

SEZONSKE VARIJACIJE KONCENTRACIJE UKUPNOG ORGANSKOG UGLJIKA (TOC) U POVRŠINSKIM VODAMA KOPAČKOG RITA U SKLOPU PROJEKTA NATURAVITA U RAZDOBLJU SRPANJ 2021. - LIPANJ 2022. GODINE

Hrvoje Sučić, mag. med. lab. diagn.

Nastavni zavod za javno zdravstvo
Osječko-baranjske županije
Drinska 8, Osijek, Hrvatska
zz-ekologija-gis@zzjzjosijek.hr

Ivan Damjanović, mag. biol.

Nastavni zavod za javno zdravstvo
Osječko-baranjske županije
Drinska 8, Osijek, Hrvatska

Marika Kralj, mag. ing. techn. aliment., univ. spec.

Nastavni zavod za javno zdravstvo
Osječko-baranjske županije
Drinska 8, Osijek, Hrvatska

Danijela Bezik, mag. ing. biotechn.

Nastavni zavod za javno zdravstvo
Osječko-baranjske županije
Drinska 8, Osijek, Hrvatska

Dario Kolarić, dipl. ing. preh. teh.

Nastavni zavod za javno zdravstvo
Osječko-baranjske županije
Drinska 8, Osijek, Hrvatska

prof. dr. sc. Mirna Habuda-Stanić

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Franje Kuhača 18, Osijek, Hrvatska

izv. prof. dr. sc. Nataša Turić

Nastavni zavod za javno zdravstvo
Osječko-baranjske županije
Drinska 8, Osijek, Hrvatska

Snježana Benković, dipl. ing. preh. teh.

Nastavni zavod za javno zdravstvo
Osječko-baranjske županije
Drinska 8, Osijek, Hrvatska

Barbara Petrovicky Šveiger, univ. bacc, ing. techn. aliment.

Nastavni zavod za javno zdravstvo
Osječko-baranjske županije
Drinska 8, Osijek, Hrvatska

Ines Ruškan, mag. sanit. ing.

Nastavni zavod za javno zdravstvo
Osječko-baranjske županije
Drinska 8, Osijek, Hrvatska

Ukupni organski ugljik (engl. total organic carbon, TOC) ima važnu ulogu u ciklusu ugljika te u biološkim, geološkim i fizikalno-kemijskim reakcijama koje se odvijaju u površinskim vodama. Na sezonske promjene koncentracije TOC-a unutar vodenog stupca utječe unos organske tvari ispiranjem tla i cvjetanjem algi, zatim hidrološki transport, strujanje, izmjena topline među vodenim slojevima te biološka razgradnja koja je uvjetovana temperaturom, svjetlošću i hranjivim tvarima. Cilj rada je koristeći metodu visoko temperaturne katalitičke oksidacije za mjerenje koncentracije TOC-a u uzorcima površinskih voda Parka prirode Kopački rit, prikazati dobivene vrijednosti sezonskim varijacijama. U sklopu projekta Naturavita obrađeno je ukupno 226 uzoraka prikupljenih na 19 različitih lokacija u razdoblju od srpnja 2021. do lipnja 2022. godine. Raspon izmjerenih vrijednosti TOC-a bio je od 2,6 mg do 140 mg C/l. Vrijednosti 50. percentila za pokazatelj TOC kretale su se od 3,05 mg do 16,5 mg C/l. Protok površinskih voda mijenjao se tijekom godine ovisno o kišnim ili sušnim razdobljima, kao i o dinamici padalina u njezinom slivnom području. Niže vrijednosti TOC-a zabilježene su većinom u zimskim mjesecima, a više u jesenskim, proljetnim i ljetnim mjesecima. Smatra se da su uzrok ovim varijacijama pored protoka i padalina, najčešće visoke temperature tijekom ljeta, koje dovode do porasta količine ugljika koji se može isprati i pridonijeti većem porastu TOC-a tijekom proljetnih, ljetnih i jesenskih mjeseci nego u zimi.

