



ИНСТИТУТ ЗА ЈАВНО ЗДРАВЉЕ СРБИЈЕ
„Др Милан Јовановић Батут“

ЦЕНТАР ЗА ХИГИЈЕНУ И ХУМАНУ ЕКОЛОГИЈУ

ИЗВЕШТАЈ

**О СПРОВЕДЕНОМ БИОМОНИТОРИНГУ ПОВРШИНСКИХ ВОДА
(ФИТОПЛАНКТОН) РЕКЕ САВЕ, КОЛУБАРЕ И КАНАЛСКИХ ВОДА НА
ТЕРИТОРИЈИ ОБРЕНОВЦА У ПЕРИОДУ АПРИЛ – СЕПТЕМБАР 2018.**



Београд, 2018.

САДРЖАЈ

| | страна |
|---|---------------|
| УВОД | 3 |
| ОПИС ИСТРАЖИВАНОГ ПОДРУЧЈА | 4 |
| УЗОРКОВАЊЕ ПОВРШИНСКИХ ВОДА И МЕТОДЕ ПРИКУПЉАЊА И ОБРАДА УЗОРАКА ФИТОПЛАНКТОНА | 6 |
| ГИС (географски информациони систем) | 7 |
| ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА МОНИТОРИНГА ПО МЕРНИМ ЛОКАЛИТЕТИМА (МЕСТИМА УЗОРКОВАЊА) | |
| Локалитет 1. Река Сава – купалиште | 8 |
| Локалитет 2. Река Колубара, код колубарског моста | 10 |
| Локалитет 3. Забрешке ливаде и Тамнава – Црпна станица на путу за Забран | 12 |
| Локалитет 4. Црпна станица „Вић баре“ – Перило | 14 |
| Локалитет 5. Канал Купинац код ТЦ1 | 16 |
| Локалитет 7. Канал „Младост“, са фарме говеда „Младост“ | 18 |
| Локалитет 8. Канал Купинац на почетку зацевљења, насеље Дудови | 21 |
| Закључци и препоруке | 23 |
| Прилог (Извештаји о испитивању) | 24 |

БИОМОНИТОРИНГ ПОВРШИНСКИХ ВОДА (ФИТОПЛАНКТОН) РЕКЕ САВЕ, КОЛУБАРЕ И КАНАЛА НА ТЕРИТОРИЈИ ОБРЕНОВЦА

Према уговору закљученом између Јавног предузећа за заштиту и унапређење животне средине на територији градске општине Обреновац и Института за јавно здравље Србије "Др Милан Јовановић Батут" бр. 1528/1 од 13.03.2018. узети су и испитивани узорци воде и фитопланктона у априлу, мају, јуну, јулу, августу и септембру 2018. године са следећих локација:

| Редни број | Локалитет | GPS координате |
|------------|---|--------------------------------|
| 1. | Река Сава – купалиште | N 44° 40' 09" E 20° 14' 21" |
| 2. | Река Колубара, код колубарског моста | N 44° 39' 13" E 20° 13' 05" |
| 3. | Забрешке ливаде и Тамнава – Црпна станица на путу за Забран | N 44° 39' 28" E 20° 13' 36" |
| 4. | Црпна станица „Вић баре“ – Перило | N 44° 40' 57" E 20° 13' 19" |
| 5. | Канал Купинац код ТЦ 1 | N 44° 39' 35" E 20° 13' 14" |
| 6. | Канал „Младост“, са фарме говеда „Младост“ | N 44° 41' 37" E 20° 06' 54" |
| 7. | Канал Купинац на почетку зацевљења, насеље Дудови | N 44° 39' 35" E 20° 12' 14" |

УВОД

Истраживања фитопланктона у рекама, у односу на језера и мора, у прошлости нису имала исти ниво пажње од стране хидробиолога-алголога. Међутим, у последње две деценије хидробиолози повећавају интересовање за испитивање речног фитопланктона. Испитивање заједнице фитопланктона је веома корисно за рано упозоравање на убрзане процесе еутрофикације, много пре него што дође до цветања непожељних алги које доводе до проблема у квалитету вода. Утицаји модификација у хидролошком режиму река резултирали су у повећаном времену задржавања воде што је довело до пораста у броју спорорастућих врста фитопланктона сличним као у плитким језерима.

Предност биолошког мониторинга у односу на физичко-хемијске методе праћења загађивања животне средине лежи у чињеници да живи организми могу да показују ефекат акумулације загађујућих материја у току дужег временског периода. С друге стране, физичко-хемијске методе дају егзактније податке, али су они доступни само у тачно одређеном тренутку времена. Водени организми су у нераскидивој вези са својом животном

средином, одговарају на њене промене и на флуктуације у квалитету воде, које могу бити пропуштене повременим хемијским анализама. Студирајући акватичне организме као компоненте екосистема директно се обезбеђују многе информације о променама услова средине. Поуздани биолошки индикатори морају бити једноставни, способни да квантификују стопу деградације (или опоравка) квалитета воде, да буду распрострањени у широком географско региону и да обезбеђују податке о условима и природној варијабилности животне средине. У већини акватичних екосистема алге су, као примарни продуценти, еколошки веома важна група организама и управо тај њихов положај у основи ланца исхране омогућује јединствене информације о променама у екосистему. Њихова способност брзог реаговања на широк спектар полутаната обезбеђује уочавање првих сигнала нарушавања средине и њихове узроке. Могућност континуираног мониторинга у простору и времену и предвиђање промена у екосистему пре појаве озбиљнијих оштећења су критеријуми који алгама као биоиндикаторима дају предност у односу на друге организме индикаторе.

Опис истраживаног подручја

Градска општина Обреновац једна је од 17 градских општина Града Београда. Налази се на контакту неколико географских регија, 29 km западно од Београда, јужно од реке Саве и захвата подручје доњег дела слива Колубаре и њене највеће притоке Тамнаве. Простире се између 44° 30' 13" и 44° 43' 00" северне географске ширине и 19° 58' 51" и 20° 20' 25" источне географске дужине. Растојање између најсеверније и најјужније тачке износи 23,5 km, док растојање између најзападније и најистоцијне тачке износи 28,4 km. На територији општине, која заузима површину од 409,96 km², има 29 насеља, од којих је једино Обреновац насеље градског типа и уједно је административно-управни и привредни центар општине. Пољопривредно земљиште чини 73,2% територије, а урбанизовано је око 10% територије (око 42 km²). По попису из 2011. године, на територији општине Обреновац било је 75.524 становника, док је у самом насељу/граду Обреновцу било 25.429 становника. Последњих деценија бележи се тренд пораста броја становника Обреновца.

