



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

**Извештај о квалитету воде
подавалских акумулација
„Паригуз“ у Реснику, „Бела река“
у Рипњу и „Дубоки поток“ у
Барајеву за 2021. годину
на основу Уговора V-01 бр. 401.1-3/2020**

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:	<i>Проф. др Душанка Матијевић</i>
ПОМОЋНИК ДИРЕКТОРА У ДЕЛАТНОСТИ ХИГИЈЕНЕ И ХУМАНЕ ЕКОЛОГИЈЕ:	<i>Др Славиша Младеновић, спец. хигијене</i>
НАЧЕЛНИК ЈЕДИНИЦЕ ЗА ИСПИТИВАЊЕ КВАЛИТЕТА И УНАПРЕЂЕЊЕ СТАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ:	<i>Др Драган Пајић, спец. хигијене</i>
ШЕФ ОДСЕКА ЗА ВОДЕ:	<i>Др Ивана Ристановић-Поњавић, спец. хигијене</i>
СТРУЧНИ САРАДНИЦИ:	<i>Аљоша Танасковић, дипл. биолог Весна Милутиновић, дипл. инг. хем. техн. спец. токс. Dr sc. med. Дара Јовановић, спец. микробиологије Dr sc. med. Татјана Пљеша, спец. микробиологије др. Слађана Ранђеловић, спец. микробиологије Стефан Недовић, дипл. биолог Dr sc. Ана Благојевић, дипл. биолог</i>

1.0 УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

Градска управа града Београда, Секретаријат за заштиту животне средине је на основу Уговора V-01 бр. 401.1-3/2020 од 28. јануара 2020. године поверила Градском заводу за јавно здравље Београда контролу квалитета воде подавалских акумулација „Паригуз“ у Реснику, „Бела река“ у Рипњу и „Дубоки поток“ у Барајеву.

Контрола квалитета подавалских акумулација се спроводи од 2004. године према Програму који доноси Секретаријат за заштиту животне средине. Контрола квалитета воде, према Програму, подразумева систематско испитивање основних физичко-хемијских и кисеоничких параметара, нутријената, санитарно-микробиолошких, еколошко-микробиолошких као и хидроеколошких параметара, док контрола квалитета седимента обухвата испитивање слоја поремећеног седимента органским и неорганским микрополутантима.

Мониторинг квалитета воде подавалских акумулација вршен је од јуна до августа, уз додатна циљана испитивања која су спроведена у септембру.

Циљ контроле квалитета воде подавалских акумулација је првенствено заштита здравља купача, односно здравствено безбедна рекреација али како се вода из ових акумулација користи и за оплемењивање малих вода и за заливање пољопривредних култура, и тај аспект квалитета воде укључен је у контролу ради: процене тренутног степена трофије акватичног система, прогнозе будућег квалитета воде и процене ефикасности предузетих мера за одржавање акваторија и приобаља.

На подавалским акумулацијама рекреира се релативно мало риболоваца и купача, свега до стотинак, јер не постоје уређене плаже са пратећим садржајима. Изузетак је акумулација Дубоки поток на којој се уређује плажа на десној обали у близини бране. Податак да нема уређених плажа и санитарних уређаја довољно говори о потреби и значају систематске контроле квалитета воде ових акваторија.

Према Програму контрола квалитета воде ових акумулација обавља се 2 пута месечно и током 2021. године извршена је анализа 6 узорак воде и једног узорка седимента на свакој акумулацији које су обухваћене мониторингом, као и по један једна додатна циљана анализа на свакој од акумулација у септембру.

На подавалским акумулацијама нема уређених јавних купалишта са основним санитарним уређајима, па ни званичног почетка купалишне сезоне, иако се први купачи појаве већ средином јуна, на све три акумулације. Једино је на акумулацији Дубоки поток извршено елементарно уређење простора (нивелација терена, постављање канти за смеће).

Свакако да се обзиром на неуређеност плажа и одсуство елементарних санитарно-хигијенских услова један број имућнијих грађана из подавалских насеља радије опредељивао за рекреацију на Ади Циганлији и базенима, због других погодности које они пружају корисницима.

2.0. ОПШТИ ПОДАЦИ

На ширем простору Београда, у близини насеља Ресник, Рипањ и Барајево, формиране су пре 20 година три (3) мање вишенаменске акумулације. Њихова превасходна намена је заштита од поплава, очување биолошког минимума у водотоку, оплемењивање малих вода, наводњавање, рекреација, спортски риболов и сл.

Све подавалске акумулације су под доминантним директним или индиректним утицајем насеља у сливу потока на којима су формиране, ерозионих процеса и хидро-метеоролошких прилика. Утицај купача, риболоваца и других рекреативаца на квалитет воде је у конкретним случајевима практично занемарив.

2.1. Акумулација „Паригуз“

На потоку Паригуз формирана је истоимена акумулација. Поток Паригуз представља једну од десних притока Топчидерске реке и комплетан слив је на територији општине Раковица. Површина слива до преградног профила је 4,04 km². Протицај великих вода, вероватноће појаве 1% је 11,80 m³/s, а 0,1% је 24,00 m³/s. Низводно од бране је део насеља Ресник, али се део са колективним становањем налази узводно од бране.

На преградном профилу (km 0+776,20) изграђена је 1988 године, ниска, насута, земљана брана, висине 15 m. Узводна косина бране је заштићена од дејства таласа слојем каменог набачаја.

Површина акумулације при коти минималног успора је 1,32 ha. Запремина је 41.400 m³, а за прихват поплавног таласа је 105.300m³ и за стогодишње воде 130.600m³.

Просечан пронос наноса на преградном профилу је 828 m³ годишње. Пажњење акумулације извршено је маја 1999. године.

У поток се неконтролисано изливају непречишћене санитарне отпадне воде из дела насеља Ресник које веома негативно утичу на квалитет воде у акумулацији и могућност њеног вишенаменског коришћења.

2.2 Акумлација „Бела река“

У општини Вождовац налази се акумулација "Бела река", формирана на истоименом водотоку, који је лева притока Топчидерске реке. Сливно подручје дренира површине између насеља Рипањ и Рушањ, а површина слива до преградног профила је 3,72 km². Протицај великих вода, вероватноће појаве 1% је 18,70 m³/s, а вероватноћа 0,1% је 37,90 m³/s. Низводно од бране су насеље Рипањ и погони фабрике "Минел".

На преградном профилу (km 3+400) изграђена је 1989 године, мала, насута, брана од каменог набачаја са централним глиненим језгром, висине 15 m.

Површина акумулације при коти минималног успора је 0,77 ha, а запремина 22.722 m³, док је при максималном успору површина 2,83 ha, а запремина 161.000 m³. Запремина акумулације за поплазни талас је 108.278 m³.

Просечан пронос наноса на преградном профилу је 2.444,0 m³ годишње. Пажњење акумулације извршено је маја 1999. године.

Купачима је због шумовитости, стрмих, камених обала приступачан само мали део акумулације на десној обали, у близини бочног прелива.

2.3. Акумулација „Дубоки поток“

Ова акумулација налази се на територији општине Барајево и формирана је на истоименом потоку, који је лева притока Барајевске реке. Површина слива до преградног профила је 6,20 km². Протицај великих вода, вероватноће појаве 1% је 22,10 m³/s, а 0,1% је 42,40 m³/s. Низводно од бране је насеље Барајево.

На преградном профилу (km 0+700,00) изграђена је 1992 године, ниска, насута, хомогена брана са ињекционом завесом у левом боку, висине 15 m. Узводна косина бране је заштићена од дејства таласа облогом од бетонских плоча.

Површина акумулације при коти минималног успора је 1,50 ha, а запремина 30.000 m³. Запремина за поплавни талас је 95.000 m³, а корисна запремина је 170.000 m³.

Прво пражњење акумулације извршено је маја 1999. године.

Приобаље у близини бране је приступачније, боље уређено и одржавано, па је и број купача на овој акумулацији нешто већи, посебно у данима викенда, него на акумулацијама "Паригуз" и "Бела река".

3.0 МЕТОДЕ КОНТРОЛЕ КВАЛИТЕТА ВОДЕ И СЕДИМЕНТА

Програмом контроле дефинисани су: мониторинг профили, начин 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.