Ključne riječi: ukupni organski ugljik, sezonske promjene, površinska voda, Park prirode Kopački rit, Naturavita

1. UVOD

1.1. Opis područja istraživanja

Prema Benčina i dr. (2010) izgled reljefa Kopačkoga rita rezultat je djelovanja rijeka Dunava i Drave te poplavnih voda koje svojom aktivnošću na tome poplavnom terenu oblikuju bare (udubljenja) i grede (povišenja). Uske i dugačke bare i grede pružaju se stotinama metara jedne pokraj drugih, a njihova zakrivljenost daje ovom području specifičan izgled. Vodostaji Dunava i Drave, pa tako i vode u Kopačkom ritu ispodprosječno su niski što je posljedica izostanka padalina. Stalna plavljenja i valovi vode na jednom mjestu produbljuju teren tvoreći polumjesečaste udubine, dok na drugom mjestu talože materijal koji nosi rijeka. Tako nastaju udubljenja (bare) i povišena područja (grede) koja daju valoviti izgled. Udubljenja se ispune vodom i predstavljaju jezera ili bare. Više uzastopnih udubljenja spajaju se i povezuju s Dunavom tvoreći prirodni kanal (fok) preko kojega se udubine pune i prazne. Ti prirodni kanali (foke) često su umjetno produbljavani (NN 96/2019; 20/2023; Grigić i dr. 2006). Protok površinskih voda može varirati tijekom godine ovisno o kišnim ili sušnim razdobljima, kao i o dinamici padalina u njezinom slivnom području. Najveći protoci javljaju se između svibnja i lipnja zbog povećane precipitacije ali i otapanja alpskog snijega te ujesen između listopada i studenog kada su kišna razdoblja. To se može odraziti na sniženje saliniteta i prekomjernu proizvodnju organske tvari, a time i na sniženje sadržaja kisika u pridnenom sloju (Christ i dr. 1996).

1.2. Važnost određivanja ukupnog organskog ugljika (TOC) u površinskim vodama

Ukupni organski ugljik (TOC) ima važnu ulogu u ciklusu ugljika te u biološkim, geološkim i fizikalno-kemijskim reakcijama koje se odvijaju u površinskim vodama. Mjera je količine organskih tvari otopljenih ili suspendiranih u uzorku vode. Spojevi koji sadrže organski ugljik mogu se otopiti u vodi ili postojati u vodi kao neotopljeni, suspendirani materijal ili tekućina (Liu i dr. 2006). Što je veći udio ugljika u vodenim sustavima, to je potrošnja kisika u takvim sustavima veća. Količina i vrsta organske tvari određuje količinu i dostupnost hranjivih tvari u tlu. Ujedno, poboljšava strukturu tla i omogućava tlu da apsorbira vodu i zadržava hranjive tvari. Na takav način olakšava se rast i život svim organizmima u tlu osiguravajući energiju iz spojeva ugljika, kao i dušik koji služi za formiranje proteina i drugih hranjivih tvari (Bot i dr. 2005). Kada se organska tvar razgrađuje, hranjive tvari otpuštaju se u tlo i tada ih biljka koristi za svoje potrebe. Veliki udjeli organskih spojeva, koji mogu biti u obliku makroskopskih čestica, koloida, otopljenih makromolekula, omogućuju povećanje rasta mikroorganizama, što dovodi do smanjenja količine kisika (Laudon i dr. 2005). Na sezonske promjene koncentracije TOC-a unutar

vodenog stupca utječe unos organske tvari ispiranjem tla i cvjetanjem algi, zatim hidrološki transport, strujanje, izmjena topline među vodenim slojevima te biološka razgradnja koja je uvjetovana temperaturom, svjetlošću i hranjivim tvarima (Hessen i dr. 1994). Uz sve to moraju se uzeti u obzir interakcije između površinskih voda i zraka koje utječu na varijabilnost i raspodjelu organske tvari, a samim time imaju ulogu u fizikalnim i biogeokemijskim procesima. Oscilacije u koncentracijama TOC-a uzrokovane promjenama vodnog režima, zakiseljavanjem ili drugim činilacima mogu znatno utjecati na cikluse kruženja pojedinih metala, prozirnost vode i fitoplankton (Schindler i dr. 1992).