Кроз Обреновац пролази државни пут IB реда Београд-Обреновац-Шабац-Лозница – државна граница са БиХ (гранични прелаз Мали Зворник). Изградњом новог моста на Сави, биће интензивираан друмски саобраћај.

Простор општине Обреновац карактерише умерено континентална клима. Доминантни ветрови дувају из праваца југоисток и југ-југоисток. Рекло би се да је оваква ситуација повољна, ако се узме у обзир да су највећи аерозагађивачи (Термоелектрана Никола Тесла А и Термоелектрана Никола Тесла Б – ТЕНТ А и ТЕНТ Б) позиционирани на западу и северозападу територије општине, као и главне депоније пепела. Међутим, други по учестаности су управо ветрови из праваца запад-северозапад и северозапад и они директно угрожавају Обреновац и добар део територије општине. Такође, поменути ветрови из праваца југоисток и југ-југоисток доносе Обреновцу аерозагађење са површинских копова „Колубара“, те се може сматрати да је ружа ветрова општине Обреновац неповољна, у смислу ширења загађујућих материја у ваздуху. Две поменуте термоелектране (ТЕНТ А и ТЕНТ Б) подмирују више од 60% потреба Србије за електричном енергијом и окосница су привредних активности општине.

Општина је испресецана и окружена речним токовима и богата је како површинским тако и подземним водама. Постоје и знатне резерве термоминералних вода.

У општини Обреновац доминира равничарски терен низијског типа (средња надморска висина 112 m), са благим падом од југа ка северу, што се поклапа са нагибом сливног подручја, односно са нагибом геолошких слојева, што пак условљава и смерове кретања подземних вода. Подземне издани прихрањују се највећим делом из Саве и Колубаре, због чега је ниво воде у бунарима за водоснабдевање (којих има највише у приобаљу/алувијону Саве) повезан са водостајем ових река. У периодима ниског водостаја, подземна вода отиче у корита река и тиме се губи део изворишних капацитета за водоснабдевање. Издани се мањим делом прихрањују и инфилтрацијом атмосферске воде.

Ови подаци су од изузетног значаја у контексту потенцијалног загађења подземних вода, односно њихове заштите и заштите животне средине уопште.

Изузетне еколошке ризике представља велики број дивљих депонија на обалама Колубаре. Због шљунчане подлоге, основано је очекивати да и високо загађени филтрат из комуналне депоније „Гребача“, која је направљена у некадашњој мртваји, релативно брзо долази у комуникацију са подземним и површинским водама.

У Колубару се, недалеко од њеног ушћа у Саву, преко главног колектора, изливају све фекалне канализационе отпадне воде Обреновца, па је (био)мониторинг реке Колубаре од великог значаја. У реку Саву врши се и изливање расхладних вода из ТЕНТ (термичко загађење). Из ова два разлога, као и због каналске воде која се преко неких црпних станица, такође, излива у Саву – у оквиру овог (био)мониторинга узоркује се вода реке Саве на локалитету купалиште Забран.

Због високог нивоа подземних вода, на територији општине Обреновац направљен је разгранат систем канала за одводњавање. Са аспекта заштите животне средине, врло је интересантан утицај каналске мреже, јер они (канални), као и тзв. мртваје (напуштена речна корита) и језера, трпе највеће загађење (још увек није урађен катастар загађивача), те је због тога и квалитет воде коју они одводе предмет овог мониторинга. И реке и канали и мртваје оптерћени су великом количином комуналног отпада, те свуда где вода не отиче или споро отиче, прети опасност од еутрофикације. На целој територији обреновачке општине фекалне воде се упуштају у водотоке без икаквог предходног третмана, било да се ради о крупним изливима као што је главни фекални колектор, или о отпадним водама са фарми и малих сеоских (пољопривредних) газдинстава.

Квалитет воде из постојећих канала важно је пратити и због тога што је покривеност канализационом мрежом на територији Обреновца релативно мала, тј. постоји велики број санитарних и још важније – несанитарних септичких јама и сенгрупа, те каналска вода комуницира и са овим загађењем. Укупна дужина каналске мреже на територији Обреновца је око 460 km. Иначе, за разлику од канализације употребљених вода (фекалне канализације) која је централизована и има само један испуст (главни колектор) преко кога се сва отпадна вода испушта у Колубару, атмосферска (кишна) канализација је децентрализована и има 16 испуста, чији су пријемници отворени канали.

Кроз старо корито Тамнаве у самом Обреновцу прокопан је канал Тамнава, који прикупља атмосферске и вишак подземних вода, а преко црпне станице Забрешке ливаде улива се у Колубару. ЦС „Забрешке ливаде“ једно је од места узорковања каналске воде, у оквиру овог мониторинга.

Мониторингом је обухваћен и канал „Младост“, који одводи воду са истоимене фарме говеда. Вода из канала Купинац се за потребе овог мониторинга узоркује на два места: на почетку зацевљења у насељу Дудови и код ТЦ1.

Једно од места узорковања је и каналска вода код ЦС „Вић баре“, које има посебан значај јер се налази у близини изворишта водоснабдевања „Вић баре“, где се из алувијона Саве црпи подземна вода, преко 30 цевастих (бушених) и по једног Рени и Просјаг бунара. Друго извориште водоснабдевања Обреновца налази се у Баричу и на њему се захвата површинска вода из водотока Саве, што, такође, додатно оправдава спровођење мониторинга квалитета воде реке Саве.

Узорковање површинских вода и методе прикупљања и обрада узорака фитопланктона и фитобентоса

Узорковање површинских вода обављено је у складу са групом прописа и смерница за узимање узорака SRPS EN ISO 5667 које обухватају израду програма, поступке за узимање узорака, заштиту и руковање узорцима воде.

- Температура воде и ваздуха, електропроводљивост, рН и кисеоник мерени су директно на терену (НАСН теренски мерачи).
- Провидност воде је одређивана потапањем Secchi диска.
- Кисеоник је, такође, рађен и по Winkler - овој методи, која подразумева фиксирање узорака на терену помоћу натријум-хидроксида са калијум-јодидом и манган-сулфатом
- За узимање узорака воде коришћен је TeleScoop за прикупљање узорака површинских вода.
- Узорци за квалитативну анализу фитопланктона узимани су повлачењем планктонске мрежице (отвор 25 cm у пречнику, промер окаца 22 μm) од дна до површине. Сви узорци су одмах фиксирани у 4 % формалдехиду.

