

## КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА ВОДЕ И МУЉА ПАЛИЋКОГ ЈЕЗЕРА

АЛЕКСАНДАР АНЂЕЛКОВИЋ<sup>1</sup>  
ВОЈИСЛАВ ЂЕКОВИЋ<sup>1</sup>  
НЕЂО МИЛОШЕВИЋ<sup>1</sup>

**Извод:** Мониторинг површинских вода Палићког језера обавља се систематским мерењем физичко–хемијских, бактериолошких и хидробиолошких параметара више од тридесет година. Узорковања и испитивања квалитета воде језера Палић обављају се једном месечно, у складу са важећом законском регулативом. У летњој сезони, контрола квалитета воде врши се два пута недељно. Контролише се физичко-хемијска и микробиолошка исправност воде у језеру, на три купалишта - Женском шtrandу, Мушком шtrandу и Викенд насељу. Узорковања, лабораторијска испитивања и стручна мишљења су у складу са Упутством за узорковање воде из језера (Сл. гласник СРС 5/68). У раду су приказани лабораторијски резултати испитивања квалитета површинских вода језера Палић. Резултати састава муља добијени су узорковањем језерског муља и активног муља из погона за прераду отпадних вода (УПОВ) Суботица. Такође, приказан је преглед квалитета воде на купалиштима и препоруке за начин коришћења купалишта. Приказани резултати добијени су из Завода за контролу јавног здравља Суботица, лабораторије (УПОВ) Суботица и из истраживања аутора овог рада.

**Кључне речи:** Палићко језеро, квалитет воде, муљ, мониторинг воде, цветање воде.

### QUALITY CONTROL OF THE WATER AND SLUDGE IN PALIC LAKE

**Abstract:** Monitoring of the surface water of Palic Lake has been carried out through systematic measurements of physicochemical, bacteriological and hydrobiological parameters for more than thirty years. Sampling and testing of the water quality of Palic Lake is performed once a month, in accordance with the current legislation. In the summer, the quality of the water is monitored twice a week. Physicochemical and microbiological quality of the lake water is monitored at three beaches – Ženski štrand (Women's strand), Muški štrand (Men's strand) and Vikend naselje (Cottage colony). Sampling, laboratory testing and expert opinions are all in accordance with the Guidance on sampling water from lakes (Official Gazette of SRS 5/68). This paper presents the results of laboratory tests of the surface water quality of Palic Lake. Sludge composition was obtained by sampling lake sludge and activated sludge from the wastewater treatment plant (WWTP) Subotica. It also includes an overview of the water quality at the beaches, as well as recommendations for the proper usage of the bathing areas. The presented results were obtained from the Institute for the Control of public health in Subotica and (WWTP) laboratory in Subotica, as well as from the research of this paper's authors.

**Keywords:** Palic Lake, water quality, sludge, water monitoring, water bloom.

---

<sup>1</sup> Александар Анђелковић, дипл. инж., студент докторских студија.; др Војислав Ђековић, ред. проф.; Неђо Милошевић, дипл. инж., студент магистарских студија; Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

## 1. УВОД

Палићко језеро налази се 8 km од Суботице, поред места Палић. Језеро захвата површину од 4,6 km<sup>2</sup>. Највећа дубина језера је 3,5 m док је просечна дубина око 1,9 m. Туристички сектор захвата 3,8 km<sup>2</sup>, са три посебне плаже. Језеро је подељено на четири сектора, богато је рибом. У току туристичке сезоне, температура воде је између 18 и 25°C. Палић се одликује умерено континенталном климом и просечно има око 2.100 сунчаних сати годишње, просечна летња температура ваздуха износи око 20°C. Најчешћи правац ветрова је северозапад-југоисток.



Слика 1. Позиција Палићког језера и изглед слива (извор: оригинал)  
Figure 1. Position of Palic Lake and its catchment (source: original)

Стално опадање нивоа воде у језеру узроковано је испаравањем под утицајем високих летњих температура, а током пролећа и јесени стални ветрови појачавају интензитет испаравања услед чега се смањује ниво воде у језеру (Летић, Љ., Ђоровић, М., 1995). Истовремено, у Палићко језеро се испуштају отпадне воде које уносе велике количине органског муља. Други проблем представљају приградска насеља која немају уређено одвођење отпадних вода већ се те воде одлажу у процедурне септичке јаме, и на тај начин загађују подземне (изданске) воде (Марјановић, З., Дамјановић, М., 2001).

Још крајем XIX века забележено је бујање језерске вегетације, као и цветање алги. Овај процес се, током времена, понављао. Кулминација овог проблема била је у лето 1970. године када је, због великог загађења и неконтролисаног цветања алги, дошло до нестанка кисеоника у води што је изазвало масовни помор риба и живог света у језеру (Симић, В., Симић, С., 1999). Из наведених разлога језеро је 1971. године исушено и из њега избагерован муљ. Такође је изграђено постројење за прераду и пречишћавање отпадних вода (УПОВ) и 1976. језеро је поново напуњено водом (Јахић, Б. М., 1990). Од тада се квалитет језерске воде редовно контролише, улажу се велики напори да се сачува квалитет воде у језеру, биљни и животињски свет на обалама и ихтио-фауна језера. Уз постојећи погон за пречишћавање отпадних вода, 1995. године пуштен је у рад канал Тиса - Палић, што је допринело побољшању квалитета и освежавању језерске воде.