3.1 Избор контролног профила

Положај контролног профила генерално је дефинисан Програмом контроле квалитета површинских вода на територији Београда за 2020. и 2021. годину, али конкретни избор микролокације профила извршен је након обиласка терена, у договору са представницима Секретаријата за заштиту животне средине.

Непосредна локација контролног профила одређена је према следећим принципима:

- добра измешаност и хомогеност воде
- профил је ван зоне директног утицаја улива отпадних вода и притока
- профил је приступачан, безбедан за манипулацију опремом и узорцима

3.2. 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 EN ISO 5667-16 Смернице за биолошко испитивање узорка
- SRPS-ISO 5667-12 Квалитет воде – Узимање узорка – Део 12: Смернице за узимање узорка талога са дна река и језера
- SRPS EN ISO 19458 – Квалитет воде – Узимање узорка за микробиолошке анализе

Узорци воде узимани као појединачни са дубине од 0,3 м, а узорковање за одређивање карактеристичних показатеља квалитета вршено је следећим редом:

- одређивање видљивих отпадних пливајућих материја и прозрачности
- мерење температуре воде, 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

Узимање узорка воде за физичко-хемијска и хемијска испитивања вршено је Friedinger боцом, запремине 3 литара. Вода је сипана у одговарајућу стаклену и пластичну амбалажу.

Узорак за санитарно-микробиолошка и еколошко-микробиолошка испитивања узиман је у стерилну боцу, а узорак за одређивање хлорофила а узиман је у металну боцу.

Фитопланктон и зоопланктон за хидроеколошка истраживања прикупљани су класичним планктонским мрежама Müller gaze № 20 и № 25, а макрозооинвертебрате дрецом и Van Veen багером познате захватне површине.

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

3.3. Параметри контроле квалитета воде и седимента

Контрола квалитета воде обухвата теренско и лабораторијско испитивање према: Одлуци о утврђивању Пописа вода I реда (С. Гласник РС, број 83/2010), 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 референтним условима за типове поршинских вода (С. Гласник РС, број 67/2011), 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).

Међу физичко-хемијским карактеристикама воде одређивани су следећи параметри: провидност, температура, рН вредност, растворени кисеоник, степен сатурације кисеоником, петодневна биолошка потрошња кисеоника (BPK_5), утрошак калијум-перманганата, хемијска потрошња кисеоника (НПК из $KMnO_4$), азотна тријада (амонијак, нитрити, нитрати), укупни фосфати, ортофосфати и суспендоване материје.

Од санитарно-микробиолошких параметара испитивани су: укупан број аеробних хетеротрофних бактерија у 1ml, фекалних колиформа (на 44°C), укупних колиформа и цревних ентерокока у 100 ml. Регистровано је присуство *Pseudomonas aeruginosa* и *Proteus* sp. а такође је вршена идентификација свих изолованих бактерија.

Еколошко-микробиолошка испитивања обухватају одређивање хлорофила а и Carlson индекса трофије за провидност воде, концентрацију хлорофила а и укупног фосфора.

Хидроеколошка испитивања обухватају: одређивање квалитативног и квантитативног састава и структуре планктонских заједница и макроинвертебрата, уз издвајање биоиндикатора и одређивање индекса сапробности „S“.

Испитивање седимента обухватило је одређивање: садржаја влаге, рН вредности и концентрација неорганских микрополутаната (Pb, Cd, Zn, Ni, Cr, Hg, As, Cu) и органских микрополутаната (ПАН, РСВ, укупних угљоводоника и пестицида на бази хлорфенокси карбонских киселина).

Испитивање седимента је према Плану извршено у августа.

3.4. Испитивање воде и седимента – методе и опрема

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

Узорак седимента је за анализу припремљен мокрим фрагментисањем дестилованом водом, одвајањем фракције мање од 63 μm , просејавањем на специјалној „тресилицы“.

Изглед воде, боја, мирис, пливајуће опасне материје регистровани су органолептички на терену, док су температура и провидност воде одређени термометром $t \pm 0,1$ °C и Secchi диском.

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



Слика 2. Теренско одређивање концентрације кисеоника

У лабораторији су одређивани следећи параметри:

Електрохемијски: рН, концентрација раствореног кисеоник, степен засићења кисеоником и биохемијска потрошња кисеоника после 5 дана (БПК₅).

Јонском хроматографијом: амонијум јон (NH_4^+), нитрити (NO_2^-) и нитрати (NO_3^-).

Спектрофотометријски: укупни фосфор

Гравиметријски: концентрација суспендованих материја.

Хемијска потрошња кисеоника ХПК, одређена је оксидацијом органских материја калијумперманганатом (KMnO_4).

Концентрација хлорофила а, одређује се у алкохолном екстракту спектрофотометријски.

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

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

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

3.5. 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 узорак са терена, анализом дуплих узорак, анализом узорак са додатим стандардом и статистичком обрадом добијених резултата.

3.6. Оцена резултата испитивања

Процена квалитета воде подавалских акумулација вршена је на основу домаћих и међународних прописа релевантних за квалитет воде намењене рекреацији.

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.



Слика 3. Припреме за узорковање код бочног прелива на акумулацији Дубоки поток

4.0 РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА

Наглашавамо да се на подавалским акумулацијама не окупља већи број купача и риболоваца, и то углавном грађана Ресника, Пиносаве, Белог потока, Барајева, Рипња и других подавалских насеља, па је утицај корисника и рекреативаца на квалитет воде занемарљив, па у том светлу треба и посматрати резултате испитивања.

4.1 Акумулација "Паригуз" - Ресник

Испитивање квалитета воде акумулације Паригуз извршено је у периоду од јуна до краја августа у укупно 6 узорак. Резултати теренских и лабораторијских испитивања показују да су сви испитани узорци одступали од II класе квалитета површинских вода. Одступања су забележена само код појединих хемијских и физичко-хемијских параметара, док су сви испитани микробиолошки параметри одговарали I и II класи квалитета површинских вода. На основу извршених испитивања квалитет воде по три узорка је одговарао III, односно IV класи квалитета површинских вода.

Квалитет воде акумулације Паригуз је, током спровођења мониторинга у 2021. години, одговарао прописаном за купање и рекреацију грађана у три анализирана узорка, док су сви анализирани узорци на основу испитаних параметара одговарали за примену у водоснабдевању након прераде, пољопривреди и индустрији.

Ради потпунијег увида у квалитет воде акумулације Паригуз у наредној табели приказани су упоредни резултати испитивања по групама параметара.

Табела 4.1.1. Упоредни резултати контроле квалитета воде акумулације Паригуз у периоду од 2004. до 2020. године

Година испит.	Бр.испитан узорак	У II класи квалитета воде	Одступају хем. и бакт.	Одступају само бакт.	Одступају само хем.
2004.	7	1	2	0	4
2005.	10	1	5	0	4
2006.	9	0	5	0	4
2007.	10	1	4	0	5
2008.	9	1	3	1	4
2009.	9	0	4	0	5
2010.	11	2	0	1	8
2011.	10	0	7	0	3
2012.	12	0	10	0	2
2013.	6	0	2	0	4
2015.	2	0	2	0	0
2016.	3	0	1	0	2
2017.	6	0	0	0	6
2018.	6	0	2	0	4
2019.	6	0	1	0	5
2020.	7	0	0	0	7
2021.	6	0	0	0	6

4.1.1 Физичко-хемијске и хемијске карактеристике

Узорковање је увек обављано у преподневним часовима, приближно у исто време.

Током узорковања на површини воде акумулације није уочено присуство пливајућих опасних материја, али се повремено видело присуство пластичне амбалаже и биљног материјала.

Међу испитаним хемијским и физичко-хемијским параметрима одступања од I и II класе квалитета површинских вода детектована су код вредност рН (6), БПК₅ (6) и концентрација укупног органског угљеника (6), амонијум јона (5), хемијска потрошња кисеоника перманганатна метода (1) и суспендованих материја (1).

Температура воде је била очекивана и кретала се од 22,3 °C у узоку од 28. августа, до 29,4 °C у узорку од 27. јула. Током периода мониторинга температура воде је, осим у узорку са минималном вредношћу, била висока и није представљала ограничавајући фактор за рекреацију грађана.

Провидност воде је у свим анализираним узорцима била мала и одговарала је очекиваним вредностима за акумулације у којима је већа бројност фитопланктона. Измерена провидност се кретала од 0,3 m у узорку од 9. јуна до 0,7 m у узорку од 24. августа.