Транспортирање узорака је обављено у кратком временском интервалу и у року од 24 сата од самог узорковања приступило се њиховој обради у лабораторији.

Квалитативна анализа фитопланктона заснивала се на микроскопском прегледу узорака воде и детерминацији присутних таксона. Таксони су детерминисани према стандардној таксономској литератури (Huber-Pestalozzi i sar., 1983; Komarek i Anagnostidis, 1998; Komarek i Anagnostidis, 2005; Krammer i Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, b; Starmach, 1983) и груписани у разделе: Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Xanthophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta и Dinophyta према Reynolds-у (2006).

Испитивање квантитативног састава фитопланктона има сврху да дефинише просторну и временску динамику фитопланктона. Бројност организама - појединачних ћелија или колонија, пружа веома корисне информације о популацији појединачних врста фитопланктона. Оваква врста анализе је веома важна у праћењу сезонских промена одређених врста фитопланктона. Међутим, величина ћелија фитопланктонских организама веома варира (1 μm - >100 μm) па се на основу бројности врста не може закључити о доприносу различитих врста у укупној биомаси фитопланктона. Стога се после пребројавања ћелија фиопланктонских организама у узорку и узимања њихових димензија вршило и израчунавање биомасе фитопланктона. При квантитативним истраживањима фитопланктона инсистира се на узорку воде познате запремине. Квантитативна анализа је рађена на бинокуларном инвертном микроскопу са DIC контрастом (Zeiss Axio Observer.Z1), према европском стадарду (SRPS EN 15204:2008). Процес описан у овом стандарду је заснован на стандардним поступцима таложења датим 1958. године од стране Utermöhl-а (1958).

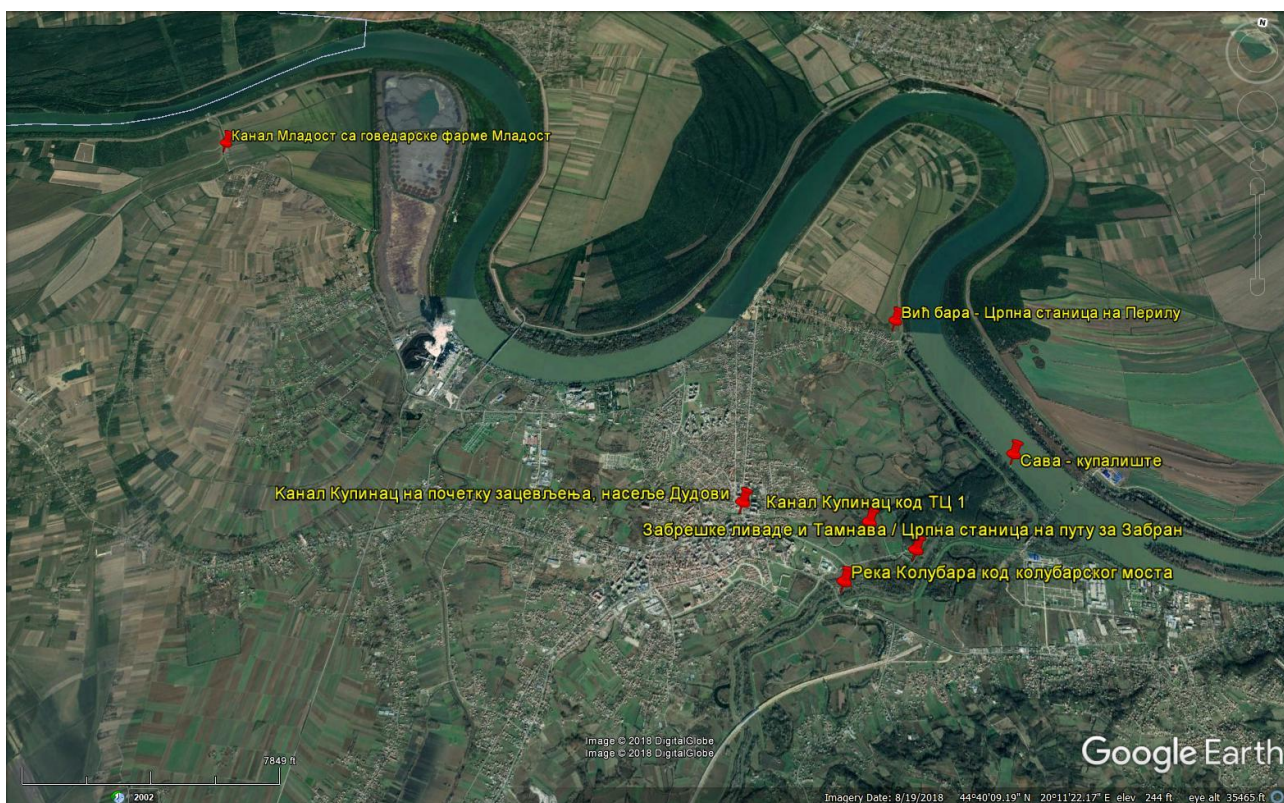
Микроскопска мерења димензија индивидуа у циљу прецизне идентификације врста и одређивања биомасе рађена су уз помоћ дигиталне камере повезане са Zeiss Axio Observer.Z1 инвертним микроскопом и ZenPro 2 програма за мерење димензија и прављење

микрофотографија. Биомаса фитопланктонских врста одређивана је коришћењем стандардних формула (Hillebrand et al., 1999; Sun and Liu, 2003) и изражена као μg у литри.

Садржај хлорофила *a* одређиван је спектрофотометријском методом према стандарду ISO 10260:1992 (E), а која се заснива на принципу концентрисања фитопланктона из узорка познате запремине филтрацијом, након чега се врши екстракција алгалних пигмената из талога на филтеру у топлом етанолу. Концентрације хлорофила-а у екстракту одређене су спектрофотометријски. Вредност концентрација хлорофила-а добијена је на основу разлике у апсорбанци на 665 и 750 nm пре и после ацидификације.

Процена еколошког статуса/потенцијала урађена је према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл.гласник РС, 74/ 2011).

ГИС (географски информациони систем)



Слика 1. Мапа свих локација на којима се вршило узорковање

У прилогу овог Извештаја у дигиталном облику налази се 13 *excel* табела за Хемију и 5 *excel* табела за Фитопланктон припремљене за конвертовање за Географски информациони систем, које приказују измерене вредности параметара у свих 6 узорковања, са географским координатама локалитета на којима је вршено узорковање.

