

Značaj monitoringa i prevencija hazardnih situacija, uz par primera iz prakse



Webinar _ 28 Februar 2022

VRSTE HAZARDA I NAČINI REAGOVANJA



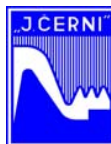
MUHA projekat razmatra 4 vrste hazarda koji mogu ugroziti rad jednog Vodovodnog sistema (VS):

- Poplave (F)
- Akcidentna zagađenja (AP)
- Suše (D)
- Zemljotresi (E)

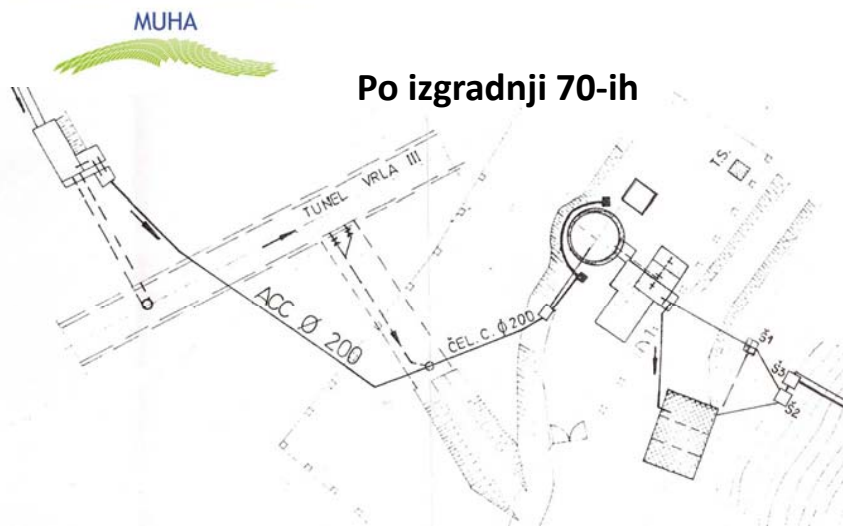
Načini reagovanja na svaku od ovih opasnosti se razlikuju, kod nekih je potrebna brza reakcija (F, E), kod nekih znanje da bi se rešio problem (AP), a kod nekih je potrebno imati dobre pripremljene i sprovedene planove (D). Oznake u zagradama nisu isključive. Za neke ekstremne situacije i nije moguće predvideti (sve) okolnosti koje mogu nastupiti, kao ni najbolje moguće reakcije/adaptacije.

Za većinu vodovodnih sistema i potencijalnih hazardnih situacija, pored u većini situacija neophodnog znanja, od velikog je značaja postojanje monitoringa u cilju prevencije ili bolje adaptacije na kritične situacije.

Pored nabrojanih, postoje i druge opasnosti (hazardi), kao što su požari ili diverzija, ali one nisu ovde predmet daljeg razmatranja.



PRIMER 1: DOVOD VODE DO PPV I PPV SURDULICA



Po izgradnji 70-ih



Surdulica zahvata vodu iz Masuričke reke, tretira na PPV i šalje ka gradu. Potrebe za vodom su vremenom rasle, da bi **početkom 70-ih** bile u granicama 70-ak L/s. Kada nema dovoljno vode u reci, urađen je dovod iz tunela Vrle III (sistem HE Vrla I – Vrla IV, na potezu Vlasinsko jezero-Vladičin Han). Usled problema sa kvalitetom sirove vode (mutnoća, utrošak kalijum permanganata, boja) Surdulica je tada (70-ih) izgradila postrojenje sa predviđenim sledećim operacijama:

- Aeracija kaskadnog tipa,
- Koagulacija, flokulacija i taloženje na kružnom reaktoru (brzi prečistač),
- Filtracija na peščanim filterima,
- Dezinfekcija gasnim hlorom.

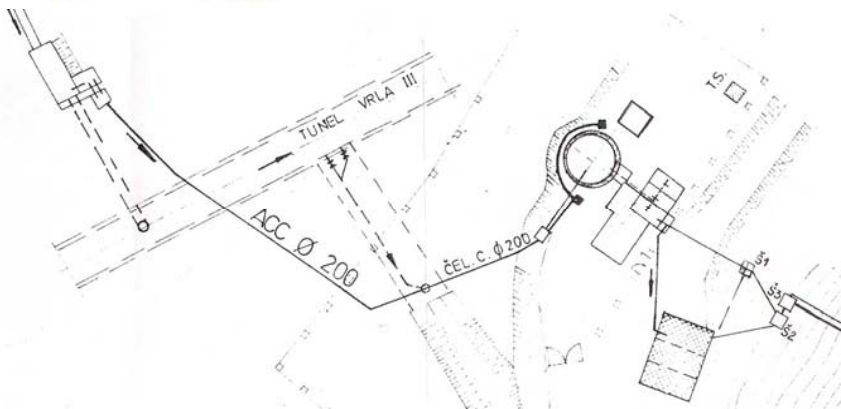
Za odvijanje tehnološkog procesa prečišćavanja bilo je predviđeno doziranje aluminijumsulfata, polielektrolita i natrijumkarbonata.

