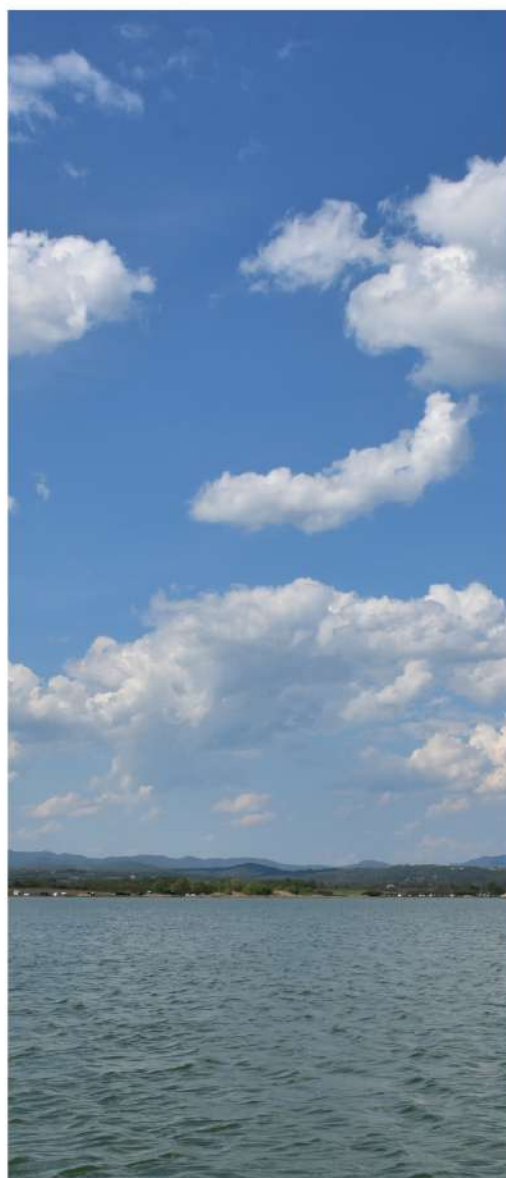




AKUMULACIJE U SRBIJI U VREME KLIMATSKIH PROMENA

NEVENA ĐORĐEVIĆ - SNEŽANA SIMIĆ
ŽAKLINA ŽIVKOVIĆ - Marija Simić Savić

Prof. dr Snežana Simić
Marija Simić Savić

Doc. dr Nevena Đorđević
Žaklina Živković

AKUMULACIJE U SRBIJI U VREME KLIMATSKIH PROMENA

KRAGUJEVAC, 2024.
www.ekomar.org

PREDGOVOR

U današnjem vremenu, suočeni smo s izazovima koje donose klimatske promene, a jedan od ključnih segmenata pogođenih ovim promenama je upravljanje vodama. Razumevanje stanja, prepoznavanje uzroka, posledica ali i opasnosti koje se pojavljuju na akumulacijama za vodosnabdevanje od suštinskog su značaja za održivost i sigurnost vodnih resursa u Srbiji.

Udruženje Ekomar u okviru projekta "Bezbedna priroda i klima" koji sprovodi Svetska organizacija za prirodu (WWF Adria), uz finansijsku podršku Evropske unije je u periodu od 1. marta 2023. do 1. marta 2024. godine realizovalo projekat "Stanje akumulacija za vodosnabdevanje u Srbiji u uslovima klimatskih promena". Sa zadovoljstvom vam predstavljamo vodič pod naslovom „Akumulacije u Srbiji u vreme klimatskih promena“ koji je deo rezultata ovog projekta.

Cilj ovog vodiča je da prikaže izazove sa kojima se suočava šest akumulacija za vodosnabdevanje u Srbiji (Garaši, Gruža, Čelije, Barje, Bovan i Vrutci) u uslovima klimatskih promena. Ovaj vodič ne pruža samo pregled trenutnog stanja ovih akumulacija, promene u njihovom kapacitetu, vodnom kvalitetu i stabilnosti, već postavlja osnovu za razumevanje neophodnih adaptacija i strategija očuvanja ovih vitalnih izvora vode u periodu klimatske nestabilnosti.

Za analizu stanja na akumulacijama korišćeni su dostupni podaci iz relevantnih planskih i strateških dokumenta, kao i podaci relevantnih institucija kao što su Agencija za zaštitu životne sredine Republike Srbije, Instituta za javno zdravlje, javno-komunalnih preduzeća, lokalne samouprave, kao i rezultati naučnih i stručnih istraživanja. Za potrebe projekta i ovog vodiča posećene su sve akumulacije, postrojenja za preradu vode i sprovedeni razgovori sa predstavnicima svih javno-komunalnih preduzeća kojima je povereno upravljanje pomenutim akumulacijama.

Zahvaljujemo se na saradnji i pomoći rukovodstvu i zaposlenima u JKP "Bukulja", JKP "Vodovod i Kanalizacija" Kragujevac, JKP "Vodovod" Kruševac, JKP "Vodovod" Leskovac, JKP "Vodovod i kanalizacija" Aleksinac i JKP "Vodovod" Užice.

Očekujemo da će ovaj Vodič biti koristan izvor informacija za stručnjake, donosiocje odluka, ali i širu javnost i ukazati na neophodnost saradnje upravljača, institucija nadležnih za monitoring, naučnih i stručnih ustanova, organizacija civilnog sektora i građana.

Hvala vam na interesovanju i podršci u istraživanju ključnih pitanja o akumulacijama i upravljanju vodama.

Autorke

UVOD

Klimatske promene predstavljaju kompleksan globalni fenomen čije posledice imaju značajan uticaj na vodne resurse širom sveta. Povećanje emisije gasova sa efektom staklene bašte dovodi do globalnog zagrevanja, što pokreće niz promena u atmosferskim i hidrološkim obrascima. Ovaj dinamički proces značajno utiče na distribuciju, dostupnost i kvalitet vode na globalnom nivou.

Jedan od ključnih aspekata uticaja klimatskih promena na vodne resurse jeste promena režima i obima padavina. Regioni suočeni s ekstremima poput suša ili obilnih padavina doživljavaju promenljivosti u dostupnosti vode. Sušna područja postaju podložna smanjenju izvora vode, dok intenzivne kiše mogu izazvati poplave i eroziju, što dalje utiče na kvalitet i stabilnost vodenih ekosistema. Porast temperature takođe igra ključnu ulogu u promenama vodnih resursa. Osim toga, klimatske promene mogu izazvati ekstremne vremenske događaje poput intenzivnih oluja. Ovi događaji često dovode do naglih i nepredvidivih promena u vodnom ciklusu, sa značajnim posledicama po dostupnosti vodom, poljoprivredu, ekologiju i ljudsko zdravlje. Sve ove promene zahtevaju pažljivo upravljanje vodnim resursima i razvoj održivih strategija prilagođavanja. Globalna zajednica prepoznaje hitnost u preduzimanju mera kako bi se ublažili efekti klimatskih promena na vodne resurse, promovisala efikasna upotreba vode i očuvala održivost ovog ključnog resursa za buduće generacije.

U poslednjih nekoliko godina, Srbija je kao i mnoge druge zemlje doživela značajne klimatske promene. Ovo uključuje ekstremne vremenske uslove poput poplava, suša, toplotnih talasa i čestih promena temperature. Ove promene imaju ozbiljne posledice po vodne resurse, biodiverzitet i životnu sredinu uopšte. Klima u Srbiji zavisi od reljefa, nadmorske visine, većih vodenih površina poput jezera, akumulacija i drugih faktora.¹ Podaci sa meteoroloških stanica ukazuju na značajne promene klime u Srbiji. Uočeni su trendovi promene klime u periodu od 1951. do 2023. godine (Slika 1). Analizom dostupnih podataka Republičkog hidrometeorološkog zavoda, u Srbiji je registrovan je trend povećanja temperature vazduha od 0.29 °C po dekadi, pri čemu su 9 od 10 najtoplijih godina zabeležene nakon 2000. godine. Najtoplija zabeležena godina u Srbiji od 1951. godine je 2023. godina. Predviđa se da će se ovaj trend nastaviti i u budućnosti, sa očekivanim povećanjem temperature u svim godišnjim dobima. U leto i jesen očekuje se veće

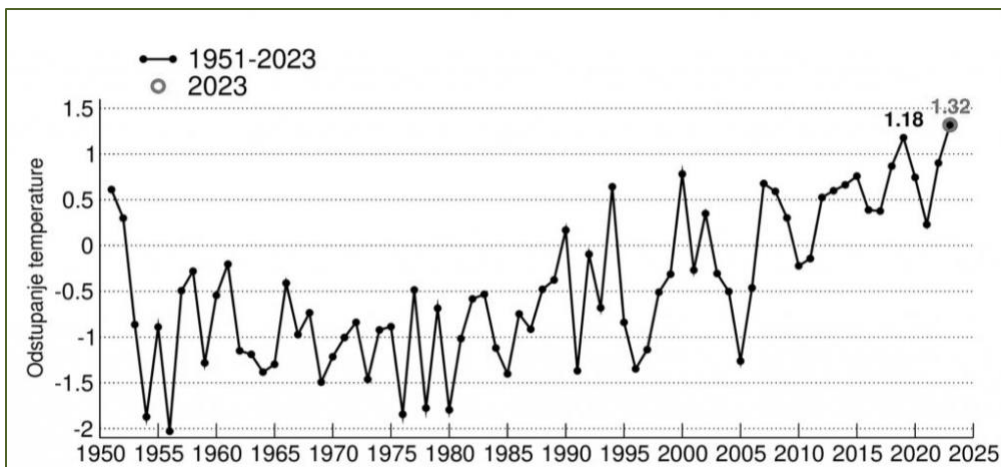
¹ Đorđević i sar. 2020

povećanje temperature, čak i do 2 °C sredinom veka, uz manje emisije, dok se ka kraju veka očekuje najveće povećanje, čak do 4.5 °C zimi, prema nepovoljnijem scenariju². Ova povećanja su izuzetno nepovoljna za vodene ekosisteme jer povećavaju gubitke vode putem isparavanja tokom leta i smanjuju mogućnosti formiranja snežnog pokrivača tokom zime, što je ključno za adekvatnu raspodelu vodnog toka tokom cele godine. Očekuje se povećanje temperature širom Srbije, sa većim promenama u južnim i istočnim delovima, gde je već prisutan nedostatak vodnih resursa.

Analize pokazuju da su prosečne godišnje padavine u Srbiji u poslednjih 20 godina nešto veće (+7 mm/dekada) u poređenju sa prethodnim 50-godišnjim periodom, ali sa povećanom varijabilnošću. Primećeno je manje povećanje prosečnih vrednosti u severnim i zapadnim delovima Srbije. Unutar godišnjih promena, primećeno je povećanje padavina u jesenjem periodu, dok je leti zabeleženo smanjenje padavina na većem delu teritorije.² U budućnosti se očekuje varijacija u padavinama po prostoru i vremenu, sa tendencijom povećanja u severnim delovima Srbije i smanjenjem u južnim, kao i povećanjem padavina u prolećnom i zimskom periodu i značajnim smanjenjem leti. Smanjenje padavina tokom leta varira od 10,8% do čak 20,5%. Takođe, očekuje se smanjenje broja ledenih i mraznih dana, uz povećanje broja tropskih dana, toplotnih talasa i dužine suvih perioda. Ovi trendovi ukazuju na sve veće i nepovoljnije neravnomernosti klimatskih parametara kako po prostoru tako i po vremenu. Tokom perioda od 13. do 16. maja 2014. godine, obilne kiše padale su gotovo neprekidno u Srbiji i susednim državama. Za samo 24 sata palo je više od 100 litara kiše po kvadratnom metru, dok je ukupno za tri dana palo preko 200 litara kiše po kvadratnom metru, najviše u Valjevu, Beogradu, Loznici i Novom Sadu. Ova velika količina padavina dovela je do pojave bujičnih tokova, poplava i pokretanja brojnih klizišta, koji su u nekim slučajevima doveli do havarijskih situacija na kanalizacionim mrežama i dodatnog opterećenja akumulacija zagađujućim materijama, što je rezultiralo između ostalog i pogoršanjem kvaliteta vode u letnjim mesecima praćenim cvetanjem cijanobakterija, a to je dovelo do problema u snabdevanju vodom ili zabrane korišćenja akumulacija za sportsko-rekreativne aktivnosti u leto 2014. godine.³

² Đorđević i sar. 2020

³ Simić i sar. 2017



Slika 1. Odstupanje prosečne godišnje temperature u Srbiji u °C od 1951. do 2023. godine (preuzeto sa sajta <https://klima101.rs/>)

Prema Izveštajima Međunarodnog panela za klimatske promene – IPCC (2018), ako se ne uspori porast temperature, globalno zagrevanje će između 2030. i 2052. godine dovesti do porasta temperature za više od 1.5 °C. Ovo uzrokuje promene u klimatskim komponentama, posebno hidrološkim, što utiče na fizičke, hemijske i biološke karakteristike životne sredine. Globalno zagrevanje posebno utiče na slatkovodne ekosisteme, izazivajući povećanje temperature vode, promene u cirkulaciji vode kod jezera i akumulacija, te promene u brojnosti i vrstama fitoplanktona, što dalje utiče na trofičko stanje vodenog tela.

UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA AKUMULACIJE

Jezero predstavlja prirodno udubljenje na kopnu koje je ispunjeno vodom. Ovo su stajaći vodeni ekosistemi što znači da ne postoji kontinuiran tok vode u jednom pravcu.⁴ Uvidevši važnost postojanja jezera u svojoj blizini, a zbog sve većeg rasta broja stanovništva, sve više obradivih površina i razvoja industrije čovek je morao da osmisli posebne hidrotehničke sisteme kako bi ukrotio rečni tok i vodu reke zadržao, u velikim količinama na jednom mestu. Izgradnjom visokih brana, rečni tok bi bio pregrađen, a reka bi ispunila depresiju do određenog nivoa brane. Na ovaj način nastaju veštačka jezera (akumulacije). Kao i prirodna jezera, akumulacije se odlikuju formiranjem jezerskog reljefa podeljenog u dve velike celine (jezersko dno i pelagijal) kao i postojanjem hidrobiocenoza.

Prve akumulacije u Srbiji nastale su podizanjem tkz. velikih brana u prvoj polovini XX veka i to 1930. godine na reci Đetinji kod Užica (za potrebe energetike) i 1938. godine na reci Grošnici, kod Kragujevca (za potrebe vodosnabdevanja). Danas u Srbiji postoji preko 160 akumulacija, koje su formirane podizanjem većih ili manjih brana, pa je i njihova zapremina različita. Namena im je takođe različita: energetika, vodosnabdevanje, navodnjavanje, industrija, zaštita od poplava, sport i rekreacija. Često je jedna akumulacija višenamenska. U vodoprivrednom sistemu Srbije postoji 28 velikih akumulacija (sa zapreminom većom od 10 miliona m³) i preko 100 malih akumulacija. Vodoprivrednom osnovom Republike Srbije predviđena je izgradnja još oko 130 površinskih akumulacija, od kojih će se većina koristiti (i) za vodosnabdevanje.⁵

U Srbiji se od 28 akumulacija (sa zapreminom većom od 10 miliona m³) 25 koristi za vodosnabdevanje. Starost (25 akumulacija je starosti preko 30 godina), zasipanje i smanjenje dubine (što je najčešće posledica erozivnih procesa u slivnom području i oko same akumulacije), uz različite vidove zagađenja, doveli su do toga da u Srbiji po Izveštaju Agencije za zaštitu životne sredine⁶ nemamo akumulacije koje imaju tkz. dobar i bolji ekološki potencijal. Neke akumulacije, koje služe i za vodosnabdevanje, po istom Izveštaju, imaju loš potencijal. Akumulacije, kao vitalni činioci u obezbeđivanju vode za piće, u uslovima klimatskih promena, postaju posebno osetljive na promene temperature, padavina i drugih klimatskih faktora što dodatno remeti ravnotežu ovih vodenih ekosistema i manifestuje se pojavama i

⁴ Simić i Simić, 2009.

⁵ Sl. glasnik RS, br. 11/2002

⁶ Čađo i sar. 2020

promenama koje mogu da utiču na živi svet u vodi, na zdravlje ljudi i životinja koji koriste vodu, na troškove prerade i dobijanje zdrave vode za piće i sl., a mogu da dovedu i do zabrane vode za piće iz date akumulacije.

Jedan od sve izraženijih problema sa kojima se susreću upravljači i korisnici je eutrofizacija akumulacija.

Eutrofizacija je biološki odgovor na proces obogaćivanja vodene sredine nutrijentima (glavnim se smatraju soli azota i fosfora), do koga dolazi direktnim ili indirektnim unošenjem u ekosistem. Povećanje koncentracije nutrijenata, poput fosfora i azota, u vodi dovodi do rasta produktivnosti vodenih ekosistema. Ovo povećanje produktivnosti može rezultirati prekomernim nagomilavanjem biomase algi i cijanobakterija ili makrofitske vegetacije. Iako su alge i vodene biljke ključne kao osnovni proizvođači organskih materija u vodenim ekosistemima (primarni producenti), preterano nagomilavanje (naročito fitoplantonskih algi i cijanobakterija) može značajno ugroziti kvalitet vode, posebno u akumulacijama koje se koriste za snabdevanje vodom stanovništva.

Eutrofizacija može da bude prirodni proces povećanja količine organske materije koji može trajati godinama i teško ga je zaustaviti, ali može biti usporen.⁷ Ovaj prirodni proces starenja vodenih ekosistema, znatno se ubrzava pod uticajem različitih negativnih i intenzivnih antropogenih uticaja. Povećane koncentracija hranljivih materija mogu u vodene ekosisteme da dospevaju iz domaćinstava, poljoprivrednih i industrijskih izvora, zbog pojačane erozije u slivnim područjima, kao i zbog povećane upotrebe vode kao resursa.

U vodi sa povećanom količinom nutrijenata, uz povoljne temperature, prodor svetlosti kroz vodeni stub i pH vode, dolazi do brzog razvoja algi i cijanobakterija u relativno kratkom vremenskom periodu. Masovna pojava ovih populacija na određenim lokacijama dovodi do cvetanja algi i cijanobakterija u vidu biofilma ili formiranja skrama na površini vode.⁸ ⁹ Ova pojava, predstavlja najuočljiviji znak eutrofizacije vodenih ekosistema.

Poslednjih decenija, masovna pojava cijanobakterija u vodenim ekosistemima smatra se značajnim globalnim ekološkim problemom. Podaci pokazuju da je više od 40 % vodenih tela u Evropi, Americi i Aziji eutrofno, pružajući

⁷ Đukić i sar. 2000

⁸ Chorus i Bartram, 1999

⁹ Meriluoto i Codd, 2005

pogodno okruženje za masovni razvoj cijanobakterija.^{10 11} Istraživanje uzroka i posljedica eutrofizacije površinskih voda je u porastu poslednjih nekoliko decenija, postajući veoma aktuelno u cilju očuvanja vodnih resursa i rastuće potrebe ljudi za izvorima čiste vode.

Značajno mesto koje eutrofizacija zauzima u smernicama Evropske unije (Water Framework Directive WFD, 2000) i raznim međunarodnim ugovorima ukazuje na to da je široko prepoznat problem ubrzanog rasta algi i cijanobakterija ili vaskularnih biljaka koji dovodi do poremećaja ravnoteže zajednica organizama koji žive u vodi i do degradacije kvaliteta vode. Svaki vodeni ekosistem ima svoje specifičnosti, što zahteva neprestano praćenje fizičkih, hemijskih i bioloških parametara kako bi se identifikovali uzroci i posledice eutrofizacije, kao i mere potrebne za sanaciju postojećeg stanja.

¹⁰ Chorus i Bartram, 1999

¹¹ Mateo-Sagasta i sar. 2017

Plankton predstavlja zajednicu organizama mikroskopskih dimenzija koja naseljava osvetljene slojeve vode vodenog ekosistema, od površine do dna. Razvija se u stajaćim ili sporotekućim ekosistemima. Planktonski organizmi obično pasivno plutaju vodom, mada među njima postoji i onih koji se aktivno kreću. Plankton obuhvata grupu organizama koji ili nemaju ili imaju ograničenu sposobnost kretanja, pa je njihova distribucija, u većoj ili manjoj meri, zavisna od kretanja vode. U odnosu na grupe organizama koje čine plankton, možemo ga podeliti na: bakterioplankton (bakterije), fitoplankton (cijanobakterije i alge), mikoplankton (gljive) i zooplankton (životinje).

Alge (lat. *Algae* - „morska trava“) predstavljaju organizme koji u svojim ćelijama imaju hlorofil, pa stoga mogu da vrše fotosintezu. U prirodi su široko zastupljena i značajna grupa organizama. Veliki značaj algi ogleda se upravo u tome što kao fotosintetski organizmi imaju veoma važnu ekološku ulogu u procesu kruženja materije i prenosu energije ekosistema u kojem se razvijaju, s obzirom da se nalaze u osnovi lanca ishrane.

Cijanobakterije, koje se nazivaju još i modrozeleni alge, jedne su od najzastupljenijih organizama na planeti zemlji. Ove alge su jednostavne, primitivne građe, prokariotske, najbližije bakterijama. Cijanobakterije čine osnovu brojnih vodenih i kopnenih lanaca ishrane. Pored toga, ova grupa algi predstavlja potencijalno toksične organizme, jer može proizvoditi širok spektar toksina.

Prolifercija cijanobakterija (slika 2) favorizuju se u vodenim ekosistemima bogatim mineralnim i organskim jedinjenjima, poput stajaćih eutrofnih voda, eutrofnih jezera, akumulacija, kanala i ribnjaka (Codd, 2000). Veliki broj ekoloških faktora mogu regulisati ili ograničavati ukupnu primarnu produkciju u akvatičnim ekosistemima. Sunčevo zračenje i dostupnost nutrijenata su svakako dva najznačajnija parametra, a pored njih jako važnu ulogu mogu imati i temperatura i pH vode. Prema intenzitetu i visini primarne produkcije (trofije) jezera i akumulacije se dele na: slabo produktivna - oligotrofna, umereno produktivna - mezotrofna, veoma produktivna - eutrofna i odumirujuća - distrofna jezera.

Porast temperature i intenzivnije padavine, kao jedan od efekata klimatskih promena, mogu da imaju direktne i indirektne posledice na vodeni ekosistem, pa mogu različito da utiču i na sastav fitoplanktona i njegovu biomasu. Velike padavine su, posebno u malim akumulacijama često dovodile do smanjenja brojnosti fitoplanktona (Wood i sar. 2017; Đorđević, 2021). S druge strane, ekstremne padavine često mogu da dovedu i do epizodnog povećanja koncentracije hranljivih materija u vodenim ekosistemima spiranjem sa poljoprivrednih površina u blizini ili u siivnom području, izlivanjem kanalizacije i sl., a samim tim i do promene u zajednici fitoplanktona, manifestovanom u pojavi prenamnožavanja odnosno cvetanja cijanobakterija (Simić i sar. 2017).

CVETANJE CIJANOBAKTERIJA KAO POSLEDICA EUTROFIZACIJE

Cvetanje vode (Slika 2) je naglo razmnožavanje i masovni razvoj algi i cijanobakterija uz formiranje biomase vidljive na površini vode. Cvetanje cijanobakterija nastaje kada je u vodenim sredinama prisutna proliferacija jedne ili više vrsta cijanobakterija u masovnim razmerama, odnosno kada je koncentracija cijanobakterijskih ćelija veća od 10 000 u mililitru vode.^{12 13}

Svako cvetanje ima specifične karakteristike u smislu izgleda, obojenosti, mirisa, dužine trajanja, što ih čini prepoznatljivim, posebno u kontekstu monitoringa kvaliteta vode i ekološke bezbednosti. Cvetanje cijanobakterija manifestuje se kao pojava koja može vizuelno podsećati na obojenu penu, površinsku skramu ili bilo koji oblik nakupina biomase u vodi i na površini vode. Ove pojave mogu rezultirati i formiranjem čvrstih grudvastih formacija debljine do nekoliko centimetara ili tankih prekrivača debljine nekoliko milimetara. Pojavljivanje cvetanja cijanobakterija odvija se u različitim bojama uključujući plavu, zelenu, smeđu ili crvenu (Slika 2).

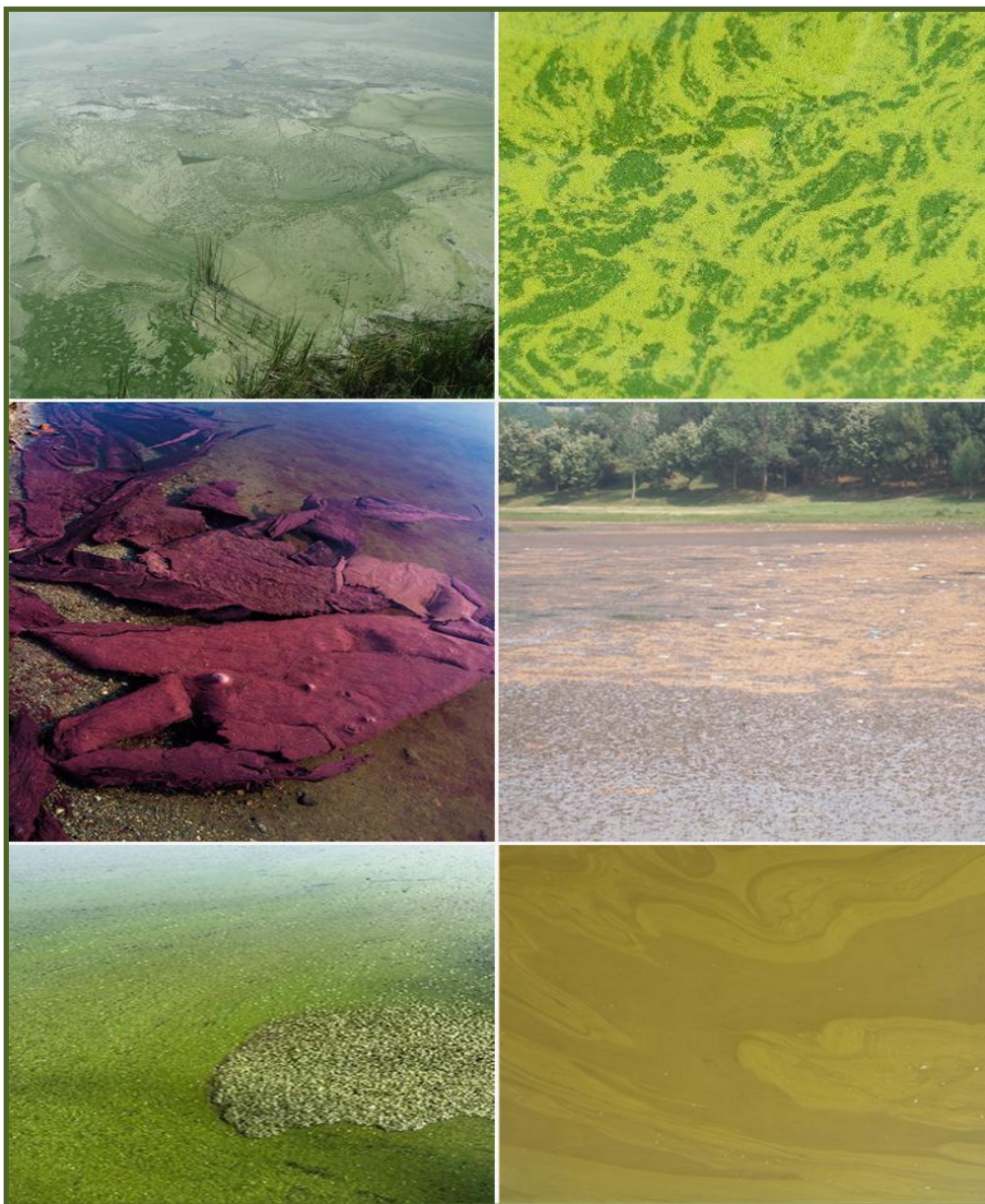
Različite forme cvetanja cijanobakterija mogu varirati u oblicima i bojama biomase, čak i kod iste vrste, tokom kratkog vremenskog perioda (od nekoliko sati, do nekoliko dana). U vreme cvetanja često se javlja i karakterističan miris, koji asocira na miris pokošenog sena i trave, dok starije pojave cvetanja izazivaju neugodan miris povezan s raspadanjem organske materije.

Obzirom da je cvetanje cijanobakterija ekološki značajan fenomen koji može imati ozbiljne posledice na kvalitet vode i zdravlje ekosistema od izuzetnog je značaja kako prepoznati pojavu najčešće cvetajućih cijanobakterija u vodama Srbije kao što su vrste rodova: *Microcystis*, *Chrysochloris*, *Aphanizomenon*, *Raphidiopsis* i *Planktothrix*.

¹² Falconer, 1998

¹³ Falconer, 1999

Iako razlike u izgledu prevlaka mogu pružiti naznake o prisutnoj vrsti, neophodna je pouzdana mikroskopska analiza i identifikacija prisutne vrste (ili vrsta) cijanobakterija.



Slika 2. Izgled prevlaka i vode u uslovima cvetanja različitih vrsta cijanobakterija u akumulacijama Srbije (foto S. Simić i N. Đorđević)

CVETANJE RODA *MICROCYSTIS*

Cvetanje roda *Microcystis* može izgledati kao gusta, viskozna masa zelene boje koja prekriva površinu vode (Slika 3). Ponekad mogu formirati strukture koje liče na male zelene kuglice ili grudve.



Slika 3. Cvetanje roda *Microcystis* (foto S. Simić i N. Đorđević)

CVETANJE RODA *CHRYOSPORUM*

Cvetanje roda *Chrysosporum* (ex *Anabaena*) u vodi se može manifestovati kao guste, ponekad penaste naslage na površini vode ili kao tamne, zelenkaste mase koje plutaju na i ispod površine vode. Cvetanje roda *Chrysosporum* može da podseća na prosutu zelenu farbu po površini vode (Slika 4).



Slika 4. Cvetanje roda *Chrysosporum* (foto N. Đorđević)

CVETANJE RODA *APHANIZOMENON*

Cvetanje roda *Aphanizomenon* karakteriše prisustvo plavo-zelenih niti u snopovima, koje mogu biti međusobno isprepletene stvarajući plutajuće mase koje se lako uočavaju na vodenoj površini. Na početku cvetanja nakupine roda *Aphanizomenon* budu zelene boje, dok prilikom raspadanja menjaju boju u sivo-zelenu ili plavo-zelenu (Slika 5).



Slika 5. Cvetanje roda *Aphanizomenon* (foto S. Simić)

CVETANJE RODA *RAPHIDIOPSIS*

Rod *Raphidiopsis* (ex *Cylindrospermopsis*) može prouzrokovati cvetanje vode u nijansama oker, maslinasto-zelene i braon boje (Slika 6). Cvetanje uglavnom nije praćeno formiranjem prevlaka, ali je i dalje uočljivo u vidu promena u boji i teksturi vode. Zabeleženi su slučajevi ekstremnog cvetanja roda *Raphidiopsis* kada je voda u akumulacijama izgledala poput čorbe ili potaža.



Slika 6. Cvetanje roda *Raphidiopsis* (foto N. Đorđević)

CVETANJE RODA *PLANKTHOTRIX*

Za razliku od drugih cijanobakterija, vrsta *Plankthotrix rubescens* može bojiti vodu i u purpurno-crveno (Slika 7). Ovo crvenilo je zbog dominacije pigmenta (fikoeritrina) koji se proizvodi u ćelijama ove cijanobakterije. Voda može izgledati mutno crveno, sa vlaknastim formacijama ili skramama koje plutaju ili se skupljaju na površini vode. *P. rubescens* je poznat po svojoj sposobnosti da se prilagođava različitim svetlosnim uslovima, što mu omogućava da raste i u dubljim slojevima vode.



