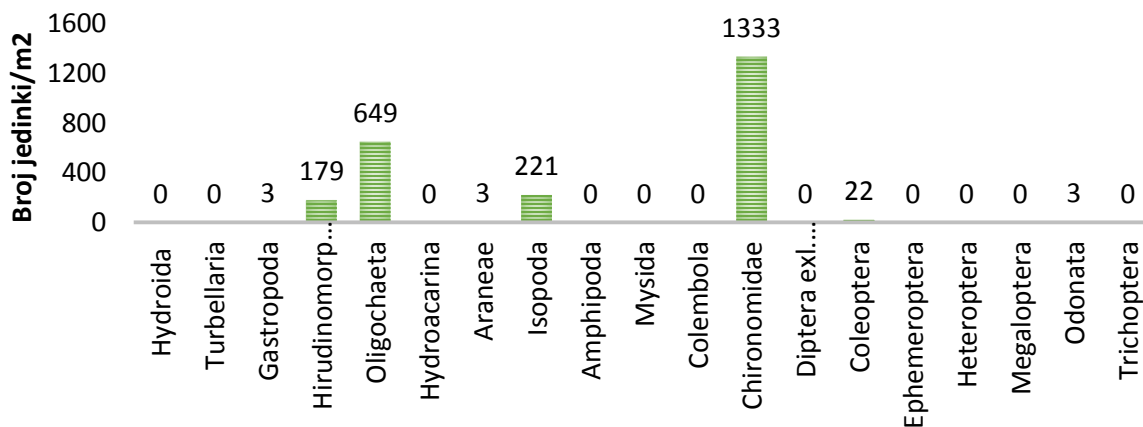
Slika 83. Brojnost predstavnika pojedine taksonomske skupine makrozoobentosa na postaji S2.



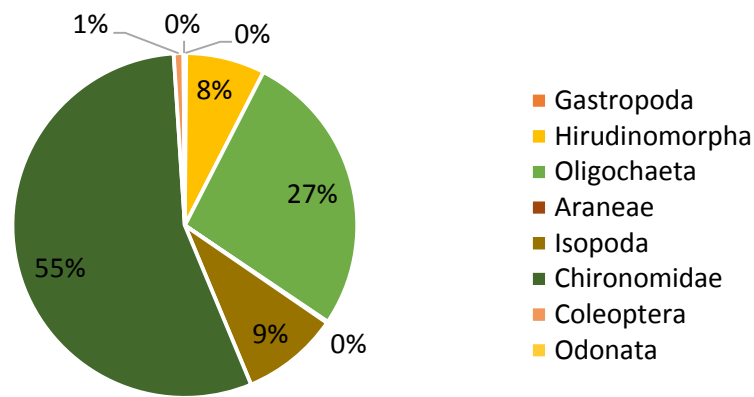
Slika 84. Postotni udio predstavnika pojedine taksonomske skupine u ukupnoj fauni (a) i postotni udio predstavnika pojedinih vrsta u zajednici porodice Chironomidae (b) na postaji S2.

### Postaja S3 - most kod ribnjaka Popovac

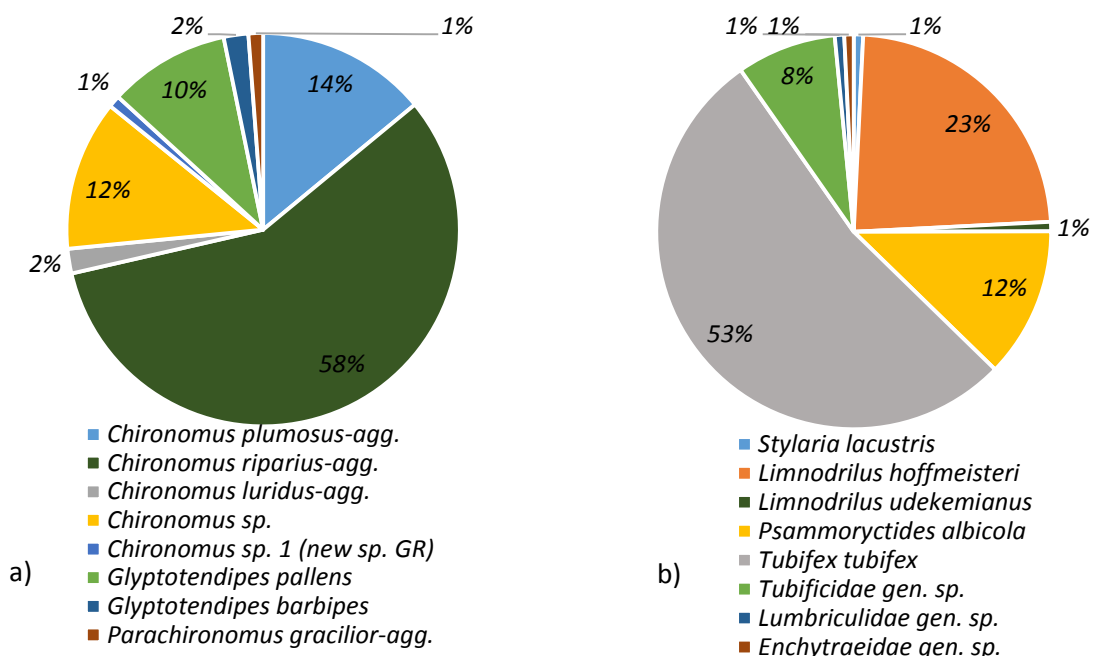
Na postaji S3, u zajednici porodice Chironomidae, gotovo 90% ukupnog broja ličinki su činili predstavnici vrsta roda *Chironomus* koje su karakteristične za hipertrofne, polisaprobne vode, a dominacija *Chironomus riparius* agg. ukazuje na zagađenje organskom tvari te anoksične i hipoksične uvjete staništa (Slika 87a). Indikatori takvog stanja su i predstavnici maločetinaša, tj. utvrđena dominantnost vrsta porodice Tubificidae, posebice vrsta *Tubifex tubifex* i *Limnodrilus hoffmeisteri* (Slika 87b), a na ovom lokalitetu je utvrđena druga najveća brojnost Oligochaeta, 649 jed./m<sup>2</sup> (Slika 85).



Slika 85. Brojnost predstavnika pojedine taksonomske skupine makrozoobentos na postaji S3.



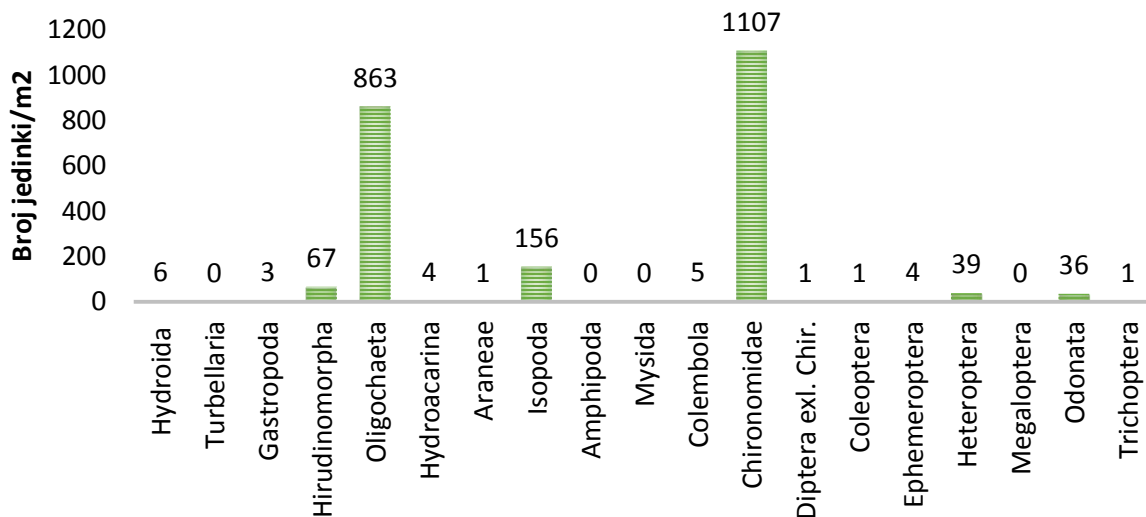
Slika 6. Postotni udio predstavnika pojedine taksonomske skupine u ukupnoj fauni na postaji S3.



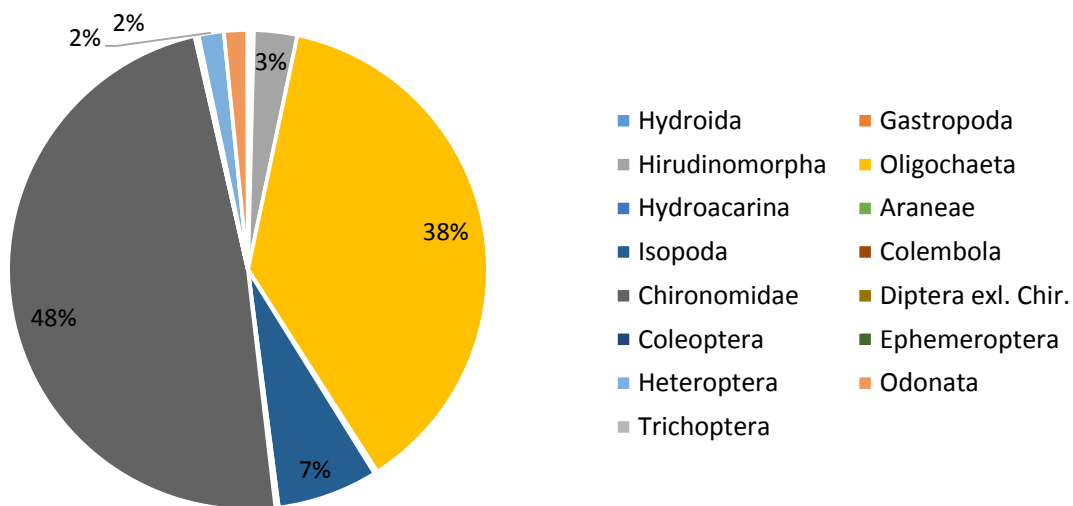
Slika 87. Postotni udio predstavnika pojedinih vrsta u zajednici porodice Chironomidae (a) i postotni udio predstavnika pojedinih vrsta u zajednici Oligochaeta (b) na postaji S3.

## Postaja S4 - most na cesti Gajić - Draž

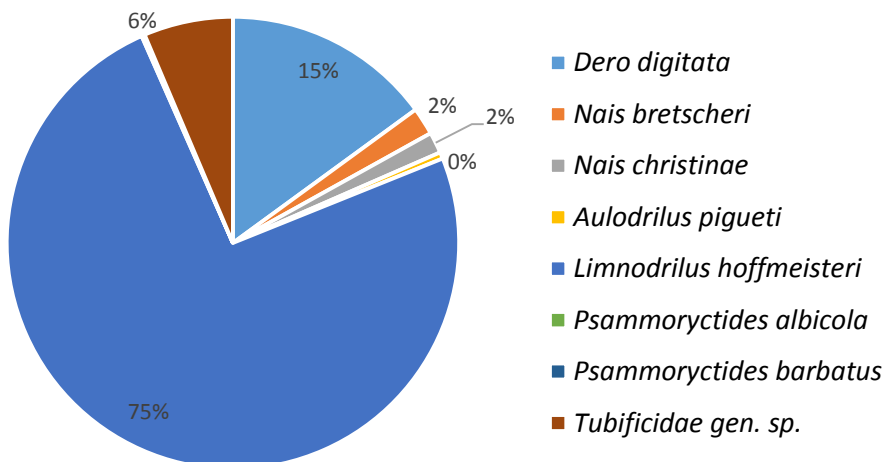
Na postaji S4 najveći udio u ukupnom broju beskralježnjaka su imali Oligochaeta i Chironomidae (Slike 88 i 89). Dominantni taksoni Oligochaeta (ukupno 8 taksona, uz dominaciju *Limnodrilus hoffmeisteri* i *Dero digitata*) i Chironomidae (ukupno 19 taksona, uz dominaciju *Cricotopus (Isocladius) sp.*, *Chironomus plumosus agg.* i *Endochironomus tendens*) (Slika 90a i b) i njihov udio u zajednici navedenih taksonomskih skupina, su karakteristične za podloge bogate organskom tvari te moguća duža razdoblja s nižom koncentracijom kisika. Na ovom lokalitetu je utvrđen najveći broj Oligochaeta (863 jed./m<sup>2</sup>) duž cijelog istraživanog transeкта kanala (Slika 88).



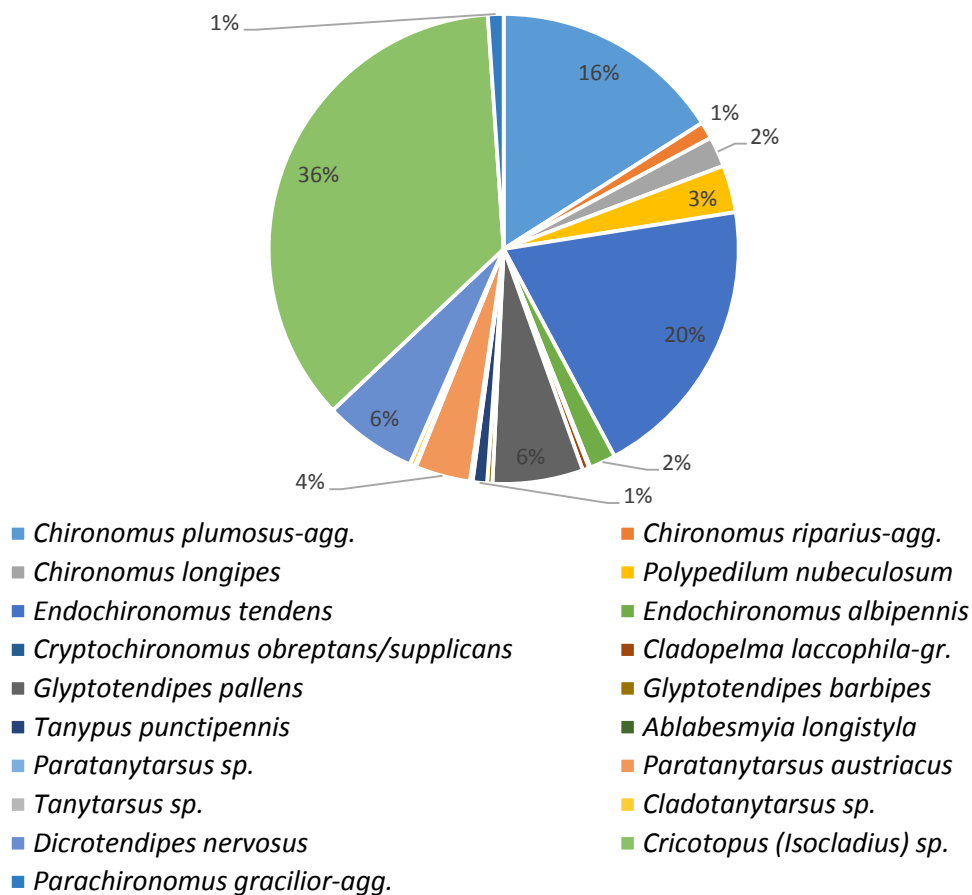
Slika 88. Brojnost predstavnika pojedine taksonomske skupine makrozoobentosa na postaji S4.



Slika 89. Postotni udio predstavnika pojedine taksonomske skupine u ukupnoj fauni na postaji S4.



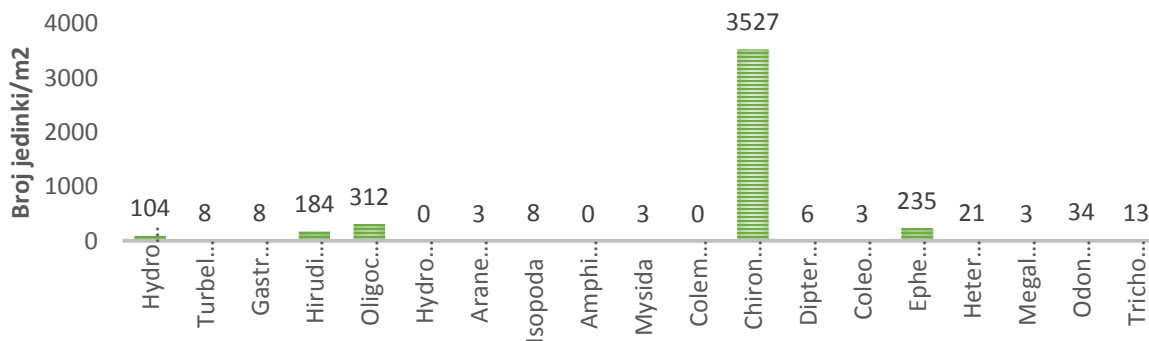
Slika 90a. Postotni udio predstavnika pojedinih vrsta u zajednici Oligochaeta na postaji S4.



Slika 90b. Postotni udio predstavnika pojedinih vrsta u zajednici Chironomidae na postaji S4.

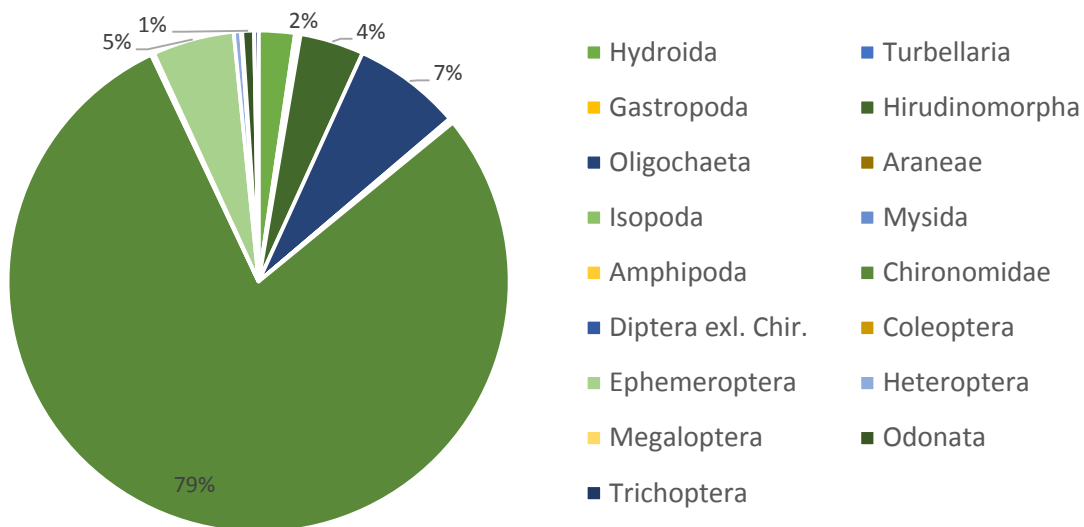
### Postaja S6 - ušće kanala Bučka u Topoljski Dunavac

Na postaji S6 zabilježena je najveća brojnost predstavnika makrozoobentosa, ukupno 4472 jed./m<sup>2</sup> (Slika 91). Utvrđena su 23 taksona porodice Chironomidae te 5 taksona Oligochaeta (Slike 92-94). U uzorku su dominirale vrste koje se nalaze u eutrofnim te distrofnim vodama, s povećanom količinom organske tvari te u zajednicama s makrofitama koje su imale velik udio mikrostaništa na navedenom lokalitetu.

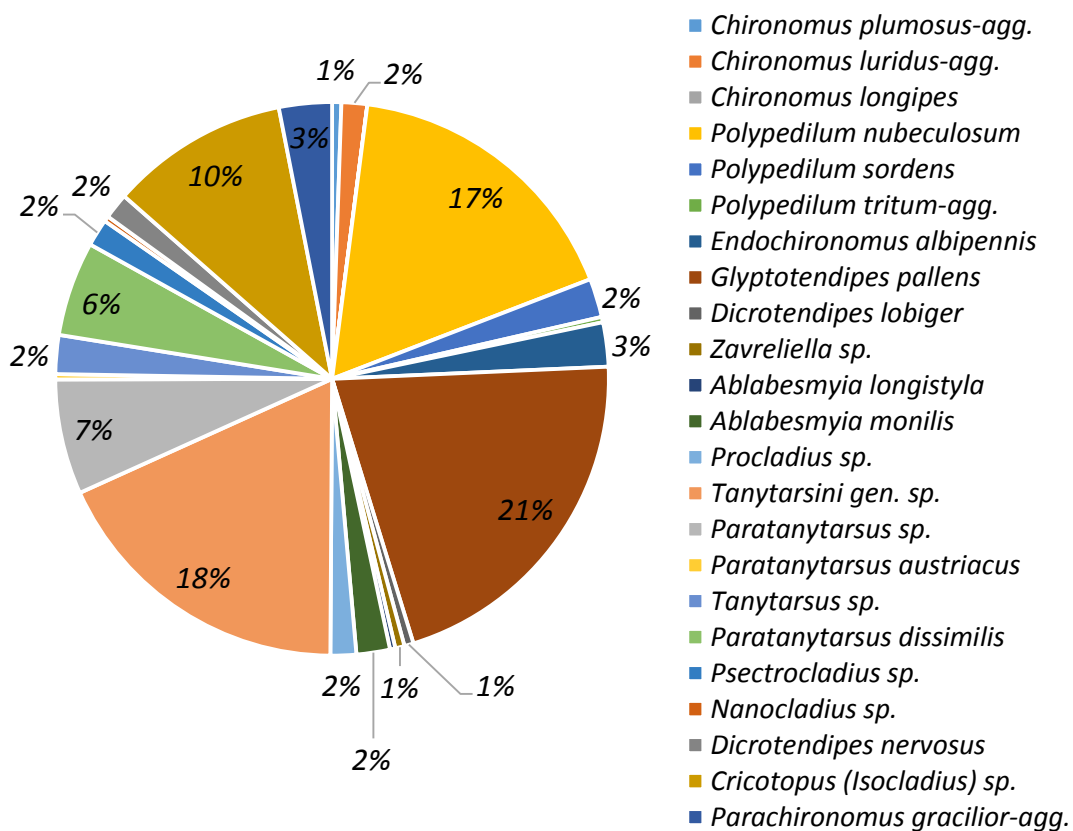


Slika 91. Brojnost predstavnika pojedine taksonomske skupine makrozoobentosa na postaji S6.

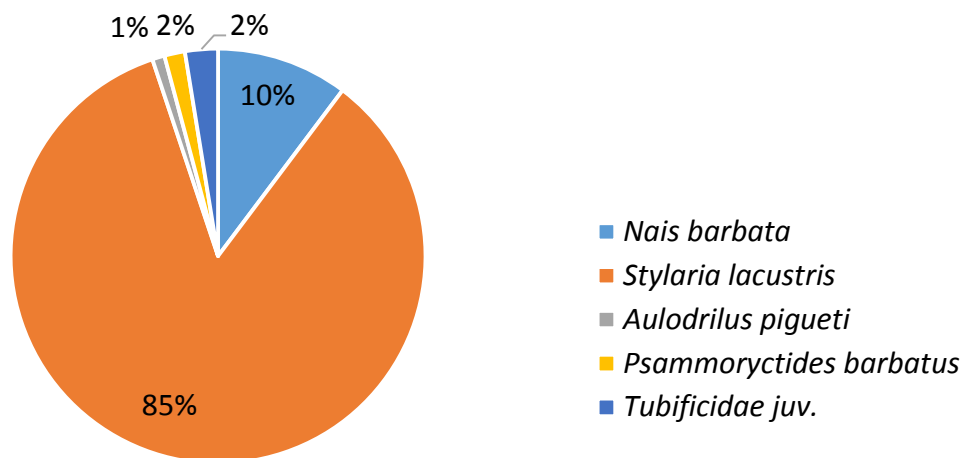




Slika 92. Postotni udio predstavnika pojedine taksonomske skupine u ukupnoj fauni na postaji S6.



Slika 93. Postotni udio predstavnika pojedinih vrsta u zajednici porodice Chironomidae na postaji S6.



Slika 94. Postotni udio predstavnika pojedinih vrsta u zajednici Oligochaeta na postaji S6.

## Ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće - makrozoobentos

Sediment je na nekim postajama istraživanja svojom bojom, teksturom i neugodnim mirisom ukazivao na izrazito opterećenje organskom tvari. Također, sastav faune sedimenta, uz dominaciju taksona karakterističnih za lošu kvalitetu vode i organska zagađenja - predstavnika maločetinaša (Oligochaeta, Annelida) i ličinki trzalaca (Chironomidae, Diptera), ukazuje na visoko opterećenje organskom tvari i opću degradaciju vodotoka.

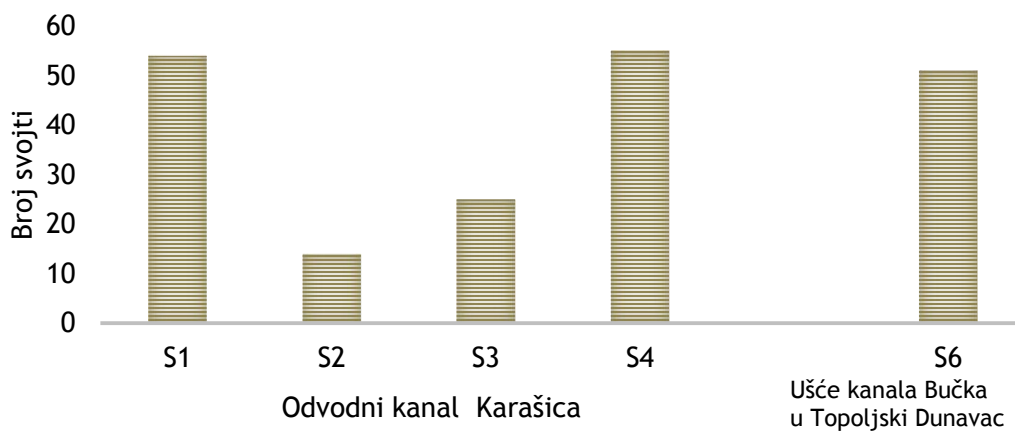
Prema utvrđenom ukupnom broju jedinki za sve postaje, ličinke porodice Chironomidae, su činile preko 70% ukupne faune, a Oligochaeta 9%, dok su na nekim postajama predstavljale gotovo jedine predstavnike makrozoobentosa. Na dijelu vodotoka mnoge su jedinke bile intenzivno crvene boje (korištenje hemoglobina) zbog nedostatka kisika (Slika 95), tj. dugih razdoblja hipoksije i anoksije u pridnenim slojevima i sedimentu, dok je na pojedinim postajama razvoj makrofitske vegetacije doprinio smanjenju degradacije, poboljšanim uvjetima u životnoj sredini i većoj raznolikosti faune beskralježnjaka.

Tijekom istraživanja je utvrđeno ukupno 44 taksona, raspoređenih u taksonomske skupine: Coelenterata, Turbellaria, Gastropoda, Bivalvia, Oligochaeta, Hirudinea, Crustacea (Isopoda, Amphipoda, Mysida), Hydrachnidia, Araneae, te Ephemeroptera, Odonata, Heteroptera, Megaloptera, Trichoptera, Coleoptera i Diptera kao predstavnici Insecta.

Najveći broj svojti – 55, zabilježen je na postaji S4 (Gajić – Draž (stacionaža 2+007)) te 54 svojte na postaji S1 (Luč – Petlovac (stacionaža 29+594)), dok je samo 14 svojti utvrđeno na postaji S2 – odvodni kanal Karašica kod mosta na cesti Beli Manastir – Branjin Vrh (stacionaža 19+763). Od ukupnog broja svojti utvrđenih tijekom istraživanja, 38% pripada redu Diptera (Insecta). Ukupno na svim postajama, predstavnici porodice Chironomidae (Diptera, Insecta) su imali najveću raznolikost s 40 utvrđenih taksonomskih svojti, a zatim slijedi skupina Oligochaeta s 19 svojti (Slika 96).

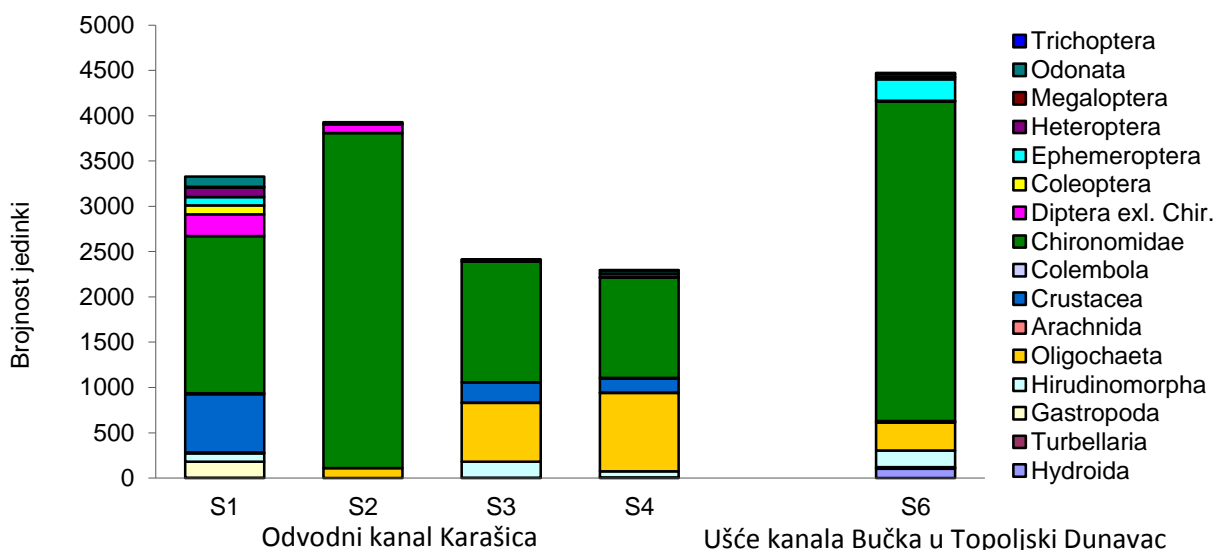


Slika 95. Ličinke trzalaca (*Chironomidae*, *Diptera*) u sedimentu postaje S2.



Slika 96. Broj svojti na istraživanim postajama Odvodnog kanala Karašica (S1-S4) i na postaji ušća kanala Bučka u Topoljski Dunavac (S6).

Analiza kvantitativnog sastava makrozoobentosa je pokazala da je najveći ukupni broj jedinki po metru kvadratnom ( $\text{jed./m}^2$ ) utvrđen na postaji S6 – ušće kanala Bučka u Topoljski Dunavac ( $4472 \text{ jed./m}^2$ ), a na postaji S4 najmanji ( $2294 \text{ jed./m}^2$ ), Slika 97.



Slika 97. Brojnost jedinki na istraživanim postajama Odvodnog kanala Karašica (S1-S4) i na postaji ušća kanala Bučka u Topoljski Dunavac (S6).

Prema analizi makrozoobentosa, unutar Odvodnog kanala Karašica se kvaliteta vode mijenjala, te su utvrđeni lokaliteti s umjerenim, lošim, kao i s vrlo lošim stanjem (Tablica 39), što ukazuje na moguću prisutnost točkastih izvora onečišćenja kao potencijalnih mjesta prekomjernog unosa organskih i/ili anorganskih tvari.

Tablica 39. Ekološko stanje vode na postajama istraživanja u odvodnom kanalu Karašica prema biološkom elementu kakvoće Makrozoobentos.

	Odvodni kanal Karašica				S6
	S1	S2	S3	S4	
<b>Saprobnost</b>	0,35	0,19	0,16	0,33	0,35
<b>Opća degradacija</b>	0,41	0,37	0,35	0,39	0,30
<b>Omjer ekološke kakvoće vode</b>	0,38	0,27	0,24	0,36	0,33
Kategorija ekološkog stanja					
vrlo dobro	dobro	umjerenom	loše	vrlo loše	

Na temelju omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata (makrofita, fitobentos, makrozoobentos) stanje je ocijenjeno kao **vrlo loše**, jer se jedan biološki element (makrofita) nalazio u rasponu granica kategorija vrlo lošeg ekološkog stanja.

# Osnovni fizikalno kemijski i kemijski pokazatelji koji prate biološke

Stanje površinskih voda određuje se na temelju ekološkog i kemijskog stanja tijela ili skupine tijela površinskih voda. Ekološko stanje površinskih voda ocjenjuje se u odnosu na biološke, hidromorfološke i osnovne fizikalno-kemijske i kemijske elemente koji prate biološke elemente navedene u Prilogu 2. Uredbe o standardu kakvoće voda (73/13). Kemijsko stanje površinskih voda ocjenjuje se u odnosu na pokazatelje kemijskog stanja navedne u Prilogu 5. Uredbe o standardu kakvoće voda (73/13). Na umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda primjenjuju se elementi za ocjenjivanje stanja onih prirodnih tijela površinskih voda koja su im najbližija. Stanje umjetnih i znatno promijenjenih tijela površinskih voda određuje se na temelju ekološkog potencijala i kemijskog stanja tijela ili skupine tijela.

Pri ocjeni stanja tijela površinske vode na temelju osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata (Tablica 40) koji prate biološke elemente, stanje toga tijela ocjenjuje se prema vrijednosti 50-tog percentila za rijeke. Mjerodavne vrijednosti izračunavaju se na temelju svih rezultata mjerenja, izmjerenih u različitim razdobljima tijekom kalendarske godine. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata kakvoće koji prate biološke elemente, navedene su u tablici 6. Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda (73/13).

Tablica 40. Granična vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje- vrijednost 50-tog percentile za vodotok ekotipa HR-R\_2a (Uredba o standard kakvoće voda, NN 73/13).

Kategorija ekološkog stanja	Granična vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje- vrijednost 50-tog percentila							
	Zakiseljenost	Režim kisika		Hranjive tvari				
	pH	BPK5	KPK-Mn	Amonij	Nitrati	Ukupni dušik	Ortofosfati	Ukupni fosfor
		mgO <sub>2</sub> /l	mgO <sub>2</sub> /l	mgN/l	mgN/l	mgN/l	mgP/l	mgP/l
vrlo dobro	7,4-8,5	2	2.5	0.1	1	1.4	0.09	0.13
dobro	7,0-7,4 8,5-9,0	5	5.5	0.3	2	2.6	0.2	0.3

Pri ocjeni stanja tijela površinskih voda na temelju osnovnih fizikalno-kemijskih elemenata kakvoće koji prate biološke elemente, stanje toga tijela se ocjenjuje kao:

- **vrlo dobro**, kada je mjerodavna vrijednost svakog pokazatelja manja ili jednaka granicama kategorija vrlo dobrog ekološkog stanja;
- **dobro**, kada je mjerodavna vrijednost svakog pokazatelja manja ili jednaka granicama kategorija za dobro stanje, a da je pri tome mjerodavna vrijednost najmanje jednog pokazatelja veća od granica kategorija vrlo dobrog ekološkog stanja.

– **umjereno**, kada je mjerodavna vrijednost najmanje jednog pokazatelja veća od granica kategorija dobrog ekološkog stanja.

Pri ocjeni stanja tijela površinskih voda na temelju specifičnih onečišćujućih tvari, stanje toga tijela se ocjenjuje kao:

– **dobro**, kada je mjerodavna vrijednost svakog pokazatelja manja ili jednaka granicama kategorija dobrog ekološkog stanja;

– **umjereno**, kada je mjerodavna vrijednost najmanje jednog pokazatelja veća od granica kategorija dobrog ekološkog stanja.

## Kemijsko stanje

Kemijsko stanje tijela površinske vode utvrđuje se na temelju prosječne godišnje koncentracije (PGK) i maksimalne godišnje koncentracije (MGK) pokazatelja prioriteta i prioriteta opasnih tvari iz Priloga 5.B Uredbe o standardu kakvoće voda (73/13).

Prosječna godišnja koncentracija i maksimalna godišnja koncentracija izračunavaju se na temelju svih rezultata mjerenja pokazatelja prioriteta i prioriteta opasnih tvari, izmjerenih u različitim razdobljima tijekom kalendarske godine.

Radi izbjegavanja trajnih i dugoročnih negativnih posljedica za opstanak ekoloških sustava, prosječne godišnje koncentracije i maksimalne godišnje koncentracije tvari iz stavka 1. ovoga članka ne smiju biti premašene.

Tijelo površinske vode razvrstava se u kategoriju kemijskog stanja »**dobro kemijsko stanje**« iz članka 11. stavka 3. Uredbe o standardu kakvoće voda (73/13) za tijelo površinske vode kada je izračunata prosječna godišnja koncentracija svake od tvari iz Priloga 5.A Uredbe o standardu kakvoće voda (73/13) manja ili jednaka standardu kakvoće vodnog okoliša za prosječnu godišnju koncentraciju ( $PGKi < SKVO$  za PGK), a maksimalna izmjerena koncentracija svake tvari iz Priloga 5.A Uredbe o standardu kakvoće voda (73/13) manja ili jednaka standardu kakvoće vodnog okoliša za maksimalnu godišnju koncentraciju ( $MGKi < SKVO$  za MGK).

Tijelo površinske vode razvrstava se u kategoriju kemijskog stanja »**nije postignuto dobro kemijsko stanje**« iz članka 11. stavka 3. Uredbe o standardu kakvoće voda (73/13) kada je izračunata prosječna godišnja koncentracija najmanje jedne tvari iz Priloga 5.A Uredbe o standardu kakvoće voda (73/13) veća od standarda kakvoće vodnog okoliša za prosječnu godišnju koncentraciju ( $PGKi > SKVO$  za PGK), a maksimalna izmjerena koncentracija najmanje jedne tvari iz Priloga 5.A Uredbe o standardu kakvoće voda (73/13) veća od standarda kakvoće vodnog okoliša za maksimalnu godišnju koncentraciju ( $MGKi > SKVO$  za MGK).

## Rezultati osnovnih fizikalno kemijskih pokazatelja

---

Štetan utjecaj ljudskih aktivnosti na okoliš, kao posljedica urbanizacije i industrijalizacije, ponajprije se može uočiti na mikrobnjoj razini (bakterijskoj i fitoplanktonskoj), gdje se najvećim djelom odvija primarna produkcija i kruženje nutrijenata u prirodi. Posebno osjetljivi na niz štetnih aktivnosti su vodotoci koji predstavljaju krajnji recipijent za najveći broj onečišćivača. Kako ti osjetljivi dijelovi okoliša predstavljaju ujedno i najvrjednije prirodne resurse, bilo je neophodno, u cilju

unaprjeđenja upravljanja vodnim resursima, uspostaviti stalni mjesečni monitoring parametara koji nam ukazuju ekološko stanje vode.

Stanje Odvodnog kanala Karašica na temelju osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata koji prate biološke elemente ocjenjeno je prema vrijednosti 50-tog percentila za rijeke ekotipa **HR-R\_2A**. Mjerodavne vrijednosti izračunate su na temelju svih rezultata mjerenja, izmjerenih u različitim razdobljima tijekom kalendarske godine (od ožujka 2015. do veljače 2016. godine) i uspoređene u odnosu na granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata kakvoće koji prate biološke elemente prema Uredbi o standardu kakvoće voda (73/13).

Rezultati ocjene stanja Odvodnog kanala Karašica u Baranji na temelju osnovnih fizikalno-kemijskih parametara dani su u tablici 41. Pojedinačne analize fizikalno kemijskih parametara nalaze su u tablicama u Prilogu 1.

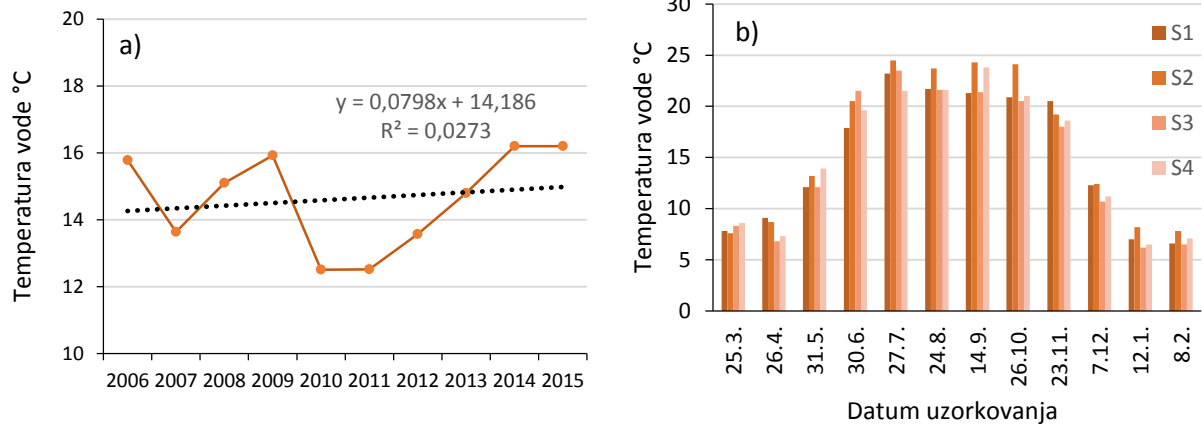
Tablica 41. Vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje izražena kao vrijednost 50-tog percentila svih rezultata mjerenja, izmjerenih u različitim razdobljima tijekom kalendarske godine

Vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje vrijednost 50-tog percentila								
	Zakiseljenost	Režim kisika		Hranjive tvari				
	pH	BPK5	KPK-Cr	Amonij	Nitrati	Ukupni dušik	Ortofosfati	Ukupni fosfor
		mgO <sub>2</sub> /l	mgO <sub>2</sub> /l	mgN/l	mgN/l	mgN/l	mgP/l	mgP/l
S1	7,93	5,5	34*	0,0600	1,1475	4,1180	0,1000	0,3549
S2	7,78	8,5	44*	0,8904	2,6124	6,5145	0,7360	1,0460
S3	7,85	9,5	31*	1,0392	0,9853	4,9960	0,6259	0,9723
S4	7,91	7,5	36*	0,4365	0,9000	2,4839	0,4310	0,6684
S6	8,27	5,5	34*	0,0308	0,0545	1,1765	0,0072	0,3103

\* vrijednosti KPK-Cr za koje nisu dane granične vrijednosti standarda kakvoće vode

## Temperatura zraka

Vrijednosti za temperaturu vode izmjerene tijekom razdoblja istraživanja za mjerne postaje na Odvodnom kanalu Karašica bile su u rasponu od 6,2 5°C do 24,5 5°C (Slika 98b). Tijekom ljetnih mjeseci smanjuje se protok vode i vodostaj što utječe na povećanje temperature vode. S obzirom na to da je temperatura vode direktno ovisna i o temperaturi zraka, a scenariji klimatskih promjena za Hrvatsku ukazuju na porast temperature u svim sezonama, uglavnom između 1°C i 1.5°C, potrebno je ukazati na višegodišnji (2006.-2015.) zabilježeni trend porasta srednje temperature vode (na mjernoj postaji Popovac, podaci Hrvatskih voda) koji se zbog klimatskih promjena može i pojačati.



Slika 98. a) Višegodišnji trend temperature vode na mjestnoj postaji Popovac (S3). b) Izmjerene temperature vode na postajama Odvodnog kanala Karašica tijekom razdoblja istraživanja.