Nije izvedena aeracija i doziranje hemikalija.

PRIMER 1: DOVOD VODE DO PPV I PPV SURDULICA



MUHA



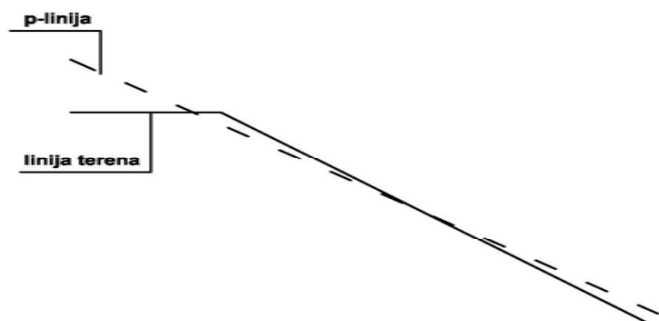
Osnovni problemi koji su se javili početkom 90-ih :

- Neizvedeno stanje prema projektu (bez doziranja hemikalija),
- Slaba prilagodljivost naglim pojavama mutnoće (čak i da se vršilo doziranje hemikalija), i
- Potreba za većim max. količinama vode (oko 100-110 l/s tada)
- Brojni »manji« problemi (neispravnost merača protoka, zatvarača i dr.).

Povećane potrebe za vodom, uz ne izvedeno stanje po projektu je dovelo do neadekvatnog rada reaktora-brzog prečištača, što je prouzrokovalo i neadekvatan rad brzih filtera.

Dodatni problem koji se tada javio (90-ih), a usled povećanih potreba:

Problem pulzacije dovodnog cevovoda (6 km) - Kada je dovod hidraulički nepovoljan (za protoke preko 100 l/s, Π - linija seče liniju cevovoda kod najisturenije tačke, dolazi verovatno do trenutnog stvaranja vakuma, pa su se stalno javljale relativno brze oscilacije u protoku i do $\pm 20\%$ (pri prosečnom proticaju od 110 l/s, merene su vrednosti od ispod 100 do preko 120 l/s). Problem je u ovom slučaju rešen uspostavljanjem umirujućeg objekta, koji dodatno ima i ulogu predtaložnice (peskolov).