Slika 7. Cvetanje roda *Plankthotrix* (foto S. Simić)

ŠTETNE POSLEDICE CVETANJA CIJANOBAKTERIJA

Vrste cijanobakterija koje se opisuju kao "cvetajuće" mogu imati štetne posledice na ekosistem, ali i na javno zdravlje. Često se ova cvetanja označavaju kao opasna cijanobakterijska cvetanja - Harmful Algal Bloom (HAB). Ovi uticaji se u vodenom ekosistemu manifestuju kroz promene u trofičkoj strukturi i funkcionisanju sistema, suzbijanju drugih vrsta u fitoplanktonskoj zajednici, redukciji vodenih makrofita zbog smanjene providnosti vode, povećanu bakterijsku razgradnju koja može dovesti do smanjenja kiseonika u vodi tokom raspada cijanobakterijskog cveta (što može prouzrokovati pomor riba), kao i proizvodnju raznovrsnih toksičnih sekundarnih metabolita, kao što su cijanotoksini.

Pored negativnog uticaja na biodiverzitet ekosistema, cijanobakterijsko cvetanje može imati štetne posledice na ekološke usluge ovih vodenih ekosistema, na njihov estetski kvalitet. Takođe, može imati i negativan ekonomski uticaj u smislu troškova očuvanja vodenih resursa koji se koriste za ljudsku upotrebu. Specifični efekti aktivnosti uključuju povećanje troškova tretmana pijaće vode pre svega zbog eliminacije zdravstvenih rizika za ljude zbog potencijalne proizvodnje cijanotoksina. Cvetanje može negativno uticati na mogućnost snabdevanja pijaćom vodom za ljude, stoku, navodnjavanje useva, akvakulturu, industrijsku preradu, rekreaciju i turizam.

Najveća opasnost je u pojavi toksičnih sojeva cvetajućih vrsta cijanobakterija, odnosno u njihovoj sposobnosti da u ćelijama proizvode toksine različite hemijske prirode (mikrocistin, anatoksin, cilindrospermopsin, lingbiatoksin i sl). Iako se zna da određene vrste proizvode specifične toksine, poznato je da neke vrste cijanobakterija mogu da proizvode više toksina.

Budući da su na samom vrhu vodenih lanaca ishrane, ribe su izložene cijanotoksinima prvenstveno preko hrane. Cijanotoksini se zatim aktivno unose u jetru, gde remete normalnu ćelijsku aktivnost, a mogu i da se akumuliraju u jetri ribe, mišićima, škragama, crevima, bubrezima i drugim organima. U slučaju akutnih trovanja, visoke doze toksina deluju letalno na ribe ali i ostale vodene organizme. Međutim, kada su doze subletalne, životinje mogu da prežive, akumuliraju toksine i prenose ih kroz lance ishrane.

Prisustvo i koncentracija toksina u ćelijama, odnosno biomasi cijanobakterija, ali i u vodi može da se utvrdi samo standardizovanim metodama u specijalizovanim laboratorijama.

Preporuka je – da svako cijanobakterijsko cvetanje treba shvatiti kao potencijalno toksično dok se laboratorijskim analizama ne dokaže suprotno!

Glavni putevi izloženosti ljudi cijanotoksinima:

- hronično unošenje putem kontaminirane vode za piće;
- gutanje vode, inhalacija kapljica i kontakt sa nazalnim i ostalim mukoznim membranama tokom rekreativnih aktivnosti;
- dermalni kontakt tokom plivanja, skijanja na vodi i drugih aktivnosti vezanih za cvetajuću vodu;
- ishrana kontaminiranom ribom i drugim vodenim životinjama (bioakumulacija se dešava u tkivu vodenih beskičmenjaka i kičmenjaka, uključujući ribe, školjke, zooplankton i zoobentos. Toksini se mogu akumulirati u ribama u značajnim količinama ako se riba uzgaja ili živi u vodama sa čestim cvetanjem cijanobakterija. U slučaju umerenog cvetanja preporučuje se uklanjanje iznutrica, a ako se cvetanje odlikuje vrednostima većim od 1 000 000 ćel/ml preporuka je da se riba ne konzumira;
- navodnjavanje može da dovede do nagomilavanja toksina u i na jestivim delovima biljaka, a može da dovede i do kontaminacije zemljišta;
- može da dođe do kontaminacije podzemnih voda u blizini cvetajućih voda.

Cijanotoksini su biološki aktivna jedinjenja koja nastaju unutar ćelija cijanobakterija. U slučaju oštećenja ćelijskog zida ili prirodnog odumiranja ćelije, toksini se oslobađaju zajedno sa sadržajem ćelije. Kod najvećeg broja vrsta, cijanotoksini se ne sintetišu tokom svih faza rasta ćelije, već tek ulaskom u sekundarni metabolizam koji je uslovljen stresnim faktorima.

Cijanotoksini se mogu, prema spektru dejstva i simptomima koje izazivaju kod ljudi, ali i životinja svrstati u četiri grupe:

- **Hepatotoksini:** Hepapeptidi poput mikrocistina i nodularina predstavljaju ovu grupu. Ovi toksini pretežno oštećuju jetru, ali takođe mogu uticati na druge organe. Manifestacije uključuju gastroenteritis, mučninu, povraćanje, dijareju, stomachne grčeve, mišićnu slabost i probleme sa vidom. Takođe, potvrđeni su kao inicijatori i promotori tumora.
- **Neurotoksini:** Ova grupa obuhvata alkaloida kao što su anatoksin-a i saksitoksin. Deluju na centralni nervni sistem blokiranjem neuromuskularnih veza, što dovodi do respiratornog i kardiološkog šoka.
- **Dermatotoksini:** Najčešći predstavnici ove grupe su apliziatoksini i lingbiatoksini. Oni izazivaju različite dermatitise poznate kao "svrab plivača", kao i oralne i gastrointestinalne inflamacije. Ovi toksini deluju kao tumor-promotori i aktivatori proteina kinaze C.
- **Citotoksini ili endotoksini:** Alkaloidi poput cilindrospermopsina, koji inhibiraju sintezu proteina oštećujući jetru, bubrege, kožu i mukozne membrane, izazivajući istovremeno alergijske reakcije poput osipa, iritacije nosa, očiju i grla, kao i respiratorne simptome poput grčeva u stomaku, groznice i glavobolje. U ovu grupu spadaju i iritantni lipopolisaharidi koji izazivaju alergijske reakcije.

UPRAVLJANJE AKUMULACIJAMA U SRBIJI

Integralno upravljanje vodama

Osnovni pravni akt u oblasti voda u Republici Srbiji je je **Zakon o vodama**¹⁴ kojim se "uređuje pravni status voda, integralno upravljanje vodama, upravljanje vodnim objektima i vodnim zemljištem, izvori i način finansiranja vodne delatnosti, kao i druga pitanja značajna za upravljanje vodama". **Vode su, prema Zakonu o vodama dobro od opšteg interesa i u državnoj su svojini.** Kako je voda prirodni resurs koji istovremeno predstavlja i sirovinu i stanište, namirnicu i sredstvo za rad, energent i još mnogo toga, razumljiva je činjenica da je voda predmet brojne zakonske regulative i sfera delovanja većeg broja ministarstava u Republici Srbiji. Integralno upravljanje vodama (upravljanje vodama) čini skup mera i aktivnosti usmerenih na održavanje i unapređenje vodnog režima, obezbeđivanje potrebnih količina voda zahtevanog kvaliteta za različite namene, zaštitu voda od zagađivanja i zaštitu od štetnog dejstva voda.

Zakon o vodama (član 24) propisuje da je **integralno upravljanje vodama u nadležnosti Republike Srbije i da ona to ostvaruje preko nadležnih Ministarstava, organa autonomne pokrajine i jedinice lokalne samouprave i javnog vodoprivrednog preduzeća.**

Lokalne samouprave, prema Zakonu o vodama, nadležne su za izdavanje vodnih akata za objekte lokalnog značaja, kao i akata za ispuštanje otpadnih voda u javnu kanalizaciju. Među njihovim najznačajnijim aktivnostima je obavljanje i razvoj komunalnih delatnosti (prečišćavanje i distribucija vode za piće, prikupljanje i prečišćavanje otpadnih voda i dr.), što se reguliše posebnim zakonom. Na lokalnom nivou upravni i drugi poslovi vezani za vode obavljaju se u okviru različitih organizacionih tela (sekretarijati, direkcije, zavodi i drugi oblici).

Poslove od opšteg interesa koji se odnose na upravljanje vodama na određenoj teritoriji operativno obavljaju **javna vodoprivredna preduzeća.** Ova preduzeća pripremaju planove i programe, organizuju održavanje vodnih objekata i sistema u javnoj svojini i odbranu od poplava i zaštitu od erozije i bujica, pripremaju mišljenja za izdavanje vodnih akata, vrše identifikaciju vodnih tela površinskih i podzemnih voda namenjenih za ljudsku potrošnju, vode registre zaštićenih oblasti i informacioni sistem za svoju teritoriju. Posebno mesto zauzimaju **komunalna**

¹⁴ Zakon o vodama (Sl. glasnik RS, br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018 - dr. zakon)

preduzeća koja se bave poslovima vodosnabdevanja i kanalisanja, koja posluju u skladu sa zakonom kojim se uređuje komunalna delatnost i zakonom kojim se uređuje lokalna samouprava. Ova preduzeća, najčešće u statusu javnih komunalnih preduzeća osnovanih od strane jedinica lokalne samouprave, obezbeđuju organizovano snabdevanje stanovništva i drugih korisnika vodom za piće i sprovode prikupljanje otpadnih voda, njihovo prečišćavanje i odvođenje do recipijenta. Obaveza pribavljanja odgovarajuće licence o tehničko-tehnološkoj opremljenosti i organizacionoj i kadrovskoj osposobljenosti postoji i za ova preduzeća, što je preduslov za zadovoljavajući i ujednačeniji nivo usluge u ovoj oblasti na celoj teritoriji Republike Srbije. **Republička direkcija za vode** sprovodi postupak licenciranja i za ova preduzeća.

Član 23 Zakona o vodama propisuje:

- 1) Javno vodoprivredno preduzeće osnovano za obavljanje vodne delatnosti na određenoj teritoriji upravlja vodnim objektima za uređenje vodotoka i za zaštitu od poplava na vodama I reda (determinisanim Odlukom o utvrđivanju popisa voda I reda, 05 br.325-7982/2010) i vodnim objektima za odvodnjavanje, koji su u javnoj svojini i brine se o njihovom namenskom korišćenju, održavanju i čuvanju.
- 2) Javno vodoprivredno preduzeće upravlja i branama sa akumulacijama, prevodnicama na kanalima i sistemima za navodnjavanje, osim objekata koja su pravna lica izgradila za svoje potrebe.
- 3) Vodnim objektima za uređenje vodotoka i zaštitu od poplava na vodama II reda, objektima za zaštitu od erozije i bujica, koji su u javnoj svojini, upravlja, brine se o njihovom namenskom korišćenju, održavanju i čuvanju jedinica lokalne samouprave na čijoj se teritoriji objekat nalazi.

Osim upravljanja vodnim dobrima, od ključnog je značaja i zaštita istih. Zakon o vodama (članom 77) definiše **obavezu definisanja zona sanitarne zaštite izvorišta za snabdevanje vodom za piće**.

Na područjima koja se koriste za snabdevanje vodom za piće i za sanitarno-higijenske potrebe određuju se **tri zone sanitarne zaštite: šira, uža i zona neposredne zaštite**. One predstavljaju **zaštićenu oblast** i određuju se u skladu sa hidrološkim, hidrogeološkim i dr. svojstvima zemljišta i podslivova, vrstom izvorišta i njegovog okruženja, kapacitetom izvorišta i drugim činiocima koji utiču na izdašnost izvorišta, a održavaju se na način kojim se ne ugrožava zdravstvena ispravnost vode na izvorištu.

Zahtev za određivanje zona sanitarne zaštite podnosi organ jedinice lokalne samouprave na čijoj se teritoriji nalazi izvorište za koje su Elabortom predviđene zone sanitarne zaštite, ili više jedinica lokalne samouprave ako se zone

**sanitarne zaštite prostiru na njihovoj teritoriji (svaka JLS za ZSZ na svojoj teritoriji).
Zahtev se podnosi Ministarstvu zdravlja.**

- Ministar nadležan za poslove zdravlja donosi Rešenje o određivanju zona sanitarne zaštite na osnovu Elaborata.
- Na osnovu pravosnažnog Rešenja zona sanitarne zaštite unose se u plan upravljanja vodama, prostorni (prostorni plan jedinice lokalne samouprave) i urbanistički (generalni i regulacioni) plan.

Nadležnosti nad zaštitom voda unutar zona sanitarne zaštite (direktno ili indirektno) je u domenu: Ministarstva nadležnog za zdravlje, Ministarstva nadležnog za vodoprivredu (Direkcija za vode), Ministarstva nadležnog za zaštitu životne sredine, Ministarstva nadležnog za geologiju i Ministarstva nadležnog za prostorno planiranje i izgradnju.

Za implementaciju i sprovođenje mera zaštite nadležna je i lokalna samouprava preko inspekcijskih službi (građevinske, komunalne, saobraćajne i za zaštitu životne sredine). Svoj doprinos uspešnom planiranju, sprovođenju i monitoringu postignutih efekata zaštite daje znatno veći broj institucija i preduzeća.

Zakon o vodama prati i set podzakonskih akata - Pravilnika i Uredbi, koji bliže uređuju predmetne oblasti. Usvojeni **Pravilnik o načinu određivanja i održavanja zona sanitarne zaštite izvorista vodosnabdevanja, (Sl. glasnik RS, br. 92/08)**, bliže uređuje predmetnu oblast.

Akumulacije u Srbiji su uglavnom višenamenske. Između ostalog, koriste se i za potrebe rekreativnog ribolova. Najveći broj akumulacija je uveden u registar ribolovnih voda Srbije i samim tim državi je omogućeno da ih uvrsti u određena ribolovna područja i ustupi na upravljanje korisnicima. Na osnovu Zakona o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda (Sl. glasnik RS, br. 128/2014 i 95/2018 - dr. zakon).

Ministar poljoprivrede i zaštite životne sredine je doneo Rešenje o ustanovljavanju o ribarskih područja (Sl. glasnik RS, br. 90/2015). Ribarska područja su na osnovu istog Zakona, a po konkursu Ministarstava se daju na korišćenje na period od 10. godina **Korisnik (javno preduzeće ili privredno društvo d.o.o.) je u obavezi da na osnovu člana 17. Zakona o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda¹⁵ donese Program upravljanja ribarskim područjem** za period od deset godina koji izrađuje akreditovana naučna ustanova. Korisnik ribarskog područja upravlja ribljim fondom, vrši monitoring ribljeg fonda (na tri godine) i organizuje ribočuvarsku službu koja kontroliše ribarsko područje. Nadzor nad svim

¹⁵ Zakon o održivom korišćenju ribljeg fonda (Sl. glasnik RS, br. 128/2014 i 95/2018 - dr. zakon)

aktivnostima je u nadležnosti Ministarstva za zaštitu životne sredine Republike Srbije.

MONITORING AKUMULACIJA U SRBIJI

Okvirna Direktiva o vodama Evropske Unije (ODV), kao osnovni dokument za zaštitu i unapređenje površinskih voda u Evropi doneta 2000. godine kao centralni pravni instrument, je postavila nove standarde za sveobuhvatno rešavanje problema vezanih za vode. U skladu sa ODV donet je **Zakon o vodama**¹⁶, a nakon toga i čitav niz podzakonskih akata. Ključan prvi korak prema ostvarenju njenih ciljeva jeste uspostavljanje sistema klasifikacije voda, što je od suštinskog značaja zbog različitih tipova vodenih ekosistema koji se međusobno razlikuju i po hemijskim i po fizičkim karakteristikama, ali i po strukturi biocenoze koja ih naseljava.

Na teritoriji Republike Srbije utvrđeno je ukupno 498 vodnih tela površinskih voda. Od toga 493 (99%) vodnih tela razvrstano je u vodotoke, dok je 5 (1%) vodnih tela razvrstano u jezera. Vodna tela površinskih voda na vodotocima grupisana su u tri kategorije: reka (69%), značajno izmenjeno vodno telo (28%) i veštačko vodno telo (3%). Značajno izmenjeno vodno telo (ZIVT) je vodno telo površinske vode koje je, kao rezultat fizičkih izmena usled ljudskih aktivnosti, bitno izmenjeno po svojim karakteristikama. Akumulacije su značajno izmenjena vodna tela.

Prema ODV za vodna tela određuje se ekološki status ili ekološki potencijal. Ekološki status je odraz kvaliteta strukture i funkcionalnosti nekog vodenog ekosistema ("Ecological status is an expression of the quality of the structure and functioning of aquatic ecosystems associated with surface waters" (Član 2, Tačka 21. Direktive). Ovakva definicija ekološkog statusa odgovara značenju pojmova „ekološko zdravlje“ i „ekološki integritet“, pa se sva tri navedena pojma mogu smatrati sinonimima.

Bitno je napomenuti i da se za veštačke i značajno izmenjene ekosisteme (akumulacije) **određuje ekološki potencijal**, koji u suštini odgovara ekološkom statusu prirodnih voda i koji može biti **dobar i bolji, umeren, slab i loš**. Svaka klasa ekološkog potencijala obeležava se određenom bojom, pa tako jednake **zelene** i tamno sive pruge odgovaraju dobrom i boljem potencijalu, jednake **žute** i tamno sive pruge odgovaraju umerenom potencijalu, jednake **narandžaste** i tamno sive

¹⁶ Zakon o vodama (Sl. glasnik RS, br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018)

pruge odgovaraju slabom potencijalu i jednake **crvene** i tamno sive pruge odgovaraju lošem ekološkom potencijalu.

Određivanje kvaliteta i ekološkog potencijala površinskih voda uključuje analizu tri elementa: **a) fizičko-hemijskog elementa (fizički i hemijski parametri), b) hidromorfološkog elementa (hidromorfološki parametri) i c) grupe bioloških elemenata (svaki element unutar grupe sastoji se od nekoliko parametara).**

Konačna klasa ekološkog potencijala akumulacija dobija se na osnovu vrednosti svakog pojedinačnog elementa, tako što element koji ukazuje na najlošiju klasu određuje konačnu klasu ekološkog potencijala tog ekosistema. Kako bi se odredio ekološki potencijal površinskih voda Direktiva zahteva analizu četiri osnovna biološka elementa u okviru grupe bioloških elemenata i to su: 1. cijanobakterije i alge, 2. makrofite, 3. makrozoobentos i 4. ribe.

U pokušaju da se odgovori zahtevima Direktive po pitanju ekološkog statusa/potencijala, tek 2011. godine objavljuje se dokument koji u zakonske okvire stavlja procenu ekološkog statusa/potencijala površinskih voda na nivou Srbije i to je **Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda**¹⁷ (u daljem tekstu Pravilnik). Ovaj podzakonski dokument propisuje parametre ekološkog potencijala za veštačke i značajno izmenjene vodene ekosisteme, na osnovu kojih se vrši ocena potencijala. Ekološki potencijal akumulacija se određuje na osnovu fizičko-hemijskih parametara i bioloških elemenata (**fitoplankton, fitobentos i makrobeskičmenjaci**). Ribe i makrofite do 2023. godine nisu korišćene za procenu ekološkog potencijala.

Prilikom procene ekološkog potencijala stajaćih i sporotekućih vodenih ekosistema po Pravilniku na osnovu fitoplanktona prate se sledeći parametri: brojnost i biomasa (ili hlorofil *a*) fitoplanktona, kao i procenat zastupljenosti određenih grupa (**Cyanobacteria i Euglenophyta**) koje mogu ukazati na stepen zagađenja ispitivane vode.

Važnost monitoringa cijanobakterija prepoznala je i Svetska Zdravstvena Organizacija (SZO)¹⁸ i u cilju zaštite zdravlja ljudi predložila nivoe rizika u odnosu na brojnost cijanobakterija, kao i koncentracije mikrocistina u vodama za rekreaciju i vodosnabdevanje (Tabela 1). U mnogim zemljama je prihvaćena preporuka SZO da broj cijanobakterija i koncentracije cijanotoksina budu implementirani u nacionalne

¹⁷ Sl. glasnik RS, br. 74/11

¹⁸ Chorus i Bartram, 1999

propise i kao dodatni parametar pri određivanju kvaliteta voda za piće, kao i vode koja se koristi za rekreaciju.

U Srbiji ovaj parametar koncentracija cijanotoksina još uvek nije prihvaćen pri obaveznom monitoringu vodenih ekosistema, ali sve veći broj javno komunalnih preduzeća vrši kontrolu vode i na cijanotoksine (pre svega mikrocistin).

KO VRŠI MONITORING AKUMULACIJA U SRBIJI?

Od 2012. godine, **Agencija za zaštitu životne sredine Srbije** sprovodi monitoring akumulacija za vodosnabdevanje prema zahtevima ODV.

U skladu sa Programom nacionalnog monitoringa akumulacija koje se koriste za vodosnabdevanje stanovništva Agencija za zaštitu životne sredine sprovodi nadzorni monitoring (najmanje jednom u četiri godine) prema Zakonu o vodama (Sl. glasnik RS, br. 30/10, 93/12, 101/16, 95/18 i dr. zakoni) i Pravilniku (Sl. glasnik RS, br. 74/11). Rezultati monitoringa dostupni su na veb-sajtu Agencije (<http://www.sepa.gov.rs/>) u formi godišnjih izveštaja.

Javno komunalna preduzeća sprovode monitoring na dnevnom nivou (vrši se biološki i fizičko hemijski monitoring sirove i gradske vode). Detaljni podaci su u Izveštajima Javno komunalnih preduzeća, a javnosti mogu da budu dostupni na upit.

Instituti za javno zdravlje sprovode kontrolu vode za piće prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode (Sl. list SRJ, br. 42/98 i 44/99; Sl. glasnik RS, br. 28/19). Pored navedene kontrole Institut vrši i kontrolu sirove vode u nivou vodozahvata (prate se mikrobiološki i fizičko-hemijski parametri). Detaljni podaci su u Izveštajima Instituta, a javnosti mogu da budu dostupni na upit.

Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut” u Beogradu ima akreditovanu laboratoriju za analizu cijanotoksina. Pruža usluge merenja koncentracija mikrocistina LR, RR i YR na zahtev ali gotovo isključivo za vodna tela koja se koriste kao izvorišta za vodosnabdevanje.

Monitoring ribljeg fonda vrši korisnik ribolovne vode prema Zakonu o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda. Korisnik za potrebe monitoringa angažuje ovlašćene naučno-istraživačke institucije.

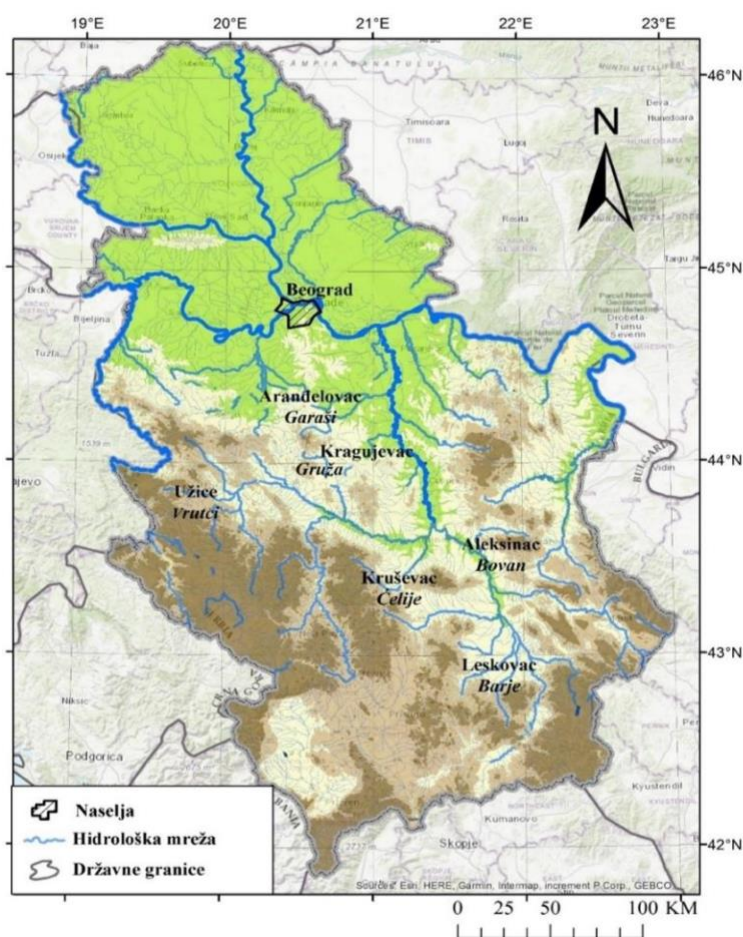
Naučno-istraživačke institucije (fakulteti, instituti).

Tabela 1. Stepen zdravstvene ugroženosti u odnosu na gustinu populacije cijanobakterija u vodama namenjenim za vodosnabdevanje predložen od SZO¹⁹

Stepen zdravstvene ugroženosti	Stanje/gustina populacije	Preporučene aktivnosti
opasnost niskog stepena	200 ćelija cijanobakterija po mL	- necvetajući uslovi, cijanobakterije se detektuju u malom broju, nedeljni monitoring
opasnost srednjeg stepena	2 000 cijanobakterijskih ćelija po mL ili 1 µg/L hlorofil <i>a</i> sa dominacijom cijanobakterija	- trend kretanja ka povećanom broju ili održavanju srednjeg broja cijanobakterija; - voda može biti neupotrebljiva za piće bez predhodne obrade; - u fabrikama vode uvodi se testiranje toksina, naročito ukoliko su u uzorku dominantne poznate toksične vrste - ponavljati nedeljno analize; - nizak rizik za iritaciju kože i gastrointestinalne probleme kroz kontakt tokom aktivnosti u vodi - kontinuirano nedeljno određivanje brojnosti cijanobakterija i davanje izveštaja javnosti
opasnost visokog stepena	100 000 cijanobakterijskih ćelija po mL ili 50 µg/L hlorofil <i>a</i> sa dominacijom cijanobakterija	- stalno visok broj potencijalno toksičnih cijanobakterija u vodi i/ili vidljivo lokalizovane formirane nakupine; - voda može biti neupotrebljiva za piće bez predhodnog odgovarajućeg tretmana; - uvodi se redovno dnevno testiranje toksina; - ako je moguće zameniti izvor snabdevanja vodom; - nedeljno uzimanje uzoraka i određivanje broja cijanobakterija; - visok rizik od negativnih zdravstvenih efekata; - šire medijsko izveštavanje javnosti

¹⁹ Chorus i Bartram, 1999

STANJE AKUMULACIJA ZA VODOSNABDEVANJE U SRBIJI U USLOVIMA KLIMATSKIH PROMENA



GARAŠI, GRUŽA, ČELIJE, BARJE, BOVAN I VRUTCI

AKUMULACIJA GARAŠI

Za potrebe vodosnabdevanja Arandjelovca i okoline 1976. godine pregrađivanjem reke Bukulje i nekoliko njenih pritoka, formirana je na nadmorskoj visini od oko 400 m, akumulacija Bukulja. Sa razvojem grada Arandjelovca, potreba za vodom je porasla, pa se akumulacija Bukulja pokazala nedovoljnom za vodosnabdevanje. Zbog toga je i formirana akumulacija Garaši na ušću dve male reke (Slika 9). Površina akumulacije varira zavisno od vodostaja, ukupni kapacitet akumulacije Garaši iznosi 0.65 km², od čega se 0.53 km² koristi. Betonska brana je dugačka 380 m i visoka 29m. Maksimalna dubina akumulacije Garaši je 20 m. Obale jezera su veoma razuđene, sa tri velika rukavca i mnoštvom malih uvala i zaliva. Dno je puno specifičnih struktura. Smenjuju se tvrdi platoi od kamena, gline i peska sa velikim poljima mulja. Osnovna namena akumulacije Garaši je vodosnabdevanje Arandjelovca.²⁰



Slika 9. Akumulacija Garaši (foto S. Simić)

²⁰ Karadžić i sar. 2010

Postrojenje za preradu vode

Voda iz akumulacije Garaši pre isporuke građanima prolazi kroz postrojenje za preradu vode, tkz. filter stanicu, koja je potpuno je renovirana 2014. godine po projektu koji je izradio Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi". Postrojenje ima građevinsku i upotrebnu dozvolu za rad. Prilikom procesa proizvodnje voda prolazi trostruki sistem dezinfekcije: predhlorisanje, ozonizaciju i završni tretman hlorisanja vode, čime se obezbeđuje kvalitetna i higijenski ispravna voda koja se isporučuje korisnicima.²¹

KO UPRAVLJA AKUMULACIJOM GARAŠI?

- Akumulacija Garaši po Zakonu o vodama pripada vodama I reda. Upravljanje branom i sistemima za zaštitu od poplava na ovoj akumulaciji pripada **javnom vodoprivrednom preduzeću "Srbijavode"**.
- **JKP „Bukulja“ Arandjelovac** upravlja akumulacijom u funkciji vodosnabdevanja. Javno komunalno preduzeće eksploatiše vodu iz akumulacije kroz vodovodni sistem do postrojenja za prečišćavanje voda odakle je distribuira korisnicima.
- **Opština Arandjelovac** je osnivač javno komunalnog preduzeća koje koristi akumulaciju. Ova lokalna samouprava vrši implementaciju i kontrolu mera zaštite akumulacije preko svojih inspeksijskih službi (komunalne, sanitarne, ekološke, vodne, građevinske).
- Za sprovođenja mera zaštite unutar zona sanitarne zaštite nadležna su i sledeća **ministarstva**: Ministarstvo zdravlja, Ministarstvo nadležno za vodoprivredu (Direkcija za vode), Ministarstvo nadležno za zaštitu životne sredine, Ministarstvo nadležno za geologiju i Ministarstvo nadležno za prostorno planiranje i izgradnju.
- Akumulacija Garaši je ribolovna voda. Pripada ribarskom području „Kolubara“ po Rešenju o određivanju ribarskih područja²² (Sl. glasnik RS, br. 90/2015). Ribarsko područje „Kolubara“ ustupljeno je na korišćenje **"Cassini fishing" d.o.o. iz Arilja** na period od deset godina, od 1. januara 2017. do 31. decembra 2026. godine. Ovo preduzeće je na osnovu člana 17.

²¹ <https://www.youtube.com/watch?v=QrgXddPFiu4>

²² Rešenje o određivanju ribarskih područja (Sl. glasnik RS, br. 90/2015)

Zakona o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda²³ donelo Program upravljanja ribarskim područjem "Kolubara" (2017 – 2026) koji je izradio Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju. Ribarsko područje „Kolubara” koristi se za rekreativni ribolov. Korisnik ribarskog područja upravlja ribljim fondom, vrši monitoring ribljeg fonda i organizuje ribočuvarsku službu koja kontroliše ribarsko područje.

OPIS TRENUTNOG STANJA NA AKUMULACIJI GARAŠI

Prostorni plan područja posebne namene za akumulaciju Garaši nije urađen niti je u fazi izrade. Elaborat o zonama sanitarne zaštite takođe ne postoji, ali se u okolini akumulacije primenjuju odredbe iz Pravilnika o načinu određivanja i održavanja zona sanitarne zaštite vodoizvorišta.²⁴ Namena korišćenja prostora delimično je uređena Prostornim planom opštine Arandjelovac.

Po Prostornom planu opštine Arandjelovac jezero Garaši istaknuto je kao jedan od značajnijih turističkih punktova ove opštine.