Због своје географско - еколошке вредности Палићко језеро представља

заштићено подручје III категорије и има ранг „парка природе”. На географском и сливном подручју Палића под трећим степеном заштите забрањена је урбана изградња, промена пејзажа, уништавање вегетације и узнемиравање, на било који начин, животињских врста. Ово степско језеро измењено је људским радом и представља драгоцен водни ресурс. Пространство војвођанске равнице угрожено је ветровима различитог интензитета и праваца који премештају честице земљишта са незаштићених пољопривредних површина, засипају каналску мрежу, комуникације, насеља и друге површине и на тај начин чине непроцењиве штете пољопривреди, водопривреди, урбанизму, животној средини и др. (Летић, Љ. *et al.* 2009). Стање језера и приобалног резервата природе у овом тренутку је нарушено, што изискује значајна материјална средства за ревитализацију, заштиту и очување квалитета животне средине. У будућности се, у језеру, мора стално контролисати квалитет воде и усмеравати пажњу на очување њеног квалитета као природног ресурса (Ристић, Р. *et al.* 2001).



Слика 2. Цветање алги на Палићу  
Figure 2. Algal blooms on Palic



Слика 3. Вода Палићког језера.  
(фото: Анђелковић  
Figure 3. Palic Lake water  
(photo: Andjelkovic, A.)A.)

Вегетација која обраста обале и језеро може се, укратко, сврстати у неколико значајних биљних заједница:

- заштићене - ретке и аутохтоне врсте су, првенствено, примерци дендрофлоре у Великом парку и Парку Народних хероја, који представљају споменике природе: мочварни чемпрес (*Taxodium distichum* Rich), код Женског шtrandа, и пољски јасен (*Fraxinus oxycarpa* Willd), код Велике терасе, који представљају споменике природе. У депресији Зоо-врта пронађена је и ретка врста орхидеје



Слика 4. Обале Палићког језера уређене су у парковске површине (фото: А. Анђелковић)  
Figure 4. Lake Palic shoreline is landscaped into park areas (photo: A. Andjelkovic)

(*Orchis laxiflora* subsp. *Palustris*), у народу позната као мочварни кађун. Овај, по флористичким елементима, најбогатији део МЗ Палић, налази се супротно од локације у односу на Велики парк.

Флору језера карактеришу акватичне врсте:

- *Lemna minor* (сочивица);
- *Potamogeton trichoides*;
- *Ceratophyllum demersum* (дрезга);
- *Myriophyllum spicatum* (класасти крочањ);
- *Phragmites communis* (барска трска);
- *Typha latifolia*;
- *Bolboschoenus maritimus* и друге.

На списку биљака у Црвеној књизи Србије налазе се:

- *Potamogeton trichodes*;
- *Silene multiflora*;
- *Triglochin maritima*.

У погледу ихтио-фауне, у водама Палићког језера констатовано је 19 врста риба, које припадају следећим фамилијама:

- *Esocidae* (*Esox lucius*);
- *Cyprinidae* (*Cyprinus carpio*), (*Carassius auratus gibelio* – сребрни караш), (*C. carassius*), (*Scardinius erythrophthalmus*), (*Pseudorasbora parva* - амур), (*Alburnus alburnus*), (*Rutilus rutilus*), (*Aspius aspius*), (*Abramis brama*), (*Abramis sapa*), (*Tinca tinca*), (*Ctenopharygodon idella*), (*Hypophthalmichthys molitrix*), (*H. nobilis*);
- *Cobitidae* (*Misgurnus fossilis*);
- *Centrarchidae* (*Lepomis gibbosus* - сунчаница);
- *Percidae* (*Perca fluviatilis*), (*Stizostedion lucioperca*).

Од ихтио-врста које спадају у природне реткости (према Црвеној књизи Србије), јављају се:

- *Esox lucius* – штука;
- *Misgurnus fossilis* – чиков;
- *Stizostedion lucioperca* - смуђ.

Економски значајне ихтио-врсте су:

- *Cyprinus carpio* - шаран;
- *Hypophthalmichthys molitrix* – сиви толстолобик и
- *Hypophthalmichthys nobilis* - бели толстолобик.

Реметилачки фактори на рибњачким површинама и језерима су: човек, клима, патогени организми, грабљивице и др., који у мањој или већој мери утичу на производни процес и очување ихтиофауне ових водених површина (Николић В., Летић Љ., 2011).



Слика 5. Помор рибе на Палићком језеру 26.05.2009. (извор: дневни лист "Политика")  
Figure 5. Fish kill in Palic Lake on May 26<sup>th</sup>, 2009 (Source: daily newspaper 'Politika')

Од птица, на подручју Палићког језера забележено је 207 врста, од којих се 101 врста гнезди на обалама језера. Пет врста се налази на листи угрожених птица у свету, 48 врста је угрожено у Европи, четири имају мали ареал у свету, 86 врста птица је угрожено и ретке су у Србији, док 63 врста има еколошки значај. У свету, Европи и Србији угрожене су:

- *Podiceps nigricollis* - црноврати гњурац, *Ardeola ralloides*, *Egretta garzetta*, *Nycticorax nycticorax*, *Ixobrychus minutes*, *Botaurus stellaris*, *Cygnus olor*, *Anas strepera*, *Anas clypeata*, *Aythya fuligula* - ћубаста пловка, *Aythya nyroca* - црнка, *Circus aeruginosus* – западна еја мочварица, *Tringa tetanus* - црвенонога прутка, *Recurvirostra avosetta*, *Larus melanocephalus*, *Larus ridibundus*, *Sterna hirundo*, *Alcedo atthis*, *Remiz pendulinus*, *Panurus biarmicus*, *Lascinia svecica*, *Locustella luscinioides* и *Emberuza schoenuclus*.