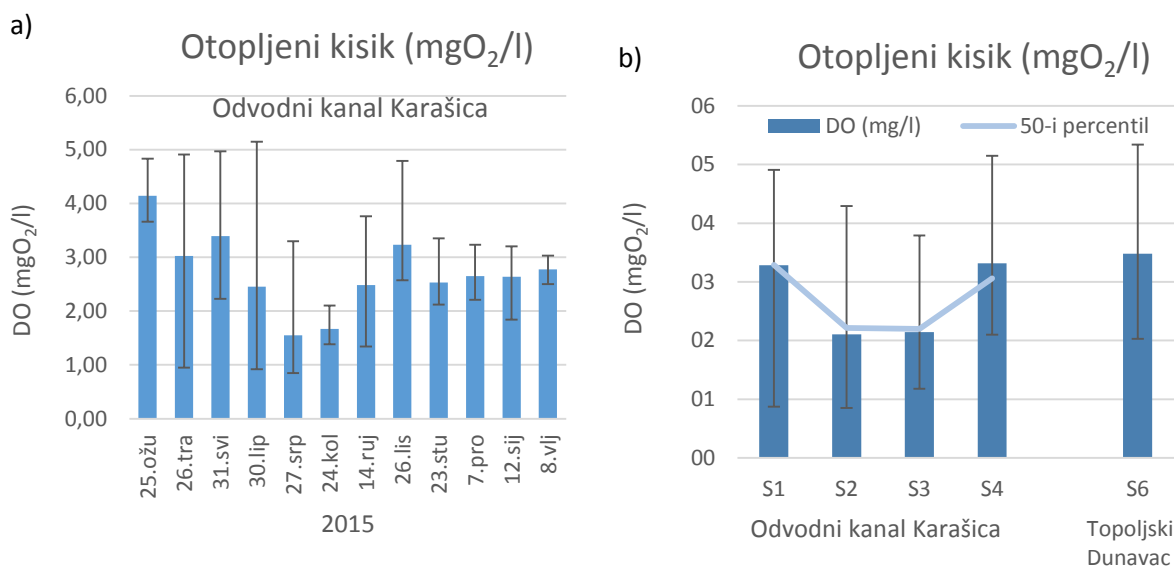
## Režim kisika

Vrijednost otopljenog kisika ispitivana je na samom mjestu uzorkovanja. Korišten je uređaj WTW Multimetar (Multi 340i, WTW, Njemačka). Kisik u vodu ulazi iz atmosfere, a nastaje i procesom fotosinteze vodenih algi i viših biljaka. Uz vrijednost kisika mjerena je i temperatura vode. Topljivost kisika u vodi vezana je uz temperaturu, odnosno više kisika otopit će se u hladnijoj vodi. Za normalan život riba koncentracija kisika mora biti u rasponu od 8 do 15 mg O<sub>2</sub>/L. Organska tvar koja se prirodno nalazi u vodi (mrtvi biljni i životinjski organizmi), a pogotovo dodatni antropogeni unos (npr. otpadne komunalne vode) troši kisik prilikom procesa razgradnje. Količina otopljenog kisika ispod 3 mg/l je opasna za većinu vodenih organizama. Kritični uvjeti često se javljaju ljeti zbog kumulativnog efekta visokih temperatura i pojačane razgradnje organske tvari te bržeg metabolizma čitave zajednice.

Na istraživanim postajama koncentracije otopljenog kisika u vodi iznosile su od 0,85 mgO<sub>2</sub>/l (srpanj, S2) do 5,15 mgO<sub>2</sub>/l (lipanj, S4), slika 99 a i b. Sadržaj otopljenoga kisika drastično se smanjuje ako je u vodi prisutno organsko zagađenje.

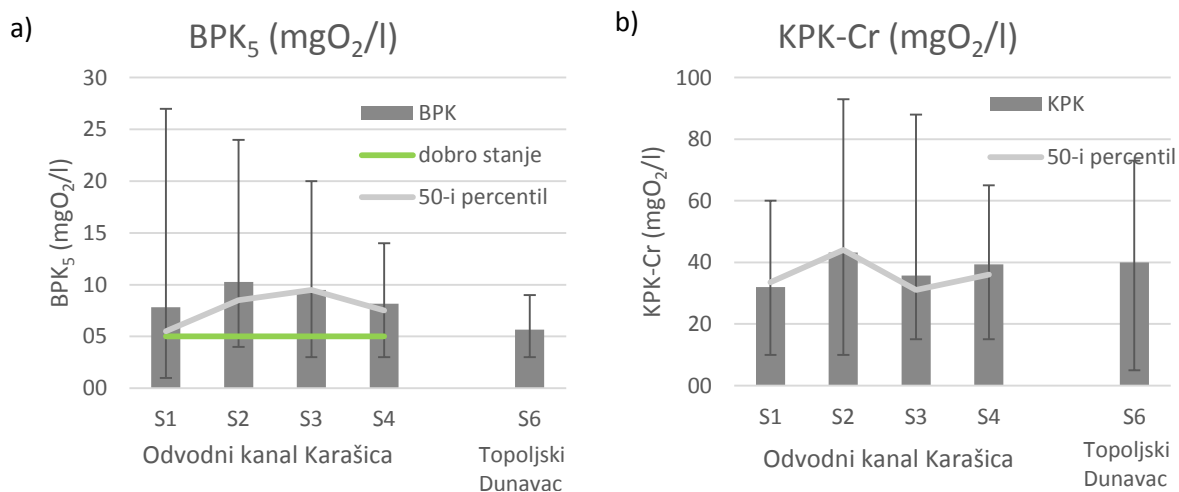
Osnovni pokazatelji utvrđivanja prisutnosti organskog onečišćenja u površinskim kopnenim vodama su kemijska potrošnja kisika (KPK) i biološka potrošnja kisika (BPK). Biološka potrošnja kisika (BPK<sub>5</sub>, izraženo kao mg O<sub>2</sub>/l) izražava se kao količina kisika potrebna za oksidaciju organskog ugljika i dijelom organskog dušika, a time neizravno i organske tvari, te je jedna od najstarijih metoda za ocjenu organskog onečišćenja.





Slika 99. Sadržaj otopljenog kisika (srednja vrijednost, minimalna i maksimalna) Odvodnog kanala Karašica u Baranji po mjesecima i po mjernim postajama (b)

Organske tvari podliježu mikrobiološkim procesima razgradnje zbog čega predstavljaju neposrednu opasnost za prirodni recipijent jer se procesima oksidacije troši kisik otopljen u vodi. Ipak, BPK nije najpouzdaniji pokazatelj količine organskih tvari u vodi, naročito kada voda sadrži nerazgradive organske tvari ili tvari koje ometaju rast mikroorganizama. Pokazatelj količine organske nerazgradive tvari u vodi je kemijska potrošnja kisika, KPK, koja se izračunava iz potrošnje oksidacijskoga sredstva nužnoga za potpunu razgradnju organske nerazgradive tvari. Kemijska i biokemijska potrošnja kisika, raste s većim zagađenjem otpadnih voda.



Slika 100. Minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti te 50-i percentil biološke potrošnje kisika (a) (BPK<sub>5</sub>) i (b) kemijske potrošnje kisika (KPK) Odvodnog kanala Karašica (postaje S1 do S4) i Topoljskog Dunavca.

Prema vrijednostima 50-og percentila za razdoblje istraživanja na mjernim postajama Odvodnog kanala Karašica najmanje vrijednosti BPK<sub>5</sub> su na postaji S1 (Luč) i nalaze se najbliže graničnim vrijednostima za postizanje dobrog stanja, dok su na ostalim postajama BPK vrijednosti znatno više. Ipak, vrijednosti BPK<sub>5</sub> opadaju nizvodno (Slika 100 a).

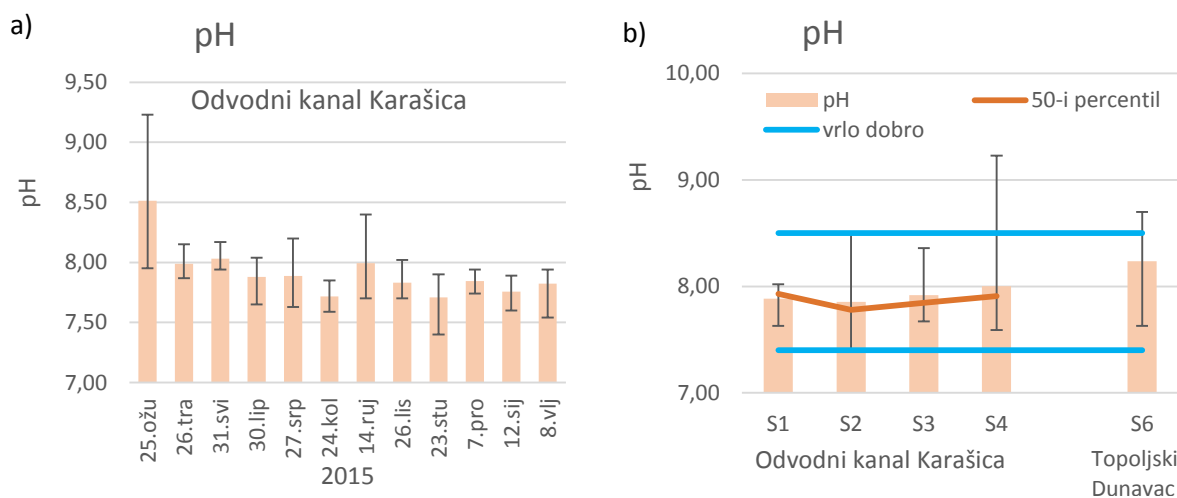
Kemijska potrošnja kisika (KPK) predstavlja utrošak  $K_2Cr_2O_7$  potrebnog za oksidaciju organske tvari u vodi izražen u mg  $O_2/l$ .  $K_2Cr_2O_7$  oksidira 95 % do 100 % prisutne organske tvari, a ne može oksidirati pirol i derivate piridina, amonijak, te neke ugljikovodike poput benzena i njegovih homologa.

Vrijednosti KPK-Cr (mg $O_2/l$ ) na istraživanim lokalitetima Odvodnog kanala Karašica i Topoljskog Dunavca ukazuju na prisutnost veće količine organske tvari (Slika 100 b) koja se ne može mikrobiološki razgraditi (npr. sve topljive organske tvari neovisno o tome jesu li biološki razgradive, te prisutne anorganske soli: sulfidi, sulfiti i soli pojedinih metala).

Omjer BPK5/KPK je pokazatelj biološkog kapaciteta samo-pročišćavanja, odnosno udjela biološki razgradive organske tvari u ukupnoj organskoj tvari. Može poprimiti vrijednosti od 0 do 1, pri čemu lako razgradljive organske tvari imaju omjer bliže 1, a teže razgradljive organske tvari bliže 0. Odnosno: ako je omjer BPK5/KPK >0,6 voda ima dobar kapacitet samo-pročišćavanja, 0,2-0,4 samo-pročišćavanje se odvija uz povoljne toplinske uvjete, a <0,2 nema biološkog samo-pročišćavanja, što je najvjerojatnije zbog činjenice da se u vodi nalazi nešto što inhibira metaboličku aktivnost bakterija zbog toksičnosti. Srednje vrijednosti omjera BPK5/KPK na mjernim postajama Odvodnog kanala Karašica iznosile su od 0,24 (0,06-0,42, S4) do 0,30 (0,09-0,80, S3) ukazujući na veće količine organske biološki nerazgradive tvari.

## pH

Prema pH vrijednosti sve mjerne postaje Odvodnog kanala Karašica (Slika 101 a i b) pokazuju vrlo dobro stanje vode (raspon pH od 7,4 do 8,5). Što znači da je voda Odvodnog kanala u neutralnom do blago lužnatom području. Ovakav raspon pH vrijednosti rezultat je geološke podloge koja je sastavljena najvećim dijelom od silikata.



Slika 101. Minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti pH Odvodnog kanala Karašica po mjesecima (a), te raspoređene po mjernim postajama od ulaska kanala u Republiku Hrvatsku kod mjesta Luč (S1) do ušća Odvodnog kanala u potok Karašicu kod mjesta Draž (S4), mjerna postaja S6 predstavlja Topoljski Dunavac.

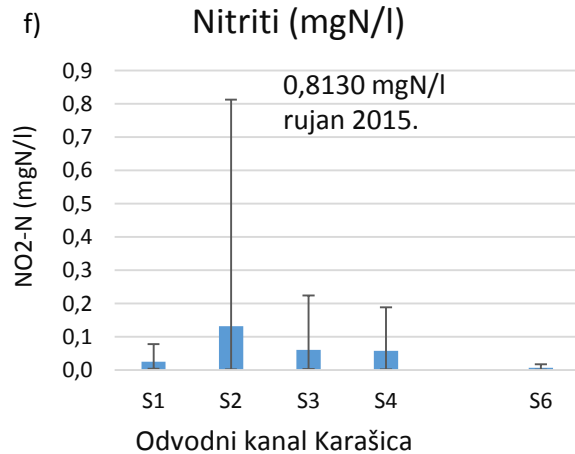
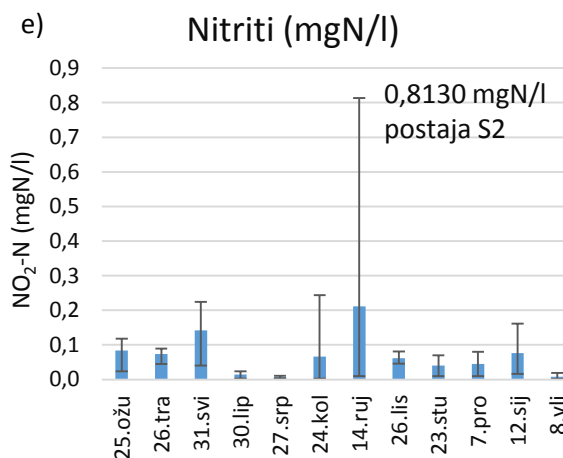
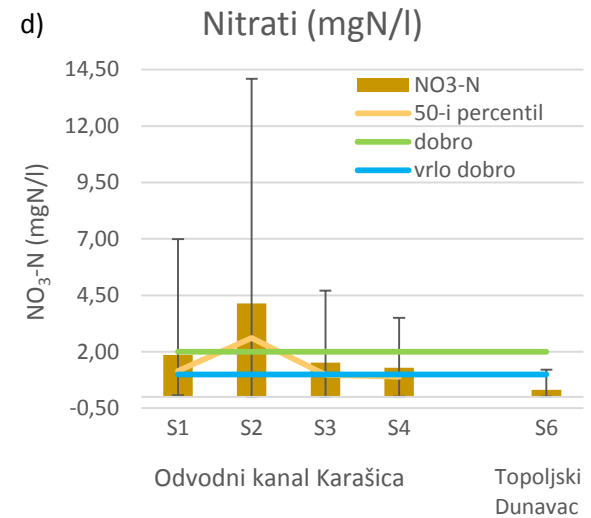
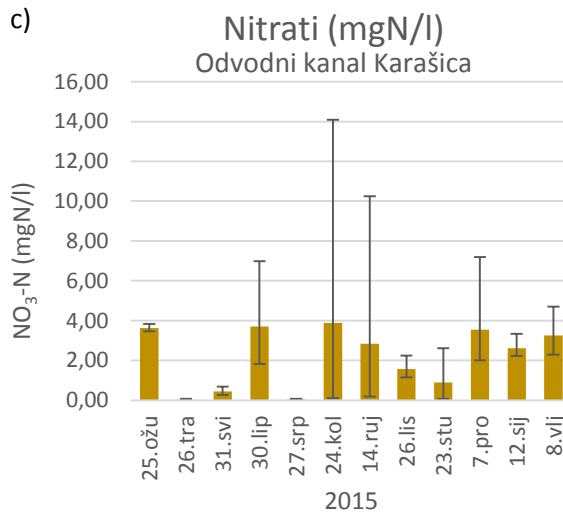
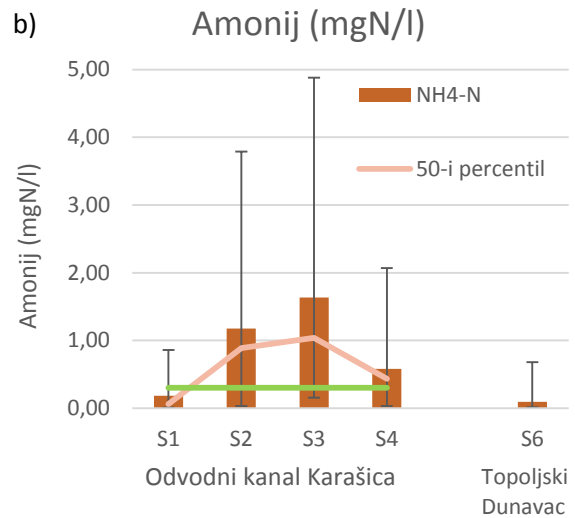
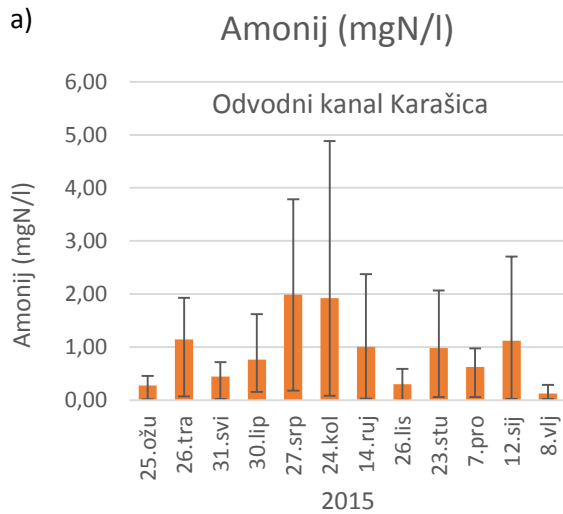
## Hranjive tvari

Kvaliteta vode ne ostaje konstantna tijekom vremena, već može varirati ovisno o mnogim čimbenicima, bilo utjecajem čovjeka (antropogeni čimbenici) ili prirodnog podrijetla. Indikatori zagađenja otpadnim vodama su i nutrijenti, dušik i fosfor, koji mogu uzrokovati eutrofikaciju površinskih voda, zbog povećanja količine hranjivih tvari u njima. Na vodnom području rijeke Dunav prevladava 2. stupanj pročišćavanja i ostvaruje se uklanjanje oko 50% organskog onečišćenja, 25% dušika i 17% fosfora, a bez sustava javne odvodnje je 56% stanovništva. Otpadne vode od tog dijela stanovništva sudjeluju u tzv. raspršenom opterećenju voda (izvor: Plan upravljanja vodnim područjem Dunav). Kako na mjernim postajama nema rubne vegetacije zbog redovitog održavanja košnjom, a nema ni zelenog pojasa grmlja i šumaraka, dodatno dolazi i do ispiranja organske tvari sa slivnog područja koje se sastoji uglavnom od poljoprivrednih površina (Slika Zemljišnog pokrova).

Odvodni kanala Karašica u Baranji recipijent je otpadnih komunalnih voda 1000 m prije mjerne postaje S2. Prisutnost veće količine nataložene organske tvari u sedimentu Odvodnog kanala uzrok je uočene anoksije (osobito ljeti), a rezultat anaerobna bakterijska razgradnja s posljedičnim stvaranjem većih količina amonijaka (Slika 102 a i b). Amonijak nastaje iz organskih spojeva pod utjecajem enzima, te pod aerobnim uvjetima prelazi u nitrite i nitrate. Amonijak, koji u vodi nastaje kao produkt raspadanja organske tvari je vrlo jak otrov koji primjerice djeluje na centralni živčani sustav kod svih vrsta riba.

Prema vrijednostima amonij-N samo na postaji S1 (prije ispusta komunalnih otpadnih voda, kod mjesta Luč gdje kanal ulazi u područje Republike Hrvatske) je postignuto dobro stanje vode, dok su na postajama nakon ispuštanja otpadnih voda koncentracije amonij-N višestruko veće od graničnih vrijednosti za postizanje dobrog stanja. Nizvodno prema ušću Odvodnog kanala dolazi do smanjenja koncentracija hranjivih tvari pa tako i amonij-N najvjerojatnije procesom nitrifikacije. Na uzorkovanom mjestu u Topoljskom Dunavcu srednja vrijednost amonij-N iznosila je 0,0945 mgN/l, a 50-i percentil 0,0308 mgN/l. Pri čemu su vrijednosti bile manje od 0,1 mgN/l u svim mjesecima, osim listopadu 2015. kada je zabilježena vrijednost 0,680 mgN/l.

Izmjerene vrijednosti nitrata na postaji S1 odgovaraju dobrom stanju vode (srednja vrijednost za razdoblje istraživanja iznosi 1,8590 mgN/l, a 50-i percentil 1,1475 mgN/l, raspon vrijednosti 0,0770 do 6,9866 (lipanj) mg N/l). Na postaji S2 50-i percentil i srednja vrijednost NO<sub>3</sub>-N ukazuje na umjereno stanje (srednja vrijednost iznosi 4,1413 mgN/l, raspon vrijednosti od 0,0030 do 14,0870 mgN/l, a vrijednost 50-og percentila 2,6124 mgN/l što je iznad granične vrijednosti za dobro stanje vode). Vrlo visoke vrijednosti nitrata izmjerene su na ovoj mjernoj postaji u kolovozu i u rujnu 2015. godine. Na ostalim postajama više su vrijednosti nitrata izmjerene u hladnijem dijelu godine, a niske tijekom vegetacijske sezone (Slika 102 c i d).



Slika 102. Minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti amonij-N, nitrita i nitrata (mgN/l) po mjesecma (a, c, e) Odvodnog kanala Karašica, te raspoređene po mjernim postajama od ulaska kanala u Republiku Hrvatsku kod mjesta Luč (S1) do ušća Odvodnog kanala u potok Karašicu kod mjesta Draž (S4).

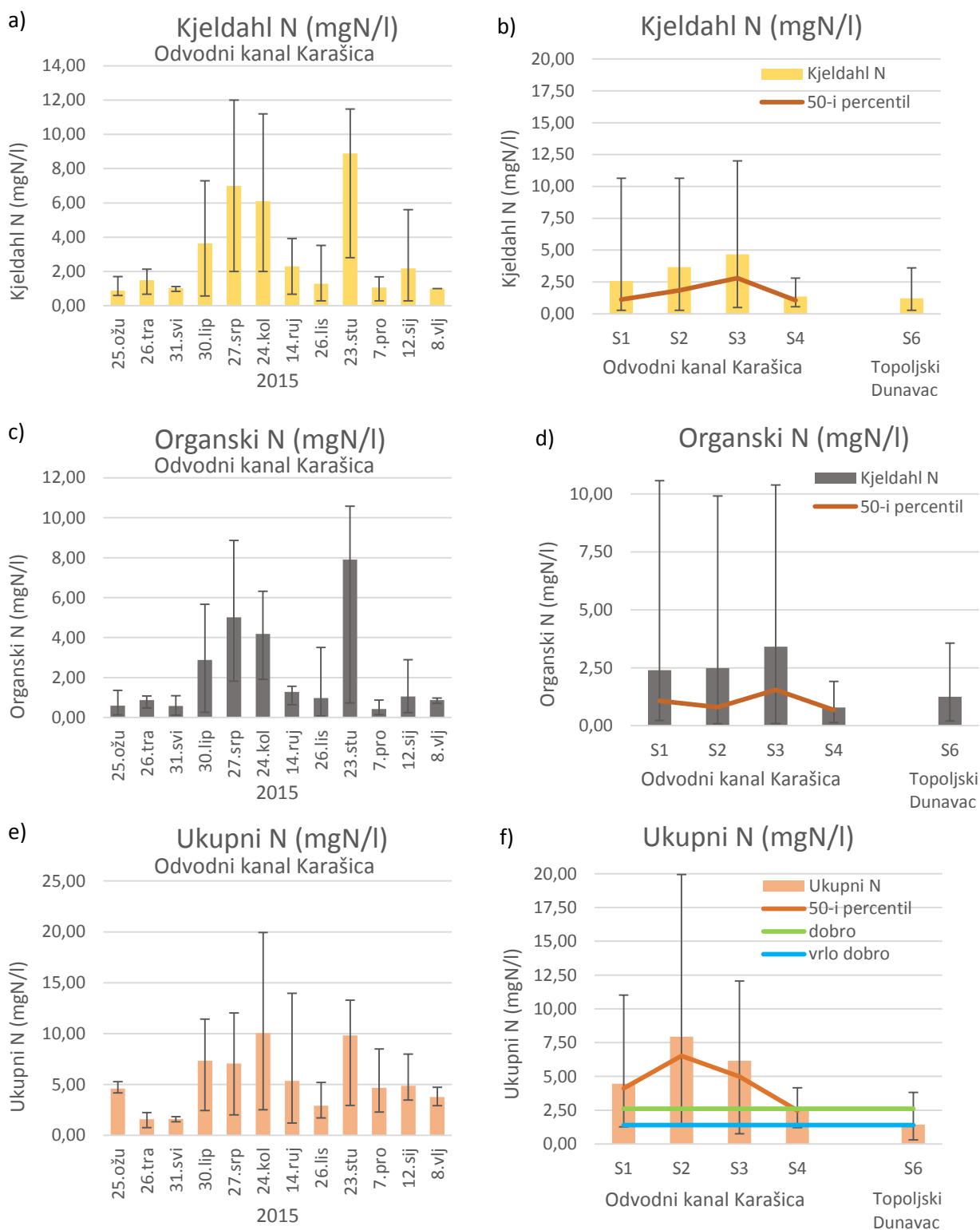
Dušik se u obliku nitrita ( $\text{NO}_2\text{-N}$ , mgN/l) pojavljuje kao prijelazno stanje u biološkoj razgradnji spojeva koji sadrže organski dušik. Bakterije prevode amonijak u nitrite u aerobnim uvjetima, a u anaerobnim uvjetima nitriti mogu nastati i bakteriološkom redukcijom nitrata. Na istraživanim postajama nitriti se pojavljuju u vrlo malim količinama jer lako oksidiraju u nitrata. Prisutnost velikih količina nitrita u ispitivanoj vodi ukazuje na svježije zagađenje organskim tvarima. Ova situacija je zabilježena u rujnu 2015. kada je na postaji S2 izmjerena koncentracija od 0,8130 mgN/l  $\text{NO}_2\text{-N}$  (Slika 102 e) ukazujući na svježije zagađenje organskim tvarima.

Na postaji S3, vrijednosti nitrata (mgN/l) bile su u rasponu od 0,0080 do 4,7036, srednja vrijednost iznosila je 1,5261 mgN/l, a 50-i percentil 0,9853 mgN/l što je ispod granične vrijednosti između vrlo dobrog i dobrog stanja vode, ukazujući na vrlo dobro stanje. Još niže vrijednosti izmjerene su na mjernejoj postaji S4 (ušće Odvodnog kanala u potok Karašicu), a iznosile su od 0,0130 do 3,4970 mgN/l, srednja vrijednost 1,2913, te 50-i percentil 0,9000 mgN/l, ukazujući na vrlo dobro stanje vode (Slika 102 c).

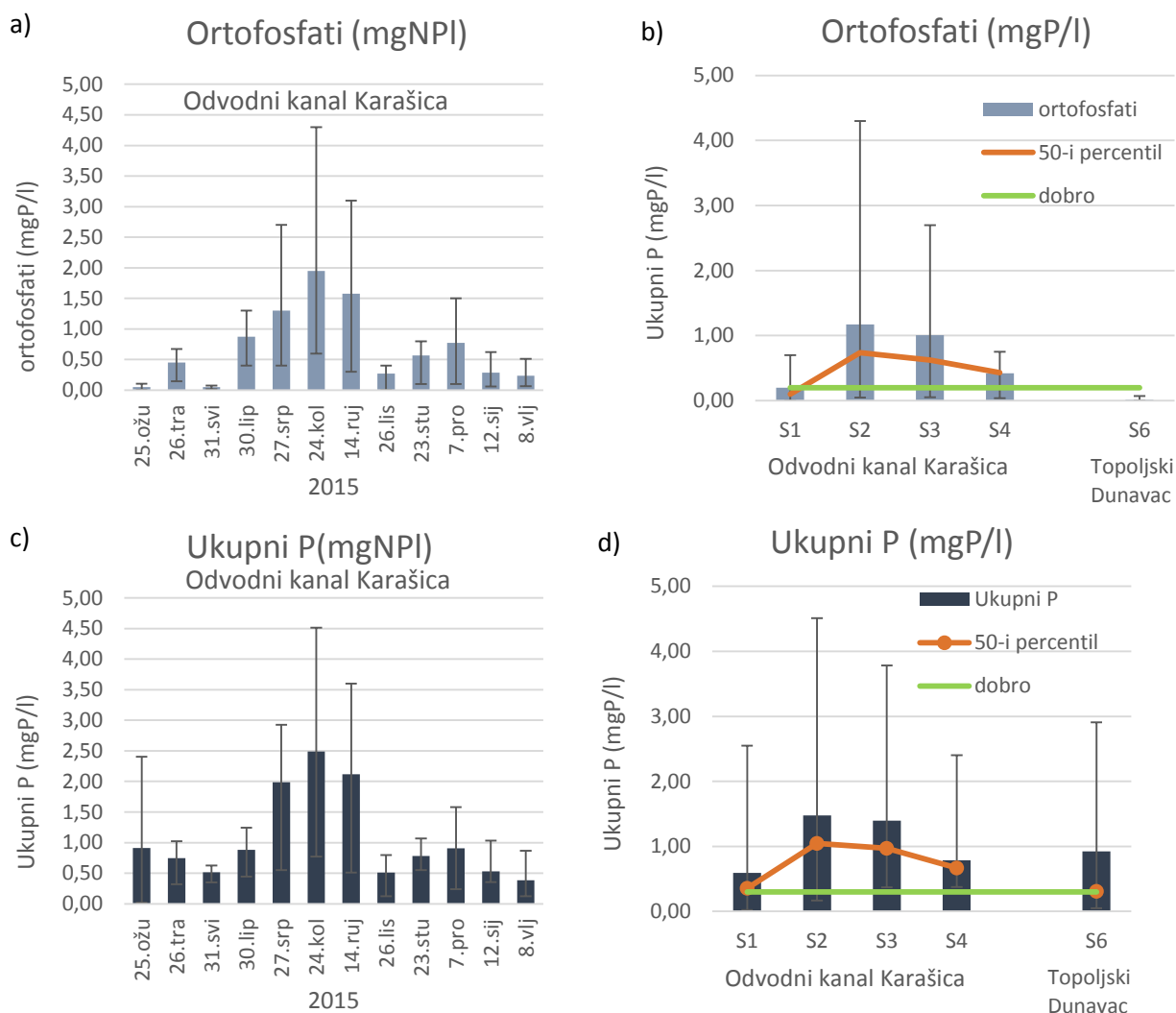
Prema vrijednostima za ukupni dušik dobro stanje je postignuto samo na postaji S4 (raspon vrijednosti od 1,2000 do 4,1600 mgN/l, srednja vrijednost 2,6265 mgN/l, te 50-i percentil 2,4839 mgN/l). Na ostalim postajama vrijednosti ukupnog dušika nisu ukazivale na dobro stanje, odnosno ukazivale su na umjereno odstupanje od dobrog stanja na postajama S1 (raspon od 1,2750 do 11,0100 mgN/l, srednja vrijednost 4,4558 mgN/l, te 50-i percentil 4,1180 mgN/l) i S3 (raspon od 0,7620 do 12,0500 mgN/l, srednja vrijednost 6,1643 mgN/l, te 50-i percentil 4,9960 mgN/l), te znatno više na postaji S2 (raspon od 1,3262 do 19,9310 mgN/l, srednja vrijednost 7,9445 mgN/l, te 50-i percentil 6,5145 mgN/l), slika 103 e.

Fosfor u prirodnim i otpadnim vodama nalazimo gotovo kompletno u obliku fosfata, otopljen, vezan za partikularnu tvar ili detritus, ili u vodenim organizmima. Fosfor je esencijalan za rast organizama i može biti ograničavajući čimbenik primarne produkcije. Vrijednosti za ortofosfate za mjernu postaju S1 na Odvodnom kanalu Karašica, prije ispusta komunalnih otpadnih voda također su ukazivale na dobro stanje vode (raspon od 0,0000 do 0,7000 mgP/l, srednja vrijednost 0,1995 mgP/l, te 50-i percentil 0,1000 mgP/l). Međutim, nakon ispuštanja komunalnih otpadnih voda grada Belog Manastira dolazi do drastičnog porasta koncentracija ortofosfata. Tako su na postaji S2 izmjerene koncentracije u rasponu od 0,0468 do 4,3000 mgP/l, srednja vrijednost 1,1696 mgP/l, te 50-i percentil 0,7360 mgP/l). Nizvodno prema ušću kanala u Dražu na postajama S3 (raspon od 0,0542 do 2,7000 mgP/l, srednja vrijednost 1,0049 mgP/l, te 50-i percentil 0,6259 mgP/l) i S4 (raspon od 0,0395 do 0,7500 mgP/l, srednja vrijednost 0,4224 mgP/l, te 50-i percentil 0,4310 mgP/l) dolazi do smanjenja koncentracija ortofosfata (Slika 104 a i b).

Slično kretanje koncentracija odnosi se i na ukupni fosfor (Slika 104 c i d, Prilog 1). Od postaje S1 gdje su vrijednosti 50-og percentila blizu graničnih vrijednosti dobrog stanja voda (raspon od 0,0201 do 2,5500 mgP/l, srednja vrijednost 0,5949 mgP/l, te 50-i percentil 0,3549 mgP/l). Značajan porast na postaji S2 (raspon od 0,1690 do 4,5116 mgP/l, srednja vrijednost 1,4773 mgP/l, te 50-i percentil 1,0460 mgP/l) te smanjenje koncentracija prema ušću Odvodnog kanala Karašica u potok Karašicu na postaji S3 (raspon od 0,3731 do 3,7824 mgP/l, srednja vrijednost 1,3961 mgP/l, te 50-i percentil 0,9723 mgP/l) i S4 (raspon od 0,3755 do 2,4025 mgP/l, srednja vrijednost 0,7878 mgP/l, te 50-i percentil 0,6684 mgP/l).



Slika 103. Minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti Kjeldahl N i ukupnog N (mgN/l) po mjesecma (a, c, e) Odvodnog kanala Karašica, te raspoređene po mjernim postajama od ulaska kanala u Republiku Hrvatsku kod mjesta Luč (S1) do ušća Odvodnog kanala u potok Karašicu kod mjesta Draž (S4), (b, c, f).



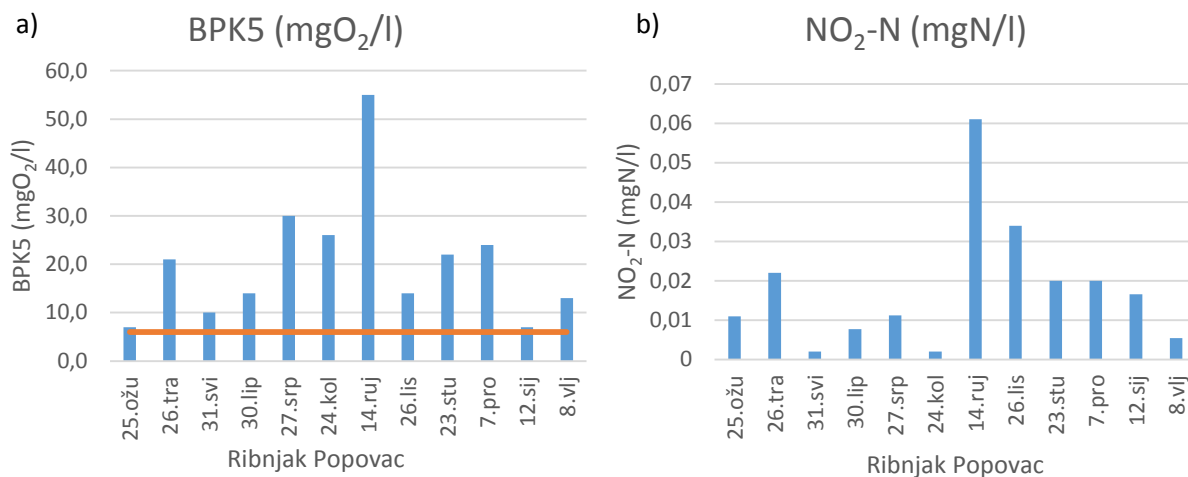
Slika 104. Minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti ortofosfata i ukupnog fosfora (mgP/l) Odvodnog kanala Karašica po mjesecima (a, c), te raspoređene po mjernim postajama od ulaska kanala u Republiku Hrvatsku kod mjesta Luč (S1) do ušća Odvodnog kanala u potok Karašicu kod mjesta Draž (S4).

## Kvaliteta vode Ribnjaka Popovac

Šaranski ribnjaci pročišćivači su vode jer voda koja ulazi u ribnjak najčešće je lošije kvalitete od vode koja izlazi iz ribnjaka. Za pravilno gospodarenje ribnjakom važno je i da ulazna voda bude dobre kvalitete. Već je u prethodnom poglavlju rečeno da su u Ribnjaku Popovac izmjerene koncentracije organoklorovih pesticida iznad dopuštenih granica, ukazujući na značajno onečišćenje ovog vodnog tijela pesticidima. S obzirom na to da se ovaj ribnjak puni vodom iz potoka Karašica, očito je da taj vodotok sadrži razne otrovne tvari koje mogu štetno djelovati na ribe. Stoga bi trebalo pratiti kvalitetu ulazne vode.

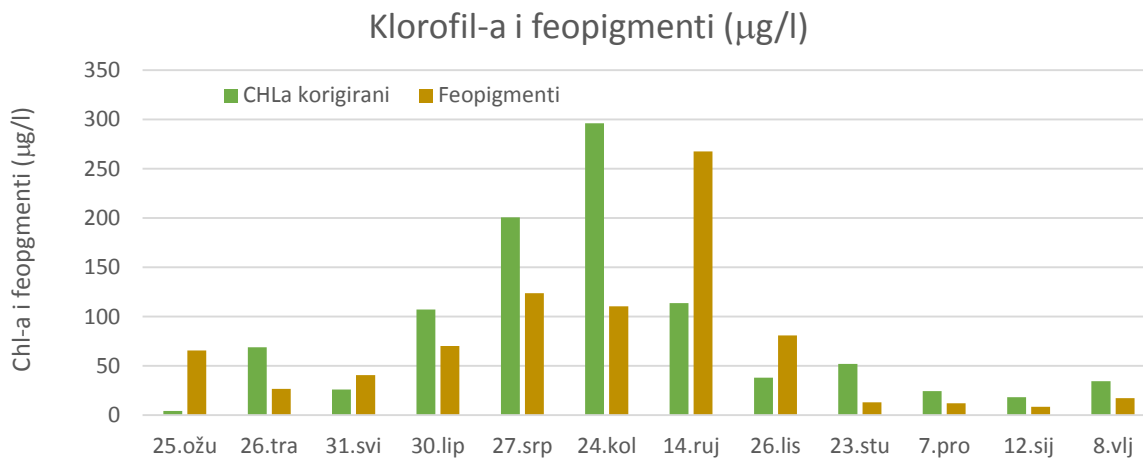
Tijekom ljetnih mjeseci unosom dodatne hrane povećava se organska tvar u vodi. Gnojdbom se intenzivno razvija fitoplankton i zooplankton. Osim toga, razgradnja organske tvari može znatno smanjiti koncentraciju kisika u ribnjaku te tako biti izravna prijetnja. Npr., prisutnost povećane koncentracije nitrita te povećana biološka potrošnja kisika u vodi ribnjaka tijekom rujna ukazuje

na svježije zagađenje organskim tvarima (Slika 105). Ta mikrobn razgradnja putem heterotrofnih bakterija rezultira nastankom anorganskih oblika dušika i fosfora.



Slika 105. Vrijednosti pokazatelja biološke potrošnje kisika (BPK5, mg O<sub>2</sub>/l) (a) i nitrita (NO<sub>2</sub>-N, mgN/l) (b) u vodi Ribnjaka Popovac tijekom razdoblja istraživanja od ožujka 2015. do veljače 2016. godine.

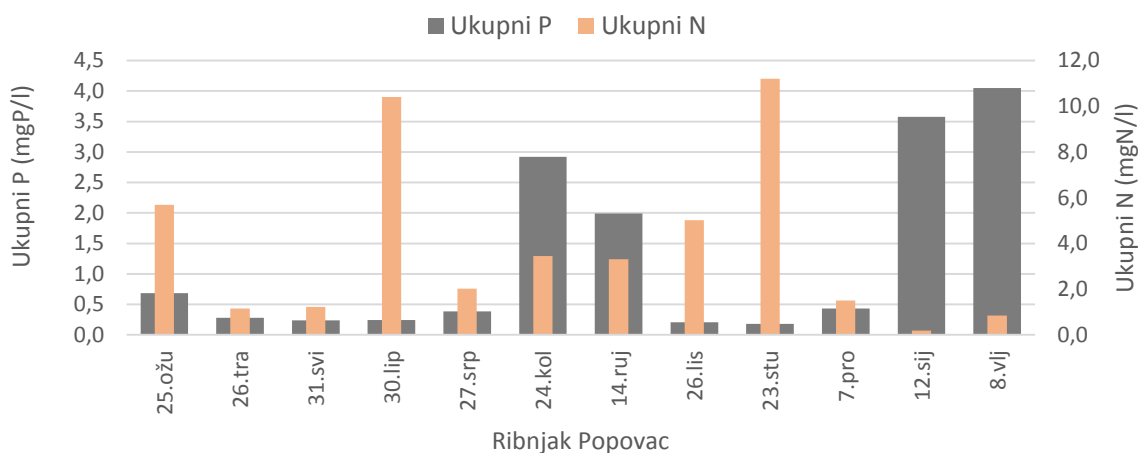
Međutim, na slici 106 se može uočiti da je u rujnu došlo do značajnog pada biomase fitoplanktona i povećanja koncentracije feopigmenata koji su rezultat razgradnje klorofila ukazujući na autohtono porijeklo organske tvari.



Slika 106. Vrijednosti klorofila-a i feopigmenata (µg/l) u vodi Ribnjaka Popovac tijekom razdoblja istraživanja od ožujka 2015. do veljače 2016. godine.

Sinergijski učinak fosfora i dušika koji su posljedica gnojidbe s prirodnim hranjivim tvarima, kao i onima antropogenog podrijetla mogu do te mjere stimulirati razvoj fitoplanktona da dođe do eutrofikacije ekosustava (Slika 106 i 107). Problem se posebno komplicira ako dođe do razvoja štetnih i toksičnih fitoplanktonskih vrsta, čime nastaje izravna prijetnja za okolne životne zajednice, ali i zdravlje ljudi.