U pogledu zaštite životne sredine, u ovom Prostornom planu kao veliki problem navodi se neadekvatno prikupljanje otpadnih voda zbog čega dolazi do zagađenja vodotokova od kojih su neki pritoke jezera Garaši.

Poseban akcenat u Prostornom planu opštine Arandjelovac stavljen je na nepovoljne uslove koje se tiču obezbeđivanja potrebne količine vode. Po ranijim planovima planirano je da opština Arandjelovac priključi Ibarskom sistemu vodosnabdevanja, ali pošto se od akumulacije „Studenica” odustalo, a akumulacija Gruža ne može da zadovolji potrebe i opštine Arandjelovac, navodi se da će se opština i dalje snabdevati iz lokalnih vodoizvorišta, akumulacije Bukulja i akumulacije Garaši i vodozahvata Kačer.

²³ Zakon o održivom korišćenju ribljeg fonda (Sl. glasnik RS, br. 128/2014 i 95/2018 - dr. zakon)

²⁴ Pravilnik o načinu određivanja i očuvanja zona sanitarne zaštite vodoizvorišta (Sl. glasnik 92/2008)

EKOLOŠKI MONITORING AKUMULACIJE GARAŠI

Prema Pravilniku o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda²⁵ akumulacija Garaši pripada kategoriji „Značajno izmenjena vodna tela - Akumulacije formirane na vodnim telima TIPA 5 i 6“. U skladu sa Programom nacionalnog monitoringa akumulacija koje se koriste za vodosnabdevanje stanovništva Agencija za zaštitu životne sredine je tokom 2016. godine vršila ispitivanje akumulacije Garaši tri puta: u proleće i leto u periodu termičke stratifikacije, i u jesen u periodu cirkulacije vode.²⁶ Biološki elementi kvaliteta koji su korišćeni za procenu ekološkog potencijala akumulacije su: fitoplankton, fitobentos i makroinvertebrati. Ekološki potencijal akumulacije Garaši tokom 2016. godine ocenjen je kao loš jer su konstatovane velike promene strukture fitoplanktonske zajednice. Akumulacija Garaši, klasifikovana kao eutrofni ekosistem, manifestuje značajno povećanje koncentracija hlorofila *a* tokom prolećnog i letnjeg perioda. Postavlja se pretpostavka da je uzrok povećanja koncentracija hlorofila *a* cvetanje cijanobakterijske vrste *Planktothrix agardhii* tokom 2016. godine. Godišnje prosečne brojnosti fitoplanktona su od suštinskog značaja kao indikator ekološkog potencijala akumulacija. Istraživanjem tokom 2016. godine naglašena je izrazita proliferacija vrste *P. agardhii* u aprilu, na dubini od 5 metara, gde brojnost premašuje 600.000 ćel/mL, s tendencijom nastavka cvetanja tokom letnjih meseci.

Cijanobakterija *P. agardhii* dominira u mnogim eutrofnim jezerima, a istovremeno predstavlja potencijalni rizik zbog moguće proizvodnje mikrocistina i anatoksin. Intenzitet cvetanja cijanobakterija u akumulaciji Garaši postiže zabrinjavajuće nivoe, prema preporukama Svetske zdravstvene organizacije, premašujući prag od 100.000 ćel/mL. Ovi rezultati ukazuju na visok potencijal rizika po zdravlje stanovništva usled prisustva cijanobakterija u vodi namenjenoj za vodosnabdevanje.²⁷

²⁵ Sl. glasnik RS, br. 96/2010

²⁶ Grupa autora, 2017

²⁷ Chorus i Bartram, 1999



Slika 10. Akumulacija Garaši, jul 2023. godine (foto M. Simić Savić)

Prilikom terenskog istraživanja u julu mesecu 2023. godine koje je sprovedeno od strane udruženja Ekomar u cilju realizacije projekta "Stanje akumulacija za vodosnabdevanje u Srbiji u uslovima klimatskih promena", cvetanje cijanobakterija u akumulaciji Garaši nije zabeleženo (Slika 10).

U kontekstu sveobuhvatnih činjenica o opterećenju vode u akumulaciji Garaši, kao i povremenog sušnog perioda tokom prethodnih godina, evidentno je često smanjenje nivoa akumulacije. Ovo smanjenje vodostaja, posredno posledica suše, dovodi do povećanja prodora svetlosti što u kombinaciji sa značajnim količinama organske materije, nitrata i fosfata, stvara optimalne uslove za razvoj fitoplanktona, posebno cijanobakterija. Značajno je napomenuti da je koncentracija cijanobakterija u akumulaciji Garaši, podložna promenama u skladu sa sezonskim i ponekad čak dnevnim uslovima. Stalnim monitoringom koje sprovodi JKP "Bukulja" u saradnji sa Institutom "Milan Jovanović Batut" iz Beograda utvrđeno je da je najveći intenzitet cvetanja cijanobakterija zabeležen tokom 2016. godine, dok se sporadično pojavljivao duž priobalja tokom 2018. i 2019. godine.

JKP "Bukulja" poslednjih godina redovno prati sve promene u akumulaciji da bi se bolje razumeli faktori koji utiču na pojavu i brojnost cijanobakterija, kao i da bi se predvidele njihove potencijalne posledice na vodni ekosistem.

Ekološki potencijal ove akumulacije i prisustvo cijanotoksina (mikrocistina) u periodima cvetanja na akumulaciji Garaši redovno određuje Institut za javno zdravlje "Milan Jovanović Batut". Uprkos pojavama cvetanja cijanobakterija toksini nisu detektovani u uzorcima pijaće vode, zahvaljujući modernom postrojenju za

preradu vode koje radi u okviru JKP "Bukulja". Visokotehnološki procesi prerade, uključujući pojačano bistrenje vode, ozonizaciju, i efikasne filtere koji se koriste, garantuju odsustvo algi i njihovih toksina u krajnjim rezultatima analiza.

Osim analiza koje sprovodi JKP "Bukulja", kvalitet vode proverava i ocenjuje u Institut za javno zdravlje Kragujevac. Institut vrši proveru mikrobioloških i fizičko-hemijskih parametara kvaliteta prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće.²⁸

Akumulacija Garaši je i ribolovna voda koja pripada ribarskom području "Kolubara". Korisnik ribolovnog područja ("Cassini fishing" d.o.o. iz Arilja) je u saradnji sa Prirodno-matematičkim fakultetom Univerziteta u Kragujevcu uradio Program upravljanja za period 2017-2026. godine. Monitoring ribljeg fonda je u proteklom periodu rađen na svake tri godine. Prilikom monitoriga 2017. godine koji je vršen za potrebe izrade Programa uzeti su u obzir i rezultati koji se odnose na prisustvo i brojnost cijanobakterija, zbog njihovih potencijalno negativnih efekata na ribe i indirektno i na zdravlje ljudi. U tom periodu, u skladu sa preporukama Svetske zdravstvene organizacije, akumulacija je klasifikovana kao voda sa umerenim rizikom negativnog uticaja na zdravlje ljudi.²⁹

²⁸ Sl. glasnik RS, br. 42/98

²⁹ Simić i sar. 2017

AKUMULACIJA GRUŽA

Akumulacija Gruža (Gružanska akumulacija) se nalazi u centralnoj Srbiji na teritoriji opštine Knić (43°55'19" N 20°41'20" E) na nadmorskoj visini od 273 m (Slika 11). Nastala je pregrađivanjem srednjeg toka reke Gruže. Akumulacija ispunjava depresiju Kničkog polja i nalazi se između Gledićkih planina na istoku i Kotlenika na zapadu. Izgradnja brane započeta je 1979., a u potpunosti je završena 1985. godine. Akumulacija se prostire na površini od 934 ha, što predstavlja jednu od najvećih vodenih površina na području Šumadije. Ukupna dužina akumulacije je oko 13 km, dok širina varira između 300 i 2800 m. Na pojedinim mestima dubina akumulacije je 1.3 m, dok je najveća dubina neposredno ispod brane i iznosi oko 31 m. Oscilacija nivoa vode unutar akumulacije je 3-5 m, u zavisnosti od sezone. Akumulacija Gruža je sastavni deo Ibarsko-šumadijskog regionalnog sistema. Ovaj sistem obuhvata slivove Ibra u Centralnoj Srbiji, srednjeg toka Zapadne Morave i veći deo Šumadije.



Slika 11. Akumulacija Gruža (foto M. Simić Savić)

Pored atmosferske vode i vode iz reke Gruže i Boračke reke, akumulacija prima vodu i iz manjih pritoka (potoci Čurevac i Panjevac) koje tokom žarkih letnjih meseci često presušuju. Veći deo akumulacije je sa malom dubinom i obalama

okruženim poljoprivrednim poljima i livadama, dok mali deo akumulacije (u blizini brane) ima neke karakteristike strmih obalnih litica, obraslih šumskom vegetacijom.

Osnovna namena akumulacije je vodosnabdevanje grada Kragujevca, malog dela Kraljeva i manjeg broja domaćinstava u opštine Knić. Pored vodosnabdevanja, akumulacija Gruža se koristi i za potrebe industrije, zaštite od poplava, zadržavanja nanosa i popravljivanja režima malih voda na nizvodnom potezu Gruže u ekstremno nepovoljnim hidrološkim situacijama.

Postrojenje za prečišćavanje vode

Voda sa akumulacije Gruža se gravitacijom dovodi u postrojenje za prečišćavanje vode koje se nalazi na oko 2 km uzvodno od sela Pajsijević. Postrojenje je prilagođeno u tehničkom pogledu kvalitetu sirove vode. Proces prečišćavanja obuhvata: predozonizaciju, taloženje uz prethodnu koagulaciju, filtriranje, dezinfekciju hlorom. Upravljanje tehnološkim procesom vrši se iz komandno – kontrolnog mesta.³⁰ Postrojenje za prečišćavanje vode projektovano je na kapacitet od 1200 l/s što odgovara maksimalnoj dnevnoj potrošnji i za 1500 l/s za potrošnju u izuzetnim prilikama. Posle prečišćavanja, voda se pumpama potiskuje do Kragujevca cevovodom ukupne dužine 22 703 m. Na delu prevoja „Vučkovica“ cevovod prolazi kroz tunel. Na kraju cevovoda je rezervoar R-14 ukupne zapremine 34 000 m³. U području prevoja „Vučkovica“ je drugi rezervoar zapremine 2 x 1000 m³.

KO UPRAVLJA AKUMULACIJOM GRUŽA?

- Akumulacija Gruža po Zakonu o vodama pripada vodama I reda. Upravljanje branom i sistemima za zaštitu od poplava na ovoj akumulaciji pripada **javnom vodoprivrednom preduzeću "Srbijavode"**. Ovo javno preduzeće je svoje nadležnosti nad akumulacijom poverilo ugovorom Javno komunalnom preduzeću (JKP) "Vodovod i Kanalizacija" iz Kragujevca.
- **JKP „Vodovod i kanalizacija“ Kragujevac** upravlja akumulacijom u funkciji vodosnabdevanja. Javno komunalno preduzeće eksploatiše vodu iz akumulacije kroz vodovodni sistem do postrojenja za prečišćavanje voda odakle je distribuira korisnicima. Posebnim ugovorom JVP „Srbijavode“

³⁰Sajt JKP "Vodovod i Kanalizacija" <https://jkpvik-kg.com/vodovodni-sistem-gruza/>

poverava upravljanje branom JKP „Vodovod i Kanalizacija“ Kragujevac. Ovo javno komunalno preduzeće na akumulaciji Gruža obavlja i sledeće aktivnosti: redovan nadzor zone neposredne zaštite, kontrolu aktivnosti i prisustva posetilaca u neposrednoj užoj i široj zoni sanitarne zaštite, evidenciju stvarnih i potencijalnih zagađivača, otpadnih voda i čvrstih materija, preduzimanje mera neophodnih za redovno održavanje i odklanjanje eventualnih neusaglašenosti, uzorkovanje/ispitivanje i sprovođenja monitoringa kvaliteta jezerske vode, prijava nadležnim inspekcijama.

- **Grad Kragujevac** je osnivač javno komunalnog preduzeća koje koristi akumulaciju. Osim ove uloge grad Kragujevac nema direktne nadležnosti nad akumulacijom, jer se akumulacija ne nalazi na teritoriji Kragujevca.
- **Opština Knić** (na čijoj je teritoriji akumulacija) odnosno Odeljenje za imovinsko pravne, stambeno komunalne poslove, urbanizam i građevinarstvo, vrši nadzor komunalnih delatnosti, izdaje građevinske dozvole i vrši nadzor nad korišćenjem građevinskog i poljoprivrednog zemljišta. Ova lokalna samouprava vrši implementaciju i kontrolu mera zaštite akumulacije preko svojih inspekcijskih službi (komunalne, sanitarne, ekološke, vodne, građevinske).
- Za sprovođenja mera zaštite unutar zona sanitarne zaštite nadležna su i sledeća **ministarstva**: Ministarstvo zdravlja, Ministarstvo nadležno za vodoprivredu (Direkcija za vode), Ministarstvo nadležno za zaštitu životne sredine, Ministarstvo nadležno za geologiju i Ministarstvo nadležno za prostorno planiranje i izgradnju.
- Akumulacija Gruža je ribolovna voda. Pripada ribarskom području „Velika Morava 1“ po Rešenju o određivanju ribarskih područja³¹ (Sl. glasnik RS, br. 90/2015). Ribarsko područje "Velika Morava 1" ustupljeno je na korišćenje **preduzeću "BalkanEco tim" d.o.o. iz Prijepolja** na period od deset godina, od 1. januara 2017. do 31. decembra 2026. godine. Ovo preduzeće je na osnovu člana 17. Zakona o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda³² donelo Program upravljanja ribarskim područjem "Velika Morava 1" (2017 – 2026) koji je izradio Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju. Ribarsko područje „Velika Morava 1“ koristi se za rekreativni ribolov. Korisnik ribarskog područja upravlja

³¹Rešenje o određivanju ribarskih područja (Sl. glasnik RS, br. 90/2015)

³² Zakon o održivom korišćenju ribljeg fonda (Sl. glasnik RS, br. 128/2014 i 95/2018 - dr. zakon)

ribljim fondom, vrši monitoring ribljeg fonda i organizuje ribočuvarsku službu koja kontroliše ribarsko područje.

OPIS TRENUTNOG STANJA NA AKUMULACIJI GRUŽA³³

Namena korišćenja prostora sliva akumulacije „Gruža“ određena je Prostornim planom područja posebne namene sliva akumulacije Gruža (PPPPN) koji je donet još 1976. godine.

Pri formiranju akumulacije Gruža, deo projekta bio je i projekat sanitarne zaštite akumulacije, koji nije realizovan, tako da je ostao problem postojećih naselja sa poljoprivrednim površinama i neuređenim sistemom za prikupljanje otpadnih voda i otpada. Osim toga, na obalama akumulacije poslednjih godina veoma je izražena neplanska gradnja kuća za odmor i drugih objekata, mestimično čak i u zoni sanitarne zaštite akumulacije i u zoni vodnog zemljišta (registrovano je oko 220 nelegalnih objekata u zonama I i II akumulacije). U I zoni je registrovano oko 130 objekata, što je posebno pojačalo antropogeni pritisak na akumulaciju. U I zoni je veliki broj “divljih” kampova koje uglavnom koriste ribolovci. U ovoj zoni je i veliki broj obradivih površina pod različitim poljoprivrednim kulturama.

Pokušaj uređenja ovog prostora novim Prostornim planom područja posebne namene sliva akumulacije Gruža sa Izveštajem o strateškoj proceni je napravljen 2011. i 2012. godine. Nacrt tog novog PPPPN je predstavljen javnosti 2013. godine.³⁴ Zbog velikog broja negativnih i suprostavljenih komentara ovaj prostorni plan je odbačen.

³³ Simić S, 2024

³⁴ [https://www.jcerni.rs/wp-content/uploads/2019/10/camaro-d/011%20Special%20Area%20Spatial%20Plan%20for%20the%20Gruza%20Reservoir%20\(In%20Serbian\).pdf](https://www.jcerni.rs/wp-content/uploads/2019/10/camaro-d/011%20Special%20Area%20Spatial%20Plan%20for%20the%20Gruza%20Reservoir%20(In%20Serbian).pdf)

Izvod iz KONCEPTA PROSTORNOG PLANA PODRUČJA POSEBNE NAMENE SLIVA AKUMULACIJE „GRUŽA“ 2012. godine

Postojeći izvori zagađenja na planskom području su otpadne vode naselja i pojedinačnih objekata koja se nalaze na neposrednom slivu (pre svega gradskog naselja Knić i tri naselja neposredno uz reku Gružu – Grivac, Oplanić i Žunje, kao i pet naselja koja neposredno preko pritoka ili direktnim slivanjem otpadnih voda ugrožavaju kvalitet vode - Ljuljaci preko Kameničke reke i pritoka, Bare preko potoka, Toponica preko Toponičke reke, Dragušica preko potoka, Radmilović, Pretoke i Knić preko potoka), nekontrolisano korišćenje jezera u turističko-rekreativne svrhe, neplanska i nedozvoljena izgradnja stambenih i turističkih objekata u zonama I i II akumulacije, visokofrekventni saobraćaj na postojećem državnom putu I reda br. 23, koji mostom prelazi preko vodenog ogledala, neadekvatno korišćenje poljoprivrednog zemljišta u neposrednoj okolini (nekontrolisana upotreba hemijskih sredstava u poljoprivredi), privredne aktivnosti u slivu akumulacije (metaloprerađivačka industrija, prehrambena i tekstilna industrija, mlinovi, sušare za voće, strugare, klanica i pogon za proizvodnju pečuraka u Vračevšnici), ukupne poljoprivredne aktivnosti na slivu koje za posledicu imaju prekomerni unos nutrijenata u akumulaciju (štale, tovilista, prasilišta), deponovanje komunalnog i kabastog otpada u akumulaciju, nepostojanje sistema odvođenja otpadnih voda, postojeće seosko groblje u zoni II akumulacije, eksploatacija kamena u slivu (Borački krš), erozioni procesi i relativno mala dubina akumulacije u odnosu na površinu vodenog ogledala. Vodotoci u slivu su predmet povremenih fizičko hemijskih, bioloških ili mikrobioloških kontrola kvaliteta i ne postoje programi kontinuirane kontrole kvaliteta reka na osnovu kojih bi se mogle preduzeti mere zaštite ili interventne mere sanacije zagađenja. Vodotoci su izloženi eutrofikaciji sa slabom sposobnošću autopurifikacije i tendencijom pogoršanja kvaliteta usled neadekvatnog odvođenja otpadnih voda. Vodotoci uglavnom pripadaju I i II klasi kvaliteta. Kvalitet voda akumulacije varira od mesta uzorkovanja. Voda akumulacije svrstava se u II klasu kvaliteta, dok se plitki delovi i pritoke svrstavaju u II/III klasu. Generalno, zabeležene su povećane vrednosti TOS (ukupnog organskog ugljenika), usled povećanih koncentracija organskih materija i bioloških aktivnosti u akumulaciji. Najveći deo organskih materija u akumulaciji je poreklom od huminskih i fulvo kiselina. Povremeno je kvalitet vode narušen izlivanjem materija koje se prevoze državnim putem I reda br. 23, koji prelazi preko akvatorije. Pored toga, u akumulaciji je povećan i nivo KMnO_4 (organske materije) i mangana. Sa aspekta kvaliteta vode u akumulaciji, erozija ima veliki uticaj na zasipanje akumulacionog prostora i degradaciju vode akumulacije usled ispiranja iz zemljišta raznih nepoželjnih sastojaka (povećan unos nutrijenata, pre svega azota i fosfora).

Sve veći pritisci na akumulaciju praćeni smanjenjem kvaliteta vode, bili su razlog da se podnese inicijativa za izradu novog Prostornog plana područja posebne namene sliva akumulacije Gruža od strane više zainteresovanih strana, između ostalog i od strane udruženja Ekomar kroz projekat „Odgovor lokalnih zajednica na kreiranje planskih dokumenta od značaja za očuvanje akumulacije Gruža“. Inicijativa je prihvaćena.³⁵

U cilju obezbeđenja prostornih uslova za ostvarenje posebne namene područja, tj. za zaštitu i uređenje slivnog područja akumulacije „Gruža“ u uslovima održivog razvoja planskog područja Ministarstvo građevine, saobraćaja i infrastrukture donelo je odluku o izradi Strateške procene uticaja na životnu sedinu Prostornog plana područja posebne namene sliva akumulacije „Gruža“³⁶, a Vlada Republike Srbije Odluku o izradi Prostornog plana područja posebne namene sliva akumulacije „Gruža“.³⁷

Područje Prostornog plana prostire se na delovima teritorije grada Kragujevca i opštine Knić, grada Čačka i opštine Gornji Milanovac. Obuhvata 45 celih katastarskih opština i 45 seoskih naselja u kojima prema poslednjem popisu živi oko 15 hiljada stanovnika. Na području Prostornog plana postoji i nekoliko zaštićenih prirodnih područja i dobara: IBA područje (Important Bird Areas) - akumulacija Gruža, Strogi prirodni rezervat - Veliki Šturac i Spomenik prirode - Borački Krš i stablo hrasta cera.

Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture, kao nosilac izrade ovog prostornog plana, 2023. objavilo je Nacrt PPPPN³⁸ i organizovalo rani javni uvid u periodu od 08. do 22. 08. 2023. godine, u prostorijama gradskih uprava gradova Kragujevca i Čačka i opština Gornji Milanovac i Knić, odnosno na internet stranicama Ministarstva građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture <http://www.mgsi.gov.rs> i jedinica lokalnih samouprava u obuhvatu predmetnog prostornog plana. Rani javni je bio organizovan u cilju upoznavanja javnosti sa opštim ciljevima i svrhom izrade plana, mogućim rešenjima za razvoj prostorne celine, kao i efektima planiranja.

Pravna i fizička lica su mogla dostaviti primedbe i sugestije u pisanoj formi Ministarstvu građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture - Sektoru za prostorno planiranje i urbanizam, ulica Kralja Milutina 10a, 11 000 Beograd i jedinicama

³⁵ <https://www.ekomar.org/2022-odgovor-lokalnih-zajednica>

³⁶ Sl. glasnik RS, br. 119/2021

³⁷ Sl. glasnik RS, br. 33/2022

³⁸ <https://kragujevac.ls.gov.rs/tekst/54710/rani-javni-uvod-izrade-prostornog-plana-podrucje-posebne-namene-sliva-akumulacije-gruza-08082023.php>

lokalnih samouprava, u toku trajanja ranog javnog uvida, zaključno sa 22. avgustom 2023. godine.

Primerbe i sugestije dostavila je opština Knić, JKP „Komunalac“ iz Knića, JKP „Vodovod i kanalizacija“ iz Kraljeva, manji broj ekoloških udruženja iz Knića i Kragujevca (Ekomar) i nekoliko pojedinaca. U februaru 2024. godine PPPP „Jezero Gruža“ još uvek nije bio na uvidu javnosti.

Novi PPPPN Gruža trebalo bi da odredi zone sanitarne zaštite i namenu korišćenja prostora u njima čime bi se definisala pravila i započelo uređenje prostora sliva akumulacije Gruža u cilju njenog očuvanja.

U nacrtu Prostornog plana koji je izložen na javnom uvidu navodi se da će se namena prostora u zonama sanitarne zaštite odrediti na sledeći način: *“U zoni I akumulacije „Gruža“ definisaće se zemljište javne namene i uspostaviće se režim strogog sanitarnog nadzora. Za površine u ovoj zoni biće dati elementi detaljne regulacione razrade u sklopu ovog Prostornog plana. U zoni I akumulacije će se primenjivati režimi zaštite uređenja i korišćenja prostora koji zabranjuju izgradnju objekata i postrojenja koji nisu u funkciji vodoprivrede, čuvanja i održavanja objekata brane i akumulacije. Tokom izrade Nacrta Prostornog plana razmotriće se uslovi za uređenje priobalja za potrebe rekreativnog korišćenja akumulacije, uz prethodno pribavljanje mišljenja nadležnih ministarstava (vodni uslovi), odnosno javnog vodoprivrednog preduzeća i upravljača vodovodnog sistema, u koordinaciji sa ostalim korisnicima akumulacije (nadležnim organom jedinice lokalne samouprave i dr.). Na prostoru zone II akumulacije „Gruža“ uspostaviće se režim kontrolisanog korišćenja prostora i stalnog sanitarnog nadzora sa zabranom izgradnje objekata i obavljanja aktivnosti koja ugrožavaju zdravstvenu ispravnost vode na izvoristu. U zoni III akumulacije „Gruža“ uspostaviće se režim kontrolisane izgradnje i korišćenja prostora koji obezbeđuje zaštitu kvaliteta voda i zdravstvenu ispravnost vode izvorišta. Ove mere podrazumevaju pojačanu sanitaciju.”*

Rani nacrt Prostornog plana pominje da zaštita akumulacije Gruža kao vodoizvorišta dovodi do konflikata u upotrebi prostora zbog čega je donošenje Prostornog plana područja posebne namene sliva akumulacije Gruža, određivanje zona sanitarne zaštite kao i stroga primena odredbi iz budućeg plana prioritet i neophodan uslov za očuvanje ovog vodoizvorišta.

PROBLEMI AKUMULACIJE GRUŽA

Akumulacija je formirana pre skoro 40 godina. U akumulaciji su zbog njene specifične morfometrije (velika površina, mala prosečna dubina), mesta na kojem je napravljena brana i formirana akumulacija (potapanjem 900 ha plodne poljoprivredne površine u slivu reke Gruže) od samog nastanka izraženi procesi eutrofizacije, odnosno obogaćivanje vode neorganskim solima nitratima i fosfatima. Prilikom formiranja akumulacije sloj plodnog humusa nije dobro očišćen. Na pritokama nije napravljen dovoljan broj predbrana.

U neposrednoj i užoj zoni sanitarne zaštite akumulacije evidentirano je prisustvo 22 okolna naselja, uz nelegalnu izgradnju preko 200 objekata namenjenih privremenom ili stalnom boravku. Izgradnju prati uništavanje prirodnih obala i vegetacije kako na obali, tako u samom vodenom ekosistemu (Slika 12a, 12b).

Dodatno, otpadne vode iz naselja i pojedinačnih objekata dospevaju direktno ili posredno u akumulaciju putem njenih pritoka.

Intenzivne poljoprivredne aktivnosti, neprilagođene specifičnostima područja, predstavljaju još jedan značajan faktor ugrožavanja.

Zapadna obala je pretežno pokrivena voćnjacima, povrtnjacima i livadama. Neadekvatno korišćenje poljoprivrednog zemljišta, nekontrolisana upotreba hemijskih sredstava (pesticidi, veštačka đubriva), te prometni saobraćaj na mostu, predstavljaju dodatne izvore rizika.

Privredne aktivnosti u slivu akumulacije, uključujući metaloprerađivačku, prehrambenu industriju, dodatno doprinose ugrožavanju kvaliteta vode.

Duž obala akumulacije, kao i na obalama pritoka je velika količina otpada.

Tokom leta voda iz pritoka, ali i iz samog jezera se koristi za navodnjavanje okolnih poljoprivrednih površina.

Sve manja količina snega u zimskom periodu na ovom području i smanjen dotok vode pritokama, uz nekontrolisano korišćenje vode za navodnjavanje, dovodi do smanjenja nivoa akumulacije u letnjem i jesenjem periodu, povremeno i do isušivanja plitkog dela akumulacije tkz. Kničkog polja (Slika 13).

Prolećni period karakterišu bujične padavine koje dovode do spiranja obradivog zemljišta u prvoj zoni akumulacije, do zasipanja akumulacije i unosa veće količine đubriva i pesticida.



Slika 12a. Faktori ugrožavanja akumulacije Gruža (foto S. Simić i M. Simić Savić)



Slika 12b. Akumulacija Gruža – mesto “Borići” (foto. M. Simić Savić)

Posebna opasnost po akumulaciju Gruža su istraživanja i eventualna eksploatacija mineralnih sirovina koja se sprovodi i planira na istočnoj strani Kotlenika. Rešenjem Ministarstva rudarstva i energetike Republike Srbije od 1. marta 2021. preduzeću "Stara planina Resources" odobreno je izvođenje geoloških istraživanja bakra, zlata i prateće polimetaličke mineralizacije na teritoriji opštine Knić (i Kraljeva). Istraživano područje Kotlenik ima broj 2432 i definisano je sa sedam tačaka na odobrenoj površini od 96,7 km² navodi se u odluci Ministarstva. Iz pratećih podataka o lokacijama u Rešenju, poznato je da „Namena predmetnog područja“ zauzima delove katastarskih opština: Guncati, Žunje, Pajsijević, Leskovac, Guberevac, Balosave, Čestin, Gruža i Grabovac – sa teritorije opštine Knić“. **Rešenje Ministarstva ima rok do 1. marta 2024. godine.** U rešenju se navodi takođe: „Istražni rok se može produžiti na zahtev nosioca istraživanja. Isti se podnosi nakasnije **30 dana pre isteka istražnog roka** određenog ovim odobrenjem za istraživanje, pod uslovom da je izvršen najmanje 75% od projektom planiranog obima i dinamike istražnih radova.“

Stanovnici opštine Knić i brojni stručnjaci su kroz različite proteste izrazili apsolutno neslaganje sa planiranim istražnim radnjama vezanim za eksploataciju mineralnih sirovina na području istočnog Kotlenika.

Budućim Prostornim planom područja posebne namene treba eliminisati mogućnosti dobijanja sličnih rešenja i time onemogućiti planove o eksploataciji ovih ruda. Neophodna je i inicijativa za izmenu Prostornog plana opštine Knić u delu kojim se predviđaju istražne radnje i eksploatacija mineralnih sirovina, kao i donošenje Programa zaštite životne sredine u kome će takođe biti definisana zabrana pomenutih istražnih i eksploatacionih radnji na ovom prostoru.³⁹

*Na osnovu člana 64. stav 3. Zakona o poljoprivrednom zemljištu (Sl. glasnik RS, br. 62/06, 65/08 – dr. zakon, 41/09, 112/15, 80/17 i 95/18– dr. zakon), Pravilnika o uslovima i postupku davanja u zakup i na korišćenje poljoprivrednog zemljišta u državnoj svojini (Sl. glasnik RS, br. 16/2017, 111/2017 i 18/2019) i člana član 1 Odluke o određivanju nadležnog organa za sprovođenje postupka davanja u zakup poljoprivrednog zemljišta u državnoj svojini (Sl. glasnik opštine KNIĆ, br. 11/2018 od 13. 04. 2018.), opština KNIĆ raspisuje svake godine OGLAS ZA DAVANJE U ZAKUP I NA KORIŠĆENJE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U DRŽAVNOJ SVOJINI U OPŠTINI KNIĆ.

Jedan broj katastarskih parcela je u prvoj zoni sanitarne zaštite Gružanske akumulacije.

Neophodno je revidiranje spiska katastarskih parcela i izuzimanje parcela koje su u zoni zaštite. Takođe neophodno je kontrolisanje preporuka o načinima i pravilima sprovođenja poljoprivrednih aktivnosti na parcelama koje se daju u zakup.

³⁹ Simić S, 2024



Slika 13. Akumulacija Gruža, jesen 2022. godine, suvo "Knićko polje" (foto S. Simić)

EKOLOŠKI MONITORING AKUMULACIJE GRUŽA

Monitoring Gružanske akumulacije se vrši od strane više lokalnih i republičkih institucija/organizacija/ na više nivoa. Kvalitet vode akumulacije se ispituje pre svega sa aspekta vodosnabdevanja, obzirom na činjenicu da je to i osnovna namena akumulacije.