PRIMER 1: DOVOD VODE DO PPV I PPV SURDULICA



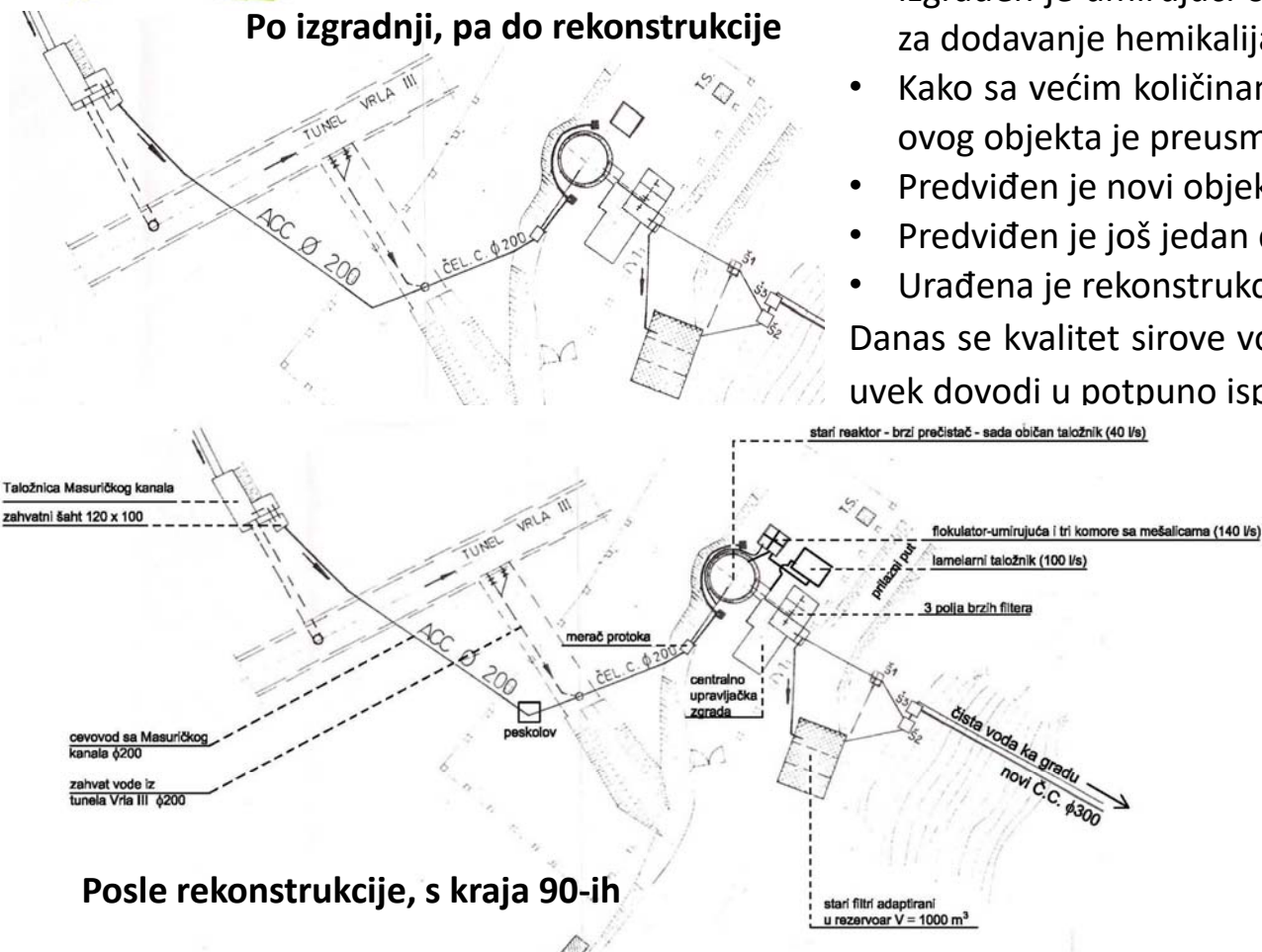
Po izgradnji, pa do rekonstrukcije

Odlučeno je da se uradi rekonstrukcija PPV i da kapacitet bude 140 L/s :

- Izgrađen je umirujući objekat – peskolov, na početku PPV, i iza njega šaht za dodavanje hemikalija,
- Kako sa većim količinama brzi prečistač “ne može da izađe na kraj” uloga ovog objekta je preusmerena da bude samo taložnik - kapaciteta 40 L/s),
- Predviđen je novi objekat – Flokulator, na početku tehnološkog procesa,
- Predviđen je još jedan dodatni objekat – taložnik, kapaciteta 100 L/s,
- Urađena je rekonstrukcija (adaptacija) brzih filtera i cevovoda unutar PPV.

Danas se kvalitet sirove vode prati na peskolovu, i uz stečena iskustva skoro uvek dovodi u potpuno ispravnu vodu za piće. Napredak može da bude u

monitoringu kvaliteta već u taložnici Masuričke reke, jer je vreme putovanja do PPV skoro 1 sat.