Такође, у прилогу се налазе 13 дигиталних база за хемију и 5 дигиталних база за фитопланктон, које су креиране као базе Географског информационог Система у облику *SHAPEFILE*.

Приказ резултата мониторинга по мерним локалитетима (местима узорковања)

Локалитет 1. Сава – купалиште

Река Сава је на овом локалитету широка око 400 m. У влажном и плавном ниском залеђу (73 – 77,5 m нмв., са малом депресијом у једном делу) налази се природна шумска састојина. Узорковање је вршено са понтона крај купалишта (Забран), који се налази узводно од места изградње моста Обреновац-Сурчин (део Коридора 11). Приликом изласка на терен, уочено је да речна вода са собом носи велику количину суспендованих честица, те да је приобални део прилично муљевит.


Испитивањем фитопланктонске заједнице у Сави на локалитету купалиште (Забран) током свих испитиваних сезона утврђено је присуство 49 таксона подељених у 5 раздела - *Cyanobacteria*, *Cryptophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*.

Анализом ценотичког састава фитопланктона у реци Сави по броју детерминисаних таксона истичу се раздели *Bacillariophyta* (37%) и *Chlorophyta* (31%) , а затим раздео *Cyanobacteria* (22%). Дефинисање ценотичког састава фитопланктона за одређени еколошки статус је веома тешко, јер се водна тела истог трофичког статуса могу разликовати по саставу заједнице фитопланктона. Међутим, сматра се да висока разноврсност силикатних алги као и златних, уз умерен диверзитет зелених алги и низак за модрозелене и еугленоидне алге указује на висок статус површинских вода. У односу на испитивања 2017. године дошло је до пада разноврсности силикатних алги, а пораста у броју таксона цијанобактерија.

Квантитативна анализа фитопланктона је показала ниску абунданцу и биомасу фитопланктона, а запажа се и значајна корелација између концентрације хлорофила-а и биомасе фитопланктона.

Према Правилнику о утврђивању бодних тела површинских и подземних вода (Сл. Гласник РС бр, 96/2010 река Сава код Обреновца (Сава од ушћа у Дунав до Шапца (ушће потока код тврђаве узводно од моста) припада типу значајно измењених водних тела и има ознаку SA_1.

На основу испитиваних параметара фитопланктона еколошки потенцијал Саве на локалитету купалиште се према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл. гласник РС 74/2011) може оценити као **добар и бољи**. Вредности параметара коришћених за процену еколошког статуса приказани су у Табели:

| Локалитет | Абунданца фитопланктона (бр.ћел/ml) – просечна вредност | % CYA - просечна вредност | % EUG – просечна вредност | Хлорофил (µg/l) – просечна вредност | Оцена еколошког потенцијала |
|----------------|---|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---|
| Сава-купалиште | 846 | 4,04 | 5,83 | 2,74 |  |

Од хемијског састава воде зависе многе особине и квалитет речне воде. То је последица комплексних међузависних односа и утицаја на реку који укључују атмосферске прилике, околне стене и тло, подземне воде, седимент и живе системе у води. Температура је један од најважнијих еколошких фактора за одвијање биохемијских процеса. Температура воде зависи од годишњег доба и актуелних временских услова. Температура воде у Сави на локалитету купалиште у испитиваном периоду кретала се од минималне 15,5°C (у септембру) до максималне 26 °C (у јулу). Количина топлотне енергије, коју изражавамо преко температуре средине (температура воде, ваздуха или земљишта) у којој жива бића живе, представља један од најбитнијих еколошких фактора јер се витални биохемијски и физиолошки процеси могу одвијати само у одређеном опсегу температуре средине. Температура средине на различите начине делује на жива бића. Сезонска динамика живих бића директно зависи од температуре станишта, што указује на значајно фенолошко дејство овог фактора. У воденој животној средини то је од посебног значаја јер су већина хидробионата пойкилотермни организми тј. температура тела је директно зависна од температуре воде у којој живе. Температура воде утиче на количину раствореног кисеоника у води, стопу фотосинтезе алги и макрофита и на стопу осетљивости водених организама на токсичне материје, паразите и разне болести.

Просечна рН-вредност воде Саве на локалитету купалиште је била 8,18. Вода је ниско минерализована и вредности за електропроводљивост су биле у опсегу од 340 - 490 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

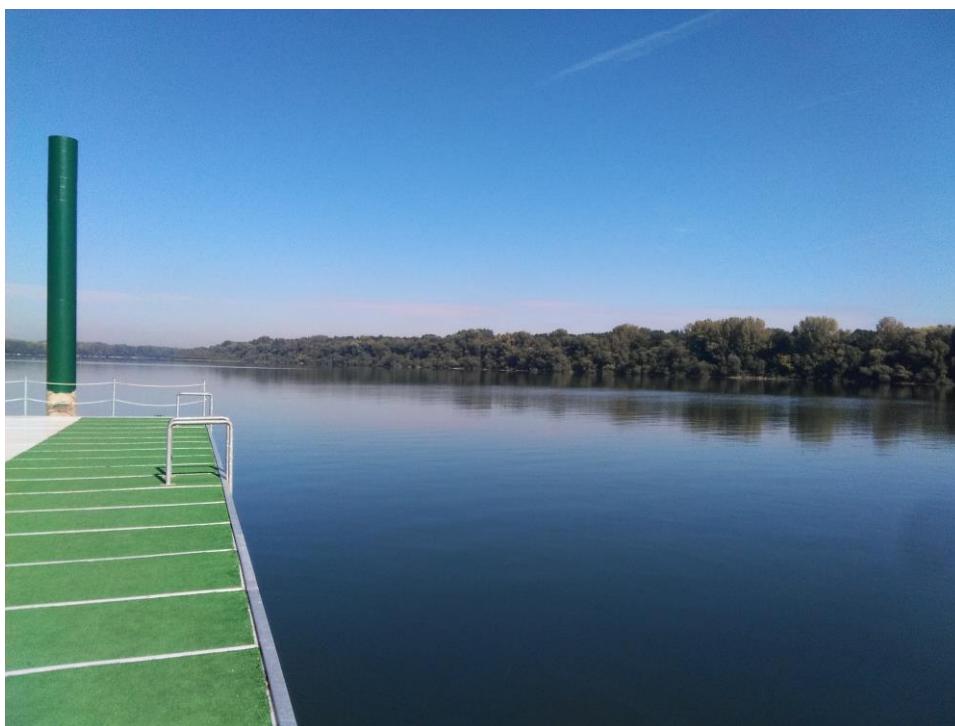
Мутноћа воде варира у току хидролошке године и у периоду када су узимани узорци за испитивање (април – септембар) кретала се од 3,4 NTU (август) до 29,8 NTU (мај). Мај 2018. године је трећи најтоплији у Србији после маја 2003, док је у Београду је током маја регистровано 56,2 mm падавина. Приликом узорковања у мају месецу вода је била узбуркана, муљевита и имала је браон боју (Слика 2).