U skladu sa tim monitoring vode u akumulaciji vrši pre svega JKP "Vodovod i kanalizacija" iz Kragujevaca. Monitoring se sprovodi u skladu sa Zakonom o vodama⁴⁰ i JKP „Vodovod i kanalizacija“ ima obavezu da obezbedi: stalno i sistematsko ispitivanje kvaliteta vode na vodozahvatima (sirova voda), sistematski vrši monitoring i određuje ekološki potencijal vode u akumulaciji.

Sistem kontrole JKP „Vodovod i kanalizacija“ iz Kragujevca vrši na tri nivoa.⁴¹

Prvi nivo: proizvodni pogon na vodovodnom sistemu ima opremljene laboratorije za fizičko-hemijska i biološka ispitivanja vode izvoršta vode u svim fazama procesa prerade, od sirove vode koja ulazi u proizvodni pogon do finalne vode za piće, u frekvenciji 7/24 h, znači svakodnevno. Rezultati ispitivanja vode su ključni za upravljanje procesom proizvodnje.

Na osnovu rezultata ispitivanja sirove vode vrši za izbor vodozahvata, određuju se doze hemikalija za preradu i svi ostali procesi. Tehnologija prečišćavanja sirove vode je klasična i obuhvata predozonizaciju, koagulaciju, flokulaciju i taloženje, filtriranje kroz brze peščane filtre dezinfekciju hlorom.

Drugi nivo: u laboratorijama Sektora kontrole kvaliteta obavljaju se fizičko-hemijska, mikrobiološka i biološka ispitivanja u širem obimu (biološki parametri ocene ekološkog potencijala-fitoplankton-saprobní indeks, biomasa fitoplanktona - hlorofil *a*). Obim i frekvencija ispitivanja vode, kao i broj i raspored mernih tačaka je u skladu sa godišnjim/mesečnim/dnevnim planom ispitivanja.

Po analizama JKP "Vodovod i kanalizacija" koje vrše u skladu sa Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje⁴² sirova vode akumulacije pripada III-IV klasi površinskih voda (umeren do slab ekološki potencijal). Rezultati analize iste

⁴⁰ Sl. glasnik RS, br. 30 /10, 93/12,101/16, 95/18 i dr. zakoni

⁴¹ Tekst izvorno objavljen u publikaciji "Akumulacije grada Kragujevca". Simić i sar. 2021

⁴² Sl. glasnik RS, br. 50/2012

laboratorije, pokazuju da na osnovu stepena trofije akumulacije, kvalitet vode varira od oligotrofnog do eutrofnog, pogoršava se idući ka plićim delovima jezera, prateći povećanje koncentracije fosfata i temperature vode. I u analizama ovog preduzeća se navodi da na lokalitetu MOST, u letnjim mesecima dolazi do pojave delimičnog vodenog cveta *Cyanobacteria*, koji postaje potpun na ušćima gde je i najveći antropogeni uticaj (obradive njive, otpadne vode nelegalnih objekata u užoj zoni sanitarne zaštite, komunalni otpad).

Treći nivo: JKP "Vodovod i kanalizacija" Kragujevac takođe ima zakonsku obavezu da kod ovlašćenih zdravstvenih ustanova (od strane Ministarstva zdravlja) redovno ispituje zdravstvenu ispravnost vode, tako da svake godine sa Institutom za javno zdravlje iz Kragujevca (IZJZ KG) ugovorom definiše obim i vrstu ispitivanja vode za piće, sirove vode i otpadne vode. Sirova voda se ispituje četiri puta godišnje. Izveštaje o ispitivanju u skladu sa zakonskim propisima dostavljaju nadležnom ministarstvu, odnosno Republičkoj direkciji za vode Javnom privrednom preduzeću "Srbijavode".⁴³

Specifičnost akumulacije Gruža ogleda se u eutrofizaciji, i pojavi cvetanja cijanobakterija od samog formiranja. Od početka su prisutne vrste *Aphanizomenon flos-aquae* i *Microcystis aeruginosa*.⁴⁴ U periodu od 1994. do 2003. godine, zabeleženo je i prisustvo dva invazivna cijanobakterijska taksona, *Cuspidothrix issatschenkoi* i *Planktothrix rubescens*.⁴⁵ Rezultati ispitivanja kvaliteta vode za 2011. godinu, takođe ukazuju na prisustvo invazivnog taksona *Cuspidothrix issatschenkoi*.

Prema Pravilniku o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda⁴⁶ Gružanska akumulacija pripada kategoriji „Značajno izmenjena vodna tela - Akumulacije formirane na vodnim telima TIPa 3 i 4“. Agencija za zaštitu životne sredine Republike Srbije na ovoj akumulaciji sprovodi nadzorni monitoring (najmanje jednom u četiri godine) prema Zakonu o vodama⁴⁷ i Pravilniku⁴⁸. U skladu sa Programom nacionalnog monitoringa akumulacija koje se koriste za vodosnabdevanje stanovništva Agencija za zaštitu životne sredine je tokom aprila i avgusta 2014. i maja 2015. godine vršila ispitivanje akumulacije Gruža.⁴⁹ Biološki elementi kvaliteta koji su korišćeni za procenu ekološkog potencijala akumulacija su: fitoplankton, fitobentos i makroinvertebrati.

⁴³ Simić i sar. 2021

⁴⁴ Ranković i Simić, 2005

⁴⁵ Sedmak i Svirčev, 2011

⁴⁶ Sl. glasnik RS, br. 96/2010

⁴⁷ Sl. glasnik RS, br. 30/10, 93/12, 101/16, 95/18 i dr. zakoni

⁴⁸ Sl. glasnik RS, br. 74/11

⁴⁹ Grupa autora, 2015

Na osnovu rezultata Agencije ekološki potencijal akumulacije Gruža tokom 2014. i 2015. godine ocenjen je kao loš. Evidentno je da u različitim periodima ispitivanja, na pojedinim dubinama brojnost fitoplanktona, iznosila preko 100 000 ćel/mL, što je prema preporukama Svetske zdravstvene organizacije, za prisustvo cijanobakterija u vodi za vodosnabdevanje, opasnost visokog rizika po zdravlje stanovništva.⁵⁰ Ova pojava masovnog razvoja cijanobakterija je konstatovana u akumulaciji Gruža 2014. godine kada su na ulazu u akumulaciju formirane površinske agregacije usled cvetanja azotofiksatorske vrste *Aphanizomenon flos-aquae*. Cvetanje je bilo dominantno u letnjem periodu, posebno u avgustu.

Ovom cvetanju su prethodile intenzivne padavine u maju mesecu 2014. godine na prostoru Knića, kao i u slivnom području akumulacije Gruža. Intenzivne padavine, su dovele do erozije i spiranja tretiranih poljoprivrednih površina u okolini samog jezera, kao i u slivnom području, kao i do dodatnog zagađenja vodotokova koji su se ulili u akumulaciju.

Cvetanje se pojavljivalo i poslednjih nekoliko godina (nakon 2014.), ali u manjem obimu, kraće je trajalo i uočavalo se u vidu sporadičnih prevlaka u plitkim delovima akumulacije, naročito na tkz. Ušću. U jesenjem periodu 2019. godine u površinskim slojevima mestimično je formirala vodeni cvet vrsta *Microcystis aeruginosa*. Ocena ekološkog potencijala utvrđena je prema Pravilniku⁵¹ i kretala se od slabog do umerenog.⁵² Sledeće godine u oktobru 2020. godine, u okviru realizacije projekta pod nazivom "Transparentnost podataka kao ključni faktor za očuvanje ekoloških usluga hidroakumulacija", sprovedeno je istraživanje akumulacije Gruža od strane Udruženja za promociju i ekološki marketing prirodnih vrednosti "Ekomar". Tokom analize, identifikovani su dominantni taksoni Cyanobacteria i to vrste *Aphanizomenon flos-aquae* i *Microcystis aeruginosa*. U području akumulacije koje se nalazi blizu vikend naselja, zabeleženo je cvetanje vode u formi manjih agregacija na površini vode, koje je bilo uzrokovano prisustvom vrste *Aphanizomenon flos-aquae*.

Situacija je bila značajno drugačija u leto 2023. godine kada je zabeleženo intenzivno cvetanje cijanobakterija (Slika 14). U proleće 2023. godine, u periodu nakon setve i primene agrotehničkih mera na brojnim poljoprivrednim površinama uz samu akumulaciju došlo je do obilnih padavina, što je dovelo do spiranja, erozije i unosa veće koncentracije nutrijenata. Cvetanju tokom 2023. je pogodio i nizak

⁵⁰ Chorus i Bartram, 1999

⁵¹ Sl. glasnik RS, br. 74/11

⁵² Arsenijević, 2020

vodostaj tokom 2022. godine, isušivanje tkz. „Knićkog polja“ (Slika 13). Do isušivanja je došlo zbog malog dotoka vode (male količine padavina u zimu 2021., proleće i leto 2022. godine) i, istovremeno, prekomernog iskorišćavanja vode za navodnjavanje okolnih poljoprivrednih površina iz pritoka i same akumulacije tokom leta 2022. godine.

Cvetanje je počelo u julu i trajalo je do polovine novembra meseca 2023. godine. Najintenzivnije je bilo u najplićem delu akumulacije Gruža (od mosta prema tkz. „Knićkom polju“). Ova pojava manifestovala se kao zelena ili plavo-zelena prevlaka (biofilm) na površini vode, vodenim biljkama i unutar same vode. Guste nakupine ovih algi bile su naročito primetne u plićim delovima i duž obale, gde su bile donešene strujanjem vode. Analizom materijala utvrđeno je da su dominantne vrste *Microcystis aeruginosa* i *Aphanizomenon flos-aquae*.



Slika 14. Akumulacija Gruža, cvetanje cijanobakterija 2023. godine (foto S. Simić i M. Simić Savić)

Pošto su ovo potencijalno toksične alge na inicijativu Ekomara i Prirodno-matematičkog fakulteta, JKP "Vodovod i kanalizacija" iz Kragujevca je u oktobru 2023. godine prvi put poslalo uzorke sirove vode sa vodozahvata i vode nakon prerade (voda za piće) u akreditovanu laboratoriju Instituta za javno zdravlje "Dr Milan Jovanović Batut" radi kontrole na prisustvo mikrocistina. Uzorci su uzeti 4. oktobra.

Analize su pokazale da su koncentracije mikrocistina bile ispod granica detekcije, a o tome je javnost obaveštena 12. oktobra 2023. godine, uz izjavu da su vesti o prisustvu potencijalno toksičnih algi u jezeru demantovane.⁵³

Algolozi Prirodno-matematičkog fakulteta iz Kragujevcu su za potrebe naučno-istraživačkih aktivnosti sakupili 3. oktobra 2023. godine uzorke biomase cvetajućih cijanobakterija iz akumulacije Gruža (mešavina vrsta *Microcystis aeruginosa* i *Aphanizomenon flos-aquae*) i poslali na analizu IZJZ "Milan Jovanović Batut" u Beogradu.

Nakon analize biomase identifikovano je prisustvo različitih cijanotoksina (izraženih u µg/g biomase): anatoksin 3.56 µg/g, cilindrospermopsin 6.86 µg/g, mikrocistin LR 0.87 µg/g i mikrocistin RR 2.47 µg/g.⁵⁴

Otkrivanje ovih cijanotoksina u biomasi cijanobakterija prikupljenoj u oktobru 2023. godine iz akumulacije Gruža, predstavlja ozbiljan signal upozorenja. Po mišljenju algologa sa Prirodno-matematičkog fakulteta prisustvo ovih toksina može imati šire implikacije i može uticati na javno zdravlje i životnu sredinu. U pitanju su toksini za koje je poznato da mogu da imaju neurotoksično, citotoksično, hepatotoksično delovanje na životinje i čoveka.

Iz tog razloga sa rezultatima analize biomase Prirodno-matematički fakultet je u formi zvaničnog dopisa, 8. 11. 2023. godine obavestio JKP "Vodovod i Kanalizacija" i "Institut za javno zdravlje Kragujevac". U opštini Knić su rezultati prezentovani u januaru 2024. godine.

Udruženje Ekomar je u periodu cvetanja preko svoje FB stranice, kao i preko sredstava informisanja obaveštavalo javnost o potencijalnim opasnostima korišćenja vode za napajanje stoke, navodnjavanje i o opasnostima usled dužeg boravka pored vode.

⁵³ JKP "Vodovod i kanalizacija" Kragujevac (jkpvik-kg.com)

⁵⁴ Izveštaj o Ispitivanju - Institut za javno zdravlje "Milan Jovanović Batut", Beograd, br. 2340 od 23. 10. 2023. godine

VAŽNO:

- Problem sa “cvetajućim cijanobakterijama” i prisustvom cijanotoksina nije samo problem koji ugrožava zdravlje ljudi preko vode za piće, već su načini ugrožavanja ljudi i životne sredine višestruki i to mora da se uzme u obzir.
- Najintenzivnije cvetanje od jula do novembra je bilo prisutno, upravo u delu Gružanske akumulacije iz koga se voda u letnjem periodu koristila za navodnjavanje obradivih površina na kojima se gaje različite povrtarske i voćarske kulture.
- Gružanska akumulacija je ribolovna voda pored koje preko stotinu ribolovaca provodi po nekoliko sati. Toksini mogu da se akumuliraju u tkivima riba. Riba se svakodnevno pecaju i koriste za ishranu.
- Najintenzivnije cvetanje je bilo baš u delu jezera u kome su tokom leta 2023. godine organizovane mnoge sportske aktivnosti (jedrenje, kajakarenje i sl.).

PREPORUKA:

- Svako „cvetanje“ treba shvatiti kao potencijalno opasno dok se ne dokaže suprotno!
- Preporučuje se da upravljači akumulacijom postave table sa upozorenjem o potencijalnom štetnom uticaju na zdravlje korisnika akumulacije u periodu intenzivnog cvetanja.
- Istovremeno se preporučuje provera koncentracije toksina u biomasi cijanobakterija, vodi u jezeru i vodi za piće u slučaju cvetanja, po preporukama Svetske zdravstvene organizacije¹ u akreditovanim laboratorijama i dalje postupanje u skladu sa tim preporukama.
- Neophodno je informisanje javnosti o uzrocima i posledicama cvetanja cijanobakterija kako radi smanjenja negativnih uticaja koji dovode do ove pojave, tako i do smanjenja rizika po zdravlje ukoliko se desi cvetanje toksičnih sojeva različitih vrsta cijanobakterija.

AKUMULACIJA ČELIJE

U centralnoj Srbiji, na oko 22 kilometra od Kruševca, pregrađivanjem reke Rasine 1972. godine, i izgradnjom brane na ovoj reci, nastalo je jezero Čelije (Slika 15). Brana koja pregrađuje reku visine 55 metara, postavljena je između Rasinske kotline i Zlatarske klisure. Akumulacija ovog jezera je završena tek nekoliko godina kasnije, 1979. godine. Kao i većina veštačkih jezera u Srbiji, i ova izgradnja je zahtevala žrtvu lokalne zajednice u vreme izgradnje. Naime, akumulacija je dobila ime Čelije po istoimenom naselju na obalama ovog jezera, a drugi, među meštanima poznatiji naziv je Zlatno jezero. Na mestu gde je danas akumulacija nekada je postojalo mesto pod imenom Zlatari, koje je delimično poplavljeno a delimično izmešteno. Zbog bujičnog karaktera reke Rasine, prvobitna namena jezera bila je da se hidroelektrana Đerdap zaštititi od vode i rečnog nanosa, koji nastaju putem erozije. Jezero Čelije danas predstavlja deo za zaštitu akumulacije Đerdapa. Tek naknadno, utvrđeno je da jezero poseduje vodu visokog kvaliteta, pa je njegova namena, osim zaštite Đerdapa, postala i vodosnabdevanje oko 200.000 stanovnika Kruševca i okolnih mesta. Jezero Čelije je 1977. godine ustanovljeno kao izvoriste regionalnog i međunarodnog vodosnabdevanja prvog ranga.



Slika 15. Akumulacija Čelije (foto S. Simić)

Prema prvobitnom planu, jezero je projektovano za životni vek od 50 godina, odnosno da u 2021. godini polako počinje njegovo zatrpavanje. Međutim,

grad Kruševac i okolina nemaju alternativu i drugi način za vodosnabdevanje, pa nastoje da pronađu način i da produže korišćenje jezera na još 40 godina. Nažalost i ovom jezeru je pri projektovanju određen višenamenski karakter, pa pored vodosnabdevanja, služi i za turizam, ribolov, a od pre nekoliko godina i za proizvodnju energije, jer je Elektroprivreda Srbije izgradila pribransku malu hidroelektranu Ćelije kapaciteta 3.4 MW.

Postrojenje za prečišćavanje vode

Prečišćavanje vode iz akumulacije Ćelije i dobijanje čiste i higijenski ispravne vode za piće obezbeđuje se radom Fabrike vode u Majdevu. Po Idejnom rešenju Instituta Jaroslav Černi iz 1979. godine u Majdevu je izgrađen prvi deo, odnosno prva faza Fabrike vode koja je počela da radi sredinom 1984. godine.

Fabrika vode Majdevo je sektor JKP „Vodovoda Kruševac“, ima četiri službe koje se ponaosob bave preradom, kontrolom hemijskog i mikrobiološkog kvaliteta vode i održavanjem. Održavanje Brane Ćelije pridodato je sektoru 1990. kao peta služba kad su Srbija vode predale branu i njene objekte Vodovodu na održavanje.

Prečišćavanje vode u Fabrici vode u Majdevu sastoji se od procesa fizikohemijski potpomognutog bistrjenja, brze filtracije i mnogostruke dezinfekcije. Izgrađeni kapacitet Fabrike vode mogao je zadovoljiti potrebe stanovništva kruševačke opštine i Aleksandrovca, ali zbog potrebe davanja vode svim opštinama Rasinskog okruga, izuzev Brusa, posebno Varvarinu i Ćićevcu, i pojačavanja procesa prerade vode zbog opadanja kvaliteta vode jezera Ćelije, nastala je potreba za proširenjem kapaciteta i rekonstrukcijom tehnologije. Na osnovu Projekta rekonstrukcije Fabrike vode i unapređenja procesa prerade, Instituta Jaroslav Černi 2011. proširen je kapacitet fabrike, modifikovani su postojeći i dodati novi elementi tehnologije prerade vode. Nadogradnjom, koja je obavljena 2012. i 2013. godine, povećan je kapacitet Fabrike vode.

KO UPRAVLJA AKUMULACIJOM ĆELIJE?

- Na osnovu Zakona o vodama⁵⁵ akumulacijama upravlja javno vodoprivredno preduzeće **Srbijavode**.

⁵⁵ Zakon o vodama (Sl. glasnik RS, br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018)

- **JKP „Vodovod i kanalizacija“ Kruševac** upravlja akumulacijom u funkciji vodosnabdevanja. Javno komunalno preduzeće eksploatiše vodu iz akumulacije kroz vodovodni sistem do postrojenja za prečišćavanje voda „Majdevo“ odakle je distribuira korisnicima. Posebnim ugovorom JVP „Srbijavode“ poverava upravljanje branom JKP „Vodovod i Kanalizacija“ Čelije.
- **Opština Kruševac** nadležna je za implementaciju i kontrolu mera zaštite akumulacije preko svojih inspeksijskih službi (komunalne, sanitarne, ekološke, vodne, građevinske).
- Za sprovođenja mera zaštite unutar zona sanitarne zaštite nadležna su i sledeća ministarstva: Ministarstvo zdravlje, Ministarstvo nadležno za vodoprivredu (Direkcija za vode), Ministarstva nadležna za zaštitu životne sredine, Ministarstva nadležno za geologiju i Ministarstvo nadležno za prostorno planiranje i izgradnju.
- Akumulacija Čelija pripada ribarskom području „Rasina“ po Rešenju o određivanju ribarskih područja⁵⁶ Ribarsko područje "Rasina" ustupljeno je na korišćenje **preduzeću "Rasina" d.o.o. iz Kruševca** na period od deset godina, od 1. januara 2023. godine do 31. decembra 2032. godine. Ovo preduzeće je osnovu člana 17. Zakona o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda⁵⁷ donosi desetogodišnji Program upravljanja ribarskim područjem "Rasina". Ribarsko područje „Rasina“ koristi se za rekreativni ribolov. Korisnik ribarskog područja upravlja ribljim fondom, vrši monitoring ribljeg fonda i organizuje ribočuvarsku službu koja kontroliše ribarsko područje.

OPIS TRENUTNOG STANJA NA AKUMULACIJI ČELIJE

Iako je akumulacija Čelije formirana za potrebe vodosnabdevanja 70ih godina, a Fabrika vode puštena u rad 1984. godine nisu odmah preduzete mere zaštite koje su neophodne kada je u pitanju jedno vodoizvorište.

Zone sanitarne zaštite, koje služe da se jezero očuva za namene vodosnabdevanja, određene su tek 2000 ih godina.

⁵⁶Rešenje o određivanju ribarskih područja (Sl. glasnik RS, br. 90/2015)

⁵⁷ Zakon o održivom korišćenju ribljeg fonda (Sl. glasnik RS, br. 128/2014 i 95/2018 - dr. zakon)

Na osnovu **Elaborata o zonama sanitarne zaštite izvorišta vodosnabdevanja akumulacije Čelije**,⁵⁸ Instituta za arhitekturu i urbanizam Srbije iz 2012., Ministarstvo zdravlja Srbije donelo je 2013. godine **Rešenje o određivanju zona sanitarne zaštite izvorišta vodosnabdevanja akumulacije Čelije** kojim su redefinisane zone zaštite

- **zona neposredne sanitarne zaštite (zona I akumulacije)** utvrđuje se u odnosu na kotu maksimalnog uspora (u daljem tekstu: KMU) akumulacije od 284 mnnv i obuhvata jezero iz koga se zahvata voda za vodosnabdevanje uključujući vrh pregradnog objekta (sa prostorom u širini od 100 m nizvodno od krune brane) i priobalno područje akumulacije čija širina iznosi 10 m u horizontalnoj projekciji od nivoa vode pri KMU vode u jezeru², ukupne površine oko 4,6 km² (4,58 km²);

- **uža zona sanitarne zaštite (zona II akumulacije)** utvrđuje se uzvodno od profila brane u pojasu širine 500 m oko akumulacije mereno u horizontalnoj projekciji od spoljne granice zone I, na području sliva akumulacije, ukupne površine oko 12,5 km² (12,47 km²);

- **šira zona sanitarne zaštite (zona III akumulacije)** utvrđuje se na području sliva uzvodno od brane „Čelije”, u delu koji nije obuhvaćen zonama I i II akumulacije, ukupne površine oko 594 km² (593,75 km²)

U okviru šire zone sanitarne zaštite akumulacije „Čelije” formirana je brana i akumulacija „Selište” na Gočkoj reci za koju su takođe uspostavljane zone sanitarne zaštite izvorišta, i to:

- **zona I akumulacije „Selište”** koja obuhvata jezero iz koga se zahvata voda za javno vodosnabdevanje, uključujući vrh pregradnog objekta i priobalno područje akumulacije čija širina iznosi 10 m u horizontalnoj projekciji od nivoa vode pri KMU vode u jezeru, ukupne površine 0,08 km²;

- **zona II akumulacije „Selište”** utvrđuje se uzvodno od profila brane u pojasu širine 500 m oko akumulacije mereno u horizontalnoj projekciji od spoljne granice zone I, ukupne površine 1,19 km²;

- **zona III akumulacije „Selište”** obuhvata područje izvan granice zone II akumulacije do granice koja zaokružuje površinu sliva akumulacije i koji je sastavni deo sliva akumulacije „Čelije”

Za svaku zonu propisane su dozvoljene aktivnosti i zabrane. Međutim ovaj elaborat i rešenje nisu implementirani.

⁵⁸ Elaborat o zonama sanitarne zaštite akumulacije Čelije, Institut za arhitekturu i urbanizam 2012.

Prostorni plan područja posebne namene sliva akumulacije Čelije usvojen je 20. novembra 2015. godine. Njime se utvrđuju osnove organizacije, korišćenja, uređenja i zaštite područja sliva akumulacije „Čelije” na delovima teritorije grada Kruševca i opština Aleksandrovac, Brus, Blace i Vrnjačka Banja. Prostorni plan je donet za period od 10 godina, do 2025. godine, sa elementima za prvu, prioritetnu etapu implementacije do 2017. godine.

PROBLEMI AKUMULACIJE ČELIJE

Prostorni plan područja posebne namene izdvaja nekoliko ključnih problema koji su uzrok lošeg kvaliteta vode u jezeru.⁵⁹ To su:

- nerealizovan sistem sanitarne zaštite, nepostojanje jasno obeleženih zona sanitarne zaštite i sprovođenje drugih propisanih mera zaštite
- nerešen sistem odvođenja i prerade otpadnih voda iz Brzeća, Blaca i Brusa, kao i brojnih sanitarno neuređenih naselja u okolini sliva
- neodržavanje vodnog zemljišta u zakonski propisanim uslovima, odnosno divlja gradnja na obali jezera, čak i u I zoni sanitarne zaštite
- nelegalno i nesanitarno deponovanje komunalnog i drugog otpada
- atmosferske vode sa magistralnih i lokalnih puteva koje prolaze kroz zone sanitarne zaštite, a koje se ne prikupljaju već dospevaju u akumulaciju
- klimatske promene, dugi periodi velikih suša i kratki periodi velikih voda koji su već specifični za ovo područje, pogoršavaće se kako se problem globalnog zagrevanja bude povećavao.
-

Prostorni plan područja posebne namene sliva akumulacije „Čelije” prepoznaje problem stihijske i neplanske gradnje kuća za odmor i drugih objekata u priobalju jezera.⁶⁰ Naime, registrovano je oko 200 nelegalnih objekata u zonama I i II akumulacije. U zoni I akumulacije je registrovano 107 objekata, što je posebno pojačalo pritisak na akumulaciju (odnosno količinu unošenja nutrijenata i zagađujućih, pa čak i opasnih materija). Problem je takođe izražen kod naselja Zlatari, Bogiše i Čelije, čije se građevinsko područje nalazi unutar zone II akumulacije „Čelije”.

⁵⁹Prostorni plan područja posebne namene sliva akumulacije „Čelije” <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/uredba/2015/95/5/reg>

⁶⁰storni plan područja posebne namene sliva akumulacije „Čelije” <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/uredba/2015/95/5/reg>

U seoskim naseljima u slivu akumulacije „Čelije” nalaze se **33 nesanitarne divlje deponije (smetlišta) i dve delimično uređene opštinske deponije**, za opštinske centre Blace i Brus, navodi se u Prostornom planu za sliv akumulacije. Nesanitarna divlja smetlišta se povremeno čiste u zonama I i II sanitarne zaštite akumulacije. Zbog većeg broja postojećih stambenih i turističkih objekata u zonama I i II sanitarne zaštite akumulacije, kao i aktivnosti u ribolovu, sportu i rekreaciji, veća količina ambalažnog otpada odlaže se u zonu I akumulacije, odnosno direktno u akumulaciju.

Nekontrolisani priliv nutrijenata, organskih materija i drugih zagađujućih supstanci, dospeva u akumulaciju rekama Rasinom i Blatašnicom. Poslednjih godina intenziviran je unos otpada koji dolazi rekom Rasinom. Osim plastike, reka donosi i velike količine ostataka od rezidbe malina i kupina, sa područja Kopaonika.



Slika 16. Faktori ugrožavanja akumulacije Čelije (foto S. Simić)

Donošenjem Prostornog plana postavljen je cilj da se obezbedi: *plansko korišćenje akumulacije „Čelije”, zaštita i uređenje slivnog područja; unapređenje infrastrukturne i komunalne opremljenosti; uređenje građevinskog zemljišta u naseljima i zonama planiranim za razvoj; unapređenje kvaliteta življenja lokalnog stanovništva stimulacijom postojećih i razvojem novih delatnosti, u prvom redu turizma i alternativne seoske ekonomije, uz odgovarajuće kompenzacije, kako za njihovu realizaciju, tako i za sprovođenje mera zaštite prostora i izvorišta voda; i*

zadovoljenje rekreativnih, sportskih i kulturoloških potreba stanovništva iz okruženja.

Jezero Čelije kao zaštićeno prirodno dobro?

U Kruševcu je još 1999. vođen razgovor sa tadašnjim rukovodstvom Zavoda za zaštitu prirode Srbije o mogućnostima stavljanja jezera Čelije pod neki oblik zaštite prirode. U Srbiji je, u to vreme, jedina veštačka tvorevina pod zaštitom bila Botanička bašta u Beogradu. Pregovori između Vodovoda i Zavoda o pokretanju procesa zaštite trajali su od 2001. do 2003., kada je sklopljen ugovor između Opštine Kruševac i Zavoda o finansiranju istraživanja, koja su započela 2004. i završena 2007. Studija Predeo izuzetnih odlika Čelije, koja predstavlja predlog Zavoda za zaštitu prirode za stavljanje jezera pod zaštitu države objavljena je 2009., ali nije realizovana. Glavni argumenti studije, predstavljaju najbolje što jezero Čelije i njegova okolina sadrže – biološku raznovrsnost od genetske do ekosistemske, značajan broj biljnih i životinjskih taksona i biocenoza u specifičnim i vrlo retkim biotopima, privlačnu geomorfologiju sa objektima geonasleđa, velike površine nenarušenog zemljišta i očuvanih šuma na padinama Jastrepca, velike površine prema Župi koje su potpuno pod tradicionalnom poljoprivredom, specifična estetska pejzažna svojstva i stanicu za barske ptice selice. Po kategorizaciji Međunarodnog saveza za konzervaciju prirode (International Union for Conservation of Nature, IUCN), studija je jezero Čelije i okolinu svrstala u VI kategoriju, Zaštićeno područje sa održivim korišćenjem prirodnih izvora, a po klasifikaciji u Srbiji, u II kategoriju, Prirodno dobro od velikog značaja. Ukupna površina zaštićenog područja treba da bude oko 40km² i obuhvata I i II zonu sanitarne zaštite. U okviru celog područja definisana su tri stepena zaštite. Prvi stepen zaštite predvideo je deltu Rasine sa prvom polovinom Zlatarskog basena i celi Radojkovički basen. U drugi stepen zaštite svrstani su: suteske Rasine, između Oble glave i Berde u Razbojni i u Zlatarskoj klisuri, kao objekti geonasleđa; sastojina planinske bukve, *Fagus moesiaca*, na lokalitetu Nišan oko izvorišta Suvajske reke; druga polovina Zlatarskog i celi Vasički basen i stanište plave breberine, *Anemone blanda*, u šumi iznad leve obale vasičkog basena.

Elaborat o zonama sanitarne zaštite jezera Čelije i studija Predeo izuzetnih odlika Čelije, ne samo da nisu međusobno protivrečni, već imaju i veliki broj dodirnih tačaka. Njihovom realizacijom obezbedile bi se temeljna i dugotrajna zaštita jezera Čelije i kvalitetna voda za piće za buduće naraštaje.

<http://vodovodks.co.rs>

EKOLOŠKI MONITORING AKUMULACIJE ČELIJE

Prema Pravilniku o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda⁶¹ akumulacija Čelije pripada kategoriji „Značajno izmenjena vodna tela - Akumulacije formirane na vodnim telima TIPA 3 i 4“. Od formiranja do sada monitoring akumulacije Čelije se sprovodi redovno od strane zvaničnih institucija koje imaju nadležnost nad ovom akumulacijom, kao i od strane velikog broja istraživača iz različitih naučnih ustanova.

