

JESENJE CVETANJE POTENCIJALNO TOKSIČNE CIJANOBAKTERIJE PLANKTOTHRIX RUBESCENS U

VIŠENAMENSKOJ AKUMULACIJI VRUTCI

LATE AUTUMN BLOOM OF POTENTIALLY TOXIC CYANOBACTERIA PLANKTOTHRIX RUBESCENS IN THE

MULTIPURPOSE VRUTCI RESERVOIR

• Dušan KOSTIĆ, Ana BLAGOJEVIĆ, Gordana SUBAKOV SIMIĆ,

Marko IVETIĆ, Zorana NAUNOVIĆ.....5

TAČNOST ODRĐIVANJA VISINA KIŠA KRATKIM TRAJANJA SA GIS KARATA NA PLUVIOGRAFSKIM

STANICAMA NA TERITORIJI REPUBLIKE SRBIJE

ACCURATE DETERMINATION OF SHORT-DURATION RAINFALL DEPTHS FROM GIS MAPS AT

PLUVIOGRAPH STATIONS IN SERBIA

• Stevan PROHASKA, Vladislava BARTOŠ DIVAC, Vanja VUKELIĆ I Nikola

BOŽOVIĆ.....13

PROBLEMATIKA OTPADNIH VODA U SRBIJI I POTREBNE INVESTICIJE U CILJU DOSTIZANJA

EVROPSKIH STANDARDA

WASTEWATER PROBLEM IN SERBIA AND INVESTMENTS NEEDED TO MEET EUROPEAN

STANDARDS

• Miodrag POPOVIĆ, Jadranka SPASIĆ, Bogoljub BOGDANOVIĆ.....19

ANALIZA UČINKA SISTEMA ZA ODVOĐIVANJE NA PODRUCJU PANČEVAČKOG RITA

PERFORMANCE ASSESSMENT OF AN IRRIGATION SYSTEM IN PANČEVAČKI RIT

• Mile BOŽIĆ, Goran NIKOLIĆ, Dejan MILOŠEV, Dragiša ŽUGIĆ,

Predrag VOJTIĆ.....27

STANJE I PERSPEKTIVE RAZVOJA SISTEMA ZA ODVOĐENJE I PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

CRNOGORSKOG PRIMORJA

STATE AND PROSPECTS OF SYSTEM FOR WASTEWATER DRAINAGE AND TREATMENT OF

MONTENEGRO COAST

• Strelan TOMOVIĆ, Dragan MILIČEVIĆ, Miloš TRAJKOVIC.....35

PROCESI UNAPREĐENJA TEHNIČKE REGULATIVE U OBLASTI VODOVODA I KANALIZACIJE U

POSLOVNO-TEHNIČKE INFORMACIJE

TECHNICAL AND BUSINESS INFORMATION.....55

IZ INO STAMPE

ENERGETSKA EFIKASNOST PREČIŠĆAVANJE VODE NUDI POTENCIJALNE UŠTEDE

PRVI POZIV ZA SAVETOVANJA:

VODOVODNI I KANALIZACIONI SISTEMI.....63

OSNOVNA ISTRAŽIVANJA UKLANJANJA ORGANIKI POLUTANATA U TRETMANU VODA

SPECIJALNIM HIBRIDNIM PROCESIMA - KRATAK PRIKAZ BILATERALNE SARADNJE

UNIVERZITETA DUISBURG ESSEN IZ NEMAČKE I PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA

UNIVERZITETA U NOVOM SADU

• Ivana IVANČEV-TUMBAS I Ralph HOBBY.....65

IN MEMORIAM

Prof. dr. LAZAR IGMATOVIC.....67

PROGRAM RADA UDRUŽENJA ZA 2014.-2015. GODINU.....68

Za izdavača  
Predstavnik Upravnog odbora Udruženja  
Predrag Bogdanović, dipl. ing.  
Chairman, Association's Board of Directors

Glavni i odgovorni urednik:

Editor-in-chief  
Prof. dr. Slobodan Petković, dipl. ing.

Redakcioni odbor:

Editorial Board  
Prof. dr. Marko Ivetić, dipl. ing.

Prof. dr. Mile Klajnča, dipl. ing.

Prof. dr. Božo Dalmacija, dipl. ing.

Vladimir Taušanović, dipl. ing.

Momtilo Bikićki, dipl. ing., predsjednik

Dragana Milovanović, dipl. ing.

Prof. dr. Ljubinka Rajković, dipl. ing.

Prof. dr. Rada Petrović, dipl. ing.

Prof. dr. Dejan Ljubisavljević, dipl. ing.