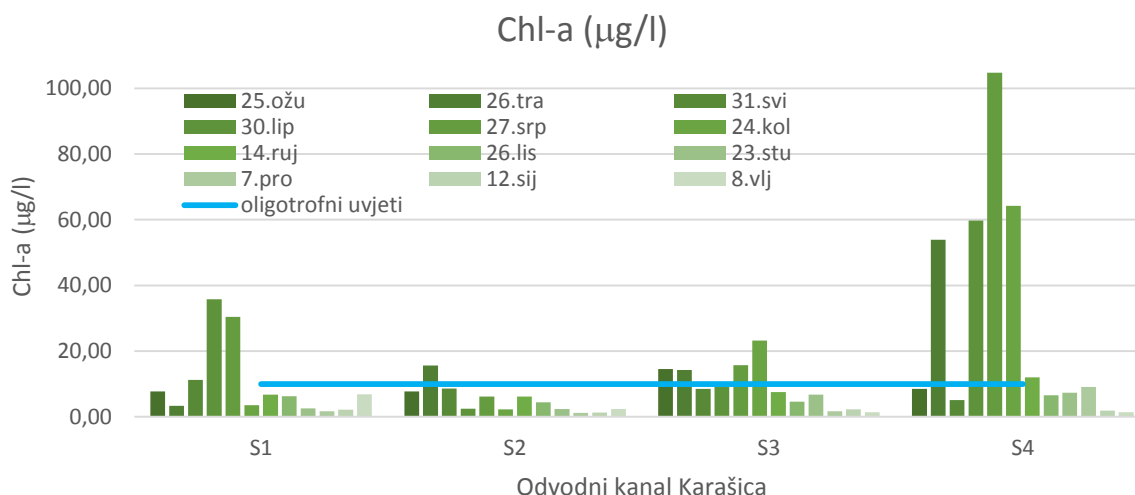
Slika 107. Izmjerene vrijednosti ukupnog dušika (mgN/l) i ukupnog fosfora (mgP/l) u vodi Ribnjaka Popovac tijekom razdoblja istraživanja.

## Pokazatelji eutrofikacije

Eutrofikacija je proces obogaćivanja vode hranjivim tvarima, što omogućava povećani razvoj primarnih proizvođača, a time i intenzitet primarne produkcije. Stimulacija primarne produkcije za posljedicu ima povećanje sadržaja organske tvari u vodi, što može dovesti do vidljivog cvjetanja alga i do niza reakcija koje nepovoljno utječu na funkciju ekosustava te umanjuju ekonomsku i estetsku vrijednost vodnog tijela. Fitoplankton je najznačajniji primarni producent u vodenim ekosustavima jer fotosintezom obavlja energetske transformacije te stvara kisik i organske spojeve koji su potrebni za rast i razvoj ostalih organizama u vodi. Fitoplanktonska zajednica čini više od 60% ukupne primarne produkcije te je pouzdan pokazatelj trofičkog stanja nekog vodenog ekosustava jer pokazuje iznimnu osjetljivost na promjene okolišnih čimbenika, koncentracije hranjivih tvari, pH, temperature, koncentracije kisika, zakiseljavanja, onečišćenja i količine sedimenta u stupcu vode.

Najbolji indirektni pokazatelj biomase fitoplanktona je koncentracija klorofila-a, koji sadrže alge svih skupina. Najveća koncentracija klorofila-a (Slika 108), odnosno najveća biomasa fitoplanktona utvrđena je na mjernoj postaji S4 (u rasponu od 1,37 u veljači do 104,73 mg/l u srpnju, srednja vrijednost 27,88 mg/l). Vrijednosti klorofila-a samo su u proljetnim i ljetnim mjesecima na svim postajama bile iznad graničnih vrijednosti za oligotrofne i mezotrofne uvjete (prema Dodds i sur. 1998.). U svim ostalim mjesecima vrijednosti klorofila-a ukazivale su na dobro ekološko stanje vode.

Povećane koncentracije klorofila-a fitoplanktona u periodu visoke ekološke osjetljivosti (ljetno) kada je smanjen protok vode, a vodotok postaje ustajali, primarno su povezane s koncentracijama fosfora u vodi ( $r=0,62$ ,  $P<0,05$ ). Osim klorofila, pokazatelji eutrofikacije su nitrati (granična koncentracija je  $>2$  mgN/l) i ukupni fosfor (granična koncentracija  $>0,3$  mgP/l). Prirodni izvori povećanja koncentracije nitrata u vodi su kiša, snijeg ili raspad organske tvari u tlu i sedimentu. Primjenom umjetnih gnojiva u poljoprivredi dolazi do povećanja koncentracija dušika i u tlu i u vodi.



Slika 108. Vrijednosti klorofila a fitoplanktona kao indirektnog pokazatelja biomase fitoplanktona na mjernim postajama Odvodnog kanala Karašica od ožujka 2015. do veljače 2016. godine.

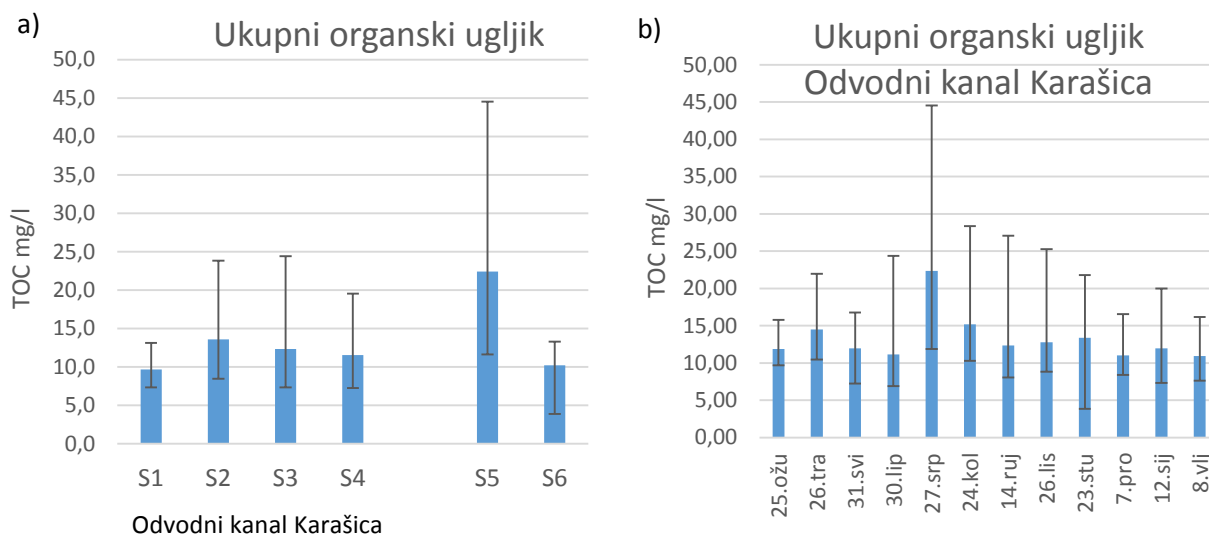
Dušik se ispire iz tla kišom i dolazi u vode. Na postaji S2 (Beli Manastir, nakon ispusta komunalnih otpadnih voda) izmjerene su najveće vrijednosti nitrata i fosfora (prosječna vrijednost nitrata iznosila je 4,1413 mgN/l, a ukupnog fosfora 1,4773 mgP/l) ukazujući da najveći potencijal daljnje eutrofikacije Odvodnog kanala dolazi iz otpanih voda. Kanalizacijski ispusti drugi su štetan umjetni izvor nitrata u vodi. Kod povišenih koncentracija hranjivih tvari u vodi može doći do većeg razvoja algi i makrofita, što za sobom povlači kaskadnu reakciju preopterećenja vodenog ekosustava (eutrofikacija). Osim toga, unos hranjivih tvari u vodotoke odraz je načina korištenja zemljišta u porječju (agrikultura, ratarstvo, stočarstvo), a glavni problem njihove daljnje eutrofikacije predstavlja unos fosfora. Glavni uzroci onečišćenja i zagađenja posljedica su ljudskih aktivnost. Prema tome, otpadne vode prvenstveno, a tek onda vode koje se slijevaju s okolnog poljoprivrednog zemljišta predstavljaju glavni rizik. Uslijed projiciranih klimatskih promjena smanjuje se potencijal razrijeđenja i samo-pročišćavanja pa je unos fosfora, kao i dušika na kritičnoj razini.

### Ukupni organski ugljik

Određivanje ukupnog organskog ugljika (TOC) koristi se za kvantificiranje prisutne organske tvari u vodi. Ukupni organski ugljik često se uzima kao sinonim za prirodne organske tvari jer organska onečišćivala u prirodnim sustavima u pravilu čine tek neznatan dio ukupnog organskog ugljika. Organsko onečišćenje može potjecati iz niza različitih izvora jer su organski onečišćivači spojevi poput šećera, saharoze, alkohola, nafte, PVC, cementa, derivata na bazi plastike itd.

Prirodne organske tvari odnose se na skupinu organskih kemijskih spojeva koji se nalaze u površinskim vodama kao posljedica prirodnih procesa u okolišu. One su rezultat, u velikoj mjeri, raspadanja biljnog materijala (kopnene i vodene biljke) i različitih bioloških aktivnosti koje uključuju metaboličke aktivnosti mikroorganizama kao i izlučevine od riba i drugih vodenih organizama. Primjeri prirodnih organskih tvari su proteini, aminokiseline, polisaharidi, huminske i fulvinske kiseline. Organska tvar u vodnom tijelu može biti alohtonog (npr. otpadne vode) i autohtonog podrijetla (primarna produkcija).

Prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN, 80/13.) u otpadnim vodama koje se ispuštaju u površinske vode granična vrijednost za ukupni organski ugljik iznosi **30 mg/l**. Vrijednosti izmjerene u Odvodnom kanalu Karašica nalaze se ispod tih vrijednosti s rasponom koncentracija od 7,2 mg/l (svibanj i prosinac 2015.) do 24,4 mg/l (srpanj 2015.). Povećane koncentracije TOC izmjerene su u vodi Ribnjaka Popovac (raspon 11 do 44,5 mg/l, a prosječna vrijednost 22,4 mg/l), dok su u Topoljskom Dunavcu izmjerene vrijednosti bile slične izmjerenim na postaji S1 Odvodnog kanala Karašica. Porast koncentracija TOC u ljetnim mjesecima posljedica je povećane biološke aktivnosti (Slika 109).



Slika 109 Minimalne, maksimalne i prosječne vrijednosti ukupnog organskog ugljika (mg/l) na mjernim postajama Odvodnog kanala Karašica (S1-S4), u Ribnjaku Popovac (S5) i Topoljskom Dunavcu (S6) u razdoblju istraživanja (od ožujka 2015. do veljače 2016. godine).

Prirodne organske tvari same po sebi ne predstavljaju rizik ljudskom zdravlju, ali mijenjaju karakteristike vode kao što su okus, miris i boja. No, neki spojevi prirodnih organskih tvari reagiraju s klorom, koji se koristi za dezinfekciju, tvoreći dezinfekcijske nusprodukte kao što su trihalometani (engl. trihalomethanes – THMs), haloacetne kiseline (engl. haloacetic acids – HAAs) i niz drugi halogenih nusprodukata, koji se koriste za uklanjanje štetnih patogena iz vode. Oni su kancerogeni (uzrokuju rak mjehura, debelog crijeva i rektuma), genotoksični i citotoksični. Iako su huminske i fulvinske kiseline primarni reaktanti za stvaranje dezinfekcijskih nusprodukata, antropogeni zagađivači mogu također reagirati s dezinfekcijskim tvarima tvoreći dezinfekcijske nusprodukte. Ti antropogeni zagađivači dolaze iz otpadnih voda, industrijskih postrojenja i iz poljoprivrednih otjecanja, a tvari koje reagiraju s dezinfekcijskim tvarima su lijekovi, antibakterijska sredstva, estrogeni, pesticidi, tekstilne boje, itd.

## Rezultati kemijskih pokazatelja stanja

### Specifične onečišćujuće i prioritetne tvari

Adsorbilni organski halogeni (AOX) predstavljaju mjeru za sumu organski vezanih halogena (klor, brom i jod) koji se pod određenim uvjetima adsorbiraju na aktivnom ugljenu. AOX spojevi kao visokotoksični organski halidi ulaze u okoliš kao otpadni materijal iz različitih vrsta industrije,

poljoprivrede kao i svakodnevnog života. To mogu biti jednostavne hlapljive tvari kao npr. kloroform ili složene molekule kao što su dioksini i furani. Upravo njihova značajna toksičnost i rasprostranjenost u okolišu zahtijevaju kontinuirano praćenje. Stoga je njihova dozvoljena koncentracija u otpadnim vodama zakonski regulirana, a prema Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 73/13) standard kakvoće vode za prosječnu godišnju koncentraciju iznosi 50 µg/l. Koncentracije AOX u vodi Odvodnog kanala Karašica nisu prelazile graničnu koncentraciju u svim uzorcima na svim mjernim postajama osim jednog izuzetka kada je na postaji S4 (most na cesti Gajić – Draž) u rujnu 2015. godine izmjerena 2 × veća koncentracija od granične (100 µg Cl/l). U vodi Ribnjaka Popovac izmjerene su vrijednosti AOX-a od 250 µg Cl /l u rujnu (5 × veća koncentracija od granične) i 110 µg Cl/l u studenom (2 × veća), u ostala dva uzorkovanja koncentracija AOX- bila je ispod granice detekcije. Osim toga, i u vodi Topoljskog Dunavca u rujnu je izmjereno 70 µg Cl/l AOX.

Kemijsko stanje vodnog tijela površinske vode izražava prisutnost prioriternih tvari i drugih mjerodavnih onečišćujućih tvari u površinskoj vodi, sedimentu i bioti. Kemijsko stanje površinskih voda ocjenjuje se u odnosu na pokazatelje kemijskog stanja navedne u Prilogu 5. Uredbe o standardu kakvoće vode (NN 73/13). Prema koncentraciji pojedinih onečišćujućih tvari, površinske vode se klasificiraju u dvije kategorije kemijskog stanja (dobro kemijsko stanje i nije postignuto dobro kemijsko stanje). Ukupno stanje tijela površinske vode je dobro ako ima vrlo dobro ili dobro ekološko stanje i dobro kemijsko stanje, a nije u dobrom stanju ako ima umjereno, loše ili vrlo loše ekološko stanje i/ili nije postignuto dobro kemijsko stanje.

Kemijsko stanje tijela površinske vode utvrđuje se na temelju prosječne godišnje koncentracije (PGK) i maksimalne godišnje koncentracije (MGK) pokazatelja prioriternih i prioriternih opasnih tvari iz Priloga 5.B Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 73/13).

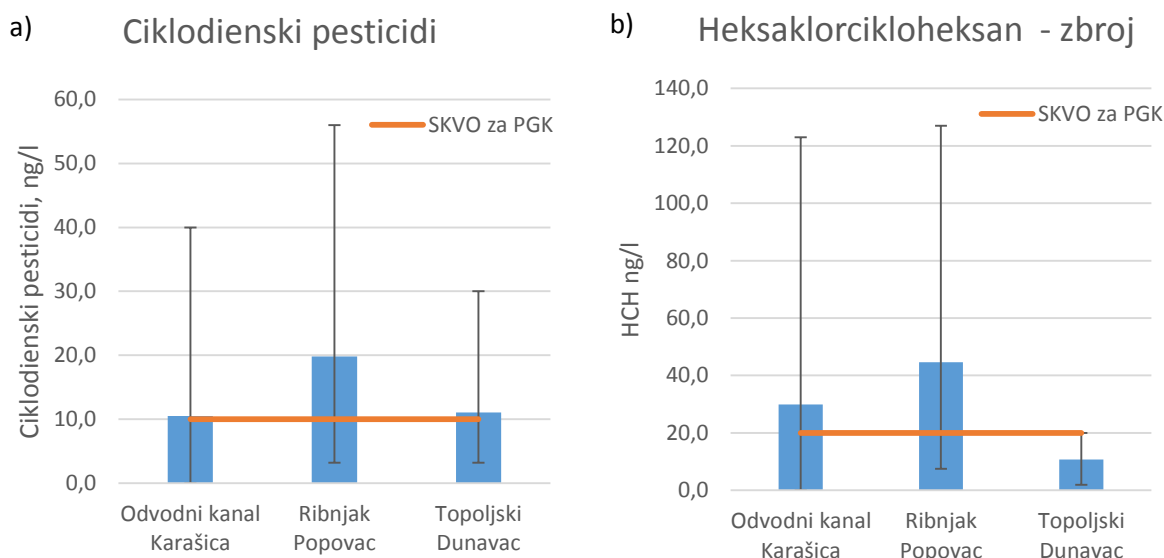
Rezultati ovih ispitivanja za sve postaje i četiri uzorkovanja dati su u prilogu broj 2.

Koncentracije **heksaklorbenzena (HCB)** su bile ispod granice detekcije, što odgovara vrijednostima za prvu kategoriju vodotoka.

Koncentracije organoklorovih **ciklodienskih pesticida (Aldrin, Dieldrin, Endrin, Izodrin, Heptaklor)** ukupno prelaze standard kakvoće vodenog okoliša na svim mjernim postajama Odvodnog kanala Karašica: S1 (12 i 11 ng/l, uzorkovano u rujnu i studenom), S2 (13 ng/l, studeni), S3 (20 ng/l u rujnu i 38 ng/l u studenom), i S4 (40 ng/l u studenom). Zatim, u uzorcima vode iz ribnjaka Popovac (56 ng/l, u studenom), te u vodi Topoljskog Dunavca (30 ng/l, također u studenom). U ostalim uzorcima koncentracije navedenih pesticida bile su ispod granice detekcije (Slika 110 a).

Koncentracije **heptaklor** insekticida izmjerene su u Odvodnom kanalu Karašica u rasponu od 3 ng/l na postaji S2 do 40 ng/l na postaji S4 ( samo u studenom) i Ribnjaku Popovac (S5, 50 ng/l, također u studenom), što je više od granične vrijednosti za dobro stanje. U ostala tri uzorkovanja koncentracije heptaklora bile su ispod granice detekcije, što odgovara vrijednostima za prvu kategoriju vodotoka. Heptaklor je vrlo otrovan insekticid. Otporan je prema zraku, suncu i vodi, tako da je postojan u okolišu. Akumulira se u organizmu u kojem se metabolizira u heptaklor epoksid, spoj koji je toksičniji od heptaklora. Propisan standard kakvoće vode za prosječnu godišnju koncentraciju heptaklora iznosi  $2 \times 10^{-7}$  µg/l, no što se tiče ljudskog zdravlja smatra se da

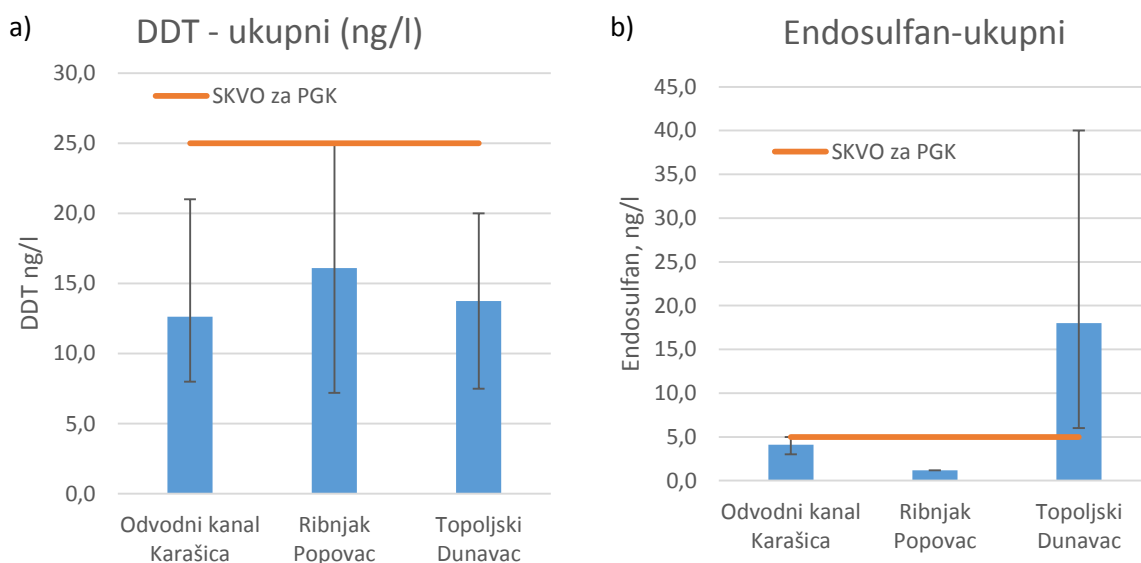
koncentracija od 2,78 ng/l predstavlja doživotni rizik od 1 : 100 000 za razvoj karcinoma. Odnosno, standard kakvoće za biotu iznosi  $6,7 \times 10^{-3} \mu\text{g/l}$ . Prema prosječnim godišnjim koncentracijama heptaklora na Odvodnom kanalu Karašica nije postignuto dobro stanje.



Slika 110. Minimalne, maksimalne i prosječne koncentracije ciklodienskih pesticida (aldrin, dieldrin, endrin, izodrin i heptaklor, ng/l) te zbroj svih oblika heksaklorcikloheksana (lindan i izomeri  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\delta$ ) tijekom razdoblja istraživanja na mjernim postajama Odvodnog kanal Karašica, Ribnjaku Popovac i Topoljskom Dunavcu. Linija predstavlja standard kakvoće vode za prosječnu godišnju koncentraciju prema Uredbi NN 73/15.

Koncentracije **heksaklorcikloheksana (lindana i ostalih izomera)**, odnosno zbroj svih izomera HCH veće od standarda kakvoće vodenog okoliša dobrog kemijskog stanja izmjerene su na svim jernim postajama Odvodnog kanala Karašica u studenom 2015. godine (S1 123 ng/l; S2 96 ng/l; S3 64 ng/l i S4 93 ng/l). Utvrđena koncentracije je 3-6  $\times$  veća od granične što predstavlja opasno stanje onečišćenja. Također su utvrđene veće vrijednosti HCH na postaji S5 – Ribnjak Popovac (127 ng/l, studeni) što također predstavlja **opasno onečišćenje vodnog tijela**, a osobito zabrinjava činjenica da se radi o šaranskom ribnjaku. U Topoljskom Dunavcu su samo u rujnu vrijednosti HCH bile jednake graničnim vrijednostima, ali su koncentracije HCH bile izmjerene u svim uzorkovanjima (Slika 110 b).

Što se tiče koncentracija **1,1,1-triklor-2,2- di(4-klorfenil)etan (DDT)** i **metabolita 1,1-diklor- 2,2-di(4-klorfenil)etan (DDD)** i **1,1-diklor-2,2- di(4-klorfenil)eten (DDE)**, samo na postaji S5 – Ribnjak Popovac utvrđene su vrijednosti jednake graničnim vrijednostima standarda kakvoće vodenog okoliša (25 ng/l u lipnju), slika 111 a, ukazujući na umjereno stanje onečišćenja vodnog tijela, što opet zabrinjava jer se radi o ribnjaku. DDT je upotrijebljivan kao kontakti insekticid i prvi put se pojavio na tržištu 1942. godine. Prodavan je u obliku praha, otopina, granula, losiona i dimnih svijeća pod raznim trgovačkim imenima kao npr. Gesarol, Anofex, Cezarex, Neocid, Gyron i Zerdan. Primjenom DDT-a za suzbijanje komaraca, ušiju, te raznih tipova muha, učestalost malarije, tifusa i kolere značajno je smanjena u mnogim zemljama.



Slika 111. Minimalne, maksimalne i prosječne koncentracije DDT-a i metabolita (ng/l) te ukupni endosulfan (ng/l) tijekom razdoblja istraživanja na mjernim postajama Odvodnog kanal Karašica, Ribnjaku Popovac i Topoljskom Dunavcu Linija predstavlja standard kakvoće vode za prosječnu godišnju koncentraciju prema Uredbi NN 73/15.

I danas se rabi kao djelotvorno sredstvo protiv još osjetljivih vrsta malaričnih komaraca, ali mu je primjena strogo ograničena. Metaboliti DDT-a su DDD i DDE koji nastaju biotransformacijom. DDD također ima insekticidna svojstva te je s tom namjerom sintetiziran i upotrebljavan, dok je DDE stabilan metabolit DDT-a i DDD-a bez insekticidnih svojstava.

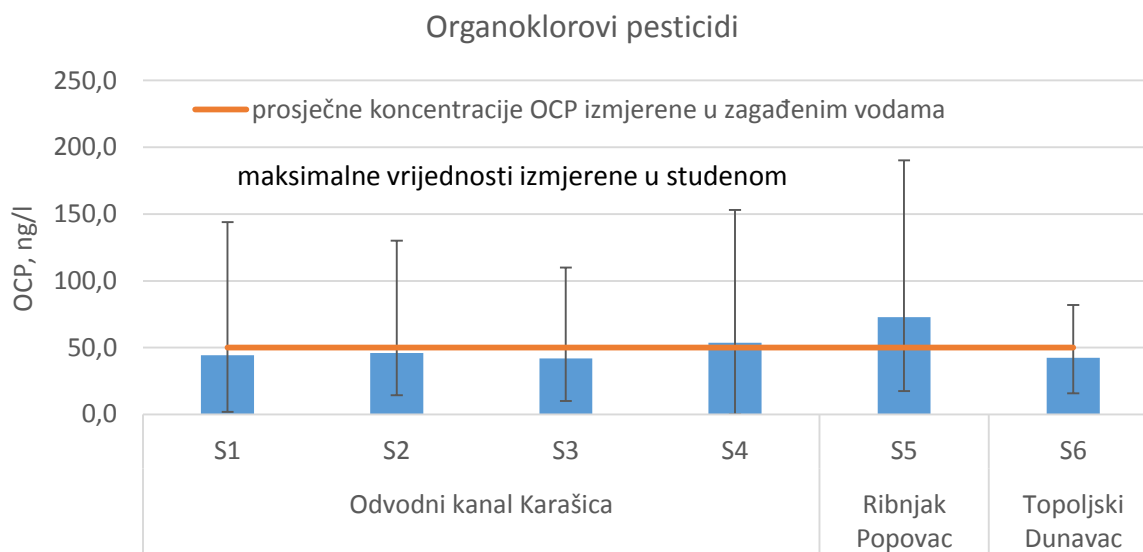
U Hrvatskoj je 1972. godine prestala upotreba DDT-a i njegovih metabolita zbog duge biološke postojanosti. Posljednji zabranjeni pesticid iz skupine OC je lindan čija uporaba je zabranjena 2001. godine, kao i u Europskoj Uniji. Usprkos zabrani, DDT i njegovi metaboliti kontinuirano su detektirani, premda je opažena stalna tendencija pada njihovih vrijednosti. Više od tri destljeća nakon zabrane korištenja u poljoprivredi, insekticid DDT još uvijek se nalazi u tlu. Primjerice, skupina francuskih istraživača otkrila je tragove DDT-a u jezerima i tlu na poljoprivrednim površinama vinorodnih područja u Francuskoj.

U vodi i tlu DDT i njegovi metaboliti DDD i DDE podliježu sporoj biološkoj i kemijskoj razgradnji, dok je razgradnja izomera HCH brža (16 - 18). Primjerice, isparavanje s polja tretiranih DDT-om traje do šest mjeseci, a za gubitak 90% primijenjenog DDT-a potrebno je 1,5-2 godine. Ako je DDT pomiješan u tlu, potrebno je 25-40 godina da se izgubi 90% primijenjene količine (8). Vrijeme poluraspada HCH varira od nekoliko dana do tri godine, ovisno o tipu tla i klimi.  $\beta$ -HCH je najstabilniji izomer (9). Razgradnja HCB-a u tlu pri aerobnim uvjetima traje 3-6 godina, a pri anaerobnima 11-20 godina (11). Stoga se tragovi ovih onečišćenja redovito detektiraju ne samo kao posljedica lokalnih izvora onečišćenja već i globalnog onečišćenja okoliša.

**Endosulfan** je zapravo jedini halogenirani insekticid ili fungicid koji se zadržao na našem tržištu. Usporediv je s drugim organoklorinim insekticidima, ali očito je izrazito važan i nema za njega dostojne zamjene. Koncentracija endosulfana u vodi Odvodnog kanala Karašica bila je uglavnom ispod granica detekcije, raspon izmjerenih koncentracija od 3 do 5 ng/l, i to uglavnom na

postajama S2 (r. km ) i S3. Nešto veće koncentracije od standarda izmjerene su u vodi Topoljskog Dunavca u lipnju i rujnu (Slika 111 b). Povećanjem uporabe umjetnih gnojiva, herbicida, pesticida znatno se promijenila njihova zastupljenost u okolišu. Upravljanje poljoprivrednim površinama na ovom području se može definirati kao preintenzivno, zbog moguće prekomjerne upotrebe pesticida i herbicida, što može imati negativan utjecaj na biološku vrijednost područja, te potencijalno štetan na zdravlje ljudi jer se voda potencijalno želi koristiti za navodnjavanje istih poljoprivrednih površina. Stoga je razumljivo zanimanje za mehanizme i kapacitete samopročišćavanja te općenito sudbinu tvari, kako onih prirodno prisutnih, tako i onih unesenih.

Fizikalno-kemijska svojstva organoklorovih pesticida vrlo su korisna za primjenu, međutim, za ljude i okoliš pokazala su se opasnim. Kemijski su vrlo postojani spojevi pa se raspodjeljuju u cijelome okolišu, posebice u organskim tvarima zbog lipofilnih svojstava. Zato su u vodenom mediju i tlima uglavnom vezani za organsku tvar, a u bilju i životinjama zbog sporih procesa razgradnje akumuliraju se u tkivima koja sadržavaju masti i tako ulaze u hranidbeni lanac. Posljedično, u ljudima se akumuliraju u tkivima bogatim mastima.



Slika 112. Minimalne, maksimalne i prosječne koncentracije organoklorovih pesticida (ukupno, ng/l) tijekom razdoblja istraživanja na mjernim postajama Odvodnog kanal Karašica (S1-S4), Ribnjaku Popovac (S5) i Topoljskom Dunavcu (S6). Linija predstavlja prosječnu koncentraciju organoklorovih pesticida mjerene u zagađenim vodama. U nezagađenim vodama prosječne se koncentracije kreću oko 0,5 ng/l.

U vodenome mediju prisutni su u niskim koncentracijama zato što su lipofilni. Iz tog razloga čvrsto se vežu za čestice suspendirane u vodi te su veće količine OCP-a i u sedimentu, a detektirani su i u vodenim organizmima koji se mogu rabiti kao biomarkeri onečišćenja. U slatkovodnim neonečišćenim površinskim vodama prosječan red veličine koncentracije OCP-a je 0,1-0,5 ng/L. Povišene koncentracije izmjerene su u zagađenim vodama (oko 50 ng/L) (8-10, 20). Stoga zabrinjava činjenica da su izmjerene povišene koncentracije organoklorovih pesticida u Odvodnom kanalu Karašica (raspon od 0-153 ng/l, prosječna godišnja koncentracija 46 ng/l), u **Ribnjaku Popovac** (raspon od 17-190 ng/l, prosječna godišnja koncentracija 73 ng/l) i Topoljskom Dunavcu (raspon od 16-82 ng/l, prosječna godišnja koncentracija 42 ng/l), slika 112.

U 96% uzoraka vode izmjereni su ciklodienski pesticidi (aldrin, dieldrin, endrin, izodrin, heptaklor), heksaklorcikloheksani ukupni su izmjereni u 88% uzoraka (lindan i izomeri  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ), a DDT i metaboliti te ukupni endosulfan u 38% uzoraka.

## Metali

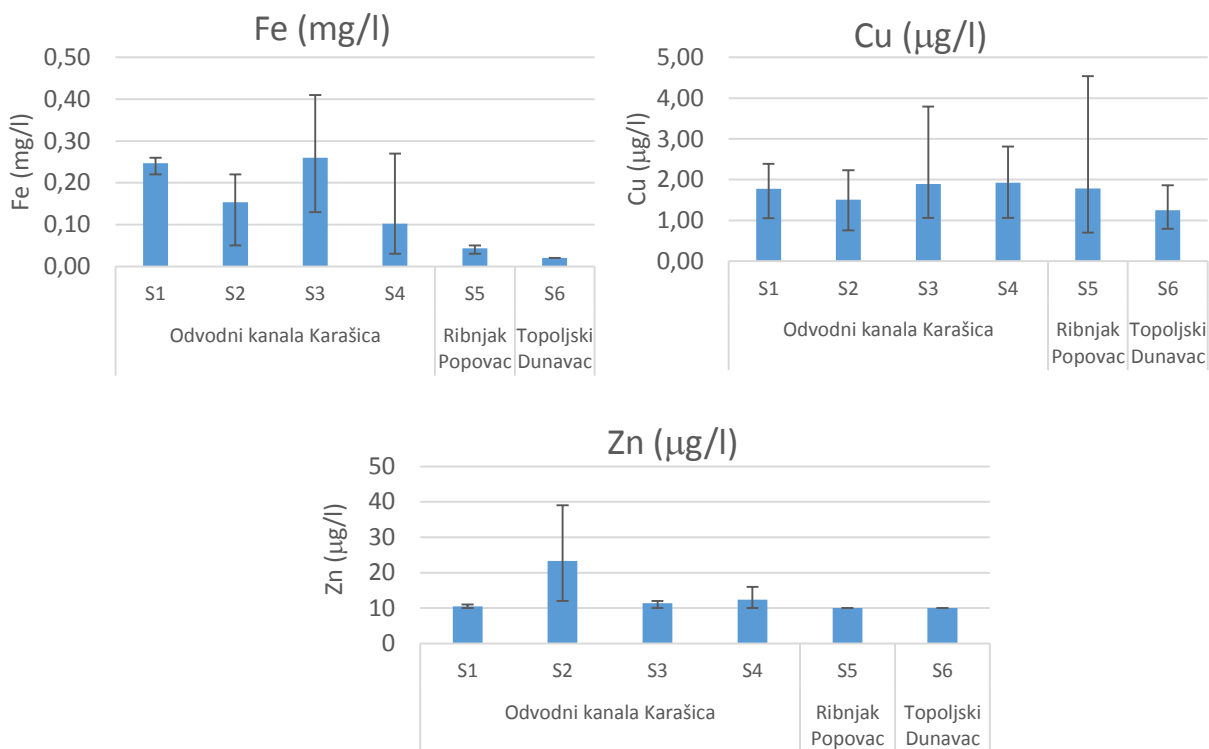
U tablici 42 dane su prosječne godišnje koncentracije mjerenih metala Fe, Cu, Zn, Cd i Pb u vodi Odvodnog kanala Karašica (S1-S4), Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

Prosječna vrijednost koncentracije bakra u vodi Odvodnog kanala Karašica, Ribnjaka Popovac i Topoljskog Dunavca je ispod granične vrijednosti standarda kakvoće vode ukazujući na dobro kemijsko stanje vode. Raspon koncentracija Cu u Odvodnom kanalu Karašica bio je od 75 do 375 ng/l, a mjerna postaja s najvećom prosječnom koncentracijom bila je postaja S4 (most na cesti Gajić-Draž), slika 113. Bakar se nalazi u različitim agrokemikalijama, životinjskoj hrani, kompostu, otpadnom mulju, itd. Malo povišene vrijednosti bakra vjerojatno potiču od korištenja zaštitnih agrotehničkih sredstava ili su povezane s poljoprivrednom aktivnošću. Prisutnost riba u vodama koje sadržavaju više koncentracije bakra može ukazivati na prevladavanje otopljenih organobakrenih kompleksnih spojeva.

Cink je u većini ispitivanih uzoraka izmjeren u tragovima ( $< 10 \mu\text{g/l}$ ). Povišene vrijednosti izmjerene su jedino na postaji S2 (Slika 113) Odvodnog kanala Karašica nakon ispusta komunalnih otpadnih voda Belog Manastira (39 ng/l, rujan 2015. godine). Cink je kod nižih pH vrijednosti je relativno mobilan, a često se adsorbira na minerale glina, ogranu tvar te oksidohidrokside željeza i mangana. Cink kao i bakar se u povećanim koncentracijama može pojaviti u tlima koja su gnojena pilećim i svinjskim izmetom, a javlja se kao posljedica obogaćenja stočne hrane. Osim toga, bakar i cink mogu doći i iz industrijskih otpadnih voda.

Biogeokemijsko kruženje Fe je regulirano je prostornim i vremenskim variranjem oksidacijsko redukcijskih stanja te fotosintetskim i bakterijskim metabolizmom. Željezo se uglavnom nalazi u obliku feri-hidroksida u partikularnom i koloidnom obliku i u kompleksima sa organskim, posebno humusnim spojevima. Zapravo, željezo je topljivo samo u anoksičnim uvjetima, kao  $\text{Fe}^{2+}$ , ili pri izrazito niskim pH vrijednostima. U visoko eutrofnim vodama uslijed visoke koncentracije  $\text{H}_2\text{S}$  nastale bakterijskom razgradnjom organske tvari i u procesima redukcije može doći do značajnog smanjenja Fe. Željezo je značajan mikronutrijent za slatkovodnu floru i faunu, a njegove koncentracije su niske u aeriranim vodama. Prema tome, pod određenim uvjetima fotosintetska produktivnost može biti limitirana željezom. Osim toga, ciklus željeza u vodenim ekosustavima osobito je važan, ne samo zbog toga što je željezo esencijalan element, već i zbog toga što željezo utječe na dostupnost fosfora u vodi.





Slika 113 Minimalne, maksimalne i prosječne godišnje koncentracije Fe (mg/l), Cu (µg/l) i Zn (µg/l) tijekom razdoblja istraživanja na mjernim postajama Odvodnog kanala Karašica (S1-S4), Ribnjaku Popovac (S5) i Topoljskom Dunavcu (S6).

S povećanjem koncentracije željeza dolazi do porasta brzine razgradnje organskih tvari, no nakon određene optimalne koncentracije moguće je smanjenje brzine razgradnje, a i s ekološkog gledišta nepovoljna je prevelika količina željeza u vodi. Koncentracija željeza regulirana je zakonskim propisima o dopuštenoj koncentraciji Fe u otpadnim vodama (< 1 mg/l, Narodne novine 153/09., 63/11., 130/11. i 56/13.). U ispitivanim uzorcima vode Odvodnog kanala Karašica prosječne godišnje koncentracije željeza bile su u rasponu od 102,5 µg/l na postaji S4 do 260 µg/l na postaji S3, dok su značajno niže koncentracije izmjerene u vodi ribnjaka Popovac i Topoljskog Dunavca (Slika 113).

Tablica 42 Prosječne godišnje koncentracije mjerenih metala Fe, Cu, Zn, Cd i Pb u vodi Odvodnog kanala Karašica (S1-S4), Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

		Fe mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
S1 (r,km 31+	1.6.2015	<0,04	1,91	<10	<0,05	<2
	14.9.2015	0,26	2,39	<10	<0,05	<2
	23.11.2015	0,26	1,05	10	<0,06	<3
	8.2.2016	0,22	1,75	11	<0,05	<2
S2 (r,km +	1.6.2015	<0,04	1,36	<10	<0,05	<2
	14.9.2015	0,05	1,68	39	<0,05	<2
	23.11.2015	0,22	0,75	12	<0,05	<2
	8.2.2016	0,19	2,23	19	<0,05	<2
S3 (r,km +	1.6.2015	<0,04	1,17	<10	<0,05	<2
	14.9.2015	0,41	3,79	12	<0,05	<2
	23.11.2015	0,13	1,06	10	<0,05	<2
	8.2.2016	0,24	1,54	12	<0,05	<2
S4 (r,km +	1.6.2015	0,04	2,15	<10	<0,05	<2
	14.9.2015	0,03	2,81	11	<0,05	<2
	23.11.2015	0,07	1,06	16	<0,05	<2
	8.2.2016	0,27	1,69	10	<0,05	<2
S5	1.6.2015	<0,04	0,7	<10	<0,05	<2
	14.9.2015	0,03	4,54	<10	<0,05	<2
	23.11.2015	0,05	0,82	<10	<0,05	<2
	8.2.2016	0,05	1,07	10	<0,05	<2
S6	1.6.2015	<0,04	0,79	<10	<0,05	<2
	14.9.2015	0,02	1,86	<10	<0,05	<2
	23.11.2015	<0,04	1,13	<10	<0,05	<2
	8.2.2016	<0,04	1,22	<10	<0,05	<2
Kategorija kemijskog stanja						
Postignuto dobro kemijsko stanje			Nije postignuto dobro kemijsko stanje			

## Mikrobiološki pokazatelji onečišćenja

S obzirom na to da na promjene u ekosustavu najbrže reagiraju jednostanični planktonski organizmi, za pokazatelje su se koristile heterotrofne bakterije kao dobri indikatori obogaćenja organskom tvari te indikatori fekalnog zagađenja (fekalni koliformi, E. coli i enterokoki).

Problemi narušene kvalitete vode vezani su uz fizikalne i kemijske čimbenike, ali i uz narušavanje mikrobiološke kvalitete vode. Heterotrofne bakterije imaju značajnu ulogu u procesu razgradnje organske tvari u vodenom okolišu i pokazatelj su procesa eutrofikacije. Osim toga, heterotrofne bakterije pokazuju značajnu korelaciju s količinom organske tvari vodi. Bilo kakva promjena u količini otopljene organske tvari utječe na broj bakterija, njihovu metaboličku aktivnost, kao i na njihov kvalitativni sastav. S obzirom na navedene značajke, heterotrofne su se bakterije pokazale kao dobar pokazatelj stupnja eutrofikacije.

Broj kolonija 22°C, n/1ml, karakterizira sporo razvijajuće bakterije koje nalazimo u površinskim vodama. Vrlo visoke vrijednosti heterotrofni bakterija nađene su u lipnju (30 400 CFU/ml) i **studenom (95 000 CFU/ml)** na postaji **S2**, također u studenom na postaji **S3 (50 000 CFU/ml)**, te na postaji **S4 94 000 CFU/ml u studenom** i 31 000 CFU/ml u veljači. Ove vrijednosti ukazuju na trenutno vrlo veliko organsko opterećenje na tim postajama.

Ukupni koliformi mogu osim fekalnog zagađenja dokazati unos velikih količina zemlje s kopna, pogotovo iza obilnih kiša. Bakterije ukupnih koliforma se mogu razmnožavati u prirodnim vodama.

U lipnju i studenom 2015. godine je na postajama S2, S3 i S4 utvrđeno veće mikrobiološko onečišćenje, osim vrlo visokih vrijednosti heterotrofni bakterija, utvrđene su i visoke vrijednosti brzo rastućih (do 99 000 CFU 37°C na postaji S4) patogenih bakterija podrijetlom iz ljudskih i animalnih fekalija (Slika 114).

Fekalni koliformi pokazuju vrlo visoku korelaciju s fekalnim onečišćenjem koje potječe od sisavaca i pošto imaju malu sposobnost razmnožavanja u vodama pokazuju svježe onečišćenje blizu izvora onečišćenja. Na postaji S2 u lipnju je utvrđeno onečišćenje fekalnim koliformnim bakterijama (45 000 CFU/100 ml). Međutim, na postaji **S4 u studenom** je utvrđen broj fekalnih koliformnih bakterija bio **100 000 CFU/100 ml**. Osim što predstavljaju potencijalni rizik za ljudsko zdravlje fekalni koliformi mogu uzrokovati zamućenje vode, neugodne mirise i povećanu potrošnju kisika.

Fekalni streptokoki odnosno **enterokoki dokaz su starijeg fekalnog onečišćenja**, jer duže preživljavaju. Pokazatelj su vremena i rasprostiranja onečišćenja voda od izvora do mjesta uzorkovanja. Vrlo visoke vrijednosti enterokoka također su utvrđene u studenom na postaji S4 (33 000 CFU/100 ml) te na postaji S2 u lipnju (6 000 CFU/100 ml).

Na području gospodarenja otpadnim vodama *Escherichia coli* se vrlo rano pokazala kao odličan indikator razine onečišćenja vode. ***E. coli* ukazuje na skorašnje zagađenje vodotoka** fekalijama te je **epidemiološki opasna**. Broj kolonija *E. coli* je također bio vrlo visok u lipnju na postaji S2 (40 000 CFU/100 ml). Međutim na postaji S4, u studenom je utvrđen enormno visok broj *E. coli* kolonija (80 000 CFU/100 ml) ukazujući na udarno opterećenje vodotoka.