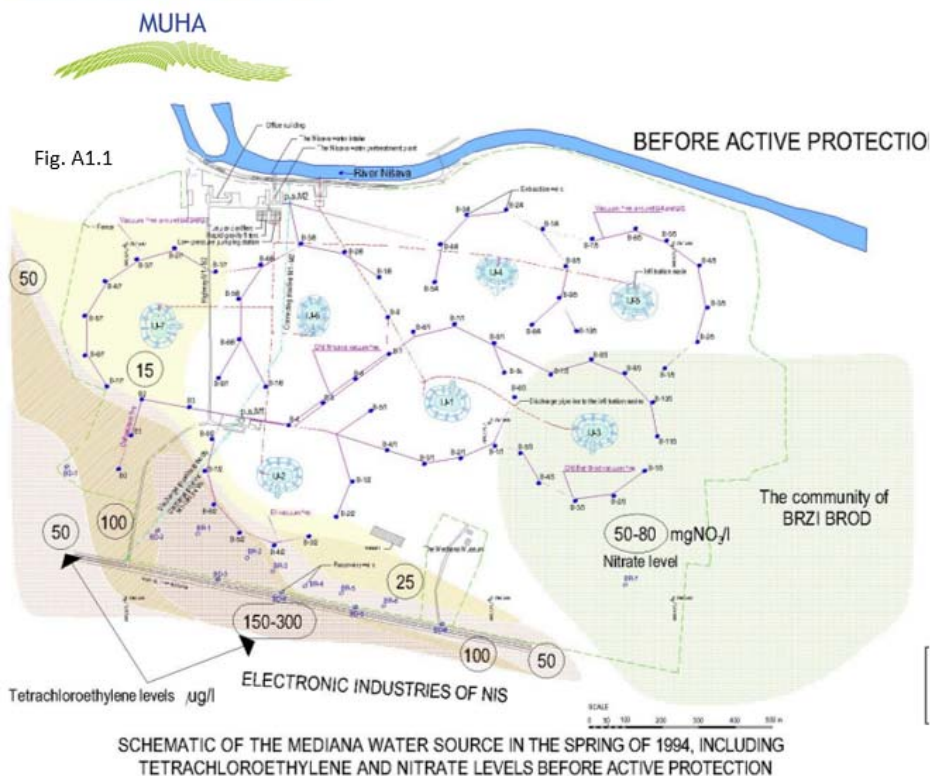


Posle rekonstrukcije, s kraja 90-ih



Peskolov

PRIMER 2: REVITALIZACIJA ZAGAĐENOG INFILTRACIONOG IZVORIŠTA MEDIANA U NIŠU



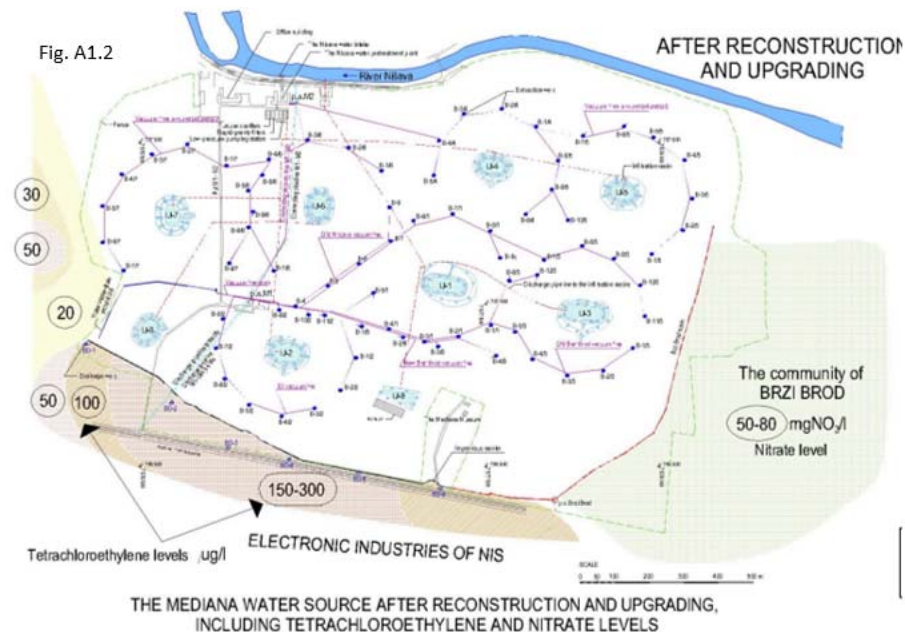
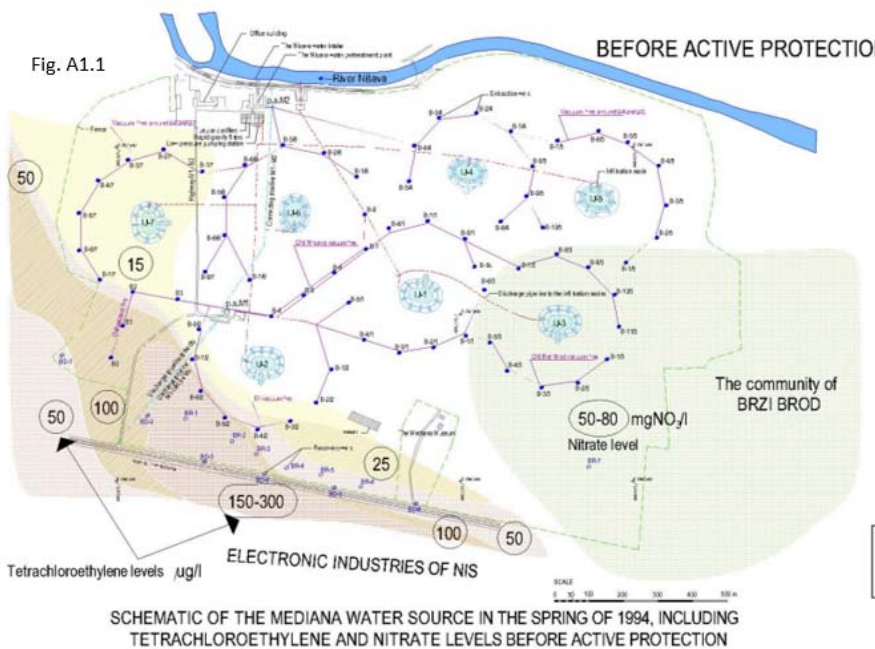
Infiltraciono izvorište Mediana, izgrađeno 1979. godine, je veoma značajno izvorište podzemnih voda za vodosnabdevanje Niša. Nalazi se na 250 ha zemljišta u aluvijalnoj dolini reke Nišave. Ovakvo izvorište je manje podložno zagađenju iz reke, generalno omogućava mnogo veću i stabilniju stopu zahvatanja vode po jedinici raspoložive površine. Pored toga, omogućava formiranje akumulacije vode i znatno bolju koegzistenciju sa okolinom. Početkom 1990-ih, izvorište je pretrpelo veliko zagađenje organskim zagađivačima (isparljiva organo-halogeno jedinjenja: tetrahloretilen i trihloretilen) iz obližnje Elektronske Industrije (EI), i nešto manje zagađenje nitratima iz susednog naselja Brzi Brod. Kapacitet izvorišta Mediana je smanjen sa 270 l/s na manje od 150 l/s (slika A1.1).