U okviru Programa nacionalnog monitoringa akumulacija za vodosnabdevanje, Agencija za zaštitu životne sredine je u julu, septembru i decembru 2014. godine sprovela ispitivanje akumulacije Čelije.^{62 63} Kao ključni indikatori ekološkog potencijala, analizirani su biološki elementi kvaliteta: fitoplankton, fitobentos i makroinvertebrati.

Na osnovu Izveštaja Agencije za zaštitu životne sredine, evidentno je da u različitim periodima ispitivanja, na pojedinim dubinama, brojnost fitoplanktona iznosi preko 100 000 ćel/mL, što je prema preporukama Svetske zdravstvene organizacije, za prisustvo cijanobakterija u vodi za vodosnabdevanje, opasnost visokog rizika po zdravlje stanovništva.⁶⁴ Ova pojava je konstatovana u Zlatarskom basenu u julu i septembru 2014. godine, ali nije došlo do cvetanja cijanobakterija. Tokom istraživanja Agencije za zaštitu životne sredine, ekološki potencijal akumulacije Čelije ocenjen je kao loš, što pre svega predstavlja posledicu dugogodišnjeg negativnog antropogenog uticaja i narušavanja prirodnih procesa koji u ovoj akumulaciji vladaju.⁶⁵

Problem ove akumulacije koja predstavlja značajni regionalni vodni resurs za vodosnabdevanje Rasinskog okruga postojao je još od samog formiranja. Naime, akumulacija nikada nije imala uslove za dobar kvalitet vode (oligotrofiju). Srednja dubina akumulacije iznosi oko 13 m, što nužno pogoduje eutrofikaciji. Nekontrolisani priliv nutrijenata, organskih materija i drugih zagađujućih supstanci, koje rekama Rasinom i Blatašnicom dospevaju u akumulaciju, doveli su do povećane eutrofizacije i degradacije ekosistema.

⁶¹ Sl. glasnik RS, br. 96/2010

⁶² Grupa autora, 2015

⁶³ Čađo i sar. 2020

⁶⁴ Chorus i Bartram, 1999

⁶⁵ Čađo i sar. 2020

Dostupni literaturni podaci i podaci na sajtu JKP Vodovod Kruševac ukazuju da se prvo i najveće cvetanje akumulacije u vidu „modrozelenih“ tepiha na površini dogodilo krajem jula 1988. godine kada je cvetala vrsta *Microcystis aeruginosa*, i odmah nakon nje vrsta *Aphanizomenon flos-aquae*, koja je formirala skramu debljine oko 50 cm u Zlatarima. Cvetanje ovih vrsta nije bilo toksično. U leto 2001. godine, a nakon toga i u julu 2003. godine, ponovo je zabeležena pojava masovnog cvetanja *M. aeruginosa*, *A. flos-aquae* i *Anabaena circinalis*, pri čemu je cvetanje vode bilo zastupljeno sve do kasne jeseni.^{66 67} Prema rečima predstavnika JKP Vodovod Kruševac, te godine došlo je i do pomora puževa plućasa u akumulaciji nakon čega su sprovedena istraživanja koja su pokazala da vrsta *M. aeruginosa* proizvodi jak toksin, mikrocistin. Time su po prvi put na Balkanu pronađeni mikrocistini u ćelijskom materijalu. Cvetanje se nastavilo i 2004. godine, u nešto manjem obimu. Pojava cvetanja vode izazvana prenamnožavanjem cijanobakterija zabeležena je i u julu 2015.⁶⁸, kao i u julu 2017. godine kada je ponovo zabeležena pojava cvetanja vode izazvana vrstama *M. aeruginosa* i *A. flos-aquae*. Institut za javno zdravlje „Dr Milan Jovanović Batut“ uradilo je analize uzoraka vode, koje su pokazale da pomenuto cvetanje nije toksično.

JKP Vodovod Kruševac, kontinuirano sprovodi monitoring akumulacije i stara se o njenom održavanju i očuvanju njenog ekološkog integriteta. Monitoring akumulacije od 1987. godine mesečno sprovode laboratorije fabrike vode u Majdevu.

Po navodima JKP “Vodovod” efikasnost procesa prerade vode prati se u laboratorijama Fabrike vode tako što se uzorci, počev od native sirove vode ispod brane Čelije, uzimaju posle svake faze prerade u realnom vremenu koje je primereno proticaju. Pored toga, u hemijskoj laboratoriji pogonski parametri koji služe za upravljanje procesom prerade – mutnoća, koncentracija hlora i ozona i sadržaj organskih jedinjenja, prate se češće, u intervalima između jednog i tri sata. Oni takođe ističu da od osnivanja do danas, Kruševac spada u one gradove u Srbiji koji nikada nisu imali nijednu hidričku epidemiju. Složeni proces prerade u Fabrici vode obezbedio je još veću zdravstvenu pouzdanost vode za piće.

Kvalitet vode akumulacije proverava i ocenjuje u svojim izveštajima i Institut za javno zdravlje Kruševac.

⁶⁶ Grašić i sar. 2004

⁶⁷ Čađo i sar. 2004

⁶⁸ Tasić i Grašić, 2015

U toku jedne godine Zavod za javno zdravlje Kruševac obavi hemijske i mikrobiološke analize 156 uzoraka finalne vode i između 1.800 i 1.900 uzoraka vode iz rezervoara i vodovodne mreže; istovremeno, u laboratorijama Vodovoda ispita se 730 uzoraka finalne vode i oko 650 uzoraka iz distribucionog sistema. Po rezultatima obeju kuća, broj hemijski i mikrobiološki neispravnih uzoraka redovno je znatno manji od 1%.⁶⁹

Monitoring ribljeg fonda vrši korisnik ribarskog područje "Rasina" kome pripada akumulacija Čelije, preduzeće "Rasina d.o.o." iz Kruševca. Za potrebe monitoringa i izrade Programa upravljanja korisnik angažuje naučnoistraživačku instituciju koja ima dozvolu za ovu vrstu istraživanja, što je u ovom slučaju Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu.

U akumulaciji Čelije, u Zlatarskom basenu, na ušću reka Blatušnica i Rasina, na oko 8 km od vodozahvatnog dela jezera, u julu 2014. godine je došlo do pomora ribe. O tome je javnost obavestila Republička inspekcija u oblasti održivog korišćenja ribljeg fonda Ministarstva poljoprivrede i zaštite životne sredine. Prema zapisniku republičkog inspektora, ribočuvarska služba „Rasina plus“ d.o.o. iz Kruševca, korisnika ribarskog područja, je sakupila deo uginule ribe (som, smuđ, deverika, grgeč, klen, u količini od 32 kg. Primećeno je da je voda iz reke Blatašnice bila crna, jakog i neprijatnog mirisa, boje mazuta, a da je Rasina bila samo zamućena bez boje i mirisa.⁷⁰



Slika 17. Pomor ribe u akumulaciji Čelije, jul 2014. godine

(slika preuzeta <https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2014/07/IMAG1512.jpg>)

⁶⁹ Izvor internet prezentacija JKP „Vodovod“ Kruševac <https://vodovodks.co.rs/o-nama/fabrika-vode> pristupljeno 04.02.2024.

⁷⁰ <https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2014/07/IMAG1512.jpg>

AKUMULACIJA BARJE

Akumulacija Barje nastala je pregrađivanjem reke Veternice izgradnjom nasute kamene brane sa centralnim glinenim jezgrom i prelaznim filterskim slojevima, uzvodno od sela Barja na 33.450 m rečnog toka. Visina brane od temelja na akumulaciji Barje je 75 m ali je projektovana je tako da se može nadvisiti za šest metara. Formiranje akumulacije trajalo je od 1984. do 1995. godine.

Osnovna funkcija akumulacije je vodosnabdevanje i odbrana od poplava. Osim ovih namena akumulacija je predviđena za navodnjavanje i proizvodnju električne energije. Proizvodnja električne energije nije uspostavljena kao funkcija zato što je odvodni kanal za vodu do hidrocentrale propuštao vodu pri probnom punjenju zbog čega ovaj projekat nikada nije realizovan. Da bi se ostvarile i ove dve namene, brana je projektovana tako da može da se nadvisi za još 6m čime bi se značajno povećao kapacitet akumulacije.⁷¹



Slika 18. Akumulacija Barje (foto M. Simić Savić)

Na akumulaciji se nalazi i odvodni levak (slika 18), koji je predstavlja jedan od simbola ove akumulacije i služi za prihvatanje hiljadugodišnjih voda i zaštitu od poplava. Levak je projektovan tako da u slučaju prolaska vode kroz njega stvara zvuk sličan sireni za opasnost čime bi se stanovništvo upozorilo na nadolazeći poplavljeni talas.

⁷¹ Sajt JKP "Vodovod" Leskovac

Kako je od početka osnovna namena akumulacije bila vodosnabdevanje, pre punjenja akumulacije dno je očišćeno. Sa površine dna i bočnih strana akumulacije, skidano je po 10 cm humusnog sloja, što je doprinelo usporavanju procesa njenog starenja. U okviru predviđenih mera zaštite akumulacije, na bočnim pritokama, kao i na reci Veternici, urađene su pregrade – male brane za zadržavanje nanosa, kako bi se sprečilo njegovo unošenje i gomilanje u jezeru, a time i njegovo zapunjavanje, međutim nikada nisu izrađene sve predbrane koje su planirane projektom.⁷²

Postrojenje za preradu vode

Akumulacija je deo regionalnog vodovodnog sistema "Barje". U okviru Vodoprivredne osnove Republike Srbije ovaj sistem je bio predviđen kao Jablanički podsistem u okviru Donje-južnomoravskog regionalnog sistema. Akumulacija sve do izgradnje postrojenja za preradu vode za piće, 2010. godine, nije služila za snabdevanje vodom stanovništva Leskovca, već samo za odbranu od poplava. Iako je predviđeno povezivanje ovog vodovodnog sistema sa drugim opštinama to nije realizovano.⁷³

Danas se voda iz akumulacije Barje prerađuje u postrojenju za preradu voda „Gorina“.

Zahvat vode iz akumulacije Bare za potrebe vodosnabdevanja obavlja se iz vodozahvatne kule (Slika 18). Vodozahvatna kula je slobodnostojeća građevina cilindričnog preseka unutrašnjeg prečnika 5,0 m, postavljena u akvatoriji akumulacije. Na vrhu kule smeštena je hidromašinska oprema i kranska dizalica tablastog zatvarača.⁷⁴ Vodozahvatna kula raspolaže sa deset nivoa zahvatanja vode iz akumulacije za potrebe vodosnabdevanja, koji se koriste u zavisnosti od kvaliteta vode i nivoa akumulacije. Cevovod sirove vode dalje nastavlja ka postrojenju za preradu voda PPV "Gorina" (Slika 19). Postrojenje za preradu i prečišćavanje površinske vode iz akumulacije "Barje" nalazi se u selu Gorina, na udaljenosti od 5km od akumulacije.⁷⁵ Postrojenje Gorina je počelo sa radom 11. 03. 2011. godine. Prva isporuka vode za piće iz postrojenja za preradu je počela 21. 04. 2011. godine. Ukupan kapacitet postrojenja za preradu vode iznosi 840 l/s, odnosno 3024 m³/h. Potrošačima se može isporučiti maksimalno 2880 m³/h ili 69.120 m³ dnevno.

⁷²Cibulić i sar.,2004

⁷³ Strategija upravljanja vodama republike Srbije do 2034

⁷⁴ Prostorni plan

⁷⁵<https://www.vodovodle.rs/proizvodnja-vode-gorina.html>

Prečišćena voda iz fabrike u Gorini se cevovodom prečnika 900 mm odvodi do rezervoara “Rudarska kosa” kapaciteta 12.500 m³ čiste vode. Iz rezervoara na Rudarskoj kosi voda se gravitacijom transportuje cevovodom Ø 1000 mm do gradske razvodne mreže .



Slika 19. Postrojenje za prečišćavanje vode „Gorina“ (foto M. Simić Savić)

Sam proces prerade vode se sastoji iz procesa predozonizacije, procesa koagulacije i flokulacije, procesa taloženja, procesa filtracije i procesa dezinfekcije. Proces predozonizacije se odvija u komori za predozonizaciju ubacivanjem ozona sa ciljem da se izvrši: delimična dezinfekcija vode, oksidacija organskih i neorganskih materija (gvožđa, mangana), uklanjanje boje i mirisa i stvore uslovi da se sa što manje hemikalija izvrši što bolja koagulacija, flokulacija i bistrenje vode. Posle komore za predozonizaciju voda se odvodi na hidraulični skok gde se dodaje aluminijum sulfat kao koagulant u vidu desetopostotnog rastvora, koji se takođe priprema u fabrici vode. Kada se izvrši dodavanje rastvora aluminijum sulfata voda odlazi u prvu flokulacionu komoru gde se dozira anjonski polielektrolit u

koncentraciji 0,05%. Flokulacione komore kojih ima po pet na svakoj liniji, poseduju mešalice sa različitim brzinama mešanja vode. Posle flokulacije voda ide na lamelni taložnik gde se vrši taloženje flokula, čime se završava proces bistrenja vode. Na fabrici vode je sagrađeno i postrojenje za spremanje rastvora i doziranje sumporne kiseline i to na samom ulazu vode u objekat za tretman vode, koja se dodaje samo ako je potrebno. Filtracija vode se vrši posle bistrenja u osam filterskih polja površine 47,5 m², formiranih kao brzi gravitacioni filteri sa dvoslojnom filterskom ispunom od tzv. tufa i kvarcnog peska. Nakon procesa filtracije voda odlazi do crpilišta, a potom posle prve dezinfekcije gasnim hlorom takozvanog predhlorisanja odlazi do rezervoara čiste vode koji se nalazi ispod samih filtera. Kapacitet rezervoara je 5000 m³ čiste pitke vode. Pre isporuke vode potrošačima, odnosno na samom ulasku u magistralni cevovod vrši se još jedanput dezinfekcija vode, odnosno završno hlorisanje vode.

KO UPRAVLJA AKUMULACIJOM BARJE?

- Na osnovu Zakona o vodama⁷⁶ akumulacijama upravlja javno vodoprivredno preduzeće **Srbijavode**. Ovo preduzeće svake godine sklapa ugovor sa JKP „Vodovod“ Leskovac kojim se poverava upravljanje branom na ovoj akumulaciji.
- **JKP „Vodovod“ Leskovac** upravlja akumulacijom u funkciji vodosnabdevanja. Javno komunalno preduzeće eksploatiše vodu iz akumulacije kroz vodovodni sistem do Postrojenja za prečišćavanje voda „Gorina“ odakle je distribuira korisnicima. Na postrojenju se sprovodi prerada i monitoring vode. JKP „Vodovod“ upravlja branom na akumulaciji Barje. Sprovodi i kontinuirani monitorig sirove vode iz Akumulacije. Redovni monitoring higijenske ispravnost vode za piće koju JKP „Vodovod“ Leskovac distribuira u sistem u skladu sa važećom zakonskom regulativom obavlja Zavod za javno zdravlje Leskovac u vidu osnovnih pregleda, dok periodične preglede obavlja Gradski zavod za javno zdravlje Beograd, na osnovu "Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće".⁷⁷ Postupak izbora institucija koje obavljaju ispitivanje higijenske ispravnosti vode za piće, svake godine JKP „Vodovod“ Leskovac sprovodi putem javnih nabavki.

⁷⁶Zakon o vodama (Sl. glasnik RS, br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018)

⁷⁷ "Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće" (Sl. list SRJ, br.42/98 i 44/99 i Sl. glasnik RS, br. 28/2019).

- **Grad Leskovac** je osnivač javno komunalnog preduzeća koje koristi akumulaciju. Grad Leskovac i grad **Vranje** nadležni su i za implementaciju i kontrolu mera zaštite akumulacije preko svojih inspekcijskih službi (komunalne, sanitarne, ekološke, vodne, građevinske). Ove opštine takođe donose planove i programe zaštite životne sredine, praćenja stanja životne sredine, upravljanja otpadom i održivog turizma koji se odnose na prostor obuhvaćen ovim prostornim planom.
- Za sprovođenja mera zaštite unutar zona sanitarne zaštite nadležna su i sledeća ministarstva: Ministarstvo zdravlja, Ministarstva nadležnog za vodoprivredu (Direkcija za vode), Ministarstva nadležnog za zaštitu životne sredine, Ministarstva nadležnog za geologiju i Ministarstva nadležnog za prostorno planiranje i izgradnju
- Akumulacija Barje pripada ribarskom području „Južna Morava I” ustanovljenom Rešenjem o određivanju ribarskih područja.⁷⁸ Ribarsko područje „Morava I” koristi se za rekreativni ribolov. Ribarsko područje ustupljeno je na korišćenje **Asocijaciji „Vlasina - Veternica” d.o.o. Leskovac** na period od deset godina, od 1. januara 2017. godine do 31. decembra 2026. godine, koja je na osnovu člana 17. Zakona o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda⁷⁹ donela Program upravljanja ribarskim područjem "Južna Morava I" koji je izradio Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju. Korisnik ribarskog područja upravlja ribljim fondom, vrši monitoring ribljeg fonda i organizuje ribočuvarsku službu koja kontroliše ribarsko područje.

⁷⁸ Rešenjem o određivanju ribarskih područja (Sl. glasnik RS, br. 90/2015).

⁷⁹ Zakona o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda (Sl. glasnik RS, br. 128/2014)

OPIS TRENUTNOG STANJA NA AKUMULACIJI BARJE

Namena korišćenja prostora u području sliva akumulacije određena je Prostornim planom područja posebne namene sliva akumulacije Barje.⁸⁰

„Osnovni cilj izrade Prostornog plana jeste definisanje planskog osnova i obezbeđenje prostornih uslova za održivi razvoj područja posebne namene, koji će se zasnivati na zaštiti sliva akumulacije Barje obezbeđenjem visokog kvaliteta vode u slivu i pouzdanom snabdevanju vodom korisnika na području grada Leskovca i njegove okoline i obezbeđivanjem prostornih uslova za planirano proširenje kapaciteta izvorišta vodosnabdevanja.“

Područje Prostornog plana obuhvata 31 naselje koje administrativno pripadaju teritorijama gradova Leskovca i Vranja. Stambeni objekti na području Prostornog plana podrazumevaju 3381 stanova od čega je 83% bilo namenjeno za stalno stanovanje. Oko 8% ukupnog stambenog fonda koristilo se povremeno, za turizam i rekreaciju.

Na području Prostornog plana nalazi se oko 5956 ha poljoprivrednog zemljišta (oko 392 ha poljoprivrednog i 5564 ha zatravnjenih površina), što predstavlja oko 17% površine. Najveću površinu u obuhvatu Prostornog plana predstavlja šumsko zemljište, pri čemu je odnos poljoprivrednih, šumskih i neplodnih površina na ovom području 17%:80%:3%. U skladu sa prirodnim karakteristikama terena, područje Prostornog plana najvećim delom pripada pretplaninsko/brdsko-planinskom ruralnom području, sa prosečnim visinama preko 600 m stoga je mogućnost bavljenja intenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom ograničena.

Glavni hidrografski objekti u slivu akumulacije Barje su reka Veternica, sa srednjim višegodišnjim proticajem na profilu brane od 2,5 m³/s i površinom sliva od oko 232 km² i akumulacija Barje.

Na području Prostornog plana nisu evidentirana značajna prirodna dobra pod specijalnim režimima zaštite.

Elaborat o zonama sanitarne zaštite akumulacije Barje donet je 2011. godine i potvrđen Rešenjem broj 530-02-144/2011-04 od 8. jula 2011. godine. Prostornim planom redefinisane su zone sanitarne zaštite u skladu sa zatečenom situacijom i u cilju unapređenja zaštite slovnog područja.

⁸⁰Prostorni plan područja posebne namene sliva akumulacije Barje (Sl.glasnik RS, br. 80/2020)

Zona neposredne sanitarne zaštite (zona I akumulacije) utvrđena je u odnosu na kotu maksimalnog uspora (KMU) akumulacije od 381 mnv i obuhvata jezero iz koga se zahvata voda za vodosnabdevanje, uključujući vrh pregradnog objekta - brane, zatim priobalno područje akumulacije, čija širina iznosi 10 m u horizontalnoj projekciji od nivoa vode pri KMU vode u jezeru (ukupne površine od oko 176,99 ha), kao i pritoke akumulacije sa pojasom širine po 10m od vodotoka pri nivoima vode koji odgovaraju njihovim desetogodišnjim visokim vodama. Uža zona sanitarne zaštite (zona II akumulacije) utvrđena je uzvodno od profila brane u pojasu širine 500 m oko akumulacije mereno u horizontalnoj projekciji od spoljne granice zone I, na području sliva akumulacije, ukupne površine oko 641,92 ha. Šira zona sanitarne zaštite (zona III akumulacije) utvrđena je na području površinskog dela sliva, vododelnicom, uzvodno od brane Barje, u delu koji nije obuhvaćen zonama I i II akumulacije, ukupne površine od oko 22382,12 ha.

U **zoni I akumulacije** Barje (površine 176,99 ha), uspostavlja se režim strogog sanitarnog nadzora sa zabranom izgradnje objekata i postrojenja koji nisu u funkciji vodoprivrede, čuvanja i održavanja objekata brane i akumulacije. Zabranjuje se odlaganje svih vrsta otpada u ovoj zoni sanitarne zaštite akumulacije. Zabranjen je kavezni uzgoj ribe i ribolov mrežama, a poribljavanje akumulacije se može obavljati isključivo na osnovu ihtioloških studija i projekata urađenih od strane za to licencirane institucije. Nije dozvoljen prilaz motornim vozilima, napajanje stoke i sl. korišćenje plovila na motorni pogon, održavanje sportova na vodi, kupanje ljudi i životinja.

Upravljač izvoristom vodosnabdevanja može organizovati i kontrolisati ograničene posete đaka i studenata i drugih, u cilju edukacije o značaju voda, zaštite ekosistema i biodiverziteta, naučno-istraživačke svrhe, sporta i rekreacije. Takođe, upravljač će urediti ribolovne staze i pristupe akvatoriji za kontrolisano okupljanje i boravak ribolovaca.

Na prostoru **zone II akumulacije** nalazi se oko 90 stambenih i pratećih objekata na površini od oko 6 ha (što je oko 1% prostora zone II). Zadržavaju se postojeći stambeni i ekonomski objekti domaćinstava, uz obavezu upravljača vodovodnog sistema da, u saradnji sa komunalnim preduzećima gradova Leskovac i Vranje, obezbedi sanitarno bezbedno prikupljanje i prečišćavanje svih otpadnih voda na građevinskoj, odnosno katastarskoj parceli. Dozvoljava se rekonstrukcija, dogradnja, adaptacija, sanacija, investiciono i tekuće održavanje stambenih,

ekonomskih objekata, pratećih objekata za gajenje domaćih životinja, objekata sa skladištenje stočne hrane i skladištenje poljoprivrednih proizvoda, isključivo u okviru postojećih domaćinstava, uz obavezu sanitarno prihvatljivog prikupljanja i eliminisanja čvrstog i tečnog otpada, odnosno na način da ne ugrožavaju kvalitet vode u izvoru. Zabranjuje se na obalama reka i potoka izgradnja objekata i postrojenja koji nisu u funkciji vodoprivrede, čuvanja i održavanja objekata brane i akumulacije, kao i ispuštanje otpadnih voda i materija iz naselja i industrije, čak iako su ove potpuno prečišćene, dezinfikovane i dekontaminirane. U ovoj zoni zabranjuje se ispuštanje i prosipanje ulja, kiselina i drugih štetnih i opasnih materija. Zadržavaju se drugi postojeći objekti, kao što su kuće za odmor i drugi objekti, uz obavezu sanitarno prihvatljivog prikupljanja i eliminisanja čvrstog i tečnog otpada.

U **zoni III akumulacije Barje** (površine 22382,12 ha), uspostavlja se režim kontrolisane izgradnje i korišćenja prostora, koji obezbeđuje zaštitu kvaliteta voda i zdravstvenu ispravnost vode izvorišta. U ovoj zoni se primenjuju pojačane mere sanitacije, ali ne i restrikcija koja bi ugrožavala razvoj naselja. Dozvoljena je izgradnja stambenih, ekonomskih, ugostiteljskih, komercijalnih i turističkih objekata u skladu sa pravilima građenja iz prostornih i urbanističkih planova jedinica lokalnih samouprava.

Obaveza sanitarno bezbednog prikupljanja i prečišćavanja svih otpadnih voda na građevinskoj, odnosno katastarskoj parceli se posebno odnosi na objekte u zoni III akumulacije, a koji su u neposrednoj blizini vodotoka, posebno reke Veternice.

U ovoj zoni nije dozvoljeno nekontrolisano deponovanje komunalnog i drugog otpada, lociranje i uređenje deponija čvrstog otpada, deponovanje, skladištenje i transport opasnih materija i materija koje se ne smeju direktno ili indirektno unositi u vode.

PROBLEMI AKUMULACIJE BARJE

Akumulacija Barje zbog svoje lokacije i okruženosti pretežno šumskim predelom nema značajne zagađivače u I zoni sanitarne zaštite. Obale akumulacije su strme, obrasle šumskim rastinjem pa je pristup akumulaciji otežan zbog čega se na obalama ove akumulacije, posebno u zoni I sanitarne zaštite ne nalaze vikend i ugostiteljski objekti. Pristup akumulaciji otežan je i za ribolovce tako da na obalama ove akumulacije nema uređenih ribolovnih staza i divljih kampova. Pristup

akumulaciji motornim vozilima praktično je nemoguć, osim saobraćajnicom koja vodi do brane i upravne zgrade.

Posetom lokaciji 2023. godine, utvrđeno je da se u I zoni sanitarne zaštite ne uočavaju značajni zagađivači. Na obalama akumulacije uočeno je svega nekoliko improvizovanih „skloništa“ za ribolovce koji su napravljena od drveta. JKP „Vodovod“ Leskovac periodično uklanja ovakve objekte.

Najveći problem akumulacije Barje jeste čvrsti otpad koji rekom Veternicom dolazi do akumulacije. Zaposleni u JKP „Vodovod“ Leskovac prikupljaju ovaj otpad periodičnim akcijama, ali problem nije trajno rešen zbog neuređenog sistema prikupljanja otpada u nekoliko sela koja pripadaju gradu Vranju, a nalaze se u slivnom području akumulacije, na obalama reke Veternice (Slika 20).



Slika 20. Otpad u akumulaciji Barje na ušću Veternice, avgust 2020. godine (foto S. Simić)

Na reci Veternici i njenim bujičnim pritokama projektnim rešenjem za izradu akumulacije planirana je izgradnja 15 predbrana koje imaju funkciju da zaustave prolazak mulja, sedimenta i otpada u akumulaciju Barje. Od planiranih 15 izrađeno je 9 predbrana koje su uglavnom potpuno ispunjenje nataloženim muljem i sedimentom zbog čega dolazi do preliivanja i funkcija ovih predbrana nije ispunjena.

Nakon bujičnih poplava 2020. godine i unosa velike količine organskih materija u akumulaciju, koje su ugrozile kvalitet vode u akumulaciji, JKP „Leskovac“ je 2021. godine u saradnji sa JVP „Srbijavode“ obezbedilo sredstva za čišćenje dve

predbrane na reci Veternici, a 2022. godine i za čišćenje dve predbrane na Crcavačkom potoku (Slika 21).⁸¹



Slika 21. Očišćena predbrana na Crcavačkom potoku, 2022. godina (foto S. Simić)

Obilaskom akumulacije i pritoka 2023. godine utvrdili smo da su očišćene predbrane na reci Veternici opet potpuno zapunjene i da je potrebno ponovno čišćenje ili izgradnja novih predbrana na reci Vetrenici da bi se ovaj problem eliminisao (Slika 22).



Slika 22. Zapunjene predbrane na reci Veternici, avgust 2023. godine (foto M. Simić Savić)

⁸¹<https://jugpress.com/ociscene-jos-dve-predbrane-na-akumulaciji-barje/>

Ekološki monitoring akumulacije Barje

Prema Pravilniku o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda⁸² akumulacija Barje pripada kategoriji „Značajno izmenjena vodna tela - Akumulacije formirane na vodnim telima TIPA 3 i 4“. Agencija za zaštitu životne sredine je u skladu sa Programom nacionalnog monitoringa akumulacija za vodosnabdevanje sproveda ispitivanje akumulacije Barje tokom aprila i avgusta 2013. godine, marta i maja 2014., kao i u aprilu, avgustu i novembru 2018. godine.^{83 84} Biološki elementi kvaliteta koji su analizirani za procenu ekološkog potencijala akumulacije obuhvatali su fitoplankton, fitobentos i makroinvertebrate.

Na osnovu svih bioloških parametara ekološki potencijal akumulacije Barje u 2013. i 2018. godini ocenjen je kao umeren. Za raziku od drugih akumulacija koje su od formiranja imale izražene procese eutrofikacije i pojave cvetanja, akumulacija Barje je dugo bila mezotrofna.⁸⁵ Poslednjih godina akumulacija prelazi iz mezotrofnog u eutrofno stanje, ali je ono bilo praćeno samo sporadičnim, kratkotrajnim i lokalizovanim pojavama povećane brojnosti cijanobakterija, bez pojave cvetanja. Na osnovu rezultata iz 2017. akumulacija je ocenjena kao umereno eutrofna, ali sa malom brojnošću cijanobakterija od 2.096 ćel/m.⁸⁶ Prema preporukama WHO (Tabela 1) ovo su vrednosti koje ukazuju na opasnost umerenog zdravstvenog rizika sa aspekta korišćenja vode za piće, a niskog zdravstvenog rizika za sportske i rekreativne aktivnosti.⁸⁷

U leto 2020. situacija na akumulaciji je bila potpuno drugačija. Akumulacija je bila eutrofna, a na osnovu brojnosti fitoplanktona i procentualnog udela cijanobakterija ocenjeno je da je lošeg ekološkog potencijala (V klase). Duž cele akumulacije (pa i u delu oko brane) bilo je prisutno cvetanje manifestovano zelenim prevlakama na površini vode i promenom boje vode. Identifikacijom materijal ustanovljeno je da je u pitanju vrsta *Aphanizomenon flos-aque*. Najintenzivnije cvetanje je bilo u avgustu 2020. godine (Slika 23). U skladu sa preporukama WHO (Tabela 1) javno komunalno preduzeće "Vodovod Leskovac" je uspostavilo saradnju sa Institutom za javno zdravlje Srbije "Dr Milan Jovanović Batut" i sprovedo dodatne

⁸² Sl. glasnik RS, br. 96/2010

⁸³ Grupa autora, 2019

⁸⁴ Grupa autora, 2014

⁸⁵ Simić, 2004

⁸⁶ Simić i sar. 2018

⁸⁷ Chorus i Bartram, 1999

analize strukture zajednice fitoplanktona, a posebno analize vode s ciljem identifikacije prisustva mikrocistina. Rezultati su pokazali da u vodi nije bio prisutan ovaj toksin.



Slika 23. Cvetanje cijanobakterije *Aphanizomenon flos aque* u akumulaciji Barje, avgust 2020. godine (foto S. Simić)

Cvetanju akumulacije Barje u leto 2020. godine je prethodio period obilnih padavina na ovom području. Bujične padavine su dovele do spiranja zemljišta, uliva otpadnih voda u reku Veternicu i unosa velike količine zagađujućih materija i otpada različitog porekla i strukture u akumulaciju (Slika 20). U tom periodu sve postojeće retencije (mikroakumulacije) iznad pregrada (predbrana) na reci Veternici uzvodno od akumulacije Barje su bile napunjene otpadom i muljem i nisu mogle da vrše funkciju zadržavanja.

Da su prisustvo i porast brojnosti Cyanobacteria u JKP "Vodovod Leskovac" ozbiljno shvatili pokazuje i činjenica da ovo preduzeće, nakon cvetanja cijanobakterija u leto 2020. godine uspostavlja trajnu saradnju sa Prirodno-matematičkim fakultetom iz Kragujevca i Institutom "Dr Milan Jovanović Batut" iz Beograda.