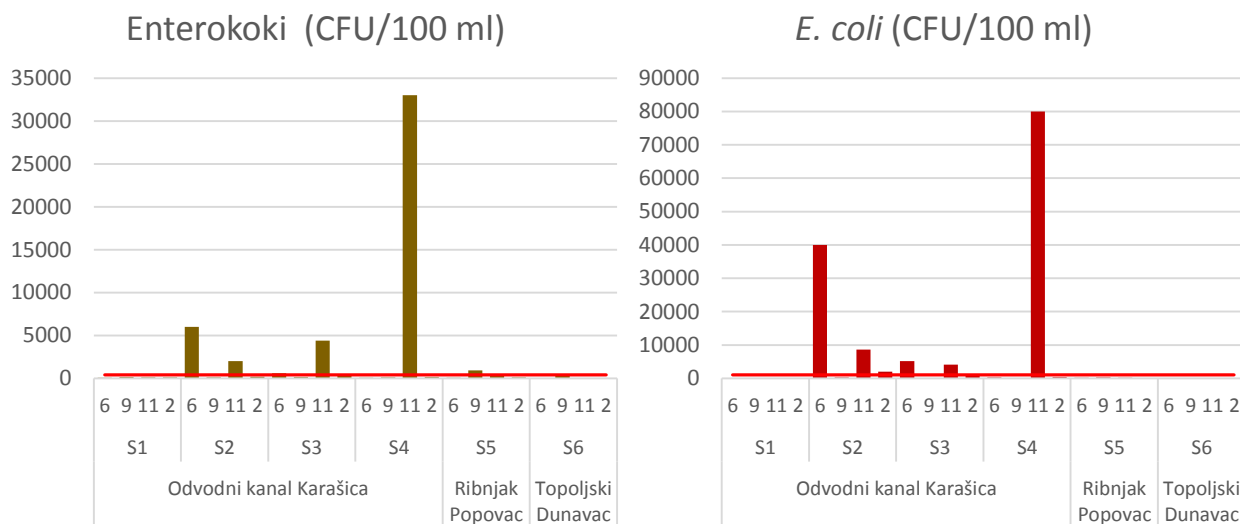
Granične vrijednosti mikrobioloških pokazatelja u dodatno pročišćenim komunalnim otpadnim vodama koje se ispuštaju u površinske vode, a koje se koriste za kupanje i rekreaciju za crijevne **enterokoke** iznose **400 CFU/100 ml**, a za ***Escherichiu coli* 1000 CFU/100 ml**. Rezultati mjerenja mikrobioloških pokazatelja na istraživanim postajama tumačeni su u odnosu na ove standarde (Slika 114). Izuzetno velike vrijednosti enterokoka i *E. coli* na postajama S4 i S2 ukazuju na skorašnje onečišćenje fekalijama. Jedan od uzroka ovako incidentnog onečišćenja može biti neefikasno pročišćavanje komunalnih otpadnih voda Belog Manastira neposredno prije uzorkovanja u lipnju 2015. godine, s obzirom na to da je izvor onečišćenja identificiran u blizini postaje S2 (koja se nalazi 1000 m nizvodno od ispusta komunalnih otpadnih voda). Veći omjer omjer fekalnih koliforma i enterokoka u uzorcima vode na postaji S2 i S3 ukazuje na onečišćenje svježim fekalnim otpadnim vodama ljudskog podrijetla. S druge strane, na postaji S4 omjer fekalnih koliformnih i streptokoknih bakterija ulazi u sivo područje interpretacije gdje je veća nesigurnost podrijetla bakterija, odnosno vrlo vjerojatno se radi o mješanim otpadnim vodama animalnih i ljudskih fekalija.

U Republici Hrvatskoj velik broj stanovnika nije priključen na kanalizacijski sustav, već probleme otpadnih voda rješavaju individualno, uglavnom na načine koji nisu povoljni za okoliš. Problem leži

u neodgovarajućem ispuštanju otpadnih voda iz pojedinih naselja i industrija, gdje se pojavljuje niz ispusta otpadne vode duž vodotoka uglavnom bez ikakve prethodne obradbe.

Osim toga, ne može se zanemariti i velika količina oborina koja je pala u relativno kratkom vremenu u tjedan dana prije uzorkovanja i koja je mogla utjecati na povećanu brojnost fekalnih koliforma. S druge strane, udarno opterećenje vodotoka na postaji S4 u studenom ima sve odlike incidentnog mikrobiološkog onečišćenja.

**Sanitarna kvaliteta vode Odvodnog kanala Karašica je poboljšana uvođenjem drugog stupnja pročišćavanja otpadnih voda Belog Manastira. Međutim, u uvjetima povećanih oborina dolazi do znatnog mikrobiološkog onečišćenja osobito epidemiološki opasnih vrsta poput *E. coli* uzrokujući potencijalni rizik za ljudsko zdravlje.**



Slika 114. Broj kolonija enterokoka (n/100 ml) i *E. coli* (n/100 ml) u vodi Odvodnog kanala (S1-S4), Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6). Linija označava granične vrijednosti za enetrokoke, odnosno *E. coli* (prema Pravilniku o gospodarenju otpadnim vodama, NN 151/2010.).

U uzorcima vode Odvodnog kanala Karašica izolirana je i bakterija *Salmonella* (Prilog 2, Tablice 1-24). *Salmonella* je utvrđena i u tretiranim i u netretiranim otpadnim vodama. Naime, čak i najefikasnija obrada otpadnih voda samo smanjuje njihov broj, ali ih u potpunosti ne eliminira. Epidemiološki *Salmonella* postaje problem ako se konzumira sirova ili nedovoljno kuhana riba (jer se bakterije koncentriraju u škragama). Osim toga, navodnjavanje poljoprivrednih kultura zagađenim vodama može u ljudi dovesti do pojave gastrointestinalnih tegoba infektivnog uzorka (*E. coli*, *Salmonella*), osobito ukoliko se konzumiraju sirovi proizvodi (zelena salata, rajčica, paprika).

## Sediment

### Uzorkovanje sedimenta

Procjena kvalitete sedimenta provedena je s ciljem određivanja u kojoj mjeri je sediment rezervoar i sekundarni izvor zagađivala u Odvodnom kanalu Karašica i Topoljskom Dunavcu.

Uzorkovanja su obavljena u lipnju 2015. godine na svim mjernim postajama Odvodnog kanala Karašica te u Topoljskom Dunavcu (na lokaciji ušća kanala Bučka u Dunavac), slika 115. Sediment je uzorkovan pomoću Van Veen grabila. Uzorci sedimenta spremljeni su u čiste spremnike širokog grla s teflonom, HPDE ili PTFE. Sediment je potom zamrznut i dostavljen na analizu u Zavod za javno zdravstvo Osječko baranjske županije gdje su analizirani ukupni organski ugljik (TOC), ukupni dušik (TN) i ukupni fosfor (TP), metali (Fe, Cd, Pb, Cu, Zn) i organoklorovi pesticidi (ciklodienski pesticidi, DDT, HCH, HCB).

Pojedinačni rezultati analize kemijske analize sedimenta dani su u Prilogu 3.

Na Institutu Ruđer Bošković u Zagrebu napravljena je granulometrijska analiza sedimenta, a na Odjelu za biologiju određena su fizikalno kemijska svojstva porne vode sedimenta te je napravljen test toksičnosti sa algama i Lemna test.



Slika 115. Uzorkovanje i spremanje uzoraka sedimenta (lipanj 2015. godine)

Granulometrijska analiza sedimenta je napravljena metodom raspršenja laserkog svjetla pomoću instrumenta LS 13320 (Beckman Coulter, Inc.). Oko 20 g mokrog uzorka dispergirano je u deioniziranoj vodi i isprano kroz sito promjera otvora 1 mm da bi se odstranili veći organski ostaci i šljunak. Preostala suspenzija je korištena za mjerenje.

Za potrebe mjerenja oko 5 ml pripremljene disperzije je uneseno u mjerni modul (ALM). Neposredno prije mjerenja uzorak je kratko dezintegriran pomoću ultrazvuka ugrađenog u modul. Rezultati mjerenja obrađeni su pripadajućim softwareom uz korištenje Mie teorije raspršenja svjetla. Po normi ISO 11277 veličine glavnih frakcija su: pijesak (2000-63  $\mu\text{m}$ ), slit (63-2  $\mu\text{m}$ ) i glina (<2  $\mu\text{m}$ ).

## Rezultati

Povećana emisija onečišćujućih tvari u životnu sredinu i intenzivno iskorištavanje površinskih voda doveli su do degradacije vodnih resursa, a samim time i degradacije kvalitete sedimenta. Sediment ima izraženu sposobnost ionske izmjene i adsorpcijskih procesa prilikom vezanja toksičnih spojeva i

na taj način postaje skladište toksičnih i perzistentnih zagađivala, osobito onih antropogenog podrijetla. Onečišćen sediment ima direktan utjecaj na bentoske organizme i predstavlja potencijalan dugotrajan izvor zagađivala koji mogu nepovoljno utjecati na ljude putem hranidbenog lanca. Jednom kontaminiran sediment može postati izvor sekundarnog zagađivanja, kada uslijed promjene uvjeta u vodenom tijelu (plavljenje, zakiseljavanje i sl.) adsorbirana zagađivala budu vraćena u vodenu fazu gdje ponovno predstavljaju opasnost.

Kemijska analiza sedimenta na organoklorove pesticide (Prilog 2) je pokazala dobru kvalitetu sedimenta s obzirom na to da su svi parametri mjereni bili ispod granica detekcije, odnosno u tragovima.

### Ukupni organski ugljik, ukupni dušik i ukupni fosfor u sedimentu

Akumulacija organske tvari u sedimentu ovisi o primarnoj proizvodnji u vodenom stupcu, donosu s kopna i efikasnosti sedimentacije. Osnovne komponente organske tvari koje se istražuju u sedimentu su sadržaj organskog ugljika, fosfora i dušika čiji omjeri upućuju na načine razgradnje.

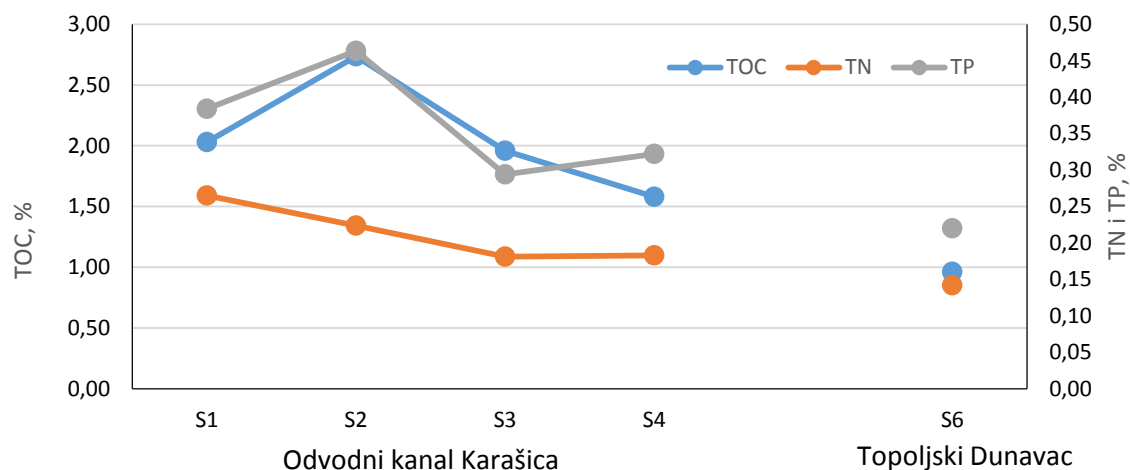
Koncentracija ukupnog organskog ugljika (TOC mg/kg) je osnovni pokazatelj udjela organske tvari u sedimentu. Tipična organska tvar sadrži oko 50% organskog ugljika, što znači da je koncentracija organske tvari približno ekvivalentna dvostrukoj koncentraciji ukupnog organskog ugljika. Koncentracija organskog ugljika je frakcija organske tvari koja je izbjegla remineralizaciju u sedimentu, što znači da ova vrijednost ovisi o unosu i o stupnju razgradnje organske tvari.

Udio ukupnog organskog ugljika u sedimentu odvodnog kanala Karašica u Baranji iznosio je u rasponu od 1,58% na postaji S4 (most na cesti Gajić-Draž) do 2,74% na postaji S2 (Beli Manastir nakon ispusta komunalnih otpadnih voda), a prosječna vrijednost iznosila je 2,08% (Slika 116). Slično kao i TOC, vrijednosti TP u sedimentu kretale su se u rasponu od 0,11% (postaja S3) do 0,24% (postaja S2), prosječna vrijednost iznosila je 0,15%. Vrijednosti TN u sedimentu kretale su se u rasponu od 0,18% (postaje S3 i S4) do 0,27% (postaja S1), a prosječna vrijednost iznosila je 0,21%. Najmanje vrijednosti TOC, TN i TP izmjerene su u sedimentu Topoljskog Dunavca (na lokaciji ušća starog kanala Bučka (TOC 0,96%, TN 0,14% i TP 0,08%). Sadržaj TP u sedimentu dobar je pokazatelj trofičkog statusa nekog vodenog ekosustava, a određeni oblici P u sedimentu povezuju se s fizikalno-kemijskim karakteristikama sedimenta i/ili antropogenim utjecajima na vodeni stupac.

Viši udjeli TOC i TP na postaji S2 mogu se smatrati posljedicom pojačanog antropogenog pritiska, odnosno povećanog unosa organske tvari u vodotok. Međutim, zbog raznih procesa koji se zbivaju u samom vodotoku određivanje porijekla organske tvari nije jednostavno. Omjeri udjela fosfora, dušika i ugljika u sedimentu upućuju na autohtono ili alohtono porijeklo organske tvari i načine njene razgradnje.

Svježa organska tvar koja potječe od algi bogatih proteinima i siromašnih celulozom ima molarni C/N omjer između 4 i 10, dok kopnene biljke koje su siromašne proteinima i bogate celulozom tvore organsku tvar čiji C/N omjer je jednak ili veći od 20. Ove vrijednosti uglavnom ostaju nepromijenjene za vrijeme sedimentacije u vodenom stupcu pa mogu poslužiti za identificiranje porijekla organske tvari u sedimentima.

Omjer ukupnog ugljika i dušika u sedimentu Odvodnog kanala Karašica iznosio je između 8 na postaji S1 (postaja prije ispusta komunalnih otpadnih voda) i 12 na postaji S2 (postaja nakon ispusta komunalnih otpadnih voda).



Slika 116. Vrijednosti ukupnog organskog ugljika (TOC, %) i ukupnog dušika (TN, %) u sedimentu Odvodnog kanala Karašica (postaje S1-S4) i sedimentu Topoljskog Dunavca (na ušću knala Bučka, S6).

Viši C/N omjer na postaji S2 ukazuje da organska tvar sadrži manji udio biološki razgradljive organske tvari, a veći udio primjerice amonijaka. To se može pripisati antropogenom utjecaju kao npr. raširenoj upotrebi organskih kemikalija, koje mogu promijeniti C/N omjer organske tvari prirodnog podrijetla, ili direktnom utjecaju komunalnih otpadnih voda. Osim toga, ovaj raspon C/N omjera u sedimentu Odvodnog kanala ukazuje da se radi o visoko degradiranom organskom sedimentu kao izvoru organske tvari.

### Granulometrijska analiza sedimenta

Granulometrijski sastav je jedan od najvažnijih fizičkih značajki sedimenta. To je postotni maseni udio primarnih čestica, klasificiranih prema veličini, odnosno ekvivalentnom promjeru. Prema ISO 11277 normi veličina frakcija iznosi: pijesak (2000 – 63  $\mu\text{m}$ ), prah (63 – 2  $\mu\text{m}$ ) i glina < 2  $\mu\text{m}$ . Radi se o česticama koje su prema prirodi sedimentacije ekvivalentne promjerima sferičnih čestica. Granice između pojedinih frakcija ovise o stupnju razvoja klasifikacije i njenoj namjeni.

Udio osnovnih veličinskih kategorija sedimenta (pijeska, silta i gline) Odvodnog kanala Karašica (S1-S4) i Topoljskog Dunavca (na lokaciji ušća starog kanala Bučka, S6) prikazan je u tablici 43.

Tablica 43. Raspodjela osnovnih veličinskih frakcija i prosječna veličina čestica (Mz)

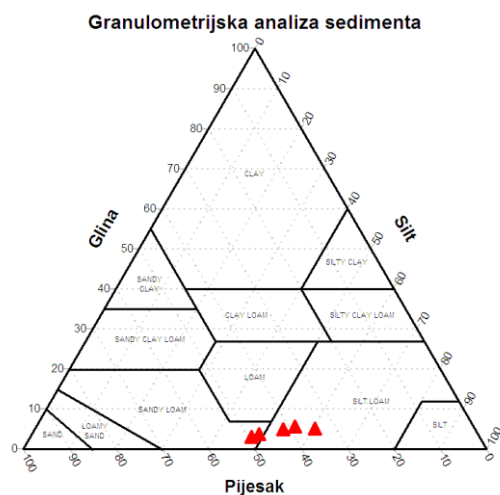
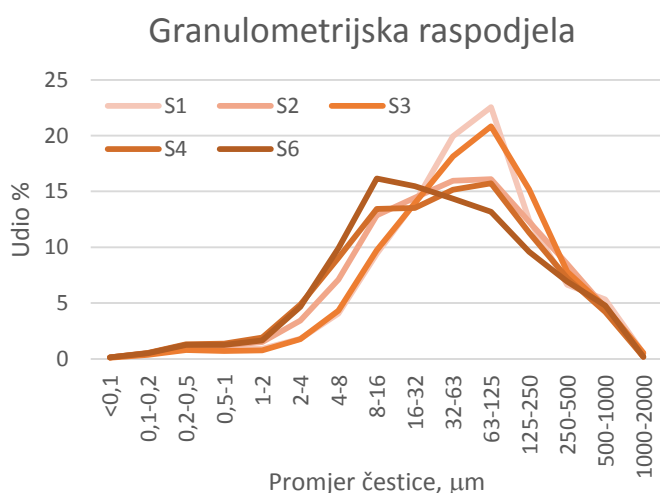
Postaja	%			Mz ( $\mu\text{m}$ )
	pijesak	silt	glina	
S1	47.4	49.2	3.4	127.8
S2	41.6	53.8	4.6	117.4
S3	49.4	47.9	2.7	136.3
S4	38.7	56.0	5.3	107.8
S6	34.7	60.5	4.8	105.9

Detaljna raspodjela prikazana je na slici 117 i u tablici 44. Prema rezultatima, većina uzoraka se sastoji od podjednakih udjela pijeska i silta i manjeg udjela frakcije gline. Međutim, udio pijeska je vjerojatno precijenjen zbog većih organskih ostataka koji nisu potpuno odstranjeni prosijavanjem.

Veličina i sastav čestica su bitni čimbenici koji uvelike utječu na geokemijsko ponašanje elemenata u sedimentima. Osim toga, veličina i sastav čestica često utječe na strukturu bentoskih zajednica. Ternarni dijagrama (Prema Shepardu 1954.) na slici 117 b kategorizira sediment Odvodnog kanala u siltozni pijesak (S1 i S3) i pjeskoviti silt (S2, S4 i S6).

Tablica 44. Detaljna granulometrijska raspodjela

Veličinska kategorija (μm)	Uzorak				
	S1	S2	S3	S4	S6
<0,1	0,13	0,13	0,10	0,14	0,13
0,1-0,2	0,46	0,51	0,37	0,54	0,51
0,2-0,5	0,99	1,23	0,80	1,32	1,26
0,5-1	0,86	1,21	0,70	1,37	1,24
1-2	0,92	1,51	0,76	1,92	1,66
2-4	1,79	3,42	1,76	4,86	4,66
4-8	4,06	7,10	4,31	9,06	9,90
8-16	9,41	12,86	9,74	13,44	16,15
16-32	14,02	14,43	13,94	13,53	15,47
32-63	19,94	15,97	18,14	15,16	14,35
63-125	22,55	16,10	20,82	15,72	13,17
125-250	12,43	12,28	15,19	11,32	9,59
250-500	6,64	8,52	7,82	7,24	6,92
500-1000	5,32	4,57	4,67	4,21	4,79
1000-2000	0,51	0,17	0,53	0,18	0,19



Slika 117. a) Granulometrijska raspodjela pojedinačnih uzoraka sedimenta. b) Ternarni dijagram kategorizacije sedimenta prema veličini i udjelu čestica gline, silta i pijeska.



Poznato je da je organska tvar u bliskoj vezi sa sitno-zrnim sedimentima zbog površine koja pruža dovoljno mjesta za vezanje, što je pokazuje i negativna korelacija udjela čestica silta i količine ukupnog organskog ugljika ( $r=-0,6$ ,  $p<0,05$ ), a poklapa se i s tamnom odnosno crnom bojom sedimenta.

## Metali

Za razliku od većeg broja organskih zagađivala koji nisu inicijalno prisutni u vodenim ekosustavima (poput organoklorovih pesticida), metali kruže kroz biogeohemijske procese. Podrijetlo metala u sedimentu može biti antropogeno i prirodno (geokemijsko). Metali predstavljaju opasnost za sediment, akvatične ekosustave, ali i za ljude zbog izražene sposobnosti adsorbiranja za sediment, perzistentnosti, toksičnosti i sposobnosti bioakumulacije. Metali koji imaju geokemijsko podrijetlo, uobičajeno se nalaze u manje pristupačnim ili sasvim nepristupačnim oblicima. S druge strane, metali koji su u sediment dospjeli iz antropogenih izvora se najčešće nalaze u oblicima koji su relativno lakše biodostupni. Sudbinom metala u sedimentima upravljaju brojni procesi, uključujući sorpciju/desorpciju, precipitaciju/otapanje i stvaranje i razaranje kompleksa. U aerobnim uvjetima dostupnost i sudbina metala u tragovima je blisko povezana sa željeznim i manganskim oksidima i hidroksidima dok u anoksičnim uvjetima sulfidi imaju dominantnu ulogu u distribuciji metala u tragovima (Saulnier i Mucci, 2000).

Općenito se smatra da je frakcija silta (praha, čestica <63  $\mu\text{m}$ ) najbitnija za razdiobu zagađivala, osobito metala. Upravo je ta frakcija finog sedimenta najviše kontaminirana (veća površina i više mjesta za vezanje). Zagađivalo određene koncentracije u pjeskovitom sedimentu bit će toksičnije od iste koncentracije u siltoznom sedimentu, jer je raspodjela između porne vode i sedimenta veća.

Budući da u Hrvatskoj ne postoje kriteriji za ocjenu kvalitete sedimenta, od hrvatskih se propisa koristio samo Pravilnik o gospodarenju muljem iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, kada se mulj koristi u poljoprivredi (Tablica 45, NN 38/08.).

Prema tim je kriterijima sediment uzorkovan u Odvodnom kanalu i Topoljskom Dunavcu dobre kvalitete. Međutim, kriteriji su napravljeni za mulj iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, kada se mulj koristi u poljoprivredi, što ne može odgovarati procjeni kvalitete sedimenta površinskih voda. Prema tome, u nedostaku nacionalnih kriterija, kvaliteta sedimenta određena je u skladu s nizozemskom metodologijom klasifikacije.

Tablica 45. Hrvatski kriteriji za ocjenu kvalitete sedimenta. Dopušteni sadržaj teških metala izražen u mg/kg suhe tvari reprezentativnog uzorka mulja. Pravilnik za otpadni mulj (NN 38/08).

Teški metali	Dozvoljena koncentracija (mg/kg)
kadmij	5
bakar	600
olovo	500
cink	2000

Nizozemska regulativa obuhvaća dvije vrijednosti: ciljnu i interventnu. Ciljana vrijednost je niža, te predstavlja „background“ koncentraciju ispod koje se zna ili pretpostavlja da element/spoj ne utječe na prirodne osobine sedimenta. Interventna vrijednost je viša vrijednost, a predstavlja maksimalnu tolerantnu koncentraciju iznad koje se obvezno mora raditi remedijacija. Ove dvije vrijednosti za metale ovise o sadržaju finih čestica i organske tvari.

U skladu sa nizozemskim sustavom kategorije definirane su vrijednosti za standardni sediment koji sadrži 10% organske tvari i 25% gline. U tablici 46 su dani rezultati izmjerenih vrijednosti metala u sedimentu Odvodnog kanala Karašica i Topoljskog Dunavca te ciljane, odnosno preporučene, i interventne vrijednosti prema nizozemskom sustavu kategorizacije. Zbog toga jer veličina čestica utječe na biološke i kemijske karakteristike može se koristiti za normalizaciju kemijskih koncentracija te na taj način objasniti razlike u toksičnosti različitih uzoraka sedimenta, ali istih koncentracija za biotu.

Tablica 46. Ciljane i interventne vrijednosti (prema nizozemskoj regulativi) te izmjerene vrijednosti metala (Cu, Zn, Pb, Cd) u sedimentu Odvodnog kanala Karašica i Topoljskog Dunavca.

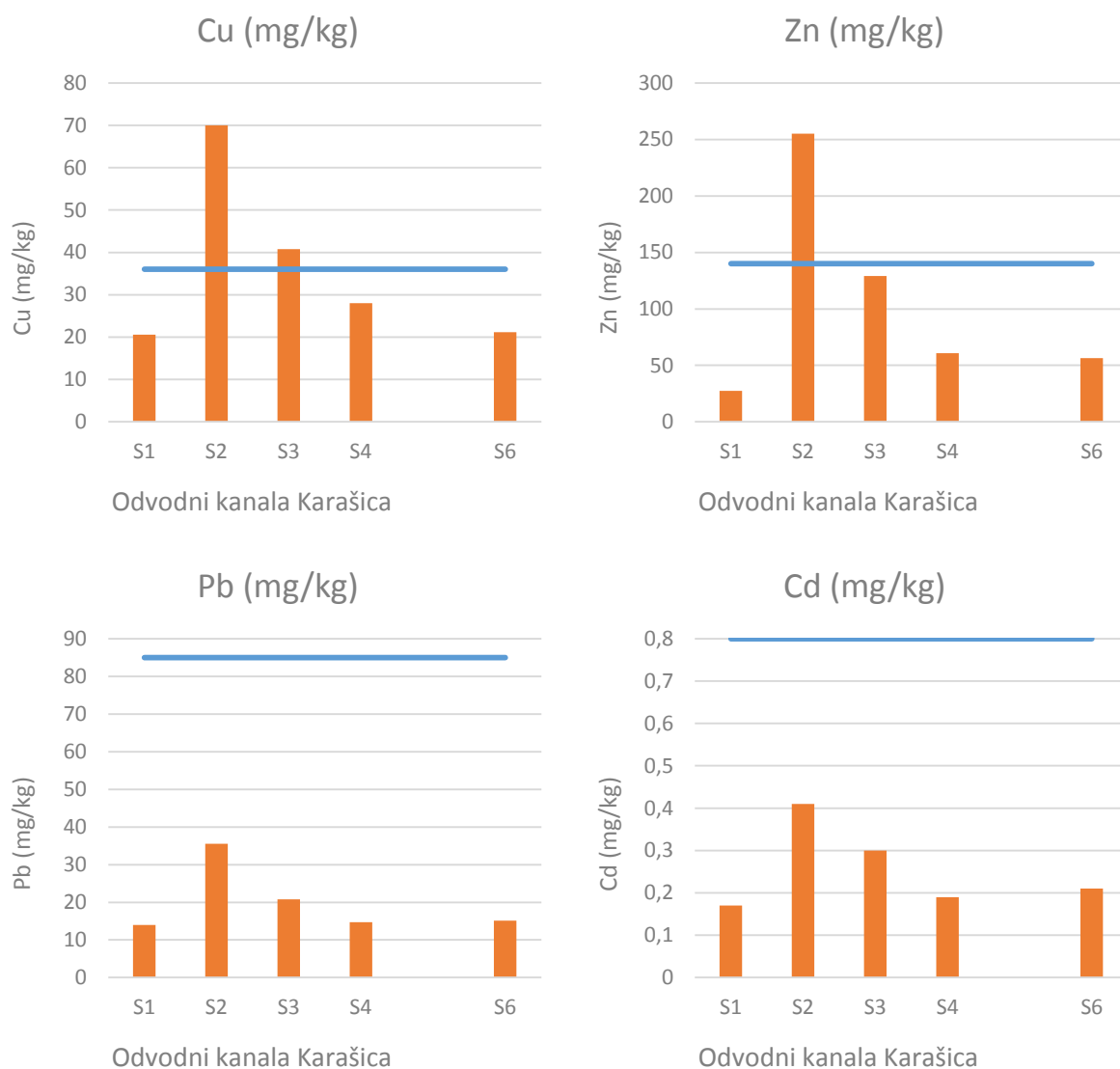
Teški metali	Preporučena koncentracija (mg/kg)	Interventna koncentracija (mg/kg)	Izmjerene vrijednosti				
			S1	S2	S3	S4	S6
kadmij	0,8	12	0,17	0,41	0,3	0,19	0,21
bakar	36	90	20,6	70	40,8	28	21,2
olovo	85	530	14	35,5	20,8	14,7	15,1
cink	140	720	27,5	255	129	60,7	56,3
željezo			27799	22771	22830	24709	21963

Povećane vrijednosti bakra (dvostruko veće od ciljane vrijednosti, Tablica 46, Slika 118) određene su u sedimentu postaje S2 (Beli Manastir, 1000 m nakon ispusta komunalnih otpadnih voda, r. km 19+763) i postaje S3 (Popovac, r. km 13+566) Odvodnog kanala Karašica. Bakar se upotrebljava u poljoprivredi što predstavlja njegov značajan izvor. Povećane vrijednosti bakra u ovom istraživanju ukazuju na njegovo antropogeno podrijetlo. I udjel cinka povišen je na postaji S2, ali malo iznad ciljane vrijednosti za dobru kvalitetu sedimenta (Tablica 46, Slika 118). Cink se može ugraditi u karbonate i na taj način ostati vezan. Cink i bakar su esencijalni elementi u živim organizmima, stoga se oni dodaju i u stočnu hranu, a upotrebom gnojiva dopijevaju u okoliš.

U slatkoj vodi otopljeni oblik kadmija se adsorbira na suspendiranu tvar. Poznato je da se kadmij ugrađuje u kristalnu rešetku kalcita čak i kad je prisutan u tragovima. Prema rezultatima analize, ukupne koncentracije Cd u sedimentu istraživanih lokaliteta nisu prelazile preporučene ili ciljane vrijednosti. Dvostruko veće vrijednosti Cd izmjerene su na postaji S2 (nakon ispusta komunalnih otpadnih voda) u odnosu na postaju S1 (prije ispusta), ukazujući kao i kod ostalih metala, na antropogeno podrijetlo.

Olovo je poznati zagađivač rasprostranjen po cijelom svijetu. Primjerice, povećane vrijednosti olova nalazimo uz prometnice. Oborine odnose otopljeno olovo kao i olovo vezano za čestice tla u površinske vode. Olovo se može ukloniti iz vode adsorpcijom, npr. na koloidalno željezo na česticama te ugradnjom na minerale glina. Slično kao i za kadmij koncentracije olova nisu prelazile ciljane koncentracije, ukazujući na dobro stanje sedimenta, ali su u sedimentu postaje S2 (nakon

ispusta) također zabilježene dvostruko veće koncentracije u odnosu na postaju S1 (prije ispusta), tablica 46, slika 118.



Slika 118. Koncentracije metala (Cd, Pb, Cu, Zn) u mg/kg u sedimentu mjernih postaja Odvodnog kanala Karašica (S1-S4) i Topoljskog Dunavca (S6, lokacija ušća starog kanala Bučka)

Često ukupna koncentracija metala nije dovoljna za definiranje toksičnosti sedimenta jer različiti sedimenti pokazuju različitu toksičnost ovisno za frakciju su u sedimentu vezani metali. Veliku ulogu u raspodjeli metala u sustavu sediment-voda ima porna voda.

Integralni dio sedimenta čini porna (intresticijalna) voda koja se nalazi u intersticijalnom prostoru između čestica sedimenta. Ona može zauzimati 30 do 70% volumena sedimenta. Porna voda je relativno statična u sedimentu, pa se može analizirati njen fizikalno kemijski sastav koji je rezultat ravnotežnih reakcija sorpcije i raspodjele metala između vode u porama sedimenta i površine čestica čvrste faze. Ova činjenica čini pornu vodu pogodnom za utvrđivanje razine toksičnosti sedimenta. Turbulentnije struje, vjetar, olujne i velike oborine mogu prouzročiti periodičnu

remobilizaciju površinskog sedimenta, pa spojevi otopljeni u pornoj vodi mogu lako dospjeti u površinsku vodu.

Porna voda iz sedimenta dobivena je centrifugiranjem vlažnog sedimenta (17 000g, 10 min, 4°C). U pornoj vodi odmah po ekstrakciji su određeni pH, konduktivitet vode i otopljeni kisik. Rezultati su prikazani u tablici 47.

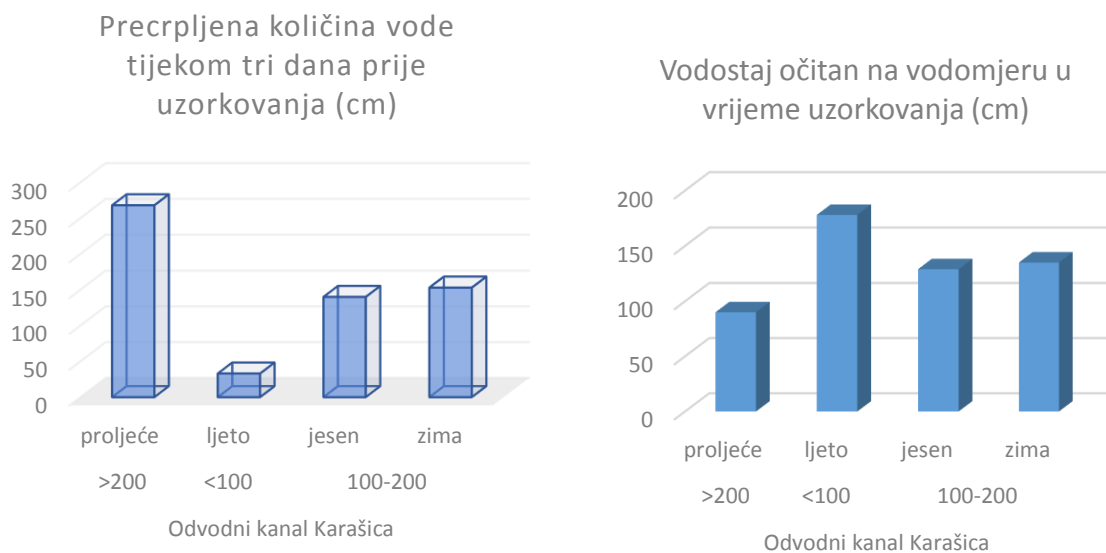
Vrijednost pH porne vode sedimenta je glavna varijabla koja utječe na biodostupnost metala. Aerobna zona nalazi se u sedimentu samo nekoliko milimetara ispod kontaktne površine s vodom, zatim slijede hipoksični uvjeti pa anaerobni.

Tablica 47. Rezultati analize porne vode sedimenta Odvodnog kanala Karašica (S1-S4 i Topoljskog Dunavca (S6)).

	Odvodni kanala Karašica				Topoljski Dunavac
	S1	S2	S3	S4	S6
Električna provodljivost ( $\mu$ S/cm)	1113	1294	1078	1471	961
Salinitet	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3
pH	8,08	8,06	7,99	7,64	8,04
Otopljeni kisik (mgO <sub>2</sub> /l)	4,21	2,83	3,02	3,00	1,57
Zasićenost kisikom, %	49,6	37,0	34,5	35,3	18,6

## Utjecaj fluktuacija vodostaja Odvodnog kanala Karašica u Baranji i sezonalni karakter pojedinih pokazatelja kvalitete vode

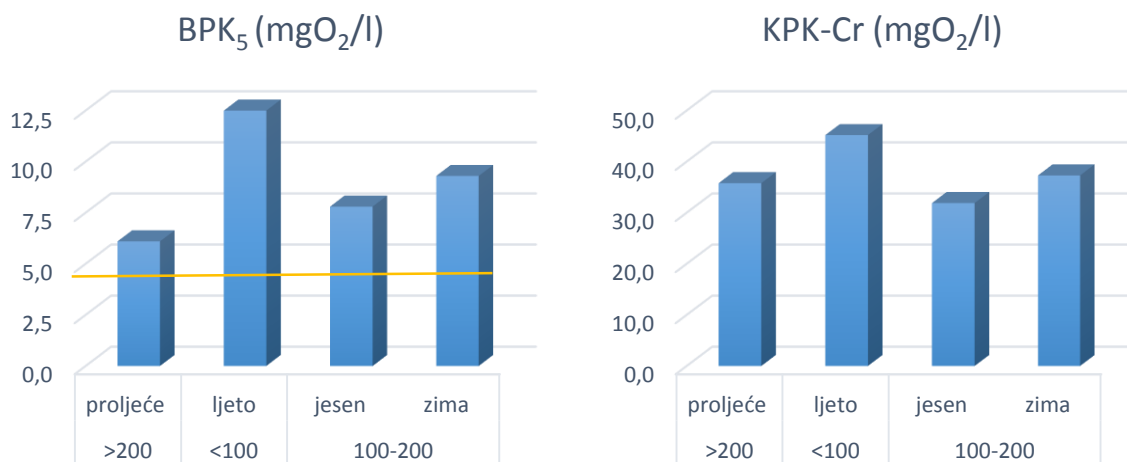
Fizikalno kemijska svojstva vode te ekološko stanje posljedica su prirodnih i antropogenih utjecaja. Najveći utjecaj na klimatske karakteristike istraživanog područja Odvodnog kanala Karašica u Baranji imali su temperatura i padaline. Za provedena istraživanja važni su bili kvantitativni pokazatelji vodnog režima, a to su promjene u vodostaju na lokaciji crpne stanice Draž. Prema količini vode precrpljene tijekom tri dana prije uzorkovanja (Slika 119), vodostaju (cm) očitano na vodomjeru u vrijeme uzorkovanja (Slika 119) te količini oborina na istraživanom području definirane su sezonske fluktuacije vodostaja. Na temelju ovih parametara, u proljeće su definirani datumi uzorkovanja s visokim visoki vodostajem (>200 cm), ljeti s niskim (<100 cm), a u jesen 2015. i zimu 2015/2016. godine datumi uzorkovanja sa srednjim (100-200 cm) vodostajem. Kada bi u obzir bili uzeti samo izmjereni vodostaji na crpnoj stanici Draž na dan uzorkovanja, koji su posljedica različitih intenziteta i trajanja precrpljivanja vode iz Odvodnog kanala Karašica u potok Karašica, visoki bi vodostaj (>200 cm) bio u najsušnijem djelu godine (ljetu), a nizak (<100 cm) u proljeće i jesen.



Slika 119. Definiranje visokog (>200 cm), srednjeg (100-200 cm) i niskog (<100 cm) vodostaja prema količini precrpljene vode tijekom tri dana prije uzorkovanja i vodostaju očitanoj na vodomjeru u vrijeme uzorkovanja.

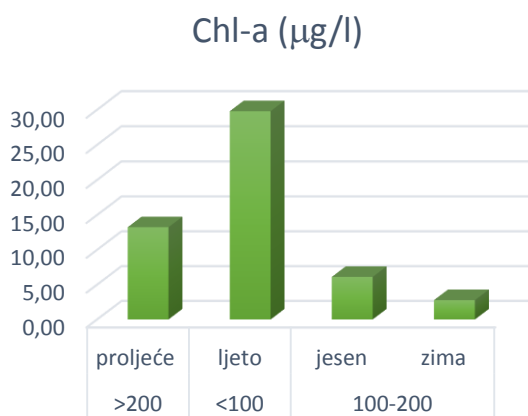
Na području Baranje minimum oborine je zabilježen je u ljetnom i zimskom razdoblju, a maksimum u jesen i proljeće. Količina oborine direktno utječe na volumen vode u Odvodnom kanalu Karašica u Baranji pa veći volumen vode dovodi do razrijeđenja, a manji do koncentriranja prisutnih hranjivih tvari, kao i specifičnih onečišćujućih tvari. S druge strane, oborinama se ispiru hranjive i onečišćujuće tvari s poljoprivrednih površina, posebno pesticidi u jesen. Tijekom svih sezona prisutno je i pritjecanje otpadnih voda u kanal, koje su glavni izvor organskih, hranjivih, ali dijelom i specifičnih onečišćujućih tvari.

Prema srednjim vrijednostima biološke potrošnje kisika (BPK<sub>5</sub>), pokazatelja biološki razgradive organske tvari, na mjernim su postajama Odvodnog kanala Karašica najmanje vrijednosti BPK<sub>5</sub> bile u proljeće, kada je na crpnoj stanici precrpljena najveća količina vode u potok Karašicu (>200 cm). S druge strane, uslijed niskih vodostaja u srpnju i kolovozu kada je na precrpljeno najmanje vode iz Odvodnog kanala, vrijednosti BPK<sub>5</sub> (mgO<sub>2</sub>/l) su najviše prelazile granične vrijednosti za postizanje dobrog stanja vode (Slika 120). Zbog visokih ljetnih temperatura vode došlo je do pojačane mikrobiološke razgradnje prisutne organske tvari i anoksije na postajama S3 i S4, a posebice na S4 gdje se voda tijekom ljeta prikuplja. Kao produkt raspadanja organske tvari, koncentracije amonij-N bile su ljeti dvostruko veće nego u proljeće (Slika 122). Visoke vrijednosti KPK-Cr (mgO<sub>2</sub>/l) na istraživanim lokalitetima tijekom svih sezona ukazuju na prisutnost organske tvari koja se ne može mikrobiološki razgraditi (Slika 120).