## 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

За израду овог рада послужили су резултати вишегодишњих испитивања квалитета воде и седимената Палићког језера, која су вршили Завод за здравствену заштиту Војводине из Суботице и аутори овог рада. Методологија истраживања обухвата теренске, лабораторијске и методе осматрања и регистровања појава. На основу прикупљених података извршена је анализа и синтеза вишегодишњих резултата истраживања. Испитивањима су обухваћени следећи параметри квалитета:

- **физичко-хемијским испитивањима** језерске воде (табела 1) мерене су: температуре воде и ваздуха, боја, мирис, провидност, видљиве материје, рН-вредност, електропроводљивост воде, слободан угљен-диоксид ( $\text{CO}_2$ ), растворени кисеоник (О), процентуална засићења кисеоником, хемијска потрошња кисеоника (НРК), бихроматни, петодневна биохемијска потрошња кисеоника ( $\text{BPK}_5$ ), утрошак калијум-перманганата ( $\text{KMnO}_4$ ), суспендоване материје, укупне растворене материје, присуство органске материје (одређене су методом жарења), жарени остатак, хидрокарбонати, карбонати, амонијачни азот, слободан амонијак, нитритни и нитратни азот, азот по Кјелдахлу из нефилтрираног и филтрираног узорка, минерални и укупани азот, ортофосфат, укупан растворени фосфор, укупан фосфор, калцијум, магнезијум, натријум, калијум, хлориди, сулфати, сулфиди,  $\text{H}_2\text{S}$ , DOC и хлорофил;
- **хидробиолошким испитивањима** (табела 2) обухваћено је одређивање квалитативног и квантитативног састава и структуре планктонских заједница уз издвајање биоиндикатора и одређивања индекса сапробности по методи Пантле - Буцк-а;
- **за хемијску анализу муља** узорковања и анализе обављају се три пута годишње, а параметри испитивања су: неоргански и органски део муља, карбонати, укупан азот, укупан фосфор, калцијум, магнезијум, хлориди, сулфати, сулфиди, натријум, калијум, олово, кадмијум, бакар, цинк, гвожђе, манган, хром, никал и арсен, поред



тога вршене су анализе изреагованог муља из постројења за прераду отпадних вода (УПОВ) – Суботица - Палић;

- анализа бентоса језера Палић и Лудаш, на по два локалитета, обухвата квалитативно и квантитативно одређивање представника фауне дна.

### 3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Језеро Палић је насипима подељено на четири сектора. Узорковање и испитивања сасатава муља врше се на првом, другом и трећем насипу и на изливу из четвртог - туристичког дела језера. Воду туристичког дела језера карактерише интензивно зелена боја, мале провидности, значајна количина суспендованих минералних и органских материја, екстремно високе рН-вредности, високе концентрације свих облика азота и фосфора, неуједначен и неповољан режим кисеоника током године. На основу ових параметара, квалитет воде језера Палић одступа од вредности прописаних Уредбом о класификацији вода за IIb класу квалитета (воде погодне за купање, рекреацију и спортове на води) (Секулић, Г., Ђокић, В., 1999).

Најсложенија заједница алги присутна је у туристичком сектору језера, где је уочена тенденција повећања броја детерминисаних врста у оквиру рода *Cyanophyta*. Квалитативно доминантан род на овом локалитету је *Chlorophyta*. Негативан утицај *Cyanophyta* одражава се како на састав и структуру планктонске заједнице језера, тако и на животне услове у њему, нарочито у летњем и јесењем периоду године, када се јавља проблем смањене количине воде у четвртном сектору језера. Последњих година регистровани су продужени периоди задржавања воденог цвета, који, као такви, подстичу неповољне животне услове у језеру. Доминација *Cyanophyta* у фитопланктону четвртог сектора дестабилизује језерски екосистем и најоучљивији је знак хипертрофије и еутрофије језера (Дулић, С., Мркић, Б., 1999).

#### 3.1 Контрола квалитета отпадних и површинских вода

Лабораторија за контролу квалитета отпадних вода ЈКП „Водовод и канализација” из Суботице смештена је на градском уређају за пречишћавање отпадних вода (УПОВ). У оквиру лабораторије постоје две јединице, хемијска и биолошка лабораторија. За вршење физичко-хемијских и хидробиолошких испитивања лабораторија је опремљена потребним апаратима и прибором. Извршиоци су стручно оспособљени и имају искуства при раду на анализи вода, као и третману искоришћених вода (Игњатовић, Л., 1995/а). Лабораторија континуирано врши испитивање квалитета индустријских и комуналних отпадних вода, као и квалитета површинских вода, реципијента језера Палић.

Збирни резултати испитивања квалитета воде језера Палић приказани су у табели 1. Може се запазити да многи резултати одступају од максимално дозвољених (МДК) за IIb класу квалитета воде. Да би решења заштите била адекватна, у спроведеним истраживањима у оквиру овог рада покушано је да се региструју потенцијални узроци загађења, а затим, адекватним мера-

ма, деловано је на побољшање мера заштите и трајно очување постигнутих резултата.

**Табела 1.** Извештај о физичко – хемијском испитивању површинских вода (извор: Градски завод за јавно здравље, Суботица)

Назив: ЈЕЗЕРО ПАЛИЋ, IV сектор - туристички део језера

Датум узорковања: 15.06.2009.

**Table 1.** Report on the physicochemical testing of surface water (source: Institute of Public Health, Subotica) Sampling date: 15.06.2009.

