



**РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
ГРАДСКИ ЗАВОД ЗА ЈАВНО ЗДРАВЉЕ БЕОГРАД**

**Извештај о квалитету воде  
Савског језера на Ади Циганлији  
у 2019. години  
на основу Уговора V-01 бр. 4011-3/2018**

БЕОГРАД,  
фебруар, 2020. године

**ИНВЕСТИТОР:** Град Београд – Градска управа града Београда,  
Секретаријат за заштиту животне средине  
27. марта 43-45, Београд

**ИЗРАД ИЗВЕШТАЈА:** Градски завод за јавно здравље Београд,  
Булевар деспота Стефана 54а, Београд

**ДИРЕКТОР ЗАВОДА:** *Проф. др Душанка Матијевић*

**ПОМОЋНИК ДИРЕКТОРА У  
ДЕЛАТНОСТИ ХИГИЈЕНЕ И  
ХУМАНЕ ЕКОЛОГИЈЕ:** *Др Славиша Младеновић, спец. хигијене*

**НАЧЕЛНИК ЈЕДИНИЦЕ ЗА  
ИСПИТИВАЊЕ КВАЛИТЕТА  
И УНАПРЕЂЕЊЕ СТАЊА  
ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ:** *Др Драган Пајић, спец. хигијене*

**ШЕФ ОДСЕКА ЗА ВОДЕ:** *Др Ивана Ристановић-Поњавић, спец. хигијене*

**СТРУЧНИ САРАДНИЦИ:** *Аљоша Танасковић, дипл. биолог  
Јелена Лукић, Маст. физ.-хем.  
Сежана Вукчевић, дипл. хем. спец. сан. хем.  
Весна Милутиновић, дипл. инг. хем. техн. спец.  
токс.  
др Дара Јовановић, спец. микробиологије  
Др Аурора Бељин, спец. микробиологије  
Татјана Пљеша, спец. микробиологије  
Слађана Ранђеловић, спец. микробиологије  
Стефан Недовић, дипл. биолог  
Ана Благојевић, дипл. биолог*

## САДРЖАЈ

1.0 Уводне напомене	3
2.0 Циљ и значаја мониторинга квалитета воде и седимента	4
3.0 Општи подаци	5
3.1 Историјат	5
3.2 Карактеристике водног тела	6
3.3 Активности на одржавању Језера	7
3.4 Уређење и одржавање купалишта	8
4.0 Значајне спортске активности на Језеру	9
5.0 Методе контроле квалитета воде и седимента	10
5.1 Избор контролног профила	10
5.2 Узорковање воде и седимента	11
5.3 Параметри контроле квалитета воде и седимента	12
5.4 Динамика контроле воде и седимента	13
5.5 Испитива воде и седимента – методе и опрема	14
5.6 Провера поузданости аналитичких резултата	15
5.7 Оцена резултата испитивања	15
6.0 Коментар резултат испитивања	17
6.1 Резултати испитивања квалитета воде Језера	17
7.0 Закључне констатације	38
8.0 Предлог будућих активности	40

## 1.0 УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

Десни рукавац Саве преграђен је 1967 године и формирано је језеро на Ади Циганлији. Данас је овај комплекс на само 4 км. од центра Града највећи, најзначајнији, најуређенији, најбоље осмишљени и одржавани рекреациони центар на ужем и ширем подручју Београда, који све више добија на значају. Ада Циганлија и Макишко поље, су и део изворишта београдског водовода.

Према ГП „Београд 2021“ и важећим прописима у просторно планском, културном, санитарном, водопривредном и еколошком смислу комплетан простор Аде Циганлије третира се као значајно извориште водоснабдевања и најатрактивнија зона рекреације и забаве у Београду. У ноћним сатима због бројних сплавова, ресторана са живом музиком на десној обали Саве, Ада постаје један од најпосећенијих центара забаве.

Вишенаменска функција језера на Ади Циганлији намеће потребу свеобухватног, систематског мониторинга квалитета воде. Секретаријат за заштиту животне средине Скупштине Града усвојио је **„Програм контроле квалитета површинских вода на територији Београда“** у 2018. години којим дефинисане активности мониторинга квалитета воде Савског језера за 2018. и 2019. годину. Реализацију овог програма је поверио Градском заводу за јавно здравље Београд (ГЗЗЈЗ), као овлашћеној и акредитованој установи за ове послове.

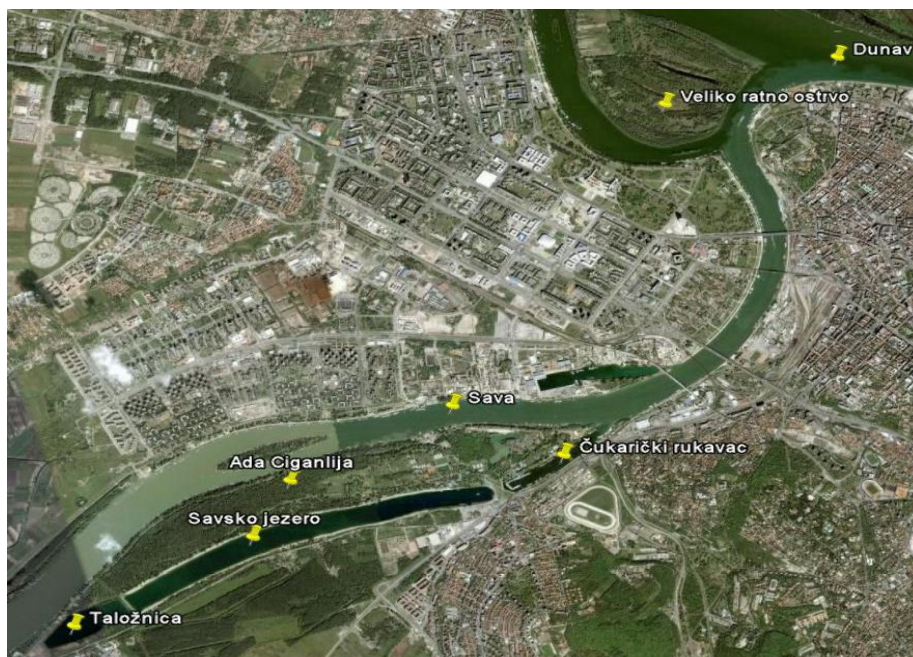
На обалама Језера су уређене плаже и са макишке и са савске стране, а на њима се у данима викенда повремено окупи и преко 130.000 купача. Уважавајући чињеницу да се плаже простиру на скоро 6 км обале, као и препоруке Светске здравствене организације (WHO) да на сваких 500м отвореног купалишта треба имати по 1 контролно место, Секретаријат је Програмом предвидео четири (4) контролна профила.

Комплетна Ада Циганлија и окружење Језера са макишке стране представљају зону непосредне заштите (зона 1) и ужу зону санитарне заштите (зона 2) изворишта Београдског водовода, у којој се налази 19 Ranney бунара (бунари са хоризонталним дренажним). Ово купаче и друге кориснике акваторије обавезује на посебан, строжији режим понашања него на другим купалиштима.

На квалитет воде Језера директно или индиректно утичу: квалитет воде реке Саве, вода од прања филтера на погону „Макиш I“ београдског водовода која се излива у Таложницу, бројни објекти на обалама Језера, национална и међународна спортска такмичења и културна догађања на Језеру, активности на одржавању акваторије и приобаља, као и број и понашање купача.

Обезбеђење неопходних санитарних услова на купалишту, прикупљање и одвођење свих отпадних вода насталих на обалама у систем градске канализације, контролисано функционисање Таложнице, дириговани рад црпне станице на прегради ка Чукаричком рукавцу, као и биоманипулација имају изузетан значај за очување квалитета воде и двонаменску функцију Језера.

Положај Аде Циганлије, Таложнице, Језера и Чукаручког рукавца у односу на остале градске структуре, Саву и Дунав, приказан је на сателитском снимку. Снимак омогућава сагледавање просторних односа наведених одредница.



**Слика 1.** Положај Аде Циганлије, Таложнице, Језера и Чукаричког рукавца у односу на градске структуре

У току 2013. године Ј.П. Ада Циганлија је добила „Плаву заставу“ за добар квалитет воде Језера. у протеклој години и труди се да је и надаље задржи.

**Током 2019. године извршено је узорковање, теренско и лабораторијско испитивање 124 узорака воде Језера, у периоду мај – средина септембра, као и испитивање 4 узорка седимента.**

## **2.0 ЦИЉ И ЗНАЧАЈ МОНИТОРИНГА КВАЛИТЕТА ВОДЕ И СЕДИМЕНТА**

Одмах по формирању Језера успостављена је систематска контрола (мониторинг) квалитета воде са циљем, да се обезбеде неопходне, валидне и правовремене информације за процену:

- Санитарног стања акваторије и могућности рекреације.
- Квалитета воде у односу на релевантне прописе.
- Могућности даљег двоаменског коришћења Језера.
- Могућности наводњавања зелених површина на Ади Циганлији.
- Брзине напредовања еутрофикационих процеса.
- Ефикасности мера предузетих на очувању квалитета.
- Потребе измене и допуне Мониторинга.
- Потребе предузимања додатних мера заштите и санације.

Наведени циљеви постављени су имајући у виду да простор Језера и непосредног окружења представља заштитну зону изворишта београдског водовода, урбану зону намењену спорту и рекреацији и еколошки високо вредно подручје и станиште биљних и животињских врста.

Подаци о броју купача и активностима на Језеру, изнети у уводном делу, и повремено незадовољавајући квалитет воде реке Саве, указују на потенцијалне опасности, потребу и значај сталне, комплексне систематске контроле квалитета воде Језера и повремене контроле седимента, посебно имајући на уму заштиту подземних вода од загађења, односно заштиту постојећег изворишта водоснабдевања београдског водовода и обезбеђења услова за здравствено безбедну рекреацију грађана.

Да би се обезбедили релевантни подаци за остварење наведених циљева било је неопходно успоставити систематску мултидисциплинарну контролу физичко-хемијских, микробиолошких и хидробиолошких карактеристика воде и извршити испитивање загађености седимента.

Обезбеђење високог квалитета воде Језера, посебно током купалишне сезоне, је императив обзиром на његову двонаменску функцију и могући негативни утицај на квалитет подземних вода.

Посебно наглашавамо, као изузетно важну чињеницу, да у складу са важећим Законом о водама, и концептом заштите и коришћења површинских и подземних вода, **водоснабдевање становништва има приоритет над свим другим облицима коришћења водних ресурса**, што се мора стално имати у виду код планирања активности на овом простору, без обзира на изузетан значај Аде Циганлије као рекреационог центра.

### 3.0 ОПШТИ ПОДАЦИ

#### 3.1. ИСТОРИЈАТ

Порекло имена „Циганлија“ има келтске корене и потиче од речи „синга“ (острво) и „лиа“ (подводно земљиште). Временом је нестала сложеница Сингалија, а од ње данашње име Циганлија.

Значај Аде Циганлије уочио је још Књаз Милош Обреновић пре скоро 200. година, па је острво 1821. године прогласио за државно добро, што је остало до данашњих дана.

Идеју о формирању Језера је дао академик Миладин Пећинар, који је сматрао да ће се преграђивањем рукавца обезбедити боље прихрањивање изворишта београдског водовода и створити изузетно повољни услови за формирање спортско рекреативног центра, који ће омогућавати рекреацију десетинама хиљада београђана. Идеја је прихваћена и Језеро је формирано 1967. године, преграђивањем рукавца Саве између Аде Циганлије и Макишког поља.

Језеро је од формирања изложено процесу интензивне еутрофикације због својих лимнолошких карактеристика, квалитета вода реке Саве којом се прихрањује и изразитог антропогеног утицаја. Да би се очувала његова функција било је неопходно проводити значајне санационе радове као: формирање Таложнице, планирање и продубљивање дна Језера-1988/89., чишћење Таложнице-1992. и 2003. године, уклањање вегетације и др.

Таложница има функцију уклањања суспендованих материја, трофогених соли и редукцију броја микроорганизама, коју је до сада веома успешно обављала.

### 3.2. КАРАКТЕРИСТИКЕ ВОДНОГ ТЕЛА

Језеро на Ади Циганлији и Таложница представљају јединствену функционалну целину, што је од посебног значаја за квалитет воде Језера и подземних вода.

Површина Језера је око 80 хектара ( $786.999 \text{ m}^2$ ), зависно од нивоа воде. Дужина обале је 7.540 m, а осе Језера 4.000 m, док му је просечна ширина око 200 m. У Језеру постоје две секције неједнаке дубине одвојене подводном превлаком широком скоро 100 m. која значајно утиче на циркулацију дубљих слојева воде, посебно у периоду стратификације. Секција уз Таложницу је око 1,3 m дубља од секције уз Чукарички рукавац. Средња дубина Језера је 7,23 m, а максимална 13,70 m, тако да је запремина воде око 6 милиона  $\text{m}^3$ , ( $5.691.706 \text{ m}^3$ ).

Површина Таложнице је око 20 хектара ( $196.721 \text{ m}^2$ ), дужина обале је 2020 m, а осе акваторије око 800 m. Просечна дубина је око 6,49 m, а максимална 9,80 m, што говори да је Таложница плића од Језера. Запремина воде је око 1,3 милиона  $\text{m}^3$ , ( $1.277.068 \text{ m}^3$ ). У Таложницу се осим воде Саве, убацује и вода од прања филтера на постројењу „Макиш I“ и вишак савске воде који није могао бити искоришћен за производњу воде за пиће.

Површине литорала, које потенцијално могу населити макрофите процењена је за дубину до 7,0 m, и на Језеру она износи 44,77%, а на Таложници 78,26% укупне површине акваторије.