U to vreme pojavila su se mnoga pitanja. Da li je moguće očistiti izvorište? Ako da, kako to učiniti? Kako napraviti trajnu zaštitu? I još par drugih pre i tokom izvođenja. Da bi se izvorište sačuvalo od neminovnog gašenja, što bi bila posledica trajnog zagađenja, 1994. god. su primenjene sledeće operacije:

- Sanacija (čišćenje) zagađenog dela izvorišta i
- Izgradnja sigurnosnih objekata (Slika A1.2):
 - Nepropusna barijera na južnom, najkompromitovanijem delu izvorišta vode prema Elektronskoj industriji: dužina 1187 m, dubina do podinskih terciarnih glina 6-15 m ;

- Sistem od 6 drenažnih bunara izvan barijere, prema EI (automatizovani bunari za vodu sa cevovodima za ispuštanje u kanalizaciju);
- Hidraulična barijera: horizontalni odvod istočnim delom izvorišta prema naselju Brzi Brod, i manje ugroženom deonicom prema EI, ukupne dužine 1317 m, sa namenskom crpnom stanicom za evakuaciju vode.

PRIMER 2: REVITALIZACIJA ZAGAĐENOG INFILTRACIONOG IZVORIŠTA MEDIANA U NIŠU



Rezultati laboratorijskih ispitivanja su pokazali da su isparljiva organo-halogeno jedinjenja pokretna i da putuju vodom, bez značajnog vremena zadržavanja u čvrstom obliku (uz čestice šljunka i peska). Sanacija je sprovedena na način da su se nekoliko meseci prethodno prečišćene rečne vode intenzivno utiskivale u infiltracione basene na ovom području (IJ-2, IJ-1 i IJ-3), dok su podzemne vode vađene i evakuisane preko novih namenskih bunara (BR i BD) u zoni zagađenja. Ovaj proces se nastavio sve dok akvifer nije potpuno ispran. Na mestu izvorišta najviše ugroženog iz pravca EI Niš, podignuta je nepropusna bentonitno-betonska barijera. Ova podzemna brana je ugrađena do 1m u podinske nepropusne gline, sa prosečnom dubinom od 7,5 m. Na području ugroženom NO₃, urađena je hidraulička barijera. Nakon revitalizacije, ovo izvorište je nadograđeno na sadašnji kapacitet od 450 l/s, sa mogućnošću davanja više dana i do 600 l/s. Projekat je realizovan 1994/95.

Monitoring izvorišta u periodu 1996 – 2006. godine nije otkrio funkcionalne smetnje, potvrdio je da izvorište daje potreban kvalitet vode i ukazao da se u vodonosnom sloju odvijaju značajni procesi samoprečišćavanja.