	ПАРАМЕТРИ	Јединица	МДК Пб	ЛОКАЛИТЕТ	Ознака метода испитивања
				PV040609 IV сектор	
1.	Температура ваздуха	°C		27.5	SRPS H.Z1.106:1970
1.	Температура воде	°C		23.5	SRPS H.Z1.106:1970
2.	Боја воде		Без	Зелена	DM*
3.	Мирис		Нема	Нема	DM*
4.	Провидност	cm		5	DM*
5.	Видљиве материје			Нема	DM*
6.	pH вредност		6,5-8,5	9.86	SRPS H.Z1.111:1987
7.	Електрична проводљивост	mS/cm. 20°C	1000	817	ISO 7888: 1985
8.	Укупна количина соли	mg/l	1000	515	DM*
9.	Растворени кисеоник	mg/l	5	3.83	SRPS ISO 5813:1994
10.	% zasiћености кисеоником	%		117	DM*
11.	Хемијска потрошња кисеоника – бихроматна	mg/l	15	134	SRPS ISO 6060 :1994*
12.	Петодневна биолошка потрошња O <sub>2</sub> (BPK 5)	mg/l	6	70	SRPS ISO 5815 :1994*
13.	Хемијска потрошња O <sub>2</sub> (из утрошка KMnO <sub>4</sub> )	mg/l	10	2.64	Приручник (62) P-IV-9a
14.	Суспендоване материје (на 105°C)	mg/l	40	62.5	SRPS H.Z1.160:1987
15.	Растварање материје (на 105°C)	mg/l		634	DM 63 (83)
16.	Жарени остатак растворених мат. (на 600 °C)	mg/l		414	DM 65 (85)
17.	Губитак жарењем раств. мат. (на 600 °C)	mg/l		220	DM 65 (85)
18.	Амонијачни азот (NH <sub>4</sub> -N)	mg/l		2.40	DM 62 (79)
19.	Слободан амонијак	mg/l		0.854	DM*
20.	Нитритни азот (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l		∅	SRPS ISO 6777 :1997
21.	Нитратни азот (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l		0.11	DM 31 (87)
22.	Укупан азот по Кјелдахл-у	mg/l		9.38	DM*
23.	Растворени азот по Кјелдахл-у	mg/l		13.77	DM*

24.	Минерални азот	mg/l		2.15	DM*
25.	Укупан азот	mg/l	2	9.49	DM*
26.	Ортофосфати (PO <sub>4</sub> -P)	mg/l	-(8)	0.08	DM 68
27.	Укупан растворени фосфор	mg/l		0.21	DM*
28.	Укупан фосфор	mg/l		0.97	DM*
29.	Натријум	mg/l		94.1	DM 05-442 (72)
30.	Калијум	mg/l		20.9	DM 05-442 (72)
31.	Хлориди	mg/l		96.3	SRPS ISO 9297 :1997
32.	Сулфати	mg/l	100	73.52	DM 30 (86)
33.	Сулфиди	mg/l		0.08	DM*
34.	Водониксулфид	mg/l		0.10	DM*
35.	Хлорофил "а"	mg/m <sup>3</sup>		765	DM*

\*метода није акредитована

**Хидробиолошким испитивањима** (табела 2) обухваћено је одређивање квалитативног и квантитативног састава и структуре планктонских заједница уз издвајање биоиндикатора и одређивање индекса сапробности по методи Пантле - Буцк-а. Сезонски се одређује присуство ањонских тензида, фенолног индекса, концентрације олова, кадмијума, бабра, цинка, гвожђа, мангана, хрома, никла и арсена. У истом периоду испитује се дневно колебање кисеоника, примарна органска продукција и биолошка активност обрастаја обала и језера.

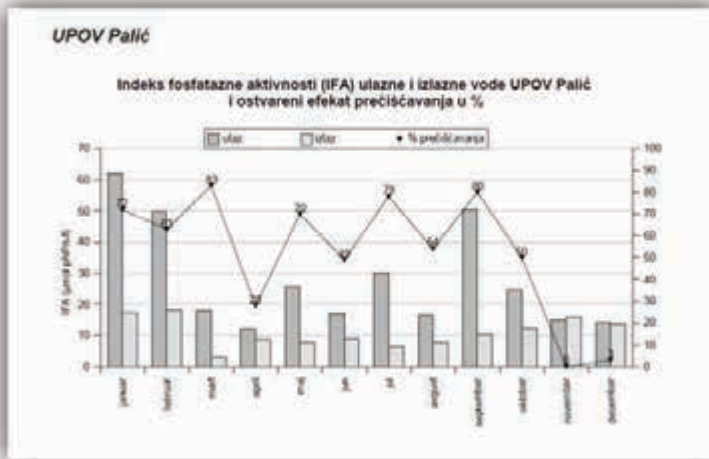
**Табела 2.** Резултати хидробиолошког испитивања површинских вода (извор: Градски завод за јавно здравље, Суботица)

Датум узорковања: 15.06.2009.

**Table 2.** Results of hydrobiological testing of surface water (source: Institute of Public Health, Subotica). Sampling date: 15.06.2009

	Параметри испитивања	Јединица	Језеро Палић IV сектор
1.	Индекс "С" по Пантле-Буцк-у		2.14
2.	Степен сапробности		B
3.	Број индивидуа у фитопланктону	x 10 <sup>6</sup> / l	100.80
4.	Број индивидуа у зоопланктону	ind / l	7000
5.	Биомаса зоопланктона	mg / l	3.300
6.	Квалитативно доминантан раздео фитопланктона		<i>Chlorophyta</i>
7.	Квантитативна заступљеност раздела фитопланктона		Chlorophyta:26.2% Cyanophyta: 69.0% Bacillariophyta: 4.8%
8.	Доминантна група зоопланктона		Rotatoria





Дијаграм 1. Ефекти пречишћавања отпадних вода на постројењу УПОВ Палић  
 Graph 1. Effects of wastewater treatment at WWT plant Palić

У оквиру хемијске анализе муља узорковања и анализе обављају се три пута годишње, а параметри испитивања су: неоргански и органски део муља, карбонати, укупан азот, укупан фосфор, калцијум, магнезијум, хлориди, сулфати, сулфиди, натријум, калијум, олово, кадмијум, бакар, цинк, гвожђе, манган, хром, никал и арсен. Језеро Палић је насипима подељено на четири сектора. Узорковања и испитивања се обављају на првом, другом и трећем насипу и на изливу из четвртог - туристичког дела језера.