Једини доток воде у Језеро је из Таложнице, односно реке Саве, и то гравитационо при нивоу Саве вишем од 72 мм, или преко црпне станице при нижим водостајима. Проток воде у Језеру има релативно широк дијапазон, али је процењено да је просечни меродавни годишњи проток воде око  $11 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Просечно време задржавања воде у Таложници је до 42 дана, што је изузетно важно за редукцију броја бактерија доспелих из Саве. Задржавање воде у Језеру је 189 дана.



Слика 2. Вода плави саобраћајницу око Језера у мају 2006. године

### 3.3. АКТИВНОСТИ НА ОДРЖАВАЊУ ЈЕЗЕРА

Одржавање двонаменске функције Језера захтева веома пажљиво управљање што уз остало подразумева повремено обимне хидротехничке радове и контролисану биоманипулацију.

Радови на чишћењу Језера (продубљивање и планирање дна) обављено је последњи пут 1988/89., а измуљивање Таложнице 2003. године. Таложење суспендованих материја у Језеру је ограниченог обима, јер Таложница задржава практично све суспендоване материје доспеле из реке Саве и са филтера постројења „Макиш I“.

Црпна станица на превлаци према Чукаричком рукавцу, је реконструисана 2006 и 2007. године, па је током протекле године радила пуним капацитетом. Ново постављене пумпе, омогућиле су контролисано пребацивање воде у Чукарички рукавац и обезбедиле “проточност” Језера, што је једна од битнијих активности у систему управљања квалитетом воде.

Значајну улогу у управљању квалитетом воде Језера такође имају и мере биоманипулације. Повремено, интензивно бујање макрофитне вегетације отежава рекреацију, па се кошење и изношење биомасе из Језера, обавља више пута годишње у вегетационом периоду. У 2003. години набављена је савремена, наменска машина која истовремено коси и уклања макрофите до одређене дубине. Циљ ових активности доминантно је стварање повољнијег амбијента за купаче, али би свакако требао да буде и одржавање квалитета воде на прописаном нивоу, као и успоравање процеса еутрофизације.



**Слика 3.** Уклањање макрофитне вегетације кошењем

Контролисана и правовремена примена мера биоманипулације успорава процес еутрофизације и од посебног је значаја за очување квалитета воде. Делимично, периодично уклањање макрофита мора се обављати у строго контролисаним условима, како не би дошло до „цветања воде“ и евентуалне појаве токсичних алги, што би компромитовало и функцију водоснабдевања и могућност здравствено безбедне рекреације.

У 2005. години Катедра за екологију биљака Биолошког факултета изадила је студију: “Еколошка студија контроле еутрофизације и продукције макрофита у Језеру на Ади Циганлији у функцији управљања квалитетом воде”. Студија је глобално дефинисала време, места и динамику уклањања макрофитне вегетације и дала је основе за биоманипулацију ради успоравања процеса еутрофизације.

И поред Студије, неопходно је систематски пратити динамику раста макрофита и на основу тога тачно дефинисати оптимално време и обим њиховог уклањања на појединим локалитетима.

Управа Аде Циганлије, сама одређује време, место и обим уклањања водене вегетације, односно обавља биоманипулацију, што може у случају погрешне процене да доведе до бујања алги и погоршања квалитета воде Језера.

### **3.4. УРЕЂЕЊЕ И ОДРЖАВАЊЕ КУПАЛИШТА**

У оквиру својих редовних активности на одржавању и уређењу купалишта, ЈП „Ада Циганлија“ је током предсезоне, обавила чишћење обала, пошљунчавање и фрезирање пошљунчаног дела обале.

Кошење и уклањање макрофита из Језера започето је у мају и вршено је различитим интезитетом током већег дела сезоне. Кошењем је било обухваћено или цело језеро или делови плаже где је разрасла водена вегетација ометала купаче.

Добро је да је уклањање макрофита обављено и по завршетку купалишне сезоне, што је једна од важних сугестија Еколошке студије.

Напомињемо да су протеклу купалишну сезону, обележили доста стабилни хидро-метеоролошки услови, са повремено екстремно високим температурама и спорадичним краткотрајним захлађењима са падавинама, што је утицало на број купача и квалитет воде.

Крајем предсезоне и поред сталних упозорења управе купалишта да је температура воде релативно ниска и да спасилачка служба још није почела са радом, на купалишту је било купача. Проблем су представљали и бројни матуранти који су матуру славили на неком од сплавова и некритично се одлучивали за ноћно купање, па чак и препливање Језера.

Добро је да ове године није било екстремно високих водостаја у пролећном периоду и плавних таласа на Сави, као 2006. године, када је дошло и до делимичног плављења обала Језера, које се види на слици 2. што би озбиљно компромитовало квалитет воде Језера и саму купалишну сезону могло да учини потпуно неизвесном.

Купање је у циљу повећања безбедности купача било забрањено на деловима непосредно уз узводну превлаку због жичаре за скијаше и низводно од дејег базена ка прегради са Чукаричким рукавцем.

Напомињемо да је са Управом купалишта, као и претходних година, у реализацији контроле квалитета воде Језера на Ади Циганлији, остварена одлична сарадња.

#### 4.0 ЗНАЧАЈНЕ СПОРТСКЕ АКТИВНОСТИ НА ЈЕЗЕРУ

У току 2019. године на Језеру су одржана велики број различитих спортских и културних манифестација, које су започеле „Вађењем часног крста“ на Богојављање, 19. јануара, а завршиле су се 10. новембра трком „Плави круг око Аде“.

Од значајнијих интернационалних такмичења и националних такмичења са међународним учешћем, која доприносе промоцији Београда и стварању позитивног имиџа, а не угрожавају квалитет воде Језера, истичемо следећа:

- Државно првенство у тријатлону
- I Еуро куп у Dragon boat-у и V Интернационални Dragon boat фестивал
- Различита државна такмичења у веслању
- Балкански шампионат у веслању

Поред наведених на Језеру су одржавана и бројна друга такмичења или промоције спортова који су новост на овим просторима.



**Слика 4.** Жичара за скијање на води код превлаке према Таложници

Уочава се да све већи број предузећа, установа и асоцијација на теренима рекреативног центра организује „спортски дан“ за своје раднике и чланове, тако да су протекле године ове манифестација биле веома бројне.

Поред наведених, на околним спортским теренима одржана су бројна рекреативна и аматерска такмичења, као и културно - забавне манифестације, што сврстава Аду Циганлију у једно од најзначајнији и најпосећенији рекреациони центар у Србији, а вероватно и на простору Балкана

Ради потпунијег увида у догађања током 2019. године на Језеру у прилогу овог Извештаја дат је преглед свих реализованих спортско-културних манифестација одржаних на Ади Циганлији.

## 5.0 МЕТОДЕ КОНТРОЛЕ КВАЛИТЕТА ВОДЕ И СЕДИМЕНТА

Контрола квалитета воде Језера према Програму врши се током купалишне сезоне, како би могла да се гарантује здравствена безбедност купача, али је обављена и непосредно пре и по завршетку сезоне.

У оквиру примењене методологије дефинисани су: начин избора мониторинг профила, узимања узорка воде и седимента, опрема и начин теренских и лабораторијских испитивања, провера поузданости аналитичких резултата, критеријуми за оцену и начин оцене квалитета воде и седимента.

Узорковање воде и седимента, као и сва физичко-хемијска, хемијска, санитарно-микробиолошка, еколошко-микробиолошка испитивања квалитета, вршила је екипа Градског завода за јавно здравље.

### 5.1. ИЗБОР КОНТРОЛНИХ ПРОФИЛА

Положај контролних профила генерално је дефинисан усвојеним „Програмом контроле квалитета површинских вода на територији Београда“, а избор микролокација је извршен по обиласку терена, у договору са представницима Секретаријата за заштиту животне средине и ЈП „Ада Циганлија“.

Одређивање микролокације извршено је у складу са следећим принципима:

- Репрезентативност за одређени сектор плаже,
- Добра измешаност и хомогеност воде у Језеру,
- Приступачност, безбедност за манипулацију опремом и узорцима, односно, узорковање и теренска испитивања.

Контрола квалитета воде и седимента обављана је на профилима "Округло купатило", "Дечји базен код судијског торња", "Ranney бунар РБ 12-1" и "Ranney бунар РБ 14-1".

Координате места узорковања на Језеру су:

<b>Дечји базен</b>	<b>N 44° 47' 15.2"</b>	<b>E 20° 24' 31.8"</b>
<b>Округло купатило</b>	<b>N 44° 47' 11.2"</b>	<b>E 20° 24' 03.5"</b>
<b>Ranney бунар РБ 12-1</b>	<b>N 44° 47' 01.2"</b>	<b>E 20° 23' 19.8"</b>
<b>Ranney бунар РБ 14-1</b>	<b>N 44° 46' 45.3"</b>	<b>E 20° 22' 40.5 "</b>

При избору контролних профила водило се рачуна да на делу непосредно низводно од Таложнице нема купача, због скијања на води, а такође их нема ни код превлаке ка Чукаричком рукавцу, због водоскока, црпне станице и забране купања.

Наведени контролни профили изабрани су јер се на низводној трећини Језера задржава највећи број купача. Овоме доприносе: близина аутобуске станице, паркинга, најлакши приступ, а све више и бројни локали, киосци, тобоган, изнајмљивање водених бицикала, сандолина, као и други атрактивни садржаји.

На слици 5. приказан је положај одабраних контролних профила на Језеру.



Слика 5. Места узорковања воде и седимента за контролу квалитета

## 5.2. УЗОРКОВАЊЕ ВОДЕ И СЕДИМЕНТА

Током узорковања примењени су ниже наведени стандарди РС, који су идентични међународним стандардима и то:

- SRPS-ISO 5667-1 Квалитет воде – узимање узорка – Део 1: Смернице за израду програма узимања узорка и поступке узимања узорка
- SRPS-ISO 5667-3 Квалитет воде – Узимање узорка – Део 3: Смернице за заштиту и руковање узорцима воде
- SRPS-ISO 5667-4 Квалитет воде – Узимање узорка – Део 4: Смернице за узимање узорка из природних и вештачких језера
- SRPS-ISO 7828 Методе узимања биолошких узорка.
- SRPS-ISO 5667-12 Квалитет воде – Узимање узорка – Део 12: Смернице за узимање узорка талоба са дна
- SRPS EN ISO 19458 – Квалитет воде – Узимање узорка за микробиолошке анализе

Узорци воде за контролу карактеристичних физичко-хемијских, санитарно-микробиолошких еколошко-микробиолошких показатеља квалитета узимају се из чамца или са пливајуће платформе, са средине Језера, на наведеним профилима, са дубине 0,5 m од површине воде, Friedinger-овом боцом запремине 3 литра, што обезбеђује довољну количину воде за сва предвиђена лабораторијска испитивања.

При узорковању се региструју услови прикупљања узорка, укључујући и могуће узроке сметњи, метеоролошке услове и описују неуобичајене појаве на води и непосредном окружењу.

Узорковање воде вршено је следећим редом:

- Одређивање видљивих отпадних пливајућих материја, боје воде и провидности.
- Мерење температуре воде и ваздуха, рН вредности и концентрације раствореног кисеоника.
- Узорак за санитарно-микробиолошку анализу.
- Узорак за еколошко-микробиолошку анализу.

- Узорак за физичко-хемијску и хемијску анализу.
- Узорак за хидроеколошка испитивања.

По узорковању вода је сипана у одговарајућу стаклену и пластичну амбалажу и фиксирана зависно од врсте параметра, показатеља који се одређују.

Узорак за санитарно-микробиолошка и еколошко-микробиолошка испитивања узиман је у стерилну боцу.

Узорак за одређивање хлорофила *a*, узиман је у металну боцу, а фитопланктон и зоопланктон, за хидроеколошка истраживања, прикупљани су класичним планктонским мрежама Müller gaze N° 20 и N° 25.

Поремећени узорци површинског слоја седимента узети су Van Veen-овим багером дефинисане захватне површине.

### 5.3. ПАРАМЕТРИ КОНТРОЛЕ КВАЛИТЕТА ВОДЕ И СЕДИМЕНТА

Контрола квалитета воде обухвата теренско и лабораторијско испитивање према: Правилнику о утврђивању водних тела површинских и подземних вода (С. Гласник РС, број 96/2010), Уредби о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање (С. Гласник РС, број 24/2014), Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (С. Гласник РС, број 74/2011) и Уредби о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање (С. Гласник РС, број 50/2012).

Језеро представља акумулацију формирану на водном телу Типа 1, па су у складу са Правилником о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода испитивани хемијски и физичко-хемијски параметри оцено еколошког потенцијала: провидност, рН вредност, растворени кисеоник, петодневна биолошка потрошња кисеоника ( $BPK_5$ ), укупни органски угљеник (ТОС), амонијум јон ( $NH_4-N$ ), нитрати ( $NO_3-N$ ), ортофосфати ( $PO_4-P$ ), укупни растворени фосфор (P) и хлориди.

Према Уредби о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање одређивани су и: засићеност кисеоником, хемијска потрошња кисеоника (перманганатна метода), нитрити ( $NO_2-N$ ), укупан азот (N), електропроводљивост и укупна минерализација.

Испитивани микробиолошки параметри квалитета за класификацију еколошког потенцијала су: укупан број аеробних мезофилних бактерија у 1ml, највероватнији број укупних колиформа, фекалних колиформа и цревних ентерокока у 100 ml. Ради оцено санитарно-хигијенског стања регистровано је присуство *Pseudomonas aeruginosa* и *Proteus sp.*, као и идентификација свих изолованих бактерија.

Биолошки елементи квалитета за класификацију еколошког потенцијала су: концентрација хлорофила *a*, састав фитопланктона и фитобентоса, заступљеност *Cyanobacteria*, индекс фосфатазне активности и Carlson индекса трофије за провидност

воде, концентрацију хлорофила а и укупног фосфора. Такође и састав заједнице водених макробескичмењака, укупан број таксона, заступљеност *Oligochaeta-Tubificidae*, сапробни индекс и индекс диверзитета.