1.3. Projektni zadatak

Ovaj rad načinjen je na temelju Ugovora o uslugama PROJEKT NATURAVITA – Provedba istražnih radova, uspostava sustava i provedba monitoringa, s interpretacijom rezultata (Aktivnost 7.2.) – Monitoring stanja voda, podzemnih voda, recentne sedimentacije, staništa i faune – GRUPA 1: Monitoring ekološkog stanja površinskih voda i monitoring dodatnih bioloških pokazatelja između Zajednice izvršitelja: Sveučilišta u Zagrebu, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, Odjela za biologiju, Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije i Hrvatskih voda kao Naručitelja (Damjanović i dr. 2022). Cilj rada je mjerenje TOC-a u uzorcima površinskih voda Parka prirode Kopački rit, primjenom metode visoko temperature katalitičke oksidacije te prikaz dobivenih vrijednosti.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Lokacije uzorkovanja i metoda ispitivanja

Na području Parka prirode Kopački rit u razdoblju od srpnja 2021. do kraja lipnja 2022. godine, ispitano je 226 uzoraka prikupljenih na 19 unaprijed definiranih lokacija (tablica 1). Ispitivanje uzoraka provedeno je akreditiranom metodom za određivanje ukupnog organskog ugljika HRN EN 1484:2002 s granicom kvantifikacije (LOQ) 0,84 mg C/L i mjernom nesigurnosti $\pm 3,8\%$. Princip metode je da se uzorak vode (iz kojega je prethodno uklonjen anorganski ugljik dodatkom kiseline i propuhivanjem sa sintetskim zrakom) pomoću visoke temperature (680 °C) oksidira u prisutnosti katalizatora. Pritom se svi spojevi ugljika prevode u ugljični dioksid (CO₂) koji se detektira infracrvenim detektorom (nedisperzni infracrveni, NDIR).

3. REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati analiza za svaku mjernu postaju statistički su obrađeni (mjerna jedinica, broj analiza, maksimalna vrijednost (max.), minimalna vrijednosti (min.), srednja vrijednost (sr. vr.). Budući da granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za osnovne fizikalno-

Tablica 1: Lokacije uzorkovanja za monitoring ekološkog stanja površinskih voda i monitoring dodatnih bioloških pokazatelja na području Parka prirode Kopački rit, u razdoblju srpanj 2021. - lipanj 2022. godine

Red. broj	Lokacija	HR TIP Tekuće	Šifra vodnog tijela	Pristup na mjernu postaju čamcem
1.	Kanal Čarna most	Nizinske male tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom (HR-R_2A)	CDRN0092_001	Ne
2.	Crpna stanica Zlatna Greda*	-	-	Ne
3.	Crpna stanica Tikveš	Nizinske srednje i velike tekućice (HR-R_4)	CDRN0028_002	Ne
4.	Kanal Mali Dunav (Šuma Siget)	Nizinske male tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom (HR-R_2A)	CDRN0028_003	Ne
5.	Kanal Podunavlje most*	-	-	Ne
6.	Crpna stanica Podunavlje	Nizinske srednje i velike tekućice (HR-R_4)	CDRN0060_002	Ne
7.	Ustava Kopačevo – Stara Drava	Nizinske srednje i velike tekućice (HR-R_4)	CDRN0035_001	Ne
8.	Dunav – ušće kanala Petreš u Dunav	Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi – Dunav (HR-R_5D)	CDRI0001_002	Da, s Dunava
9.	PZR - Četverokut	SPSCNP	CDLN004	Ne (poplavno područje, mjesto uzorkovanja ovisi o vodostaju, spustiti se s nasipa)
10.	Kopačko jezero	SPMSNP	CDLN006	Da/Ne
11.	Kanal Hulovo	Nizinske srednje i velike tekućice (HR-R_4)	CDRN0035_001	Da
12.	Kanal Zlatna Greda*	-	-	Ne
13.	Vemeljski Dunavac Tikveš kompa	Nizinske srednje i velike tekućice (HR-R_4)	CDRN0028_002	Ne
14.	Bara Semenča*	-	-	Da/Ne
15.	Jezero Veliki Sakadaš	Nizinske srednje i velike tekućice (HR-R_4)	CDRN0035_001	Da
16.	Vemeljski Dunavac – ulaz	Nizinske srednje i velike tekućice (HR-R_4)	CDRN0028_001	Da, s Dunava
17.	Vemeljski Dunavac – Nadhat fok	Nizinske srednje i velike tekućice (HR-R_4)	CDRN0028_001	Da
18.	Hulovski kanal – ušće u Dunav	Nizinske srednje i velike tekućice (HR-R_4)	CDRN0035_001	Da, s Dunava
19.	Renovski kanal – ušće u Dravu*	-	-	Da, s Drave