Вредност рН је прекорачила границе I и II класе у свим узорцима и кретала се од 8,8 24. августа, до 9,3 у узорку од 9. јуна. Напомињемо да је вода константно високо алкална примарно због интензивне фотосинтезне активности која је последица присуства трофогених соли (фосфата и нитрата), добре осунчаност воденог огледала, високе температуре и веома спорог тока воде у акумулацији, што све ствара повољне еколошке услове за развој алги и макрофита. Пошто су природне ове акумулације загађене отпадним водама, примарно фекалног порекла, не можемо потпуно одбацити и њихов утицај на повећање рН вредности ове акумулације. Њихов утицај у најмању руку кроз уношење додатних количина трофогених соли у екосистем ове акумулације, али без контроле отпадних вода не може се одредити колики им је допринос повећању рН вредности. И ранијих година повремено је констатована слична ситуација.

Електролитичка проводљивост је током периода мониторинга била уједначена са малим варирањима и у свим анализираним узорцима одговарала I класи квалитета површинских вода. Добијене вредности су се кретале од 409 $\mu\text{S}/\text{cm}$ у узорку од 9. јуна, до 537 $\mu\text{S}/\text{cm}$ у узорку од 24. августа.

У кисеоничку групу параметара спадају концентрација раствореног кисеоника, засићеност кисеоником, петодневна биолошка потрошња кисеоника (БПК₅) и хемијска потрошња кисеоника бихроматном методом (ХПК).

Концентрација раствореног кисеоника није била снижена ни у једном узорку током периода мониторинга. Добијене вредности су се кретале од 9,9 mg/l O₂ у узорку од 24. августа, до 17,9 mg/l O₂ у узорку од 9. јуна и у свим анализираним узорцима је одговарала II класи квалитета површинских вода. Високе вредности концентрације раствореног кисеоника су последица фотосинтетске активности фитопланктона присутног у акумулацији.

Засићеност кисеоником током периода мониторинга није била снижена ни у једном узорку. Добијене вредности су се кретале од 117% у узорцима од 24. августа, до 212% у узорку од 9. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао I класи квалитета површинских вода.

Петодневна биолошка потрошња кисеоника (БПК₅) је током периода мониторинга била повишена у свим узорцима. Добијене вредности су се кретале од 5,4 mg/l O₂ у узорку од 30. јула, до 11,1 mg/l O₂ у узорку од 9. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде по три узорка је одговарао III, IV класи квалитета површинских вода. Основни узрок повећања БПК₅ је изливање непречишћених санитарних отпадних вода у акумулацију, али удела има и распадање биљног материјала.

Хемијска потрошња кисеоника изражена преко перманганатне методе (ХПК) је током периода мониторинга била повишена само у једном узорку. Измерене вредности су се кретале од 5,4 mg/l O₂ у узорку од 30. јуна, до 11,2 mg/l O₂ у узорку од 9. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде пет узорака је одговарао II класи и један узорак је одговарао III класи површински вода.

Висока концентрација раствореног кисеоника у анализираним узорцима, као и високе вредности степена засићености кисеоником указују да је током периода мониторинга у овом водном телу увек било довољно кисеоника за нормално функционисање екосистема, чак и у узорцима са повећаним вредностима БПК₅ и ХПК. Продукција кисеоника и физичка аерација надокнађивали су губитак кисеоника настао оксидацијом органских материја и одржавали стабилан кисеонички режим.



Слика 4. Брана акумулације Паригуз и објекти колективног становања из којих се отпадне воде сливају у акумулацију

Садржај азотних материја се прати мониторингом концентрација амонијум јона, нитрата, нитрита и укупни азота.

Концентрација амонијум јона (као N) је током периода мониторинга била повишена у пет узорака. У узорку од 27. јула је била мања од границе квантификације примењене методе, док се у осталим узорцима кретала од 0,15 mg/l N у узорку од 30. јуна, до 0,3 mg/l N у узорку

од 24. августа. У односу на овај параметар квалитет воде једног узорка је одговарао II класи и пет узорка је одговарало III класи квалитета површинских вода.

Концентрација нитрата (као N) током периода мониторинга није била повишена ни у једном узорку. У пет узорка је била нижа од границе квантификације, док је само у узорку од 6. јула имала вредност од 0,2 mg/l и била већа од границе квантификације примењене методе. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорка је одговарао II класи квалитета површинских вода.

Концентрација нитрита (као N) је у свим узорцима била мања од границе квантификације примењене методе. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорка је одговарао I класи квалитета површинских вода.

Концентрација укупног азота (као N) је у четири узорка током периода мониторинга у четири узорка била мања од границе квантификације примењене методе. У осталим узорцима се кретала од 1,31 mg/l N у узорку од 10. августа, до 1,6 mg/l N у узорку од 30. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде четири узорка је одговарао I класи и два узорка су одговарала II класи квалитета површинских вода.

Сматрамо да је варирање садржаја азотних материја, доминантно везано за унос отпадних вода и спирање земљишта са обала при обилнијим падавинама. Прилив органских материја беланчевинасте природе није екстремно велики. Обе фазе нитрификације, тј. оксидације азотних материја, нормално се одвијају, јер вода обилује кисеоником, а алге и макрофите усвајају значајне количине насталих трофогених соли.

Концентрација ортофосфата је била испод границе детекције (<0,020 mg/l P) примењене методе у свим анализираним узорцима. У односу на овај параметар сви анализирани узорци су одговарали II класи квалитета површинских вода.

Концентрација укупног фосфора током периода мониторинга није била повећана ни у једном узорку. Добијене вредности су се кретале од 0,006 mg/l P у узорку од 30. јуна, до 0,023 mg/l P у узорку од 27. јула. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорка је одговарао II класи квалитета површинских вода. Измерене концентрације укупног фосфора су довољне за несметан развој фитопланктона и макрофита.

Може се рећи да количина нутријената (соли азота и фосфора), као и релативно мала дубина акумулације, добра осунчаност воденог огледала и висока температура воде, генерално стварају идеалне услове за развој и раст макрофита и алги.

Концентрација укупног органског угљеника (ТОЦ) је током периода мониторинга у свим узорцима била повишена. Добијене вредности су се кретале од 7,42 mg/l C у узорку од 30. јуна, до 16,0 mg/l C у узорку од 9. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде пет узорка је одговарао III класи и један узорак је одговарао IV квалитета површинских вода. Непречишћене отпадне воде су највероватнији разлог повишених вредности овог параметра.

Концентрација хлорида није била повишена током периода мониторинга. Добијене вредности су се кретале од 56,5 mg/l Cl⁻ у узорку од 9. јуна, до 66,0 mg/l Cl⁻ у узорку од 24.

августа. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорак је одговарао II класи квалитета површинских вода.

Концентрација суспендованих материја је током периода мониторинга била повишена само у једном узорку. Добијене вредности су се кретале од 1 mg/l у узорку од 30. јуна, до 30 mg/l у узорку од 9. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде пет узорак је одговарао I и II класи квалитета површинских вода, а један узорак је одступао од I и II класе квалитета површинских вода. Ниже вредности концентрације суспендованих материја у акумулацији су последица њиховог убрзаног таложења под утицајем успора и повећане концентрације треба очекивати само у кратком периоду након обилних падавина.

4.1.2 Санитарно-микробиолошке карактеристике

Санитарна неуређеност слива, утиче на врсте и бројност микроорганизама присутних у води. Посебно неповољан утицај имају отпадне воде из објеката колективног становања лоцираних у непосредној близини, које се непречишћене директно изливају у акумулацију, као и спирање стајског ђубрива са околних пољопривредних површина. Број и понашање купача, риболоваца и других рекреативаца, знатно мање утиче на санитарно-микробиолошку ситуацију у акумулацији првенствено због њиховог малог броја. Мора се стално имати на уму да је еколошки капацитет акумулације Паригуз веома ограничен.

О санитарно-микробиолошком статусу ове акумулације у току 2021. године се може говорити само везано за период спровођења мониторинга. У овом периоду стаус је био добар, а у односу на претходне године дошло је до побољшања квалитета. Микробиолошки параметри су били у границама предвиђеним за воду за купање и рекреацију грађана према Уредби о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“ бр. 50/2020).