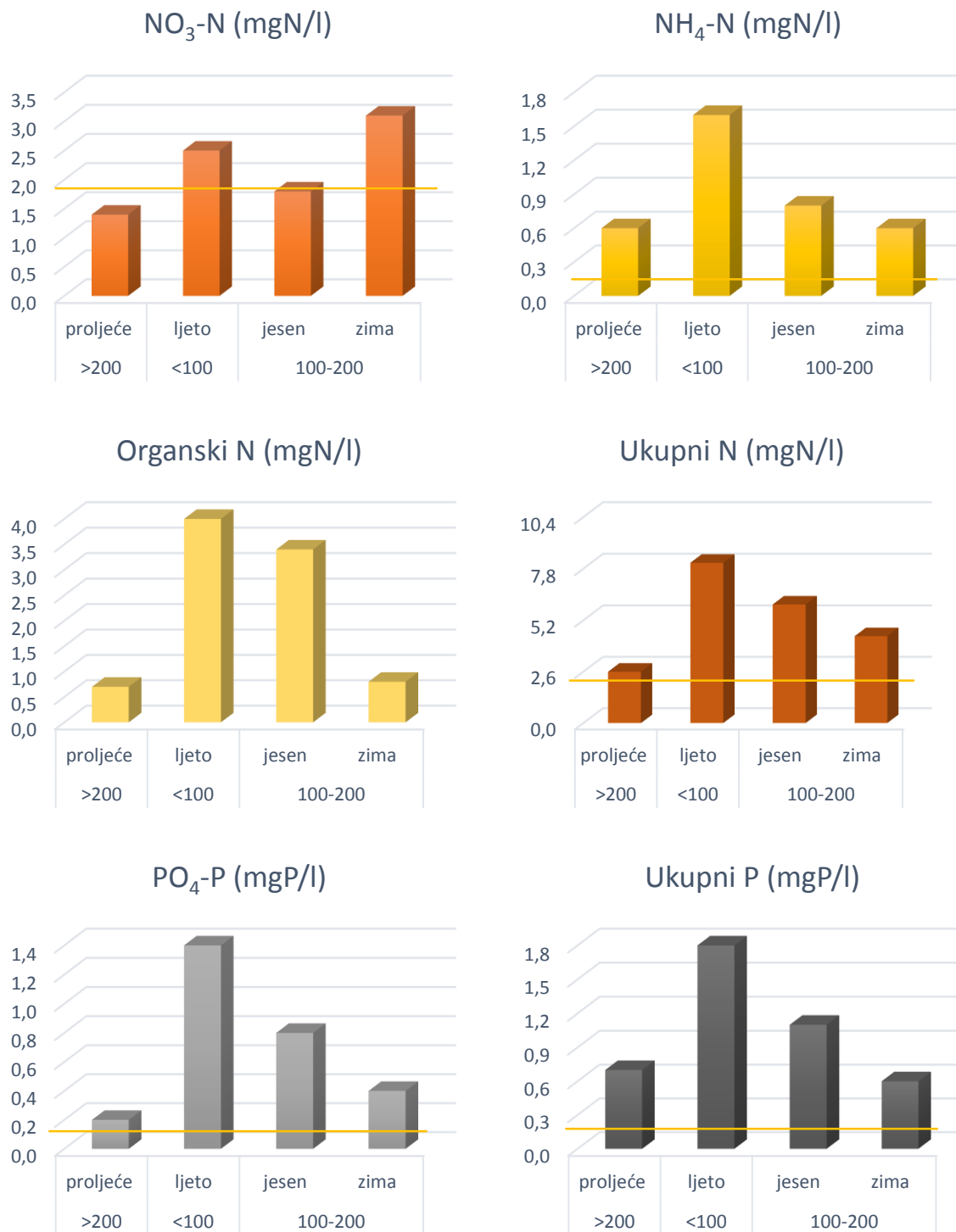
Slika 120. Srednje vrijednosti biološke potrošnje kisika (BPK<sub>5</sub>) i kemijske potrošnje kisika (KPK-Cr) pri visokim (>200 cm) vodama u proljeće, srednjim (100-200 cm) vodoama u jesen 2015. godine i zimu 2015/2016. godine te niskim (<100 cm) vodama u ljetu 2015. godine Odvodnog kanala Karašica u Baranji.

Visoke koncentracije klorofila-a (Slika 121) u periodu smanjenog protoka vode ljeti povezane su primarno s visokim koncentracijama fosfora u vodi (Slika 122). Visoke koncentracije nitrata i ukupnog fosfora ukazuju na veliki potencijal eutrofikacije Odvodnog kanala Karašica zbog pritjecanja otpadnih voda, a tek onda voda koje se slijevaju s okolnog poljoprivrednog zemljišta.

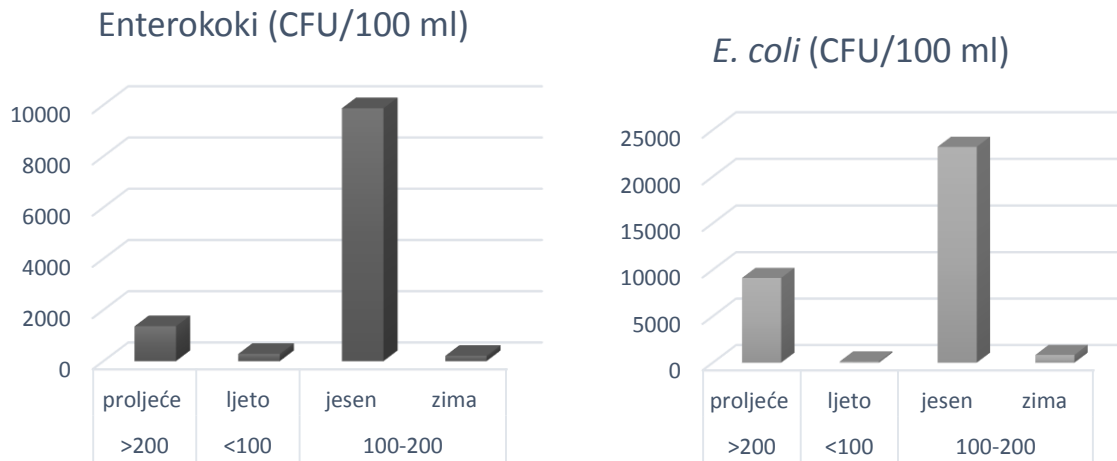


Slika 121. Srednje vrijednosti koncentracije klorofila-a fitoplanktona (µg/l) ) pri visokim (>200 cm) vodama u proljeće, srednjim (100-200 cm) vodoama u jesen 2015. godine i zimu 2015/2016. godine te niskim (<100 cm) vodama u ljetu 2015. godine Odvodnog kanala Karašica u Baranji.

Količine ukupnog kao i organskog dušika bile su najveće pri niskom vodostaju ljeti, ali i pri srednjem u jesen. Količine ortofosfata i ukupnog fosfora pratile su trend dušika, čime se potvrđuje prisutnost velikih količina organske tvari, primarno alohtonog porijekla, koja podliježe procesima razgradnje. Tijekom zimskih mjeseci zabilježene su najveće vrijednosti nitrata (Slika 122), budući da nema razvoja fitoplanktona (najmanja srednja vrijednost klorofila-a fitoplanktona) niti vodene makrofitske vegetacije koji bi asimilirali nitrata. Intenzivan razvoj fitoplanktona, ali i razrijeđenje vode u proljeće i jesen doveli su do smanjenja nitrata u vodi Odvodnog kanala Karašica.



Slika 122. Srednje vrijednosti koncentracije hranjivih tvari (amonij-N, nitrata, ukupnog i organskog dušika, ortofosfata i ukupnog fosfora ) pri visokim (>200 cm) vodama u proljeće, srednjim (100-200 cm) vodoama u jesen 2015. godine i zimu 2015/2016. godine te niskim (<100 cm) vodama u ljeto 2015. godine Odvodnog kanala Karašica u Baranji.



Slika 123. Srednja vrijednost broja kolonija enterokoka (n/100 ml) i *E. coli* (n/100 ml) pri visokim (>200 cm) vodama u proljeće, srednjim (100-200 cm) vodoama u jesen 2015. godine i zimu 2015/2016. godine te niskim (<100 cm) vodama u ljeto 2015. godine Odvodnog kanala Karašica.

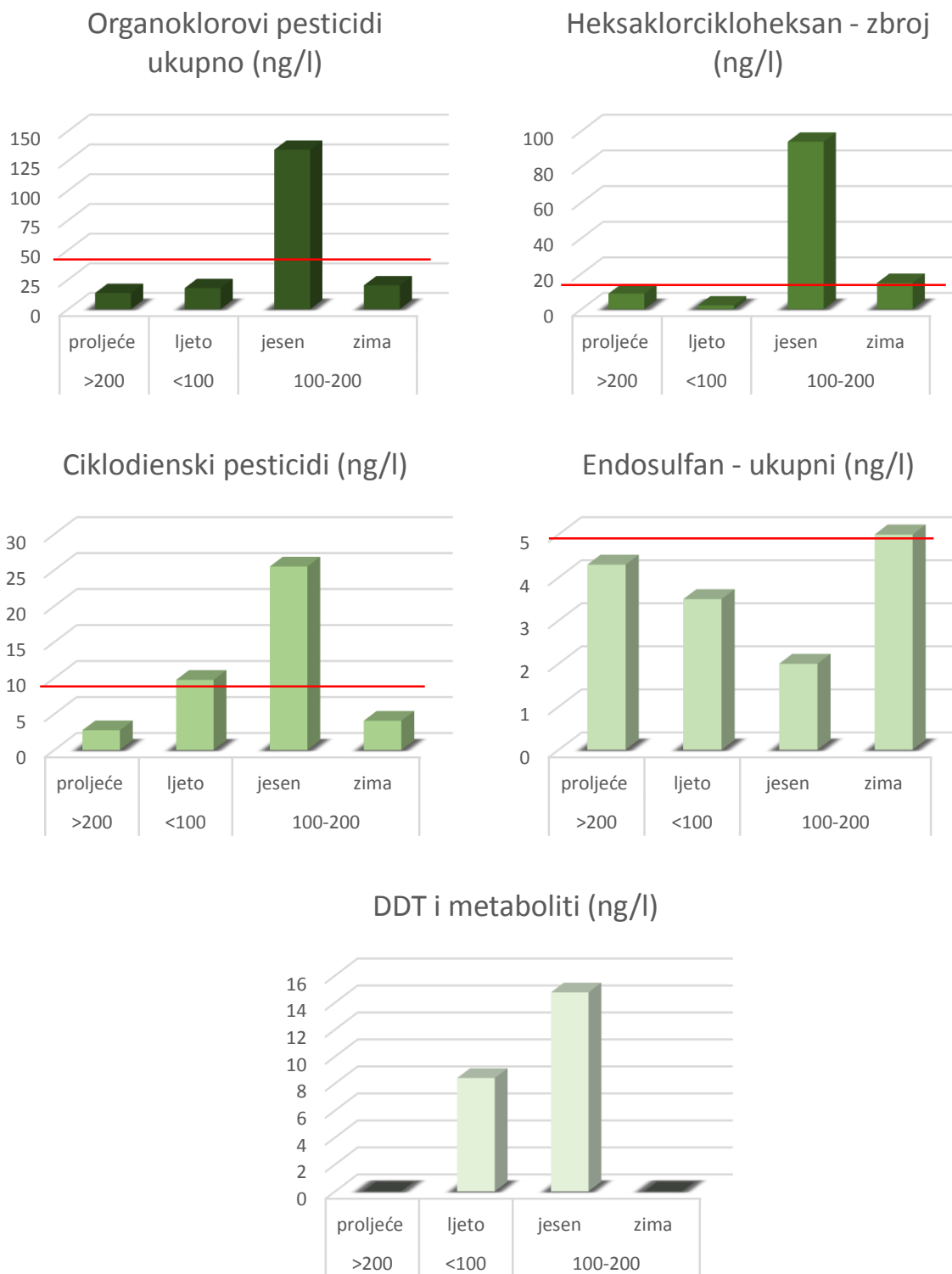
Problemi narušene kvalitete vode vezani su uz fizikalne i kemijske čimbenike, ali i uz narušavanje mikrobiološke kvalitete vode. Uvođenjem drugog stupnja pročišćavanja otpadnih voda u Belom Manastiru poboljšana je sanitarna kvaliteta vode kanala. Ipak su kod povećanih oborina u proljeće utvrđene visoke vrijednosti fekalnih streptokoka, odnosno crijevnih enterokoka koje ukazuju na starije fekalno onečišćenje (Slika 123). S druge strane, bakterija *Escherichia coli* pokazatelj je svježeg zagađenja fekalijam (Slika 123), koje je epidemiološki vrlo opasno. Visoke vrijednosti enterokoka i *E. coli* utvrđene su na postaji S2 koja se nalazi 1000 m nizvodno od ispusta komunalnih otpadnih voda grada Belog Manastira. Međutim, ne može se zanemariti i relativno velika količina oborina koja je pala u svibnju, tjedan dana prije uzorkovanja i mogla je također utjecati na povećanje brojnosti fekalnih koliforma.

Povišene koncentracije organoklorovih pesticida izmjerene su u Odvodnom kanalu Karašica u Baranji u jesen pri srednjim vodama (Slika 124), a posljedica su ispiranja pesticida s poljoprivrednih površina nakon jesenskih oborina. Organoklorovi pesticidi ciklodienske strukture (aldrin, dieldrin, endrin, izodrin, heptaklor) izmjereni su u 96% uzoraka istraživane vode, a bili su povišeni u jesen, ali i ljeti pri niskim vodostajima. Ukupni heksaklorcikloheksani (lindan i izomeri  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\delta$ ) bili su izmjereni u 88% uzoraka vode, a također su ispirani s okolnog zemljišta. Utvrđene koncentracije predstavljaju opasno stanje okoliša koje su bile tri do šest puta veće.

Koncentracija endosulfana, halogeniranog insekticida ili fungicida koji se koristi na našem tržištu bila je najveća u zimu, a u ostalom razdoblju Karašica vrijednosti su bile ispod granice detekcije (Slika 124).

DDT i njegovi metaboliti te ukupni endosulfan izmjereni su u 38% uzoraka. Iako je upotreba kontaktnog insekticida DDT-a prestala, u vodi i tlu njegovi metaboliti DDD i DDE se sporo razgrađuju, dok izomer HCH ima bržu razgradnju. Ako se DDT nalazi u tlu potrebno je 25-40 godina da se izgubi 90% primijenjene količine. Vrijednost DDT-a su također povišene u jesen (Slika 124). Tragovi ovih onečišćenja mogu biti posljedica lokalnih izvora, ali i globalnog onečišćenja okoliša.

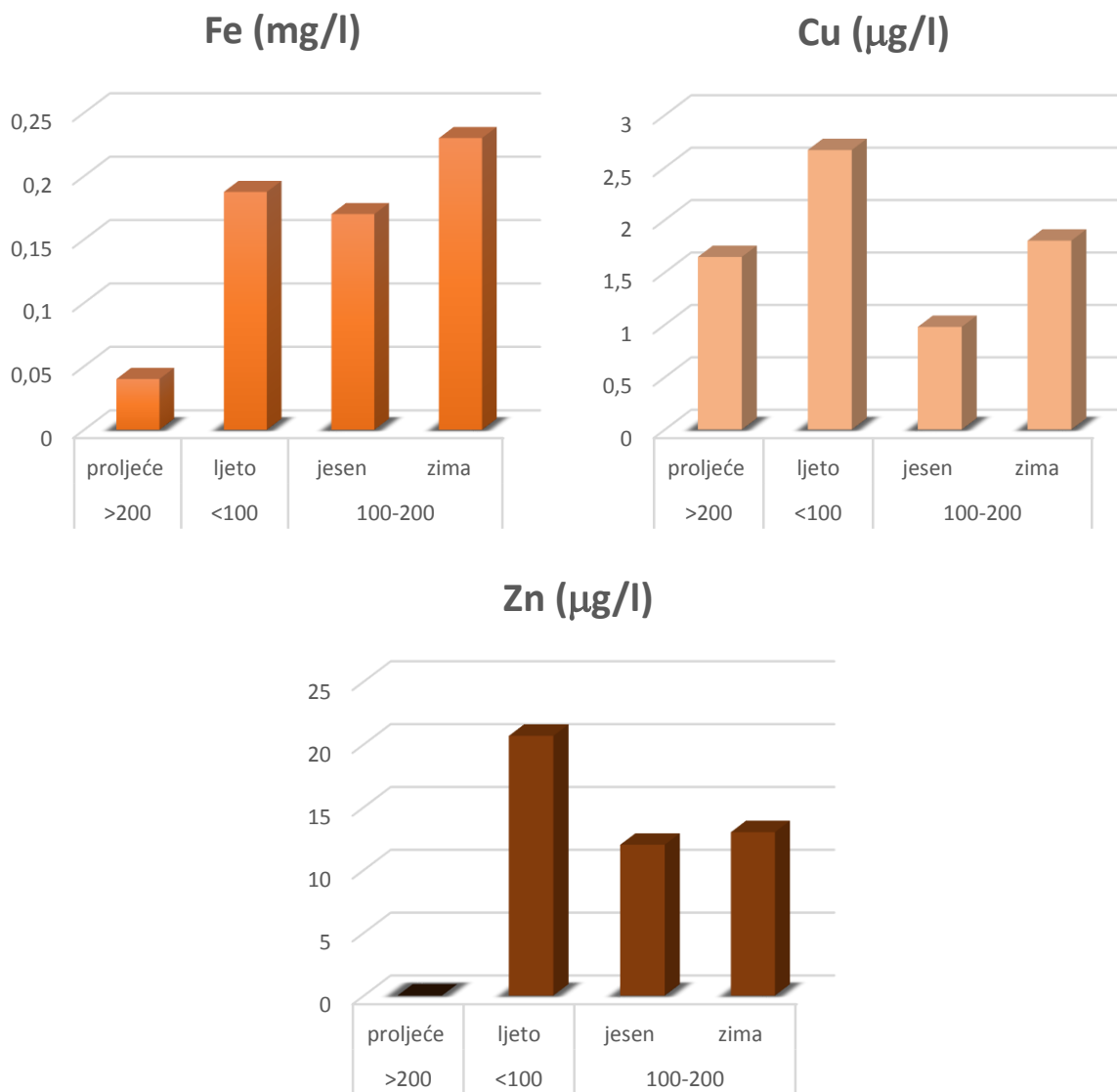




Slika 124- Srednje vrijednosti specifičnih onečišćujućih tvari pri visokim (>200 cm) vodama u proljeće, srednjim (100-200 cm) vodoama u jesen 2015. godine i zimu 2015/2016. godine te niskim (<100 cm) vodama u ljeto 2015. godine Odvodnog kanala Karašica.

Za razliku od većeg broja organskih zagađivala koji nisu inicijalno prisutni u vodenim ekosustavima (poput organoklorovih pesticida), metali kruže kroz biogeohemijske procese. Podrijetlo metala

može biti antropogeno i prirodno (geokemijsko). Metali predstavljaju opasnost za sediment, akvatične ekosustave, ali i za ljude zbog izražene sposobnosti adsorbiranja za sediment, perzistentnosti, toksičnosti i sposobnosti bioakumulacije.



Slika 125. Srednje vrijednosti željeza (Fe), bakra (Cu) i cinka (Zn) pri visokom (>200 cm) pri visokim (>200 cm) vodama u proljeće, srednjim (100-200 cm) vodama u jesen 2015. godine i zimu 2015/2016. godine te niskim (<100 cm) vodama u ljetno 2015. godine Odvodnog kanala Karašica.

Vrijednosti koncentracije željeza u vodi bile su višestruko manje u proljeće, nego u ostalim sezonama (Slika 125). Raspon koncentracija Cu u Odvodnom kanalu Karašica bio je od 75 do 375 ng/l, a mjerna postaja s najvećom prosječnom koncentracijom bila je postaja S4 (most na cesti Gajić-Draž). Bakar se nalazi u različitim agrokemikalijama, životinjskoj hrani, kompostu, otpadnom mulju, itd. Povišene vrijednosti bakra, ali i cinka u ljetno pri niskim vodama (Slika 125) posljedica su akumuliranja, odnosno prestanka precrpljivanja vode iz Odvodnog kanala Karašica.

# Ekofiziološka istraživanja

S uzorcima porne vode napravljen je biljni test toksičnosti. Kao testni organizam korištena je vodena biljka iz porodice vodenih leća Lemnaceae. Osim pogodnosti za biotestove, porodica Lemnaceae je zbog visoke produktivnosti i visokog sadržaja proteina privukla pažnju i kao izvor hrane. Mnoge vrste iz te porodice imaju sposobnost akumulacije nekih tvari (npr. teških metala) u količinama koje prelaze njihove fiziološke potrebe pa se rabe i za pročišćavanje otpadnih voda.

## Lemna test

---

Lemna test se već niz godina rabi u biljnoj fiziologiji i fitokemiji za određivanje biološke aktivnosti različitih tvari te u toksikologiji za procjenu toksičnosti pojedinih kemikalija (Hillman 1961, Landolt 1986).

Da bi se rezultati dobiveni u različitim laboratorijima mogli uspoređivati test se izvodi u precizno definiranim uvjetima temperature, svjetlosti, hranjive podloge i trajanja eksperimenta. Neki od standardiziranih Lemna-testova su: ISO (International Organisation for Standardisation) i OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development)

Princip Lemna testa je da se biljkama omogući rast u monokulturi na različitim koncentracijama testirane tvari. Cilj testiranja je kvantificirati efekte testirane tvari na vegetativni rast tijekom eksperimentalnog izlaganja na temelju broja biljaka i biomase (suha i svježa masa, ukupno područje koje pokrivaju frondovi).

Da bi kvantificirali efekt testne tvari, rast u otopini testne tvari uspoređivan je se rastom biljaka u kontroli (bez dodatka tvari koja se testira) što rezultira specifičnim postotkom inhibicije rasta  $IC_x$  (npr.  $IC_{50}$ ). (OECD Guideline). Lemna test je trajao sedam dana. Tijekom trajanja eksperimenta osiguran je eksponencijalan rast biljaka na kontrolnoj podlozi (dovoljna količina hranjivih tvari i dovoljan volumen hranjive podloge).

Za utvrđivanje vremena udvostručenja biljaka u kontroli korištena je sljedeća formula:

$$T_d = \frac{\ln 2}{r}$$

Gdje je  $T_d$  – vrijeme udvostručenja, a  $r$  prirast broja biljaka u kontroli. Izračun prirasta mjerenih parametara po završetku izlaganja biljaka testnoj tvari:

$$r = \frac{\ln x_{t_1} - \ln x_{t_0}}{t_1 - t_0}$$

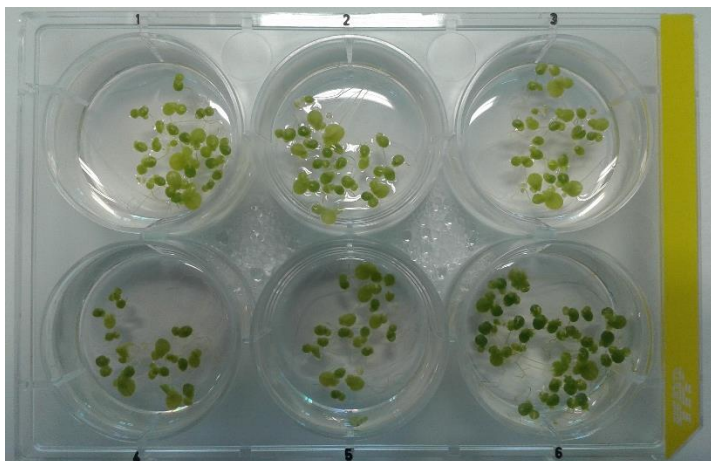
Gdje je  $r$  specifični prirast po danu,  $x$  mjereni pokazatelj,  $t_0$  početak testa (dani),  $t_1$  dan očitavanja, odnosno završetak testa. Postotak inhibicije rasta izračunat je prema formuli:

$$\%I_r = \frac{r_c - r_t}{r_c} \times 100$$

Gdje je  $\%I_r$  postotak inhibicije specifičnog prirasta,  $r_c$  vrijednost prirasta u kontroli,  $r_t$  vrijednosti prirasta u tretmanu.

## Rezultati Lemna testa

Prema rezultatima Lemna testa razlika u prirastu biljaka ukazuje na pristunost zagađivala. Tipične reakcije vodene leće (*Lemna minor*) koje ukazuju na toksičnost bile su : smanjenje broja frondova u odnosu na kontrolu (nizak prirast), kloroza (gubitak klorofila, inhibicija fotosinteze), nekroza, smanjenje kolonija i razdvajanje kolonija, manje biljke kćeri, izbočeni oblik frondova (Slika 126).

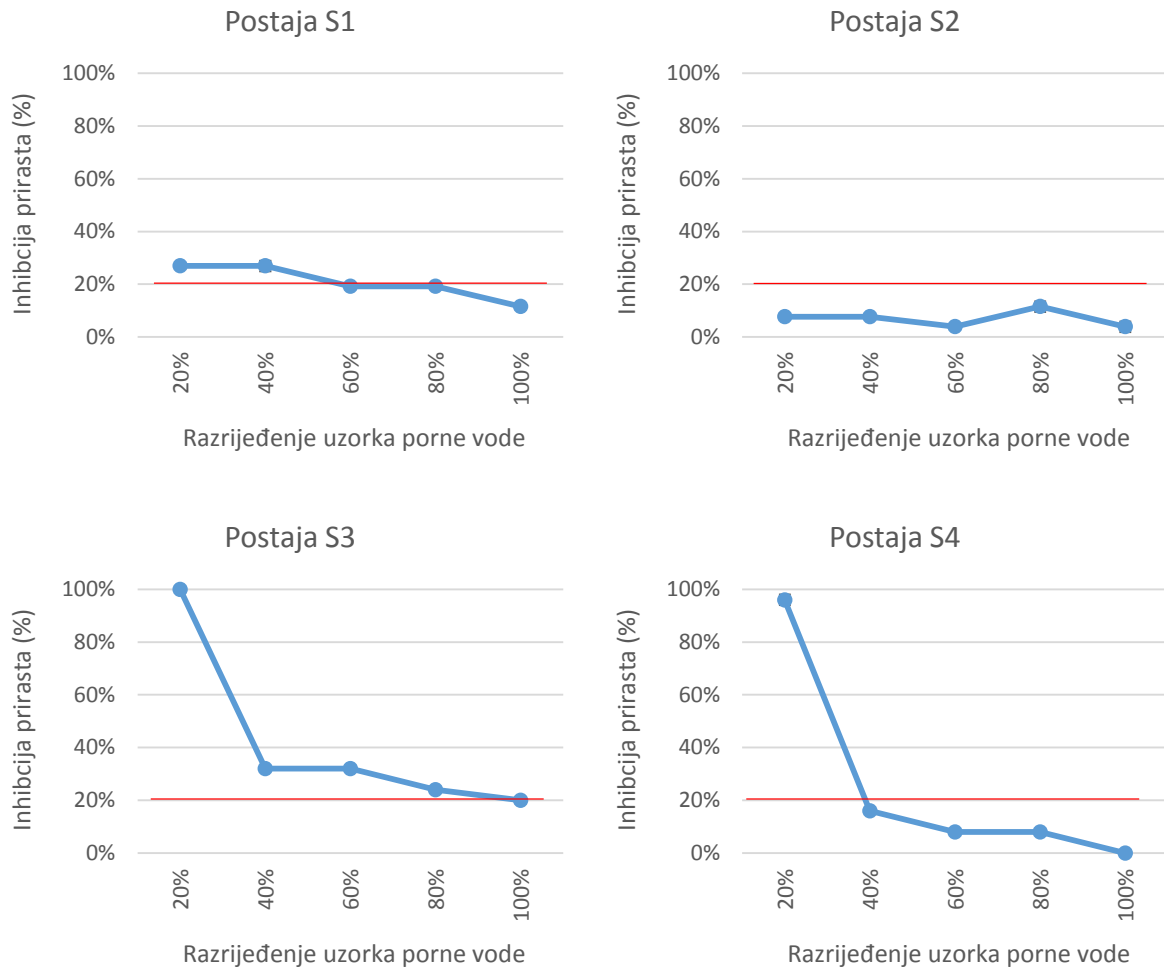


Slika 126. Komorica s uzorcima porne vode u koje je nasađena vodena leća (*L. minor*), u jažici 1 je 100% uzorak, u jažici 2 nalazi se 80% uzorak, u jažici 3 – 60% uzorak, u jažici 4 – 40% uzorak, u jažici 5 – 20% uzorak i u jažici 6 – Steinberg medij (kontrola).

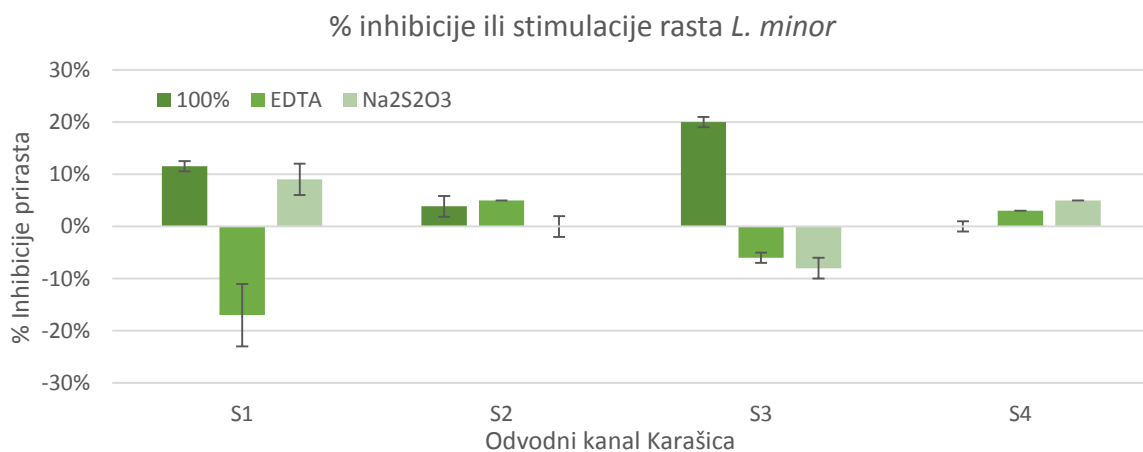
Rezultati Lemna testa predstavljaju biološki odgovor na uvjete prisutne u ispitivanim uzorcima vode (porne vode) izražen kao inhibicija prirasta broja biljaka (Slika 127). Granicu toksičnosti prema OECD-u predstavlja 20% inhibicija rasta u odnosu na kontrolni sustav (Steinberg medij). Rezultati su pokazali da originalni uzorci (100%) porne vode sa postaja S1, S2 i S4 Odvodnog kanala Karašica nemaju toksično djelovanje. Na postaji S3 % inhibicije prirasta *L. minor* u originalnom nerazrijeđenom uzorku vode bio je na granici limita toksičnosti.

Razrijeđenjem uzoraka dolazi do povećanja inhibicije rasta, vrlo vjerojatno zbog smanjenja hranjivih tvari u samim uzorcima. Međutim, u uzorcima porne vode postaje S3 i S4 dolazi do značajne, gotovo 100% inhibicije rasta u najmanjoj koncentraciji porne vode, pri čemu su biljke zadržavale klorofil (kloroza nije značajna). Naime, 100% inhibicija rasta zabilježena je i u negativnoj kontroli gdje su biljke stavljene u deioniziranu vodu pri čemu je inhibirana reprodukcija biljaka i došlo je do značajne kloroze biljaka. Toksična komponenta u uzorcima vode može inhibirati reprodukciju biljaka dok sadržaj hranjivih tvari može stimulirati. Stimulirajući efekt može biti dominantan, maskirajući zapravo toksičnost vode.

Primjerice, dodatak EDTA u testu umanjio je efekt inhibicije rasta u uzorcima porne vode sa postaja S1 i S3 i to za 29 odnosno 26% ukazujući na potencijalno prisutne toksične metale. U uzorcima porne vode izolirane iz sedimenta sa postaja S2 i S4 nije došlo do smanjenja toksičnosti što znači da se prisutni metali u vodi nalaze u tako malim koncentracijama da ne predstavljaju potencijalnu toksičnost. Dodatak tiosulfata, kao reducirajućeg spoja u uzorke porne vode uzrokovao je umanjeње toksičnosti (za 28%) samo na postaji S3 (Slika 128) ukazujući na prisutnost toksičnih oksidansa poput klora, koji uzima elektrone tiosulfatu radi formiranja manje toksičnog natrij klorida i natrij tetracionata. Već je spomenuto da je jedino uzorak sa postaje S3 imao toksični efekt (>20% inhibicija rasta) za rast vodenih leća.



Slika 127. Inhibicija prirasta (%) vodene leće (*L. minor*) u uzorcima porne vode izolirane iz sedimenta sa mjernih postaja Odvodnog kanala Karašica (S1-S4) i razrijeđene deioniziranom vodom.



Slika 128. Postotak (%) inhibicije ili stimulacije rasta vodene leće (*L. minor*) u uzorcima porne vode sedimenta (100% uzorak vode, uzorak vode tretiran s EDTA, i uzorak vode tretiran s Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

## Potencijal rasta alga - Chlorella test

---

Za procjenu potencijala rasta alga (AGP) korištena je laboratorijski uzgajana kultura alge *Chlorella kessleri* Fott et Novák. soj LARG/1 (po novijoj taksonomiji naziv joj je *Parachlorella kessleri* (Krienitz i sur., 2004)) i metoda minijaturiziranog biotesta obogaćivanja hranidbenim elementima prema Lukavský (1992) i Horvatić i sur. (2006). Eksperimentalna istraživanja odrađena su u laboratoriju za ekofiziologiju biljaka na Odjelu za biologiju, Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku.

Intenzitet primarne produkcije u kopnenim vodama indirektno pokazuje stupanj trofije. Klasifikacija stupnja trofije nekog vodenog sustava široko je rasprostranjena i prihvaćena (Vollenweider i Kerekes, 1982; Dodds i sur., 1998; Wetzel 2001), a granice koje definiraju trofičke kategorije su vrlo slične, ali ne i univerzalne (Vollenweider i Kerekes, 1982.). S obzirom da nisu svi nutrijenti u vodi prisutni u obliku koji alge mogu iskoristiti, biotest omogućava procjenu njihove iskoristivosti odnosno hranidbenog potencijala testirane vode. Upotrebom biotesta moguća je i bolja procjena trofičkog stanja vodenog ekosustava (Sladeček, 1979; Marvan i sur. 1981; Žakova, 1986), nego što to omogućava trofički status temeljen samo na fizičko-kemijskim svojstvima vode.

### Izvođenje eksperimenta

Tijekom kultivacije alge se izlažu kontinuiranoj fluorescentnoj svjetlosti intenziteta  $100 \mu\text{mol fotona m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  PAR (400-700 nm), temperaturi od  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  i atmosferi obogaćenoj s  $\text{CO}_2$  koncentracije ca. 2% (v/v). Zbog prethodnog unosa i moguće pohrane hranjivih soli kultura alga je „izgladnjena“ prije samog eksperimenta. Stanice alga isprane su sa tekućeg hranjivog medija pomoću sterilne destilirane, a zatim je kultura alga uzgajana tri dana u sterilnoj destiliranoj vodi. Gustoća stanica u početnoj kulturi određena je brojanjem stanica u Bürker-Türk komorici (Karl Hecht KG, Sondheim, Njemačka) pod svjetlosnim mikroskopom (Axiovert 25, Carl Zeiss, Inc., Göttingen, Njemačka). Inokulum otopina alga koja se koristi u eksperimentu razrijeđen je sterilnom destiliranom vodom do početne koncentracije stanica od  $10^5$  stanica alga/ml.

Uzorci vode koji su korišteni u biotestu filtrirani su i pohranjeni na  $-20^\circ\text{C}$  do izvođenja eksperimenta. Eksperiment je rađen na mikropločicama od polistirena sa 96 jažica (TPP, Švicarska) veličine  $9 \times 13$  cm, ravnim dnom i volumenom jažice od  $300 \mu\text{l}$ . Svaki uzorak repliciran je u stupcu šest puta. Biotest se sastojao od uzoraka vode s terena ( $240 \mu\text{l}$ ) u koje se osim alga ( $25 \mu\text{l}$ ) dodaju i nutrijenti: dušik ( $25 \mu\text{l}$ ) kao  $\text{KNO}_3$  i fosfor ( $25 \mu\text{l}$ ) kao  $\text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{KH}_2\text{PO}_4$  i njihove kombinacije, te kontrolni uzorak koji se sastoji od uzorka ispitivane vode sa terena ( $250 \mu\text{l}$ ), inokulum otopine alga ( $25 \mu\text{l}$ ) i destilirane vode ( $25 \mu\text{l}$ ). Periferne jažice napunjene su destiliranom vodom radi smanjenja efekta isparavanja. Nepokrivene pločice su zatim izložene UV sterilizaciji tri sata. Nakon sterilizacije mikropločice su punjene pripremljenom inokulum otopinom alga, zatvorene poklopcima i smještene na inkubaciju u staklenu komoru, te izložene svjetlosti intenziteta  $80 \mu\text{mol fotona m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  PAR (400-700 nm), temperaturi  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  i koncentraciji  $\text{CO}_2$  ca. 2% (v/v).

Rast kulture algi *C. kessleri* praćen je mjerenjem optičke gustoće na 750 nm svaki dan, tijekom 10 dana (do stacionarne faze rasta) pomoću autotamtiziranog čitača (Multiskan MS, Labsystem, Finska) koji je spojen s osobnim računalom pomoću GENESIS II programa (Windows™ Based Microplate Software). Konverzija optičke gustoće na 750 nm u suhu tvar (mg/l) *C. kessleri* izvedena je pomoću formule (Lukavský, 1992):

$$\text{Suha tvar, mg/l} = 3.31 + 179.45 \times A_{750} + 617.45 \times A_{750}^2$$

Rezultati su prikazani kao krivulje rasta (biomasa kao suha tvar u mg/l vs. vrijeme trajanja eksperimenta), a ukupna biomasa *C. kessleri* tijekom eksperimenta predstavlja integral površine ispod krivulje rasta i horizontalne linije ( $B=B_0$ ) (ISO 8692, 1989).

Ukupna biomasa alge *C. kessleri* izražena kao suha tvar, mg/l (B) sa biomasom alga ( $B_0$ ) na početku eksperimenta ( $t_0$ ); biomasom alga ( $B_1$ ) kod prvog mjerenja ( $t_1$ ) i biomasom ( $B_n$ ) kod n-tog mjerenja ( $t_n$ ). Ukupna biomasa *C. kessleri* koristi se za procjenu trofičkih uvjeta prema klasifikaciji za vode Srednje Europe (Žakova 1986).

Indeks nedostatka N ili P za rast *C. kessleri* izračunat je iz slijedećih odnosa: N ili P nedostatak =  $(B_{NP} - B_{P \text{ ili } N}) \times B_C^{-1}$ . Gdje  $B_{NP}$  je biomasa u N + P tretmana,  $B_{P \text{ ili } N}$  biomasa P ili N tretmana, a  $B_C$  je biomasa u kontrolnim tretmanima. S obzirom da su koncentracije P u vodi dosta visoke, ovaj indeks odražava nedostatak N bez utjecaja nedostatka P, a pretpostavlja se da je čak i sekundarno ograničenje N može utjecati na biomasu (Dodds i sur., 2004.).

## Rezultati

### Potencijal rasta alga kulture *C. kessleri*

Potencijal rasta alga u uzorcima vode s istraživanih postaja praćen je do stacionarne faze rasta alga kulture *C. kessleri*, odnosno tijekom 10 dana trajanja eksperimenta. Jednosmjerna analiza varijance i Tukey HSD test izvršeni su s ciljem da se ispita statistička značajnost razlika između istraživanih postaja u odnosu na rezultate potencijala rasta alga, odnosno ukupnu biomasu *C. kessleri*.

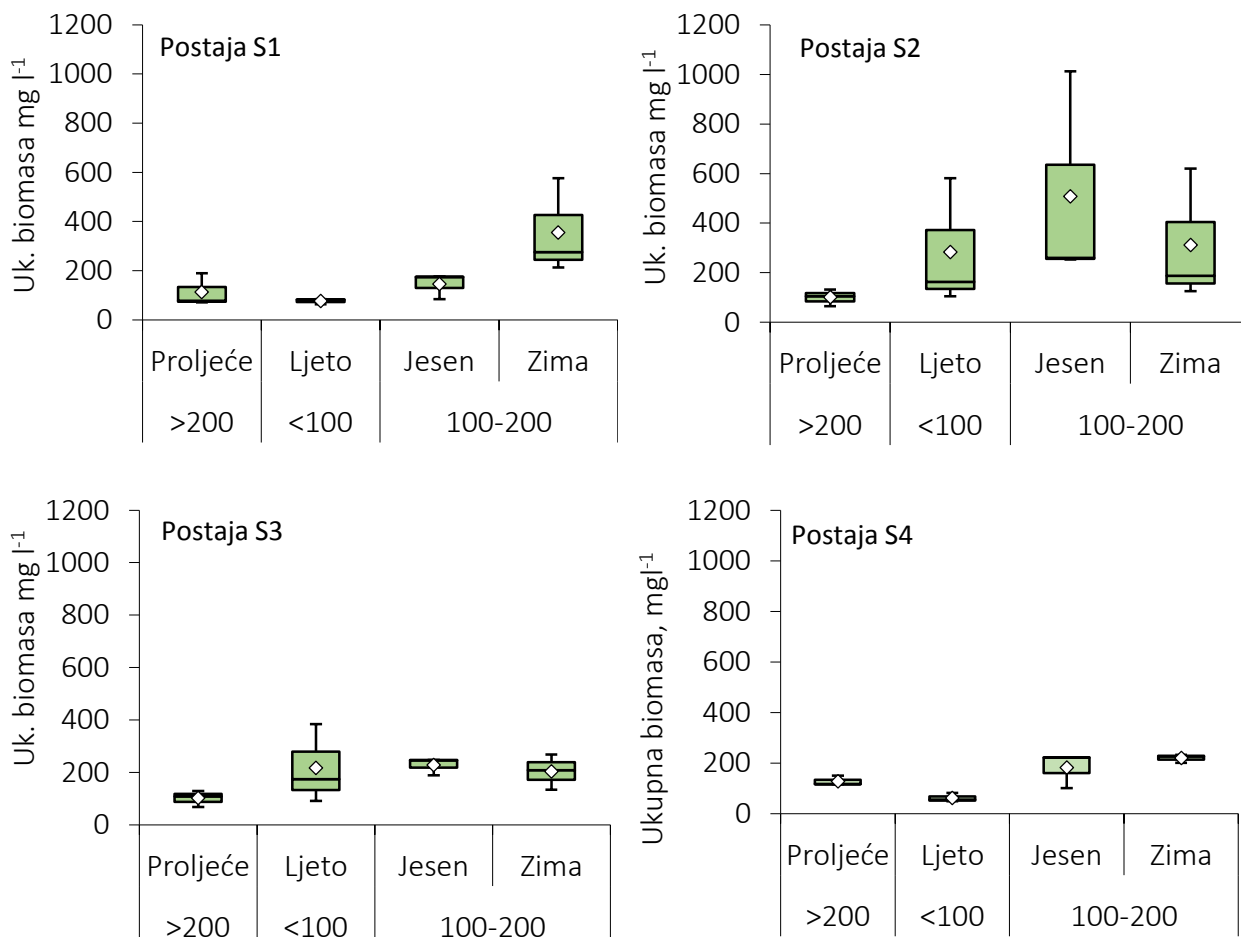
Ispuštanjem pročišćenih i nepročišćenih otpadnih voda (efluenata) bogatih hranjivim tvarima u površinske vode dolazi do ubrzanog ulaska otopljenih hranjivih tvari koje uzrokuju povećanje primarne produkcije te na taj način može doći, u relativnom kratkom razdoblju, do povećanja eutrofikacije.

Mjerenje potencijala rast algi je izravan način određivanja trofičkog stupnja vode.

Prosječna vrijednost ukupne biomase *C. kessleri* u uzorcima vode s postaje S1 iznosila je u rasponu od 76,50 (ljetno) do 355,08 mg/l (zima), ukazujući na oligomezotrofne do eutrofne uvjete. Na postaji S2 utvrđene su najmanje vrijednosti u proljetnom razdoblju (100,59 mg/l), najveće u jesen (508,17 mg/l) što odgovara rasponu od oligomezotrofnih do hipertrofnih uvjeta. Na postaji S3 nije utvrđen sezonalni karakter trofičkog potencijala (raspon prosječnih vrijednosti ukupne biomase *C. kessleri* bio je od 100,5 do 227,4 mg/l) ukazujući na mezotrofne uvjete. Na postaji S4 najmanji trofički potencijal utvrđen je, kao i na postaji S1, u ljetnom razdoblju (prosječna vrijednost 61,75 mg/l), a najveći u zimu (219,67 mg/l) što su odlike oligo-mezotrofnih uvjeta.