Prim. dr. Tanja Knežević

Dr. Nebojša Veljković, dipl. ing.

Dr. Momir Paunović, dipl. ing.

Urednici:

Editors  
Miodrag Milovanović, dipl. ing.

Branislav Kujundžić, dipl. ing.

Dr. Branišlav Petruševski - Holandija

Prof. Karl Rohrhofer - Austrija

Ivica Budiša, dipl. ing. - Austrija

Nikola Milojević, dipl. ing. - Nemačka

Dr. Uroš Kranjč, dipl. ing. - Slovenija

Redaktor poslovnih informacija

Business Information Editor  
Tomislav Slavković, dipl. ing.

Redakcija / Office  
UDRUŽENJE ZA TEHNOLOGIJU VODE I  
SANITARNO INŽENJERSTVO  
11000 BEOGRAD, Sindelićeva br. 21  
Tel: 011/244-22-28 • Fax: 011/244-11-93  
011/344 89 04  
office@utvsi.com • www.utvsi.com

Kostić



37201  
YU ISSN 0350-5049  
UDK 628 + 624 + 626

# voda

## I SANITARNA TEHNIKA

ČASOPIS UDRUŽENJA ZA TEHNOLOGIJU VODE I SANITARNO INŽENJERSTVO • BEOGRAD  
MAGAZINE OF THE ASSOCIATION FOR WATER TECHNOLOGY AND SANITARY ENGINEERING • BELGRADE



### IZDAVAČ

#### UDRUŽENJE ZA TEHNOLOGIJU VODE I SANITARNO INŽINJERSTVO

11000 BEOGRAD, Sinđelićeva 21  
TEL: (+381 11)244 222 8; 344 89 04  
FAX: (+381 11)244 11 93  
E-mail: office@utvsi.com  
Web: www.utvsi.com

### PUBLISHER

#### ASSOCIATION FOR WATER TECHNOLOGY AND SANITARY ENGINEERING

11000 BEOGRAD, Sinđelićeva 21  
TEL: (+381 11)244 222 8; 344 89 04  
FAX: (+381 11)244 11 93  
E-mail: office@utvsi.com  
Web: www.utvsi.com

Časopis izlazi dvomesečno.  
*Issued bi-monthly*

Rukopise slati na adresu Udruženja.  
Rukopisi se ne vraćaju.  
*Please send manuscripts  
to the Association's address.  
Manuscripts will not be returned*

### Prevod

*Translation*

*Dubravka Miladinov  
Predrag Vranešević*

### Grafička priprema

*Design*

*Zoran Dimić, Beograd*

### Korice

*Front cover*

*Dvonamenska brana „Prvonek“, Vranje  
(energetika i vodosnabdevanje)  
Multiple-purpose dam „Prvonek“, Vranje  
(energy and water supply)*

### Štampa

*Printed by*

*Planeta Print, Beograd*

**YU ISSN 0350-5049**

**UDK 628 + 624 + 626**

CIP - Каталогизација у публикацији Народна библиотека  
Србије, Београд

628

**Voda i sanitarna tehnika:** časopis Udruženja za tehnologiju  
vode i sanitarno inženjerstvo / glavni i odgovorni urednik  
Slobodan Petković. - God. 1, br. 1 (1971) - Beograd  
(29. novembra 57) : Udruženja za tehnologiju vode i sanitarno  
inženjerstvo, 1971- (Beograd : Zavod za grafičku tehniku  
Tehnološko-metalurškog fakulteta). - 29cm

Dvomesečno ISSN 0350 - 5049 = Voda i sanitarna tehnika  
COBISS.SR-ID 4034818

Dušan KOSTIĆ\*, Ana BLAGOJEVIĆ,  
Gordana SUBAKOV SIMIĆ, Marko IVETIĆ,  
Zorana NAUNOVIĆ

# JESENJE CVETANJE POTENCIJALNO TOKSIČNE CIJANOBakterije PLANKTOTHRIX RUBESCENS U VIŠENAMENSKOJ AKUMULACIJI VRUTCI LATE AUTUMN BLOOM OF POTENTIALLY TOXIC CYANOBACTERIA PLANKTOTHRIX RUBESCENS IN THE MULTIPURPOSE VRUTCI RESERVOIR