**Слика 6.** Узорковање воде за биолошка испитивања

Контрола загађености поремећеног површинског слоја седимента обухвата одређивање општих параметара: (рН вредност, редокс потенцијал, садржај влаге, губитак жарењем), карактеристичних тешких и токсичних метала: (Zn, Cu, Ni, Cr, As, Pb, Cd, Hg, Al, Ba, Be, Ca, Co, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Si, Sr, Ti и V) и карактеристичних органских микрополутаната: (ПАУ, ПЦБ, инсектициди: органохлорни, азот-фосфорни и карбаматни, хербициди: триазински, хлорфенокси и уреа, као и укупни угљоводоници C10-C40, угљоводоници из бензина C6-C10 и угљоводоници из дизела C10-C28).

#### **5.4. ДИНАМИКА КОНТРОЛЕ ВОДЕ И СЕДИМЕНТА**

Динамика контроле условљена је дефинисаним циљевима мониторинга.

Динамика одређивања појединих група параметара зависи од значаја тих карактеристика за оцену квалитета воде, процену степена здравствене безбедности купача и степена угрожености изворишта водоснабдевања, као и биолошке продуктивности, односно тренда еутрофикационих процеса.

Узорци воде се за испитивање општих и основних физичко-хемијских и микробиолошких параметара који подржавају биолошке елементе за класификацију еколошког потенцијала и оцену подобности за купање, узимају 2 пута недељно у периоду од 1. јуна до 15. септембра, са 0,5 м испод површине воденог огледала, као и једно испитивање средином маја, месец дана пре почетка купалишне сезоне.

Биолошки елементи за класификацију еколошког потенцијала испитују се само по једном у јуну и августу месецу.

Узорци седимента узимају се само једном, на крају купалишне сезоне.

### 5.5. ИСПИТИВАЊЕ ВОДЕ И СЕДИМЕНТА – МЕТОДЕ И ОПРЕМА

Анализа узорака воде вршена је према SRPS ISO, ISO, US EPA, SMEWW стандардима и Стандардним методама за испитивање хигијенске исправности воде за пиће.

Узорак седимента је за анализу припремљен мокрим фрагментисањем дестилованом водом, одвајањем фракције мање од 63 $\mu$ m, просејавањем на специјалној „тресилици“.

Изглед воде, боја, мирис, пливајуће опасне материје регистровани су органолептички на терену, док су: pH вредност, температура, растворени кисеоник, степен сатурације кисеоником и електропроводљивост одређивани су мултипараметарском сондом, а провидност воде мерена је Сесси диском.

О свим теренским испитивањима вођен је одговарајући записник у складу са акредитацијом.

У лабораторији су поново одређени параметри контролисани на терену.

Електрохемијски: pH, концентрација раствореног кисеоник, степен засићења кисеоником и биохемијска потрошња кисеоника после 5 дана (БПК<sub>5</sub>).



**Слика 7.** Теренско одређивање концентрације кисеоника

Јонском хроматографијом: амонијум јон ( $\text{NH}_4^+$ ), нитрити ( $\text{NO}_2^-$ ) и нитрати ( $\text{NO}_3^-$ ).

Спектрофотометријски: укупни фосфор

Гравиметријски: концентрација суспендованих материја.

Хемијска потрошња кисеоника ХПК, одређена је оксидацијом органских материја калијумперманганатом ( $\text{KMnO}_4$ ).

Гасном хроматографијом са ФИД детектором (CG/FID), анализиран је, индекс угљоводоника C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> (укупни угљоводоници) након екстракције хексаном.

Тешки и токсични метали су одређени:

- ICP-OES техником након киселе дигестије концентрованом азотном киселином и водоник пероксидом (на 70°C): Zn, Cu, Ni, Cr, Pb, Cd, Al, Ba, Be, Ca, Co, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Si, Sr, Ti и V, као и укупан фосфор (P).

- AAS- техником хладних пара, садржај живе (Hg).
- AAS- хидридном техником, садржај арсена (As).

Концентрација хлорофила а, одређује се спектрофотометријски у алкохолном екстракту.

Карлсонов индекс трофије за провидност воде, концентрацију хлорофила а и укупних фофата се израчунава.



**Слика 8.** Узораковање воде Friedinger боцом за лабораторијска испитивања

Издвајање организама биоиндикатора и дефинисање ступња трофије и сапробности извршено је према систему Sladecsek, 1972.

Индекс сапробности „S“ израчунат је по методи Pantle-Buck- а.

#### **5.6. ПРОВЕРА ПОУЗДАНОСТИ АНАЛИТИЧКИХ РЕЗУЛТАТА**

Обезбеђење поверења у квалитет резултата испитивања током реализације систематске контроле постигнуто је на основу Програма контроле квалитета и то: анализом слепе пробе методе, коришћењем стандарда за верификацију калибрације, анализом слепе пробе узорака са терена, анализом дуплих узорака, анализом узорака са додатим стандардом и статистичком обрадом добијених резултата.

#### **5.7. ОЦЕНА РЕЗУЛТАТА ИСПИТИВАЊА**

Процена квалитета воде Језера на Ади Циганлији вршена је на основу домаћих и међународних прописа релевантних за квалитет воде намењене купању и другим видовима рекреације на води.

Језеро поред купалишта представља и извориште водоснабдевања, па је оцена резултата физичко-хемијских, хемијских и санитарно-микробиолошких и еколошко-микробиолошких испитивања воде, као и закључивање о подобности за вишенаменско коришћење, вршено на основу ниже наведених прописа:

Република Србија је доношењем Уредбе о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање (С. Гласник РС, број 24/2014), Правилника о референтним условима за типове површинских вода (С. Гласник РС, број 67/2011), Правилника о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (С. Гласник РС, број 74/2011) и Уредбе о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање (С. Гласник РС, број 50/2012), у највећој мери усагласила регулативу са захтевима Оквирне директиве ЕУ о водама (2000/60 ЕС).

Код оцене квалитета су уважене и препоруке WHO, као и директива ЕУ (2006/7 ЕС), о квалитету воде намењене рекреацији на отвореним купалиштима.

Према препорукама Светске здравствене организације на отвореним купалиштима годишње, у купалишној сезони, би повећан титар укупних колиформних бактерија смео да се региструје у највише 10% узорака.

Имајући у виду да је Језеро формирано преграђивањем рукавца реке Саве, оно представља акумулацију формирану на водном телу типа 1, па квалитет воде треба да одговара II класи квалитета површинских вода, односно добром и бољем еколошком потенцијалу, која обухвата воде које се уз нормалне методе обраде (коагулација, филтрација и дезинфекција) могу употребљавати за снабдевање насеља водом за пиће, за купање и у прехранбеној индустрији.

На садржај тешких и токсичних метала у седименту у великој мери утиче састав педолошког покривача и геолошких структура сливног подручја, односно геохемијски састав и растворљивост минерала, као и количине и састав отпадних вода које се сливају у реку на којој је Језеро формирано. Оцена садржаја органских и неорганских микропolutаната у седименту извршена је према Уредби о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање.

## **6.0 КОМЕНТАР РЕЗУЛТАТА ИСПИТИВАЊА**

На Језеру, систематска испитивања квалитета воде обављана су током протекле године, у складу са динамиком предвиђеном Програмом контроле. Анализирано је 124 узорка воде.

Контрола квалитета воде Језера у предсезони, у циљу добијања сагласности Санитарне инспекције за почетак купалишне сезоне, је извршена 16. маја, док је са мониторингом предвиђеним за купалишну сезону започето 3. јуна и спровођен је до 12. септембра. Купалишна сезона је званично отворена 15. јуна, а температура воде је већ у предсезони била довољно висока за рекреацију.

### **6.1. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА КВАЛИТЕТА ВОДЕ ЈЕЗЕРА**

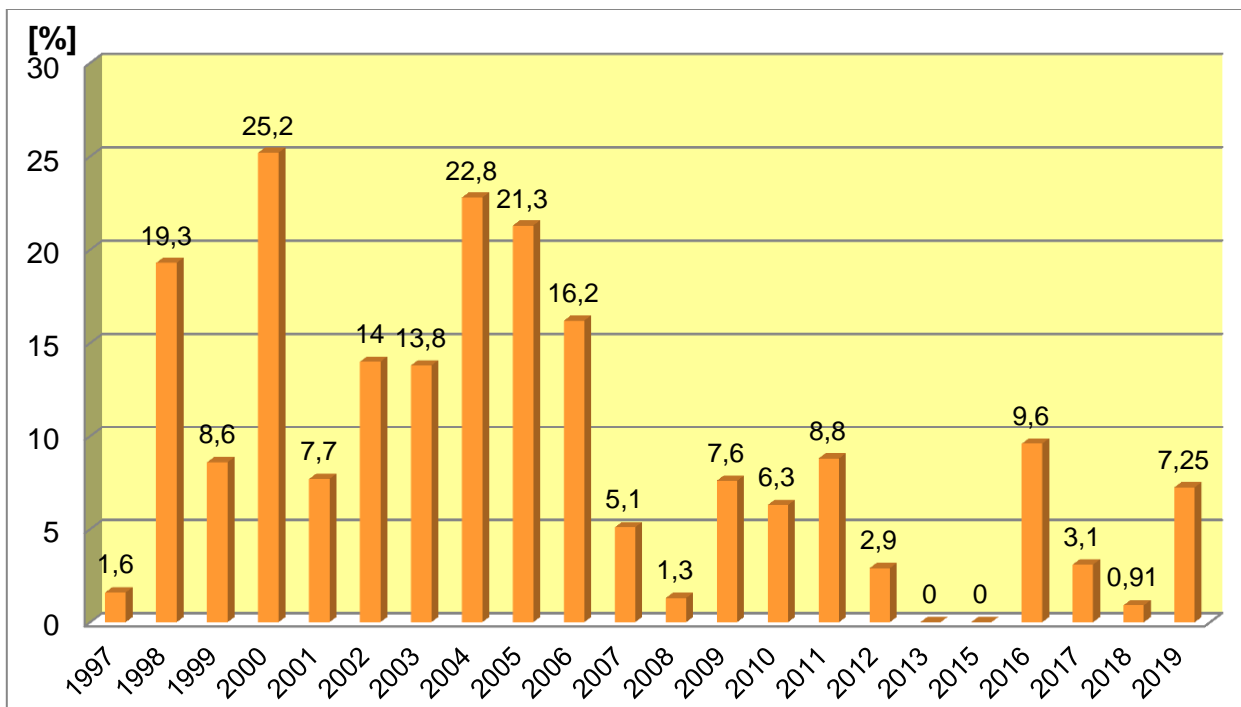
Током 2019. године је, у односу на 2018. годину, дошло до погоршања у квалитету воде Савског језера због повећаног броја узорка који су према појединим микробиолошким параметрима одговарали III класи и чак у једном узорку IV класи квалитета воде, односно због повећаног броја узорка који су одступали су од прописане класе. Поред тога што су поједини узорци одговарали III и IV класи квалитета воде и даље је највећи број узорка (123 узорка – 99,19%) задовољавао норме за купање и рекреацију грађана.

**Од 124 анализирана узорка током године у границама II класе квалитета воде било је 114 узорка (91,94%), 9 узорка (7,25%) је било у границама III класе и један узорак (0,81%) је био у границама IV класе квалитета.**

У односу на претходну годину дошло је до погоршања квалитета воде Савског језера са санитарно-микробиолошког аспекта, јер је од II класе квалитета одступало 10 узорка, док је 2018. године одступао само један узорак.

Са аспекта здравствено безбедне рекреације ситуација је и даље повољна и од 124 испитана узорка 123 узорка (99,19%) је задовољавало норме за површинске воде које се користе за купање и рекреацију грађана. Значајно је да је већ дванесту годину за редом квалитет воде у оквиру препорука WHO, које дозвољавају да у купалишној сезони одступа до 10% узорка према санитарно-микробиолошким параметрима.

У наредном графику приказан је просечан годишњи санитарно-микробиолошки квалитет воде Језера у периоду од 1997. до 2019. године. Запажа се велико вишегодишње осциловање микробиолошких карактеристика воде Језера, али је евидентно да се проценат узорка који одступају од II класе према испитаним микробиолошким параметрима током година смањује.



**График 1.** Процент одступања микробиолошких параметара од II класе у периоду 1997.-2019. година

Свакако је повољно да је већ 12 година микробиолошки квалитет воде Језера у границама које препоручује WHO, што је веома добар резултат.

Број купача премашује еколошки капацитет Језера, па се ситуација мења зависно од читавог низа биогених и абиогених еколошких фактора.

У плићаку, непосредно уз обалу, због подизања суспендованих материја, вероватно да је број бактерија био нешто већи од регистрованог, односно санитарно-микробиолошки квалитет је био лошији, што би могло да делује неповољно на малу децу, која се ту купају. На основу података здравствене службе Аде Циганлије нису пријављене ове појаве.

Наглашавамо да је ситуација на купалишту значајно побољшана повећањем броја санитарних чворова, повезивањем свих објеката на канализациони систем, реконструкцијом пумпне станице код доње превлаке, као и пажљивијом биоманипулацијом.

#### 6.1.1. Хемијски и физичко-хемијски параметри

**Током протекле године у анализираним узорцима воде Језера до одступања од II класе квалитета површинских вода према испитаним хемијским и физичко-хемијским параметрима је дошло само у једном узорку.**

Температура воде Савског језера се, током целог периода спровођења мониторинга, кретала се од минималних 14,7 °C 16. маја до 29,8 °C 12. августа. Током купалишне сезоне температура воде је имала уобичајене сезонске и дневне варијације и кретала се од минималних 22,8 °C до максималних 29,8 °C. На отварању купалишне сезоне на

контролним локацијама температура воде је била између 26,7 и 27,9 °C и била довољно висока (>22,0 °C) за несметану рекреацију грађана.