*Sukladno Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 96/2019) na lokacijama uzorkovanja nisu definirani HR tip tekućice niti šifra vodnog tijela

kemijske pokazatelje prema Uredbi o standardu kakvoće voda nisu definirane za pokazatelj TOC, ne može se ocijeniti stanje tijela površinske vode na temelju osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata koji prate biološke elemente (NN 96/2019, 20/2023). Za raspravu u ovom radu korišten je raspon od minimalne do maksimalne vrijednosti za pokazatelj TOC.

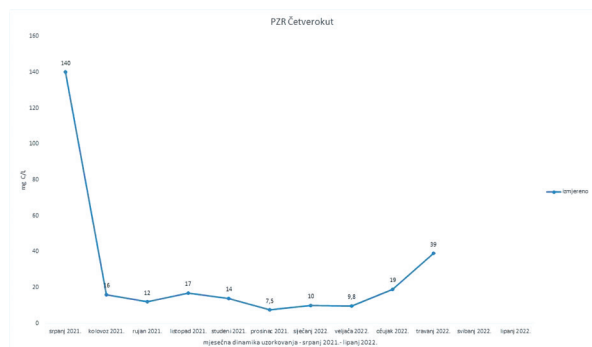
Od 226 uzoraka uzorkovanih na 19 lokacija za razdoblje srpanj 2021. - lipanj 2022. godine, vrijednosti TOC-a kretale su se od 2,6 mg C/L zabilježenih na lokacijama Renovski kanal - ušće u Dravu i Dunav - ušće kanala Petreš u Dunav do 140 mg C/L izmjerenih na lokaciji PZR Četverokut, koji je prilikom uzorkovanja u srpnju 2021. imao jako nizak vodostaj. U ostalom dijelu kalendarske godine na navedenoj lokaciji, vrijednosti su se kretale od 7,5 mg do 39 mg C/L, a u svibnju i lipnju 2022. godine mjerna postaja bila je bez vode te uzorkovanje nije provedeno (slika 1). Kretanje izmjerenih vrijednosti na ostalim postajama bilo je u rasponu od 2,6 mg do 13

mg C/L. Najviši raspon kretanja vrijednosti zabilježen je na postajama: Renovski kanal - ušće u Dravu (2,6 mg - 8,5 mg C/L), Kanal Hulovo (3,7 mg - 10,4 mg C/L), Kanal Zlatna greda (6,2 mg - 13 mg C/L), Kanal Podunavlje - most (7,3 mg - 12,8 mg C/L), Crpna stanica Podunavlje (5,9 mg - 11 mg C/L), Ustava Kopačevo - Stara Drava (6 mg - 11 mg C/L), Kopačko jezero (4,3 mg - 9,7 mg C/L), Bara Semenča (3,4 mg - 7,3 mg C/L), Vemeljski Dunavac - Tikveš kompa (3,0 mg - 7,7 mg C/L), Vemeljski Dunavac - Nadhat fok (2,9 mg - 6,7 mg C/L), Hulovski kanal - ušće u Dunav (2,9 mg - 7,5 mg C/L), Jezero Veliki Sakadaš (5,8 mg - 8,7 mg C/L), Kanal mali Dunav - šuma Siget (5,7 mg - 10 mg C/L) i Crpna stanica Tikveš (6,7 mg - 11 mg C/L). Na preostalim mjernim postajama izmjerene vrijednosti kretale su se u užem rasponu od 2,6 mg do 9,6 mg C/L. Najuži raspon kretanja vrijednosti zabilježen je na postajama: Vemeljski Dunavac - ulaz (3,0 mg - 4,8 mg C/L), Dunav - ušće kanala Petreš u Dunav (2,6 mg - 4,9 mg C/L), Kanal Čarna - most (4,5 mg - 8,7 mg C/L) i