Слика 2. Изглед воде на локалитету Сава- купалиште у мају 2018.

У пролећним месецима, априлу и мају, детектоване су и најниже концентрације кисоника (6,3 односно 6,4 mg/l) што указује на **умерен еколошки потенцијал** према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл.гласник РС, 74/ 2011). У априлу месецу, утврђен је најмањи проценат засићења кисеоником (65,7%) и највећи садржај укупног органског угљеника (ТОС) - 4,23 mg/l. Саржај укупног азота је био скоро уједначен у свим сезонама и кретао се у опсегу од 0,97 mg/l до 1,3 mg/l. Просечне концентрација ортофосфата су биле 0,03 mg/l, а укупног фосфора 0,05 mg/l.

Генерално, просечне концентрације свих физичко-хемијских параметера реке Сава на локалитету купалиште указују на добар и бољи еколошки потенцијал према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл.гласник РС, 74/ 2011) осим садржаја кисеоника у пролећним месецима.



Слика 3. Платформа-понтон са које су узимани узорци воде реке Саве, на купалишту „Забран“

Локалитет 2. Река Колубара, код колубарског моста

Овај локалитет налази се на реци Колубари, одмах испод моста на путу Обреновац-Београд, крај некадашњег ресторана 'Барум Барум'. Приликом сваког узорковања уочено је да је вода изразито муљевита, браон боје, са великом количином суспендованих материја.


Према Правилнику о утврђивању бодних тела површинских и подземних вода (Сл. Гласник РС бр, 96/2010 река Река Колубара, код колубарског моста у Обреновцу (Колубара од ушћа у Саву до ушћа Тамнаве) припада типу значајно измењених водних тела и има ознаку КОЛ_1.

Анализом фитопланктона на локалитету – Река Колубара, код колубарског моста утврђено је укупно 77 таксона подељених у 6 раздела. Квалитативно доминирају

представници силикатних алги *Bacillariophyta* (39%), затим представници цијанобактерија (22%) зелених алги *Chlorophyta* (21%) и *Euglenophyta* (12%).

Укупна бројност фитопланктона кретала се у распону од минимално 164 ћел/ml, до максимално 6327 ћел/ml.

Просечне вредности хлорофила-а и абунданце фитопланктона на локалитету Река Колубара, код колубарског моста су биле ниске али је просечна вредност процентуалног удела цијанобактерија у укупној биомаси фитопланктона одговара III класи еколошког потенцијала. Еколошки потенцијал на локалитету Река Колубара, код колубарског моста су биле ниске али је просечна вредност процентуалног удела цијанобактерија у укупно се може оценити као **умерен**. Вредности параметара коришћених за процену еколошког статуса приказани су у Табели:

| Локалитет | Абунданца фитопланктона (бр.ћел/ml) – просечна вредност | % CYA - просечна вредност | % EUG – просечна вредност | Хлорофил (µg/l) – просечна вредност | Оцена еколошког потенцијала |
|--------------------------------------|---|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|--|
| Река Колубара, код колубарског моста | 1623 | 6,75 | 16,80 | 3,39 |  |

Вода Колубаре на месту узорковања је изразито мутна и вредности за мутноћу су варирале од 6 NTU у априлу до чак 96 NTU у јулу.

На основу просечне концентрације амонијака (0,23 mg/l) Река Колубара, код колубарског моста има **умерен еколошки потенцијал** према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл.гласник РС, 74/ 2011).



Слика 4. Позиција са које су узимани узорци воде реке Колубаре, код колубарског моста

Локалитет 3. Забрешке ливаде и Тамнава – Црпна станица на путу за Забран

На овом локалитету узоркована је каналска (отпадна) вода која се на црпну станицу доводи каналима Купинац и Тамнава, како би била препумпана у Колубару, без претходног пречишћавања.

Приликом узорковања у јулу, августу и септембру вода је потпуно прекривена флотантном воденом биљком сочивицом (лат. *Lemna*) (Слика 5.). Сочивици највише одговара стајаћа и споротекућа вода богата нутријентима. Понекад се толико намножи да покрије целу водену површину. Сматра се да може да има улогу у "чишћењу" вода, јер добро везује нитрате и нитрите из воде.



Слика 5. Развој сочивице у каналу Забрешке ливаде и Тамнава – Црпна станица на путу за Забран

Укупна квалитативна анализа фитопланктона канала Забрешке ливаде и Тамнава / Црпна станица на путу за Забран је показала присуство 123 таксона из 7 раздела, где се по броју врста истичу раздели *Chlorophyta* (33%) и *Euglenophyta* (27%). У одноду на испитивања 2017. године дошло је до пораста у броју таксона еугленоидних алги (са 22 детерминисана таксона на 33), а пада у броју врста силикатних алги (са 39 на 21). Такође, број таксона цијанобактерија је порастао са 6 на 16 детерминисаних врста. Висок диверзитет еугленоидних алги указује на воду са високим садржајем органских супстанци.

На основу испитиваних параметара фитопланктона еколошки потенцијал канала Забрешке ливаде и Тамнава / Црпна станица на путу за Забран, као вештачког водног тела, се према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл. гласник РС 74/2011) може оценити **као лош** на основу просечне абунданце фитопланктона. Процентуални удео *Euglenophyta* се не користи када се оцењује еколошки потенцијал вештачких водних тела према нашем националном Правилнику и он није узет у обзир приликом оцене али је приказан у табели.

| Локалитет | Абунданца фитопланктона (бр.ћел/ml) – просечна вредност | % CYA - просечна вредност | % EUG – просечна вредност | Хлорофил (µg/l) – просечна вредност | Оцена еколошког потенцијала |
|---------------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|--|---|
| Црпна станица на путу за Забран | 51783 | 2,78 | 18,51 | 66,36 | <div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> |

На овом локалитету забележене су најниже вредности раствореног кисеоника (1,2 mg/l у јулу и 1,3 mg/l у јуну), као и процента zasiћености кисеоником (14-15%), што говори о интензивним процесима органске декомпозиције. Такође, у истој сезони на овом локалитету су забележене и високе концентрације амонијака (1,9 mg/l у јулу и 1,8 mg/l у јуну).