Први купачи су се појавили знатно пре почетка сезоне. Свакодневна упозорења управе ЈП „Ада Циганлија“, да сезона још није отворена и да спасилачка служба не функционише, најчешће нису давала резултате. Током целе купалишне сезоне температура воде је била повољна за рекреацију, без обзира на спорадичне падавине, ветар и захлађења.

Провидност воде мерена Сесци диском умерено је варирала током протекле године. Провидност воде не зависи само од концентрације суспендованих материја, већ у значајној мери и од бројности алги и зоопланктона. Продукција фито и зоопланктона је од посебног значаја на затвореним, плитким, добро осунчаним акваторијама, какво је и Језеро. Максимална провидност је износила 3,3 m и измерена је 16. маја, а минимална провидност 1,8 m и забележена је 26. августа. Просечна провидност је била 2,4 m, што је нешто мање него претходне године.

Провидност је важна јер се за доњу границу продуктивног слоја сматра дубина до које продире 1% светлости која пада на површину воденог огледала.

У купалишној сезони константно се региструје супер сатурација кисеоником и повећање рН вредности, али то не сматрамо последицом загађења. Ово је уобичајена појава на затвореним акваторијама, посебно у летњим месецима, због веома интензивне фотосинтетске активности.

Вода је константно умерено алкална и рН вредност варира од 8,3 до 8,7. Минимална вредност рН регистрована је у по једном узорку од 16. маја и 18. јула, а максимална вредност је регистрована у 3 узорка од 24. јуна. Током спровођења мониторинга квалитета воде код 103 узорка је утврђене повишене вредности рН што је 83,06% од укупног броја узорака. У односу на претходну годину дошло је до смањења броја узорака са повишеним вредностима рН. Максимална измерена вредност за рН је виша него максимална вредност из 2018. године.



**Слика 10.** Лабораторијско испитивање квалитета воде

Треба напоменути да су повишене вредности рН у Савском језеру очекивана појава и да је примарно последица веома интензивне фотосинтезе у летњим месецима с обзиром на

опште еколошке услове и обиље макрофита и фитопланктона. Мора се узети у обзир и да се у Таложницу испуштају воде од прања филтера са постројења „Макиш I„ које такође имају алкалну реакцију.

Концентрација раствореног кисеоника у епилимниону током протекле купалишне сезоне била је висока до врло висока и варијала је у уобичајеним границама, увек у оквиру доброг и бољег еколошког потенцијала (II класе). Вредности су се кретале од 8,0 mg/l O<sub>2</sub> 9. септембра, до чак 12,4 mg/l O<sub>2</sub>, 27. јуна. Максимална концентрација у 2019. години је нешто виша него претходне године.

Важно је да се у епилимниону висок садржај кисеоника одржава и при екстремно високим температурама воде што говори о интензивној продукцији кисеоника од стране макрофита и фитопланктона, али и доприносу рекреативних активности, водоскока и скијалишта, доброј реаерацији воде.

Посматрајући резултате извршених испитивња према месту и времену узорковања нису утврђене значајне разлике у концентрацији раствореног кисеоника што је и теоријски очекиван резултат за овај тип акваторија.

Током лета долази до стратификације воде. Литературни подаци указују да ниво кисеоника остаје константно висок у епилимниону, док се у металимниону јавља пад концентрације, која се у хиполимниону спушта чак и испод 1mg/l. Како у хиполимниону нема продукције, већ само различитих облика потрошње кисеоника, расположива резерва кисеоника се релативно брзо исцрпљује.

У овом периоду, због интензивног загревања површинског слоја долази и до појаве термичке стратификације са јасним раслојавањем воде, које спречава мешање воде и у екстремним случајевима резултира термоклинном и наведеним дефицитом кисеоника у хиполимниону.

Тек у периоду хлађења воде, током октобра и новембра, долази до мешања слојева и успостављања релативно хомогених концентрација кисеоника, са малим средњим градијентом.

Степен сатурације кисеоником је практично висок током целе сезоне и креће се од мин. 95%, у једном узорку од 9. септембра и два узорка од 12. септембра, до максимално 163%, у узорку од 26. јуна. Суперсатурација воде раствореним кисеоником на Језеру није никаква реткост и скоро је константно присутна током периода спровођења мониторинга. Суперсатурација није утврђена у малобројним узорцима из септембра. Веома је значајно да као ни претходних година ни у једном узорку није дошло до појаве хипосатурације што би могло да угрози акватичну фауну.

Суперсатурација је везана за интензиван развој фитопланктона и макрофита, па је и пожељна у условима слабе реаерације. Напомињемо да по престанку вегетационог периода (позна јесен и зима), може настати и дефицит кисеоника, због потрошње кисеоника при разградњи увенулих биљака, угинулих животиња и органских материја унетих из Таложнице. Редовно уклањање биомасе је једна од мера превенције ове појаве, и посебно је треба применити у пост сезони, када би биоманипулацијом требало уклонити што више макрофита.

Мало оптерећење акватичног система органским материјама релативно је добро представљено ниском петодневном биолошком потрошњом кисеоника (БПК<sub>5</sub>). Минимална БПК<sub>5</sub> је била само 0,4 mg/l O<sub>2</sub>, и измерена је у узорку од 4. јула. Напомињемо да су сличне минималне вредности БПК<sub>5</sub> забележене и претходних година. Позитивно је што је у 81 узорку (65%) БПК<sub>5</sub> мањи од 2,0 mg/l O<sub>2</sub>. Овако ниске вредности БПК<sub>5</sub> су знак и да Таложница веома ефикасно обавља своју улогу у редукцији органских материја. Максимална вредност БПК<sub>5</sub> је 4,0 mg/l O<sub>2</sub>, што је мало више него претходне године, а забележена је 4. јула код Рени бунара 12-1. Измерена максималан вредност је 20% нижа од горње границе за II класу квалитета површинских вода, док је просечна вредност БПК<sub>5</sub> током периода мониторинга била само 1,7 mg/l O<sub>2</sub>.

Неспорно је да број купача и њихово понашање значајно, а често и доминантно, утичу на количину лако биоразградивих органских материја у Језеру, а самим тим и на БПК<sub>5</sub>. Због тога је и БПК<sub>5</sub> обично већи уз делове плажа који су посећенији или у најнизводнијем делу акумулације.

Пораст БПК<sub>5</sub> је обично најјаче изражен у близини обале, посебно на деловима где плажа није насута довољном количином шљунка или где се купа највећи број купача, док су на средини акваторије промене минималне.

Мишљења смо да су константно побољшање санитарних услова на купалишту, пораст свести и примереније понашање купача, допринели малом уносу органских материја у воду Језера током 2019. године.

Хемијска потрошња кисеоника (НРК перманганатна метода) је константно веома ниска и стално одговара II класи. НРК је умернео варирао и то између 1,0 mg/l O<sub>2</sub> и 4,2 mg/l O<sub>2</sub>, а средња вредност је била 2,9 mg/l O<sub>2</sub>. Добијене вредности су сличне као и неколико претходних година.

Како је већ речено у равнотежењу кисеоничког режима посебно доприносе макрофите и алге, а свој допринос дају и рекреативне активности, водоскок и скијалиште, као и повремено, контролисано кошење и изношење биомасе која би се иначе таложила и разграђивала у зимском периоду и неповољно утицала на садржај кисеоника у зимским и раним пролећним месецима.

Генерално посматрано, резултати испитивања свих кисеоничких параметара показују да је током купалишне сезоне режим продукције и потрошње кисеоника у епилимниону Језера веома уравнотежен, што се повољно одражава на укупни квалитет воде.

Садржај суспендованих материја је углавном низак што показује да Таложница веома успешно обавља своју функцију, односно да елиминише суспендоване материје доспеле из Саве, са постројења Макиш или унете са обале. У води Језера се скоро константно региструју веома ниске концентрације суспендованих материја. Минимална вредности је била испод границе детекције примењене методе тј. мање од 1 mg/l, максимална вредност је била 9 mg/l, а средња вредност само 2,0 mg/l. Вредности испод границе детекције су измерене у 18 узорака, а максимална вредност је измерена у по једном узорку од 13. и 24. јуна. Овако ниске вредности се повољно одражавају и на прозирност

воде. Концентрација суспендованих материја током 2019. је нижа него током претходне године.

У приобалном појасу обично се региструје нешто већи садржај суспендованих материја због ресуспензије исталожених честица при уласку купача у воду или након обилнијих падавина и спирања материјала са обала. До пораста концентрације суспендованих материја долази и при уређењу плаже (насипање шљунка) и уклањању разрасле макрофитне вегетације. Током октобра грађани су више пута пријављивали замућење уз леву обалу Језера у близини кафеа „Цеца“ за које је, након обиласка терена, утврђено да је последица радова на одржавању обале и акваторије.

Веома мала концентрација суспендованих материја, због велике ефикасности Таложнице, је позитивна чињеница са аспекта заштите подземних водоносних слојева од евентуалног загађења токсичним материјама адсорбованим на суспендованим честицама доспелим из Саве.

Мала концентрација суспендованих материја условљава да је стварање слоја муља на језерском дну доста споро и да се он састоји добрим делом од органског материјала (биљног детритуса) помешаног са таложним материјама.

Електропроводљивост је, током периода спровођења мониторинга, имала уобичајене вредности које су одговарале вишегодишњем просеку. Све вредности су биле у границама I класе и кретале су се од минималних  $230 \mu\text{s/cm}$  на  $20^\circ\text{C}$ , забележених у 6 узорка, до максималних  $300 \mu\text{s/cm}$  на  $20^\circ\text{C}$ , забележених у 4 узорка. Средња вредност је била  $256 \mu\text{s/cm}$  на  $20^\circ\text{C}$ .

Садржај сувог остатка је у испитаним узорцима варирао мало. Измерене концентрације су се кретале од  $122 \text{ mg/l}$ , 27. јуна на локацији код Округлог купатила, до  $226 \text{ mg/l}$ , 3. јуна на локацији код Округлог купатила. Све концентрације су неколико пута ниже од максимално дозвољених за I класу.

Концентрација ортофосфата као P, једног од основних макро нутријената, је константно ниска. У 123 (99,19%) узорка измерене вредности за концентрацију ортофосфата су биле испод границе квантификације примењене методе што је јако добар резултат. У јединомо узорку у коме је концентрација овог једињења била довољно висока да се изврши њена квантификација вредности је била  $0,032 \text{ mg/l P}$ . Максимални садржај је далеко нижи од горње границе за II класу еколошког потенцијала. Резултати указују на интензивно усвајање ортофосфата од стране макрофита и алги, а добијене вредности су нешто ниже него претходних година.

Концентрација укупног фосфора као P је, као и концентрација ортофосфата, генерално ниска. На повећање концентрације фосфора утичу број купача, односно њихово неадекватно понашање, унос из Саве преко Таложнице и воде са постројења Макиш, док интезитет продукције биомасе утиче на њено смањивање. Минимална вредност концентрације P, која може да се квантификује примењеном методом и опремом, је била  $0,006 \text{ mg/l P}$ , а максимална измерена вредност концентрације фосфора је била  $0,059 \text{ mg/l P}$ . У три узорка је концентрација P била испод границе детекције примењене методе.



**Слика 11.** Разрасле макрофите у приобаљу Језера

У води Језера нису значајније заступљене органске материје протеинске природе, што потврђује константно низак садржај "азотне тријаде" (амонијак, нитрити, нитрати), као и укупног азота. Азотне материје су присутне у тако ниским концентрацијама да најчешће задовољавају и одредбе Правилника о квалитету воде за пиће, делом због малог уноса из Таложнице, а већим делом због ефикасне и брзе оксидације и усвајања од стране бројних примарних продуцената.

Концентрација амонијум јона као N је у 109 испитаних узорак била испод границе квантификације примењене методе ( $<0,05 \text{ mg/l N}$ ). У осталим анализираним узорцима концентрација јона се кретала од 0.06 до 0.14  $\text{mg/l N}$ . Ово је потврда да се унете количине брзо и ефикасно оксидишу у процесу нитрификације. Све измерене вредности су у границама прописане класе.

Садржај нитрата је само у 9 узорак био изнад границе квантификације примењене методе. У тих 9 узорак измерене вредности су се кретале од 0.2 до 0.5  $\text{mg/l N}$ . Овако низак садржај нитрата, поготово током купалишне сезоне, је карактеристичан за последњих неколико година. Регистроване концентрације нитрата су ниже него на Сави, иако се Језеро прихрањује водом из ове реке, због утицаја Таложнице у коју се вода Саве прво препумпава и у којој долази до оксидације азотних материја. Евентуални остаци азотних материја који доспеју у Савско језеро се јако брзо разграде, што се и види из резултата испитивања.

Нитрити су, у испитаним узорцима, чешће присутни у концентрацијама изнад границе квантификације примењене методе ( $<0,002 \text{ mg/l N}$ ), па је концентрација у 38 узорак била довољно велика да се изврши квантификација. У тим узорцима концентрација се кретала од 0,002  $\text{mg/l N}$  до 0,012  $\text{mg/l N}$ . Вредност концентрације нитрита одговара вишегодишњем просеку. Имајући у виду унете азотне материје и концентрацију амонијум јона и не треба очекивати веће садржаје нитрита. И ови резултати су потврда да се оксидација азотних материја, односно прва фаза процеса нитрификације, ефикасно одвија. Измерене концентрације нитрита су, исто као и код концентрација нитрата, ниже

него у води Саве чијом се водом акумулација прихрањује што поново указује на повољан ефекат Таложнице на квалитет воде Савског језера.

Садржај укупног азота је веома низак, што је и логично имајући у виду концентрације испитиваних азотних једињења, тако да је концентрација укупног азота у свим анализираним узорцима била  $<1 \text{ mg/l N}$ , односно испод границе детекције примењене методе.