Последњих година регистровани су продужени периоди задржавања воденог цвета, који, као такви, подстичу неповољне животне услове у језеру. Доминација *Sуanophyta* у фитопланктону четвртог сектора дестабилизује језерски екосистем и најочљивији је знак хипертрофије језера (Бранковић, Д., Будаков, Љ. 2001).

Током јуна 2009. године извршено је узорковање језерске воде у три наврата и утврђено је присуство колиформних бактерија фекалног порекла, као и *Enterococcus faecalis*. Ранијих година, такође, регистровано је присуство ових бактерија, али су поновљене анализе показивале да се радило о спорадичним појавама. Током 2013. године регистровано је континуирано присуство бактерија фекалног порекла на свим локалитетима и при сваком узорковању, што индицира да постројење за третман и прераду отпадних вода не функционише добро у свим фазама (Дулић, С., Мркић, Б., 1999). Присуство бактерија носи одређени ризик по здравље, а упозорење се односи нарочито на осетљиве особе, као што су деца, реконвалесценти, инвалиди, особе са оштећењима коже или слузокоже. Фактори који повећавају ризик за настанак инфекција су дуготрајан боравак у води, роњење, нарочито отворених очију, гутање воде, нехигијенско понашање купача, висока температура воде.

Резултати микроскопских испитивања муља у води језера Палић пока-

зали су да је муљ у току већег дела године био подложен старењу, флокуле су величине веће од 150  $\mu\text{m}$ , углавном правилног облика, компактне структуре и постојане. Од цилијатних протозоа биле су доминантне еукариоте. Број причвршћених се кретао од 0 до 150 000 ind/ml муља. Доминантне су биле *Vortucella microstoma*, *V. convalarua* и *Opercularua* sp. пузеће, односно цилијате које живе и хране се на површини флокуле, утичући на тај начин и на њену структуру. Такође су биле бројне, док су слободнопливајуће биле ретке и појединачно присутне у систему. Најбољи услови, на основу квалитативног и квантитативног микробног састава, али и других параметара у муљу, били су у летњем и раном јесењем периоду. Погоршање се догађа у току прања аерационих базена и остале опреме у систему. У будућем периоду би се могла обратити пажња да се прање аерационих базена планира ван туристичке и рекреационе сезоне што може утицати на побољшање стања у односу на квалитет биоактивног муља и ефикасности пречишћавања отпадних вода (Ђековић, В., 2007).

Влакнасте бактерије у току већег дела године утичу на сапробност језерске воде Палића. Доминирала је бактерија *Thiothrix* sp. У новембру месецу је експериментално доказан негативан утицај високих концентрација кисеоника на морфологију ове бактерије, што је успешно примењено и у технолошком процесу (извештај УПОВ Суботица из 2006. године.)

Постројењем за пречишћавање отпадних вода обухваћена је свака фаза пречишћавања од улива сирове отпадне воде до излива пречишћене воде, као и лабораторијска контрола квалитета пречишћене воде и преглед биоактивног и изреагованог муља, пре упуштања у реципијент. Сирова отпадна вода пристиже на постројење градског пречистача из домаћинства, радних организација, установа као и подземне и атмосферске воде које се сливају са комуникацвија тротоара и кровова зграда у канализационе систем до постројења УПОВ.

Погонске анализе квалитета пречишћене воде и муља врше се свакодневно за потребе управљања технологијом пречишћавања. Анализе обухватају обраду тренутних и композитних узорака воде и муља. Композитни узорци се припремају од више тренутних узорака, најчешће од узорака сакупљених у току дана, тј. за 24 сата са динамиком узорковања на свака два сата. Такође се систематски врше проширене недељне, месечне и кварталне анализе контроле рада УПОВ, праћење квалитета реципијента пречишћених вода, површинских вода, праћења квалитета индустријских технолошких отпадних вода, отпадне воде у канализационој мрежи, као и екстерне ситуације.

### **3.2 Хемијска контрола отпадних вода у току 2011. године**

#### **Отпадне воде суботичких предузећа**

Укупно је обрађено 130 узорака индустријских отпадних вода. Одступање квалитета испуштених отпадних вода од прописаних утврђује се на основу максимално дозвољених концентрација (МДК) датих у Уредби о класификацији вода (Службени гласник Социјалистичке републике

Србије бр.5/68), у којој је, у члану 5, дефинисана подела површинских вода на класе квалитета. Такође, Одлуком о јавној канализацији („Службени лист Општине Суботица” бр. 39/2001) одређени су параметри и упуства за одржавање постигнутих норми квалитета (Урошевић, М., 2004).

На основу оцене квалитета отпадних вода у односу на прописане критеријуме, највеће органско загађење је регистровано у Млекари и у Фиделинка Скробари, а неорганско загађење је мање присутно од када је престала са радом хемијска индустрија и кожара.

Квалитет отпадних вода контролисаних индустријских загађивача није испуњавао услове упуштања отпадних вода у градску канализацију, и то због следећих разлога:

- ниске рН-вредности (Скробара, Млекара, Лукас, Си & Си);
- високе рН-вредности (Фресх & цо, Млекара);
- високог органског оптерећења (Млекара, Скробара);
- масти и уља (Млекара, Иком, Север, Братство);
- таложивих материја (Скробара, Иком);
- укупног азота (Млекара, Скробара);
- укупно фосфора (Млекара, Иком);
- АА детерџената (Пионир).

НАПОМЕНА: редослед одговара катастру загађивача по редоследу загађења и није се битније променило у односу на 2006. годину.

Катастар загађивача састављен је на два начина: на основу просечне концентрације загађења, израженог у mg/l и на основу масеног биланса, израженог у kg/mесес. Код ове две ранг листе редослед загађивача није идентичан. Одлука о јавној канализацији прописује граничне концентрације МДК (mg/l) које се смеју испуштати са отпадним водама и на основу величине одступања од МДК могу се рангирати загађивачи. За градски пречистач је од већег значаја масени биланс који поред концентрације загађења узима у обзир и количину емитоване отпадне воде у неком временском периоду.