Присуство фекалних колиформа је утврђено у пет узорак што је мало побољшање у односу на претходну годину. У узорку од 27. јула бројност је била мања од 1 у 100 ml воде, док се у осталим узорцима кретала од од 1 у 100 ml воде у узорку од 9. јуна, до 220 у 100 ml воде у узорку од 30. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде четири узорка је одговарао I класи и два узорка су одговарала II класи квалитета површинских вода.

Бројност укупних колиформа током периода мониторинга није била повишена ни у једном узорку. Добијене вредности су се кретале од 220 у 100 ml воде у узорцима од 30. јуна и 6. и 27. јула, до 2419,6 у 100 ml воде у узорцима од 9. јуна и 26. августа. У односу на овај параметар квалитет воде по три узорка је одговарао I, односно II класи квалитета површинских вода.

Присуство цревних ентерокока (*Streptococcus* "D") је потврђено у свим анализираним узорцима и током периода мониторинга није била повишена ни у једном узорку. Њихова бројност се кретала од 4,1 у 100 ml воде у узорку од 27. јула, до 18,3 у 100 ml воде у узорку од 6. јула. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорак је одговарао I класи квалитета површинских вода.



Слика 5. Акумулација Паригуз у касну јесен

Бројности аеробних хетеротрофа током периода мониторинга нису биле повећане ни у једном узорку. Добијене бројности су се кретале од 346 у 100 ml воде у узорку од 9. јуна, до 1036 у 100 ml воде у узорку од 10. августа. У односу на овај параметар квалитет воде два узорка је одговарао I класи и четири узорка су одговарала II класи квалитета површинских вода.

Ентеропатогени микроорганизми који преносе хидричним путем нису детектовани у води акумулације током купалишне сезоне, што је позитивно.

Присуство бактерија *Proteus* sp., клице труљења није потврђено ни у једном узорку, док је присуство условно патогене *Pseudomonas aeruginosa*, која као убиквитарна, веома резистентна бактерија, може да доведе до инфекције слузокоже очију, уха или грла посебно код осетљивих особа, а нарочито код деце, потврђено у по једном узорку.



Слика 6. Макрофите у приобаљу акумулације Паригуз

4.1.3. Еколошки потенцијал

Еколошки потенцијал акумулације Паригуз се израчунава на основу сета параметара који су прописани Правилником о параметрима еколошког статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода („Сл. гласник РС“ бр. 74/2011).

Еколошки потенцијал акумулације Паригуз према наведеном правилнику, а на основу извршених испитивања у склопу мониторинга спроведеног у току 2021. године, одговара лошем. Ниво поузданости изражен на основу критеријума из прилога 4. Правилника о параметрима еколошког статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода („Сл. гласник РС“ бр. 74/2011) је средњи. Ниво поузданости је спуштен са високог на средњи само јер се мониторинг не спроводи у току целе године већ само у току летњих месеци.

Хемијски и физичко-хемијски параметри за оцену еколошког потенцијала су одговарали добром и бољем, умереном и слабом еколошком потенцијалу и то:

- добром и бољем: концентрације раствореног кисеоника, нитрата, ортофосфата и укупног фосфора
- умереном: концентрације амонијум јона и хлорида
- слабом: вредност рН, БПК₅ и концентрација укупног органског угљеника

Сви испитани микробиолошки параметри за оцену еколошког потенцијала су одговарали добром и бољем еколошком потенцијалу.

Биолошки параметри за оцену еколошког потенцијала су одговарали добром и бољем, умереном, слабом и лошем еколошком потенцијалу и то:

- добром и бољем: индекс диверзитета макробескичмењака, укупан број таксона бескичмењака, учешће Oligochaeta-Tubificidae и ЕПТ индекс макробескичмењака
- умереном: провидност воде, Карлсонов индекс трофије за укупни фосфор и сапробни индекс за бескичмењаке, укупан број таксона макрофита
- слабом: биомаса фитопланктона изражена преко концентрације хлорофила а, Карлсонови индекси трофије за концентрацију хлорофила а и провидност воде и BMWP скор
- лошем: бројност фитопланктона и % удео Cyanobacteria

4.1.5. Седимент

Узорковање седимента акумулације Паригуз извршено је 24. августа, а узорак је испитан према захтеваним параметрима. Од свих испитаних параметара у анализираном узорку, према Уредби о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 50/2012), само су концентрације никла и минералних уља биле повишене. Концентрација минералних уља је била већа од циљне вредности, а концентрација никла је била већа од МДК. Повишена концентрација никла у седименту ове акумулације је последица природно повишених вредности концентрације никла у земљишту слива реке Паригуз. На основу добијених резултата испитани узорак седимента ове акумулације одговара 3 класи односно загађеном седименту, али пошто је природна вредност за концентрације никла у околном земљишту висока очекивано је да и концентрација никла у седименту буде повишена. Због тога испитани узорак седимента не треба сматрати загађеним већ незнатно загађеним.

4.2 Акумулација “Бела река”-Рипањ

Мониторинг квалитета воде акумулације Бела река извршено је у периоду од јуна до краја августа у укупно 6 узорак. Резултати теренских и лабораторијских испитивања показују да су сви испитани узорци одступали од II класе квалитета вода. До одступања је дошло само због повећаних вредности појединих хемијских и физичко-хемијских параметара.

Квалитет воде акумулације Бела река је, током периода спровођења мониторинга у 2021. години у свим узорцима одговарао прописаном за купање и рекреацију грађана, као и за примену у водоснабдевању након прераде, пољопривреди и индустрији.

Ради потпунијег увида у квалитет воде акумулације Бела река у наредној табели приказани су упоредни резултати испитивања по групама параметара.

Табела 4.2.1. Упоредни резултати контроле квалитета воде акумулације Бела река у периоду од 2004. до 2021. године

Година испит.	Бр.испитан узорак	У II класи квалитета воде	Одступају хем. и бакт.	Одступају само бакт.	Одступају само хем.
2004.	7	3	2	2	0
2005.	10	1	4	4	1
2006.	9	4	1	2	2
2007.	10	2	4	2	2
2008.	9	3	3	1	2
2009.	9	2	0	3	4
2010.	11	6	3	1	1
2011.	10	5	0	3	2
2012.	12	0	7	0	5
2013.	6	0	0	0	6
2015.	2	0	1	0	1
2016.	3	0	2	0	1
2017.	6	0	3	0	3
2018.	6	0	5	0	1
2019.	6	0	0	0	6
2020.	7	0	2	0	5
2021.	6	0	0	0	6

4.2.1 Физичко-хемијске карактеристике

Узорковање је увек обављано у преподневним часовима, приближно у исто време.

Током узорковања на акумулацији није уочено присуство пливајућих опасних материја, али се повремено видело присуство биљног материјала.

Међу испитаним хемијским и физичко-хемијским параметрима одступања од I и II класе квалитета површинских вода детектована су код вредности БПК₅ (5) и концентracија укупног органског угљеника (6), раствореног кисеоника (5) и амонијум јона (5).

Температура воде је била очекивана и кретала се од 22,4 °C у узорку од 24. августа, до 28,6 °C у узорку од 27. јула. Током периода мониторинга температура воде је била висока и није представљала ограничавајући фактор за рекреацију грађана.



Слика 7. Брана и део залеђене акумулације Бела река

Провидност воде је у свим анализираним узорцима била мала и одговарала је очекиваним вредностима за акумулације у којима је већа бројност фитопланктона. Измерена провидност се кретала од 0,5 m у оба јунска узорка, као и у узорцима од 6. јула и 24. августа, до 0,7 m у узорку од 10. августа.

Вредност рН током периода мониторинга је била повишена али и даље у границама I и II класе квалитета површинских вода. Добијене вредности су се кретале од 8,1 у узорку од 6. јула, до 8,5 у узорку од 9. јуна. Напомињемо да је вода константно високо алкална примарно због интензивне фотосинтезне активности која је последица присуства трофогених соли (фосфата и нитрата), добре осунчаност воденог огледала, високе температуре и веома спорог тока воде у акумулацији, што све ствара повољне еколошке услове за развој алги и макрофита.

Електролитичка проводљивост током периода мониторинга била уједначена са малим варирањима и ни у једном узорку није била повишена. Добијене вредности су се кретале од 529 $\mu\text{S}/\text{cm}$ у узорку од 9. јуна, до 630 $\mu\text{S}/\text{cm}$ у узорку од 24. августа.