Концентрација азотних једињења очигледно веома много зависи не само од уноса у Језеро, већ исто тако и од брзине усвајања од стране макрофита и алги, односно од интензитета продукције биомасе.

Утврђене концентрације параметара показатеља садржаја азота и нитрификационог циклуса, су потврда да се унете веома мале количине органских материја беланчевинасте природе ефикасно оксидишу до крајњих разградних продуката који су један од макро нутријената непходних за развој акватичне флоре. Имајући у виду продукцију биомасе на Језеру, евидентно је да расположиве количине нитрата у потпуности задовољавају потребе макрофитне вегетције и алги. Њихов бујан развој је потврда да је однос соли азота и фосфора у води повољан.

Евидентно је да се при дну због ниског садржаја кисеоника нитрификација спорије одвија, али то је и очекивано.

Концентрација укупног органског угљеника је у свим испитаним узорцима ниска и стално у границама II класе еколошког потенцијала. Садржај се кретао од  $2,51 \text{ mg/l}$  до  $3,79 \text{ mg/l}$ . Минимална концентрације је забележена 12. септембра у узорку са локације Дечији базен, а максимална 8. јула у узорку са исте локације. Просечна средња концентрација током мониторинга 2019. године је била  $3,00 \text{ mg/l}$ . Ово је веома добар резултат поготово узимајући у обзир број купача и разградњу биљног материјала.

Све напред изнето указује да протекле године, као ни претходних година, азотне материје нису значајније утицале, односно угрожавале, квалитет вода Језера и компромитовале функцију водоснабдевања. Њихов унос је био ограничен, а обе фазе нитрификације су се успешно одвијале, док су макрофите и фитопланктон у највећој мери усвајале створене нитрате. Повременим кошењем уклањана је створена биомаса, али напомињемо да се мора бити обазрив при уклањању макрофита, како се не би пореметила равнотежа у језерском екосистему и изазвало бујање алги, односно "цветање воде".

Напомињемо да на површини воде при узорковању ни једном није уочен карактеристичан "филм" који стварају уљне материје, чак и при коришћењу моторних чамаца у време одржавања појединих такмичења. Треба рећи да и количина уља и крема за сунчање, које користе купачи није занемарива, али се није одразила на квалитет воде.

#### **6.1.2. Микробиолошки параметри и санитарно-микробиолошки статус Језера**

За оцену подобности воде Језера за рекреацију грађана највећи значај имају микробиолошке карактеристике, односно заступљеност и бројност појединих врста бактерија, посебно групе фекалних индикатора и ентеропатогених бактерија.

Савско Језеро на Ади Циганлији је у ствари проточна акумулација и има у санитарно-микробиолошком погледу другачије “понашање” од речног система на коме је формирано, поготову што је под великим антропогеним утицајем. Према Правилнику о утврђивању водних тела површинских и подземних вода (С. Гласник РС, број 96/2010) и Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (С. Гласник РС, број 74/2011) квалитет воде би требао да одговара добром и бољем еколошком потенцијалу односно II класи квалитета површинских вода.

Санитарно-микробиолошке карактеристике воде Језера, као специфичног екосистема, само мањим делом зависе од врсте и обима контаминације воде реке Саве, којом се Језеро прихрањује преко Таложнице. Знатно већи утицај на квалитет воде има број и понашање купача, интензитет процеса самопречишћавања и обезбеђивање проточности Језера. Дуже време задржавања воде у Таложници и бржа измена воде у Језеру обезбеђују редукцију бактерија индикатора фекалног загађења, док мање утичу на укупан број аеробних мезофилних бактерија.

**Према санитарно-микробиолошким параметрима квалитет воде Језера је током 2019. године био задовољавајући. Од испитаних 124 узорка 123 узорка (99,19%) је одговарало свим домаћим прописима о води за купање и рекреацију грађана.**

Према испитаним микробиолошким параметрима од укупно 124 анализирана узорка само 9 узорака није одговарало прописаним нормама за II класу квалитета. Одступања су евидентирана код бројности фекалних колиформа и укупних колиформа. Од 9 узорака који су одступали од прописаних норми за II класу квалитета, 8 узорака је одговарало III класи и један узорак IV класи квалитета.

**У току купалишне сезоне 2019. године, у односу на 2018. годину, је дошло до малог погоршања у погледу микробиолошког квалитета воде Савског језера, јер је евидентиран један узорак који није одговарао прописаним нормама за купање и рекреацију грађана.**

**Присуство укупних колиформних бактерија је доказано у 115 (92,74%) од 124 испитана узорка, што је боље него 2018.**

Током протекле године највероватнији број (МПН) укупних колиформа у 100 ml воде, код узорака у којима је утврђено присуство ових бактерија, осциловао је од 1 до 24.000 у 100 ml воде. Од 124 анализирана узорка код 83 (66,94%) бројност укупних колиформних бактерија је мала и имала је вредност мању од 500 у 100 ml воде.

Посматрајући бројност укупних колиформа квалитет воде је био задовољавајући и није утицао на здравствену безбедност купача.

**Присуство фекалних колиформа је доказано у 79 испитаних узорака (63,71%) воде Језера, што је мање него претходне године и представља побољшање у квалитету воде.**

Највероватнији број фекалних колиформа је, у узорцима у којима је утврђено њихово присуство, варирао од 1 до 24.000 у 100 ml. Што се тиче бројности фекалних колиформа

ситуација је лошија него претходне године, прво јер је максимална бројност ових бактерија доста већа у односу на 2018. годину, као и због тога што је повећан број узорак код којих је утврђена бројност ових бактерија већа од 1000 у 100 ml воде. Током 2019. године чак 8 узорак је имало бројности веће од 1000 бактерија у 100 ml воде, док у периоду од 2016. до 2018. године није детектован ни један узорак са повишеним бројем ових бактерија. Још један показатељ погоршања квалитета воде Савског језера на основу бројности фекалних колиформа је и повећање броја узорак у којима је бројност фекалних колиформа већа од 100 у 100 ml у односу на 2018. годину. Наиме у 2018. години само је један узорак имао бројност већу од 100 у 100 ml док је у 2019. години 24 узорак имало бројности веће од 100 у 100 ml. Треба напоменути да ни једно од наведених погоршања за сада није превише значајно и да не утиче на здравствену безбедност купача, али треба обратити пажњу да се не настави са овим трендом.

Евидентно је да постоји статистички значајна разлика у заступљености укупних и фекалних колиформа, што је веома повољно са здравственог аспекта, што је и очекивано с обзиром на вишегодишњи тренд.

Добро је да у време окупљања великог броја купача, присуство укупних и фекалних колиформа није било велико, највероватније због обезбеђења добрих санитарно-хигијенских услова на купалишту, рада црпне станице на превлаци према Чукаришком рукавцу, дејства UV зрачења као и природних предатора у екосистему Савског језера.

Присуство цревних ентерокока (*Streptococcus* "D") утврђено је у 79 узорак (63,71%), што је боље него 2018. године када су ове бактерије биле присутне у 100 испитаних узорак (80,65%). У овим узорцима бројност цревних ентерокока се кретала од 1 до 108,1 у 100 ml, што је скоро исто као и претходне године. Сама бројност ових бактерија у испитаним узорцима је ниска. У 121 узорку (97,58%) бројност цревних ентерокока је била испод 40 у 100 ml.

Аеробни хетеротрофи су присутни у свим узорцима, а бројност ових бактерија се кретала од 36 у 100 ml до 13236 у 100 ml. У односу на претходну годину дошло је до малог погоршања у квалитету у односу на бројност аеробних хетеротрофа, јер је један узорак одступао вредности за II класу квалитета површинских вода и одговарао је III класи квалитета. Иако је ово лошије него претходне године и даље је веома добар резултат и није утицао на здравствену безбедност купача на Савском језеру.

Напомињемо да број ових бактерија доминантно зависи од укупних еколошких услова (абиотских и биотских). Екстремне вредности су у принципу веома ретке и укупан број аеробних хетеротрофних бактерија је везан углавном за: разлике у температури воде, гермицидно дејство УВ зрака, присуство антагониста, предатора и остале еколошке факторе.

Однос олиготрофних и хетеротрофних бактерија (ОБ/ХБ) у 12 узорак (9,68%) није одговарала границама II класе еколошког потенцијала, што је, иако лошије него претходне године, и даље задовољавајуће и још једна потврда релативно високог квалитета воде Језера.

У испитаним узорцима воде су најчешће присутне бактерије рода: *Enterobacter* (85 узорака), а нешто ређе *E.coli* (40 узорака) и *Citrobacter* (34 узорка).

Присуство *Proteus* sp. је утврђено у 4 узорка (3,23%) што је мало лошије него претходне године када је присуство ове бактерије детектовано у 3 узорка (2,42%). Епидемиолошка ситуација је и даље повољна, јер је број узорака у којима је утврђено присуство бактерије *Proteus* sp. веома мали. Присуство бактерије *Pseudomonas aeruginosa*, убиквитарне, веома резистентне бактерије, која спорадично доводи до инфекције слузокоже очију, уха или грла, поготово код имунокомпромитованих особа и деце, потврђено у 28 узорака (22,58%) што је за један узорак више него претходне године и одговара вишегодишњем просеку.

Посебно наглашавамо да у води Језера нису идентификоване ентеропатогене бактерије, узрочници инфекција које су преносиве хидричним путем, јер би у супротном купалиште морало да се затвори, а грађани би били оријентисани на здравствено несигурнија купалишта.

**Када се глобално посматра купалишна сезона можемо бити веома задовољни микробиолошким квалитетом воде Језера.**

Резултати свих микробиолошких испитивања показују да процес самопречишћавања воде у току 2019. године успео да одржи стабилну равнотежу акватичног система, са санитарно-хигијенског аспекта. Бројности фекалних колиформа и цревних ентерокока су током целе купалишне сезоне биле јако ниске што је јако повољно поготово када се узме у обзир број купача који долази на ово купалиште. Ово је још значајније када се зна да број купача често вишеструко превазилази и пројектовани и еколошки капацитет Језера.

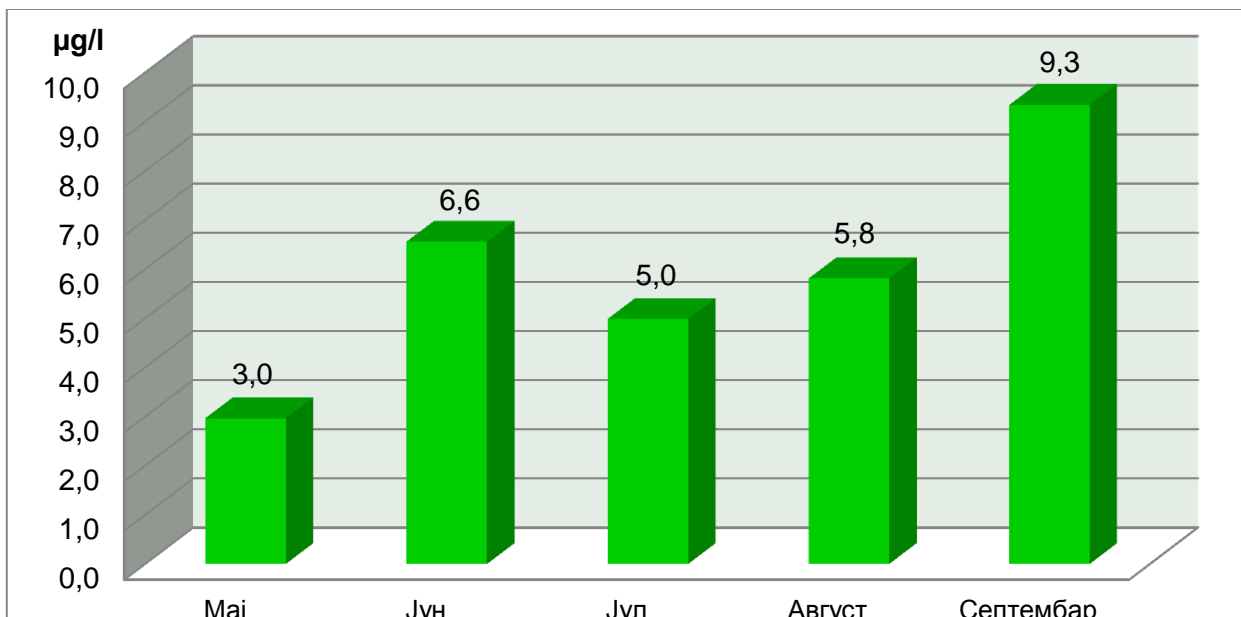
Наравно добри резултати, могу се и надаље очекивати само у случају наставка систематских, координираних активности ЈП „Ада Циганлија“, ЈКП „Београдски водовод и канализација“, Секретаријата за заштиту животне средине и Градског завода за јавно здравље Београд. Рад на унапређивању мера санитарне заштите и режиму одржавања купалишта и Језера у целини обавеза је како наведених организација, тако и органа локалне самоуправе и инспекцијских органа и само тада даће очекиване ефекте.

**Посебно истичемо да је неопходно наставити са радом на побољшању санитарних услова на плажама и унапређењу понашања купача на све могуће начине, како преко средстава јавног информисања, билборда, тако и организованим активностима на самом купалишту, па и мерама рестрикције.**

#### **6.1.3. Биолошки параметри еколошког потенцијала**

Процес еутрофизације доводи до погоршања квалитета воде, па је неопходна перманентна контрола стања и ефикасне мере за успоравање процеса, јер се он не може зауставити.