## REZIME

U decembru 2013. godine, u višenamenskoj akumulaciji Vrutci, na reci Đetinja procvetala je populacija potencijalno toksične cijano-  
bakterije *Planktothrix rubescens* (Decandolle ex Gomont) Anagnostidis et Komarek. U radu su prikazani rezultati merenja osnovnih  
pokazatelja kvaliteta vode, u toku cvetanja koja je 28. decembra, obavio Građevinski fakultet iz Beograda. Multiparametarskom  
sondom u preko 150 tačaka, izmereni su: temperatura vode, koncentracija rastvorjenog kiseonika, stepen saturacije rastvorenim ki-  
seonikom, hlorofil a, pH vrednost, specifična elektroprovodljivost i ukupna mineralizacija. U radu su date informacije i zapazanja, do  
akumulacije 2. januara. Akumulacija Vrutci predstavljala glavno izvoršte uzličkog vodovoda, pa je preko 60 hiljada korisnika iz Užica i  
okoline ostalo bez vode za piće i pripremu hrane. I pored evidentne purpurno-crvene boje vode, rezultati merenja nisu ukazali na  
značajne anomalije u merenim parametrima, izuzev što je hlorofil a registrovan u značajnim koncentracijama i na dubinama od 30  
metara, što znači da su cijanobakterije nastale i duboke delove vodene kolone, pa ih je bilo nemoguće izbeći promenom visin-  
ske kote na selektivnom vodozahvatu. Interesantno je da ni akumulacija ni njene pritoke nisu imale redovan monitoring, pa se o  
uzrocima i vremenu pojave cijanobakterija danas samo nagađa. Sada je jasno da postoji potreba za uspostavljanjem kontinuiranog  
monitoringa koji bi obuhvatio veći broj hemijskih i mikrobioloških parametara. Zabrana korišćenja vode, koja je stupila na snagu 26.  
decembra, ukinita je 7. februara, tek kada je na cevovod sirove vode povezano izvoršte "Sušicka vrela".

**Кljučne речи:** višenamenska akumulacija, cijanobakterijsko cvetanje, terenska merenja kvaliteta vode

## ABSTRACT

In December 2013<sup>th</sup>, the multipurpose Vrutci reservoir was the scene of potentially toxic cyanobacteria *Planktothrix rubescens* bloom.  
This paper presents the results of water quality field measurements that were conducted during the bloom on December 28<sup>th</sup>. Water  
temperature, dissolved oxygen saturation, chlorophyll a, pH, specific conductivity and total dissolved solids were  
measured in more than 150 evenly distributed points using a multi-parameter probe. The paper provides some visual observations  
and information collected during private communication with the representatives of Užice Water Supply PUC. The Vrutci reservoir  
is the main source of the raw water for the Užice water supply system. More than 60 thousand consumers from the City of Užice and  
the surrounding settlements suffered from a potable water shortage. A ban on using the water for potable water purposes such as  
drinking and food preparation was announced on December 26<sup>th</sup>. Interestingly enough, despite the obvious red-purple colour of the  
water caused by the bloom, the measured water quality indicators did not exhibit significant anomalies, except that chlorophyll a  
was registered in significant concentrations at depths greater than 30 meters. This indicates that the intrusion of cyanobacteria cells  
could not be avoided by only changing the height on selective withdrawal. It is also interesting that neither the Vrutci reservoir nor  
its tributaries had regular water quality monitoring, so the causes and the exact time of the appearance of the cyanobacteria may  
only be the subject of speculation. It is clear enough that there is an urgent need for the establishment of continuous and detailed  
water quality monitoring that will track changes in chemical and microbiological parameters. The ban on water use that lasted for  
43 days was lifted on February 7<sup>th</sup>, after the newly built water intake structure "Sušicka Vrela" on the River Susica was connected to  
the raw water pipeline.

**Keywords:** multipurpose water reservoir, cyanobacterial bloom, field measurements

## 1 UVOD

Užica i predstavnici Štaba za vanredne situacije. Naj-  
pre se sumnjalo da je nepoznata supstanca, crvene  
boje namerno prosuta u akumulaciju. U dva od deset  
ispitivanih uzoraka, GZJZ Užice je 19. decembra utvr-  
dilo prisustvo alge u pijućoj vodi, pri čemu nije identifi-  
kovana vrsta. Dan kasnije, 20. decembra, uzorci sirove  
i pijave vode odneti su u mikrobiološku laboratoriju  
JKP Vodovod Kruševac. Tada je prvi put, nezvanično,  
su izašli predstavnici Zavod za javno zdravlje (ZZJZ) iz

\*Univerzitet u Beogradu Građevinski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11000 Beograd  
1 Univerzitet u Beogradu Biološki fakultet, Studentski trg 16, 11000 Beograd  
2 Univerzitet u Beogradu Biološki fakultet, Studentski trg 16, 11000 Beograd  
\*kosti@hikom.gff.bg.ac.rs  
Voda i sanitarna tehnika