Квалитет отпадних вода контролисаних загађивача често није испуњавао услове испуштања отпадних вода у јавну канализацију, како је то регулисано општинском Одлуком о јавној канализацији. По ранг листи загађивача, састављене на основу материјалног биланса, Млекара заузима прво место у погледу емисије органских материја и масти, као и у погледу емисије укупног азота и фосфора. У отпадним водама Скробаре значајно су смањене таложиве органске материје у односу на претходне године, али растворене органске материје и даље су веома високе. Загађења од стране Фиделинка Скробаре и Млекаре су се негативно манифестовале на уређају за пречишћавање отпадних вода јер додатно оптерећују уређај, њихове отпадне воде изискују већу потребу за електричном енергијом, изазивају сметње у одвајању пречишћене воде и биоактивног муља.

Уређај за прераду отпадних вода је хидраулички оптерећен, а повремено је и биолошки преоптерећен. Анализом резултата може се уочити да је концентрација улазног органског оптерећења смањена у односу на претходну годину. Утврђени степен пречишћавања за 2006. годину, рачунато на смањење БПК5, у просеку је износио 92%.

Квалитет пречишћене воде задовољава предвиђене норме при механичком и биолошком третману. Функција самопречишћавања у лагунском систему готово да не постоји.

### **3.3 Биолошка контрола отпадних вода и биоактивног муља**

У биолошкој лабораторији раде се токсиколошке анализе индустријских и површинских вода, анализе ензимске активности улазне отпадне и излазне пречишћене воде (УПОВ Суботица и Палић), као и површинских вода (лагунског система, рибњака, језера Палић, Омладинског језера, језера Лудаш и речице Киреш). Највећи обим послова сачињавају микроскопске анализе муља, које се раде свакодневно из узорака муља узетих из аерационих базена 1 и 2 и рецикулационог муља.

#### **Токсиколошке анализе**

Степен токсичности се одређује стандардним краткотрајним (24h) тестом на акваријумским рибицама Лебистес ретицуатус. Одређује се ЛЦ-50 (концентрација у којој за одређено време угине 50% организама). Резултати се изражавају преко %Т<sub>1m</sub> (обрнуто сразмеран степену токсичности) или Дил.Т<sub>1m</sub> (показује колико је пута потребно разблажити воду да би се достигао LC-50). Уколико је вредност %Т<sub>1m</sub> нижа (>100), испитивани узорак је већег степена токсичности.

#### **Биохемијска анализа фосфатазне активности**

Индекс фосфатазне активности (ИФА) је брз и прилично поуздан показатељ укупне микробиолошке активности у води (што нам индиректно казује о органском оптерећењу воде).

#### **Бактериолошке анализе**

Бактериолошке анализе су врло користан извор информација о стању водених екосистема и биолошког пречишћавања воде, посебно са еколошког аспекта. Да би се извршиле бактериолошке анализе неопходно је стерилно засејавање узорака на хранљиве подлоге) уз примену термостата са могућношћу хлађења (за одржавање температуре неопходна је стална контрола, да температуре буде нижа од собне) чиме су остварени технички услови за увођење и систематизацију ових анализа.

#### **Микроскопске анализе воде и активног муља**

Под микробиолошким особинама воде подразумева се присуство и концентрација бактерија, вируса, цревних и хепатичних паразита, бактериофага, алги и неких других микроорганизама. Бактерије су ситна, микроскопска, једноћелијска жива бића, чија величина одговара величини колоидних честица димензије колоидних честица су 1 до 100 микрона, а бактерије имају попречне димензије највише 1 до 2 микрона, дужина им је од 15 до 20 микрона). Из тога проистиче да се у свакој мутној води може очекивати присуство бактерија и због тога постоји јасан хигијенски значај мутне воде. Број испитиваних различитих врста бактерија је врло велики, око 2.000. Неке

од њих су сапрофите, тј. организми који живе у мртвој органској материји.

Други су паразити, који живе у различитим органима и ткивима живих виших организама. Извесне бактерије су патогене, тј. изазивају болести. Међутим, због њихове слабе прилагодљивости на живот у слободној природи њихов број је врло мали, па је зато и мала вероватноћа да се макар и једна јединка патогеног организма нађе у узорку воде захваћеном за анализу. Да се не би, ипак, десило да се нека вода омашком оцени за бактериолошки исправну, и ако то није, потребна је велика опрезност. За доказивање бактериолошке исправности воде користе се посебне методе за утврђивање одсуства или присуства непатогених цревних паразита којих има знатно више, јер се они налазе у цревима свих здравих лица. То су тзв. индикатори фекалног загађења воде. Ако њих у води нема, можемо бити сигурни да нема ни патогених. Патогени организми, у води, истражују се обавезно у случају епидемија. У новије време развој биомониторинга обележен је напретком који се огледа у убрзаном развоју метода и техника појединих научних дисциплина из ове области. Једностранни приступ дефинисању биолошког одговора, када се анализира дистрибуција организама у односу на само један фактор (на пример органске или неоранске материје, ацидификација на токсиканте), бива замењен мулти-варијантним поступцима, који динамику биоценоза анализирају у односу на више променљивих истовремено. Тежња ка дефинисању универзалног метода биомониторинга за велике територије потиснута је схватањем да за сваку област која представља природну, биогеографску целину (екорегион), треба развити поступке који ће поштовати посебности сваке територије. Све процедуре биолошког мониторинга треба да се заснивају на истим принципима и, што је врло битно, резултати морају да буду упоредиви. Такав приступ истакнут је и у Директиви о водама (*Директиве 2000/60/ЕУ*), где концепт екорегиона заузима кључно место. Биолошке методе процене квалитета водене средине, за разлику од метода које користе физичке и хемијске параметре и које бележе тренутно стање, региструју дуготрајне последице загађења. Резултати биомониторинга омогућавају да се, поред утврђивања степена загађености, утврди и капацитет самопречишћавања акватичних екосистема. Мада је често критикована због дужине и цене процеса, недостатак стандардизације у техникама, комплексности интерпретације података и варијација у одговорима организама на загађење, употреба хидробионата у мониторингу загађења акватичних екосистема задржала је значајно место (Ђековић, В., 2007).