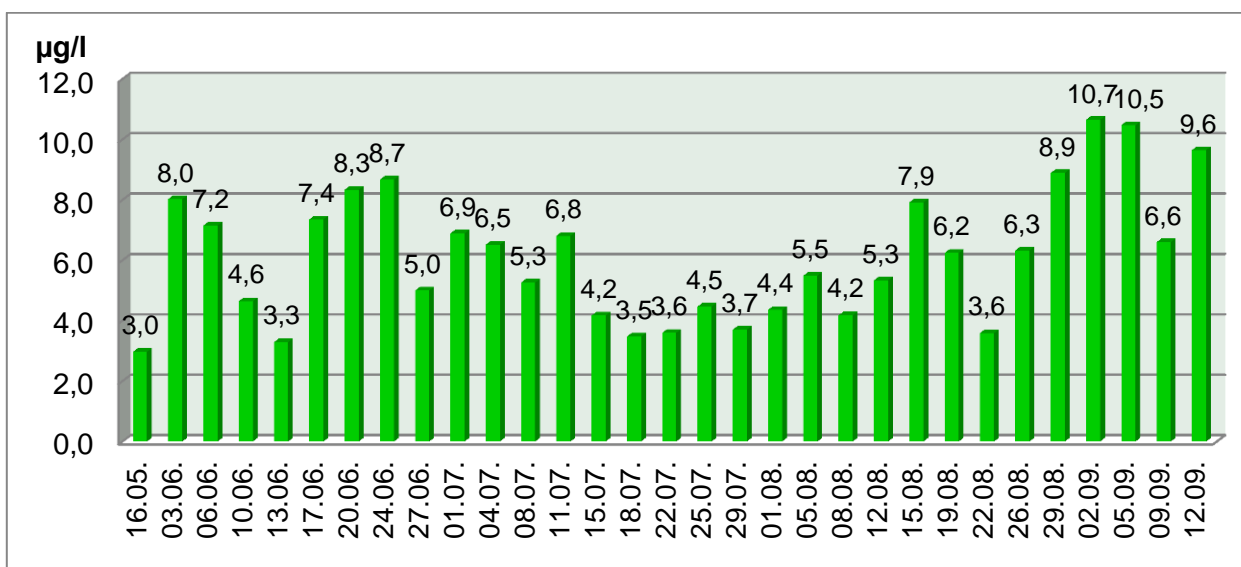
Напредовање еутрофизације Језера прати се од 2006. године контролом садржаја хлорофила а, као и преко Carlson-ових индекса трофичности, који се одређују на основу концентрације хлорофила а, укупног фосфора и провидности воде.



**График 2.** Средње месечне концентрације хлорофила а у периоду мај - септембар 2019.

Ако посматрамо средње месечне концентрације хлорофила а током 2019. године видимо два тренда раста концентрације, први од маја до јуна и други, након благог опадања концентрације између јуна и јула, од јула до септембра. Ово се не поклапа у потпуности са теоријски очекиваним растом концентрације хлорофила а који почиње у мају и завршава се у августу и затим благо опада у септембу. Забележени скок концентрације у септембру би могао да укаже на поремећену равнотежу између макрофита и фитопланктона.

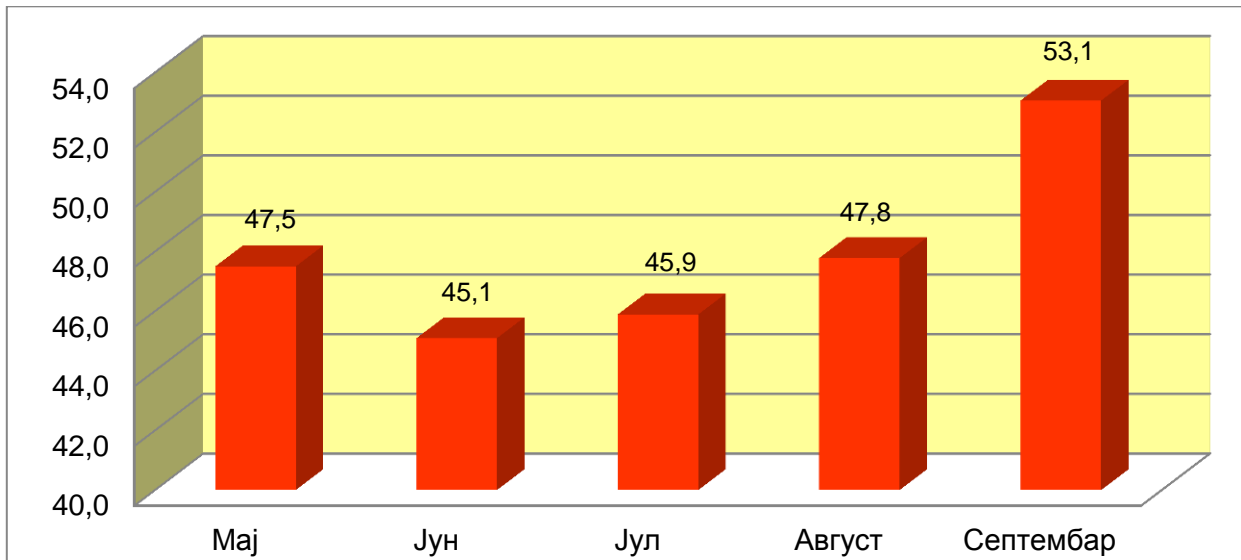
У графику 3. приказано је кретање средњих дневних концентрација хлорофила а, на Језеру по времену узимања узорка, током 2019. године



**График 3.** Средње дневне концентрације хлорофила а током 2019. године

Из претходног графика се види да је минимална средња дневна концентрација хлорофила *a* била 3,0 µg/l, забележена 16. маја, док је максимална вредност достигла 10,7 µg/l, 2. септембра. Концентрација хлорофила *a* је релативно стабилна и варирање је најчешће малог интензитета што све указује на релативно стабилан систем. Сматрамо да је варирање концентрација током 2019. године било примарно везано за организацију уклањања макрофитне вегетације и у мањој мери за еколошке факторе средине.

У графику 4. приказане средње месечне вредности Carlson-овог индекса трофије за концентрацију укупног фосфора за 2019. годину.



**График 4.** Средње месечне вредности Carlson-овог индекса трофије за концентрацију укупног фосфора за 2019. годину

Средње месечне вредности Carlson-овог индекса трофије за концентрацију укупног фосфора су у периоду од маја до августа биле релативно стабилне и кретале су се од 45,1 до 47,8, односно све време су одговарале мезотрофном стању, да би у септембру дошло до раста и средња месечна вредност је била 53,1 и одговарала је еутрофном стању.

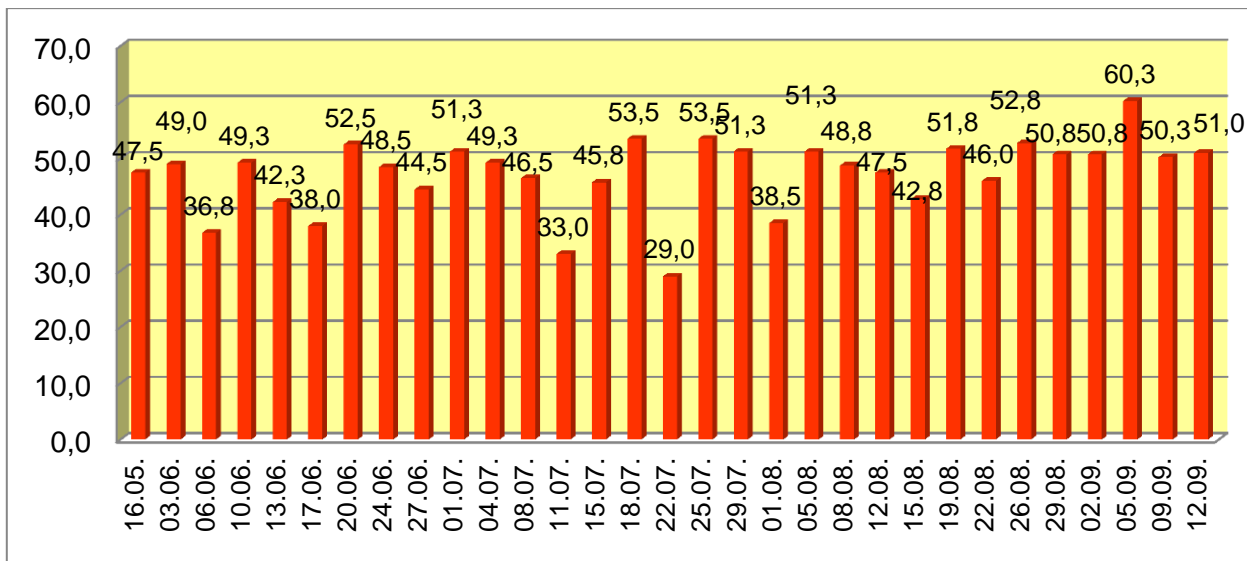
Вредности индекса трофије не прате најбоље теоријски очекивано варирање. Највише вредности очекују се у периодима када је потрошња фосфата мања, а ниске вредности у летњим месецима са високом продукцијом. Одступање је вероватно условљено великим бројем купача који доводе до повећања концентрације доступних трофогених соли а самим тим и фосфора.

Средњи месечни степен трофичности језера по Carlson-овом индексу трофије за укупни фосфор у 2019. години био је:

- Мај – мезотрофан (47,5)
- Јун – мезотрофан (45,1)
- Јул – мезотрофан (45,9)
- Август – мезотрофан (47,8)

- Септембар –еутрофан (53,1)

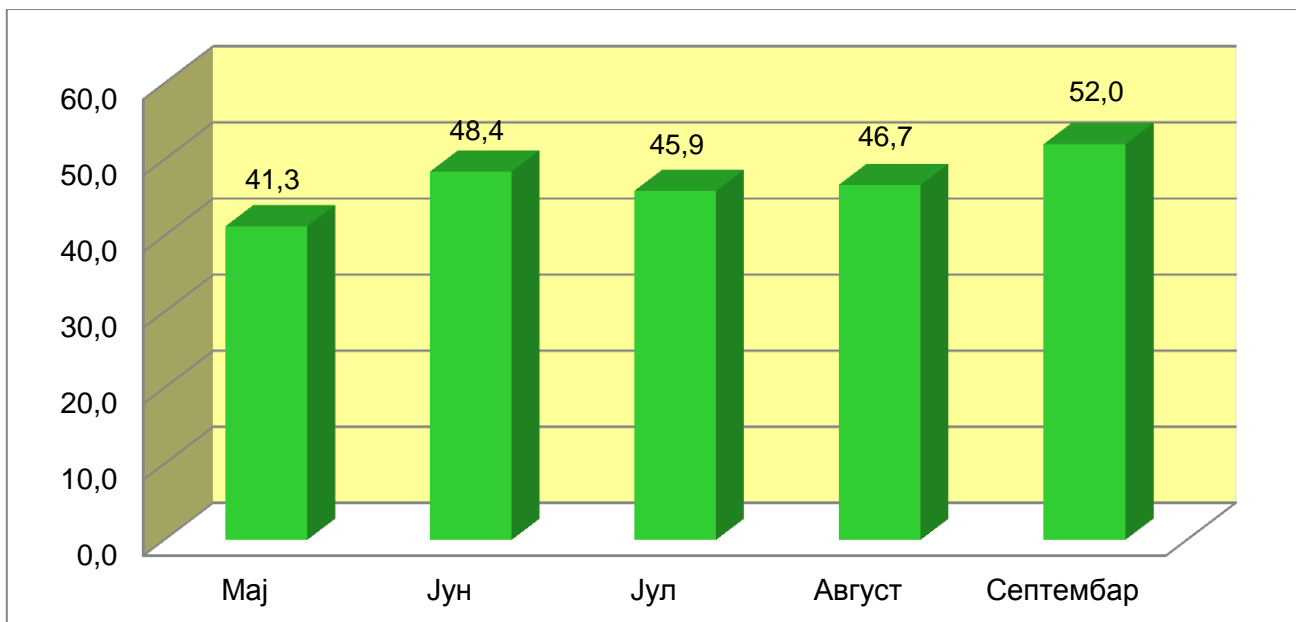
Кретање просечних средњих дневних вредности Carlson-овог индекса трофије за концентрацију укупног фосфора у периоду мај - септембар 2019. године. приказано је у графику 5.



**График 5.** Средње дневне вредности Carlson-овог индекса трофије за концентрацију укупног фосфора у периоду мај – септембар 2019. године

Минимална средња дневна вредност Carlson-овог индекса за концентрацију укупног фосфора је била 29,0, забележена је 22. јула и одговарала је олиготрофном статусу. Максимална вредност је била 60,3, забележена је 5. септембра и одговарала је еутрофном статусу. Carlson-ов индекс за концентрацију укупног фосфора је одговарао мезотрофном или бољем статусу у 70 испитаних узорака (56,45%).

У графику 6. су приказане средње месечне вредности за Carlson-ов индекс трофије за концентрацију хлорофила а од маја до септембра 2019. године.