ZAVHALNOST

- Rad je deo naučnog projekta TR37009, *Merenje i monitoring fizičkih, hemijskih i morfoloških i molekularnih parametara reka i vodnih akumulacija-MORE*, finansijski podržanog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, a čiji je nosilac Univerzitet u Beogradu Građevinski fakultet. Autori su zahvalni JKP Vodovod Užice na finansijskoj, tehničkoj i logističkoj podršci prilikom terenskih merenja.
- LITERATURA
1. Michéletti, S., Schanz, F. and A. Walsby, (1998). The daily integral of photosynthesis by *Planktothrix rubescens* during summer stratification and autumnal mixing in Lake Zurich, Journal New Phytologist, 139, 233-246, Wiley Online Library
  2. Blazević, J., Jovanović, B. i M. Cvijan, (1990). *Oscillatoria rubescens* u akumulaciji Uvac – uzroci i posledice, Zbornik radova konferencije "Zaštita voda '90", Srbić, S. and Svirčev, Z., Simeunović, J., Subakov-Simić, G., Krstić, S. and M. Vidović, (2007). Freshwater Cyanobacterial Blooms And Cyanotoxin Production In Serbia In The Past 25 Years, Geographical Pannonica 11/2007
  3. Jacquet, S. et al. (2005). The proliferation of the toxic cyanobacterium *Planktothrix rubescens* following restoration of the largest natural French lake (Lac du Bourget), Harmful Algae 4, 651-672, Elsevier
  4. Cicvarić, M., Jovanović, L., Knežević, D., Savić, B., Jevtić, G. i V. Arandelović, (1984). Titovo Užice – Novi sistem vodovoda i kanalizacije, KRO "BIOKTOŠ"
  5. Grašić, S. (2013). Izveštaj o ispitivanju jezera Vrutci i predlozi za dalje delatnosti, JKP Vodovod Kruševac
  6. Milišević, D. i T. Jović Glavonjić, (2009). Kvalitet vode reke Betine, Zbornik radova Geografskog instituta "Jovan Cvijić", SANU, vol. 59, br. 1, str. 63-74
  7. Nenadić, N., Kostić, D., Jakić, N., Nauanović, Z. i M. Ivetić. (2013). Modeliranje sezonskih promena temperature vode akumulacije Celije, Voda i sanitarna tehnika, vol. 43, br. 6, str. 31-40

rubescens u akumulaciji Uvac – uzroci i posledice, Zbornik radova konferencije "Zaštita voda '90", Srbić, S. and Svirčev, Z., Simeunović, J., Subakov-Simić, G., Krstić, S. and M. Vidović, (2007). Freshwater Cyanobacterial Blooms And Cyanotoxin Production In Serbia In The Past 25 Years, Geographical Pannonica 11/2007

3. Jacquet, S. et al. (2005). The proliferation of the toxic cyanobacterium *Planktothrix rubescens* following restoration of the largest natural French lake (Lac du Bourget), Harmful Algae 4, 651-672, Elsevier

4. Cicvarić, M., Jovanović, L., Knežević, D., Savić, B., Jevtić, G. i V. Arandelović, (1984). Titovo Užice – Novi sistem vodovoda i kanalizacije, KRO "BIOKTOŠ"

5. Grašić, S. (2013). Izveštaj o ispitivanju jezera Vrutci i predlozi za dalje delatnosti, JKP Vodovod Kruševac

6. Milišević, D. i T. Jović Glavonjić, (2009). Kvalitet vode reke Betine, Zbornik radova Geografskog instituta "Jovan Cvijić", SANU, vol. 59, br. 1, str. 63-74

7. Nenadić, N., Kostić, D., Jakić, N., Nauanović, Z. i M. Ivetić. (2013). Modeliranje sezonskih promena temperature vode akumulacije Celije, Voda i sanitarna tehnika, vol. 43, br. 6, str. 31-40



# TMA

59 godina poverenja



Do sada ste vodomere očitavali na ovaj način



DALJINSKO OČITAVANJE VODOMERA ADO-RF24



ADORF-Modem



APARTMANSKI VODOMERI



KUĆNI VODOMERI



INDUSTRIJSKI VODOMERI



Xponder 868



Od sada vodomere očitavajte na ovaj način



Standardi

Centrala +381 11 2612 422, Telefaks +381 11 614 330 Generalni Direktor +381 11 2618 722  
 Prodaja +381 11 2614 236, Nabavka +381 11 2610 572, e-mail: office@insa.rs, web: www.insa.rs