Da je postojao monitoring (pijezometri) bliže EI, problem bi bio mesecima/godinama ranije uočen, što bi dovelo do ranijeg reagovanja, bez ili sa manjim posledicama.

PRIMER 3: CVETANJE FITOPLANKTONA U AKUMULACIJI VRUTCI I IMPLIKACIJE NA VODOSNABDEVANJE UŽICA



MUHA
Klimatske promene i povećanje sadržaja hranljivih materija dovode do širenja eutrofikacije u slatkovodnim ekosistemima, ponekad praćeno i cvetanjem cijanobakterija. Povišene temperature mogu dovesti do povećanja primarne proizvodnje čak i pri niskim nivoima hranljivih materija. Kada osetljiva vodna tela služe kao efluent, potreban je napredni tretman otpadnih voda. Većina akumulacija zadovoljava višestruke potrebe (snabdevanje vodom, kupanje, ribarstvo, navodnjavanje,...), što znači da je pitanje kvaliteta vode vrlo složeno.

Decembra 2013. došlo je do gustog cvetanja cijanobakterije *Planktothrix Rubescens* (PR) u akumulaciji Vrutci, koja je više od godinu dana isključena iz vodosnabdevanja Užica. Podaci o kvalitetu vode ove akumulacije u prošlosti su oskudni i ne mogu da podrže potpuno pouzdano naučno objašnjenje o preduslovima koji su doveli do cvetanja putem posteriorne analize. Tokom 2014-2015. uzimani su uzorci vode za: FH, MB i fitoplanktonska istraživanja. Istovremeno, prikupljeni su podaci o spoljnim difuznim i tačkastim izvorima hranljivih materija u slivu. Svo vreme PR je dominirao zajednicom fitoplanktona kroz produženo, uzastopno cvetanje.

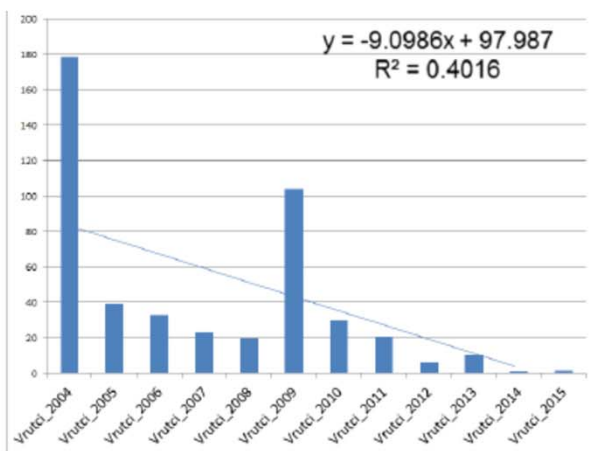


Fig. A2.1 Average ratio Total nitrogen : Total phosphorus (TN:TP) in Vrutci reservoir (2004-2015)

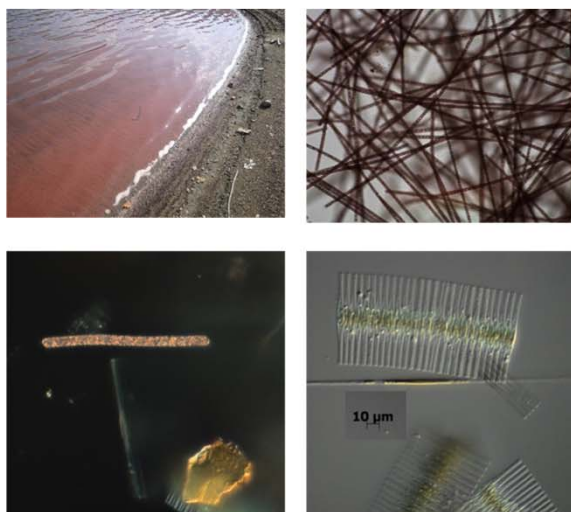


Fig. A2.2 Some pictures of *Planktothrix rubescens* from the lake Vrutci

Cilj studije je bio da se potraže i otkriju pokretači cvetanja, i da se definišu implikacije na snabdevanje i upravljanje pitkom vodom, uz pretpostavku dugoročnog prisustva PR. **Studija je pokazala da su: niska raznovrsnost fitoplanktona zajednica, nizak odnos TN/TP (ukupni azot : ukupan fosfor), značajna unutrašnja/spoljna opterećenja hranljivim materijama, povoljni svetlosni uslovi i konstantno brzo oscilovanje nivoa vode, glavni pokretači cvetanja cijanobakterija u akumulaciji Vrutci. Posebno je interesantno proučavanje odnosa TN:TP, koji je promenljiva kategorija u vremenu (kroz godine – sl. A2.1, i unutar jedne godine).**