**График 6.** Средње месечне вредности Carlson-овог индекса трофије за концентрацију хлорофила а за 2019. годину

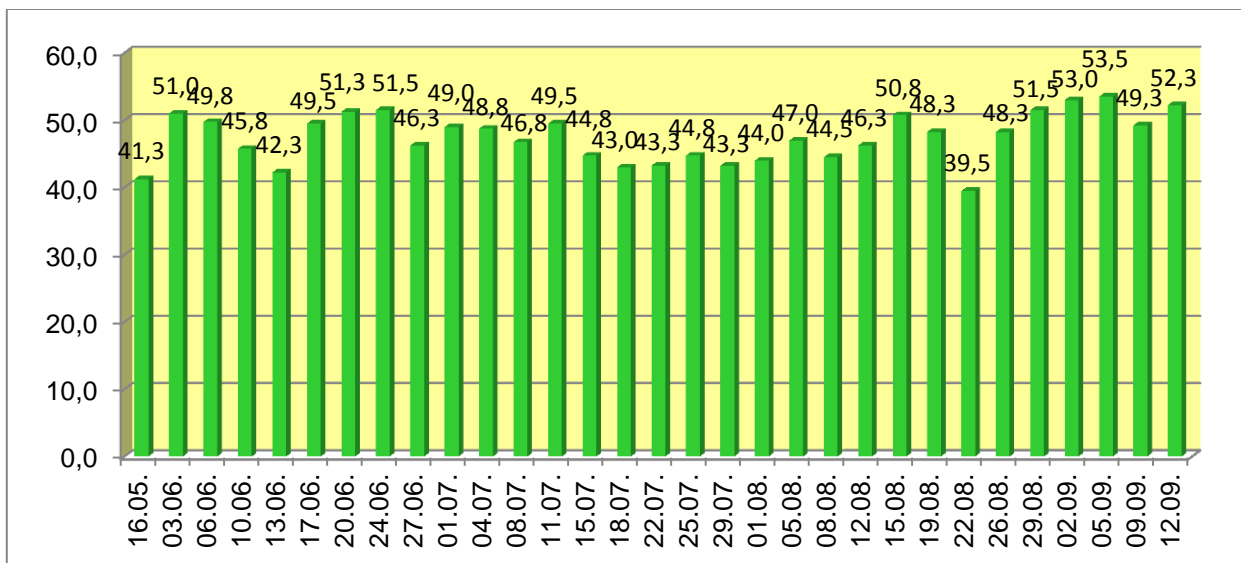
Средње месечне вредности Carlson-овог индекса за концентрацију хлорофила а су биле уједначене и кретале су се од мезотрофне у мају до еутрофне у септембру. Најнижа вредност била је у мају 41,3, а највећа у септембру 52,0.

Ситуација током периода спровођења мониторинга је слична као ранијих година, а позитивно је што је раст вредности индекса за концентрацију хлорофила а мали и без наглих промена.

Степен трофичности по месецима био је:

- Мај – (41,3) мезотрофан
- Јун – (48,4) мезотрофан
- Јул – (45,9) мезотрофан
- Август – (46,7) мезотрофан
- Септембар – (52,0) еутрофан

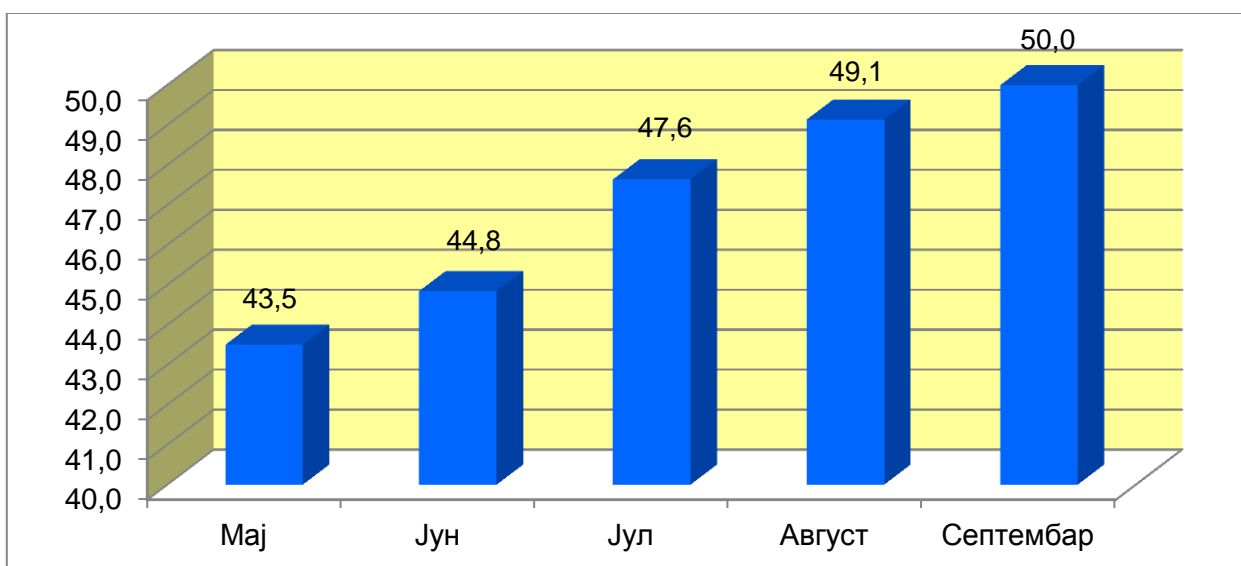
У графику 7. приказане су средње дневне вредности Carlson-овог индекса трофије за концентрацију хлорофила а у периоду мај – септемабр 2019. године.



**График 7.** Средње дневне вредности Carlson-овог индекса трофије за концентрацију хлорофила а у периоду мај – септембар 2019. године

Вредност индекса за концентрацију хлорофила а током сезоне стално варира, али генерално расте током целе сезоне. Минимална средња вредност индекса је била 39,5 22. августа, а максимална 53,5 5. септембра. Од 31 средње дневне вредности, једна је одговарала олиготрофном, 22 су одговарале мезотрофном и 8 еутрофном стању. За разлику од претходне године, када ни једна средња дневна вредност није одговарала олиготрофном стању, у 2019. години је један узорак одговарао олиготрофном стању.

У наредном графику приказано је кретање средње месечне вредности Carlson-овог индекса за провидност воде током 2019. године.



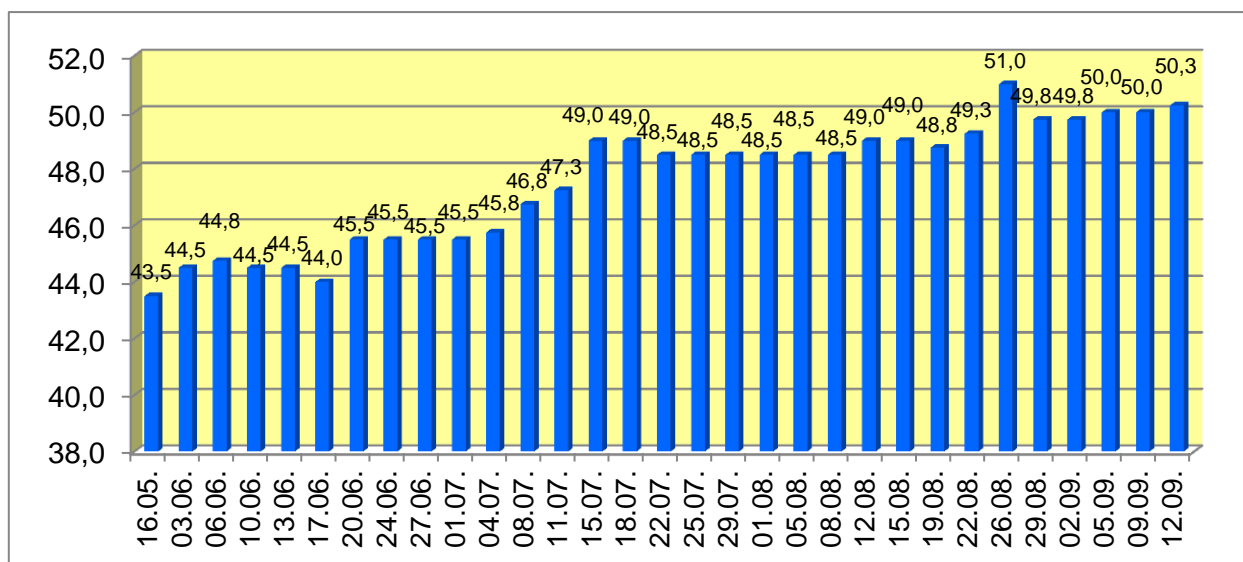
**График 8.** Средња месечна вредност Carlson-овог индекса за провидност воде током 2019. године

Из графика 8. се види да је средња месечна вредност Carlson-овог индекса за провидност воде током купалишне сезоне 2019. године слична као и током 2018.године. Минимум је био 43,5 и евидентиран је у мају, а максимум је био 50,0 и евидентиран је у септембру. Степен трофичности по месецима био је:

- Мај – мезотрофан (43,5)
- Јун –мезотрофан (44,8)
- Јул –мезотрофан (47,6)
- Август –мезотрофан (49,1)
- Септембар –еутрофан (50,0)

Динамика промена Carlson-овог индекса за провидност воде поклапа се теоријски очекиваном и расте током периода спровођења мониторинга. У купалишној сезони, провидност воде највише зависи од садржаја сестона, концентрације суспендованих материја и бројности планктона. Пошто је концентрациј суспендованих материја ниска на провидност највише утиче бројност и састав планктона. Због тога се са порастом концентрације хлорофила а смањује и провидност воде.

Вредности средњих дневних вредности Carlson-овог индекса за провидност воде за период мај - септембар 2019. године дато је у графику 9.



**График 9.** Средње дневне вредности Carlson-овог индекса трофије за период мај – септембар 2019. године

У периоду од средине маја скоро до краја августа Carlson-ов индекс трофије за провидност воде је одговарао мезотрофном, да би у последњих неколико дана августа и почетка септембра било дана када је овај индекс одговарао еутрофном стању. Добијене средње вредности индекса су полако расле од маја па све до средине септембра. Минимална вредност је 43,5 16. маја, а максимална је 51,0 26. августа.

Провидност воде је, уопштено говорећи, била задовољавајућа.

Према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода, вода Језера је одговарала добром и бољем еколошком потенцијалу.

Напомињемо да положај Језера у правцу исток-југозапад, његова јужна експозиција, високе температуре воде и лако доступне трофогене соли представљају чиниоце који убрзавају еутрофикацију Језера.

### Макрофите

Осматрањем делова дна до којих допире светлост, утврђен је квалитативан састав макрофита и њихова покривност.

Макрофите су у Савском језеру, као и претходних година, углавном заступљене субмерзним врстама из родова *Myriophyllum*, *Ceratophyllum* и *Potamogeton* које доминирају у погледу бројности и покривности. Значајније су заступљене врсте: *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton fluitans* и *P. crispus*.

У макрофитској вегетацији у Савском језеру преовлађују субмерзне врсте из родова *Myriophyllum* (*M. spicatum*), *Ceratophyllum* (*C. demersum*), и *Potamogeton* (*P. spp.*), од којих *M. spicatum* доминира у погледу бројности и покривности, формирајући на великој површини подводне ливаде.

Од водених цветница 2019. године заступљени су углавном субмерзни облици. Доминантне су врсте рода *Myriophyllum*. Распрострањеност и бројност популација осталих врста знатно је мања.

Као и ранијих година у испитиваним зонама није дошло до формирања зоне флотантних биљака. Примарни разлог што још увек није дошло до формирања ове зоне је кошење макрофитске вегетације.

У квантитативном погледу немогуће је проценити заједницу макрофита са становишта покривности и продукване биомасе, с'обзиром на кошење и одсуство података о уклоњеној биомаси. Мишљења смо да се ове мере, када се плански спроводе, позитивно одражавају на ниво трофије Савског језера.

### Фитопланктон

Квалитативном анализом фитопланктона утврђено је присуство 96 таксона из 7 раздела (*Cyanobacteria*, *Dinophyta*, *Chrysophyta*, *Cryptophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* и *Euglenophyta*). Највећу разноврсност имају зелене алге *Chlorophyta* (48% од укупног броја детерминисаних таксона), а потом силикатне алге *Bacillariophyta* (23%).

Укупна бројност фитопланктона у Савском језеру кретала се у распону од минимално 902 *cel/ml* на локалитету Округло купатило, до максимално 2.435 *cel/ml* на локалитету Рени бунар 12-1. Према бројности фитопланктона сви испитани узорци одговарају добром и бољем еколошком потенцијалу.

Биомаса фитопланктона изражена као концентрација хлорофила *a* је у току периода спровођења мониторинга варијала од 0,78 до 15,41 µg/l и у свим узорцима је задовољавала норме за добар и бољи еколошки потенцијал (II класа).

Процентуални удео *Cyanobacteria* у укупној биомаси фитопланктона у августу је од 5,3 % до 6,0 %. Најбројнија врста цијанобактерија је *Microcystis aeruginosa*. Добијене вредности за све узорке одговарају умереном еколошком потенцијалу (III класа).

### Фитобентос

Анализом фитобентоса Савског језера утврђено је присуство 44 таксона. Највећа разноврсност забележена је на локалитету Рени бунар 14-1. Квантитативна анализа фитобентоса (силикатних алги) у обе испитиване сезоне показала је да највећи процентуални удео имају врсте *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* и *Cymbella microcephala*. Вредности IPS (Specific Pollution Sensitivity Index) биле су у опсегу од 11,0 до 11,7 што одговара добром и бољем еколошком потенцијалу (II класи).

### Макробескичмењаци

На основу прикупљеног материјала са испитиваних локалитета установљено је присуство 25 таксона у оквиру 6 таксономских група у јуну и 21 таксона у оквиру 7 таксономских група у септембру. Процентуално највећи удео у заједници макробескичмењака у испитаним узорцима Савског језера у јуну имају групе *Gastropoda* са 49,76%, *Diptera* са 33,01% и *Oligochaeta* са 12,92%, док су у септембру групе са највећим уделом у заједници *Diptera* са 40,18%, *Hirudinea* и *Gastropoda* са 18,74% и *Oligochaeta* са 17,9%.

У односу на сапробну валенцу током јуна преовладавају бета-мезосапробни и алфа-мезосапробни организми који су заступљени са 19,33% и 18,33%, док су олиго-сапробне и ксено-сапробне врсте, осетљиве на органско загађење, заступљене са 2,97% и 0,05%. Поли-сапробне врсте, односно врсте прилагођење на висок степен органског загађења, су заступљене са 7,18%. За преосталих 52,14% врста нема података о класификацији у односу на сапробну толеранцију. У септембру у односу на сапробну валенцу преовладавају бета-мезосапробни и алфа-мезосапробни организми који су заступљени са 26,76% и 23,49%, док су олиго-сапробне врсте, осетљиве на органско загађење, заступљене са 5,92%. Поли-сапробне врсте, односно врсте прилагођење на висок степен органског загађења, су заступљене са 2,6%. За преосталих 41,23% врста нема података о класификацији у односу на сапробну толеранцију.