Tablica 2: Rezultati svih analiza za pokazatelj TOC mg/l C po mjesecima za svaku mjernu postaju

Uzorkovanje	1.	2.	3.	2021.				2022.				11.	12.	broj analiza	max	min		
	Mjesec	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studeni	prosinac	siječanj	veljača	ožujak	travanj						svibanj	lipanj
	Lokacija																	
1. Kanal Čarna most	5,6	7,3	5,4	6,6	6,8	6,6	6,7	6,7	6,7	6,4	7,2	8,7	4,5	12	8,7	4,5		
2. Crpna stanica Zlatna greda	9,6	7,5	7,1	6,9	7,8	7,6	7,7	7,7	6,6	6,9	8,4	9,6	6,4	12	9,6	6,4		
3. Crpna stanica Tikveš	8,2	11	8,5	9,2	8,9	7,7	8,0	8,0	6,7	7,2	8,0	9,6	9,0	12	11	6,7		
4. Kanal Mali Dunav (šuma Siget)	6,1	10	10	7,5	7,8	6,2	7,1	8,8	5,7	6,5	7,7	8,7	7,8	12	10	5,7		
5. Kanal Podunavlje most	7,9	8,7	11	12,8	8,6	8,5	8,8	8,8	7,3	8,9	7,8	9,7	8,5	12	12,8	7,3		
6. Crpna stanica Podunavlje	8,4	7,2	6,3	6,1	6,6	6,4	6,7	6,7	5,9	8,1	7,9	11	8,4	12	11	5,9		
7. Ustava Kopačevo - Stara Drava	7,8	11	7,2	6,9	6,2	7,0	7,7	7,7	6,4	7,0	7,2	8,5	6	12	11	6,0		
8. Dunav - ušće kanala Petreš u Dunav	4,9	4,0	3,2	2,6	3,2	3,6	4,7	4,7	2,9	4,2	3,3	4	3,2	12	4,9	2,6		
9. PZR Četverokut	140	16	12	17	14	7,5	10	9,8	9,8	19	39	-	-	10	140	9,8		
10. Kopačko jezero	9,3	4,3	9,5	7,6	6,6	6,8	7,0	7,0	5,8	6,1	9,5	9,7	9,1	12	9,7	4,3		
11. Kanal Hulovo	4,8	3,7	8,2	10,4	9,2	7,2	6,2	6,2	5,2	6,2	4,3	8,7	6,9	12	10,4	3,7		
12. Kanal Zlatna Greda	11	6,2	7,5	8,0	9,0	7,3	7,7	7,7	8,0	7,2	11	13	12	12	13	6,2		
13. Vemeljski Dunavac Tikveš - kompa	4,6	3,7	4,5	5,8	4,5	7,7	7,3	7,3	4,0	6,4	3,4	3,9	3,0	12	7,7	3,0		
14. Bara Semenča	5,4	4,5	6,1	7,3	5,2	5,6	5,1	5,1	5,5	6,6	3,4	4,5	4,5	12	7,3	3,4		
15. Jezero Veliki Sakadaš	7,5	5,8	8,7	7,5	7,4	7,3	6,8	6,8	5,8	6,8	6,7	6,5	6,1	12	8,7	5,8		
16. Vemeljski Dunavac - ulaz	3,4	4,4	3,6	3	3,2	3,7	4,8	4,8	3,1	4,5	3,1	3,8	3,6	12	4,8	3,0		
17. Vemeljski Dunavac - Nadhat fok	3,6	3,8	4,4	5,1	4,4	6,7	5,6	5,6	3,4	6,6	3,3	4,1	2,9	12	6,7	2,9		
18. Hulovski kanal - ušće u Dunav	4,1	4,4	7,5	6,9	6,6	6,4	5,9	5,9	5,4	6,1	2,9	3,5	4,1	12	7,5	2,9		
19. Renovski kanal - ušće u Dravu	2,9	4,8	8,5	7,9	7,1	3,8	6,0	6,0	3,1	4,7	3,0	2,8	2,6	12	8,5	2,6		