PRIMER 3: CVETANJE FITOPLANKTONA U AKUMULACIJI VRUTCI I IMPLIKACIJE NA VODOSNABDEVANJE UŽICA



MUHA



Druga urađena studija potvrđuje značaj odnosa TN:TP u rezervoarima. Ideja je da se odnos TN:TP koristi kao glavni prediktor rizika od pojave i cvetanja cijanobakterija u jezerima i akumulacijama u Srbiji, a da nizak odnos TN:TP promoviše dominaciju cijanobakterija. Podaci o zastupljenosti i biomasi algi (uključujući % biomase cijanobakterija i koncentraciju TN i TP) analizirani su za 31 jezero u Srbiji (period 2004-2015). Broj uzoraka je varirao između jezera i kretao se od 56 do 252 uzorka. Nalazi sugerišu sledeće: Dominacija i cvetanje cijanobakterija u akumulacijama u Srbiji ne nastaju ako je srednji godišnji odnos TN:TP manji od 29. Ovo je u potpunoj saglasnosti sa nalazima nekih drugih istraživača (Smith 1983). Podaci takođe sugerišu da je razvoj cvetanja cijanobakterije višegodišnji fenomen u većini jezera/akumulacija u Srbiji. Procena rizika od cvetanja algi i ometanja vodosnabdevanja se stoga može povezati sa odnosom TN:TP u celom vodenom stubu i prisustvom cijanobakterija u prethodnom periodu (sezona rasta ili kvartal). **Praktične implikacije ovih nalaza su da modifikacija odnosa TN:TP može biti održiva strategija za kontrolu rizika od cvetanja cijanobakterija.** Metode i sredstva za kontrolu odnosa TN:TP zahtevaju dalje proučavanje.

Uticaj na vodosnabdevanje i moguće mere adaptacije (pozivajući se na studiju slučaja Vrutci - PPV Užice)

Degradacija kvaliteta vode u akumulaciji utiče na skoro sve faze procesa prečišćavanja vode. Prisustvo rastvorenih organskih materija ometa formiranje floka i dezinfekciju, dok prisustvo čestica utiče na filtraciju tako što začepljuje filtere i skraćuje vreme između uzastopnih pranja. Predložene strategije i sanacije uglavnom se oslanjaju na: ograničenja u dospeću hranljivih materija u akumulacije i na nadogradnju procesa prečišćavanja vode. Pošto cijanobakterije imaju tendenciju da se talože u kompaktnom i tankom sloju u metalimniju, predlaže se **izbor odgovarajućeg nivoa vodozahvata (sa veće dubine) kao jeftina i jednostavna mera** da se izbegne prodor cijanobakterija u VSS. **Ograničenje količine hranljivih materija treba postići poboljšanjem sanitarnih uslova u slivu, pravilno skladištenje stajnjaka i tehnikama za smanjenje erozije.**

PRIMER 3: CVETANJE FITOPLANKTONA U AKUMULACIJI VRUTCI I IMPLIKACIJE NA VODOSNABDEVANJE UŽICA



MUHA



Pošto prethodna VTP tehnologija za grad Užice nije bila u stanju da podnese visoke koncentracije cijanobakterija, bila je potrebna nadogradnja procesa tretmana u smislu efikasnijeg uklanjanja cijanobakterija i njihovih nusproizvoda. Do rasta algi 2013. godine, tehnološki proces na PPV Užice sastojao se od:

- procesa bistrenja dodatkom Al₂SO₄ i polielektrolita (koagulanta i flokulanta) sa taloženjem na pulsatoru, koji radi kao jednostavan float rezervoar,
- filtracija na peščanim gravitacionim filterima,
- dezinfekcija gasovitim hlorom.