У кисеоничку групу параметара спадају концентрација раствореног кисеоника, засићеност кисеоником, петодневна биолошка потрошња кисеоника (БПК₅) и хемијска потрошња кисеоника бихроматном методом (ХПК).

Концентрација раствореног кисеоника током периода мониторинга је доста варирала и у 5 узорка је била повишена. Добијене вредности су се кретале од 6,7 mg/l O₂ у узорку од 24. августа, до 14,3 mg/l O₂ у узорку од 9. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде једног узорка је одговарао II класи и пет узорка је одговарало III класи квалитета површинских вода.

Засићеност кисеоником током периода мониторинга ни у једном узорку није била повишена. Добијене вредности су се кретале од 79% у узорку од 24. августа, до 174% у узорку од 9.

јуна. У односу на овај параметар квалитет воде пет узорак је одговарао I класи и један узорак је одговарао II класи квалитета површинских вода.

Петодневна биолошка потрошња кисеоника (БПК₅) током периода мониторинга је била повишена у пет узорак. Добијене вредности су се кретале од 1,5 mg/l O₂ у узорку од 24. августа, до 6,0 mg/l O₂ у узорку од 9. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде једног узорка је одговарао II класи и пет узорак су одговарали III класи квалитета површинских вода.

Хемијска потрошња кисеоника изражена преко перманганатне методе (ХПК) током периода мониторинга није била повишена ни у једном узорку. Измерене вредности су се кретале од 5,1 mg/l O₂ у узорцима од 6. и 27. јула и 24. августа, до 7,4 mg/l O₂ у узорку од 30. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорак је одговарао II класи квалитета површинских вода.

Сви кисеонички параметри су током периода мониторинга варирали у мањој или већој мери. Њиховим међусобним упоређивањем можемо да закључимо да фотосинтетски процеси и физичка реаерација нису били довољни да у сваком тренутку надокнаде потрошњу кисеоника у различитим процесима присутним у овом водном телу.

У погледу наведених кисеоничких параметара ситуација је слична као и претходних година и генерално нема опасности да ће рибе или други хидробионти бити витално угрожени, јер активна и пасивна реаерација обезбеђују довољно кисеоника за аеробну разградњу органских материја и несметан живот акватичне фауне.

Садржај азотних материја се прати мониторингом концентрација амонијум јона, нитрата, нитрита и укупни азота.

Концентрација амонијум јона (као N) је током периода мониторинга била повишена у пет узорак. У узорку од 27. јула концентрација овог једињења је била испод границе квантификације примењене методе, а у осталим узорцима добијене вредности су се кретале од 0,09 mg/l N у узорку од 30. јуна, до 0,19 mg/l N у узорку од 24. августа. У односу на овај параметар квалитет воде једног узорка је одговарао II класи и пет узорак је одговарало III класи квалитета површинских вода.

Концентрација нитрата (као N) током периода мониторинга није била повишена ни у једном узорку. У пет узорак је била мања од границе квантификације примењене методе, док је у узорку од 24. августа била 0,22 mg/l N. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорак је одговарао II класи квалитета површинских вода.

Концентрација нитрита (као N) је током периода мониторинга у свим узорцима била мања од границе квантификације примењене методе. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорак је одговарао I класи квалитета површинских вода.

Концентрација укупног азота (као N) је током периода мониторинга у свим узорцима била мања од границе квантификације примењене методе. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорак је одговарао I класи квалитета површинских вода.



Слика 8. Домаћинства низводно од бране акумулације Бела река

Сматрамо да је варирање садржаја азотних материја, доминантно везано за спирање земљишта са обала при обилнијим падавинама. Прилив органских материја беланчевинасте природе је умерен. Обе фазе нитрификације, тј. оксидације азотних материја, нормално се одвијају, јер у води има довољно кисеоника, а алге и макрофите усвајају значајне количине насталих трофогених соли.

Концентрација ортофосфата је била испод границе детекције ($<0,020 \text{ mg/l P}$) примењене методе у свим анализираним узорцима. У односу на овај параметар сви узорци су одговарали II класи квалитета површинских вода.

Концентрација укупног фосфора током периода мониторинга није била повишена ни у једном узорку. У једном узорку је била мања од границе квантификације примењене методе, док се у осталим узорцима кретала од $0,006 \text{ mg/l P}$ у узорку од 6. јула, до $0,025 \text{ mg/l P}$ у узорку од 30. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао II класи квалитета површинских вода.

Концентрација укупног органског угљеника ТОЦ је током периода мониторинга била повишена у свим узорцима. Добијене вредности су се кретале од $6,45 \text{ mg/l C}$ у узорку од 9. јуна, до $8,86 \text{ mg/l C}$ у узорку од 27. јула. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао III класи квалитета површинских вода.

Концентрација хлорида током периода мониторинга није била ни у једном узорку. Добијене вредности су се кретале од $42,4 \text{ mg/l Cl}^-$ у узорку од 9. јуна, до $59,0 \text{ mg/l Cl}^-$ у узорку од 24. августа. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао II класи квалитета површинских вода.

Концентрација суспендованих материја током периода мониторинга није била повишена ни у једном узорку. Добијене вредности су се кретале од 4 mg/l у узорку од 9. јуна, до 13 mg/l у узорку од 6. јула. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао I и II класи квалитета површинских вода. Ниже вредности концентрације суспендованих материја у акумулацији су последица њиховог убрзаног таложења под утицајем успора и повећане концентрације треба очекивати само у кратком периоду након обилних падавина.

Значај садржаја суспендованих материја за квалитет воде је велики, јер у зависности од растворљивости материја адсорбованих на њима добрим делом зависе и садржаји појединих загађујућих материја у води.

Укупна минерализација током периода мониторинга није била повишена ни у једном узорку. Добијене вредности су се кретале од 375 mg/l у узорку од 10. августа до 425 mg/l у узорку од 27. јула. У односу на овај параметар квалитет воде свих анализираних узорка је одговарао I класи квалитета површинских вода.

4.2.2 Санитарно-микробиолошке карактеристике

Број купача, риболоваца и других рекреативаца на акумулацији "Бела река" је због неуређености и неприступачности обала најчешће минималан, па врсте и бројност микроорганизама присутних у води акумулације зависе доминантно од санитарне уређености слива и интензитета ерозионих процеса.

О санитарно-микробиолошком статусу ове акумулације у току 2021. године се може говорити само везано за период спровођења мониторинга. У овом периоду статус је био добар. Микробиолошки параметри су били у границама предвиђеним за воду за купање и рекреацију грађана према Уредби о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“ бр. 50/2020) у свим анализираним узорцима.

Присуство фекалних колиформа је потврђено у свим анализираним узорцима, а бројност ових бактерија током периода мониторинга је била ниска. Добијене бројности су се кретале од 2 у 100 ml воде у узорцима од 9. и 30. јула и 24. августа, до 200 у 100 ml воде у узорку од 6. јула. У односу на овај параметар квалитет воде четири узорка је одговарао I класи и два узорка су одговарала II класи квалитета површинских вода.

Бројности укупних колиформа су током периода мониторинга биле ниске. Добијене бројности су се кретале од 220 у 100 ml воде у узорцима од 6. 27. јула, до више од 2.419,6 у 100 ml воде у узорку од 9. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде по три узорка је одговарао I класи, односно II класи квалитета површинских вода.

Присуство цревних ентерокока (*Streptococcus* "D") је потврђено у свим анализираним узорцима, а бројности су биле ниске. Добијене бројности су се кретале од 1 у 100 ml воде у узорку од 9. јуна, до 275,5 у 100 ml воде у узорку од 30. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде пет узорка је одговарао I класи и један узорак је одговарао II класи квалитета површинских вода.



Слика 9. Бочни прелив на акумулацији Бела река

Бројности аеробних хетеротрофа су током периода мониторинга биле ниске. Добијене бројности су се кретале од 176 у 100 ml воде у узорку од 10. августа, до 445 у 100 ml воде у узорку од 6. јула. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао I класи квалитета површинских вода.

Квалитет воде са санитарно микробиолошког аспекта је добар. Свих шест испитаних узорака задовољавало је норме за безбедно купање и рекреацију грађана.