Rezultati istraživanja koje je Prirodno matematički fakultet iz Kragujevca sproveo u leto i jesen 2021. godine, nakon čišćenja mikroakumulacija na Veternici, pokazali su izvesno poboljšanje stanja. Na osnovu abundance fitoplanktona i procentualne zastupljenosti cijanobakterija, Barje je u leto ocenjeno kao akumulacija umerenog ekološkog potencijala (III klase), a u septembru kao akumulacija sa slabim ekološkim potencijalom (IV klase). Brojnost fitoplanktona i

procenat udela cijanobakterija je bila povećana tokom jesenjeg perioda. Najdominantniji takson u ovoj akumulaciji je bio *Dolichospermum planctonicum*. Cijanobakterije roda *Dolichospermum* poseduju potencijalnu toksičnost, budući da su sposobne za proizvodnju mikrocistina, anatoksina, saksitoksina i cilindrospermopsina.⁸⁸

Od 2020. godine JKP "Vodovod Leskovac" u letnjem periodu redovno šalje uzorke vode na analizu radi provere prisustva mikrocistina. Uzorci su uzimaju iz akumulacije sa više tačaka (od brane do ušća Veternice) i sa više dubina.

Na postrojenju za preradu vode "Gorina" funkcioniše laboratorija sa najsavremenijom opremom za potrebe izrade fizičko-hemijskih i mikrobioloških, odnosno bakterioloških analiza vode. U fizičko-hemijskoj laboratoriji se vrše sledeće analize: boja, mutnoća, pH, alkalitet, tvrdoća, potrošnja KMnO₄, ostatak isparenja, elektroprovodljivost, suspendovane materije, rastvoreni kiseonik, amonijak, rezidualni hlor, hloridi, nitriti, nitrati, mangan, Jar test koncentracija ozona.

U okviru fabrike vode takođe postoji i hidrobiološka laboratorija u kojoj se redovno kontrolišu biološki parametri vode u akumulaciji Barje.

⁸⁸ Simić i sar. 2024

AKUMULACIJA BOVAN

Akumulacija Bovan prostire se na teritorijama opština Aleksinac i Sokobanja. Akumulacija je formirana izgradnjom nasute brane, pregrađivanjem toka reke Moravice u Bovanskoj klisuri, uzvodno od naselja Bovan. Bruto zapremina akumulacije na koti maksimalnog uspora od 261,5 mnv iznosi 58,75 h 10 m³, dužina jezera 7-8 km, najveća širina mu je 500 m, a dubina 50 m. Površina akumulacije je 420 ha (Slika 24).⁸⁹



Slika 24. Akumulacija Bovan (foto M. Simić Savić)

Akumulacija Bovan izgrađena je kao višenamenska akumulacija 1979. godine. Osnovna namena jezera je bila zaustavljanje poplavnog talasa i taloženje materijala i mulja koga nanosi reka Moravica radi zaštite i regulacije većih vodotokova, prvenstveno Južne i Velike Morave. S obzirom da akumulacija primarno nije imala funkciju vodosnabdevanja formirana je na medicinski neadekvatan način, okružena poljoprivrednim površinama i naseljima bez regulisanog sistema odvođenja kanizacionih voda. Reka Moravica, od koje akumulacija nastaje, opterećena je stalnim prilivom neprerađenih kanizacionih

⁸⁹ Elaborat o zonama sanitarne zaštite akumulacije Bovan, JP Zavod za urbanizam Niš, 2015

voda iz Sokobanje.⁹⁰ Na mestu akumulacije nekada se nalazilo selo Trubarevac koje je dislocirano, ali tlo nije očišćeno, već je samo prekriveno vodom. Voda je prekrila: kuće, staje, vegetaciju, groblje, nužnike, đubrišta.

Promene osnovne namene akumulacije izvršene su Zakonom o vodama SR Srbije⁹¹, kojim je akumulacija proglašena izvoristem drugog ranga, namenjenim za vodosnabdevanje Aleksinca i opštine Ražanj. Akumulacija "Bovan" je prvi objekat, koji je realizovan po programu uređenja sliva Morave za period od 1966-1985 ("Plava knjiga").

Osim vodosnabdevanja, akumulacija "Bovan" se trenutno koristi za ublažavanje poplavnog talasa, oplemenjivanje malih voda, zadržavanje nanosa, navodnjavanje i energetiku.

Akumulacija je deo regionalnog vodovodnog sistem "Bovan". U okviru Vodoprivredne osnove Republike Srbije ovaj sistem je bio predviđen kao Moravički podsystem u okviru Donje-južnomoravskog regionalnog sistema. Danas služi za snabdevanje vodom grada Aleksinca, a planirano snabdevanje vodom naselja u opštinama Ražanj i Sokobanja još nije realizovano.⁹²

Postrojenje za prečišćavanje vode

Danas se voda se akumulacije Bovan prerađuje u fabrici za proizvodnju vode „Bresje“ u selu Sobotincu koje je izgrađeno 1986. a rekonstrukcija je izvršena 2018. godine.

Pre izgradnje hidrosistema „Bovan“, celokupna potreba za vodom potrošača na teritoriji opštine Aleksinac su podmirivala dva ondašnja gradska vodovoda. Izvorišta vode za grad Aleksinac činila su četiri bunara sa kapacitetom vode od oko 10 l/min. Nije bilo nikakvog prečišćavanja vode, voda je samo hlorisana. Pošto vode nije bilo dovoljno da zadovolji potrebe svih potrošača, a takođe ni kvalitet vode nije bio zadovoljavajući, posle razmatranja opcija, kao jedina mogućnost za vodosnabdevanje dovoljnom količinom vode se pokazala akumulacija „Bovan“.⁹³

Na brani se nalazi zahvatna kula (toranj) sa 8 vodozahvata na različitim nivoima. Armirano – betonskim cevovodom dužine oko 8km, prečnika 800mm, maksimalnog kapaciteta 600 l/sec sirova voda se gravitaciono doprema do

⁹⁰ Savić S, 2002

⁹¹ Sl. glasnik RS, br. 28/88

⁹² Strategija o upravljanju vodama na teritoriji Republike Srbije do 2034. (Sl. glasnik RS, br. 3/2017)

⁹³ Program zaštite životne sredine opštine Aleksinac (<http://www.aleksinac.org/index.php/strategije-razvoja/zastita-zivotne-sredine-2>)

Postrojenja za preradu vode „Bresje“, u selu Subotincu, koje je pušteno u rad 1986. godine. Postrojenje je projektovao Institut za vodoprivredu “Jaroslav Černi” – Beograd 1983. godine, a projekat izvedenog stanja „Jedinstvo – Hidromontaža” - Užice 1986. godine. (Slika 25).

Kvalitet vode u akumulaciji, u vreme puštanja postrojenja u rad, bio je IIa klase, tako da je izabrana klasična tehnologija prerade vode za piće: predhlorisanje; proces bistrenja sa dodavanjem aluminijum-sulfata i polielektrolita (koagulanta i flokulanta) sa taloženjem na lamelarnom taložniku; filtracija na brzim peščanim filtrima i završna dezinfekcija hlorom. Na postrojenju se takođe vrši i proces ozonizacije vode.

Na postrojenju postoje dve zasebne tehnološke linije, svaka sa po 3 pojedinačna modula za preradu vode. Projektovani kapacitet prerade postrojenja je 330 l/sec, a sadašnja iskorišćenost kapaciteta je 50%, odnosno 167,5 l/sec. Nakon prerade čista voda se čuva u dva rezervoara kapaciteta $V = 2 \times 500 \text{ m}^3$ na postrojenju, a odatle se transportuje magistralnim čeličnim cevovodom prečnika 800 mm do glavnog rezervoara „Peto okno“, zapremine 3.250 m³, u Aleksincu. Na samom postrojenju se nalaze i pumpne stanice za prepumpavanje vode do rezervoara „Subotinac“, „Kurilovica“, „Rujevica“, "Logorište", „Grejač“ i "Donji Ljubeš". U sistemu postoje hlorne stanice i merači protoka.



Slika 25. Postrojenje za preradu vode „Bresje“ (foto M. Simić Savić)

JKP „Vodovod i kanalizacija“ Aleksinac održava oko 305 km distributivne vodovodne mreže (magistralna, primarna i sekundarna). Prečnici vodovodnih cevi kreću se do maksimalnih DN800. Preduzeće je od 2008. godine uvelo za korišćenje elektrofizijoni PE polietilenski fitting, kao najsavremeniji i najpouzdaniji materijal za izvođenje vodovodne mreže sa priključcima.

KO UPRAVLJA AKUMULACIJOM BOVAN?

- Na osnovu Zakona o vodama akumulacija Bovan pripada vodama I reda. (Sl. glasnik RS, br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018) Akumulacijama i objektima brane upravlja javno vodoprivredno preduzeće **Srbijavode**.
- **JKP „Vodovod i kanalizacija“ Aleksinac** upravlja akumulacijom u funkciji vodosnabdevanja. Javno komunalno preduzeće eksploatiše vodu iz akumulacije kroz vodovodni sistem do Postrojenja za prečišćavanje voda „Bresje“ odakle je distribuirati korisnicima. Na postrojenju se kao što je već opisano se sprovodi prerada i monitoring vode.
- **Opština Aleksinac** je osnivač javno komunalnog preduzeća koje koristi akumulaciju. Opština ima izrađen Generalni plan vodosnabdevanja opštine kojim se uređuje sistem upravljanja i unapređenja javnog vodovoda u opštini. Opština Aleksinac sporovodi i monitorig kvaliteta voda na akumulaciji i drugim značajnim površinskim vodama na svojoj teritoriji. Opštine Aleksinac i **Sokobanja** nadležne su i za implementaciju i kontrolu mera zaštite akumulacije preko svojih inspekcijjskih službi (komunalne, sanitarne, ekološke, vodne, građevinske). Za sprovođenja mera zaštite unutar zona sanitarne zaštite nadležna su i sledeća ministarstva: Ministarstvo zdravlje, Ministarstva nadležnog za vodoprivredu (Direkcija za vode), Ministarstva nadležnog za zaštitu životne sredine, Ministarstva nadležnog za geologiju i Ministarstva nadležnog za prostorno planiranje i izgradnju
- Akumulacija Bovan pripada ribarskom području „Timok“ ustanovljenom Rešenjem o određivanju ribarskih područja⁹⁴ na ribolovnim vodama vodotoka reka: Beli Timok, Crni Timok, (Veliki) Timok, Južna Morava od

⁹⁴ Sl. glasnik RS, br. 90/2015

mesta Donja Trnava do ušća, Moravica i svih ostalih pritoka navedenih reka i drugih prirodnih ili veštačkih ribolovnih voda koje su u granicama ribarskog područja, osim ribolovnih voda u okviru granica zaštićenih područja. U ribolovne vode spadaju i sve mrtvaje, bare i stara korita u blizini Južne Morave na teritoriji opštine Aleksinac. Ribarsko područje „Timok” koristi se za rekreativni ribolov. Ribarsko područje "Timok" ustupljeno je na korišćenje **Zajednici ribolovaca "Timočka krajina" d.o.o. Zaječar** na period od deset godina, od 1. januara 2017. do 31. decembra 2026. godine, koja je na osnovu člana 17. Zakona o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda (Sl. glasnik RS, br. 128/2014) donela Program upravljanja ribarskim područjem "Timok" (2017 – 2026) koji je izradio Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju. Korisnik ribarskog područja upravlja ribljim fondom, vrši monitoring ribljeg fonda i organizuje ribočuvarsku službu koja kontroliše ribarsko područje.

OPIS TRENUTNOG STANJA NA AKUMULACIJI BOVAN

Namena korišćenja prostora u slivnom području akumulacije Bovan određena je Prostornim plan područja posebne namene sliva akumulacije Bovan ⁹⁵ koji je izradila Republička agencija za prostorno planiranje. PPPN Bovan zahvata delove opština Aleksinac, Sokobanja, Knjaževac i Boljevac. Predmet plana je utvrđivanje uslova za multifunkcionalno korišćenje slivnog područja akumulacije "Bovan" u okvirima održivog razvoja.

U slivnom području akumulacije Bovan nalazi se 28 naselja, od kojih 22 pripadaju opštini Sokobanja, 2 opštini Aleksinac, tri opštini Knjaževac i jedno naselje opštini Boljevac. U okolini akumulacije evidentano je neplansko formiranje naselja. Uz akumulaciju Bovan, pretežno bespravnom izgradnjom, neplanski su formirana vikend naselja (194 objekta u neposrednoj i užoj zoni zaštite). Vikend naselje na „Ozrenskim livadama" (43 objekta), formirano je sa privremenim dozvolama koje su istekle. Vikend naselja uz Sokobanju su formirana planski.

Uz samu akumulaciju prostire se magistralni put R-121 koji je opterećen putničkim i teretnim saobraćajem, pre svega iz rudnika Soko, što predstavlja faktor ugrožavanja akumulacije i životne sredine zbog mogućih havarija.

⁹⁵ Sl. glasnik RS, br. 14/2009

Područje obuhvaćenom ovim prostornim planom područja posebne namene, zbog Sokobanje, Rtnja i Ozrena, pripada turističkoj zoni I stepena, međunarodnog i nacionalnog ranga. Turistička destinacija je i akumulacija „Bovan“. Za vikend turizam planski su formirana vikend naselja uz Sokobanju, a spontano pored i u okolini akumulacije „Bovan“. Iako atraktivno za boravak, naselje na obali jezera predstavlja opasnost za sanitarnu ispravnost vode u jezeru.

Elaboratom o zonama sanitarne zaštite akumulacije Bovan određene su tri sanitarne zone. Prilikom određivanja kriterijuma za definisanje zona sanitarne zaštite uzete su u razmatranje zakonske regulative, ali i zatečeno stanje i tehničke mogućnosti.⁹⁶

I zona sanitarne zaštite definisana je na osnovu 21. člana Pravilnika o načinu određivanja i održavanja zona sanitarne zaštite izvorišta vodosnabdevanja (Sl. glasnik RS, br. 92/2008) prema koti maksimalnog uspora u akumulaciji od 261,50 mnv. Linija koja određuje granicu I zone definisana je koordinatama prelomnih tačaka, posebno obraćajući pažnju na međne linije katastarskih parcela. II zona određena je tako što je linija poligona prve zone translatorno pomerena 500 m u horizontalnoj projekciji ali tako da ne izlazi iz granice sliva akumulacije, u kom slučaju se poklapa sa slivom, tj. sa granicom III zone sanitarne zaštite. III zona sanitarne zaštite definisana je na osnovu topografske karte razmere 1: 50000 kao slivno područje akumulacije.

U **zoni I** ne mogu se graditi ili upotrebljavati objekti i postrojenja, koristiti zemljište ili vršiti druge delatnosti, ako to ugrožava zdravstvenu ispravnost vode na izvorištu, i to:

- Izgradnja ili upotreba objekata i postrojenja, korišćenje zemljišta ili vršenje druge delatnosti iz člana 28. Pravilnika;
- Postavljanje uređaja, skladištenje opreme i obavljanje delatnosti koje nisu u funkciji vodosnabdevanja;
- Kretanje vozila koja su u funkciji vodosnabdevanja van za to pripremljenih saobraćajnica, prilaz vozilima na motorni pogon koja nisu u funkciji vodosnabdevanja, korišćenje plovila na motorni pogon, održavanje sportova na vodi i kupanje ljudi i životinja;
- Napajanje stoke;
- Uzgajanje ribe radi komercijalnog izlovljavanja.

⁹⁶ Elaborat o zonama sanitarne zaštite akumulacije Bovan, JP Zavod za urbanizam NIŠ, 2015

Pristup zoni I dozvoljen je licu zaposlenom u vodovodnom preduzeću. Pravno lice ili preduzetnik koji upravlja vodovodnim sistemom, pristup zoni I može izuzetno, u opravdanim slučajevima, dozvoliti i drugom licu. O posetiocu zone I vodi se evidencija koja sadrži lične podatke posetioca, period i razlog posete.

U **II zoni** sanitarne zaštite zadržavaju se, odnosno eventualno legalizuju postojeći stambeni i ekonomski objekti domaćinstava (sa stalnim prebivalištem), koji su postojali pre izgradnje akumulacije, uz obavezu upravljača vodovodnog sistema da u roku od 12 meseci od donošenja Rešenja o zonama sanitarne zaštite od strane nadležnog Ministarstva zdravlja obezbedi sanitarno bezbedno prikupljanje i prečišćavanje svih otpadnih voda na građevinskoj (katastarskoj) parceli (vodonepropusne septičke jame sa dve ili tri komore, koje će prazniti javno komunalno preduzeće po automatizmu, bez uticaja vlasnika, kao i pod uslovom bezbednog prikupljanja osoke iz štala kako ne bi nekontrolisano isticala u okruženje, odnosno njenim korišćenjem van zone II na sanitarno bezbedan način) u kom slučaju se omogućava i rekonstrukcija ili zamena postojećih stambenih i ekonomskih objekata za sopstvene potrebe domaćinstava novim objektima istih gabarita. Zadržavaju se i ostali postojeći objekti (kuće za odmor, ugostiteljski i drugi objekti) sagrađeni u zoni II nakon formiranja akumulacije: (a) sa urednim dozvolama pod uslovom da imaju obezbeđeno sanitarno bezbedno prikupljanje i prečišćavanje svih otpadnih voda na građevinskoj (katastarskoj) parceli; i (b) pod uslovom da u roku od 12 meseci od donošenja Rešenja o zonama sanitarne zaštite od strane nadležnog Ministarstva zdravlja vlasnici/korisnici tih objekata obezbede sanitarno bezbedno prikupljanje i prečišćavanje svih otpadnih voda na građevinskoj (katastarskoj) parceli i uz obezbeđenje organizovanog prikupljanja i odvoženja otpada.

..."Dozvoljava se uređenje pešačko-izletničkih, biciklističkih i ribolovnih staza i planirano uređenje priobalja akumulacije (za prilaz plažama, revirima za sportski ribolov, otvoreni sportski tereni, odmorišta i vidikovci, ekološki punktovi u funkciji zaštite izvorišta i turističko-rekreativne prezentacije) uz prethodno pribavljanje mišljenja javnog vodoprivrednog preduzeća i vodnih uslova, saglasnosti i dozvole nadležnog organa jedinice lokalne samouprave za sanitarno bezbedno prikupljanje i prečišćavanje otpadnih voda, i uz obezbeđenje organizovanog prikupljanja i odvoženja otpada. Zabranjena je eksploatacija kamena, šljunka, peska i svi drugi rudarski radovi."...

U **zoni III** akumulacije „Bovan“ (površine oko 527,3 km²), uspostavlja se režim kontrolisane izgradnje i korišćenja prostora koji obezbeđuje zaštitu kvaliteta

voda i zdravstvenu ispravnost vode izvorišta. Radi se samo o pojačanim merama sanitacije, a ne o restrikciji koja bi ugrožavala razvoj naselja. U ovoj zoni nije dozvoljeno nekontrolisano deponovanje komunalnog i drugog otpada, lociranje i uređenje deponija čvrstog otpada, deponovanje, skladištenje i transport opasnih materija i materija koje se ne smeju direktno ili indirektno unositi u vode.

PROBLEMI AKUMULACIJE BOVAN

Kao primarni faktori ugrožavanja akumulacije Bovan prepoznate su aktivnosti koje su u suprotnosti sa Prostornim planom područja posebne namene sliva akumulacije Bovan i merama zaštite sanitarnih zona.

Kao najznačajniji faktori ugrožavanja ističu se:

- izraženo napredovanje procesa erozije i zasipavanje akumulacionog prostora;
- neadekvatne namene priobalja akumulacije "Bovan" (vikend naselja, šume, poljoprivredne površine i seosko naselje Trubarevac), locirane u užoj zoni zaštite (Slika 25);
- bespravno izgrađena vikend naselja u užoj zoni zaštite akumulacije, sa tehnički i sanitarno neispravnom dispozicijom otpadnih voda;
- direktno zagađivanje podzemnih i površinskih voda načinom evakuacije otpadnih voda, dovođenje u pitanje kvaliteta vode u akumulaciji i kvaliteta poljoprivrednog zemljišta;
- deonica regionalnog puta Aleksinac - Sokobanja prelazi preko dela akumulacije zalazeći u užu zonu zaštite akumulacije;
- divlje deponije otpadnih materija u priobalju većih vodotokova, deponija Sokobanje na levoj obali Moravice, sa negativnim uticajem na kvalitet voda u vodotokovima.

Najveće naselje u slivu je Sokobanja, koja je i jedino naselje gradskog tipa. Prikupljanje i transport otpadnih voda sa teritorije Sokobanje odvija se opštim tipom kanalizacije. Celokupni kanalizacioni sadržaj se odvodi napostrojenje za prečišćavanje otpadnih voda. Posle tretmana, prečišćene vode se ispuštaju u Moravicu. Postrojenje se vremenom našlo unutar samog naselja a i kapacitet postrojenja je prevaziđen, čime je smanjen efekat prečišćavanja i ugrožen kvalitet vode u reci.

Poseban problem predstavlja veliki broj nelegalno izgrađenih objekata u neposrednoj i užoj zoni zaštite sliva akumulacije, čije se otpadne vode izlivaju direktno u Bovansko jezero, kao i drugi nedozvoljeni antropogeni uticaji u zonama sanitarne zaštite izvorišta vodosnabdevanja (Slika 26).

U seoskim naseljima u slivu akumulacije „Bovan“ nalazi se značajan broj sanitarni neuređenih divljih deponija i jedna opštinska deponija za Sokobanju koja je locirana na samoj obali reke Moravice i predstavlja najdominantniji zagađivač i ekološku pretnju jezeru "Bovan".

Poljoprivredne površine se spuštaju skoro do same obale jezera, a poseban problem predstavlja poljoprivredna delatnost na parcelama koje su eksproprisane prilikom formiranja jezera. Stanovništvo se najviše bavi ratarstvom i voćarstvom, prosečna potrošnja veštačkih đubriva i hemijskih preparata je niska, ali je problematična u neposrednoj blizini jezera. Pored toga, upotreba pesticida i veštačkih đubriva u nedozvoljenim količinama može da dovede do takve degradacije vode da ona više ne može da služi svrsi kojoj je namenjena.

Ribolovne staze raspoređene su u neposrednoj (zoni I) zaštite akumulacije, na svim lokacijama koje imaju direktan pristup akumulaciji. Čest prateći problem formiranja ribolovnih staza je i formiranje divljih kampova i deponija u njihovoj neposrednoj blizini koje direktno utiču na zagađivanje vode akumulacije. Takođe, na ovim lokacijama često je prisustvo motornih vozila koja dolaze do same vode, pa čak i u vodi.



Slika 26. Faktori ugrožavanja akumulacije Bovan (foto M. Simić Savić)

Obilaskom lokacije tokom 2023. godine vidi se da su odredbe iz Prostornog plana područja posebne namene sliva akumulacije Bovan samo delimično ispoštovane. Oko akumulacije postavljene su table sa obaveštenjem da je akumulacija za vodosnabdevanje i da je pristup I zoni sanitarne zaštite zabranjen. Uprkos tome, na obali se nalazi veliki broj uređenih izletišta, plaža i ribolovnih punktova. Akumulacija Bovan koristi se kao kupalište sa uređenom plažom na kojoj je moguće iznajmljivanje čamaca i pedalina. Na lokacijama koje okupljaju veći broj ribolovaca formirani su kampovi koji nemaju uređeno prikupljanje komunalnih i otpadnih voda. Lokacija oko brane i vodozahvata ograđena je žicom i toj lokaciji nije moguće prići. U neposrednoj blizi vodozahvata nema objekata, kupališta i poljoprivrednih površina.

Prema Pravilniku o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda⁹⁷ akumulacija Bovan pripada kategoriji „Značajno izmenjena vodna tela - Akumulacije formirane na vodnim telima TIPA 3 i 4“. U okviru Programa nacionalnog monitoringa akumulacija za vodosnabdevanje, Agencija za zaštitu životne sredine je tokom juna, jula, septembra, oktobra i novembra 2014. godine vršila ispitivanje akumulacije

⁹⁷ Sl. glasnik RS, br. 96/2010

Bovan.^{98 99} Kao ključni indikatori ekološkog potencijala, analizirani su biološki elementi kvaliteta: fitoplankton, fitobentos i makroinvertebrati.

Iz izveštaja Agencije za zaštitu životne sredine zaključuje se da brojnost fitoplanktona u ovoj akumulaciji nije prelazila vrednost od 28 914 ćel/mL, odnosno brojnost cijanobakterija od 14 159 ćel/mL, što je prema preporukama Svetske zdravstvene organizacije, za prisustvo cijanobakterija u vodi za vodosnabdevanje, opasnost srednjeg zdravstvenog rizika sa aspekta korišćenja vode za piće, a niskog zdravstvenog rizika sa aspekta sporta i rekreacije.¹⁰⁰ Tokom istraživanja Agencije za zaštitu životne sredine, ukupan ekološki potencijal akumulacije Bovan u 2014. godini ocenjen je kao umeren, što pre svega predstavlja posledicu dugogodišnjeg negativnog antropogenog uticaja i narušavanja prirodnih procesa koji u ovoj akumulaciji vladaju.

Kao što je više puta napomenuto, poslednjim decenijama, globalno i u našem okruženju, primećen je porast pojave cvetanja cijanobakterija u akumulacijama i jezerima, kao rezultat klimatskih promena i negativnih antropogenih uticaja. Međutim, akumulacija Bovan izdvaja se iz ove situacije, jer do sada nije bilo zabeleženih slučajeva cvetanja cijanobakterija. Tokom istraživanja sprovedenog 2019. godine, ustanovljeno je prisustvo tri potencijalno toksične vrste cijanobakterija u ovoj akumulaciji: *Pseudanabaena catenata*, *Cylindrospermum stagnale* i *Aphanocapsa holsatica*.¹⁰¹ Brojnost vrste *A. holsatica* iznosila je 51 520 000 ćel/L na dubini od 20 m, u kupališnoj zoni, čime je ispunjavala uslov za indukciju cvetanja vode, za šta je potrebno 10 000 ćel/mL.¹⁰² Do cvetanja ipak nije došlo. Obzirom da se vrste roda *Aphanocapsa* potencijalno smatraju štetnim, preporuka Svetske zdravstvene organizacije je da se *A. holsatica* pažljivo prati u budućnosti.¹⁰³ ¹⁰⁴ Vrsta *C. stagnale* poznato je da proizvodi neosaksitoksin, dekarbamoilsaksitoksin i saksitoksin, dok je vrsta *P. catenata* poznata po proizvodnji mikrocistina.

Ove tri cijanobakterije po prvi put su u Bovanskoj akumulaciji zabeležene nakon velikih poplava u centralnoj Srbiji u leto 2014. godine.¹⁰⁵

Od formiranja akumulacije Bovan, do sada, monitoring se na dnevnom nivou sprovodi od strane JKP "Vodovod i kanalizacija" Aleksinac . Pored JKP "Vodovod i

⁹⁸ Čađo i sar. 2020

⁹⁹ Grupa autora, 2015

¹⁰⁰ Chorus i Bartram, 1999

¹⁰¹ Zlatković i sar. 2022

¹⁰² Falconer, 1998

¹⁰³ Magalhães i sar. 2019

¹⁰⁴ Amorim i sar. 2020

¹⁰⁵ Zlatković i sar. 2022

kanalizacija" Aleksinac i Agencije za zaštitu životne sredine, Institut za javno zdravlje Niš periodično vrši kontrolu akumulacione vode na osnovu uzoraka koje prikupljaju aktivisti Sokobanjskog Ekološkog društva.

Kvalitet vode se u toku tehnološkog procesa prerade prati na svaka 2 časa u laboratorijama na postrojenju "Bresje". Za ove potrebe na postrojenju postoje hemijska i mikrobiološka laboratorija, sa adekvatnim stručnim osobljem: diplomiranim hemičarem, biologom i laboratorijskim tehničarima. U pomenutim laboratorijama se rade i analize vode iz mreže, i one su interne, dok se eksterne analize vode rade od strane "Instituta za javno zdravlje" Niš u skladu sa važećim "Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće".

AKUMULACIJA VRUTCI

Akumulacija Vrutci (Slika 27) nalazi se u Zapadnoj Srbiji, u blizini Užica, na području sela Vrutci. Nastala je pregrađivanjem reke Đetinje 1984. godine, na oko 700 m nadmorske visine. Samo akumulaciono jezero dugo je oko 8 km, dok njegova površina iznosi 1.92 km², a zapremina 54 miliona m³. Maksimalna dubina akumulacije je oko 55 m, a srednja dubina oko 20 m. Betonska lučna brana visine je 77 m, a dužine 241 m, kupolastog tipa. Preko nje i prelivnog dela, izgrađen je most za drumski saobraćaj.

Akumulacija Vrutci ima višestruku namenu: vodosnabdevanje Užica i okoline, zaštita od poplava, zadržavanje nanosa, oplemenjivanje malih voda. Koristi se takođe i u rekreativne svrhe kao što su kupanje, rekreacija i sportski ribolov, a jedno vreme je korišćena i za proizvodnju električne energije.



Slika 27. Akumulacija Vrutci (foto M. Simić Savić)

Kako navodi Javno komunalno preduzeće „Vodovod“ Užice¹⁰⁶, **prvi savremeni vodovod ovaj grad je dobio davne 1938. godine.** Kao izvor vode vodovoda kaptirano je Živkovića vrelo koje se nalazi u Vrelima, a naselje je tada brojalo oko 7500 stanovnika. Do 70ih godina izvor se proširivalo, međutim Užice je naraslo

¹⁰⁶ Istorijat JKP „Vodovod“ Užice <https://www.vodovod-ue.co.rs/o-nama/istorijat> pristupljeno 16. Januara 2023. Godine

do čak 40.000 stanovnika, a samo polovina je imala uređeno vodosnabdevanje. Da bi se za duži vremenski period rešilo pitanje vodosnabdevanja stanovnika i industrije vodom, kao najkvalitetniji i najpouzdaniji izvor vodosnabdevanja prihvaćene su vode reke Đetinje, a što je bilo usaglašeno sa Vodoprivrednom osnovom Morave kao i Zakonom o istraživanju i zaštiti izvorišta vodosnabdevanja kao i Osnovom dugoročnog snabdevanja vodom stanovništva i industrije vodom na teritoriji Republike Srbije bez teritorije autonomnih pokrajna, donetih u Skupštini SR Srbije 1977. godine.