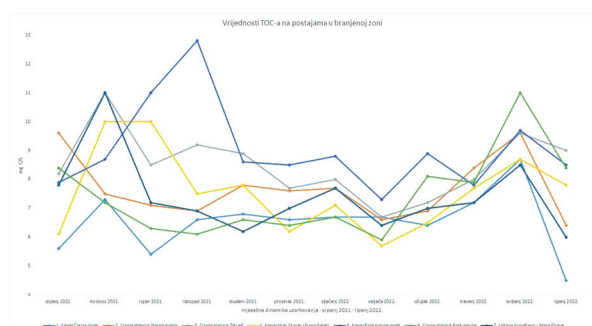
Legenda: max: maksimalna zabilježena vrijednost, min:



Slika 1: Kretanje izmjerenih vrijednosti TOC-a na mještoj postaji PZR Četverokut



Slika 3: Kretanje izmjerenih vrijednosti TOC-a na postajama u zoni plavljenja za razdoblje srpanj 2021. - lipanj 2022. godine



Slika 2: Kretanje izmjerenih vrijednosti TOC-a na postajama u branjenoj zoni za razdoblje srpanj 2021. - lipanj 2022. godine

Crpna stanica Zlatna greda (6,4 mg - 9,6mg C/L).

Na sedam mjernih postaja u branjenoj zoni (br. 1 Kanal Črna most, br. 2 Crpna stanica Zlatna Greda, br. 3 Crpna stanica Tikveš, br. 4 Kanal Mali Dunav (šuma Siget), br. 5 Kanal Podunavlje most, br. 6 Crpna stanica Podunavlje i br. 7 Ustava Kopačevo - Stara Drava) sezonsko kretanje TOC-a bilo je u rasponu od 4,5 mg do 12,8 mg C/L (slika 2). Više vrijednosti izmjerene su u proljetnim, ljetnim i jesenskim mjesecima, a niže u zimskim.

Na 12 mjernih postaja u zoni plavljenja (br. 8 Dunav – ušće kanala Petreš u Dunav, br. 9 PZR Četverokut, br. 10 Kopačko jezero, br. 11 Kanal Hulovo, br. 12 Kanal Zlatna Greda, br. 13 Vemeljski Dunavac - Tikveš kompa, br. 14 Bara Semenča, br. 15. Jezero Veliki Sakadaš, br. 16 Vemeljski Dunavac – ulaz, br. 17 Vemeljski Dunavac – Nadhat fok, br. 18 Hulovski kanal – ušće u Dunav, br. 19 Renovski kanal – ušće u Dravu), sezonsko kretanje TOC-a bilo je u rasponu od 2,6 mg do 140 mg C/L. Ukoliko zbog specifičnosti vodostaja, čiji vodni režim direktno ovisi o Dunavu, isključimo izmjerene vrijednosti na lokaciji PZR Četverokut (slika 3), vrijednosti TOC-a na ostalim lokacijama u zoni plavljenja kretale su se od 2,6 mg do 13 mg C/L. Visoka vrijednost zabilježena je u srpnju 2021. godine na postaji PZR Četverokut i uzrokovana je slabijom stratifikacijom, miješanjem vodenih slojeva te donosom organske tvari i hranjivih soli, što ukazuje kako svježja otopljenja i suspendirana organska tvar, značajno povećava koncentracije

TOC-a. Više vrijednosti izmjerene su u proljetnim, ljetnim i jesenskim mjesecima, a niže u zimskim.