Позитивно је што, као ни претходне године, ни у једном анализираном узорку није утврђено присуство бактерије *Proteus* sp., клице труљења и бактерије *Pseudomonas aeruginosa*.



Слика 10. Акумулација Бела река током лета

Еколошки потенцијал

Еколошки потенцијал акумулације Бела река се израчунава на основу сета параметара који су прописани Правилником о параметрима еколошког статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода („Сл. гласник РС“ бр. 74/2011).

Еколошки потенцијал акумулације Бела река према наведеном правилнику, а на основу извршених испитивања у склопу мониторинга спроведеног у току 2020. године, одговара лошем. Ниво поузданости изражен на основу критеријума из прилога 4. Правилника о параметрима еколошког статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода („Сл. гласник РС“ бр. 74/2011) је средњи. Ниво поузданости је спуштен са високог на средњи само јер се мониторинг не спроводи у току целе године већ само у току летњих месеци. Сматрамо да еколошки потенцијал ове акумулације одговара слабом, јер услови који владају на овалама ове акумулације отежавају одговарајуће узимање узорка за биолошка испитивања што може да доведе да се због не репрезентативног узорка добију лошији резултати него што је стварна ситуација.

Хемијски и физичко-хемијски параметри за оцену еколошког потенцијала су одговарали добром и бољем, умереном и слабом еколошком потенцијалу и то:

- добром и бољем: вредност рН и концентрације раствореног кисеоника, хлорида, нитрата, ортофосфата и укупног фосфора
- умереном: БПК₅, дубина провидности воде и концентрација амонијум јона
- слабом: концентрација укупног органског угљеника ТОЦ

Сви микробиолошки параметри за оцену еколошког статуса су одговарали добром и бољем еколошком потенцијалу.

Биолошки параметри за оцену еколошког статуса су одговарали добром и бољем, умереном и лошем еколошком потенцијалу и то:

- добром и бољем: Карлсонов индекс трофије за укупан фосфор, концентрација хлорофила а, % удео *Cyanobacteria*, индекс диверзитета макробескичмењака, укупан број таксона макробескичмењака и учешће *Oligochaeta-Tubificidae*
- умереном: Карлсонови индекси трофије за концентрацију хлорофила а и провидност воде, сапробни индекс макробескичмењака, BMWP скор, ЕПТ индекс и укупан број таксона макрофита
- лошем: абунданца фитопланктона

4.2.5. Седимент

Узорковање седимента акумулације Бела река извршено је 24. августа, а узорак је испитан према захтеваним параметрима. Од испитаних параметара у анализираном узорку, према Уредби о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 50/2012), изнад циљне вредности је била концентрација никла, а концентрације ДДД и ДДТ су биле изнад МКД. На основу добијених резултата испитани узорак седимента ове акумулације одговара 3 класи односно загађеном седименту.

4.3 Акумулација “Дубоки поток”-Барајево

Испитивање квалитета воде акумулације Дубоки поток извршено је у периоду од јуна до краја августа у укупно 6 узорак. Резултати теренских и лабораторијских испитивања показују да су сви испитани узорци одступали од I и II класе квалитета површинских вода. Код два узорка до одступања је дошло због појединих хемијских, физичко-хемијских и микробиолошких параметара, а код четири узорка до одступања је дошло само због појединих хемијских и физичко-хемијских параметара. Квалитет воде свих анализираних узорак, на основу свих испитаних параметара, је одговарао III класи квалитета површинских вода.

Дубоки поток је нешто већа акумулација од осталих, са минимално уређеном плажом, и обезбеђеном водом за пиће па се на њој окупља и највише купача, тако да она има највећи значај за подавалска насеља као простор за разне облике рекреације грађана.

Квалитет воде акумулације Дубоки поток је, током периода спровођења мониторинга у 2021. години, у свим анализираним узорцима одговарао прописаном квалитету за површинске воде које се користе за купање и рекреацију. Сви анализирани узорци су у исто време и одговарали за примену у водоснабдевању након прераде, пољопривреди и индустрији.

Ради потпунијег увида у квалитет воде акумулације Дубоки поток у наредној табели приказани су упоредни резултати испитивања по групама параметара за период од 2004. до 2021. године.

Табела 4.3. Резултати контроле квалитета воде акумулације Дубоки поток у периоду од 2004. до 2021. године

Година испитивања	Бр.испитан узорак	У II класи Квалитета воде	Одступају хем. и бакт.	Одступају само бакт.	Одступају само хем.
2004.	7	4	1	2	0
2005.	10	5	2	3	0
2006.	9	6	2	1	0
2007.	10	6	1	1	2
2008.	9	7	0	2	0
2009.	9	6	0	2	1
2010.	11	7	1	1	2
2011.	10	6	2	1	1
2012.	12	0	10	0	2
2013.	6	0	0	0	6
2015.	2	1	0	0	1
2016.	3	0	2	0	1
2017.	6	2	0	2	2
2018.	6	0	3	0	3
2019.	6	0	0	0	6
2020.	7	0	2	0	5
2021.	6	0	2	0	4

4.3.1 Физичко-хемијске карактеристике

Узорковање је увек обављано у преподневним часовима, приближно у исто време.

На површини акумулације Дубоки поток, ретко се региструје присуство пластичне амбалаже и органског отпада и то само код бочног прелива, док пливајуће опасне материје до сада нису уочене, што би значило да у сливном подручју нема озбиљнијих загађивача овим материјама.

Међу испитаним хемијским и физичко-хемијским параметрима одступања од I и II класе квалитета површинских вода детектована су код вредности БПК₅ (5), вредности рН (1) и концентарција укупног органског угљеника (6), амонијум јона (4) и раствореног кисеоника (2).

Температура воде је била очекивана и кретала се од 22,9 °C у узоку 24. августа, до 29,6 °C у узорку од 30. јула. Током периода мониторинга температура воде је била висока и није представљала ограничавајући фактор за рекреацију грађана.

Провидност воде је у свим анализираним узорцима била мала и одговарала је очекиваним вредностима за овакве акумулације. Измерена провидност се кретала од 0,5 m у узорку од 24. августа до 0,9 m у узорку од 9. јуна.



Слика 11. Круна бране акумулације Дубоки поток у Барајеву

Вредност рН је прекорачила границе I и II класе само у једном. Добијене вредности су се кретале од 8,2 у узорку од 24. августа, до 8,6 у узорку од 30. јуна. Напомињемо да је вода константно високо алкална примарно због интензивне фотосинтезне активности која је последица присуства трофогених соли (фосфата и нитрата), добре осунчаност воденог огледала, високе температуре и веома спорог тока воде у акумулацији, што све ствара повољне еколошке услове за развој алги и макрофита.

Електролитичка проводљивост је током периода мониторинга била уједначена са малим варирањима и у свим анализираним узорцима је одговарала I класи квалитета површинских вода. Добијене вредности су се кретале од 409 $\mu\text{S}/\text{cm}$ у узорку од 30. јуна, до 492 $\mu\text{S}/\text{cm}$ у узорку од 24. августа.

У кисеоничку групу параметара спадају концентрација раствореног кисеоника, засићеност кисеоником, петодневна биолошка потрошња кисеоника (БПК₅) и хемијска потрошња кисеоника бихроматном методом (ХПК).

Концентрација раствореног кисеоника је током периода мониторинга била снижена у два узорка. Добијене вредности су се кретале од 7,8 mg/l O₂ у узорку од 10. августа, до 13,5 mg/l O₂ у узорку од 30. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде у четири узорка је одговарао II класи и један узорак је одговарао III класи квалитета површинских вода.

Засићеност кисеоником је током периода мониторинга била висока и задовољавајућа. Добијене вредности су се кретале од 95% у узорку од 24. августа, до 182% у узорку од 30. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао I класи квалитета површинских вода.



Слика 12. Део акумулације Дубоки поток

Петодневна биолошка потрошња кисеоника (БПК₅) је током периода мониторинга била повишена у пет узорака. Добијене вредности су се кретале од 1,0 mg/l O₂ у узорку од 27. јула, до 6,6 mg/l O₂ у узорку од 6. јула. У односу на овај параметар квалитет воде једног узорка је одговарао II класи и пет узорака је одговарало III класи квалитета површинских вода.