Tijekom ljeta na postaji S1 zabilježena je 100%-tna pokrovnost makrofita s dominantnim vrstama zajednice vodenih leća (*Lemna minor*, *L. gibba* i *Spirodela polyrhiza*). Prema vrijednostima hranjivih tvari (amonij, nitrati i ukupni dušik) na toj je postaji postignuto vrlo dobro i dobro stanje kakvoće vode, što se slaže s rezultatima biotesta. Eksperimentalnim obogaćivanjem hranjivim tvarima utvrđeno je da je najveći potencijalni nedostatak dušika moguć u ljetno (kada je na toj postaji maksimalno razvijena makrofitska vegetacija). Međutim, nedostatak fosfora nije uopće utvrđen, ukazujući na suvišak fosfora prisutan u vodi na postaji S1 (Slika 122).

Također, rezultati biotesta su pokazali da otpadne komunalne vode mogu stimulirati rast algi u recipijentima do vrlo visokih vrijednosti (1011,77 mg/l utvrđena je biomasa *C. kessleri* u uzorku sa postaje S2, rujan 2015.) odnosno hipertrofnih uvjeta.



Slika 129. Potencijal rasta alga izražen kao ukupna biomasa *C. kessleri* u uzorcima vode istraživanih postaja Odvodnog kanala Karašica (S1-S4) tijekom visokih voda (>200, proljeće 2015. godine), niskih voda (<100 cm, ljeto 2015.) i srednjih voda (100-200 cm, jesen-zima 2015./2016.).

Vrlo niske vrijednosti biomase *C. kessleri* odnosno trofičkog potencijala u ljeto na postaji S4 vjerojatno su odraz drugih ekoloških uvjeta koji su vladali na toj postaji (niske koncentracije nitrata, te razvoja fitoplanktona). Naime, koncentracija klorofila-*a* ukazuje na ukupnu biomasu alga u *in situ* uvjetima. S druge strane ukupna biomasa *C. kessleri* u minijaturiziranom biotestu uvjetovana je koncentracijama nutrijenata prisutnih u uzorcima vode (Horvatić i sur., 2006).

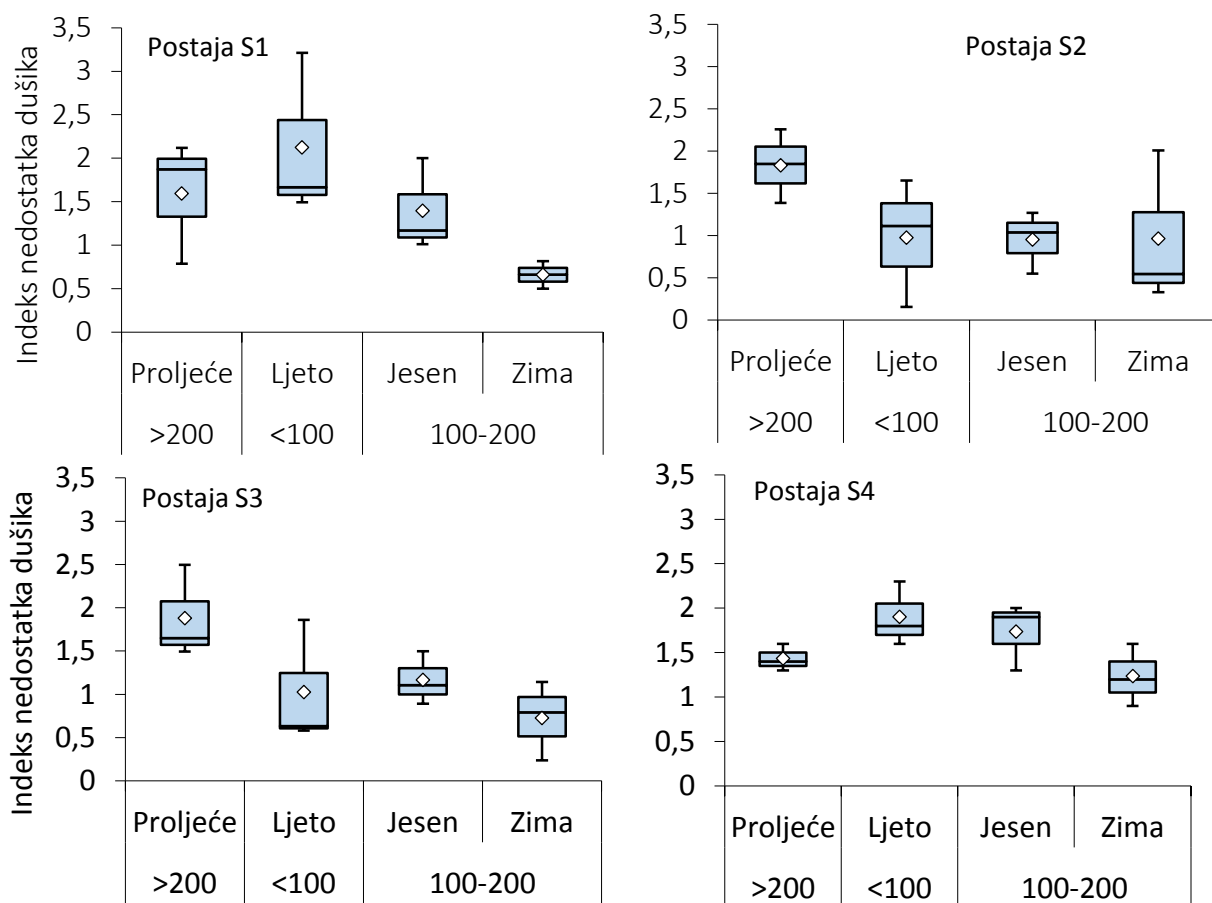
Potencijal rasta alga (AGP) mjeri biomasu algi koje će rasti u vodi, kada niti jedan drugi faktor, osim hranjivih tvari nije ograničavajući. Prema tome rast je ograničen onom tvari koja je dostupna u najmanjim količinama u odnosu na potrebe organizma. Dakle, svaki esencijalan element, koji će se iskoristi prije drugih elemenata za sintezu stanica odredit će maksimalnu masu stanica.

Primarna produkcija slatkovodnih sustava uglavnom je limitirana fosforom dok je dušik rjeđe limitirajući nutrijent (Scheffer, 2001). Wetzel (2001) sugerira da je u slatkovodnim sustavima dušik

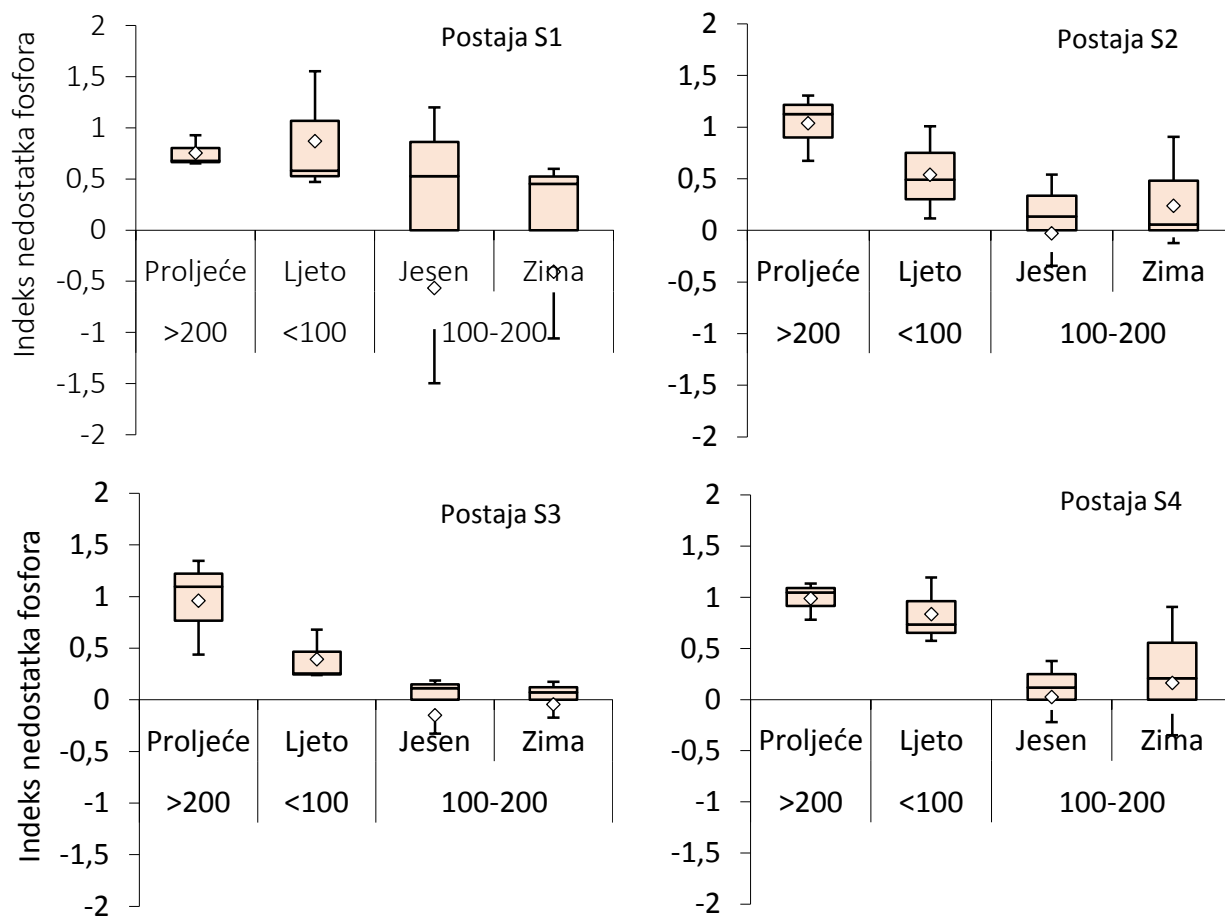


vjerojatnije limitirajući nutrient za rast fitoplanktona nego fosfor. N limitacija obično se povezuje najčešće s eutrofnim vodama, ali je zabilježena i u manje produktivnim sustavima. Intenzivan kontakt sedimenta i vode daje još jednu dimenziju problemu eutrofikacije. Veći dio fosfora koji se akumulira u sedimentu eutrofikacijom se vraća u vodu. Ovo unutarnje punjenje uzrokuje zakašnjelu reakciju u odgovoru koncentracija nutrijenata. Za dušik je ovaj sedimentni spremnik manje važan. Velike količine dušika gube se procesom denitrifikacije. Iako do limitacije dušikom dolazi češće, dinamika dušika slabije je proučena. U vodama koji su recipijenti otpadnih komunalnih voda očekivano je da dušik bude ograničavajući čimbenik.

Indeks deficita dušikom ili fosforom izražen je preko ukupne biomase *C. kessleri*. Dodatak samo dušika uzrokovao povećanje ukupne biomase *C. kessleri*. Dodatak samo fosfora, s druge strane nije imao značajan efekt (Slika 130). Prema dobivenim rezultatima utvrđen je **značajan nedostatak dušika** (Tukey HSD,  $p=0.06$ ) potrebnih za rast *C. kessleri* **na postaji S1 u ljetnom razdoblju**. Nešto veći deficit dušika utvrđen je i na postajama S3 u proljetnom, i S4 u ljetnom razdoblju, ali nije bio statistički značajan (Slika 131).



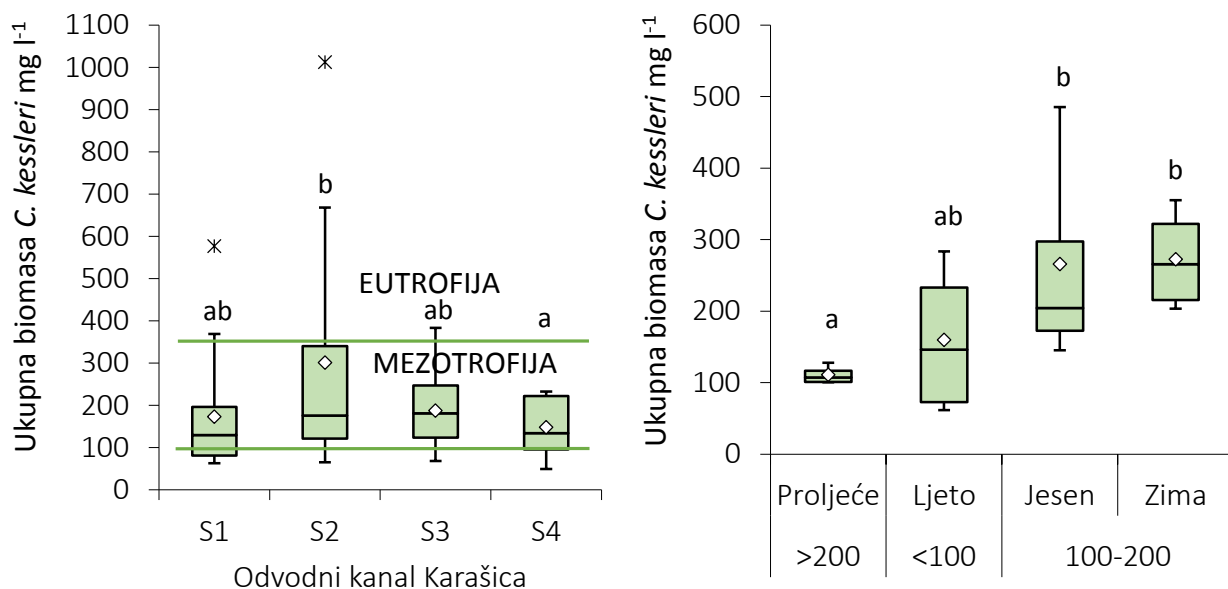
Slika 130. Jačina odgovora ukupne biomase *C. kessleri* u uzorcima istraživanih postaja Odvodnog kanala Karašica na dodatak N, P i kombinacije N+P dobivena iz omjera ukupne biomase nakon tretmana nutrijentima u odnosu na kontrolu te izražena kao indeks deficita dušikom tijekom visokih voda (>200, proljeće 2015. godine), niskih voda (<100 cm, ljeto 2015.) i srednjih voda (100-200 cm, jesen-zima 2015./2016.).



Slika 131. Jačina odgovora ukupne biomase *C. kessleri* u uzorcima istraživanih postaja Odvodnog kanala Karašica na dodatak N, P i kombinacije N+P dobivena iz omjera ukupne biomase nakon tretmana nutrijentima u odnosu na kontrolu te izražena kao indeks deficita dušikom.

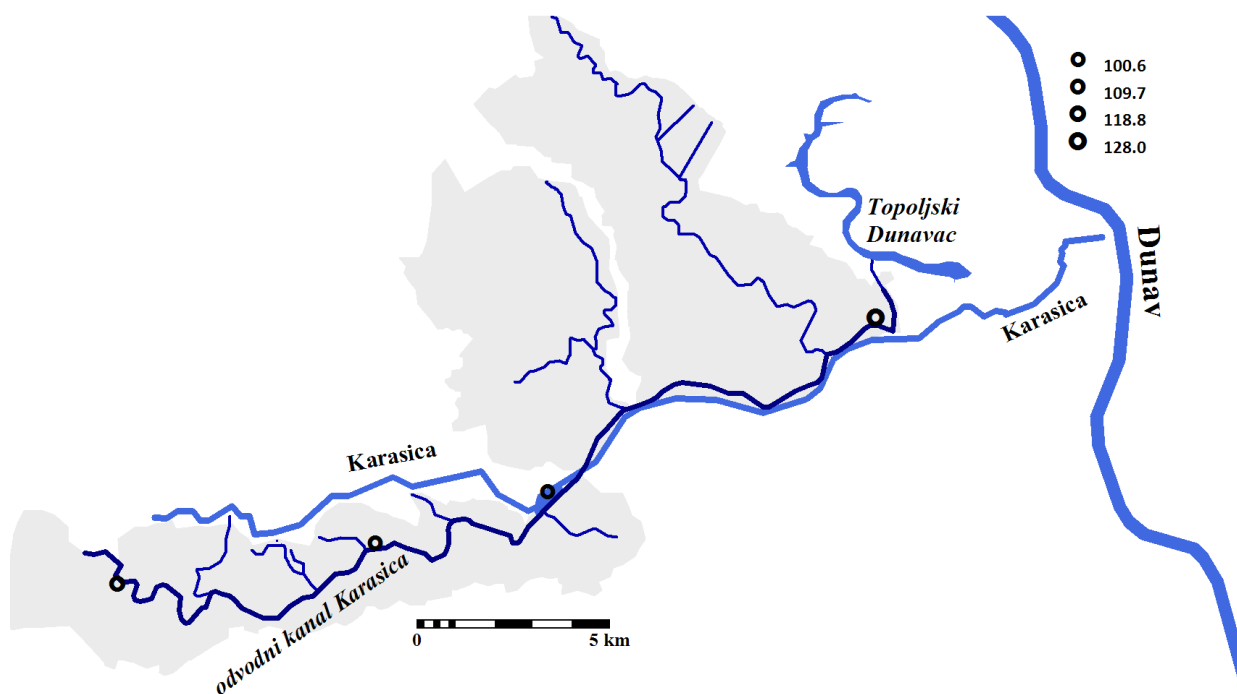
Analiza varijance (ANOVA) je pokazala da između istraživanih postaja postoji značajna razlika u vrijednostima ukupne biomase *C. kessleri* ( $P=0,02$ ), Slika 132. Međutim, utvrđena značajnost odnosi se samo na razliku između postaja S2 i S4 pri čemu je postaja S2 imala značajno veći trofički potencijal u odnosu na postaju S4 ( $P=0,04$ ).

Također, statističkom analizom utvrđeno je da je potencijal rasta alga značajno veći u vrijeme srednjih vodostaja ukazujući na povećanje trofičkog potencijala u tom razdoblju, u odnosu na visoke vodostaje u proljeće. U hladnijem dijelu godine kada je slabije izražena primarna produkcija u vodotoku, hranjive tvari ostaju dostupne algama korištenim u laboratorijskim eksperimentu.



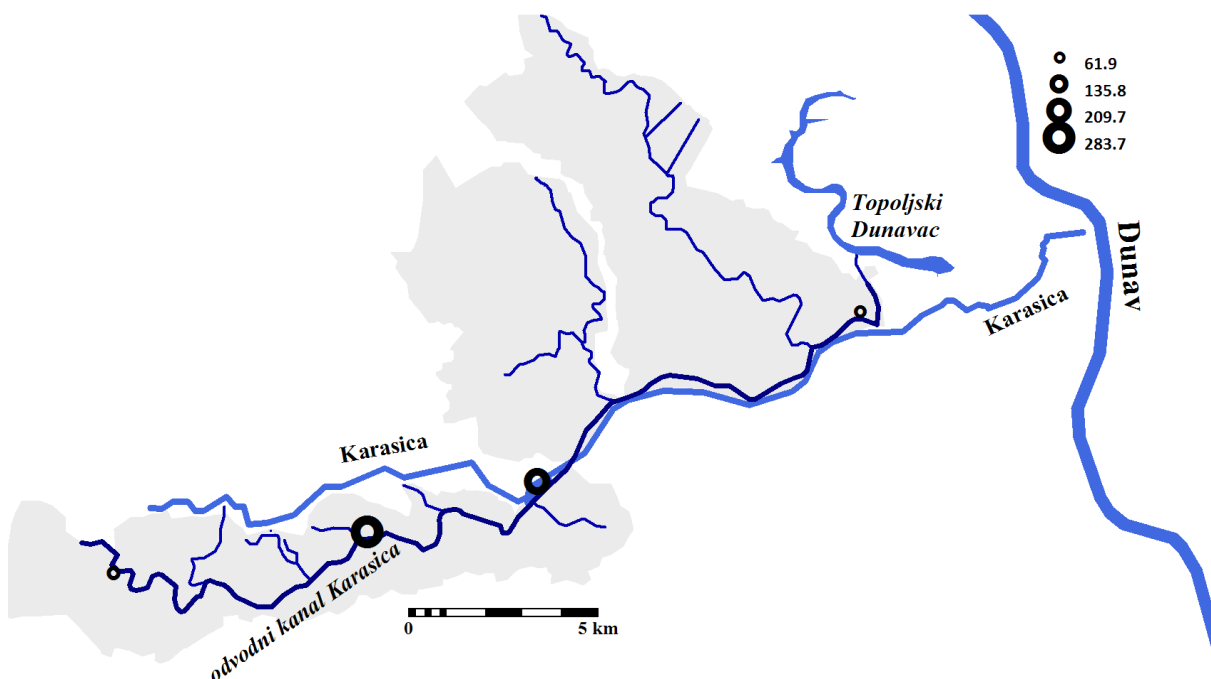
Slika 132. a) Potencijal rasta alga izražen kao srednje vrijednosti (uz minimalne, maksimalne, kvartili, medijan i outlier-e) ukupne biomase *C. kessleri* u uzorcima vode istraživanih postaja Odvodnog kanala Karašica (S1-S4). Klasifikacija trofije (<100 oligo i oligo-mezotrofija, 100-200 mezotrofija, >350 eutrofija). b) Potencijal rasta alga izražen kao srednje vrijednosti (uz minimalne, maksimalne, kvartili, medijan i outlier-e) ukupne biomase *C. kessleri* u uzorcima vode Odvodnog kanala Karašica tijekom visokih voda (>200, proljeće 2015. godine), niskih voda (<100 cm, ljeto 2015.) i srednjih voda (100-200 cm, jesen-zima 2015./2016.).

Dakle, razrijeđenje vode istraživanog vodotoka tijekom proljetnog razdoblja kada dominira pluvijalno-glacijalni režim na vodostaj, odnosno visoka vodnost, uzrokuje slabiji trofički potencijal samog vodotoka (Slika 133). U isto vrijeme, pokazatelji kemijskog stanja ukazuju na dobro stanje vodotoka, kao i pokazatelji ekološkog stanja, pri čemu samo koncentracije ukupnog fosfora ukazuju na umjereno stanje.



Slika 133. Potencijal rasta alga izražen kao ukupna biomasa *C. kessleri* u uzorcima vode istraživanih postaja Odvodnog kanala Karašica tijekom visokih voda (>200, proljeće 2015. godine).

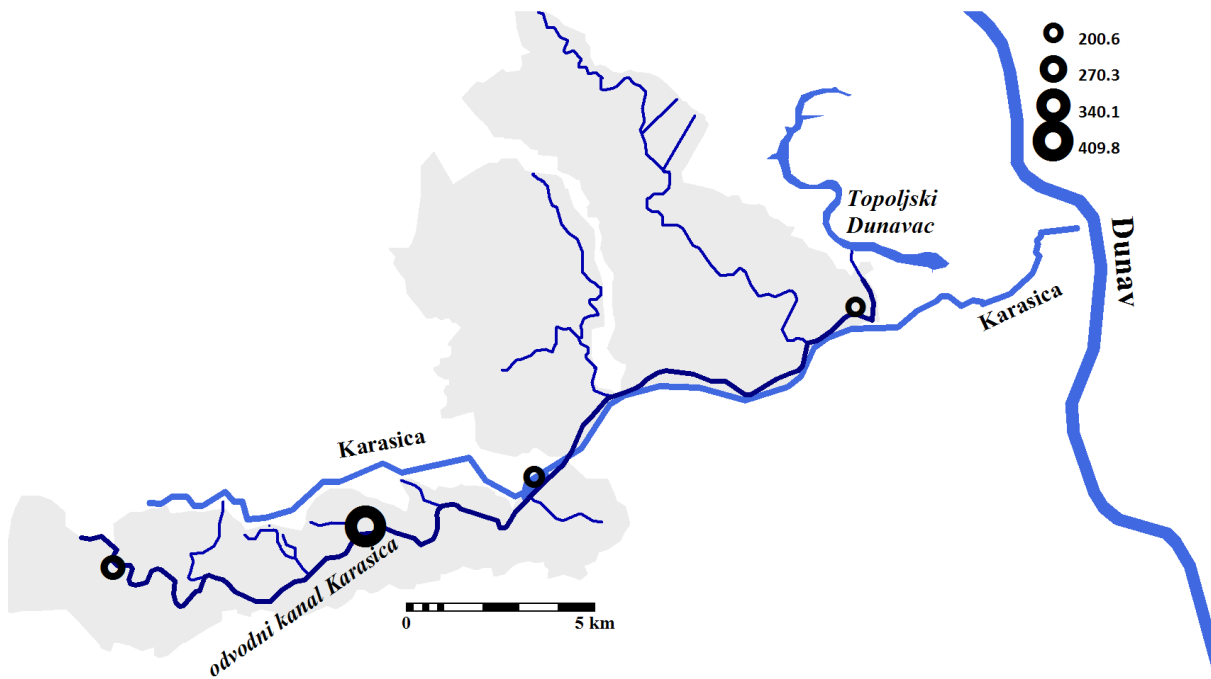
U ljeto kada su prevladavali sušni uvjeti, uz izuzetak kratkotrajnih ljetnih oborina, vodnim režimom dominira mala vodnost (<100 cm). Prema rezultatima biotesta, trofički potencijal vode najveći je na postaji S2 ukazujući da opterećenje hranjivim tvarima dolazi iz smjera komunalnih otpadnih voda (Slika 134). Nizvodno prema ušću Odvodnog kanala u potok Karašicu, dolazi do smanjenja trofičkog potencijala vode, ukazujući na poboljšanje kakvoće vode što se tiče statusa biodostupnih hranjivih tvari.



Slika 134. Potencijal rasta alga izražen kao ukupna biomasa *C. kessleri* u uzorcima vode istraživanih postaja Odvodnog kanala Karašica tijekom niskih voda (<100, ljeto 2015. godine).

Međutim, na postaji S4 došlo je do razvoja fitoplanktona uslijed mineralizacije organske tvari, na koju ukazuju visoke koncentracije  $N-NH_4$ . Naime, tijekom sušnog razdoblja, visoke koncentracije fosfora i amonijaka mogu biti povezane s njihovim oslobađanjem iz sedimenta, kao i s razgradnjom organske tvari akumulirane u sedimentu (Knösche, 2006). S obzirom da je koncentracija klorofila-*a* kao indirektnog pokazatelja biomase fitoplanktona na istraživanom području bila veća tijekom niske vodnosti kanala (Slika 108), može se pretpostaviti da akumuliranje vode na postaji S4 (prestankom precrcpljivanja) omogućuje visoku produkciju fitoplanktona, ali i razvoj makrofita (razvoj zakorijenjenije submerzne vegetacije, Slika 43). Primjerice, *Trapa natans* je vrsta kojoj pogoduju stajaće i sporotekuće vode sa velikim variranjima vodostaja. Međutim, izrazito širenje vrste koje je uočeno u tom dijelu Odvodnog kanala uz visoke ljetne temperature i stalan dotok hranjivih tvari, osobito fosfora, vjerojatno će doprinijeti daljnjoj eutrofikaciji ekosustava. Osim toga, ova biljna vrsta ugrožava rast drugih biljnih vrsta i doprinosi smanjenju kisika u vodi zbog kasnije visoke razine raspadanja.

Najveći trofički (hranidbeni) potencijal utvrđen je zapravo tijekom srednje vodnosti Odvodnog kanala (jesen i zima, kada je povremeno precrcpljivana voda iz kanala, a prema količini oborina uvjeti su bili od vrlo kišnih u listopadu do normalnih u zimu). Najveće su vrijednosti ukupne biomase *C. kessleri* ponovno utvrđene na postaji S2 (prosječna vrijednost ukupne biomase *C. kessleri* iznosila je 409,8 mg/l suhe tvari, Slika 135). Veće vrijednosti trofičkog potencijala ukazuju na potencijalno opterećenje vodotoka hranjivim tvarima podrijetlom iz komunalnih otpadnih voda, ali i na dotok hranjivih tvari ispiranjem okolnog zemljišta slivnog područja (kompleks kultiviranih parcela i nenavodnjavano obradivo zemljište, te pretežno poljodjelska zemljišta obuhvaćaju ukupno 88% slivne površine), a s obzirom da se radi o hladnijem dijelu godine rezultat su i smanjenja primarne produkcije u samom kanalu.



Slika 135. Potencijal rasta alga izražen kao ukupna biomasa *C. kessleri* u uzorcima vode istraživanih postaja Odvodnog kanala Karašica tijekom srednjih voda (100-200 cm, jesen i zima 2015./2016. godine).

Dakle, do pogoršanja kakvoće vode dolazi nakon gomilanja autohtonog, ali i alohtonog organskog materijala, čijom mineralizacijom se voda dodatno obogaćuje hranjivim tvarima. Rezultat toga je povećanje stupnja trofije, što obično ima nepovoljan utjecaj na kakvoću vode.

## Sažetak

---

Odvodni kanal Karašica u Baranji svrstan je u Popis voda I. reda, u međudržavne vode i umjetna vodna tijela (Narodne novine, 79/2010). Ima ukupnu slivnu površinu 159 km<sup>2</sup>, od toga se 44,80 km<sup>2</sup> nalazi u Republici Mađarskoj, a 114,20 km<sup>2</sup> u Republici Hrvatskoj. Ukupna dužina kanala je 44 km, od toga 30,6 km u Republici Hrvatskoj, 1 km zajedničke granice te još 12,4 km u Republici Mađarskoj, s trasom položenom paralelno s potokom Karašica. Dno Odvodnog kanala je za 2,5 - 3,0 m niže od dna potoka Karašica. Maksimalni protok iznosi 10,50 m<sup>3</sup>/s.

U svom toku kroz Hrvatsku ima nekoliko manjih pritoka: Lačka, Remetin, Cerinje (mala Karašica) te stara korita Hatvan i Travnik. Sve su to pritoci sa sjeverne, nizinske strane, a s južne strane u odvodni kanal dotječu otpadne vode s uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u Belom Manastiru te vode zapadnih obronaka Baranjskog brda. U uzvodnom dijelu, kanal je smješten u najnižim dijelovima desnog zaobalja potoka Karašica, a kod mjesta Popovac kroz sifon prelazi u lijevo zaobalje potoka Karašica te dolazi do naselja Gajić i Draž gdje se Marković kanalom usmjerava do crpne stanice Draž kapaciteta 1,5 m<sup>3</sup>/s, kojom se voda iz odvodnog kanala Karašica prebacuje u potok Karašica i odvodi u rijeku Dunav.

Do 1987. godine odvodni se kanal Karašica gravitacijski ulijevao kroz ustavu Bučka u Topoljski Dunavac. Te godine, ustava Bučka se trajno zatvara zbog sprječavanja onečišćenja Topoljskog Dunavca vodama iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda koje dotječu odvodnim kanalom Karašica. Retencija Topoljski Dunavac odlukom Vlade Republike Hrvatske svrstana je također u Popis voda I. reda, u međudržavne vode (Narodne Novine 79/2010).

Prema karti zemljišnog pokrova (CORINE LandCover Hrvatska 2006) najveću površinu slivnog područja istraživanog Odvodnog kanala Karašica zauzimaju poljoprivredne površine.

Baranja ima obilježja umjerene kontinentalne klime, a na istraživanom području su česte i intenzivne promjene vremena. U najvećem dijelu nizinskog kontinentalnog dijela Hrvatske prevladava humidna klima, a samo u istočnoj Slavoniji subhumidna klima. No značajno je da je količina oborina ovog, najistočnijeg dijela Hrvatske izuzetno niska (svega 600-700 mm godišnje), što ovaj kraj svrstava među najaridnija područja Hrvatske. Srednja godišnja temperatura za Beli Manastir iznosila je u istraživanom razdoblju (ožujak 2015. - veljača 2016. godine) 12,5°C. Amplituda srednjih mjesečnih temperatura, između najhladnijeg (siječanj) i najtoplijeg (srpanj) mjeseca iznosila je 23,3°C.

Minimum oborina zabilježen je u ljetnom i zimskom razdoblju (137 i 135 mm), dok su dva maksimumima bila u jesen (218 mm) i proljeće 2015. godine (198 mm). Količina oborina u vegetacijskom razdoblju (01.04. do 30.09.2015.) iznosila je 340 mm, što je nešto manje od višegodišnjeg prosjeka za Baranju. Proljeće 2015. godine (ožujak, travanj i svibanj) je u cijeloj Hrvatskoj, pa tako i Baranji bilo toplije od prosjeka. Prema klimatološkoj ocjeni proljeće je u unutrašnjosti uglavnom bilo normalno kišovito, budući da je u svega nekoliko kišnih dana, osobito u svibnju, pala velika količina oborina.

Iako je u posljednjih desetak godina smanjeno onečišćenje Odvodnog kanala zbog prestanka rada šećerane i izgradnje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u Belom Manastiru, onečišćenje i dalje

ostaje prisutno. Sve vode Odvodnog kanala Karašica precrpljuju se preko CS Draž u potok Karašica i odvode u Dunav. Istovremeno su potoci Borza, Hatvan i Travnik skrenuti prema potoku Karašica, kako bi se smanjile količine koje je potrebno precrpljivati.

U rujnu 2014. i veljači 2014. godine došlo je do pomora ribe u vodi tzv. Crne Karašice (Crni kanal) kod ulaza kanala u Gajić. Stoga su radi praćenja kvalitete voda Odvodnog kanala Karašica u 2015. godini započela „Ekofiziološka istraživanja Odvodnog kanala Karašica u Baranji“, s ciljem utvrđivanja ekološkog stanja temeljem bioloških i osnovnih fizikalno-kemijskih elemenata kakvoće vode te fiziološkog odgovora kulture alga, kao i plutajućih makrofita u laboratorijskim uvjetima.

Za definiranje visokih, srednjih i niskih vodostaja uzeti su u obzir izmjereni vodostaj Odvodnog kanala na dan uzorkovanja, rad crpne stanice do tri dana prije uzorkovanja te količina oborina na istraživanom području. Kao datumi uzorkovanja s visokim vodostajem definirani su oni kada je do tri dana prije uzorkovanja precrpljeno ukupno preko 200 cm vode (proljeće); sa srednjim vodostajem između 100 i 200 cm vode (jesen i zima), a s niskim vodostajem <100 cm (ljetno) kada crpna stanica uopće nije radila. Da su u obzir uzeti stvarni izmjereni vodostaji na dan uzorkovanja, visoki bi vodostaj kod crpne stanice Draž (>200 cm) bio u najsušnijem dijelu godine (ljetno), a nizak (<100 cm) u proljeće i jesen, kada je precrpljivanje vode bilo intenzivnije i dugotrajnije.

Prema Zakonu o vodama (NN 13/09, 63/11, 130/11, 56/13 i 14/14) i Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 73/13), stanje površinskih voda definira se temeljem dva kriterija - ekološkog stanja i kemijskog stanja, ovisno od toga koje je lošije. Odvodni kanal Karašica u Baranji pripada vodnom području rijeke Dunav, području podsliva rijeka Drave i Dunava, ektotipu **HR-R\_2A**, neposredne slivne površine 90,1 km<sup>2</sup>.

Odabrana je dionica Odvodnog kanala Karašica u Baranji od ušća u potok Karašicu (stacionaža 0+000) do mjesta Luč, odnosno hrvatsko-mađarske granice (stacionaža 31+664) ukupne duljine 31,664 km. Na ovoj su dionici istraživana četiri lokaliteta: S1-most na cesti Luč-Petlovac (stacionaža29+594); S2-most na cesti Beli Manastir-Branjin Vrh (stacionaža19+763); S3-most kod ribnjaka Popovac (stacionaža13+566) i S4-most na cesti Gajić-Draž (stacionaža2+007). Uzorkovanje je također obavljeno u ribnjaku Popovac (S5) i u Topoljskom Dunavcu (S6). Ribnjak Popovac opskrbljuje se vodom iz potoka Karašica, a pražnjenje ribnjaka vrši se u Odvodni kanal Karašica. Ribnjak je u funkciji gospodarskog korištenja, a proizvodnja ribe iznosi 5t/god. Retencija Topoljski Dunavac nalazi se u vodnom području sliva Drave i Dunava, dug je 10 km, od čega je u Hrvatskoj oko 8,5 km, a preostali dio je granično područje. Prostire se na površini od 247-280 ha ovisno o vodostaju. Područje Topoljskog Dunavca nalazi se u području očuvanja ekološke mreže Natura 2000 značajno za ptice „Podunavlje i donje Podravlje“ (HR1000016) i značajnim za vrste i stanišne tipove „Dunav sjeverno od Kopačkog rita“ (HR2001309).

### **Biološki elementi kakvoće vode - makrofiti**

Odvodni kanal Karašica pripada nizinskim malim tekućicama s glinovito-pjeskovitom podlogom. Za uzorkovanje je na lokalitetu odabran odsječak obale ujednačenih ekoloških prilika, duljine 50 m. Tipsku zajednicu makrofita ovog tipa tekućica predstavlja referentna zajednica *Callitriche* tip (Ca). Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju kakvoće makrofita (OEK<sub>makrofita</sub>) predstavlja srednju vrijednost dvaju ekoloških indeksa: referentnog (RI-M) i biocenološkog indeksa (BM).



Na postaji S1 nađeno je u kolovozu 2015. godine ukupno 8 vrsta (100%-tna pokrovnost), s dominacijom slobodno plivajućih vrsta *Lemna minor*, *Lemna gibba* i *Spirodela polyrhiza*, a manjim razvojem vrsta *C. demersum* i *Potamogeton pectinatus*. Dominantni morfološki tipovi bili su Ceratofilide i Lemnide. Vrste su pokazatelji poremećaja i ukazuju na procese koji su se odvijali na staništu: usporenje toka vode (potamalizaciju) i eutrofikaciju. Prema RI\_M i BM ekološko je stanje bilo loše, a OEK<sub>makrofitna</sub> vrlo loše.

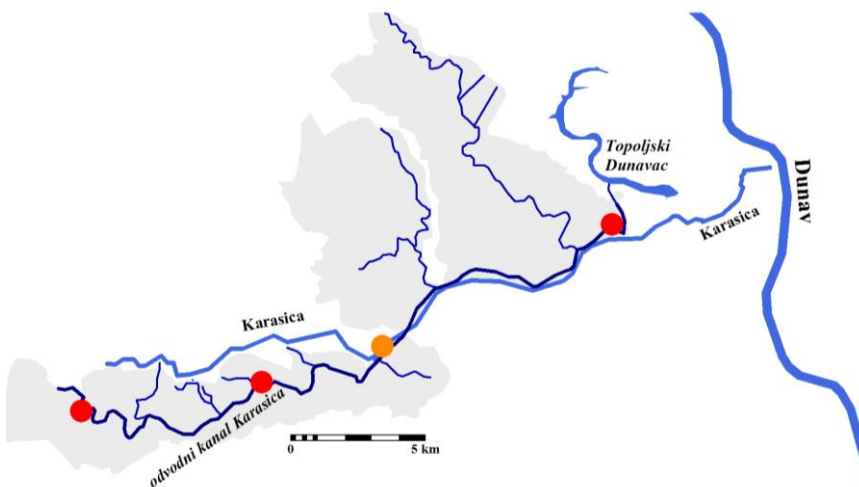
Na postaji S2 utvrđen je manji broj vrsta (3) i manja pokrovnost vode makrofitima (10%) nego na ostalim postajama u kanalu. Dominantni morfološki tipovi bili su Graminoide, Parvopotamide i Lemnide. Zbog veće učestalosti pokazatelja poremećaja i jako osiromašene vegetacije kakvoća vode je bila ljeti loša, a ukupno ekološko stanje vrlo loše.

Na postaji S3 je ukupna pokrovnost iznosila 40% s dominantnom vrstom *L. gibba* i većim udjelom morfoloških tipova pokazatelja eutrofikacije (Ceratofilide, Parvopotamide i Graminoide). Prema RI-M stanje je bilo umjereno, a BM loše. Ukupno ekološko stanje bilo je na postaji S3 loše.

Na postaji S4 ukupna je pokrovnost iznosila 60%, ali su zabilježene samo tri vrste. U površinskom je sloju dobro razvijena bila vrsta *T. natans*, koja je kao zakorijenjena vrsta opstala i proširila se unatoč povećanom protoku vode. Dominirali su pokazatelji eutrofikacije (Ceratofilide i Parvopotamide). Prema vrijednostima referentnog i biocenološkog indeksa ekološko je stanje na postaji S4 bilo loše, a ukupno ekološko stanje vrlo loše.

Na postaji S5 (Ribnjak Popovac) osim rubne heliofitske vegetacije u kojoj se pojavljuje vrsta *Phragmites australis*, makrofitska vegetacija u ribnjaku nije utvrđena.

Na postaji S6 utvrđena je vegetacija eutrofnih stajaćica. Unutar trske (*P. australis*) koja je bila razvijena u rubnom dijelu, u submerznom su sloju bile razvijene vrste *C. demersum* i *Utricularia neglecta*, a u površinskom *N. peltata* i *Salvinia natans*. Ukupno je u kolovozu zabilježeno 7 vrsta, a pojavljuju se pokazatelji eutrofikacije (Parvopotamide) i ritralizacije (umjetnog ubrzanja toka), Miriofilide. Ukupno ekološko stanje u Topoljskom Dunavcu ljeti 2015. godine je bilo loše.



Slika 136. Biološki element kakvoće vode – makrofiti na istraživanoj dionici Odvodnog kanala Karašica u Baranji. Crvene točke označavaju vrlo loše ekološko stanje, a narančaste loše ekološko stanje.

Na istraživanim postajama Odvodnog kanala Karašica u Baranji došlo je do potpune degradacije referentne zajednice *Callitriche* tipa. Loše i vrlo loše ekološko stanje (Slika 136), kao i velik udio pokazatelja poremećaja karakterističan je za kanalsku vegetaciju, a dijelom je rezultat strmih i usječenih obala i redovitog čišćenja kanala koji pogoduju razvoju pokazatelja poremećaja, ali i onemogućuju razvoj ostalih makrofitskih vrsta referentne zajednice, pokazatelja dobrog stanja koji je inače obitavaju u prirodnim riječnim tokovima. Umjereno ekološko stanje vode Odvodnog kanala kod Ribnjaka Popovac (S3) ljeti posljedica je značajno smanjene pokrovnosti submerznim vrstama makrofita, pokazateljima eutrofizacije. Udio eutrofnih vrsta povećavao se prema ušću (S3 i S4).

### **Biološki elementi kakvoće vode - fitobentos**

Fitobentoske alge dominantna su komponenta obraštaja (perifitona), a s obzirom da su pričvršćene za supstrat, zajednica u sebi objedinjuje fizikalna i kemijska svojstva tekućice. Uzorkovanje fitobentosa provedeno je u ljetnom razdoblju (lipanj 2015) u vrijeme niskog vodostaja i stabilnih hidroloških prilika. Reprezentativne podloge (kamenje) bile su prisutne samo na postaji S4, dok su na svim postajama bile dobro razvijene različite vrste makrofitske vegetacije te prisutan fini supstrat, odnosno mulj i pijesak. Na postajama S5 i S6 sediment nije uzorkovan zbog otežanog prilaza. Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa fitobentosa određene su dijatomejske i nedijatomejske vrste algi.