4. ZAKLJUČCI

Prijenos TOC-a kroz stupac vodenog sustava određuju lokalne padaline, biološke i fizikalne interakcije, otjecanje vode i donos rijeka. Raspon izmjerenih vrijednosti ukupnog organskog ugljika na 19 mjernih postaja kretao se od 2,6 mg do 140 mg C/L. Niže vrijednosti TOC-a zabilježene su većinom u zimskim mjesecima, dok su više vrijednosti mjerene u jesenskim, proljetnim i ljetnim mjesecima. Razlog tome su visoke temperature koje dovode do porasta količine ugljika koji se može isprati iz dunavskih pritoka i tla uzvodno, pri čemu dolazi do akumuliranja nutrijenata u glavnom koritu rijeke koji se dalje nose nizvodno. Kada se povežu varijable koje direktno utječu na koncentraciju TOC-a, poput saliniteta na koji utječe donos slatke vode, ispiranja iz pritoka i tla, koncentracije nutrijenata uz definiranje uvjeta eutrofikacije i oligotrofikacije, intenzitet nastajanja hipoksično-anoksičnih uvjeta, organska tvar može biti dobar pokazatelj globalnih promjena. ■

LITERATURA

1. Benčina, L.; Rožac, V.; Bolšec, B. 2010. *Plan upravljanja Parkom prirode Kopački rit. Javna ustanova "Park prirode Kopački rit"* Tikveš, svibanj 2010. 135 str.
2. Bot, A.; Benites, J. 2005. The importance of soil organic matter, Key to drought-resistant soil and sustained food and production. *FAO Soils Bulletin* 80. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rim. 78. str.
3. Christ M. J.; David M. B. 1996. Temperature and moisture effects on the production of dissolved organic carbon in a spodosol. *Soil Biology and Biochemistry*. 28: 1191-1199.
4. Damjanović, I.; Bezik, D.; Kralj, M.; Petrovický Šveiger, B.; Sučić, H.; Kolarić, D.; Ružkan, I.; 2022. Izvješće za uslugu monitoringa i istraživanja u svrhu izrade studije revitalizacije vodenih ekosustava poplavnog područja Parka prirode Kopački rit. Projekt Naturavita, Grupa 1: Monitoring ekološkog stanja površinskih voda i monitoring dodatnih bioloških pokazatelja – 2. godina monitoringa, Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, Osijek, 2022. 146 str., Naručitelj: Hrvatske vode, pravna osoba za upravljanje vodama, Zagreb.
5. Grigić, O.; Cupec, S.; Stakor, S.; Majdandžić, S.; Tucaković, Z.; Majcan-Korkutović, Lj.; Sudar, V.; Strahinić, V.; Bugarić, I.; Paunović, M.; Jurković, Ž.; Jukić, I.; Bašić, A.; Jerković, B.; Fiala, T. 2006. *Prostorni plan Parka prirode "Kopački rit"* Osječko – baranjska županija, Zavod za prostorno uređenje u suradnji sa Zavodom za prostorno planiranje d.d. Osijek. Osijek, veljača 2006. 176 str.
6. Hessen, D. O.; Nygaard, K.; Salonen, K.; Vähätalo, A. 1994. The effects of substrate stoichiometry on microbial activity and carbon degradation in humic lakes. *Environ. Internat.* 20: 67–76.
7. Laudon, H.; Kohler, S.; Buffam, I. 2004. Seasonal TOC export from seven boreal catchments in northern Sweden. *Aquatic Sciences*. 66: 223–230.
8. Liu, X.; Herbert, S. J.; Hashemi, A. M.; Zhang, X.; Ding, G. 2006. Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation - a review. *Plant Soil Environ.* 52: 531-543.
9. Schindler, D. W.; Bayley, S. E.; Curtis, P. J.; Parker, B. R.; Stainton, M. P.; Kelly, C. A. 1992. Natural and man-caused factors affecting the abundance and cycling of dissolved organic substances in precambrian shield lakes. *Hydrobiologia*. 229: 1–21.
10. Uredba o standardu kakvoće voda (NN 96/2019 i 20/2023).