Локалитет Забрешке ливаде и Тамнава / Црпна станица на путу за Забран у односу на остале испитиване локалитете има најниже просечне вредности за растворени кисеоник (2,75 mg/l) и сатурацију (31%), а поред канала Младост има највишу просечну концентрацију укупног органског угљеника (7,29 mg/l).

На основу просечне концентрације амонијака (1,31 mg/l) канал Забрешке ливаде и Тамнава / Црпна станица на путу за Забран има **лош еколошки потенцијал** према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл.гласник РС, 74/ 2011)



Слика 6. Место са кога су узимани узорци воде непосредно пре ЦС Забрешке ливаде

Локалитет 4. Црпна станица „Вић баре“ – Перило

И на овом локалитету узоркована је каналска (отпадна) вода, непосредно пре саме црпне станице, преко које се вода препумпава у Саву, такође без претходног пречишћавања. Ширина канала на месту узорковања је 4,5 m, а дубина око 1 m. На овом локалитету је изразито развијена субмерзна макрофитском вегетација са готово 100% покровношћу дна (Слика 7), без значајног присуства сочивице, али и са доста комуналног отпада у кориту канала.



Слика 7. Субмерзна макрофитска вегетација на локалитету Црпна станица „Вић баре“ – Перило

Укупна квалитативна анализа фитопланктона је показала присуство 118 таксона из 7 раздела, где се по броју врста истичу раздели *Bacillariophyta* (36%), *Chlorophyta* (27%) и *Euglenophyta* (16%).

На основу испитиваних параметара фитопланктона еколошки потенцијал канала Вић бара- Црпна станица на Перилу, као вешташког водног тела, се према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл. гласник РС 74/2011) може оценити **као слаб** на основу просечне абунданце фитопланктона. Процентуални удео *Euglenophyta* се не користи када се оцењује еколошки потенцијал вештачких водних тела према нашем националном Правилнику и он није узет у обзир приликом оцено али је приказан у табели.

| Локалитет | Абунданца фитопланктона (бр.ћел/ml) – просечна вредност | % CYA - просечна вредност | % EUG – просечна вредност | Хлорофил (µg/l) – просечна вредност | Оцена еколошког потенцијала |
|-----------------------------------|---|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---|
| Вић бара- Црпна станица на Перилу | 16518 | 0,67 | 12,98 | 64,57 | <div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> |

Током посматраног периода упадљиво је да су измерене вредности укупног азота знатно веће него у другим водама које су биле обухваћене овим мониторингом, а највећи је и садржај нитрата, у односу на друге површинске воде обухваћене овим мониторингом.

На основу просечне концентрације нитрата и укупног фосфора, канал Вић баре – Црпна станица на Перилу има **слаб еколошки потенцијал** према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл.гласник РС, 74/ 2011).



Слика 8. Место са кога су узимани узорци воде непосредно пре ЦС Вић баре

Локалитет 5. Канал Купинац код ТЦ1

Вода из овог канала се, заједно са водом из канала Тамнава, одводи на ЦС Забрепке ливаде, одакле се препумпава у Колубару. На месту узорковања канал је широк око 5 m, а дубок 1,7 m. У мају и јуну месецу вода канала је потпуно била прекривена сочивицом (Слика 9), а у јуну је уочено и присуство флотантне папрати - азоле. Азола се одликује могућношћу фиксације атмосферског азота због симбиотског односа са цијанобактеријом *Anabaena azollae* Strasburger (= *Trichormus azollae* (Strasburger) Komárek & Anagnostidis). Ова врста цијанобактерије је уочена и узорцима воде у јуну месецу (Слика 10).



а



б

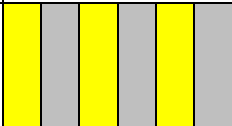
Слика 9. Вода канала Купинац код ТЦ1 потпуно прекривена сочивицом и азолом (б) у јуну 2018



Слика 10. Цијанобактерија *Anabaena azollae* Strasburger (= *Trichormus azollae* (Strasburger) Komárek & Anagnostidis)

Квалитативна анализа фитопланктона канала Купинац код ТЦ1 је показала присуство 82 таксона алги. Према броју утврђених таксона највећи удео имају силикатне алге *Bacillariophyta* (45%), зелене алге *Chlorophyta* (22%) и цијанобактерије (11%).

У јулу и августу месецу забележене су високе вредности за абунданцу фитопланктона и концентрацију хлорофила-а које су одговарале IV класи еколошког потенцијала. Међутим, на основу просечних вредности испитиваних параметара фитопланктона еколошки потенцијал канала Купинац код ТЦ 1, као вешташког водног тела, се према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл. гласник РС 74/2011) може оценити **као умерен**. Процентуални удео *Euglenophyta* се не користи када се оцењује еколошки потенцијал вештачких водних тела према нашем националном Правилнику и он није узет у обзир приликом оцене али је приказан у табели.

| Локалитет | Абунданца фитопланктона (бр.ћел/ml) – просечна вредност | % CYA - просечна вредност | % EUG – просечна вредност | Хлорофил (µg/l) – просечна вредност | Оцена еколошког потенцијала |
|------------------------|---|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---|
| Канал Купинац код ТЦ 1 | 12502 | 5,75 | 2,02 | 48,95 |  |

У односу на испитивања у 2017. године садржај амонијака је повећан за више од два пута, па је на основу просечне концентрације амонијака (1,87 mg/l) канал Купинац код ТЦ 1 има **лош еколошки потенцијал** према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл.гласник РС, 74/ 2011). Поред амонијака, концентрација нитрита (0,36 mg/l у јуну) и кисеоника је забрињавајућа у појединим узорцима (1,7 mg/l у јуну). Амонијак у води стварају хетеротрофне бактерије, као примарни енодопродукт разградње органске супстанце. Амонијак је у води присутан као амонијум јон- NH_4^+ и као нејонизован NH_4OH који постаје високо токсичан за многе организме, посебно рибе. Акватичне биљке су много толерантније на токсичност амонијака у односу на животиње, а инвертебрати су толерантнији од риба.