Методе које се користе у биомониторингу полазе од два основна приступа: система који као основу имају микроорганизме индикаторе (системе сапробности) и структурно аналитички приступ (биотички индекс и еколошке методе. Током животног циклуса биљке и животиње уносе у воду различите материје, а међу њима и штетне. Механизми уношења, метаболизма и ослобађања од штетних материја су специфични, особени и својствени за сваку материју. За воде које мирују, са израженом хетерогеношћу у хоризонталном правцу, прелиминарно се узимају узорци са већег броја тачака. На основу добијених резултата накнадно се утврђује мањи број тачака (или само једна). Изузетак су водени екосистеми за које постоје прет-

ходна истраживања, где су одређене тачке са којих треба узимати узорке за упоредну анализу квалитета акватичне средине. Као индикатори загађења изабране су бактерије које припадају (колиформној групи), од којих је најважнија врста *Escherichia coli*, пошто је извесно да је она фекалног порекла. Утврђивањем присуства бактерија из колиформне групе у води показује се да та вода није довољно заштићена од инфекције и да, ако се у околини испитиваног изворишта појаве цревна обољења постоји могућност да се она пренесу водом и да наступи епидемија. Због тога се забрањује употреба воде која показује претерано велики број колиформних бактерија. За утврђивање броја присутних бактерија у неком узорку воде користи се њихова особина да се на погодним храњивим подлогама врло брзо размножавају, изазивајући при томе у подлози карактеристичне биохемијске реакције или образујући колоније видљиве голим оком. Изазване биохемијске реакције у подлози и колоније служе за одређивање врсте и броја присутних бактерија. Концентрација колиформних бактерија у узорку одређује се методом математичке статистике на број позитивних и негативних култура и изражава се њиховим највероватнијим бројем по јединици запремине или бројем колонија које су се развиле на мембранском филтеру. Укупан број свих живих бактерија на агару после инкубације у току 24 часа на 37°C показује опште стање присуства паразитских бактерија у води. Резултати микробиолошке анализе воде користе се за процену употребљивости воде за пиће и за процену заштићености изворишта од инфекције. Микроскопске анализе муља обухватају преглед активних, свежих препарата муља и процену стања у систему на основу квалитета флокула и састава микроорганизама (Игњатовић, Л., 1995/6).

Бојењем и идентификацијом влакнастих бактерија (које су постале доминантне у муљу након преласка на дубински систем аерације), као и експерименталним приступом проналажења услова неповољних за њихов раст и развој, и применом добијених резултата у вођењу технологије се постигло благовремено и ефикасно сузбијање могућности њиховог набујавања и испливавања флокула муља из накнадних таложника. Коришћењем софтвера за обраду фотографија и повезивање са рачунарском опремом је знатно олакшало и унапредило квалитет рада у лабораторији укључујући и напредније коришћење и манипулацију података из електронске базе.

Пројектовање система за третман и прераду отпадних вода заснива се на прерачунавању индустријских загађивача на еквивалентни број становника града и приградских насеља (Далмација, Б. *et al.*, 2004).

Методологија рада која се тренутно користи при раду са активним муљем, база и обрада података, примена дигиталног фотографисања и софтверске за обраду снимљеног материјала, искуства и знања стечена протекле 2-3 године, сврставају ову лабораторију међу водеће у нашој земљи, док стандардне методе рада пружају основу за поређење и контакте са лабораторијама из других земаља.



#### 4. ЗАКЉУЧЦИ

Да би се очувало Палићко језеро, биљне и животињске заједнице овог предела који представља заштићено природно подручје, неопходно је изградити канализациону мрежу на Палићу, а загађења од коришћења пољопривредног земљишта свести на најмању меру. Канализациона мрежа треба да омогући да се отпадне воде доводе уређеним системима канализације до постројења за третман и пречишћавање отпадних вода. Поред тога, да би се спречило загађење језера пестицидима и ђубривима из пољопривреде неопходно је постављање заштитних илофитарских појасева између воде и њива, на тај начин би се спречило уливање ђубрива, и пестицида са њива у језеро.

Пример успешног коришћења језерских вода и околине је Боденско језеро у Немачкој, тај пример се може користити као препорука за коришћење језера и околине на Палићу. Препорука немачких стручњака је исушивање језера Палић на једну сезону, што ће смањити запремину муља и допринети успостављању екосистема без риба. То би, према њиховом мишљењу, био процес „самоизлечења“ Палићког језера.

Према становишту Рохмана, изнешеног на трибини Отвореног универзитета у Суботици, смањивање уливања нутријената у језерске воде, углавном фосфора као главног узрочника загађења, једини је начин за решавање проблема. Наведено је да је функционисањем новог пречистача отпадних вода, у последње три године, смањено уливање штетних материја у Палићко језеро за 90 одсто.