SEASONAL VARIATIONS OF TOTAL ORGANIC CARBON (TOC) CONCENTRATIONS IN THE SURFACE WATERS OF KOPAČKI RIT AS PART OF THE NATURAVITA PROJECT FOR THE JULY 2021- JUNE 2022 PERIOD

Abstract: Total organic carbon (TOC) plays an important role in the carbon cycle and in biological, geological and physico-chemical reactions that take place in surface waters. Seasonal changes in TOC concentrations in the water column are affected by organic matter intake through soil leaching and algal blooms, hydrological transport, flow, heat exchange among water layers and biological decomposition, which is controlled by temperature, light and nutrients. The goal of the paper is to show the values through seasonal variations obtained by using the high temperature catalytic oxidation method to measure the concentrations of total organic carbon (TOC) in surface water samples of the Nature Park Kopački rit. As part of the Naturavita project, a total of 226 samples collected at 19 different locations in the period from July 2021 to June 2022 were processed. The measured TOC values ranged from 2.6 to 140 mg C/l. The 50th percentile values for the TOC indicator ranged from 3.05 to 16.5 mg C/l. Based on the obtained TOC values, the lower values were recorded mostly during winter months, while the higher ones were observed in autumn, spring and summer months due to high summer temperatures leading to an increase in the amount of carbon that can be washed away and contribute to a greater increase in TOC during summer and autumn months compared to winter and spring.

Keywords: Total organic carbon, seasonal changes, surface waters, Nature Park Kopački rit, Naturavita

SAISONALE SCHWANKUNGEN DER KONZENTRATION DES GESAMTEN ORGANISCHEN KOHLENSTOFFS (TOC) IM OBERFLÄCHENWASSER VON KOPAČKI RIT IM RAHMEN DES PROJEKTS NATURAVITA IM ZEITRAUM JULI 2021 - JUNI 2022

Zusammenfassung: Der gesamte organische Kohlenstoff (eng. total organic carbon, TOC) spielt eine wichtige Rolle im Kohlenstoffkreislauf sowie bei biologischen, geologischen und physikalisch-chemischen Reaktionen, die im Oberflächenwasser stattfinden. Saisonale Veränderungen der TOC-Konzentration in der Wassersäule werden durch den Eintrag organischer Stoffe als Folge von Bodenauswaschung und Algenblüten, durch den hydrologischen Transport, Strömung, den Wärmeaustausch zwischen Wasserschichten sowie durch den biologischen Abbau beeinflusst, der durch Temperatur, Licht und Nährstoffe bedingt ist. Ziel der Arbeit war es, die TOC-Konzentration in Oberflächenwasserproben des Naturparks Kopački rit mittels der katalytischen Hochtemperaturoxidation zu messen und die ermittelten Werte durch saisonale Schwankungen darzustellen. Im Rahmen des Projekts Naturavita wurden insgesamt 226 Proben analysiert, die an 19 verschiedenen Standorten im Zeitraum zwischen Juli 2021 und Juni 2022 gesammelt wurden. Die Werte des gesamten organischen Kohlenstoffs lagen im Bereich von 2,6 bis 140 mg C/l. Die 50-Perzentilwerte für den gesamten organischen Kohlenstoff lagen zwischen 3,05 und 16,5 mg C/l. Basierend auf den ermittelten Werten für den gesamten organischen Kohlenstoff wurden niedrigere Werte in den Wintermonaten und höhere Werte in den Herbst-, Frühlings- und Sommermonaten verzeichnet, und zwar wegen der hohen Temperaturen im Sommer, die zu einer Erhöhung der Menge an Kohlenstoff, der weggespült werden kann, und zu einer stärkeren Erhöhung der TOC-Konzentration in Sommer- und Herbstmonaten beitragen können.

Schlüsselwörter: gesamter organischer Kohlenstoff, saisonale Schwankungen, Oberflächenwasser, Naturpark Kopački rit, Naturavita