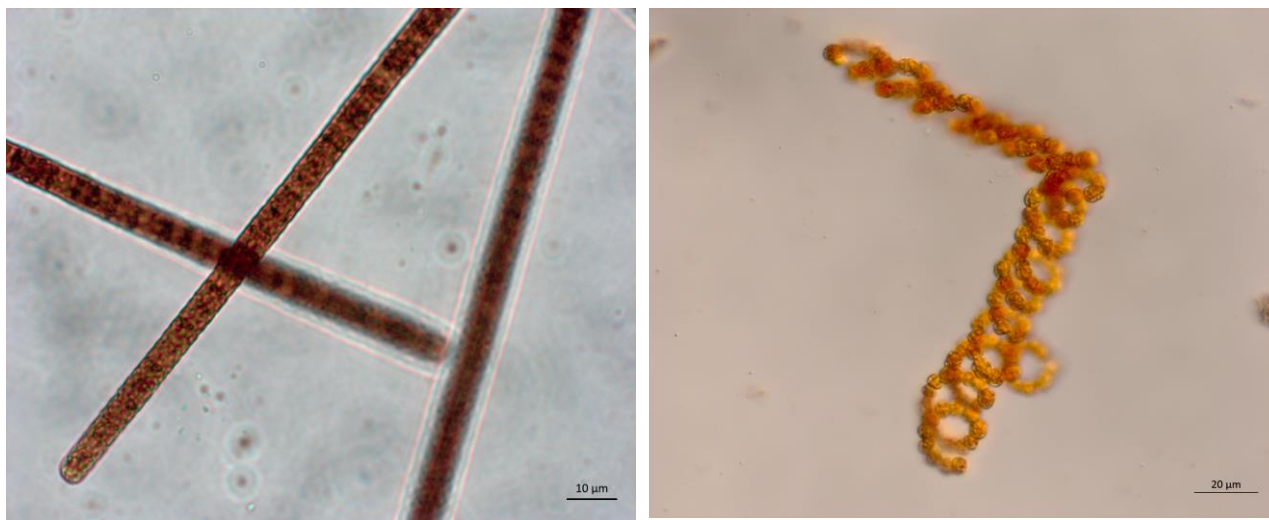
Локалитет 6. Канал „Младост“, са фарме говеда „Младост“

Недалеко од места узорковања стичу се две гране/рукавца канала. Из рукавца који долази непосредно са говедарске фарме дотиче велика количина сочивице, које има и уз обале канала. По ободу канала се запажа и субмерзна вегетација. На месту узорковања канал је широк 12 m, а дубок 1,15 m.

Испитивањем фитопланктонске заједнице у каналу Младост на локалитету током свих испитиваних сезона утврђено је присуство 123 таксона подељених у 7 раздела - *Cyanobacteria*, *Dinophyta*, *Chrysophyta*, *Cryptophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*. Анализом ценотичког састава фитопланктона у каналу Младост по броју детерминисаних таксона истичу се раздели *Chlorophyta* (35%), *Euglenophyta* (28%), и *Cyanobacteria* (15%). Састав заједнице са високом разноврсношћу еугленоидних и зелених алги као и цијанобактерија указује на лош статус површинских вода.

Цијанобактерије су најдоминантније у јулу, августу и септембру.

Доминатне врсте цијанобактерије су потенцијално токсичне *Plankthotrix agardhii* (Gom.) Anagn. Et Kom и *Dolichospermum flos-aquae* (Brébisson ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek (Слика 11). Поред цијанобактерија високу бројност имају еугленоидне алге. На Слици 12. је приказано видно поље на 20х где се виде бројне индивидуе врсте *Lepocinclis elongata* и спирални трихоми *Dolichospermum flos-aquae*.



Слика 11. Врсте *Plankthotrix agardhii* и *Dolichospermum flos-aquae* у каналу Младост




Слика 12. Видно поље на 20х - индивидуе врсте *Lepocinclis elongata* и спирални трихоми *Dolichospermum flos-aquae*

Доминатне врсте цијанобактерија карактеристичне су за еутрофне, плитке стајаће или споротекуће водене екосистеме. За врсту *Plankthotrix agardhii* је познато је да може да садржи високу концентрацију ћелијски везаног токсина – микроцистина. Микроцистини су најразноврснија, највише изучена и најшире распрострањена група цијанотоксина. Микроцистини (MCs) су токсични, стабилни и неиспарљиви молекули, растворљиви у води, а када доспеју у организам, брзо се концентришу у јетри и везују се за протеинску фосфатазу

(PP1 и PP2A). С обзиром да примарно изазивају оштећења јетре, сврставају се у групу хепатотоксина. По природи су циклични полипеприди, који се састоје од 7 аминокиселина. Врста *Dolichospermum flos-aquae* може да продукује токсин анатоксин-а. Анатоксин-а је токсин алкалоидне структуре мале молекулске тежине и спада у групу неуротоксина који делују на нервно-мишићни систем тако што различитим механизмима паралишу периферне, скелетне и респираторне мишиће.

На основу испитиваних параметара фитопланктона еколошки потенцијал Младост са говедарске фарме Младост, као вешташког водног тела, се према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл. гласник РС 74/2011) може оценити **као лош** на основу просечне абунданце фитопланктона и концентрације хлорофила-а. Процентуални удео *Euglenophyta* се не користи када се оцењује еколошки потенцијал вештачких водних тела према нашем националном Правилнику и он није узет у обзир приликом оцено али је приказан у табели. Треба нагласити да је процентуални удео еугленоидних алги у мају и јулу месецу био већи од 60%. Висок удео еугленоидних алги указује на воду са високим садржајем органских супстанци.

| Локалитет | Абунданца фитопланктона (бр.ћел/ml) – просечна вредност | % CYA - просечна вредност | % EUG – просечна вредност | Хлорофил (µg/l) – просечна вредност | Оцена еколошког потенцијала |
|---------------|---|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---|
| Канал Младост | 733170 | 13,94 | 32,30 | 535,77 |  |

Највећа концентрација хлорофила-а је управо детектована у јулу месецу па се може претпоставити да је то управо последица присуства великог броја еугленоидних алги (као што су врсте рода *Lepocinclis*, *Euglena*, *Phacus*,) које због својих великих димензија имају и већу биомасу у односу на друге групе алги. Еугленофите су једноћелијски, примарно флагелатни, еукариотски организми, који типично насељавају слатководне екосистеме, а многе врсте из ове групе се сматрају биолошким индикаторима органског загађења.