Хемијска потрошња кисеоника изражена преко перманганатне методе (ХПК) је током периода мониторинга у свим узорцима била ниска. Измерене вредности су се кретале од 3,7 mg/l O₂ у узорку од 9. јуна, до 6,6 mg/l O₂ у узорку од 30. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде по три узорка је одговарао I, односно II класи квалитета површинских вода.

Код свих кисеоничких параметара су током периода мониторинга утврђена мања варирања. Њиховим међусобним поређењем можемо да закључимо да су фотосинтетски процеси и физичка реареација били довољни да у сваком тренутку надокнаде потрошњу кисеоника услед различитих процеса који су присутни у овом водном телу.

Садржај азотних материја се прати мониторингом концентрација амонијум јона, нитрата, нитрита и укупни азота.

Концентрација амонијум јона (као N) је током периода мониторинга била повећана у четири узорка. У узорцима од 30. јуна и 27. јула концентрација овог једињења је била мања од границе квантификације примењене методе, док се у осталим узорцима кретала од 0,08 mg/l N у узорку од 9. јуна, до 0,15 mg/l N у узорку од 10. августа. У односу на овај параметар квалитет воде два узорка је одговарао II класи и четири узорка су одговарала III квалитета површинских вода.

Концентрација нитрата (као N) је током периода мониторинга била ниска. У узорцима од 30. јуна, 6. и 27. јула и 10. августа је била мања од границе квантификације примењене методе. У осталим узорцима добијене вредности су се кретале од 0,16 mg/l N у узорку од 24. августа, до 0,9 mg/l N у узорку од 9. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао II класи квалитета површинских вода.

Концентрација нитрита (као N) је током периода мониторинга у већини узорака била веома ниска. У узорцима од 6. и 27. јула и 10. и 24. августа је била мања од границе квантификације примењене методе, док је у узорцима од 9. и 30. јуна имала вредност од 0,018 mg/l N. У односу на овај параметар квалитет воде четири узорка је одговарао I класи и два узорка су одговарала II класи квалитета површинских вода.

Концентрација укупног азота (као N) је током периода мониторинга била већа од границе квантификације примењене методе само у узорку од 9. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао I класи квалитета површинских вода.



Слика 13. Објект водопривреде на акумулацији Дубоки поток

Варирање садржаја азотних материја исказано кроз ова четири параметра је мало и доминантно је везано за спирање земљишта са обала при обилнијим параметрима. Прилив органских материја беланчевинасте природе није екстремно велики. Обе фазе нитрификације, тј. оксидације азотних материја, нормално се одвијају, јер у води има довољно кисеоника, а алге и макрофите усвајају значајне количине насталих трофогених соли.

Концентрација ортофосфата је била мања од границе детекције (<0,020 mg/l P) примењене методе у свим анализираним узорцима. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао II класи квалитета површинских вода.

Концентрација укупног фосфора у анализираним узорцима је током периода мониторинга у свим узорцима била ниска. У узорку од 10. августа је била мања од границе квантификације примењене методе, док се у осталим узорцима кретала од 0,005 mg/l P у узорку од 9. јуна, до 0,012 mg/l P у узорку од 24. августа. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао II класи квалитета површинских вода. Измерене концентрације укупног фосфора су, иако ниске, довољне за несметан развој фитофлуктона, фитобентоса и макрофита.

Може се рећи да количина нутријената (соли азота и фосфора), као и релативно мала дубина акумулације, добра осунчаност воденог огледала и висока температура воде, генерално стварају идеалне услове за развој и раст макрофита и алги.

Концентрација укупног органског угљеника (ТОЦ) је током периода мониторинга била повишена у свим узорцима. Добијене вредности су се кретале од 4,57 mg/l C у узорку од 9. јуна, до 7,15 mg/l C у узорку од 24. августа. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао III класи квалитета површинских вода.

Концентрација хлорида је током периода мониторинга била ниска и уједначена. Добијене вредности су се кретале од 28,7 mg/l Cl⁻ у узорку од 30. јуна, до 33,8 mg/l Cl⁻ у узорку од 6. јула. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао II класи квалитета површинских вода.

Концентрација суспендованих материја је током периода мониторинга била ниска и уједначена. Добијене вредности су се кретале од 2 mg/l у узорку од 9. јуна, до 15 mg/l у узорку од 6. јула. У односу на овај параметар квалитет воде у свих узорака је одговарао I и II класи квалитета површинских вода.

Значај садржаја суспендованих материја за квалитет воде је велики, јер у зависности од растворљивости материја адсорбованих на њима добрим делом зависе и садржаји појединих загађујућих материја у води.

Укупна минерализација је током периода мониторинга била ниска и уједначена. Добијене вредности су се кретале од 409 mg/l у узорку од 30. јуна до 492 mg/l у узорку од 24. августа. У односу на овај параметар квалитет воде свих анализираних узорака је одговарао I класи квалитета површинских вода.

4.3.2 Санитарно-микробиолошке карактеристике

Број купача, риболоваца и других рекреативаца на акумулацији Дубоки поток је већи него на друге две акумулације јер на овој акумулацији постоји минимално уређена плажа и веслачки клуб са угоститељским објектом, па је ова локација интересантнија већем броју посетилаца.

О санитарно-микробиолошком статусу ове акумулације у току 2021. године се може говорити само везано за период спровођења мониторинга. У овом периоду статус је био добар. Микробиолошки параметри су били у границама предвиђеним за воду за купање и рекреацију грађана према Уредби о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“ бр. 50/2020) у свим анализираним узорцима.

Присуство фекалних колиформа је потврђено у свим анализираним узорцима. Бројност ових бактерија је током периода мониторинга била повећана само у једном узорку. Добијене бројности су се кретале од 3,1 у 100 ml воде у узорку од 9. јуна, до 3.800 у 100 ml воде у узорку од 27. јула. У односу на овај параметар квалитет воде пет узорака је одговарао I класи и један узорак је одговарао II класи квалитета површинских вода.

Бројности укупних колиформа су током периода мониторинга биле повећане у једном узорку. Добијене вредности су се кретале од 500 у 100 ml воде у узорку од 30. јуна, до 97.800 у 100 ml воде у узорку од 24. августа. У односу на овај параметар квалитет воде једног узорка је одговарао I класи, четири узорка су одговарала II класи и један узорак је одговарао III класи квалитета површинских вода.

Присуство цревних ентерокока (*Streptococcus* "D") је потврђено у свим узорцима. Добијене бројности су се кретале од 2,0 у 100 ml воде у узорку од 9. јуна, до 93,3 у 100 ml воде у узорку од 30. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде свих узорака је одговарао I класи квалитета површинских вода.



Слика 14. Изглед акумулације Дубоки поток у летњем периоду

Бројности аеробних хетеротрофа су током периода мониторинга биле мале. Добијене вредности су се кретале од 132 у 100 ml воде у узорку од 27. јула, до 1.905 у 100 ml воде у узорку од 30. јуна. У односу на овај параметар квалитет воде по три узорка је одговарао I, односно II класи квалитета површинских вода.

Такође, позитивно је и то што током периода мониторинга ни у једном узорку није утврђено присуство бактерија *Proteus* sp., клице труљења, и *Pseudomonas aeruginosa* убиквитарне, веома резистентне бактерије, која може да доведе до инфекције слузокоже очију, уха или грла посебно код осетљивих особа, а нарочито код деце.

Квалитет воде са санитарно микробиолошког аспекта је добар. Свих шест испитаних узорака задовољавало је норме за безбедно купање и рекреацију грађана.

Еколошки потенцијал

Еколошки потенцијал акумулације Дубоки поток се израчунава на основу сета параметара који су прописани Правилником о параметрима еколошког статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода („Сл. гласник РС“ бр. 74/2011).

Еколошки потенцијал акумулације Дубоки поток према наведеном правилнику, а на основу извршених испитивања у склопу мониторинга спроведеног у току 2021. године, одговара слабом. Ниво поузданости изражен на основу критеријума из прилога 4. Правилника о параметрима еколошког статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода („Сл. гласник РС“ бр. 74/2011) је средњи. Ниво поузданости је спуштен са високог на средњи само јер се мониторинг не спроводи у току целе године већ само у току летњих месеци.