Na postaji S1 Odvodnog kanala Karašica obraštaj je prikupljen s vrsta *Ceratophyllum demersum*, *Lemna* sp. i *Phragmites* sp. te iz sedimenta. Utvrđena je ukupno 121 svojta alga. Na vrsti *C. demersum* nađene su 83 vrste alga, a u sedimentu 22 vrste. Najzastupljenije su bile skupine Bacillariophyceae (46 svojti) i Chlorophyta (44 svojti). Dominantna je bila samo jedna nedijatomejska svojta, nitasta zelena alga *Oedogonium* sp. Na podlogama je utvrđeno 9 svojti, a najbrojnija je bila vrsta *Cocconeis placentula* koja je činila 48,80% ukupnog broja dijatomeja na trsci. Postotna zastupljenost cijanobakterija i zelenih alga iznosila je 81,78%. Ekološko stanje postaji S1 Odvodnog kanala Karašica u Baranji bilo je loše.

S postaje S2 analiziran je jedan uzorak fitobentosa sedimenta. Utvrđene su 32 svojte alga, a najzastupljenije su bile skupine Bacillariophyceae (19 svojti) i Chlorophyta (8 svojti). Sve zabilježene svojte u uzorku bile su rijetke. Šest svojti su u uzorcima činile više od 5% ukupnog broja dijatomeja. Najbrojnija je bila *U. ulnaa*, a zatim *Cyclotella meneghiniana*, *Melosira varians*, i *C. placentula*. Postotna zastupljenost cijanobakterija i zelenih alga iznosila je 83,33% pa je vrijednost nedijatomejskog indeksa bila 1. Ekološko stanje postaji S2 Odvodnog kanala Karašica bilo je loše.

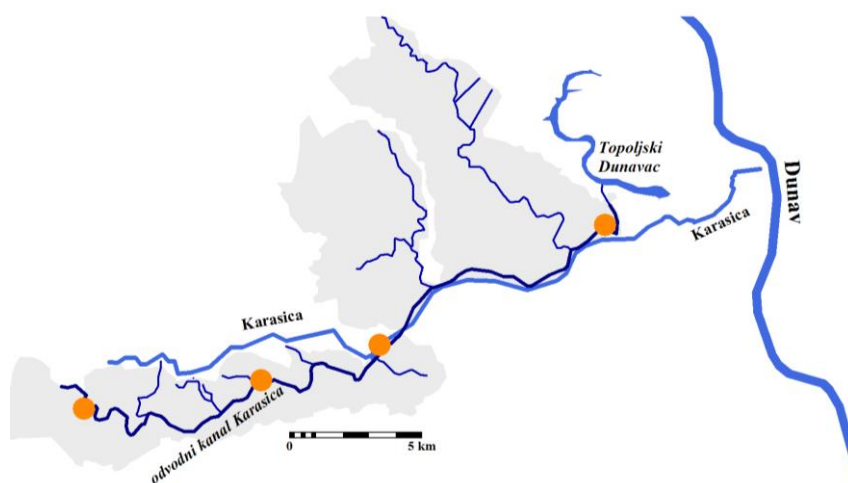
S postaje S3 također je pregledan jedan uzorak fitobentosa iz sedimenta Odvodnog kanala. Kvalitativnom analizom utvrđeno je ukupno 29 svojti alga, a sve su pripadale skupini Bacillariophyceae. Utvrđeno šest svojti dijatomeja koje su činile više od 5% ukupnog broja dijatomeja. Najbrojnija je bila *C. meneghiniana*, a zatim *Navicula menisculus*, *Fallacia pygmaea*, *Amphora ovalis*, *Gomphonema parvulum*, i *Achnantheidium* sp. U sedimentu nisu utvrđene cijanobakterije i zelene alge, što ukazuje da je vrijednost nedijatomejskog indeksa bila 0. Ekološko stanje postaji S3 Odvodnog kanala Karašica u Baranji bilo je loše.

Na postaji S4 prikupljeni su uzorci s dvije vrste makrofitske vegetacije (*C. demersum*, *Trapa natans*), s trske, kamenja i iz sedimenta. Utvrđeno je ukupno 169 svojti alga. Najveći broj svojti zabilježen

je na trsci (89), a najmanji u sedimentu (65). Svojte iz skupina Bacillariophyceae (69 svojti) i Chlorophyta (59 svojti) činile su 75,74% ukupnog broja. Najveću procijenjenu brojnost (5) u uzorcima imale su svojte iz skupina Cyanobacteria, Euglenophyta i Chlorophyta. Podloge su se razlikovale s obzirom na zastupljenost pojedinih svojti dijatomeja. Postotna zastupljenost cijanobakterija i zelenih alga bila je veća od 70%, što ukazuje da je vrijednost nedijatomejskog indeksa bila 1. Ekološko stanje postaji S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji bilo je loše.

S postaje S6 prikupljeni su fitobentos s vrste *C. demersum* i metafiton. Ukupan broj svojta bio je veći u metafitonu (96) nego na vrsti *C. demersum*. Najveći broj svojti pripadao je skupinama Bacillariophyceae (52) i Chlorophyta (42), dok je iz skupine Cyanobacteria zabilježeno 10, a iz Euglenophyta 9 svojti. Najbrojnije su bile alge iz skupina Cyanobacteria i Chlorophyta. U metafitonu je utvrđeno 6 svojti koje su bile zastupljene s više od 5% u ukupnoj zastupljenosti dijatomeja, a najbrojnija je bila vrsta *Halamphora veneta* (35%). Na makrofitskoj vrsti *C. demersum* utvrđene su četiri svojte, među kojima je *C. placentula* činio čak 50,59% ukupnog broja dijatomeja. Postotna zastupljenost cijanobakterija i zelenih alga iznosila je 94,53%, pa je vrijednost nedijatomejskog indeksa bila 1. Ekološko stanje postaji S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji bilo je loše.

Utvrđene fitobentoske zajednice alga u kojima prevladavaju vrste karakteristične za onečišćene vode, trofički indeksi dijatomeja, saprobni i nedijatomejski indeksi ukazuju da su vode u istraživanim kanalima opterećene hranjivim i organskim tvarima te je stanje na temelju biološkog elementa kakvoće vode fitobentosa bilo u 2015/2016. godini loše (Slika 137).



Slika 137 Biološki element kakvoće vode – fitobentos na istraživanoj dionici Odvodnog kanala Karašica u Baranji. Narančaste točke označavaju loše ekološko stanje.

### Biološki elementi kakvoće vode - makrozoobentos

Uzorkovana su sva raspoloživa mikrostaništa na mjernoj postaji, a poduzorci su raspoređeni razmjerno udjelu mikrostanišnih tipova. Detaljnom analizom na terenu utvrđena su mikrostaništa (supstrati): makrolital, mezolital, mikrolital, psamal, argilal i fital.

U sastavu faune sedimenta dominirali su maločetinaši (Oligochaeta, Annelida) i ličinke trzalaca (Chironomidae, Diptera), koji ukazuju na visoko opterećenje organskom tvari i opću degradaciju vodotoka.

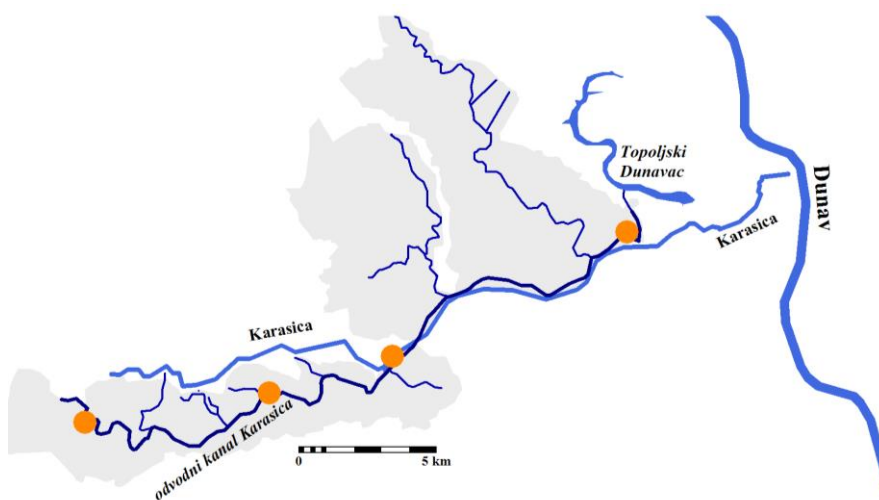
Na postaji S1 utvrđena je najveća brojnost predstavnika Gastropoda, Coleoptera, Megaloptera i Diptera (bez Chironomidae). Zabilježeno samo 9 jed./m<sup>2</sup> maločetinaša porodica Tubificidae i Lumbricidae. Dominantan takson porodice Chironomidae (*Cricotopus (Isocladius) sp.*) uobičajen je u vrlo produktivnim vodama.

Na postaji S2 zabilježeno je 3696 jed./m<sup>2</sup> ličinki trzalaca. Sastav zajednice Chironomidae (96% *Chironomus riparius* agg.), te izrazito crvena boja (korištenje hemoglobina) tijela ličinki ukazivale su na anoksične uvjete staništa te zagađenje organskom tvari te, što je u skladu s neugodnim i nadražujućim mirisom sedimenta.

Na postaji S3, predstavnici vrsta roda *Chironomus* činili su gotovo 90% ukupnog broja ličinki koje su karakteristične za hipertrofne, polisaprobne vode, a dominacija *Chironomus riparius* agg. Ukazivala je na zagađenje organskom tvari te anoksične i hipoksične uvjete staništa. Indikatori takvog stanja bili su i predstavnici maločetinaša, tj. utvrđena dominantnost vrsta porodice Tubificidae, posebice vrsta *Tubifex tubifex* i *Limnodrilus hoffmeisteri*, a na postaji S3 je utvrđena druga najveća brojnost Oligochaeta (649 jed./m<sup>2</sup>).

Na postaji S4 utvrđen najveći broj Oligochaeta (863 jed./m<sup>2</sup>) duž cijelog istraživanog transektu kanala, a dominirali su *Limnodrilus hoffmeisteri* i *Dero digitata*, a zatim Chironomidae, uz dominaciju *Cricotopus (Isocladius) sp.*, *Chironomus plumosus* agg. i *Endochironomus tendens*.

Na postaji S6 zabilježena je najveća brojnost predstavnika makrozoobentosa, ukupno 4472 jed./m<sup>2</sup>. Utvrđena su 23 taksona porodice Chironomidae te 5 taksona Oligochaeta. Dominirale su vrste koje se nalaze u eutrofnim te distrofnim vodama s povećanom količinom organske tvari te u zajednicama s makrofitima, koje su imale velik udio mikrostaništa na navedenom lokalitetu.



Slika 138. Biološki element kakvoće vode – makrozoobentos na istraživanoj dionici Odvodnog kanala Karašica u Baranji. Narančaste točke loše ekološko stanje.

Najveći broj svojti (55) bio je na postaji S4, zatim na postaji S1 (54 svojte), dok je samo 14 svojti utvrđeno na postaji S2. Od ukupnog broja svojti 38% je pripadalo redu Diptera (Insecta). Ukupno na svim postajama, predstavnici porodice Chironomidae (Diptera, Insecta) su imali najveću raznolikost s 40 utvrđenih taksonomskih svojti, a zatim slijedi skupina Oligochaeta s 19 svojti. Najveći ukupni broj jedinki po metru kvadratnom (4472) utvrđen na postaji S6, a na postaji S4 najmanji (2294 jed./m<sup>2</sup>)

Prema analizi makrozoobentosa, unutar Odvodnog kanala Karašica u Baranji kvaliteta vode se mijenjala, te su utvrđeni lokaliteti s umjerenim, lošim, kao i s vrlo lošim stanjem, što ukazuje na moguću prisutnost točkastih izvora onečišćenja kao potencijalnih mjesta prekomjernog unosa organskih i/ili anorganskih tvari. Ukupno, stanje je na temelju biološkog elementa kakvoće vode – makrozoobentosa na istraživanoj dionici Odvodnog kanala Karašica u Baranji bilo loše (Slika 138).

### Osnovni fizikalno kemijski i kemijski pokazatelji koji prate biološke

Na umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda primjenjuju se elementi za ocjenjivanje stanja onih prirodnih tijela površinskih voda koja su im najbližija. Stanje umjetnih i znatno promijenjenih tijela površinskih voda određuje se na temelju ekološkog potencijala i kemijskog stanja tijela. Pri ocjeni stanja tijela površinskih voda na temelju **osnovnih fizikalno-kemijskih elemenata kakvoće koji prate biološke elemente**, stanje toga tijela se ocjenjuje kao vrlo dobro, dobro i umjereno. Pri ocjeni stanja tijela površinskih voda na temelju **specifičnih onečišćujućih tvari**, stanje toga tijela se ocjenjuje kao dobro i umjereno. Kemijsko stanje tijela površinske vode utvrđuje se na temelju prosječne godišnje koncentracije (PGK) i maksimalne godišnje koncentracije (MGK) pokazatelja prioriternih i prioriternih opasnih tvari Uredbe o standardu kakvoće voda (73/13). Tijelo površinske vode razvrstava se u kategoriju »**dobro kemijsko stanje**« ili »**nije postignuto dobro kemijsko stanje**«. Stanje Odvodnog kanala Karašica na temelju osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata koji prate biološke elemente ocjenjeno je prema vrijednosti 50-tog percentila za rijeke ekotipa **HR-R\_2A**.

### Osnovni fizikalno kemijski pokazatelji

Prema vrijednostima **pH** sve mjerne postaje Odvodnog kanala Karašica pokazuju vrlo dobro stanje vode (raspon pH od 7,4 do 8,5), što znači da je voda Odvodnog kanala bila u neutralnom do blago lužnatom području. Osnovni pokazatelji organskog onečišćenja u površinskim kopnenim vodama su biološka potrošnja kisika (BPK) i kemijska potrošnja kisika (KPK).

Prema vrijednostima 50-og percentila **BPK5** stanje Odvodnog kanala bilo je umjereno, a najmanje su vrijednosti izmjerene na postaji S1. Srednje vrijednosti omjera BPK5/KPK (0,24 do 0,30) ukazuju na prisutne organske tvari koje nisu biološki razgradive. Odvodni kanala Karašica recipijent je otpadnih komunalnih voda 1000 m prije mjerne postaje S2. Prema vrijednostima **amonij-N** samo je na postaji S1 postignuto dobro stanje vode, dok su na postajama nizvodno (S2, S3 i S4) koncentracije amonij-N bile višestruko veće i stanje je bilo umjereno. Vrijednosti **nitrata** na postajama S3 i S4 odgovaraju vrlo dobrom ekološkom stanju, na postaji S1 dobrom, a na postaji S2 umjerenom ekološkom stanju vode.

Tablica 48 Vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje izražena kao vrijednost 50-tog percentila svih rezultata mjerenja, izmjerenih u različitim razdobljima tijekom kalendarske godine.

Vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje vrijednost 50-tog percentila								
	Zakiseljenost	Režim kisika		Hranjive tvari				
	pH	BPK5	KPK-Cr	Amonij	Nitrati	Ukupni dušik	Ortofosfati	Ukupni fosfor
		mgO <sub>2</sub> /l	mgO <sub>2</sub> /l	mgN/l	mgN/l	mgN/l	mgP/l	mgP/l
S1	7.93	5.5	34*	0.0600	1.1475	4.1180	0.1000	0.3549
S2	7.78	8.5	44*	0.8904	2.6124	6.5145	0.7360	1.0460
S3	7.85	9.5	31*	1.0392	0.9853	4.9960	0.6259	0.9723
S4	7.91	7.5	36*	0.4365	0.9000	2.4839	0.4310	0.6684
S6	8.27	5.5	34*	0.0308	0.0545	1.1765	0.0072	0.3103

Kategorija ekološkog stanja

vrlo dobro	dobro	umjereno
------------	-------	----------

\* vrijednosti KPK-Cr za koje nisu dane granične vrijednosti standarda kakvoće vode

Dobro stanje je prema vrijednostima za **ukupni dušik** postignuto samo na postaji S4, dok su na postajama S1, S2 i S3 vrijednosti 50-tog percentila ukazivale na umjereno stanje. Vrijednosti **ortofosfata** na mjernoj postaji S1 Odvodnog kanala Karašica, također su ukazivale na dobro stanje vode. Međutim, na postaji S2 došlo je do drastičnog porasta koncentracija ortofosfata (ispust komunalnih otpadnih voda Belog Manastira), koje su se prema ušću smanjivale. Procijenjeno stanje kakvoće vode prema vrijednostima ortofosfata bilo je umjereno na postajama S2, S3 i S4, a prema **ukupnom fosforu** bilo je umjereno na cijeloj istraživanoj dionici Odvodnog kanala Karašica u Baranji. Prema fizikalno kemijskim elementima stanje Odvodnog kanala Karašica u Baranji bilo je umjereno (Tablica 48).

### Kvaliteta vode Ribnjaka Popovac

**S postaje S5** analiziran je obraštaj s trske (*Phragmites australis*) koja je sačinjavala priobalnu vegetaciju, dok makrofitske vegetacije u ribnjaku nije bilo. Od ukupno 67 svojti nađenih na trsci, 30 svojti je pripadalo skupini Bacillariophyceae, 16 svojti skupini Chlorophyta, 12 svojti skupini Cyanobacteria, a 9 svojti skupini Euglenophyta. Dominantne nedijatomejske svojte su bile uglavnom nitaste alge iz skupine Cyanobacteria i Chlorophyta. Sinergijski učinak fosfora dušika zbog intenzivne gnojidbe prirodnim hranjivim tvarima, kao i onima antropogenog porijekla mogu zbog intenzivnog razvoja fitoplanktona dovesti do eutrofikacije ekosustava. Opasnost za okoliš, ali i ljude predstavljaju toksične fitoplanktonske vrste, najčešće iz skupine Cyanobacteria. Izmjerene koncentracije organoklorovih pesticida bile su u Ribnjaku Popovac iznad dopuštenih granica pa je potrebno, budući da se Ribnjak puni vodom iz potoka Karašica pratiti kvalitetu ulazne vode.

## Pokazatelji eutrofikacije

Vrijednosti **ukupnog organskog ugljika** (TOC) bile su u Odvodnom kanalu Karašica u Baranji, kao i u Topoljskom Dunavcu (S6), ispod graničnih vrijednosti (30 mg/l), dok su u vodi Ribnjaka Popovac (S5) bile iznad graničnih vrijednosti (NN, 80/13). Vrijednosti **klorofila-a** bile su u proljetnim i ljetnim mjesecima na svim postajama iznad graničnih vrijednosti za oligotrofne i mezotrofne uvjete, dok su u jesen i zimi ukazivale su na dobro ekološko stanje vode. Povećana koncentracija klorofila-a fitoplanktona ljeti, kada je smanjen protok vode, a vodotok ustajali, pokazatelj je eutrofizacije. Osim klorofila-a, pokazatelji eutrofikacije bile su i povećane koncentracije dušika i fosfora, koje osim iz prirodnih izvora u vodi, velikim dijelom potječu iz otpadnih voda, a zatim i iz voda koje se slijevaju s okolnog poljoprivrednog zemljišta. Uslijed projiciranih klimatskih promjena mogao bi se dodatno smanjiti potencijal razrjeđenja i samo-pročišćavanja ovog umjetnog vodenog tijela pa je unos fosfora i dušika na kritičnoj razini.

Kemijski pokazatelji stanja

## Specifične onečišćujuće i prioritetne tvari

Koncentracije **adsorbilnih organskih halogena (AOX)** u vodi Odvodnog kanala Karašica u Baranji bile su u rujnu 2015. godine dvostruko veće od granične koncentracije (50 mg Cl/l) samo na postaji S4. Na ostalim su postajama kanala bile u kategoriji dobrog ekološkog stanja. Međutim, u vodi Ribnjaka Popovac izmjerene su vrijednosti AOX-a iznosile 250 mg Cl/l u rujnu i 110 mg Cl/l u studenom. Također je u rujnu i u vodi Topoljskog Dunavca izmjereno 70 mg Cl/l AOX. Njihova prisutnost u istraživanoj vodi, zbog moguće toksičnosti, zahtijeva kontinuirano praćenje.

Vrijednosti koncentracije **bakra** ukazuju na dobro stanje vode svih istraživanih postaja. Povišene vrijednosti **cinka** bile su izmjerene samo na postaji S2 Odvodnog kanala Karašica u Baranji. Površinska voda Odvodnog kanala Karašica razvrstava se, prema specifičnim onečišćujućim tvarima u kategoriju **dobro ekološko stanje**.

Prema vrijednostima koncentracije **heksaklorbenzena (HCB)** utvrđena je prva kategorija vodotoka. Koncentracije **ciklodienskih pesticida (Aldrin, Dieldrin, Endrin, Izodrin, Heptaklor)** ukupno prelaze granične vrijednosti na svim mjernim postajama Odvodnog kanala u rujnu i studenom, ali i u uzorcima vode iz ribnjaka Popovac te Topoljskog Dunavca također u studenom 2015. godine. U studenom su također bile povišene koncentracije **heptaklor** insekticida u Odvodnom kanalu Karašica na postajama S2 i S4, kao i u Ribnjaku Popovac (S5). Heptaklor se akumulira u organizmu, gdje metabolizira u heptaklor epoksid, koji je toksičniji od heptaklora.

Koncentracije **heksaklorcikloheksana** (lindana i ostalih izomera), odnosno zbroj svih izomera **HCH** bile su 3-6 puta veće od granične vrijednosti standarda kakvoće vode dobrog kemijskog stanja na svim postajama Odvodnog kanala Karašica u studenom 2015. godine. Na postaji Ribnjak Popovac (S5) vrijednosti HCH (127 ng/l, studeni) ukazuju na opasno onečišćenje. U Topoljskom Dunavcu su samo u rujnu vrijednosti HCH bile jednake graničnim vrijednostima, ali su koncentracije HCH bile izmjerene u svim uzorkovanjima. Granične vrijednosti (25 ng/l) DDT-a u Ribnjaku Popovac u lipnju ukazuju na umjereno onečišćenje vodnog tijela, ali je zabrinjavajuće jer se radi o ribnjaku. Koncentracije **endosulfana** (halogeniranog insekticida ili fungicida) bile su veće od standarda u vodi Topoljskog Dunavca u lipnju i rujnu. **Organoklorovi pesticidi (OCP)** su vrlo postojani spojevi

pa se raspodjeljuju u cijelome okolišu, posebice u organskim tvarima zbog lipofilnih svojstava. Povišenim koncentracijama u zagađenim vodama smatra se vrijednost od oko 50 ng/L. Stoga zabrinjava činjenica da su koncentracije OCP-a u Odvodnom kanalu Karašica u Baranji varirale od 0 do 153 ng/l, u Ribnjaku Popovac od 17-190 ng/l, a u Topoljskom Dunavcu od 16 do 82 ng/l. Ciklodienski pesticidi izmjereni su u 96% uzoraka vode, ukupni heksaklorcikloheksani u 88% uzoraka, a DDT i metaboliti te ukupni endosulfan u 38% istraživanih uzoraka. Na temelju izmjerenih prioriternih tvari u Odvodnom kanalu Karašica u Baranji nije postignuto dobro kemijsko stanje.

### **Mikrobiološki pokazatelji**

Heterotrofne bakterije dobri su indikatori obogaćenja organskom tvari, odnosno pokazatelji stupnja eutrofikacije. Vrlo visoke vrijednosti broja heterotrofnih bakterija u lipnju (S2), studenom (S2 i S3 i S4) i veljači na postaji S4 ukazivale su na veliko organsko opterećenje. Istodobno, na tim su postajama utvrđene i visoke vrijednosti patogenih bakterija. U lipnju je na postaji S2 broj fekalnih koliforma iznosio 45 000 CFU/100 ml, dok je na postaji S4 u studenom bilo čak 100 000 CFU/100 ml. Fekalni streptokoki, odnosno enterokoki ukazivali su na starije onečišćenje, međutim nalaz epidemiološki opasne bakterije *Escherichia coli* ukazivao je na skorašnje zagađenje vodotoka fekalijama na postaji S2. Broj kolonija *E. coli* u studenom 2015. godine (80 000 CFU/100 ml) ima odlike incidentnog onečišćenja, budući da su granične vrijednosti za dodatno pročišćene komunalne otpadne vode koje se ispuštaju u površinske vode, a koje se koriste za kupanje i rekreaciju 1000 CFU/100 ml za *E. coli*, a za crijevne enterokoke 400 CFU/100 ml. Na povećanu brojnost fekalnih koliforma mogla je, osim komunalnih otpadnih voda Belog Manastira utjecati i velika količina oborina koja je pala u lipnju tjedan dana prije uzorkovanja.

### **Sediment**

**Granulometrijski sastav** je jedan od najvažnijih fizičkih značajki sedimenta. Veličina i sastav čestica često utječu na strukturu bentoskih zajednica. Većina uzoraka Odvodnog kanala Karašica (S1-S4) i Topoljskog Dunavca (na lokaciji ušća starog kanala Bučka, S6) sastojala se od podjednakih udjela pijeska i silta i manjeg udjela frakcije gline. Onečišćen sediment ima direktan utjecaj na bentoske organizme i predstavlja potencijalan dugotrajan izvor zagađivala koji mogu nepovoljno utjecati na ljude putem hranidbenog lanca.

Koncentracija **ukupnog organskog ugljika** (TOC mg/kg) je osnovni pokazatelj udjela organske tvari u sedimentu čija vrijednost ovisi o unosu i o stupnju razgradnje organske tvari. Najmanje vrijednosti TOC, **ukupnog dušika** (TN) i **ukupnog fosfora** (TP) bile su u sedimentu Topoljskog Dunavca. Viši udjeli TOC i TP na postaji S2 mogu se smatrati posljedicom pojačanog antropogenog pritiska, odnosno povećanog unosa organske tvari u vodotok. Omjer ukupnog ugljika i dušika u sedimentu Odvodnog kanala Karašica u Baranji iznosio je između 8 na postaji S1 i 12 na postaji S2. Viši C/N omjer na postaji S2 ukazuje da organska tvar sadrži manji udio biološki razgradljive organske tvari.

Kemijska analiza sedimenta na **organoklorove pesticide (OCP)** pokazala je dobru kvalitetu sedimenta. Zagađivalo određene koncentracije u pjeskovitom sedimentu bit će toksičnije od iste koncentracije u siltoznom sedimentu, jer je raspodjela između porne vode i sedimenta veća. Prema hrvatskim kriterijima za ocjenu kvalitete sedimenta, Odvodni kanal i Topoljski Dunavac imaju sediment dobre kvalitete. Međutim, kriteriji su napravljeni za mulj iz uređaja za pročišćavanje



otpadnih voda, kada se mulj koristi u poljoprivredi, što ne može odgovarati procjeni kvalitete sedimenta površinskih voda. Stoga je, u nedostatku nacionalnih kriterija, kvaliteta sedimenta određena je u skladu s nizozemskom metodologijom klasifikacije.

Povećane vrijednosti **bakra** bile su u sedimentu postaja S2 i S3. I koncentracija **cinka** bila je povišena na postaji S2, malo iznad ciljane vrijednosti za dobru kvalitetu sedimenta. Ukupne koncentracije **kadmija** i **olova** u sedimentu istraživanih lokaliteta nisu prelazile preporučene vrijednosti. Međutim, dvostruko veće vrijednosti izmjerene su na postaji S2 (nakon ispusta komunalnih otpadnih voda) nego na postaju S1 (prije ispusta).

### **Utjecaj fluktuacija vodostaja Odvodnog kanala Karašica u Baranji i sezonalni karakter pojedinih pokazatelja kvalitete vode**

Sezonske fluktuacije vodostaja Odvodnog kanala Karašica definirane su prema količini vode precrpljene na crpnoj stanici Draž tri dana prije uzorkovanja, vodostaju (cm) očitanim na vodomjeru u vrijeme uzorkovanja te količini oborina na istraživanom području. Na temelju ovih parametara, u proljeće su bili datumi uzorkovanja s visokim vodostajem (>200 cm), ljeti s niskim (<100 cm), a u jesen 2015. i zimu 2015/2016. godine datumi uzorkovanja sa srednjim (100-200 cm) vodostajem, odnosno visoke, srednje i niske vode. Veća količina oborine u proljeće razrijedila je hranjive tvari, ali i specifične onečišćujuće tvari u Odvodnom kanalu Karašica u Baranji bilo da su one autohtonog ili alohtonog porijekla. Istovremeno, oborinama su se ispirale hranjive i onečišćujuće tvari s poljoprivrednih površina, posebno pesticidi u jesen. Prema tome, bolja je kakvoća vode postignuta u vrijeme intenzivnijeg precrpljivanja vode za viših i srednjih voda, nego u ljeto kada se voda prikupljala na postaji S4. Uslijed visokih ljetnih temperatura vode došlo je do pojačane mikrobiološke razgradnje prisutne organske tvari te slabe zasićenosti vode kisikom, posebice na postajama S3 i S4, uz dvostruko veće vrijednosti koncentracije amonij-N nego u proljeće. U razdoblju smanjenog protoka vode ljeti bila je povećana koncentracija fosfora u vodi, a smanjena količina nitrata uslijed pojačanog razvoja fitoplanktona. Tijekom zimskih mjeseci vrijednosti nitrata bile su najveće, budući da nije bilo fitoplanktona (najmanja srednja vrijednost klorofila-a fitoplanktona) niti vodene makrofitske vegetacije koji bi asimilirali nitrata. I mikrobiološki pokazatelji dijelom su odraz fluktuacija vodostaja Odvodnog kanala Karašica. U lipnju je pala velika količina oborina i mogla je zbog lošeg kanalizacijskog sustava u Baranji (uz dotok komunalnih otpadnih voda Belog Manastira u kanal) utjecati na povećanu brojnost fekalnih koliforma na postaji S2. U studenom se dogodilo udarno opterećenje bakterijom *E. coli*. Ispiranje organoklorovih pesticida s poljoprivrednih površina nakon jesenskih oborina u Odvodni kanal Karašica također ima sezonalni karakter. Organoklorovi pesticidi utvrđeni su u 96% uzoraka istraživane vode, a bili su povišeni u jesen, ali i ljeti pri niskim vodostajima uslijed koncentriranja. Povišene vrijednosti bakra, ali i cinka također su utvrđene u ljeto pri niskim vodama u Odvodnom kanalu Karašica.

### **Ekofiziološka istraživanja**

Ekofiziološkim laboratorijskim istraživanjima obuhvaćena su dva biotesta: **Lemna test** i **Chlorella test**. Kao testni organizam u Lemna testu korištena je vodena leća (*Lemna minor*), a rezultati Lemna testa predstavljali su biološki odgovor na uvjete prisutne u testiranim uzorcima vode (porne vode) prikupljene na istraživanim postajama. Porna (intresticijalna) voda integralni je dio sedimenta, a

nalazi se u intersticijalnom prostoru između čestica sedimenta. Toksična komponenta u uzorcima vode može inhibirati, dok sadržaj hranjivih tvari može stimulirati reprodukciju biljaka.

Razrjeđivanjem uzoraka porne vode došlo je do gotovo 100%-tne inhibicije rasta u najmanjoj koncentraciji porne vode sa postaja S3 i S4. Dodatak EDTA umanjio je efekt inhibicije rasta na postajama S3 (29%) i S4 (26%) ukazujući na moguću prisutnost toksičnih metala. Samo uzorak sa postaje S3 imao je inhibiciju rasta >20%, odnosno imao je toksični efekt na rast vodenih leća.

S obzirom da svi nutrijenti koji se nalaze u vodi nisu u obliku koji alge mogu iskoristiti, *Chlorella* test omogućava procjenu njihove iskoristivosti, odnosno hranidbenog potencijala testirane vode. Mjerenjem potencijala rasta algi *Chlorella kessleri* određeni su trofički uvjeti, odnosno trofički (hranidbeni) potencijal istraživane vode.

Na postaji S1 utvrđeni su oligotrofni do eutrofni uvjeti; na postaji S2 oligomezotrofni do hipertrofni; na postaji S3 mezotrofni i na postaji S4 oligo do mezotrofni uvjeti. Na svim je postajama, osim na S3 utvrđen sezonalni karakter trofičkog potencijala.

Ako su neke vode recipijenti otpadnih voda, dušik je očekivano ograničavajući čimbenik. Značajan nedostatak dušika potreban za rast *C. kessleri* utvrđen je na postaji S1 u ljetnom razdoblju, kada je zabilježena 100%-tna pokrovnost makrofitima. Međutim, fosfor je prema biotestu bio na toj postaji u suvišku. Značajna razlika između istraživanih postaja prema ukupnoj biomasi *C. kessleri* bila je između S2 i S4, pri čemu je postaja S2 imala značajno veći trofički potencijal u odnosu na S4. Najveći trofički potencijal bio je tijekom srednje vodnosti (jesen i zima) Odvodnog kanala Karašica u Baranji, jer su vode tada imale dovoljno dostupnih hranjivih tvari. U hladnijem je dijelu godine primarna produkcija u vodotoku slabije izražena pa hranjive tvari ostaju dostupne algama u biotestu. Najveće vrijednosti ukupne biomase *C. kessleri* bile su na postaji S2 i ukazivale su na opterećenje ovoga dijela vodotoka hranjivim tvarima. Dobiveni rezultati ekofizioloških istraživanja potvrdili su rezultate ekološkog stanja u Odvodnom kanalu Karašica.

## Zaključci

---

Na temelju dobivenih rezultata možemo zaključiti:

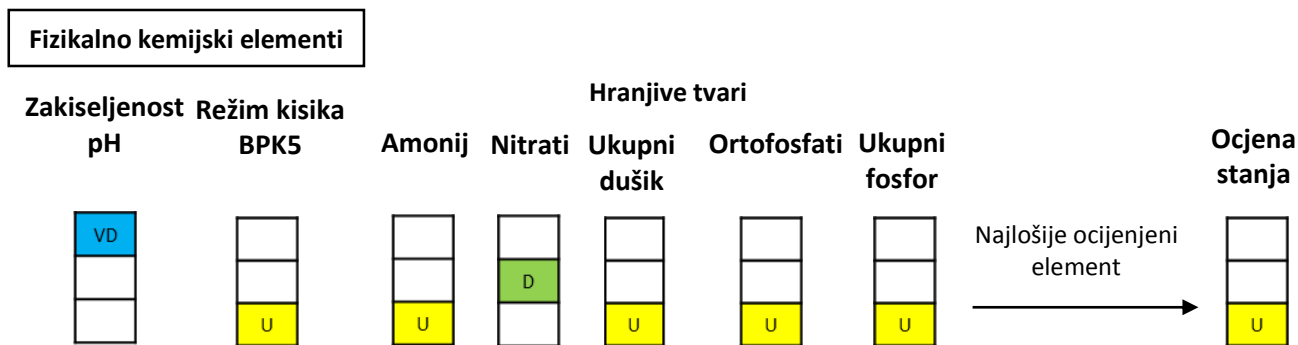
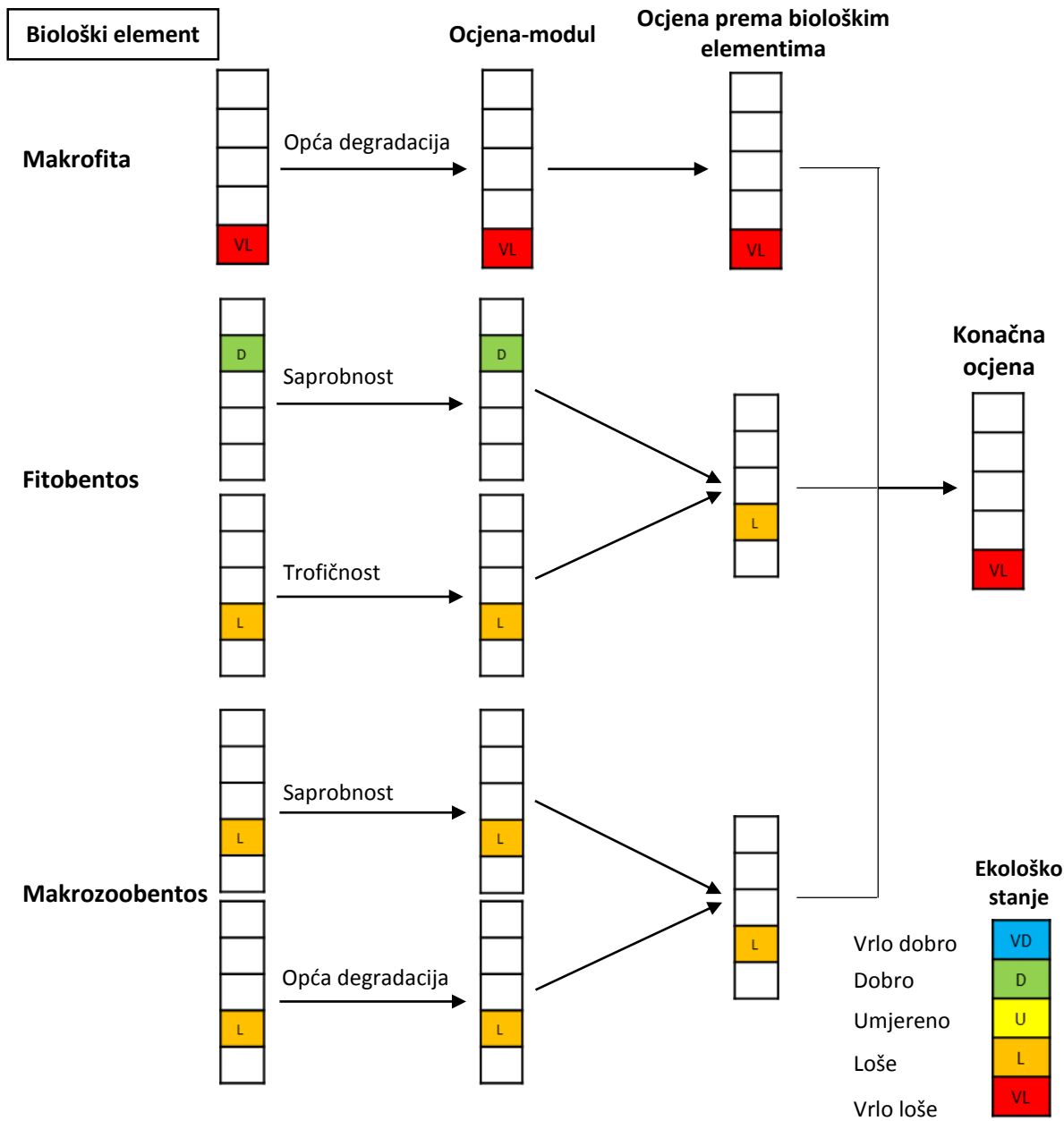
Prema biološkim elementima kakvoće vode, fitobentosu i makrozoobentosu stanje Odvodnog kanala Karašica u Baranji (ekotip HR-R\_2A) ocijenjeno je loše, a prema makrofitima vrlo loše. Na temelju omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata (makrofita, fitobentos, makrozoobentos) stanje je ocijenjeno kao **vrlo loše**, jer se jedan biološki element (makrofita) nalazio u rasponu granica kategorija vrlo lošeg ekološkog stanja.

Na temelju osnovnih fizikalno kemijskih elemenata kakvoće koji prate biološke elemente, stanje Odvodnog kanala Karašica u Baranji ocijenjeno je kao **umjereno**. Na temelju specifičnih onečišćujućih tvari stanje Odvodnog kanala Karašica u Baranji ocijenjeno je kao **dobro**. Prema prosječnoj godišnjoj koncentraciji i maksimalnoj godišnjoj koncentraciji pokazatelja prioritarnih i prioritarnih opasnih tvari koje su mjerene, kemijsko stanje tijela površinske vode Odvodnog kanala Karašica u Baranji razvrstano je u kategoriju „**nije postignuto dobro stanje**“. Stanje Odvodnog kanala Karašica određeno je na temelju ekološkog i/ili kemijskog stanja, ovisno o toga koje je lošije. Vodotok Odvodni kanal Karašica u Baranji **nije u dobrom stanju**, jer ima vrlo loše ekološko stanje i nije postignuto dobro kemijsko stanje.

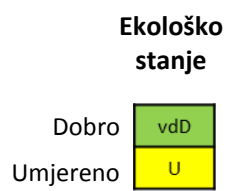
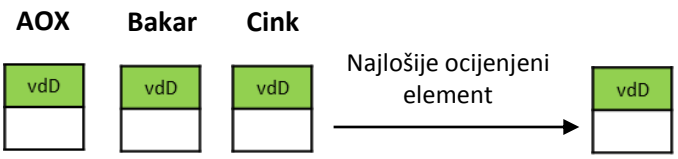
Mikrobiološki parametri ukazuju na značajno organsko opterećenje kanala. Utvrđene količine patogenih bakterija na postajama S2 i S4 u lipnju i studenom, a posebno na S4 u studenom imaju odlike incidentnog mikrobiološkog onečišćenja. Jedan od glavnih uzroka na postaji S2 u lipnju može biti neefikasno pročišćavanje otpadnih voda (S2 se nalazi 1000 m nizvodno od ispusta komunalnih otpadnih voda Belog Manastira). S druge strane, na postaji S4 omjer fekalnih koliformnih i streptokoknih bakterija ulazi u sivo područje interpretacije gdje je veća nesigurnost podrijetla bakterija, odnosno vrlo vjerojatno se radi o mješanim otpadnim vodama.

Topoljski Dunavac je plitka akumulacija s položenim obalama i s odlikama vode stajačice u kojoj se u ljetnim mjesecima može očekivati visoka temperatura, pa ima visok potencijal eutrofikacije. Prirodna je eutrofikacija u Topoljskom Dunavcu kontinuirana, ali spora i prihranjivanjem vodom iz Dunava ne bi došlo do ubrzanja tog procesa. Međutim, prihranjivanjem vodom iz Odvodnog kanala Karašica došlo bi do preopterećenja ovog vodenog ekosustava hranjivim tvarima, odnosno ubrzanja eutrofikacije.

Kvalitetnija odvodnja suvišnih voda područja sliva Odvodnog kanala Karašica u Baranji koja bi se postigla kombinacijom gravitacijskog i mehaničkog načina odvodnje nije moguća niti kod visokih vodostaja s obzirom da prema rezultatima jednogodišnjeg monitoringa nije postignuto dobro stanje. Međutim, ekofiziološkim istraživanjima je utvrđen smanjen hranidbeni potencijal pri visokim vodama, uslijed razrjeđenja hranjivih tvari. Osim toga, trofički potencijal se poboljšava od najopterećenije postaje S2 prema ušću kanala, uslijed razvoja makrofitske vegetacije. S druge strane, iako se udio eutrofnih makrofitskih vrsta povećava, utvrđene fitobentoske i makrozoobentoske zajednice ukazuju na visoko opterećenje hranjivim i organskim tvarima. Dakle, vrlo loše ekološko stanje posljedica je povećanih vrijednosti hranjivih tvari, pesticida, ali i narušene mikrobiološke kvalitete vode. Uvođenjem drugog stupnja pročišćavanja otpadnih voda, povećanjem kapaciteta prečišćavača i strožom kontrolom efluenta moguće je postupno poboljšanje kvalitete vode Odvodnog kanala Karašica u Baranji.