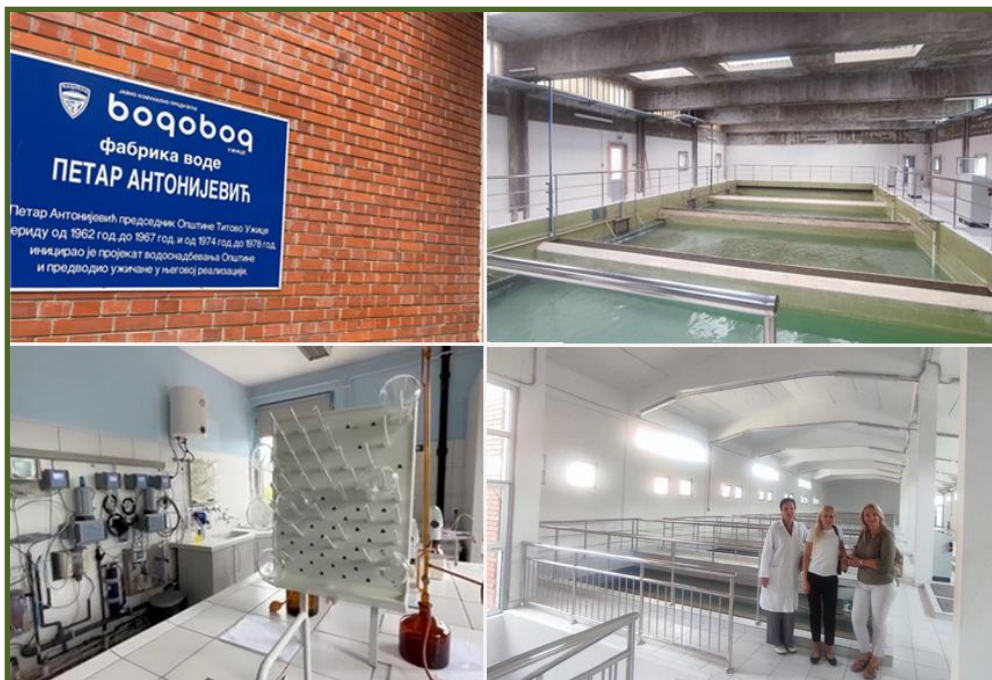
Brana Vrutci i akumulacija završene su nakon petnaest godina gradnje, i otvorene su velikom svečanošću 1986. godine. Brana je na ulazu u klisuru reke Đetinje, 12 km uzvodno od Užica. U nju je ukupno ugrađeno 83.200 metara kubnih betona, a zapremina vodoakumulacije iznosi 54 miliona metara kubnih vode. Prilikom izgradnje akumulacionog sistema "Vrutci" potopljena je površina od 221 ha zemljišta u selima Vrutci i Bioska, i iseljeno je 45 domaćinstava.

Brana i akumulacija predstavljaju **vodne objekte**, a **objekte vodovodnog sistema** „Užice“ čine cevovod sirove vode, postrojenje za preradu vode i objekti distributivnog sistema (rezervoari, pumpne stanice, cevovodi pijaće vode).

Postrojenje za preradu vode

Postrojenje za preradu vode „Petar Antonijević“ koja dolazi sa jezera nalazi se na Cerovića brdu kod ulaza u Užice, i voda tek nakon tretmana ide dalje potrošačima. Kapacitet postrojenja je 400 l vode u sekundi, sa mogućnošću proširenja do 800 litara.

Da bi se zadovoljile potrebe celokupnog stanovništva i privrede, izgrađen je veoma složen distributivni sistem što užički vodovod svrstava među veoma specifične i složene sisteme vodosnabdevanja. Konfiguracija terena i širenje grada po okolnim brdima uslovili su izgradnju brojnih rezervoara, pumpnih stanica, hidro stanica i razgranate mreže cevovoda.



Slika 28. Poseta udruženja Ekomar postrojenju za preradu vode „Petar Antonijević“ na Cerovića brdu (JKP Vodovod Užice) (foto M. Simić Savić)

KO UPRAVLJA AKUMULACIJOM VRUTCI?

- Na osnovu Zakona o vodama akumulacija Vrutci pripada vodama I reda (Sl. glasnik RS, br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018). Akumulacijama i objektima brane upravlja javno vodoprivredno preduzeće **Srbijavode**.
- **JKP „Vodovod“ Užice** upravlja akumulacijom u funkciji vodosnabdevanja. Javno komunalno preduzeće eksploatiše vodu iz akumulacije kroz vodovodni sistem do Fabrike vode na Cerovića brdu odakle je distribuirana korisnicima. Na postrojenju se sprovodi prerada i monitoring vode.
- **Grad Užice** je osnivač javno komunalnog preduzeća koje koristi akumulaciju. **Grad** je nadležan i za implementaciju i kontrolu mera zaštite akumulacije preko svojih inspeksijskih službi (komunalne, sanitarne, ekološke, vodne, građevinske). Za sprovođenja mera zaštite unutar zona sanitarne zaštite nadležna su i sledeća ministarstva: Ministarstvo zdravlje, Ministarstva nadležna za vodosnabdevanje (Direkcija za vode), Ministarstvo nadležno za vodoprivredu (Direkcija za vode), Ministarstvo nadležno za

zaštitu životne sredine, Ministarstvo nadležno za geologiju i Ministarstvo nadležno za prostorno planiranje i izgradnju.

- Akumulacija Vrutci pripada ribarskom području „Zapadna Morava” po Rešenju o određivanju ribarskih područja ¹⁰⁷⁾ Ribarsko područje „Zapadna Morava”¹⁰⁸⁾ ustupljeno je na korišćenje **preduzeću "BalkanEco tim" d.o.o. iz Prijepolja** na period od deset godina, od 1. januara 2017. do 31. decembra 2026. godine. Ovo preduzeće je osnovu člana 17. Zakona o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda¹⁰⁸⁾ donelo Program upravljanja ribarskim područjem „Zapadna Morava” (2017 – 2026) koji je izradio Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno–matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju. Ribarsko područje „Zapadna Morava” koristi se za rekreativni ribolov. Korisnik ribarskog područja upravlja ribljim fondom, vrši monitoring ribljeg fonda i organizuje ribočuvarsku službu koja kontroliše ribarsko područje.

OPIS TRENUTNOG STANJA NA AKUMULACIJI VRUTCI

Vlada Republike Srbije donela je 23. novembra 2018. godine Uredbu o utvrđivanju Prostornog plana područja posebne namene sliva akumulacije „Vrutci”. Prema podacima Popisa iz 2011. godine, u jedanaest statističkih naselja koja se nalaze na području Prostornog plana, živelo je 4247 stanovnika. U obuhvatu sliva nalaze se delovi devet statističkih naselja u kojima je ukupno živelo 3298 stanovnika. Prostornim planom područja posebne namene sliva akumulacije „Vrutci” jasno je definisana namena mere sanitarne zaštite u okviru njega. Elaborat o zonama sanitarne zaštite akumulacije „Vrutci” je 2014. godine uradio Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi”.

U zoni I akumulacije „Vrutci” (površine 271,54 ha), uspostavlja se režim strogog sanitarnog nadzora sa zabranom izgradnje objekata i postrojenja koji nisu u funkciji vodoprivrede, čuvanja i održavanja objekata brane i akumulacije. Zabranjuje se odlaganje svih vrsta otpada u ovoj zoni sanitarne zaštite akumulacije, kavezni uzgoj ribe, prilaz motornim vozilima, napajanje stoke i korišćenje stajskih i mineralnih đubriva i hemijskih sredstava za zaštitu bilja.

¹⁰⁷⁾ Rešenje o određivanju ribarskih područja (Sl. glasnik RS, br. 90/2015)

¹⁰⁸⁾ Zakon o održivom korišćenju ribljeg fonda (Sl. glasnik RS", br. 128/2014 i 95/2018 - dr. zakon)

Na prostoru zone II akumulacije „Vrutci” (površine 848,46 ha), uspostavlja se režim kontrolisanog korišćenja prostora i stalnog sanitarnog nadzora sa zabranom izgradnje objekata koji ugrožavaju zdravstvenu ispravnost vode na izvoristu.

Zadržavaju se postojeći stambeni, ekonomski i pomoćni objekti domaćinstava, kao i kuće za odmor, ugostiteljski i drugi objekti, uz obavezu upravljača vodovodnog sistema (javno vodoprivredno preduzeće) da u saradnji sa javnim komunalnim preduzećem, u roku od 12 meseci od donošenja Prostornog plana obezbedi sanitarno bezbedno prikupljanje i prečišćavanje svih otpadnih voda na građevinskoj, odnosno katastarskoj parceli do nivoa za nesmetano ispuštanje u recipijent (najbližu jarugu ili vodotok) ili podzemnu sredinu, i to:

- priključenjem na lokalne javne kanalizacione sisteme koji moraju biti izgrađeni po propisanim standardima, preporukama i najbolje dostupnim tehnologijama;

- ili priključenjem na vodonepropusne septičke jame (dvokomorne, trokomorne) sa naknadnim drenažnim poljem i/ili upojnim bunarom, odnosno kompaktne (integrisane) uređaje „paketnog tipa” u kome se vrši objedinjeni tretman otpadne vode na principu mehaničkog i biološkog prečišćavanja; ovi individualni objekti ne mogu se graditi na udaljenosti manjoj od 10 m od granice zone I akumulacije, niti na udaljenosti manjoj od 10 m od korita vodotoka; sve postojeće septičke jame koje tehnički ne zadovoljavaju uslov vodonepropusnosti, moraju se sanirati u skladu sa odgovarajućim propisima za izgradnju ovakvog tipa uređaja.

Obavezna je izgradnja propisnih, sanitarno bezbednih objekata za sakupljanje i skladištenje čvrstog i tečnog stajnjaka u roku od najkasnije dve godine od donošenja Prostornog plana.

Isključivo nakon obezbeđenja prethodnih uslova dozvoljava se rekonstrukcija, sanacija, adaptacija i tehničko održavanje postojećih objekata.

Gradnja novih stambenih, ekonomskih i pomoćnih objekata dozvoljena je isključivo u sklopu domaćinstava, na osnovu pravila uređenja i građenja iz Prostornog plana grad Užica isključivo nakon obezbeđenja sanitarno bezbednog odvođenja, prikupljanja i prečišćavanja svih otpadnih voda na način definisan u stavu II. Troškove sanitacije novih objekata snosi investitor objekta.

U zoni III akumulacije „Vrutci“ (površine 11782,45 ha), uspostavlja se režim kontrolisane izgradnje i korišćenja prostora, koji obezbeđuje zaštitu kvaliteta voda i zdravstvenu ispravnost vode izvorišta. U ovoj zoni se primenjuju pojačane mere sanitacije, ali ne i restrikcija koja bi ugrožavala razvoj naselja. Dozvoljena je izgradnja stambenih, ekonomskih, ugostiteljskih, komercijalnih i turističkih objekata.

PROBLEMI AKUMULACIJE VRUTCI

Akumulaciono jezero i brana od prvog dana funkcionišu uz veliki broj nepravilnosti. Ono što se može pronaći u dostupnim dokumentima, ali i što nadležni priznaju, jeste da **brana i akumulacija nikada nisu dobili upotrebnu i vodnu dozvolu.**

Naime kako Elaborat o zonama sanitarne zaštite navodi, od administrativnih akata za ove objekte postoje:

- Odobrenje za izgradnju brane i akumulacije „Vrutci“, izdato od strane Sekretarijata za komunalno-stambene poslove i urbanizam Opštine Titovo Užice, br. 07-351-87/78 iz 1978. godine;
- Saglasnost na tehničku dokumentaciju za branu i akumulaciju „Vrutci“, izdata od strane Republičkog sekretarijata za vodoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu, Uprave za vodoprivredu, br. 325-204/77-07 iz 1977. godine;

Obzirom da Komisija za tehnički pregled radova i objekata brane i akumulacije „Vrutci“ (formirana 1983. godine) nikada nije napravila završni izveštaj i konstatovala da su radovi završeni i donela zaključak da se može izdati upotrebna i vodna dozvola, **brana je praktično još uvek u statusu probnog rada.**¹⁰⁹

Takođe, do izrade elaborata o zonama sanitarne zaštite iz 2014. godine, praktično **nisu sprovedene mere zaštite vodoizvorišta**, pre toga projektovane 1980. godine. Nakon velike katastrofe iz 2013. godine, JKP preduzeće „Vodovod“ Užice naručuje od instituta za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ izradu elaborata, čiji je cilj bila analiza postojećeg stanja i definisanje granica zona sanitarne zaštite. **Danas su zone sanitarne zaštite određene Prostornim planom područja posebne namene sliva akumulacije „Vrutci“ koji je utvrđen uredbom Vlade Republike Srbije tek 2018. godine.**

¹⁰⁹ Elaborat o zonama sanitarne zaštite akumulacije „Vrutci“, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, 2014. godine

Međutim, ovaj plan još uvek nije sproveden u delo. Kako Libergraf navodi u svojim istraživanjima, oko jezera i dalje **postoji veliki broj nelegalnih objekata**. U periodu od 2014. do kraja 2021. godine, na području katastarske opštine Vrutci uklonjeno je samo 65, a sa područja Bioske 49 nelegalno izgrađenih objekata.¹¹⁰ Veliki problem je i neuređen sistem upravljanja otpadom u okvirima zona sanitarne zaštite.¹¹¹ Najvažniji problemi za primenu ovog prostornog plana povezani su sa otpadnim vodama.

Čitav sliv reke Đetinje, od velikog značaja, i pored iniciranog formalnog procesa zaštite, ugrožen je **nepostojanjem prečišćavanja otpadnih voda**. U Izveštaju o stanju životne sredine u gradu Užicu za 2020. godinu, utvrđeno je da samo reka Derвента pre uliva u Đetinju, kod mosta u Potočanju, ima dobar ekološki status i ubraja se u vodotoke druge klase, dok reka Lužnica, kod mosta u Lunovom Selu, ima umeren ekološki status i spada u vodotoke treće klase. Volujčki potok i reke Petnica, Krivaja i Sušica su vodotokovi slabog ekološkog statusa (četvrta klasa) a potoci Gumbor, Duboki, Carinski i Turski su peta klasa ili vodotoci lošeg ekološkog statusa.¹¹²

Zaštita voda od zagađivanja je najlošije uređena oblast u sektoru voda u celoj zemlji. Stepen izgrađenosti kanizacionih sistema, a posebno postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda, je veoma nizak. Rešavanje problema tretmana otpadnih voda u ovom području najavljuje se planiranom izgradnjom regionalnog postrojenja koje bi bilo zajedničko za Užice, Požegu i Arilje. **Predviđeno je da postrojenje bude smešteno u Požegi, a njegova cena se procenjuje na 70 miliona evra.** Rani javni uvid za projekat završen je u septembru 2022. a proglašen je za prioritetni planski dokument za donošenje.¹¹³ Odabrana tehnologija, način finansiranja i nedostatak transparentnosti i učešća javnosti koji prate razvoj regionalnih projekata za prečišćavanje otpadnih voda u Srbiji izazivaju veliku zabrinutost, pa ni ovaj nije izuzetak. Međutim, ako se ne reše problemi divljih izliva, mešanje kišne i fekalne kanalizacije, nedostajućih kolektora, ovo postrojenje neće imati mnogo efekta na kvalitet vode.

¹¹⁰ <https://libergraf.rs/2022/01/24/oko-jezera-vruci-cveta-nelegalna-gradnja-objekte-niko-ne-uklanja/#more-352> pristupljeno 14.02.2023.

¹¹¹ I pored zakonskih obaveza, nadležni u Užicu ne rade na sanitarnoj zaštiti jezera Vrutci <https://libergraf.rs/2022/01/24/i-pored-zakonskih-obaveza-nadlezni-u-uzicu-ne-rade-na-sanitarnoj-zastiti-jezera-vrutci/> pristupljeno 14.02.2023.

¹¹² Izveštaj o stanju životne sredine Grada Užica za 2022. godinu <https://uzice.rs/wp-content/uploads/2021/03/Izvestaj-o-stanju-zivotne-sredine-u-Gradu-Uzicu-za-2020.god..docx> pristupljeno 22. januara 2023. godine

¹¹³ Prostorni plan područja posebne namene za realizaciju projekta regionalnog prečišćavanja otpadnih voda na teritoriji jedinica lokalnih samouprava Požega, Užice i Arilje <https://arilje.org.rs/upload/preuzimanje/ostalo/2022-RJU-PPPN-kolektor/RJU%20PPPN%20kolektor.pdf>

U okolini same akumulacije, postoji **nekoliko naselja čije otpadne vode direktno utiču na zone zaštite vodoizvorišta**. Popisom stanovništva 2011. godine utvrđeno je da u tri katastarske opštine na slivu jezera: Vrutci, Bioska i Kremna, odnosno 7 naselja: Vrutci, Keserovina, Pear, Bioska, Kremna, Raduša, Vitasi i Strmac, ukupno ima oko 2.800 stanovnika u 1.169 gazdinstava. Po kategoriji naselja Kremna je centar zajednice naselja, Bioska razvijeno selo sa pojedinim funkcijama, a preostala naselja se vode kao primarna seoska naselja. Na području je relativno **razvijeno individualno stočarstvo**, gde se prvenstveno gaje ovce i živina, a u manjoj meri krupna stoka. Popisom poljoprivrede registrovano je da od 1.169 gazdinstava stoku poseduje 897 gazdinstava. Naselja su razbijenog tipa sa velikim brojem razuđenih zaseoka. Ukupno na slivu je utvrđeno oko 6.000 objekata pod krovom (domaćinstava, pomoćnih objekata, vikendica). Kanalizacioni sistem za prikupljanje komunalnih otpadnih voda danas ima samo centralni deo naselja Kremna. To je skromno izvedena kanalizacija dužine oko 800 m, koja se završava u septičkoj jami iz koje se voda već duže vreme izliva na površinu terena. U projekciji planirano je da organizovane kanalizacione sisteme sa PPOV imaju naselja: Kremna, Bioska, Vitasi i Pear (centri naselja). Naselja Vrutci, Keserovina, Raduša i Strmac rešavaće svoje otpadne vode individualno. Za naselja koja gravitiraju akumulaciji „Vrutci“ kao regionalnom izvoristu vodosnabdevanja predloženo je terciarno prečišćavanje, odnosno uklanjanje azota i fosfora.¹¹⁴ Međutim, ono što je evidentno je da je i nakon nekoliko godina od usvajanja Prostornog plana područja posebne namene sliva akumulacije „Vrutci“, nije mnogo urađeno da se otpadne vode ovih naselja saniraju, a da se obezbedi bezbedno gajenje stoke i poljoprivredna aktivnost.

Specifičnost ove akumulacije je i postojanje male pribranske hidroelektrane nizvodno od akumulacije koja je izgrađena 2008., a 2010. godine dobila upotrebnu dozvolu. Mini hidroelektrane imaju značajan uticaj na stanje voda, i ako se grade bez kvalitetnih studija procene uticaja na životnu sredinu, i upotrebljavaju bez redovnih merenja proticaja, mogu biti pogubne i za živi svet koji živi u vodi kao i ljude koji odvođe žive. Značajan uticaj koji hidrocentrale imaju na vodno telo iz kojeg dobijaju vodu, a time posredno i na okolne ekosisteme, zasniva se na odnosu količine vode koja se koristi za rad turbina i količine vode kojom raspolaže vodno telo.

Važno je da se naglasi da **realizacija ovog projekta projekta mini hidroelektrane nije u skladu sa planiranom namenom akumulacije**. Njen rad je dozvoljen pod uslovom da koristi samo viškove vode i količine propisane za

¹¹⁴ Elaborat o zonama sanitarne zaštite akumulacije „Vrutci“, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, 2014. godine

ispuštanje iz akumulacije u Đetinju kao garantovani minimum, te da je njen rad uslovljen očuvanjem propisanog režima akumulacije, prioriternim očuvanjem dovoljnih količina voda za vodosnabdevanje i garantovani proticaj, kao i odgovarajućeg temperaturnog režima reke.

Elaboratom utvrđeno zahvatanje iz akumulacije u periodu 2011 - 2013 za vodosnabdevanje i obezbeđenje nizvodno minimalno održivog protoka u reci (u skladu sa planiranom namenom) i rad minihidroelektrane nizvodno od brane (što nije u skladu sa planiranom namenom) je bilo prosečno oko 1.000 l/s. Prema prosečnim proticajima, za rad MHE korišćeno je minimalno 800 l/s. dok se za potrebe vodosnabdevanja Užica iz akumulacije se zahvatalo prosečno godišnje 250-330 l/s, odnosno prosečno mesečno 200-380 l/s (uglavnom u intervalu 230-320 l/s.

Ono što dodatno zabrinjava, su neke naznake o gradnji još jedne MHE, što je Libergraf istraživao tokom 2021 godine.¹¹⁵ Ovakvi projekti bi samo dalje ugrozili osnovnu namenu akumulacije i dalje degradirali kvalitet vode.

EKOLOŠKI MONITORING AKUMULACIJE VRUTCI

Prema Pravilniku o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda¹¹⁶ akumulacija Vrutci pripada kategoriji „Značajno izmenjena vodna tela - Akumulacije formirane na vodnim telima TIPA 3 i 4“. U skladu sa Programom nacionalnog monitoringa akumulacija koje se koriste za vodosnabdevanje stanovništva, Agencija za zaštitu životne sredine je tokom maja, avgusta i novembra 2012. godine i tokom aprila, avgusta i novembra 2018. godine vršila ispitivanje akumulacije Vrutci.^{117 118}
¹¹⁹ Biološki elementi kvaliteta koji su korišćeni za procenu ekološkog potencijala akumulacija su: fitoplankton, fitobentos i makroinvertebrati.

Na osnovu Izveštaja Agencije za zaštitu životne sredine za 2012. godinu voda akumulacije Vrutci bila je umerenog ekološkog potencijala. Brojnost fitoplanktona iznosila je nešto malo iznad 7 000 ćel/mL, sa malim procentualnim udelom cijanobakterija.¹²⁰

¹¹⁵ Slučaj MHE Vrutci <https://libergraf.rs/2021/04/15/slucaj-02-mhe-vrutci/> pristupljeno 14.02.2023.

¹¹⁶ Sl. glasnik RS, br. 96/2010

¹¹⁷ Čađo i sar. 2020

¹¹⁸ Grupa autora, 2014

¹¹⁹ Grupa autora, 2019

¹²⁰ Denić i sar. 2014

U decembru mesecu 2013. godine, po prvi put je zabeležena pojava cvetanja vode u vidu crvenih prevlaka i mrlja, izazvana cijanobakterijskom vrstom *Plankthotrix rubescens* (Slika 29). Evidentirane su purpurno-crvene skrame kako po površini vode, tako i duž obale akumulacije Vrutci. Odmah nakon toga, tačnije 26. decembra 2013. godine, sanitarna inspekcija Republike Srbije proglasila je zabranu upotrebe vode za piće i pripremanje hrane. Urađene su i dodatne analize koncentracije toksina. Rezultati analize koncentracije mikrocistina LR (MC-LR) u vodi distributivne mreže, sprovedene od strane Nemačke Federalne agencije za zaštitu životne sredine, ukazali su na vrednosti ispod granične vrednosti propisane od strane Svetske zdravstvene organizacije (SZO) ($1 \mu\text{g/l}$).¹²¹ Ipak, budući da postrojenje za preradu vode nije posedovalo unapređenu tehnologiju prečišćavanja koja bi bila sposobna da eliminiše potencijalno prisustvo cijanotoksina, u januaru 2014. godine proglašena je vanredna situacija na teritoriji opštine Užice. Brojnost cijanobakterije *P. rubescens* iznosila je preko 90 000 ćel/mL, da bi u martu 2014. godine brojnost dostigla vrednost preko 100 000 ćel/mL, što je prema preporukama Svetske zdravstvene organizacije, za prisustvo cijanobakterija u vodi za vodosnabdevanje, opasnost visokog rizika po zdravlje stanovništva.¹²²



Slika 29. Cvetanje cijanobakterije *Plankthotrix rubescens* u akumulaciji Vrutci, decembar 2013. godine (foto S. Simić)

¹²¹ Meriluoto i sar. 2017

¹²² Chorus i Bartram, 1999

Snabdevanje vodom za piće putem cisterni trajalo je 42 dana (Slika 30), sve do momenta kada je alternativno izvoriste sa Sušičkog vrela stavljeno u funkciju. Tokom istraživanja u akumulaciji Vrutci, koja su obuhvatila period od decembra 2013. do decembra 2015. godine, *P. rubescens* je dominirao fitoplanktonom, manifestujući se u redovnim cvetanjima tokom sezona.^{123 124}



Slika 30. Snabdevanje vodom za piće putem cisterni, Užice januar 2014. godine

Cvetanje vrste *P. rubescens* je bilo prisutno i narednih godina. Na osnovu rezultata istraživanja Agencije za zaštitu životne sredine 2018. godine, ekološki potencijal akumulacije Vrutci ocenjen je kao loš, dok je brojnost cijanobakterije *P. rubescens* iznosila je preko 500 000 čel/mL. Jezera u kojima dominiraju alge roda *Planktothrix* imaju značajno veće koncentracije mikrocistina po jedinici cijanobakterijske biomase od jezera u kojima dominiraju druge vrste cijanobakterija.¹²⁵ Stoga, pored praćenja dinamike cijanobakterija, Agencija za zaštitu životne sredine pratila je i dinamiku mikrocistina u akumulaciji Vrutci 2018. godine.¹²⁶ Utvrđeno je prisustvo tri vrste mikrocistina: MC-LR, MC-RR i MC-YR. Najtoksičnija forma je mikrocistin-LR. Utvrđene su veoma visoke koncentracije ukupnih mikrocistina u aprilu 2018. godine. U površinskim slojevima vode, sa najvećom vrednosti na 4 m dubine (10.9 µg/L). Ovaj trend se nastavlja i u avgustu 2018., ali se vrsta povlači u metalimnion; koncentracije ukupnog mikrocistina niže su nego u aprilu, ali su opet veoma povišene (2,58 µg/L). Najveća koncentracija

¹²³ Ponjavić Blagojević, 2021

¹²⁴ Simić i sar. 2024

¹²⁵ Briand i sar. 2002

¹²⁶ Čađo i sar. 2020

utvrđena je za MC-RR. U novembru 2018. godine koncentracije sve tri forme mikrocistina su ispod granice kvantifikacije ($<0,1 \mu\text{g/L}$).

U 2019. godini, stavljanjem u funkciju rekonstruisane Fabrike vode u Užicu (Slika 31), stvoreni su optimalni uslovi za korišćenje akumulacionog jezera Vrutci u svrhu vodosnabdevanja.

Osim analiza koje sprovodi Agencija za zaštitu životne sredine, JKP "Vodovod" Užice sprovodi monitoring na dnevnom nivou (vrši se biološki i fizičko-hemijski monitoring sirove i gradske vode).

Kvalitet vode proverava i ocenjuje u svojim izveštajima i **Institut za javno zdravlje Užice**. Institut vrši proveru mikrobioloških i fizičko-hemijskih parametara kvaliteta.

Akumulacija Vrutci je i ribolovna voda. Pripada ribolovnom području „Zapadna Morava“ čiji je korisnik „Balkan eco team“ d.o.o. iz Prijepolja. Prema Zakonu o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda (Sl. glasnik RS, br. 128/14 i 95/18 i dr. zakon) u obavezi je da ima Program upravljanja ribarskim područjem za period od 10 godina. U okviru tih deset godina, na tri godine radi se Programom planirani monitoring stanja ribljeg fonda.

Iako se posle 2013. godine u rešavanje problema cvetanja akumulacije Vrutci, u objašnjenje uzroka uključio veliki broj relevantnih institucija, kako na lokalnom i nacionalnom nivou, cvetanje vrste *P. rubescens* u Vrutcima nije potpuno razjašnjeno. Pojava cvetanja ove vrste, sa manjim ili većim intenzitetom je bila prisutna poslednjih 10 godina (uključujući i 2023. godinu). Stručnjaci Instituta "Jaroslav Černi" navode da je glavni krivac za ovakvo stanje akumulacije njena starost. Ova akumulacija koristi se za vodosnabdevanje preko 30 godina, a isto toliko traje i neodgovoran odnos prema njenoj zaštiti. Sanitarna zaštita akumulacije nije adekvatno sprovedena. Godinama nije bilo dovoljno aktivnosti usmerenih na zaštitu akumulacije od erozije. Kada je brana akumulacije građena, četinarske šume sadene su uporedo. Međutim, kasnije se o šumskim ekosistemima nije vodilo računa, što je uticalo na to da erozija značajno utiče na kvalitet vode akumulacije. Dodatno, s početka druge decenije ovog veka, u podnožju brane Vrutci izgrađena je i privatna mini hidroelektrana sa ciljem proizvodnje električne energije. Ova mini hidroelektrana jedno vreme je proizvodila struju koristeći vodu iz akumulacije, čime je uticala da se nivo vode u akumulaciji smanji. Uticaj ove mini hidroelektrane na kasnije cvetanje cijanobakterija nije pouzdano utvrđen, ali je njen rad zaustavljen pre toga. Uzroci koji su doveli do ugrožavanja kvaliteta vode u akumulaciji Vrutci su još i otpadne komunalne i industrijske vode koje dospevaju u akumulaciju direktno

ili neposredno preko njenih pritoka, neadekvatno korišćenje poljoprivrednog zemljišta i nekontrolisana upotreba hemijskih sredstava u poljoprivredi (pesticidi, veštačka đubriva), nelegalna izgradnja turističkih objekata na obalama akumulacije. U nekim dokumenima navodi se da je jedan od uzroka “neplanski ribolov, bez kontrole i organizacije” iako to nije potvrđeno naučnim objašnjenjima.

Pokazalo se, i ovde, na akumulaciji Vrutci da je pojava cvetanja cijanobakterija posledica dugogodišnjeg negativnog antropogenog uticaja i povećane eutrofikacije, koja u kombinaciji sa fizičkim faktorima, kao što su temperatura vode i posebno stabilnost vodenog stuba, dovodi do favorizovanja i masovne proliferacije jedne ili nekoliko vrsta cijanobakterija.

ZAJEDNICA RIBA U AKUMULACIJAMA ZA VODOSNABDEVANJE I NJEN ZNAČAJ U PROCESIMA EUTROFIZACIJE

Zajednica riba u akumulacijama za vodosnabdevanja Srbije formirana je manjim delom prirodno od autohtonih vrsta riba koje su naseljavale rečni tok na kome je akumulacija nastala, a znatno većim delom kako planskim tako i neplanskim poribljavanjem.

U periodu od 1960. do 1980. godine prošlog veka gotovo sve formirane akumulacije za vodosnabdevanje poribljavane su alohtonim azijskim vrstama riba kao što su planktivori beli tolstolobik (*Hypophthalmichthys molitrix*, Valenciennes, 1844) i sivi tolstolobik (*Hypophthalmichthys nobilis*), zatim beli amur (*Ctenopharyngodon idella*) kao izraziti herbivor. Računalo se da će ove riblje vrste svojim načinom ishrane sprečiti prekomerni razvoj fitoplanktona (beli i sivi tolstolobik) i makrovegetacije (beli amur).

Međutim, pokazalo se da ove riblje vrste ne mogu da spreče procese eutrofizacije, pa se gotovo u svim akumulacijama u proteklih 10 do 15 godina vrši njihovo izlovljavanje (selektivni izlov) prema Zakonu o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda).¹²⁷

Planski unos azijskih alohtonih vrste riba u akumulacijama sprovodio se u periodu do 2009. godine sve dok su ribolovne vode bile pod upravom Ministarstva za poljoprivredu Republike Srbije. Počevši od 2009. godine, a posebno od 2014. godine sa donošenjem Zakona o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda¹²⁸, sve ribolovne vode i riblji fond prelaze u nadležnost Ministarstva za zaštitu životne sredine (MZŽS RS). Ovim zakonom menja se način i princip upravljanja ribljim fondom u akumulacijama za vodosnabdevanje.

Akumulacije čija je osnovna namena vodosnabdevanje prepoznate su kao vodeni ekosistemi sa značajnim potencijalom za ribarstvo, pre svega za razvoj rekreativnog ribolova (Slika 31). Najveći broj akumulacija je uveden u registar ribolovnih voda Srbije i samim tim državi je omogućeno da ih uvrsti u određena ribolovna područja i ustupi na upravljanje korisnicima. Akumulacije u sastavu

¹²⁷ Sl. glasnik RS, br. 128/2014 i 95/2018

¹²⁸ Sl. glasnik RS, br. 128/2014

određenog ribarskog područja se dodeljuju korisnicima na upravljanje u trajanju od 10 godina i to posebnim konkursom koje raspisuje MZŽS RS. Prema novom zakonu korisnik mora biti JP ili privredno društvo (d.o.o.), koje će da upravlja ribarskim područjem prema Programu upravljanja ribarskim područjem (PURP). PURP je dokument, odnosno naučno-stručna studija koju izrađuju naučno-istraživačke organizacije koje se bave hidroekologijom, ihtiologijom ili ribarstvenom biologijom.