Хемијски и физичко-хемијски параметри за оцену еколошког потенцијала су одговарали добром и бољем, умереном и слабом еколошком потенцијалу и то:

- добром и бољем: вредност рН и концентрације раствореног кисеоника, хлорида, нитрата, ортофосфата и укупног фосфора
- умереном: БПК₅ и концентрација амонијум јона
- слабом: концентрација укупног органског угљеника ТОЦ

Сви микробиолошки параметри за оцену еколошког потенцијала су одговарали добром и бољем еколошком потенцијалу.

Биолошки параметри за оцену еколошког статуса су одговарали добром и бољем, умереном и слабом еколошком потенцијалу и то:

- добром и бољем: концентрација хлорофила а, Карлсонови индекси трофије за концентрацију укупног фосфора, % удео *Cyanobacteria*, индекс диверзитета макробескичмењака, укупан број таксона макробескичмењака и ЕПТ индекс
- умереном: Карлсонови индекси трофије за концентрацију хлорофила а и провидност воде, абунданца фитопланктона и BMWP скор, укупан број таксона макрофита
- слабом: провидност, сапробни индекс макробескичмењака и учешће *Oligochaeta-Tubificidae*

4.3.4. Седимент

Узорковање седимента акумулације Дубоки поток извршено је 24. августа, а узорак је испитан према захтеваним параметрима. Од испитаних параметара, према Уредби о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 50/2012), у анализираном узорку су концентрације хрома и минералних уља прекорачиле циљну вредност, а концентрације никла и ДДТ су прекорачиле МДК. На основу добијених резултата испитани узорак седимента ове акумулације одговара 3 класи односно загађеном седименту.

5.0 ЗАКЉУЧНЕ КОНСТАТАЦИЈЕ

Сва теренска и лабораторијска испитивања квалитета воде обављана су од јуна до краја августа. Укупно је анализирано по 6 узорка воде и један узорак седимента са сваке од три акумулације.

На основу резултата свих обављених теренских и лабораторијских испитивања може се констатовати следеће:

- Сви испитани узорци воде акумулације Паригуз су одступали од I и II класе квалитета површинских вода. Резултати извршених испитивања показују да је до одступања у свим узорцима дошло само због појединих хемијских и физичко-хемијских параметара. На основу извршених испитивања квалитет воде по три узорка је одговарао III, односно IV класи квалитета површинских вода.
- Од испитаних физичко-хемијских и хемијских параметра на акумулацији Паригуз од I и II класе квалитета површинских вода одступају вредност рН (6), БПК₅ (6) и концентрација укупног органског угљеника (6), амонијум јона (5), хемијска потрошња кисеоника перманганатна метода (1) и суспендованих материја (1).
- Од 6 узорка воде анализираних током периода мониторинга три узорка су задовољавала све норме за купање и рекреацију грађана. Ако посматрамо само санитарно-микробиолошке параметре сви узорци су одговарали I и II класе квалитета површинских вода и сви су задовољавали норме предвиђене за површинске воде за купање и рекреацију.
- Сви испитани узорци воде акумулације Бела река су одступали од I и II класе квалитета површинских вода. Резултати извршених испитивања показују да је до одступања у свим узорцима дошло само због појединих хемијских и физичко-хемијских параметара. Сви узорци су одговарали III класи квалитета површинских вода.
- Од испитаних физичко-хемијских и хемијских параметра на акумулацији Бела река од I и II класе квалитета површинских вода одступају БПК₅ (5) и концентарција укупног органског угљеника (6), раствореног кисеоника (5) и амонијум јона (5).
- Према испитаним санитарно-микробиолошким параметрима сви узорци су одговарали I и II класе квалитета површинских вода и сви су задовољавали норме предвиђене за површинске воде за купање и рекреацију.
- Сви испитани узорци воде акумулације Дубоки поток су одступали од I и II класе квалитета површинских вода. Код четири узорка су забележена одступања само код појединих хемијских и физичко-хемијских параметара, док су код два узорка забележена одступања код појединих хемијских, физичко-хемијских и микробиолошких параметара. Сви узорци су одговарали III класи квалитета површинских вода.
- Од испитаних физичко-хемијских и хемијских параметра на акумулацији Дубоки поток од I и II класе квалитета површинских вода одступају БПК₅ (5), вредности рН (1) и концентарција укупног органског угљеника (6), амонијум јона (4) и раствореног кисеоника (2).
- Од испитаних микробиолошких параметара на акумулацији Дубоки поток од I и II класе квалитета површинских вода одступају бројности фекалних колиформа (1) и укупних колиформа (1).

- У санитарно-микробиолошком погледу сви испитани параметри су одговарали прописаној класи квалитета површинских вода.
- Присуство ентеропатогених микроорганизама који се преносе хидричним путем нису детектовани у води ни једне акумулације у току периода мониторинга.
- У узорцима седимента акумулације Паригуз само су концентрације само су концентрације никла и минералних уља биле повишене. Концентрација минералних уља је била већа од циљне вредности, а концентрација никла је била већа од МДК. Повишена концентрација никла у седименту ове акумулације је последица природно повишених вредности концентрације никла у земљишту слива реке Паригуз.
- У узорцима седимента акумулације Бела река утврђено је одступање од циљне вредности код концентрација никла и пестицида ДДД и ДДТ. Концентрација никла је била већа од циљне вредности али мања од МДК док су концентрације пестицида ДДД и ДДТ биле већа од МДК.
- У узорцима седимента акумулације Дубоки поток утврђено је одступање од циљне вредности код концентрација хрома, минералних уља, никла и пестицида ДДТ. Концентрације хрома и минералних уља су прекорачиле циљну вредност, а концентрације никла и пестицида ДДТ су прекорачиле МДК.

6.0 ПРЕДЛОГ БУДУЋИХ АКТИВНОСТИ

Неопходно је обезбеђење одговарајућих санитарно-хигијенских услова и побољшање квалитета воде за здравствено безбедну рекреацију грађана на подавалским акумулацијама, посебно на акумулацији „Паригуз“, уколико очекујемо да се оне више користе за рекреацију.

Координирана акција локалне самоуправе, органа водопривреде, заштите животне средине, санитарне контроле и организација којима су акваторије поверене на управљање, али и свих грађана заинтересованих за њихов квалитет је предуслов за унапређење постојећег стања. Превасходна функција ових акумулацијама је оплемењивање малих вода и задржавање поплавног таласа, али не треба занемарити очување квалитета вода у циљу рекреације.

Заштита подавалских акумулација је могућа уз сарадњу свих надлежних институција с обзиром на чињеницу да је комплетно сливно подручје у границама територије Града.

Квалитета воде акумулација прати се дуги низ година али очигледно да је потребно предузимање мера заштите ради успорења еутрофикационих процеса. Како се вода ових акумулација повремено користи осим рекреације и за наводњавање повртарских култура које се користе у сировом стању, потребно је предвидети мере за заштиту сливног подручја од загађивања биокумулативним материјама и микроорганизмима.

Да би се обезбедиле и очувале све предвиђене функције акумулација потребно је:

- Формирати и санитарно уредити плаже (обезбедити воду за пиће, тушеве и WC (на свим акумулацијама) и организовати њихово систематско одржавање).
- Ради очувања квалитета воде акумулација отпадне воде са плажа сакупити и одвести низводно од брана.
- Насути шљунак у плажном делу како би се смањило уношење земље, замућење воде и стварање блата.
- Одржавање и управљање купалиштима на подавалским акумулацијама поверити заинтересованим организацијама из оближњих насеља.
- У сарадњи са водопривредном, санитарном, еколошком и комуналном инспекцијом спречити даље директно изливање непречишћених санитарних отпадних вода из дела насеља Ресник у акумулацију „Паригуз“.
- У договору инспекцијским службама сачинити регистар директних загађивача подавалских акумулација, са релевантним подацима неопходним за утврђивање врсте и обима загађења и процену могућих негативних утицаја.
- Посветити више пажње стању акумулацијама „Бела река“ и „Дубоки поток“, јер је и на њима уочен тренд убрзања процеса еутрофикације.

Сматрамо да ће тек након формирања Регистра загађивача по сливовима потока који граде акумулације и самих акумулација, као и дефинисања најзначајнијих загађивача по количини и саставу отпадних вода, моћи да се предложи конкретне мере за заштиту појединих сливова и побољшање постојећег стања на свакој од три подавалске акумулације.