Вредности сапробног индекса, индекса диверзитета, укупног броја таксона и учешћа *Tubificidae* је у обе кампање одговарао добром и бољем еколошком потенцијалу.

Вредност BMWP индекса је у јунској кампањи одговарала умереном потенцијалу док је у септембарској кампањи одговарао слабом еколошком потенцијалу.

Одсуство *Bivalvia* може да указује на присутно загађење, тј. потенцијал воде испод границе доброг и бољег потенцијала (II класе), али је вероватније да директан антропогени утицај у комбинацији са условима станишта стварају неодговарајуће услове за насељавање *Bivalvia*.

Врсте Gastropoda су присутне у јунским узорцима тако да је еколошки потенцијал одговарао добром, док у септембру њихово присуство било мање па није постигнут добар еколошки потенцијал.

Еколошки потенцијал Савског језера према испитаним биолошким параметрима који се односе на заједницу макробескичмењака у јуну одговара умереном, а у септембру слабом еколошком потенцијалу.

Када се посматрају сви испитани биолошки параметри за одређивање еколошког потенцијала можемо да кажемо да је еколошки потенцијал ове акумулације у јуну био умерен, а у септембру слаб. Када се узму у обзир карактеристике ове акумулације, њена коришћење и радови на одржавању имамо екосистем који је под сталним антропогеним утицајем тако да су добијени резултати за еколошки потенцијал веома добри.

## **6.2. Резултати испитивања седимента**

За испитивање загађености седимента, одсуство протицаја је од посебне важности, јер су органски и неоргански микрополутанти углавном адсорбовани на најситнијој органо-минералној фракцији, коју доминантно чини глина и која се веома полако таложи на дну водног тела.

Резултати служе за процену загађивања у дужем временском периоду и оцену потребе измуљивања.

Узорковање седимента на свим локалитетима је извршено 14. септембра.

У узорку седимента са локације „Дечији базен“ циљну вредност су прекорачиле вредности концентрација кадмијума, цинка, бакра, никла, живе и укупних угљоводоника. Концентрација никла је била изнад максимално дозвољене концентрације али испод ремедијационе вредности.

У узорку седимента са локације „Округло купатило“ циљну вредност су прекорачиле вредности концентрација кадмијума, цинка, бакра, никла, живе и укупних угљоводоника. Концентрација никла је била изнад максимално дозвољене концентрације, а испод ремедијационе вредности.

У узорку седимента са локације „Рени бунар 12-1“ циљну вредност су прекорачиле вредности концентрација кадмијума, цинка, бакра, никла, живе и укупних угљоводоника. Концентрација никла је била изнад максимално дозвољене концентрације али испод ремедијационе вредности.

У узорку седимента са локације „Рени бунар 14-1“ циљну вредност су прекорачиле вредности концентрација кадмијума, бакра, никла и укупних угљоводоника. Концентрација никла је била изнад максимално дозвољене концентрације, али испод ремедијационе вредности.

Види се да је на свим локалитетима дошло до прекорачења циљних вредности за поједине тешке и токсичне метале и нафтне угљоводонике, као и да је концентрација никла на свим локалитетима прекорачила и вредност МДК, али да је била нижа од ремедијационе вредности. Концентрација нафтних угљоводоника је изнад циљне вредности али далеко испод МДК.

Као и претходне године у свим узорцима је утврђено присуство полицикличних ароматичних угљоводоника али су концентрације далеко испод максимално дозвољене вредности. Полихлоровани бифенили (PCB) и пестициди на бази хлорфенокси карбонских киселина, били су испод прага детекције примењене аналитичке методе и лабораторијске опреме на свим локалитетима.

Битно је напоменути да су концентрације загађујућих материја веома уједначене без обзира на место узорковања што би указивало да на Језеру нема извора ових опасних материја, већ да оне доспевају водом из Саве.

Може се констатовати да испитивани неоргански микрополутанти (тешки и токсични метали) и органских микрополутаната (ПАН; PCB, нафтни угљоводоници, пестициди) за сада не угрожавају Језеро и подземне воде, па не компромитују функцију водоснабдевања.

## 7.0 ЗАКЉУЧНЕ КОНСТАТАЦИЈЕ

Мониторинг квалитета воде Савског језера на Ади Циганлији, захваљујући повољним метеоролошким условима, обављан је током контролног периода (мај-септембар) у складу са усвојеним Програмом и уговором са Секретаријатом за заштиту животне средине. Узорци су узимани и анализирани предвиђеном динамиком на профилима: "Дечји базен", "Округло купатило", "Рени бунар РБ 12-1" и "Рени бунар РБ 14-1". О резултатима испитивања редовно су извештавани: ЈП „Ада Циганлија“, надлежни органи градске и републичке управе и инспекцијски органи.

О карактеристикама протекле сезоне и квалитету воде Језера може се констатовати следеће:

- Први купачи су се појавили на Језеру пре отварања купалишне сезоне. Изузетно ретке падавине и захлађења ваздуха, практично нису прекидали купање, јер је температура воде стално била повољна за рекреацију.
- На Ади Циганлији и Савском језеру је током 2019. године одржан велики број различите спортска такмичења и манифестације, које су започеле „Вађењем часног крста“ на Богојављање, 19. јануара, а завршиле се 10. новембра трком „Плави круг око Аде“
- Незваничне процене су да се викендом на Језеру окупљало и до 130.000 грађана, док се просечно на Језеру током купалишне сезоне окупљао око 80.000 грађана.
- Процес самопречишћавања воде, контролисана проточност и пасивна аерација успешно су одржавале стабилну равнотежу акватичног система.
- У предсезони обављено је чишћење обала, пошљунчавање и фрезирање пошљунчаног дела обале, као и насипање делова плаже.
- Кошење и уклањање макрофита из Језера, на деловима плаже где је разрасла водена вегетација ометала купаче, започето је у мају и вршено скоро до краја купалишне сезоне. У након завршетка купалишне сезоне је извршено додатно „кошење“ и извлачење „покошених“ алги из Језера.
- Уклањање биомасе, рекреативне и спортске активности на Језеру током 2019. године нису угрозиле његову двонаменску функцију.
- Таложница је успешно обављала редукцију броја колиформних бактерија, као и садржаја суспендованих материја и трофогених соли.
- Током 2019. године извршена је контрола квалитета 124 узорка воде Језера. У границама II класе квалитета површинских вода било је 115 узорака (92,74%), 8 узорака (6,45%) је било у границама III класе и један узорак (0,81%) је био у границама IV класе квалитета површинских вода. Од укупног броја испитаних узорака 123 узорка (99,19%) је одговарало свим домаћим прописима за површинску воду за купање и рекреацију грађана.
- У току целог периода мониторинга титар укупних колиформа и цревних ентерокока ни у једном узорку није био већи него што је дозвољено у води за рекреацију, а титар фекалних колиформа је само у једном узорку одступао од норми за купање и рекреацију грађана.
- Ентеропатогени микроорганизми, односно бактерије изазивачи обољења која се могу пренети хидричним путем, нису регистроване у води Језера.

- Присуство укупних колиформних бактерија је доказано у 115 испитаних узорак (92,74%) воде Језера, што је боље него претходне године.
- Присуство фекалних колиформа у води Језера је доказано у 79 испитаних узорак (63,71%) воде Језера што је боље него претходне године. За разлику од претходних година бројност фекалних колиформа у једном узорку је одговарала IV класи квалитета површинских вода.
- Бројност фекалних и укупних колиформа се статистички значајно разликује, што је повољно са здравственог аспекта.
- Присуство цревних ентерокока (*Streptococcus* "D") утврђено је у 79 узорак (63,71%) што је боље него претходне године.
- Позитивно је што је присуство бактерије рода *Proteus* sp., који спада у клице труљења и условно патогене бактерије, утврђено само у 4 узорка (3,23%).
- Присуство *Pseudomonas aeruginosa*, убиквитарне, веома резистентне бактерије, која спорадично доводи до инфекције слузокоже очију, уха или грла, поготово код имунокомпромитованих особа и деце, је утврђено у 28 узорак (22,58%).
- Током купалишне сезоне, у санитарно-микробиолошком погледу, ситуација је добра и здравствена безбедност купача није била угрожена.
- На Језеру је повећана рН вредност регистрована у 103 узорак (83,06%), а честа је и суперсатурација кисеоником, што је изазвано интензивном фотосинтезном активношћу макрофита и алги.
- Садржај хлорофила а су током целе купалишне сезоне били у границама II класе еколошког потенцијала.
- На основу вредности Carlson-ових индекса за концентрацију хлорофила а, провидност воде и садржај укупног фосфора, можемо рећи да је ситуација на Језеру у 2019. години била задовољавајућа.
- Фитопланктон Савског језера представљен са 96 таксона из 7 раздела: Cyanobacteria, Dinophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta и Euglenophyta
- Анализом фитобентоса Савског језера утврђено је присуство 44 таксона
- У заједници макробескичмењака Савског језера током јуна забележено је присуство укупно 25 таксона у оквиру 6 таксономских група, а током септембра присуство 21 таксона у 7 таксономских група. Доминантне групе су Gastropoda, Diptera и Oligochaeta у јуну и Diptera, Hirudinea, Gastropoda и Oligochaeta у септембру. Док су друге групе заступљене саједним или два представника.
- Од макрофита заступљене су врсте: *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton fluviatilis*, *P. crispus* и спорадично *Paspalum paspalodes*.
- У квантитативном погледу немогуће је проценити заједницу макрофита са становишта покривности и продуктивне биомасе, с обзиром на предузимане мере биоманипулације, односно кошења.
- На Језеру још увек није дошло до формирања зоне флотантних биљака, већ су, као и до сада, констатоване макрофите које припадају субмерзној и зони емерзних биљака.
- Према истраживањима фитопланктона, фитобентоса и макрофита, језеро је у границама доброг и бољег еколошког потенцијала, тј. II класе, а према макробескичмењацима у јуну одговара умереном потенцијалу, тј. III класи, а у

септембру одговара слабом потенцијалу, тј. IV класи квалитета површинских вода. Када се посматрају сви испитани биолошки параметри за одређивање еколошког потенцијала можемо да кажемо да је еколошки потенцијал ове акумулације у јуну био умерен, а у септембру слаб. Када се узму у обзир карактеристике ове акумулације, њенао коришћење и радови на одржавању имамо екосистем који је под сталним антропогеним утицајем тако да су добијени резултати за еколошки потенцијал веома добри.

- У седименту Језера су присутне поједине опасне материје, али је њихов садржај много нижи од МДК, а самим тим и далеко нижи од ремедијационих вредности.

## 8.0 ПРЕДЛОГ БУДУЋИХ АКТИВНОСТИ

Све будуће активности морају бити у функцији или подржавати двонаменско коришћења Језера. Императив представљају: заштита подземних вода изворишта водоснабдевања и здравствена безбедност купача током купалишне сезоне.

Ради успоравања процеса еутрофикације и превенирања "цветања воде", очувања квалитета воде у санитарно-микробиолошком погледу, као и заштите квалитета подземних вода, током 2020. године, требало би реализовати следеће активности:

- ЈП „Ада Циганлија“ мора да настави са заштитом и унапређењем квалитета воде Језера и подземних вода и изводити их координисано у договору са релевантним надлежним органима и институцијама.
- Настави рад црпне станице на доњој превлаци, посебно у купалишној сезони и то нарочито у ноћним сатима, ради обезбеђења контролисане проточности воде и смањења броја микроорганизама, као и садржаја трофогених соли.
- ЈП „Ада Циганлија“ би требало да на свом сајту обезбеди информације о радовима на одржавању које спроводи, порибљавању и сличним активностима које би могле да имају утицај на квалитет воде, уз образложење о могућим привременим негативним ефектима на квалитет воде или екосистем.
- На основу података о посећености различитих сектора плажа размотрити могућности и потребе за ширењем мреже санитарних објеката (тушеви, чесме, WC-и) на деловима плаже са већом посећеношћу. Новоизграђене објекте обавезно повезати на канализациони систем.
- Време, динамику и површине са којих се уклањају макрофите, у складу са закључцима Еколошке студије, усагласити са експертима Катедре за екологију и географију Биолошког факултета и Градског завода за јавно здравље Београд, како би се превенирао масовни развој фитопланктона, тзв. „цветање воде“.
- Свакодневно евидентирати површине са којих се уклањају макрофите као и оквирне количине влажне биомасе изнете из Језера.
- Ради остварења постављених циљева на Језеру треба наставити са праћењем параметара еколошког и хемијског статуса воде и загађености седимента.
- Наставити са насипањем недовољно насутих делова плажа како би се смањило подизање исталожених суспендованих честица при уласку купача у воду, и организовати свакодневно чишћење плажа ради смањења уноса органских материја у воду.
- Размотрити могућност побољшања диверзитета макрофита интродукцијом атрактивних аутохтоних врста, бели локвањ (*Nymphaea alba*) и жути локвањ (*Nuphar lutea*) у појединим зонама.
- Надлежни би требало да обезбеде средства за систематско испитивање дебљине слоја исталоженог седимента у Језеру и његове загађености органским материјама и тешким и токсичним металима, на већем броју профила и више локација и дубина на сваком профилу.
- Резултати допунског испитивања би омогућили доношење одлуке о потреби уклањања седимента из Језера.
- ЈП „Ада Циганлија“ треба да настави да сарађује са средствима јавног информисања и електронским медијима како у области подизања свести јавности о правилима понашања, потреби и значају очувања квалитета воде Језера, ради

унапређења понашања купача, такои у циљу промоције многобројних спортских и културних манифестација које се одржавају на овој локацији.

- Наставити са применом правила да је коришћење моторних чамаца и скутера дозвољено само спасилачким службама и за организовање спортских такмичења и културних манифестација.