PURP sadrži detaljan plan zaštite i održivog korišćenja ribljeg fonda za svaku ribolovnu vodu ribarskog područja. Posebna pažnja u PURP strateškim dokumentima se posvećuje akumulacijama za vodosnabdevanje. Teži se formiranju riblje zajednice koja doprinosi održavanju povoljnog trofičkog statusa akumulacija.

Tokom formiranja ekološko održivih ribljih zajednica u akumulacijama, koriste se sledeći naučni principi:

1. Ukoliko se istraživanjima utvrdi da se u akumulaciji prirodno može formirati ekološki održiva i ribolovno atraktivna riblja zajednica ne preduzimaju se nikakve dodatne mere formiranja zajednice riba, već se samo propisuju mere za njeno održavanje. Propisane mere imaju smisao ukoliko ribolovci već nisu neplanski uneli riblje vrste prema svojoj volji i težnji za ribolovom na atraktivne riblje vrste.
2. Planski selektivni i neograničen izlov svih alohtonih vrsta riba (uključujući i ranije planski unesene azijske vrste poput belog i sivog tolstolobika, posebno izlov srebrnog karaša ili babuške (*Carassius gibelio*), američkog somića (*Ameiurus nebulosus*), sunčice (*Lepomis gibbosus*) i velikoustog basa (*Micropterus salmoides*). Nadalje, predlažu se i mere sprečavanja unosa alohtonih vrsta u daljem periodu.
3. Riblja zajednica se formira isključivo od autohtonih vrsta riba sa tendencijom što veće raznovrsnosti i formiranja održivog lanca ishrane.
4. Teži se kvalitativno-kvantitativnoj ravnoteži između riba predatora (grabljivaca), i riba koje se hrane planktonom, biljkama, faunom dna i svaštojeda (omnivora).
5. Biomasa i produkcija riba se definišu na osnovu visine ekološkog potencijala akumulacije i potencijalne produkcije ribljeg fonda. U cilju smanjenja mogućeg opterećenja akumulacija količinom ribe, biomasa i realna produkcija se održavaju na maksimalno 60% od procenjene potencijalne produkcije.

6. Teži se kontroli prisustva i biomase riba koje se hrane sa dna (uglavnom detritusom i faunom dna) u prvom redu šarana (*Cyprinus carpio*). U akumulacijama za vodosnabdevanje ne unose se (nema poribljavanja) nove količine šarana.

7. Vršiti se kontrola brojnosti riba koje se hrane zooplanktonom (zooplanktivora). Ovde u prvom redu spada ukljeva (*Alburnus alburnus*), zatim bodorka (*Rutilus rutilus*), kao i riblja mlad drugih vrsta. Teži se stalnom smanjenju brojnosti zooplanktivora unošenjem i održavanjem optimalne populacije predatora poput smuđa (*Sander lucioperca*) i bandara (*Perca fluviatilis*). Smanjenjem brojnosti riba koje se hrane zooplanktonom povećava se brojnost i raznovrsnost zooplanktona, a samim tim se povećava njegov predatorski pritisak na fitoplankton. Krajni rezultat je kontrola brojnosti fitoplanktona i time smanjenje primarne produkcije, odnosno eutrofizacije.

8. Teži se formiranju kvalitativno i kvantitativno povoljne strukture nepredatorskih vrsta riba u cilju održavanja diverziteta. Teži se ravnoteži prisustva predatorskih vrsta riba pri čemu je poželjna dominacija smuđa, zatim štuke. Prisustvo soma (*Silurus glanis*) treba da bude umereno ili što manje pošto se radi o vrhunskom predatoru koji može, ako ga ima u velikoj količini, da naruši ne samo strukturu nepredatorskih vrsta riba već i drugih predatora. Razlog za što manje prisustvo soma je njegov način života. Naime, som je riba dna i pokazalo se kao veoma prilagodljiva i otporna na procese zagađenja i pojačane eutrofizacije. Imajući u vidu ove karakteristike, som kao riblja vrsta ne preporučuje se za poribljavanje akumulacija za vodosnabdevanje u Programima za upravljanje. Veliki problem se ogleda u neplanskom unošenju soma u akumulacije za vodosnabdevanje od strane nesavesnih ribolovaca. Som kao veoma otporna i vrhunski predator sa dobrom hranljivom bazom u akumulacijama brzo povećava svoju brojnost, potiskuje druge predatore i samim tim ruši strukturu cele zajednice riba, što za posledicu može da ima i slab učinak riblje zajednice na procese eutrofizacije. U cilju kontrole populacije soma u akumulacijama za vodosnabdevanje preduzimaju se mere kao što su: kontrola unosa, pojačan ribolov od strane rekreativnih ribolovaca i planski selektivni izlov.

U programima upravljanja posmatranih akumulacija za vodosnabdevanje poštuju se svi pomenuti principi i predviđaju se specifične mere u skladu sa ekološkim specifičnostima svake akumulacije. Kvalitativni sastav riba je veoma sličan

gotovo u svim akumulacijama. Od nepredatorskih vrsta riba dominiraju ukljeva, bodorka i deverika (*Abramis brama*), a od predatora som i smuđ. Od alohtonih vrsta u svim akumulacijama brojna je babuška, posebno u akumulaciji Bovan, ali i američki somić, posebno u Gruži i Bovnu. U akumulacijama Gruža, Bovan i Čelije biomasa i produkcija riba je velika (oko 60% u odnosu na potencijalnu produkciju). Akumulacija Vrutci ima nešto manju biomasu i produkciju (oko 50% od potencijalne produkcije) i ovo je jedina akumulacija gde nije formirana održiva populacija smuđa pa dominira bandar i som.

Na akumulacijama korisnici godišnje prodaju prosečno oko 10 000 dozvola za rekreativni ribolov što ide u prilog njihovom velikom ribolovnom značaju.

Korisnik ima posebnu odgovornost upravljanja ribljim fondom akumulacija, posebno u strogom sprovođenju mera koje su propisane Programima upravljanja:

- Efikasnu kontrolu krivolova, koji je nažalost još uvek veoma izražen na svim akumulacijama;
- Kontrolu propisanog režima ribolova i dozvoljene kvote ulova;
- Efikasno sprečavanje unošenja riba u akumulacije koje nisu predviđene Programom upravljanja;
- Kontrolu zabrane korišćenja industrijske primame za lov šaranskih vrsta riba;
- Kontrolu zabrane korišćenja čamaca sa motorima sa unutrašnjim sagorevanjem (zabrana je propisana na svim akumulacijama izuzev na akumulaciji Čelije gde se ne poštuje);
- Kontrolu prema Zakonskom propisu ribolovaca da mesto za ribolov posle ribolova ostave čisto što znači bez ostavljanja bilo kakvih privremenih i trajnih nepokretnih i pokretnih skloništa i boravišta, otpada bilo organskog (ostaci primame i drugih mamaca kao što su crvi i gliste, ulovljene alohtone vrste riba, ostaci hrane i sl.) ili neorganskog (plastične flaše, kese, limenke). Ovo je veliki problem obala svih akumulacija, a posebno je izražen na akumulaciji Gruža.

Neophodno je da se uspostavi bolja komunikacija između korisnika i upravljača akumulacija, a naročito onih koji sprovode monitoring kvaliteta vode i korisnika ribljeg fonda.

Podaci o monitoringu vode, a posebno podaci o cvetanju vode, prisustvo potencijalno toksičnih, a posebno toksičnih sojeva moraju da budu dostupni javnosti. U slučaju cvetanja potrebno je informativnim tablama, ili preko sredstava informisanja, obavestiti ribolovce o opasnostima dužeg boravka pored vode i na

vodi, kao i o potencijalnim opasnostima od konzumiranja riba u kojima su se akumulirali toksini.

Takođe je preporuka da korisnik ribolovne vode zajedno sa stručnjacima iz ove oblasti, organizuje predavanja, ili da u vidu štampanog i elektronskog materijala, informiše ribočuvare i ribolovce o cvetanju algi, uzrocima, posledicama i opasnostima. Ribočuvare i ribolovci bi umeli da prepoznaju cvetanje i da obaveste upravljače i korisnike o pojavi, lokaciji i obimu ove pojave. Naročito je potrebna dodatna opreznost, ukoliko se primeti uginuće riba ili drugih vodenih životinja (školjke, puževi i sl.). Saznanja o uzrocima bi svakako doprinela i boljem odnosu ribolovaca prema vodenom ekosistemu i obali na kojoj su često.



Slika 31. Ribolov na akumulaciji Gruža (foto S. Simić)

ZAKLJUČAK

Klimatske promene i antropogene aktivnosti predstavljaju značajnu pretnju po funkcionalnost akumulacija u kontekstu snabdevanja vodom, ali i u obezbeđivanju drugih funkcija ovih rezervoara vode. Analiza stanja na šest akumulacija u Srbiji (Garaši, Gruža, Barje, Bovan, Čelije i Vrutci) pokazuje da je u uslovima klimatskih promena, čije se posledice osećaju i na teritoriji Srbije, potreban dodatan oprez i anagažovanje radi očuvanja dragocenih vodnih potencijala.

U Srbiji su poslednjih godina učinjeni izvesni pomaci, ali još uvek nedovoljni.

Značajan pomak je učinjen u oblasti monitoringa akumulacija. Primena nove zakonske regulative iz 2011. godine i usklađivanje Programa monitoringa površinskih voda sa Okvirnom Direktivom o vodi (ODV, 2000/60/EC) predstavljao je značajan preokret u metodologiji ispitivanja akumulacija i dobijanja podataka o njihovom stanju.

Programom monitoringa akumulacija na teritoriji Srbije povećana je frekvencija ispitivanja akumulacija na tri puta godišnje, povećan je broj ispitivanih lokaliteta i tačaka uzorkovanja po vertikalnom profilu akumulacije. Nova metodologija za ispitivanje bioloških i fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta, uz primenu metoda za procenu statusa/potencijala vodnih tela prema ODV, takođe je implementirana. Akcenat je stavljen na praćenje bioloških elemenata (fitoplanktona i fitobentosa i makrozoobentosa). Kao poseban parameter se prate Cyanobacteria, odnosno njihov procentualni udeo u fitoplanktonu.

Rezultati sprovedenih monitoringa dostupni su u Izveštajima Agencije za zaštitu životne sredine. Analizom tih podataka može da se vidi da je monitoring sproveden od strane Agencije na akumulacijama koje su bile predmet ovog istraživanja u poslednjih 10 godina bio ograničen na samo jedno ili dva ispitivanja. Akumulacija Garaši je bila predmet ispitivanja 2016., Gruža 2014., Čelije 2014., Barje 2013. i 2018., Vrutci 2012. i 2018., i Bovan 2014. godine. Na osnovu dostupnih izveštaja Agencije za zaštitu životne sredine Republike Srbije, konačna ocena ekološkog potencijala pokazuje da su akumulacije Vrutci (2012. godine), Barje i Bovan imale umeren ekološki potencijal, dok su akumulacije Čelije, Gruža, Garaši i Vrutci 2018. godine, imale loš ekološki potencijal.

Pokazalo se da ovakav način planiranja i sprovođenja tkz. nadzornog monitoringa nije dovoljan. U uslovima klimatskih promena praćenih periodima intenzivnih padavina, a sa druge strane dugim periodima suše, uz povećanje

temperature, često vrlo brzo dolazi do promena u vodenim ekosistemima što se odražava na promene u biocenozi, a pre svega u fitoplanktonu, odnosno u prisustvu i brojnosti cijanobakterija. Cvetanje cijanobakterija može značajno da poremeti ravnotežu u vodenom ekosistemu i da dovede do značajnih problema, čak i u snabdevanju vodom.

Primeri za ovo su brojni. Tako je akumulacija Vrutci je po analizama Agencije u leto 2012. godine imala umeren ekološki potencijal, a u zimu 2013. ekološki potencijal je bio loš, zbog cvetanja cijanobakterije vrste *Planthotrix rubescens*. Cvetanje je bilo izraženo do te mere da je bilo zabranjeno korišćenje vode. Akumulacija Barje je godinama imala umeren potencijal, bila je mezo eutrofna, bez pojave cvetanja. U leto 2020. je bila hipereutrofna, sa cvetanjem vrste *Aphanizomenon flos-aque*.

Nagla i dugotrajna cvetanja akumulacija u Srbiji su poslednjih godina sve češća i dugotrajnija. Te pojave su posebno su izražene u leto i jesen nakon perioda intenzivnih padavina u prolećnom periodu. Primeri ovog fenomena su cvetanje vrste *A. flos-aquae* i *Microcystis aeruginosa* u akumulaciji Gruža 2014. i 2023. godine, zatim cvetanje vrste *A. flos-aque* u akumulaciji Barje 2020. godine. Povećana brojnost tri potencijalno toksične vrste cijanobakterija (*Pseudanabaena catenata*, *Cylindrospermum stagnale* i *Aphanocapsa holsatica*) i u akumulaciji Bovan je uočena takođe nakon perioda intenzivnih padavina u 2019. godini. Menjanje nivoa vode je apostrofirano kao jedan od uzroka cvetanja cijanobakterija u akumulaciji Garaši. Uzroci cvetanja u akumulaciji Vrutci još uvek nisu jasno definisani, ali upravo neuobičajeno cvetanje ove akumulacije ukazuje da je neophodno redovno praćenje i uzimanje u obzir svih specifičnosti određenih vodenih ekosistema. Samo svakodnevno praćenje stanja može da da uvid u stvarnu situaciju na terenu.

Iz tog razloga neophodno je da sva javna komunalna preduzeća kojima je povereno upravljanje budu nosioci monitoringa koji će da uključi sve elemente i parametre predviđene ODV, Zakonom o vodama i podzakonskom regulativom u ovoj oblasti.

Neophodna je kadrovska i tehnička opremljenost laboratorija, sa posebnim akcentom na kadrovsko ojačanje u broju specijalizovanih biologa (ekologa).

Posebno je važan aspekt praćenja pojave cijanobakterija, kako identifikovanje vrsta, tako i procena njihove brojnosti, odnosno određivanje biomase. Usled sve češće pojave invazivnih i potencijalno toksičnih vrsta cijanobakterija, kao i negativnih posledica koje se u tim situacijama javljaju, nameće se potreba za detekcijom toksina i evaluacijom njihove aktivnosti. U Srbiji, parametar "koncentracija cijanotoksina" još uvek nije uključen u obavezni

monitoring vodenih ekosistema, te je u tom kontekstu neophodno uvođenje novih propisa i adekvatnog praćenja na akumulacijama.

Iako zakonom nije obavezno, preporuka je da se u slučaju cvetanja vrše dodatne analize na prisustvo cijanotoksina, kako vode za piće, tako i sirove vode i da se po potrebi upozori javnost i preduzmu mere zaštite korisnika akumulacije. Uvek treba imati na umu da su akumulacije za vodosnabdevanje često višenamenske (koriste se kao ribolovne vode, za navodnjavanje, pa čak i za sportsko rekreativne aktivnosti).

Redovan monitoring omogućava ne samo praćenje fizičkih, hemijskih i bioloških parametara u akumulaciji, već i uticaj potencijalnih faktora koji mogu uzrokovati promene. To može da omogući predviđanje promena u biocenozi akumulacije, pa i preduzimanje mera za sprečavanje eventualnih negativnih posledica.

Najčešći identifikovani problemi na akumulacijama koje se koriste za vodosnabdevanje su:

- Stanje kvaliteta vode se narušava **lošim uređenjem prostora oko akumulacija, nepoštovanjem zona odbrane od poplava ili zona sanitarne zaštite, divljom gradnjom i nepostojanjem prikupljanja i tretmana otpadnih voda u legalno sagrađenim objektima;**
- Vode se ugrožavaju i **poljoprivrednim i stočarskim aktivnostima u blizini akumulacija,** prekomernim korišćenjem đubriva i pesticida;
- **Erozija tla izazvana prekomernom sečom šuma;**
- Zagađenje **komunalnim otpadom;**
- Zbog **neodgovarajućeg pristupa uređenju slivnog prostora i zaštiti od nanosa,** kod nekih akumulacija dolazi do značajnog zasipanja i gubitka akumulacionog prostora;
- **Višenamenski karakter akumulacija;**
- **Nadležnost nad akumulacijama podeljena je velikom broju institucija koje imaju slabo razvijenu saradnju.**

PREPORUKE ZA UNAPREĐENJE UPRAVLJANJA AKUMULACIJAMA

- **Voda ne poznaje granice – pri upravljanju akumulacijama uzeti u obzir slivno područje kao hidrografsku i privrednu celinu**
- **Neophodan je katastar svih zagađivača u slivnom području i stalna kontrola od strane relevantnih inspekcijskih službi**
- **Neophodno je poštovanja načela „korisnik plaća“ i „zagađivač plaća“**
- **Ograničenje mogućnosti višenamenskog korišćenja akumulacija.** U slučajevima kada pred sobom imamo vremensku akumulaciju koja je i pritom očigledno zapuštena, neophodno je ograničiti njeno korišćenje na prioritetne namene. Ovo bi se obezbedilo većim monitoringom, ali i kvalitetnijim inspekcijskim nadzorom. Zakonom je definisano da je organ inspekcije (vodni ili sanitarni) ovlašćen i dužan da, između ostalog: zabrani korišćenje za druge svrhe vode koja služi za piće ili je namenjena za piće ako bi to korišćenje nepovoljno uticalo na zdravstvenu ispravnost vode, zabrani izgradnju ili upotrebu objekata i postrojenja, korišćenje zemljišta ili vršenje druge delatnosti u zoni zaštite, odnosno koja su u pojasu sanitarne zaštite izvorišta koja služe za javno snabdevanje vodom za piće, ako to ugrožava zdravstvenu ispravnost, zabrani izgradnju ili rekonstrukciju, odnosno puštanje u rad objekata i postrojenja za javno snabdevanje vodom za piće ako nije pribavljena saglasnost nadležnog organa za poslove zdravlja i zaštite životne sredine, naredi otklanjanje nedostataka na objektima i postrojenjima za javno snabdevanje vodom za piće koji mogu nepovoljno delovati na zdravstvenu ispravnost vode za piće, zabrani upotrebu vode za piće za koju je ovlašćeno preduzeće ili drugo pravno lice utvrdilo da s obzirom na propisana fizička, hemijska, biološka, bakteriološka, virusološka i radiološka svojstva, nije zdravstveno ispravna, naredi prečišćavanje, dezinfekciju i druge propisane sanitarne mere radi popravke ili zaštite kvaliteta vode za piće i naredi preduzimanje drugih mera koje su potrebne u cilju zaštite zdravstvene ispravnosti vode za piće. Sve su ovo načini na koje se mogu ograničiti ili zaustaviti aktivnosti koje ugrožavaju jezero.
- **Uspostavljanje redovnog i kvalitetnog monitoringa akumulacije i voda u slivnom području.** I pored toga što je 2012. godine izvršena reforma monitoringa kvaliteta površinskih voda i primenjeni standardi Evropske Unije u ovoj oblasti, stručnjaci ističu da je stanje daleko od zadovoljavajućeg.

Uspostavljanje adekvatnog sistema monitoringa u skladu sa Zakonom o vodama i pratećim podzakonskim aktima, usaglašen sa odgovarajućim pravilnicima o kvalitetu voda, predstavlja prioritetnu aktivnost za obezbeđenje relevantnih podataka za utvrđivanje sadašnjeg stanja i kreiranje daljih mera.

- **Uspostavljanje i održavanje zona sanitarne zaštite u skladu sa Pravilnikom o određivanju zona sanitarne zaštite vodoizvorišta.**
- **Obezbeđivanje transparentnosti svih podataka o aktivnostima upravljača i rezultatima tih aktivnosti.**
- **Uspostavljanje “Saveta upravljača i korisnika akumulacije”** – Savet bi okupljao sve upravljače (korisnike) akumulacije na periodičnim sastancima na kojima bi se razmenjivale informacije iz domena svakog upravljača, odnosno korisnika. U Savet bi mogli da budu uključeni po pozivu, ili kao stalni članovi, predstavnici Univerziteta i civilnog sektora.

Klimatska nestabilnost zahteva proaktivne mere kako bismo osigurali održivo upravljanje akumulacijama, značajnim izvorima vode. Sinergija svih relevantnih aktera - od lokalnih zajednica do donosilaca odluka i stručnjaka je neophodna. Samo zajedničkim naporima možemo oblikovati efikasne strategije prilagođavanja, podsticati održivo korišćenje vodnih resursa i obezbediti dugoročnu stabilnost ovih ključnih vodnih resursa u vremenu sveprisutne klimatske nestabilnosti.

LITERATURA

1. Amorim CA, Dantas Ênio W, Moura ADN (2020): Modeling cyanobacterial blooms in tropical reservoirs: The role of physicochemical variables and trophic interactions. *Sci. Total Environ.* 744: 140659.
2. Arsenijević M (2020) Diverzitet algi i ekološki potencijal akumulacije Gruža u jesenjem periodu 2019. godine Master rad, Univerzitet u Kragujevcu.
3. Briand JF, Robillot C, Quiblier-Llobéras C, Bernard C (2002): A perennial bloom of *Planktothrix agardhii* (cyanobacteria) in a shallow eutrophic French lake: limnological and microcystin production studies. *Arch. Hydrobiol.* 153(4): 605-622.
4. Carlson RE (1977): A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography* 22: 361-368.
5. Chorus I, Bartram J (1999): Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring, and management (WHO). The World Health Organization, E. and F.N. Spon, London, 416 pp.
6. Codd GA (2000): Cyanobacterial toxins, the perception of water quality, and the prioritization of eutrophication control. *Ecol. Eng.* 16: 51-60.
7. Čađo S, Đurković A, Miletić A (2004): Phytoplankton contents, physico-chemical characteristics and trophic status of Čelije reservoir. *Natura Montenegrina* 3: 285-293.
8. Čađo S, Novaković B, Đurković A, Denić LJ, Dopuđa Glišić T, Stojanović Z, Veljković N, Domanović M, Žar D (2020): Ekološki potencijal akumulacija za vodosnabdevanje u Srbiji. *Voda i sanitarna tehnika.* 3-4) 19-40.
9. Ćirić S, Petrović O (2004): Kvalitet vode akumulacije Čelije na osnovu nekih mikrobioloških parametara. Konferencija "Voda 2004", Borsko jezero, Zbornik radova. Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd: 189-194.
10. Đorđević B, Dašić T, Plavšić J (2020): Upravljanje vodama u uslovima klimatskih promena. *Vodoprivreda.* 52 (303-305): 39-68.
11. Đorđević N (2021) Uticaj promena ekoloških faktora na sastav i dinamiku fitoplanktonskih cijanobakterija (Cyanobacteria) u malim akumulacijama. Doktorska disertacija, Univerzitet u Kragujevcu.
12. Đukić DA, Gajin S, Matavulj M, Mandić L (2000): Mikrobiologija voda. Prosveta-Beograd.
13. Falconer IR (1998): Algal toxins and human health. In: *Quality and Treatment of Drinking Water II. The Handbook of Environmental Chemistry, Part C, 5*, Hrubec J (Ed.). Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. pp. 55-82.
14. Falconer IR (1998): Algal toxins and human health. In: *The handbook of environmental chemistry 5. Part C Quality and treatment of drinking water II.* Hrubec, J. (editor). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 53-82.

15. Falconer IR (1999): An overview of problems caused by toxic blue-green algae (Cyanobacteria) in drinking and recreational water. *Environ. Toxicol.* 14: 5-12.
16. Grašić S, Vasiljević B, Marković B, Nikolić G, Tadić S, Jovanović B (2004): Cijanobakterijsko cvetanje jezera Čelije. Konferencija "Voda 2004", Borsko jezero, Zbornik radova. Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd: 207-212.
17. Grupa autora (2012): Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2011. godinu. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine RS.
18. Grupa autora (2014): Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2013. godinu. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine RS.
19. Grupa autora (2014): Status jezera i akumulacija u 2012. godini. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine RS.
20. Grupa autora (2015): Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2014. godinu. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine RS.
21. Grupa autora (2017): Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2016. godinu. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo zaštite životne sredine RS.
22. Grupa autora (2019): Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2018. godinu. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo zaštite životne sredine RS.
23. Jovanić P, Stanisavljević D, Radovanović S, Vojinović Z, Radivojević V, Zlatković S, Živić J, Živić P, Onjia A, Savić S (2010-2014): Analiza kvaliteta vode rezervoara Bovan (2010-2014). Institut za multidisciplinarne studije Beograd.
24. Karadžić V, Subakov Simić G, Krizmanić J, Natić D (2010): Phytoplankton and eutrophication development in the water supply reservoirs Garaši and Bukulja (Serbia). *Desalination*, 255(1-3): 91-96.
25. Magalhães AADJ, Da Luz LD, Junior TA (2019): Environmental factors driving the dominance of the harmful bloom-forming Cyanobacteria *Microcystis* and *Aphanocapsa* in a tropical water supply reservoir. *Water Environ. Res.* 91: 1466-1478.
26. Maljević E, Karadžić V, Vasiljević M (1999): Kvalitet vode akumulacije Čelije u zimskom periodu. Konferencija "Zaštita voda 1999", Soko Banja, Zbornik radova. Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd: 137-142.
27. Mateo-Sagasta J, Marjani Zadeh S, Turrall H, Burke J (2017): Water pollution from agriculture: a global review - Executive summary. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy; International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka. 31 pp.

28. Ranković B, Simić S (2005): Fitoplankton akumulacionog jezera Gruža. U: Čomić Lj., Ostojić A. (Eds). Akumulaciono jezero Gruža. Prirodno-matematički fakultet, Kragujevac, 65-78.
29. Scholz S. N., Esterhuizen-Londt M., Pflugmacher S. (2017): Rise of toxic cyanobacterial blooms in temperate freshwater lakes: Causes, correlations and possible countermeasures. *Toxicol. Environ. Chem.* 99(4): 543-577. Simić et al 2017
30. Sedmak B, Svirčev Z (2011): Cijanobakterije i njihovi toksini-ekološki i toksikološki rizici i cvetanje cijanobakterija u Srbiji. Visoka škola za varstvo okolja, Velenje, Slovenija.
31. Simić S., Đorđević N., Milošević Dj. (2017): The relationship between the dominance of Cyanobacteria species and environmental variables in different seasons and extreme precipitation. *Fundam. Appl. Limnol.* 190 (1): 1-11.
32. Simić S, Đorđević N, Mitrović A (2018): Preliminary assessment of the degree of vulnerability and health risk in same fishing waters based on Cyanobacteria in 2017. VIII International conference "Water and fish". Belgrade. 394-399
33. Simić S i sar. (2021) :Akumulacije grada Kragujevca, stanje i perspektive. Udruženje Ekomar, Kragujevac.
34. Simić, S., Đorđević, N., Tokodi, N., Drobac Backović, D., Marinović, Z. (2024): Eutrophication of Fishing Waters and the Influence of Cyanobacterial Occurrence and Blooming on Fish Resources: Case Studies in Serbia; In: Ecological Sustainability of Fish Resources of Inland Waters of the Western Balkans. Vladica Simić, V., Simić, S., Pešić, V. (Eds.) Springer Nature Switzerland AG.
35. Simić S. (2024): Izveštaj o stanju životne sredine opštine Knić (Izveštaj pripremljen kao deo inicijative za pripremu programa zaštite životne sredine opštine Knić, u okviru projekta "Ekološka opština Knić". Udruženje Ekomar, Kragujevac.
36. Sl. glasnik RS (128/2014 i 95/2018 – dr. zakon): Zakon o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda.
37. Sl. glasnik RS (28/2019): Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće.
38. Sl. glasnik RS, (30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018) Zakon o vodama.
39. Sl. glasnik RS (74/2011): Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda.
40. Sl. glasnik RS (96/2010): Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda.
41. Sl. glasnik SRS (27/77): Zakon o iskorišćavanju i zaštiti izvorišta vodosnabdevanja.
42. Sl. list SRJ (42/98): Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće.
43. Sl. list SRJ (44/99): Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće.
44. Tasić M, Grašić S (2015): U akumulaciji Čelije pojavile se modrozeleno alge, Večernje Novosti, 10.07.2015.

45. Tomić P, Subotin I, Gagić T (2003): Hidroakumulacije kao turistički potencijal. U: Hidroakumulacije, multidisciplinarni pristup održivom razvoju, Ivanc A, Miljanović B. (Ur.). Monografija. Novi Sad. 313 -321.
46. Water Framework Directive (WFD) (2000): Directive of European Parliament and of the Council 2000/60/EC – Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. European Union, the European Parliament and Council, Luxembourg.
47. Zlatković S, Medić O, Predojević D, Nikolić I, Subakov-Simić S, Onjia A, Berić T, Stanković S (2022): Spatio-Temporal Dynamics in Physico-Chemical Properties, Phytoplankton and Bacterial Diversity as an Indication of the Bovan Reservoir Water Quality. Water 14: 391.
48. Živković Z (2023): Kada su cvetali Vrutci, Građanska čitaonica „Libergraf“ Užice

Prostorni plan područja posebne namene sliva akumulacije „Barje“

Prostorni plan područja posebne namene sliva akumulacije „Bovan“

Prostorni plan područja posebne namene sliva akumulacije „Čelije“

Prostorni plan područja posebne namene sliva akumulacije „Vrutci“

Nacrt prostornog plana područja posebne namene sliva akumulacije Gruža

Nacrt prostornog plana područja posebne namene sliva akumulacije Gruža

Elaborat o zonama sanitarne zaštite akumulacije „Vrutci“

Elaborat o zonama sanitarne zaštite akumulacije Barje

Elaborat o zonama sanitarne zaštite akumulacije Čelije

Elaborat o zonama sanitarne zaštite akumulacije Bovan

Internet izvori:

Udruženje Ekomar www.ekomar.org

Sajt JKP „Bukulja“ Aranđelovac <https://www.jkpbukulja.rs/>

Sajt JKP „Vodovod i Kanalizacija“ Kragujevac <https://jkpvik-kg.com/?pismo=cir&script=lat>

Sajt JKP „Vodovod“ Kruševac <https://vodovodks.co.rs/>

Sajt JKP „Vodovod“ Leskovac <https://www.vodovodle.rs/>

Sajt JKP „Vodovod i kanalizacija“ Aleksinac <https://www.vodovodal.rs/>

Sajt JKP „Vodovod“ Užice <https://www.vodovod-ue.co.rs/>

Građanska čitaonica „Libergraf“ <https://libergraf.rs/>

SADRŽAJ

<i>Predgovor</i>	<i>1</i>
<i>Uticaj klimatskih promena na akumulacije</i>	<i>6</i>
<i>Upravljanje akumulacijama u Srbiji</i>	<i>17</i>
<i>Monitoring akumulacija u Srbiji</i>	<i>20</i>
<i>Stanje akumulacija za vodosnabdevanje u Srbiji u uslovima klimatskih promena.....</i>	<i>24</i>
<i>Akumulacija Garaši.....</i>	<i>25</i>
<i>Akumulacija Gruža</i>	<i>31</i>
<i>Akumulacija Čelije</i>	<i>49</i>
<i>Akumulacija Barje</i>	<i>60</i>
<i>Akumulacija Bovan</i>	<i>73</i>
<i>Akumulacija Vrutci</i>	<i>85</i>
<i>Zajednica riba u akumulacijama za vodosnabdevanje i njen značaj u procesima eutrofizacije.....</i>	<i>98</i>
<i>Zaključak</i>	<i>103</i>
<i>Literatura</i>	<i>108</i>