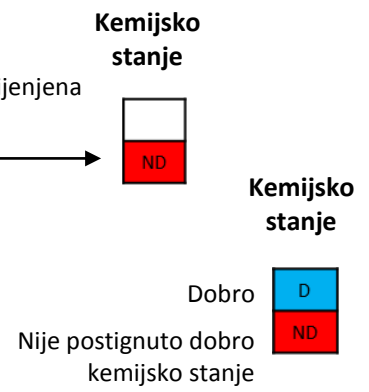
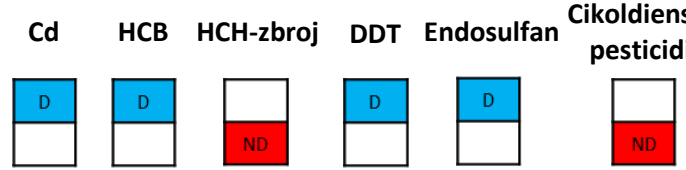


**Specifične onečišćujuće tvari**



**Kemijsko stanje**

**Prioritetne tvari**



## Popis literature

---

1. Zakon o vodama (NN 153/09, 130/11,56/13 i 14/14)
2. Plan upravljanja vodnim područjima (NN 82/13)
3. Uredba o standardu kakvoće voda (NN 73/13)
4. Pravilnik za otpadni mulj (NN 38/08).
5. Državni hidrometeorološki zavod. Klima i klimatske promjene. n.d.  
[http://klima.hr/klima.php?id=klimatske\\_promjene](http://klima.hr/klima.php?id=klimatske_promjene) (25.2. 2016).
6. Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment Directorate-General for Environmental Protection. Circular on target values and intervention values for soil remediation, Netherlands Government Gazette 39, 2000
7. Bertić B. 2011. Utjecaj agrokemikalija na okoliš. Dostupno na:  
[http://suncokret.pfos.hr/~bbertic/literatura/Osnove\\_agroekologije\\_2.pdf](http://suncokret.pfos.hr/~bbertic/literatura/Osnove_agroekologije_2.pdf) ( 2.2.2016.)
8. Bognar A. 1990. Geomorfologija Baranje. Štamparski Zavod Ognjen Prica. Zagreb. 312 str.
9. Dodds WK, Jones JR, Welch EB. 1998. Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. *Water Res* 32(5): 1455-1462.
10. Dodds WK, Oakes, RM. 2004. A technique for establishing reference nutrient concentrations across watersheds impacted by humans. *Limnol. Oceanogr. Methods* 2: 333-341.
11. Hillman, W. S. 1961. The Lemnaceae, or duckweeds. A review of the descriptive and experimental literature. *Biological Reviews*, 27, 221-287.
12. Horvatić J., Peršić V., Mihaljević M. 2006. Bioassay method in evaluation of trophic conditions and nutrient limitation in the Danube wetland waters (1388-1426 r. km). *Hydrobiologia* 563: 453-463
13. Landolt, E. 1986. The Family of Lemnaceae - A Monographic Study, Volume 1. *Veroffentlichungen Des Geobotanischen Instituttes ETH, Stiftung Rubel, Zurich* 71.
14. Lukavský J. 1992. The evaluation of algal growth potential (AGP) and toxicity of water by miniaturized growth bioassay. *Water Res* 26: 1409-1413.
15. Marvan P., Žáková Z. 1981. Expressing results. In Žakova, Z. (ed), *Evaluation of AGP. Dum Techniky ČSVTS, Brno*, str. 68-70
16. Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće, Hrvatske vode, Siječanj 2015.,  
<http://www.voda.hr/hr/metodologije> (20.3.2015.)
17. Scheffer M., van Nes E.H. 2007. Shallow lakes theory revisited: various alternative regimes driven by climate, nutrients, depth and lake size. *Hydrobiologia* 584: 455-466.
18. Sladeček, V., 1979. Algal tests and the ratio of saprobic versus trophic levels. In Marvan P., Pribil S., Lhotsky O.(ed) *Algal assays and monitoring eutrophication*, Schweizbart, Stuttgart, 235-237.
19. Žakova Z. 1986. Criteria for evaluation of trophy, and eutrophication, mapping. In Lhotsky O, Žakova Z, Marvan P, Eds., *Algal Assays and their Application*, ČSVTS, Brno, 41-47
20. Vollenweider RA, Kerekes J. 1982. *Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control*. Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD), Paris, 156 pp.
21. Wetzel RG. 2001. *Limnology. Lake and River Ecosystems*. 3rd edn. Academic Press, San Diego, 1006 str.

## Popis priloga

---

### Prilog 1.

Pojedinačne kemijske analize vode istraživanih postaja Odvodnog kanala Karašica (S1-S4), Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6) od ožujka 2015. godine do veljače 2016. godine.

### Prilog 2.

Pojedinačne analize adsorbilnih organskih halogena (AOX), organoklorovih pesticida (PCP), Metala (Fe, Cu, Zn, Cd, Pb) i Mikrobiološka analiza Odvodnog kanala Karašica (S1-S4), Ribnjaka Popovac i Topljskog Dunavca.

# Prilog 1

Pojedinačne kemijske analize vode istraživanih postaja Odvodnog kanala Karašica (S1-S4), Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6) od ožujka 2015. godine do veljače 2016. godine.



Tablica 1. Korištene metode za kemijsku analizu vode.

Metoda	Određivanje	Jed. Mjere
HRN ISO 7150-1:1998	1. Amonijak kao N	mg /L
HRN ISO 7890-3:1998	2. Nitrati kao N	mg /L
HRN EN 26777:1998	3. Nitriti kao N	mg /L
HRN EN 25663:1993	4. Kjeldahl N	mg /L
HRN ISO 6878:2008	5. Ukupni P	mg /L
HRN ISO 5663:2001+NO <sub>2</sub> -N+NO <sub>3</sub> -N	6. Ukupni N	mg /L
HRN ISO 9297:1998	8. Kloridi	mg /L
SM	9. Sulfati	mg /L
HRN EN ISO 9963-1:1998	10. Alkalitet m-	ml0.1 HCl/100ml
HRN EN ISO 9963-1:1998	11. Alkalitet p-	ml0.1 HCl/100ml
HRN ISO 6878:2008	12. o-Fosfati	mg /L
HRN ISO 15705:2003	13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L
HRN EN 1899-1:2004	14. BPK5	mgO <sub>2</sub> /L
HRN EN 1484:2002	15. TOC	mg /L
HRN EN ISO 11885:2010	16. Natrij	mg /L
HRN EN ISO 11885:2010	17. Kalij	mg /L
HRN EN ISO 11885:2010	18. Magnezij	mg /L
HRN EN ISO 11885:2010	19. Kalcij	mg /L

Tablica 2. Kemijska analiza vode uzorkovane 25.3.2015. na postajama S1-S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji, Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

Određivanje	Jed. Mjere	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1. Amonijak kao N	mg /L	0,0200	0,302	0,337	0,462	0,036	0,022
2. Nitrati kao N	mg /L	3,7350	3,8300	3,4620	3,4970	0,0780	0,0580
3. Nitriti kao N	mg /L	0,0240	0,109	0,118	0,084	0,011	0,007
4. Kjeldahl N	mg /L	0,6000	0,6000	1,7000	0,6000	5,6000	1,7000
5. Ukupni P	mg /L	0,0201	0,8152	0,4022	2,4025	0,6822	0,1282
6. Ukupni N	mg /L	4,3590	4,5390	5,2800	4,1600	5,6890	1,7700
7.pH		7,78	7,87	9,88	7,90	8,24	8,20
8. Kloridi	mg /L	31,410	63,460	50,910	48,710	24,890	24,180
9. Sulfati	mg /L	91,828	121,560	104,388	63,834	136,280	43,206
10. Alkalitet m-	ml0.1 HCl/50 ml	4,549	5,483	4,075	4,171	1,970	3,140
11. Alkalitet p-	ml0.1 HCl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12. o-Fosfati	mg /L	0,0064	0,1048	0,0542	0,0395	0,0309	0,006
13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L	10,0	44,0	34,0	49,0	59,0	34,0
14. BPK5	mgO <sub>2</sub> /L	1,0	4,0	3,0	3,0	7,0	4,0
15. TOC	mg /L	9,69	12,74	10,81	11,23	15,78	11,12
16. Natrij	mg /L	26,57	46,27	40,34	39,22	19,55	26,35
17. Kalij	mg /L	8,096	16,000	8,251	7,558	7,406	5,093
18. Magnezij	mg /L	99,55	106,70	104,90	106,00	63,15	83,44
19. Kalcij	mg /L	171,10	193,50	180,40	172,20	81,13	122,10

Tablica 3. Kemijska analiza vode uzorkovane 26.4.2015. na postajama S1-S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji, Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

Određivanje	Jed. mjere	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1. Amonijak kao N	mg /L	0,0710	1,5400	1,9300	1,0500	0,0680	0,0230
2. Nitrati kao N	mg /L	0,0770	0,0030	0,0080	0,0130	0,0150	0,0290
3. Nitriti kao N	mg /L	0,0780	0,0450	0,0840	0,0890	0,0220	0,0060
4. Kjeldahl N	mg /L	1,1200	2,0200	0,6700	2,1300	1,1200	0,7800
5. Ukupni P	mg /L	0,3210	1,0220	0,9130	0,7240	0,2780	0,3720
6. Ukupni N	mg /L	1,2750	2,0650	0,7620	2,2320	1,1570	0,8150
7.pH		7,87	7,84	7,93	8,09	8,14	8,22
8. Kloridi	mg /L	35,590	67,000	20,460	55,000	20,450	26,370
9. Sulfati	mg /L	52,480	61,574	46,374	53,528	51,582	33,271
10. Alkalitet m-	ml 0.1 HCl/100ml	9,40	10,00	9,34	9,14	4,28	6,16
11. Alkalitet p-	ml 0.1 HCl/100ml	0	0	0	0	0	0
12. o-Fosfati	mg /L	0,1460	0,6720	0,5270	0,4620	0,0530	0,0050
13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L	28,0	36,0	31,0	33,0	61,0	33,0
14. BPK <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	6,0	12,0	11,0	12,0	21,0	9,0
15. TOC	mg /L	11,47	19,78	11,17	12,22	21,96	10,46
16. Natrij	mg /L	24,78	53,85	41,51	39,7	21,16	21,83
17. Kalij	mg /L	7,222	9,005	6,822	8,397	6,510	4,742
18. Magnezij	mg /L	87,71	86,39	82,67	84,89	53,45	57,34
19. Kalcij	mg /L	155,70	143,70	132,50	141,30	52,84	81,23

Tablica 4. Kemijska analiza vode uzorkovane 30.5.2015. na postajama S1-S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji, Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

	Jed. mjere	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1. Amonijak kao N	mg /L	0,0243	0,7166	0,6309	0,4109	0,0459	0,0269
2. Nitrati kao N	mg /L	0,6850	0,3720	0,2680	0,4310	<0.02	<0.02
3. Nitriti kao N	mg /L	0,0404	0,1142	0,2240	0,1889	<0.002	0,0075
4. Kjeldahl N	mg /L	1,1200	0,8400	1,1200	1,0000	1,2300	1,1200
5. Ukupni P	mg /L	0,3523	0,6278	0,6271	0,4601	0,2370	0,6610
6. Ukupni N	mg /L	1,8454	1,3262	1,6120	1,6199	1,2300	1,1275
7.pH		7,5	7,55	7,76	7,93	8,21	8,25
8. Kloridi	mg /L	95,720	67,280	51,760	58,070	55,510	36,800
9. Sulfati	mg /L	91,448	89,808	96,218	106,964	89,228	63,306
10.Alkalitet m-	ml0.1 HCl/100ml	3,51	3,58	3,79	3,65	1,93	2,42
11. Alkalitet p-	ml0.1 HCl/100ml	0	0	0	0	0	0
12.o-Fosfati	mg /L	0,0162	0,0468	0,0764	0,0534	0,0095	0,0018
13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L	60,0	60,0	30,0	15,0	30,0	60,0
14.BPK5	mgO <sub>2</sub> /L	4,0	9,0	3,0	5,0	10,0	9,0
15. TOC	mg /L	13,12	16,75	9,83	7,23	11,62	13,27
16.Natrij	mg /L	18,24	24,55	23,77	24,96	18,74	17,88
17. Kalij	mg /L	10,860	9,328	5,807	7,735	6,324	3,787
18.Magnezij	mg /L	60,50	59,28	61,63	69,46	49,67	46,07
19.Kalcij	mg /L	117,80	102,00	105,40	124,30	40,93	68,09

Tablica 5. Kemijska analiza vode uzorkovane 30.6.2015. na postajama S1-S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji, Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

Određivanje	Jed. mjere	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1. Amonijak kao N	mg /L	0,1578	1,6214	0,9884	0,3021	0,0877	0,0192
2. Nitrati kao N	mg /L	6,9866	4,1489	1,8345	1,8647	3,1156	1,0764
3. Nitriti kao N	mg /L	0,0228	0,0025	0,0095	0,0238	0,0077	0,0010
4. Kjeldahl N	mg /L	1,1205	7,2836	5,6028	0,5602	7,2836	1,1205
5. Ukupni P	mg /L	0,4474	1,2450	1,2053	0,6368	0,2438	0,0501
6. Ukupni N	mg /L	8,0399	11,435	7,4468	2,4487	10,4069	2,1979
7.pH		7,34	7,46	7,71	8,07	8,68	8,21
8. Kloridi	mg /L	41,190	74,090	42,901	51,922	35,800	28,609
9. Sulfati	mg /L	96,89	93,69	85,80	103,84	107,00	57,22
10. Alkalitet m-	ml0.1 HCl/100ml	10	10,7	10,4	10,5	4,1	6,1
11. Alkalitet p-	ml0.1 HCl/100ml	-	-	-	-	0,4000	-
12. o-Fosfati	mg /L	0,4	1,2	1,3	0,6	<0.02	<0.02
13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L	47,0	44,0	32,0	25,0	74,0	32,0
14. BPK5	mgO <sub>2</sub> /L	27	22	6	6	14	4
15. TOC	mg /L	7,59	12,36	7,31	8,42	24,37	6,9
16. Natrij	mg /L	37,8	98,3	63,8	64,4	36,8	34,0
17. Kalij	mg /L	0,49	0,57	0,50	0,49	0,50	0,45
18. Magnezij	mg /L	98,84	91,20	96,40	100,10	73,60	64,90
19. Kalcij	mg /L	180,8	164,8	175,7	179,3	51,5	90,9

Tablica 6. Kemijska analiza vode uzorkovane 27.7.2015. na postajama S1-S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji, Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

Određivanje	Jed. mjere	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1. Amonijak kao N	mg /L	0,8578	3,7888	3,1332	0,1798	0,1513	0,0265
2. Nitrati kao N	mg /L	0,0782	0,0459	0,0251	<0.02	0,0130	0,0510
3. Nitriti kao N	mg /L	0,0056	0,0070	0,0031	0,0108	0,0112	0,0011
4. Kjeldahl N	mg /L	4,0000	10,0000	12,0000	2,0000	2,0000	<1
5. Ukupni P	mg /L	2,5500	1,9280	2,9260	0,5490	0,3850	0,1280
6. Ukupni N	mg /L	4,084	10,052	12,029	2,0208	2,0242	<1
7.pH		7,17	7,48	7,57	7,90	8,72	8,01
8. Kloridi	mg /L	41,050	117,550	88,060	82,600	38,360	24,250
9. Sulfati	mg /L	46,99	62,09	40,33	55,44	181,84	21,77
10. Alkalitet m-	ml0.1 HCl/100ml	9,0000	11,4000	12,0000	7,8000	3,6000	5,6000
11. Alkalitet p-	ml0.1 HCl/100ml						
12.o-Fosfati	mg /L	0,5	1,6	2,7	0,4	0,2	0,0
13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L	39,0	93,0	88,0	64,0	147,0	59,0
14. BPK <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	5	24	14	11	30	4
15. TOC	mg /L	11,86	23,84	24,42	17,11	44,54	12,27
16. Natrij	mg /L	20,4	104,9	73,9	73,7	25,3	22,0
17. Kalij	mg /L	6,61	15,60	12,40	11,50	7,50	4,10
18. Magnezij	mg /L	80,20	76,70	85,40	90,70	64,40	58,10
19. Kalcij	mg /L	124,9	154,5	153,6	77,6	31	71,3

Tablica 7. Kemijska analiza vode uzorkovane 24.8.2015. na postajama S1-S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji, Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

Određivanje	Jed. mjere	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1. Amonijak kao N	mg /L	0,5992	2,1180	4,8800	0,0866	0,2025	0,0346
2. Nitrati kao N	mg /L	0,1017	14,0870	0,8206	0,5191	0,6459	0,2269
3. Nitriti kao N	mg /L	0,0108	0,2440	0,0067	<0.002	<0.002	<0.002
4. Kjeldahl N	mg /L	5,6000	5,6000	11,2000	2,0000	2,8000	3,6000
5. Ukupni P	mg /L	0,8927	4,5116	3,7824	0,7695	2,9217	2,1632
6. Ukupni N	mg /L	5,712	19,931	12,027	2,519	3,445	3,826
7.pH		7,28	7,52	7,46	7,78	8,53	8,06
8. Kloridi	mg /L	37,080	141,370	84,940	92,310	38,710	24,600
9. Sulfati	mg /L	67,69	65,18	59,13	70,41	141,52	44,49
10. Alkalitet m-	ml0.1 HCl/100ml	8,5	8,6	9,6	7,4	4,4	5,8
11. Alkalitet p-	ml0.1 HCl/100ml	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2000	0,0000
12. o-Fosfati	mg /L	0,7	4,3	2,2	0,6	0,4	0,0
13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L	15,0	28,0	31,0	36,0	126,0	28,0
14. BPK5	mgO <sub>2</sub> /L	6	7	8	14	26	7
15. TOC	mg /L	10,42	10,94	10,31	19,55	28,37	11,47
16. Natrij	mg /L	34,7	205,0	120,3	122,5	41,6	32,4
17. Kalij	mg /L	0,49	0,72	0,64	0,55	0,53	0,45
18. Magnezij	mg /L	67,28	52,20	53,93	64,37	48,33	48,59
19. Kalcij	mg /L	1272	1263	1431	763,9	342,5	708,7

Tablica 8. Kemijska analiza vode uzorkovane 14.9.2015. na postajama S1-S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji, Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

Određivanje	Jed. mjere	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1. Amonijak kao N	mg /L	0,2790	1,3470	2,3740	0,0320	0,6590	0,1050
2. Nitrati kao N	mg /L	0,1800	10,2500	0,3800	0,5200	0,9000	0,0200
3. Nitriti kao N	mg /L	0,0130	0,8130	0,0100	0,0100	0,0610	0,0080
4. Kjeldahl N	mg /L	1,6800	2,9100	3,9200	0,6700	2,3500	1,1200
5. Ukupni P	mg /L	1,1600	3,6000	3,2100	0,5100	1,9900	2,2300
6. Ukupni N	mg /L	1,87	13,97	4,31	1,2	3,31	1,15
7.pH		7,49	7,78	7,66	8,21	8,26	7,97
8. Kloridi	mg /L	38,570	161,510	117,310	85,290	37,790	24,670
9. Sulfati	mg /L	71,16	101,96	67,43	80,80	178,48	49,10
10.Alkalitet m-	ml0.1 HCl/100ml	7,3	9,3	9,1	5,7	3,9	5,25
11. Alkalitet p-	ml0.1 HCl/100ml	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12.o-Fosfati	mg /L	0,3	3,1	2,5	0,4	0,5	0,0
13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L	12,0	10,0	15,0	19,0	92,0	15,0
14.BPK5	mgO <sub>2</sub> /L	4	4	12	8	55	3
15. TOC	mg /L	8,04	8,47	10,03	9,71	27,09	10,65
16.Natrij	mg /L	26,4	182,2	130,9	104,3	30,8	27,9
17. Kalij	mg /L	0,50	0,67	0,64	0,58	0,51	0,45
18.Magnezij	mg /L	54,20	54,90	50,60	46,90	44,80	41,20
19.Kalcij	mg /L	74,7	85,1	91,2	42,2	28,9	39



Tablica 9. Kemijska analiza vode uzorkovane 26.10.2015. na postajama S1-S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji, Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

Određivanje	Jed. mjere	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1. Amonijak kao N	mg /L	0,0100	0,2000	0,4100	0,59	0,0960	0,682
2. Nitrati kao N	mg /L	1,6100	2,2500	1,1500	1,28	<0.5	<0.5
3. Nitriti kao N	mg /L	0,0700	0,0460	0,0500	0,081	0,0340	0,018
4. Kjeldahl N	mg /L	3,5200	0,2800	0,5000	0,8	4,9800	0,5
5. Ukupni P	mg /L	0,1231	0,7991	0,5229	0,5966	0,2072	2,9073
6. Ukupni N	mg /L	5,2000	2,5760	1,7000	2,161	5,0140	0,68
7.pH		7,88	7,78	7,86	7,87	8,56	7,93
8. Kloridi	mg /L	30,700	47,150	42,540	48,78	29,720	23,82
9. Sulfati	mg /L	15,95	41,95	59,97	86,59	45,78	38,996
10. Alkalitet m-	ml0.1 HCl/100ml	7,1000	7,7000	7,8000	8	4,6000	4,7
11. Alkalitet p-	ml0.1 HCl/100ml	0	0	0	0	0,5	0
12. o-Fosfati	mg /L	0,0	0,4	0,3	0,3879	0,0423	<0.02
13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L	38,0	45,0	25,0	65	48,0	73
14. BPK <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	8	5	5	6	14	5
15. TOC	mg /L	8,83	10,53	11,28	9,18	25,26	11,64
16. Natrij	mg /L	29,7	51,9	48,0	56	30,2	31,6
17. Kalij	mg /L	0,49	0,52	0,50	0,51	0,52	0,46
18. Magnezij	mg /L	55	57,2	59,9	63	44	46,3
19. Kalcij	mg /L	104,40	109,50	107,00	111,2	50,30	44,1

Tablica 10. Kemijska analiza vode uzorkovane 23.11.2015. na postajama S1-S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji, Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

Određivanje	Jed. mjere	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1. Amonijak kao N	mg /L	0,0600	0,7200	1,09	2,07	0,05	0,06
2. Nitrati kao N	mg /L	0,3700	2,6100	0,54	0,07	<0.02	<0.02
3. Nitriti kao N	mg /L	0,0100	0,0500	0,03	0,07	0,02	0,01
4. Kjeldahl N	mg /L	10,6400	10,6400	11,48	2,8	11,2	1,68
5. Ukupni P	mg /L	0,5500	1,0700	0,65	0,86	0,18	0,09
6. Ukupni N	mg /L	11,0100	13,2900	12,05	2,94	11,21	1,68
7.pH		7,77	7,56	7,74	7,79	8,11	7,97
8. Kloridi	mg /L	36,370	56,580	49,28	44,1	29,71	23,54
9. Sulfati	mg /L	124,08	125,29	130,64	89,01	86,87	45,01
10.Alkalitet m-	ml0.1 HCl/100ml	7,4	8,2	7,8	6,4	5,3	5,1
11. Alkalitet p-	ml0.1 HCl/100ml	/	/	/	/	/	/
12.o-Fosfati	mg /L	0,1	0,8	0,63	0,75	0,07	<0.02
13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L	21,0	40,0	30	63	59	5
14.BPK5	mgO <sub>2</sub> /L	4	12	14	12	22	4
15. TOC	mg /L	8,46	14,12	15,12	16,97	21,78	3,87
16.Natrij	mg /L	32,0	68,7	56,72	55,65	30,39	34,77
17. Kalij	mg /L	4,20	7,12	5,59	4,69	4,73	2,9
18.Magnezij	mg /L	53,95	52,71	54,59	45,8	40,18	41,87
19.Kalcij	mg /L	1266	1246	1206	1010	544,3	489,4

Tablica 11. Kemijska analiza vode uzorkovane 7.12.2015. na postajama S1-S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji, Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

Određivanje	Jed. mjere	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1. Amonijak kao N	mg /L	0,0600	0,6700	0,98	0,81	0,25	0,04
2. Nitrati kao N	mg /L	2,0000	7,1900	2,9	2,08	0,36	0,51
3. Nitriti kao N	mg /L	0,0100	0,0800	0,03	0,06	0,02	0,01
4. Kjeldahl N	mg /L	0,2800	1,1200	1,12	1,68	1,12	0,84
5. Ukupni P	mg /L	0,2400	1,5800	1,11	0,7	0,43	2,04
6. Ukupni N	mg /L	2,2900	8,4900	4,06	3,82	1,5	1,36
7. pH		7,51	7,58	7,63	7,71	7,94	7,93
8. Kloridi	mg /L	35,800	85,430	57,78	65,44	30,35	23,11
9. Sulfati	mg /L	123,02	130,80	124,24	122,79	75	42,52
10. Alkalitet m-	ml 0.1 HCl/100ml	9,8000	10,150	10,2	10,3	5,4	5,8
11. Alkalitet p-	ml 0.1 HCl/100ml	/	/	/	/	/	/
12. o-Fosfati	mg /L	0,1	1,5	0,8597	0,6407	0,0254	<0,02
13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L	47,0	22,0	22	36	46	28
14. BPK <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	14	11	7	8	24	7
15. TOC	mg /L	10,8	10,12	8,41	10,53	16,56	9,7
16. Natrij	mg /L	36,0	122,8	74,12	71,7	31,8	33,2
17. Kalij	mg /L	0,48	0,57	0,5	0,5	0,52	0,45
18. Magnezij	mg /L	68,3	69,2	63,6	69,8	44,5	46,2
19. Kalcij	mg /L	150,80	158,60	147,3	157,2	59,9	56

Tablica 12. Kemijska analiza vode uzorkovane 12.1.2016. na postajama S1-S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji, Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

Određivanje	Jed. mjere	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1. Amonijak kao N	mg /L	0,0280	1,0608	2,7058	0,6864	0,9535	0,0832
2. Nitrati kao N	mg /L	3,3358	2,6147	2,2219	2,2992	0,1985	0,0237
3. Nitriti kao N	mg /L	0,0163	0,0698	0,1613	0,0567	0,0166	0,0055
4. Kjeldahl N	mg /L	0,28	1,68	5,60	1,12	3,36	0,28
5. Ukupni P	mg /L	3,632	4,365	7,983	3,476	3,575	0,309
6. Ukupni N	mg /L	0,3575	0,3595	1,0315	0,3755	0,1876	0,0891
7. pH		7,64	7,54	7,65	7,80	7,97	7,87
8. Kloridi	mg /L	32,05	49,13	63,10	46,01	26,94	21,48
9. Sulfati	mg /L	94,37	114,63	117,51	115,58	80,76	79,34
10. Alkalitet m-	ml 0.1 HCl/100ml	0	0	0	0	0	0
11. Alkalitet p-	ml 0.1 HCl/100ml	7,00	9,30	8,30	8,95	5,00	4,20
12. o-Fosfati	mg /L	0,0607	0,2319	0,6218	0,2213	0,0237	0,0084
13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L	30	44	59	30	89	59
14. BPK5	mgO <sub>2</sub> /L	10	8	20	6	7	6
15. TOC	mg /L	7,34	10,56	20,01	8,48	15,31	10,03
16. Natrij	mg /L	25,69	32,24	37,84	32,11	21,76	23,93
17. Kalij	mg /L	2,818	4,116	4,534	3,591	3,529	2,431
18. Magnezij	mg /L	95,05	100,10	98,20	103,50	45,22	43,31
19. Kalcij	mg /L	54,27	60,94	59,19	66,41	42,22	44,70

Tablica 13. Kemijska analiza vode uzorkovane 8.2.2016. na postajama S1-S4 Odvodnog kanala Karašica u Baranji, Ribnjaka Popovac (S5) i Topoljskog Dunavca (S6).

Određivanje	Jed. mjere	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1. Amonijak kao N	mg /L	0,0243	0,0345	0,1567	0,2931	0,5138	0,0145
2. Nitrati kao N	mg /L	3,1487	2,2935	4,7036	2,9021	2,0439	1,2014
3. Nitriti kao N	mg /L	0,0037	0,0019	0,0080	0,0186	0,0054	0,0020
4. Kjeldahl N	mg /L	1,00	1,00	<1	<1	2,00	<1
5. Ukupni P	mg /L	4,152	3,295	4,712	2,921	4,049	1,203
6. Ukupni N	mg /L	0,1248	0,1690	0,3731	0,8694	0,8434	0,2486
7. pH		7,00	7,84	7,99	8,01	8,35	8,40
8. Kloridi	mg /L	59,63	33,61	22,51	44,60	43,75	50,27
9. Sulfati	mg /L	88,59	116,64	96,04	100,21	71,98	52,89
10. Alkalitet m-	ml 0.1 HCl/100ml	0	0	0	0	0	0
11. Alkalitet p-	ml 0.1 HCl/100ml	8,70	10,00	9,40	9,40	5,80	5,70
12. o-Fosfati	mg /L	0,0651	0,0798	0,2893	0,5135	0,0422	0,0693
13. KPK	mgO <sub>2</sub> /L	37	52	32	37	57	54
14. BPK5	mgO <sub>2</sub> /L	5	5	11	7	13	6
15. TOC	mg /L	8,59	12,62	9,32	7,61	16,19	11,19
16. Natrij	mg /L	27,49	37,77	31,49	31,54	26,26	27,24
17. Kalij	mg /L	0,510	0,635	0,516	0,513	0,540	0,487
18. Magnezij	mg /L	111,60	123,60	112,10	113,60	57,87	54,33
19. Kalcij	mg /L	61,25	63,26	66,08	67,10	45,17	49,14

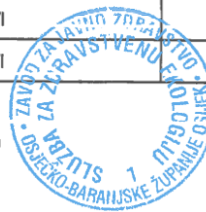
## PRILOG 2

Pojedinačne analize adsorbilnih organskih halogena (AOX), organoklorovih pesticida (PCP), Metala (Fe, Cu, Zn, Cd, Pb) i Mikrobiološka analiza Odvodnog kanala Karašica (S1-S4), Ribnjaka Popovac i Topljskog Dunavca.

Tablica 1. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi postaje Topoljski Dunavac (S6 – ušće staro kanala Bučka) 8.2.2016. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska Ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Ukupni koliformi	*MBV 020 REV 4 (1.1.2016)	n/100ml		5000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		550	
Escherichia coli	*MBV 020 REV 4 (1.1.2016)	n/100ml		10	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		40	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1500	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1200	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		< 0,04	
Bakar	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,22	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		< 10,0	
Kadmij	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Olovo	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2,00	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Pesticidi organoklorini ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,02	
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,004	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,005	
Lindan	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0075	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0009	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0003	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,00025	
Izodrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 8,2e-05	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 1

Analitičko izvješće broj: 01 00351/16 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzjz.vode@gmail.com  
www.zzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 2. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi postaje Ribnjaka Popovac (S5) 8.2.2016. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Ukupni koliformi	*MBV 020 REV 4 (1.1.2016)	n/100ml		120	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		8	
Escherichia coli	*MBV 020 REV 4 (1.1.2016)	n/100ml		5	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		100	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1400	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1400	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,05	
Bakar	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,07	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		10,0	
Kadmij	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Olovo	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2,00	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Pesticidi organoklorini ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,017	
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,005	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,006	
Lindan	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0006	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0006	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0012	
Izodrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 8,2e-05	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 1

Analičko izvješće broj: 01 00346/16

Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak i ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzjz.vode@gmail.com  
www.zzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465



Tablica 3. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica postaje S4 (2+007), 8.2.2016. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Ukupni koliformi	*MBV 020 REV 4 (1.1.2016)	n/100ml		38000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		370	
Escherichia coli	*MBV 020 REV 4 (1.1.2016)	n/100ml		350	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		130	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		3100	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		2900	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,27	
Bakar	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,69	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		10,0	
Kadmij	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Olovo	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2,00	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Pesticidi organoklorini ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,009	
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,004	
Lindan	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0004	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0009	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 8,2e-05	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,00025	
Izodrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,004	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 1

Analičko izvješće broj: 01 00350/16 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzzj.vode@gmail.com  
www.zzzjosijek.hr

IBAN: HR822360001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 4. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S3 (13+566), 8.2.2016. godine.

Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
<b>Laboratorij za mikrobiologiju voda</b>					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Ukupni koliformi	*MBV 020 REV 4 (1.1.2016)	n/100ml		23000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		1000	
Escherichia coli	*MBV 020 REV 4 (1.1.2016)	n/100ml		1000	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		400	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		3700	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		2400	
Salmonella spp.	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
<b>Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju</b>					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,24	
Bakar	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,54	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		12,0	
Kadmij	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Olovo	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2,00	
<b>Laboratorij za kromatografiju</b>					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Pesticidi organoklorini ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,01	
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,005	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,004	
Lindan	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0001	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,001	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 8,2e-05	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,00025	
Izodrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 8,2e-05	

Kraj analitičkog izvješća

\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 1

Analičko izvješće broj: 01 00347/16 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzzj.vode@gmail.com  
www.zzzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465



Tablica 5. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S2 (19+763), 8.2.2016. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Ukupni koliformi	*MBV 020 REV 4 (1.1.2016)	n/100ml		29000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		2000	
Escherichia coli	*MBV 020 REV 4 (1.1.2016)	n/100ml		2000	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		180	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		2500	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1900	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,19	
Bakar	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		2,23	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		19,0	
Kadmij	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Olovo	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2,00	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Pesticidi organoklorini-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,014	
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,00015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,00015	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,005	
Lindan	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,00017	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0001	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0008	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0014	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,005	
Izodrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 1

Analičko izvješće broj: 01 00345/16 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzjz.vode@gmail.com  
www.zzjzosijsjek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 6. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S1 (29+594), 8.2.2016. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Ukupni koliformi	*MBV 020 REV 4 (1.1.2016)	n/100ml		210	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		10	
Escherichia coli	*MBV 020 REV 4 (1.1.2016)	n/100ml		1	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		120	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1500	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1200	
Salmonella spp.	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,22	
Bakar	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,75	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		11,0	
Kadmij	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Olovo	*HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2,00	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Pesticidi organoklorini ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,01	
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,005	
Lindan	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0001	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0008	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 8,2e-05	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,02	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,00025	
Izodrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,005	

Kraj analitičkog izvješća

\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 1

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzzj.vode@gmail.com  
www.zzzjosijek.hr

IBAN: HR822360001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465



Analičko izvješće broj: 01 00343/16 Strana 2/2

Tablica 7. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi postaje Topoljski Dunavac (S6 – ušće staro kanala Bučka) 23.11. 2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		110	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		10	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		10	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		10	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		2800	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		700	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		< 0,04	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,13	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		< 10,0	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2,00	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Pesticidi organoklorini ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,082	
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,004	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,008	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,01	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,02	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,04	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	

Kraj analitičkog izvješća

\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 1

Analičko izvješće broj: 01-08943/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzzj.vode@gmail.com  
www.zzzjosijek.hr

IBAN: HR822360001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465



Tablica 8. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi postaje Ribnjaka Popovac (S5) 23.11.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		110	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		750	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		180	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		170	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		350	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		2200	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1300	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2,00	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,05	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		0,82	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		< 10,0	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,007	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,07	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,05	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,004	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,05	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Pesticidi organoklorini ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,19	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 1

Analiitičko izvješće broj: 01 04947/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzjz.vode@gmail.com  
www.zzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 9. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S4 (2+007), 23.11.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		180000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		100000	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		80000	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		33000	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		94000	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		99000	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2,00	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,07	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,06	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		16,0	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,016	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,07	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,003	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,004	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,02	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,04	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Pesticidi organoklorini ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,15	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007.

OBR 090 REV 1

Analičko izvješće broj: 01 04951/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

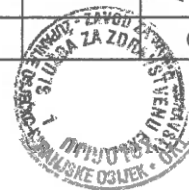
e-mail: zzjz.vode@gmail.com  
www.zzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 10. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S3 (13+566), 23.11.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		220000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		16000	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		4100	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		4400	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		50000	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		28000	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2,00	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,13	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,06	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		10,0	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,04	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,006	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,003	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,008	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,008	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,03	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Pesticidi organoklorini ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,11	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 1

Analiitičko izvješće broj: 01 04948/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzjz.vode@gmail.com  
www.zzjzosijsk.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465



Tablica 11. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S2 (19+763), 23.11.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		33000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		12000	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		8600	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		2000	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		95000	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		28800	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2,00	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,22	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		0,75	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		12,0	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,01	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,06	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,02	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,006	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,021	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,01	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,003	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Pesticidi organoklorini ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,13	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 1

Analitičko izvješće broj: 01-04946/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzjz.vode@gmail.com  
www.zzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 12. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S1 (29+594), 23.11.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		680	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000   Ispr.1:2008	n/100 ml		80	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		80	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		100	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		10400	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1900	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,26	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,05	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		10,0	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2,00	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Sukladnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,016	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,08	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,02	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,007	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,01	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,004	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,005	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,1	
Pesticidi organoklorini ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,1	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 7025:2007

OBR 090 REV 1

Analitičko izvješće broj: 01 04944/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzzj.vode@gmail.com  
www.zzzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 13. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi postaje Topoljski Dunavac (S6 – ušće staro kanala Bučka) 14.9.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja <b>Metoda</b>					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		70	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		50000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		5700	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		10	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		280	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		2700	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		5300	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,02	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,86	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		< 10	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,02	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,02	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,006	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,003	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 0

Analičko izvješće broj: 01 03904/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak i ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzzj.vode@gmail.com  
www.zzzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 14. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi postaje Ribnjaka Popovac (S5) 14.9.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		250	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		3800	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		530	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		280	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		920	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		3600	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		2200	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,03	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		4,54	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		< 10	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,006	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,01	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 7025:2007

OBR 090 REV 0

Analičko izvješće broj: 01 03906/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzzj.vode@gmail.com  
www.zzzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 15. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S4 (2+007), 14.9.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		100	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		1600	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		50	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		50	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		100	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		8400	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		3300	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,03	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		2,81	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		11	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 7025:2007

OBR 090 REV 0

1

Analitičko izvješće broj: 01 03910/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzjz.vode@gmail.com  
www.zzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 16. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S3 (13+566), 14.9.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		14000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr. 1:2008	n/100 ml		220	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		70	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		160	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		6700	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		11400	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,41	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		3,79	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		12	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,003	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,003	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,02	

Kraj analitičkog izvješća



odnose se isključivo na ispitani uzorak smiju se

izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek

e-mail: zzjz.vode@gmail.com

IBAN: HR8223600001102365191

prema HRN EN ISO 17025:2007 www.zzjosijek.hr

MB: 3018792 | OIB: 46854859465

\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO 17025:2007

OBR 090 REV 0

Analičko izvješće broj: 01 03907/15

Strana 2/2

Rezultati ispitivanja

i ne

umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja

Tablica 17. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S2 (19+763), 14.9.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		18000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		420	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		270	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		90	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1900	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		4700	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,05	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,68	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		39	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0084	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,003	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,004	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	

Kraj analitičkog izvješća

\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 0

Analičko izvješće broj: 01 03905/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak i ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzjz.vode@gmail.com  
www.zzjz-osijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465



Tablica 18. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S1 (29+594), 14.9.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		4000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		250	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		50	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		150	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		3400	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		4900	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,26	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		2,39	
Cink	HRN ISO 8288:1998 (F)	Zn µg/l		< 10	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0084	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,01	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 0

odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Analičko izvješće broj: 01 03902/15

Strana 2/2

Rezultati ispitivanja

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzjz.vode@gmail.com  
www.zzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465



Tablica 19. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi postaje Topoljski Dunavac (S6 – ušće staro kanala Bučka) 1.6. 2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		510	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		40	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		10	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		10	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1300	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1020	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		< 0,04	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		0,79	
Cink	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Zn µg/l		< 10	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0019	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,004	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,008	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l			

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 0

Analičko izvješće broj: 01 02191/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

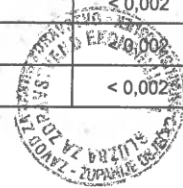
e-mail: zzz.vode@gmail.com  
www.zzzosijek.hr

IBAN: HR822360001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 20. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi postaje Ribnjaka Popovac (S5) 1.6.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		770	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		190	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		160	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		80	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		2100	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		1900	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		< 0,04	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		< 0,7	
Cink	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Zn µg/l		< 10	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,011	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,02	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,006	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,025	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,005	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0028	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,0022	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 0

Analičko izvješće broj: 01 02186/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzzj.vode@gmail.com  
www.zzzjosijek.hr

IBAN: HR822360001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 21. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S4 (2+007), 1.6.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		4400	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		380	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		250	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		70	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		6400	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		5800	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		0,04	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,15	
Cink	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Zn µg/l		< 10	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,013	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	

Kraj analitičkog izvješća

\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 0

Analitičko izvješće broj: 01 02190/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzzj.vode@gmail.com  
www.zzzjosijek.hr

IBAN: HR822360001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465



Tablica 22. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S3 (13+566), 1.6.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		21000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		6600	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		5200	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		600	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		11200	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		11100	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		< 0,04	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,17	
Cink	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Zn µg/l		< 10	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,012	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,005	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	

Kraj analitičkog izvješća

\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 0

Analičko izvješće broj: 01 02187/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzzj.vode@gmail.com  
www.zzzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465

Tablica 23. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S2 (19+763), 1.6.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		80000	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		45000	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		40000	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		6000	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		30400	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		25500	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2	
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		< 0,04	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,36	
Cink	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Zn µg/l		< 10	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,01	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,003	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0036	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	

Kraj analitičkog izvješća

\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

OBR 090 REV 0

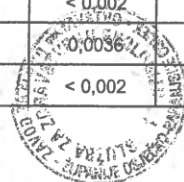
Analitičko izvješće broj: 01 02185/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzzj.vode@gmail.com  
www.zzzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465



Tablica 24. Adsorbilni organski halogenidi, Mikrobiološka analiza, Metali (Fe, Cu, Zn, Cd i Pb) te organokolorovi pesticidi u vodi Odvodnog kanala Karašica – postaje S1 (29+594), 1.6.2015. godine.

Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
AOX	HRN EN ISO 9562:2008	µg/l		< 50	
Laboratorij za mikrobiologiju voda					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Ukupni koliformi	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		5900	
Fekalni koliformi	*HRN EN ISO 9308-1:2000 i Ispr.1:2008	n/100 ml		20	
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2014	n/100 ml		20	
Enterokoki	*HRN EN ISO 7899-2:2000	n/100 ml		70	
Broj kolonija 22°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		6100	
Broj kolonija 37°C	*HRN EN ISO 6222:2000	n/1 ml		5500	
<i>Salmonella spp.</i>	HRN ISO 6340:2000	n/1000 ml		nisu izolirane	
Laboratorij za atomsku apsorpcijsku spektrometriju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
Željezo	DIN 38406-2:2000 (F)	Fe mg/l		< 0,04	
Bakar	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cu µg/l		1,91	
Cink	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Zn µg/l		< 10	
Kadmij	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Cd µg/l		< 0,05	
Olovo	HRN EN ISO 15586:2008 (G)	Pb µg/l		< 2	
Laboratorij za kromatografiju					
Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat	Ispravnost
HCB	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,001	
HCH-α	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-β	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
HCH-δ	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
Lindan	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0015	
DDT i metaboliti	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,0072	
Aldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		0,002	
Dieldrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endrin	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Heptaklor	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Endosulfan-ukupni	HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	
Izodrin	*HRN EN ISO 6468:2002	µg/l		< 0,002	

Kraj analitičkog izvješća



\* akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 7025:2007

OBR 090 REV 0

Analičko izvješće broj: 01 02183/15 Strana 2/2

Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitani uzorak ne smiju se umnožavati niti koristiti u reklamne svrhe bez odobrenja izvršitelja.

Franje Krežme 1, 31000 Osijek  
tel. 031 225 787 | fax. 031 225 788

e-mail: zzjz.vode@gmail.com  
www.zzjosijek.hr

IBAN: HR8223600001102365191  
MB: 3018792 | OIB: 46854859465