Вода је доста мутна и непрозирна и са мутноћом просечне вредности од 38 NTU. Највеће вредности за мутноћу детектоване су у јулу месецу (62 NTU). Вода овог канала одликује се највећим забележеним вредностима за неколико посматраних физичко-хемијских параметара квалитета (амонијак, нитрити, укупан органски угљеник и укупан азот), што говори о високом органском оптерећењу ове воде. Ово је и очекивано када се зна да је њен највећи загађивач оближња фарма говеда. Као последица високе алгалне продукције у каналу Младост у летњим месецима (јул, август, септембар), забележене су и екстремне вредности засићења кисеоником. Поред дефицита кисеоника који има леталне ефекте на акватични живи свет, суперсатурација (презасићење) воде кисеоником може имати штетне последице по животињски свет. Високе дневно-ноћне осцилације у концентрацији кисеоника делују веома стресно, а у условима презасићења воде кисеоником, могућа је директна осмоза гаса између воде и крвотока младих риба.

На основу просечне концентрације амонијака (2,00 mg/l) канал Младост има **лош еколошки потенцијал** према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл.гласник РС, 74/ 2011).



Слика 13. Место са кога су узимани узорци воде из канала Младост

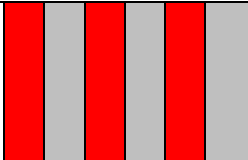
Локалитет 8. Канал Купинац на почетку зацевљења, насеље Дудови

Ширина канала на месту узорковања је 2,5 m, док је дубина само 45 cm. Од макрофитске вегетације уочава се местимично присуство сочивице и рогоза, и то углавном у близини пешачког моста. Вода у каналу је мутна, тамне боје, непријатног мириса што говори о анаеробној органској декомпозицији. Присутни комади плутајуће органске масе, тамно зелене боје.

Анализа фитопланктона у каналу Купинац на почетку зацевљења, насеље Дудови је показала присуство 95 таксона. Највећи удео по броју детерминисаних таксона имају раздели *Bacillariophyta* (49%), и *Euglenophyta* (24%).

На основу испитиваних параметара фитопланктона еколошки потенцијал канала Купинац на почетку зацевљења, насеље Дудови, као вештачког водног тела, се према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл. гласник РС 74/2011) може оценити **као лош** на основу процентуалног удела цијанобактерија у укупној биомаси фитопланктона. Процентуални удео *Euglenophyta* се не користи када се оцењује еколошки потенцијал вештачких водних тела према нашем националном Правилнику и он није узет у обзир приликом оцене али је приказан у табели. Овако висок удео еугленоидних алги (>50%) у биомаси фитопланктона указује на воду обогаћену органским супстанцама, а и већина припадника раздела *Euglenophyta* су индикатори алфа-мезосапробне или полиспробне воде.

| Локалитет | Абунданца фитопланктона (бр.ћел/ml) – просечна вредност | % CYA - просечна вредност | % EUG – просечна вредност | Хлорофил (µg/l) – просечна вредност | Оцена еколошког потенцијала |
|-----------|---|---------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------|
|-----------|---|---------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------|

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|---|
| Купинац на почетку зацевљења, насеље Дудови | 12399 | 20,68 | 51,09 | 34,84 |  |
|---|-------|-------|-------|-------|---|

На основу просечне концентрације амонијака (2,38 mg/l) канал Купинац на почетку зацевљења, насеље Дудови има **лош еколошки потенцијал** према Правилнику о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл.гласник РС, 74/ 2011).



Слика 14. Локалитет канал Купинац, на почетку зацевљења, у насељу Дудови

Закључци и препоруке

На основу испитивања фитопланктона река Сава је имала добар и бољи еколошки потенцијал, док је река Колубара имала умерен еколошки потенцијал.

Резултати биомониторинга канала на територији Обреновца су показали да канал Младост има најлошији статус, затим следе Канал Купинац на почетку зацељивања, насеље Дудови, Забрешке ливаде и Тамнава – Црпна станица на путу за Забран, Канал Купинац код ТЦ1 и, Црпна станица „Вић баре“ – Перило.

Поређењем резултата испитивања у 2018. години са резултатима из 2017. године запажа се значајно повећање просечне абунданце фитопланктона и хлорофила-а у каналима Забрешке ливаде и Тамнава – Црпна станица на путу за Забран и каналу Младост, док се деградација у квалитету вода огледа и на основу повећања садржаја амонијака, који је поред ова два поменута канала забележен и у каналу Купинац на обе тачке узорковања. Недостатак кисеоника у летњим месецима је посебно алармантан за канале: Забрешке ливаде и Тамнава – Црпна станица на путу за Забран и Купинац на обе тачке узорковања.

Канал Младост је посебно ризичан јер су у њему у летњем периоду доминантне потенцијално токсичне цијанобактерије *Plankthotrix agardhii* и *Dolichospermum flos-aquae* (>100000 ћел/мл) које продукују цијанотоксине (микроцистине и анатоксин-а). Гајене биљке које се наводњавају водом контаминираном микроцистинима поред тога што трпе промене на раст и развој, акумулирају токсине и представљају потенцијални ризик да се токсини пренесу на људе путем исхране. Неопходно је да се овај канал прати и на присуство цијанотоксина, првенствено у летњем периоду.

Мониторинг је суштинска компонента управљања воденим екосистемина. Стални надзор и старање о одржању повољног стања квалитета воде услов је за формирање успешног система управљања водама и планирање подстицајних мера којима се спречава развој процеса еутрофикације у каналима као и изливање отпадних вода и опасних материја. С тим у вези, од суштинске је важности добро планирање мониторинг програма, одабир показатеља квалитета воде, избор локација и учесталост испитивања.

Упоредо са физичко-хемијским и биолошким испитивањима веома је важно и пратити микробиолошки квалитет воде.

За очување квалитета воде канала, намеће се закључак о неопходности пречишћавања канализационих отпадних вода, нарочито када се има у виду да су процеси који доприносе деградацији квалитета воде великим делом директна последица антропогених утицаја.

Добар квалитет вода у каналима обезбеђује и сигурније извориште за водоснабдевање Обреновца, где се првенствено мисли на извориште „Вић баре“, где се из алувијона Саве црпи подземна вода, а налази се у близини канала код ЦС „Вић баре“

Неопходно је редовно чистити и одржавати каналску мрежу, као и црпне станице, како би проточност каналске мреже била несметана, а самим тим и ретенционо време воде у каналима краће, што је важно за ублажавање процеса еутрофикације у овим воденим екосистемима.

Извештај сачинили:

Др sci Весна Карацић

Др sci Урош Ракић

ПРИЛОГ (ИЗВЕШТАЈИ О ИСПИТИВАЊУ)