Отпадни муљ, из комуналних отпадних вода, било примарни (они који долазе са отпадним водама), било изреагован активни (муљ од био-масе микроорганизама из процеса биолошке обраде), мора да се, не само евакуише из пречишћене отпадне воде пре испуштања у реципијент, већ и стабилизује да би се могао безбедно одложити, или користити у друге сврхе (Ђековић, В., 2007). Технолошки поступак стабилизације отпадног муља може бити извршен поступком привремене стабилизације физичких и хемијских процеса, као и трајна стабилизација биолошким третманом. Биолошки третман отпадних муљева може бити аеробан и анаеробан. Проблематика отпадних вода и отпадног муља разликује се међусобно и треба је извршити одвојено, тако да се технолошки поступак третмана комуналних отпадних вода, најчешће, поставља у две основне линије: линију воде и линију муља.

- *Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (III 43007) који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја.*

## ЛИТЕРАТУРА

- Бранковић, Д., Будаков, Љ. (2001): Фитопланктон као показатељ загађења реке Тисе. Зборник радова, 30. конференција о актуелним проблемима заштите вода, Аранђеловац, 12-15. јун, стр. 151-156.
- Далмација, Б., Бечелић, М., Иванчев, И., Тумбас (2004): Пројектовање мониторинга површинских вода на основу оквирне директиве Европске Уније у области вода. Зборник радова, 33. конференција Југословенског друштва за заштиту вода, Борско језеро, 8-11. јун.
- Дулић, С., Мркић, Б. (1999): Одређивање квалитета воде језера Лудаш на основу планктонске заједнице. Зборник радова, 28. конференција Југословенског друштва за заштиту вода, Соко Бања, 12-15. октобар, стр. 165-170.
- Ђековић, В. (2007): Заштита вода. Унивезитетски уџбеник, Шумарски факултет, Београд.
- Игњатовић, Л., (1995/а): Компактно постројење за механичку и биолошку прераду отпадних вода мањих агломерација становништва. Докторска дисертација, Грађевински факултет, Ниш.
- Игњатовић, Л. (1995/б): Микробиолошке методе у преради отпадних вода. Водич кроз јединичне операције, ЕСО-ТЕСН, Ниш.
- Јахић, Б., М. (1990): Пречишћавање загађених вода. ДП Просвета, Нови Сад.
- Летић, Љ., Ђоровић, М. (1995): Водни потенцијали шумских подручја – очување уређивање и рационално коришћење. Монографија: „Потенцијали шума и шумских подручја и њихов значај за развој Србије“, Шумарски факултет, Београд.
- Летић, Љ., Савић, Р., Николић, В. (2009): Угроженост западне Бачке процесом еолске ерозије, Шумарство, 1-2, Удружење шумарских инжењера и техничара србије, Београд.
- Марјановић, З., Дамјановић, М. (2001): Заштита вода у Републици Србији у наредном петогодишњем периоду. Зборник радова, 30. конференције о актуелним проблемима заштите вода, Аранђеловац, 12-15. јун, стр. 53-58.7
- Николић, В., Летић, Љ. (2011): Заштитни засади као вид борбе против абразије на рибњацима војводине, Шумарство 3-4. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије, Београд, стр. 44.
- Ристић, Р., Ђековић, В., Маринковић, П. (2001): Заштита водних ресурса у Србији са аспекта угрожености ерозионим процесима. Зборник радова, 30. Конференција актуелним проблемима заштите вода, Аранђеловац, 12-15. јун, стр. 85-90.
- Секулић, Г., Ђокић, В. (1999): Резултати праћења квалитета воде акумулације „Батлава“. Зборник радова, 28. конференција Југословенског друштва за заштиту вода, Соко Бања, 12-15. октобар, стр.133-136.
- Симић, В., Симић, С., (1999): Фауна дна као показатељ степена еутрофизације неких акумулација у Србији. Зборник радова, 28. конференција Југословенског друштва за заштиту вода, Соко Бања, 12-15. октобар, стр.181-186.
- Уредба о класификацији вода, Службени гласник СРС», бр. 5/68, Србија
- Урошевић, М. (2004): Европско и наше водно законодавство. Зборник радова, 33. Конференција Југословенско друштво за заштиту вода, Борско језеро 8-11. јуна.  
<http://www.politika.rs/rubrike/Srbija/Palicko-jezero-prekriveno-uginulom-ribom.lt.html>, дневни лист *Политика* Београд

## QUALITY CONTROL OF THE WATER AND SLUDGE IN PALIC LAKE

*Aleksandar Anđelković  
Vojislav Đeković  
Neđo Milošević*

### **Summary**

This paper analyzes the quality of the water and sediment in Palic Lake, as well as the conditions for the survival of plant and animal communities in this protected area. The wastewater from the city of Subotica and its suburban areas poses an enormous problem for the conservation of this nature reserve. Suburbs are often not connected to the public sewerage system and wastewater is disposed of in septic pits. In most cases these are seepage pits, which pose hazards of groundwater aquifer water contamination. Palic Lake water is partly recharged and renewed from the ground water. Therefore, the quality of the lake water greatly depends on the quality of the water that feeds the lake. Present polluters discharge wastewater to the city sewage system without pre-treating it. Wastewater treatment plant (WWTP) purifies channeled water and discharges it into the lagoons, fish ponds and into Palic Lake. Sometimes organic matter flows into the lake body together with the purified water. The presence of organic matter reduces the amount of oxygen in the water, which increases biochemical and chemical oxygen demand. It creates conditions for algal blooming, while decomposition of organic matter produces dangerous toxic compounds (phenols and polycyclic aromatic hydrocarbons) which lead to periodic fish kills. If we want to maintain the quality of the environment, it is necessary to keep educating all users of water and coastal areas about the importance of preserving natural resources and plant and animal communities. The use of coastal land for agricultural purposes must be based on modern agrotechnical practices. Extensive use of pesticides and fertilizers leads to excessive concentrations of these substances and their compounds in the soil and pollution of surface and ground water. Packaging waste is disposed of (thrown) to unregulated illegal disposal sites, which is another example of dangerous pollution.