Nakon rekonstrukcije (završene 2016), tehnološki proces na PPV Užice sadrži:

- preddezinfekcija sirove jezerske vode;
- pH korekcija kada je potrebno;
- nova linija za koagulaciju i flokulaciju sa adekvatnim hemijskim doziranjem koagulanta i flokulanta (Al-sulfat ili polialuminijum hlorid i polielektrolit);
- taloženje u postojećim taložnicima sa njihovom rekonstrukcijom umetanjem lamela radi poboljšanja efikasnosti taloženja prethodno dobro pripremljenih čestica u procesu koagulacije i flokulacije;
- proces ozoniranja u novom objektu koji je ključni deo procesa tretmana;
- filtracija na otvorenim brzim peščanim filterima sa njihovom potpunom rekonstrukcijom zajedno sa sistemom za pranje
- filtracija na filterima sa aktivnim ugljem; (u drugoj fazi, ako je potrebno);
- završna dezinfekcija vode;
- prečišćavanje tehnoloških otpadnih voda u taložnici; (u drugoj fazi);
- moderna automatizacija i upravljanje.

Planira se da akumulacija Vrutci **uspostavi program kontinuiranog monitoringa**, što će olakšati proračune balansiranja vode, hranljivih materija i ugljenika. Doprinos bujičnih pritoka opterećenju hranljivim materijama i organskim materijama do sada je nepoznat i trebalo bi da bude predmet daljeg istraživanja.

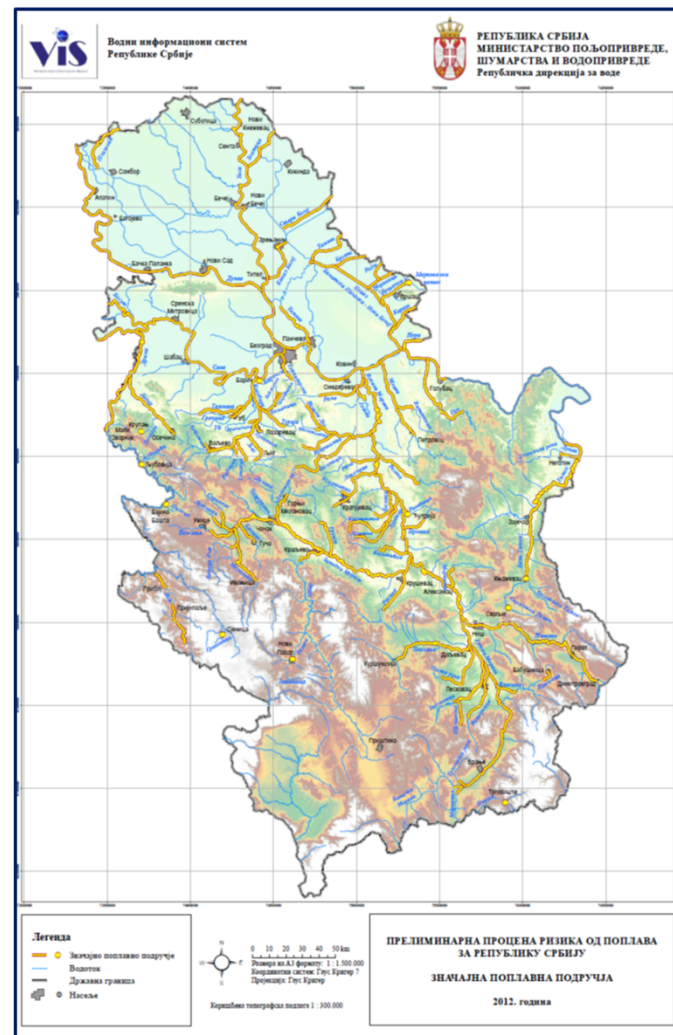
PRIMER 4: VODOSNABDEVANJE OBRENOVCA I ŠIRE TERITORIJE TOKOM I POSLE POPLAVA U MAJU 2014.



Preliminarnu procenu rizika od poplava za teritoriju Republike Srbije je izradila Republička direkcija za vode, u skladu sa Zakonom o vodama, Pravilnikom o utvrđivanju metodologije za preliminarnu procenu rizika od poplava i Evropskom direktivom o proceni i upravljanju rizicima od poplava.

Cilj i rezultat te preliminarne procene, što je prvi korak u izradi planova upravljanja rizikom od poplava, jeste da se identifikuju značajna plavna područja na kojima postoji ili bi mogao postojati značajan rizik od poplava sa štetnim posledicama po zdravlje ljudi i okruženje. U skladu sa tim, određena su i na karti (mapi) prikazana značajna plavna područja.

Mogući uticaj poplava na vodovodne sisteme može biti dosta različit, kao i mere odbrane/adaptacije.



PRIMER 4: VODOSNABDEVANJE OBRENOVCA I ŠIRE TERITORIJE TOKOM I POSLE POPLAVA U MAJU 2014.



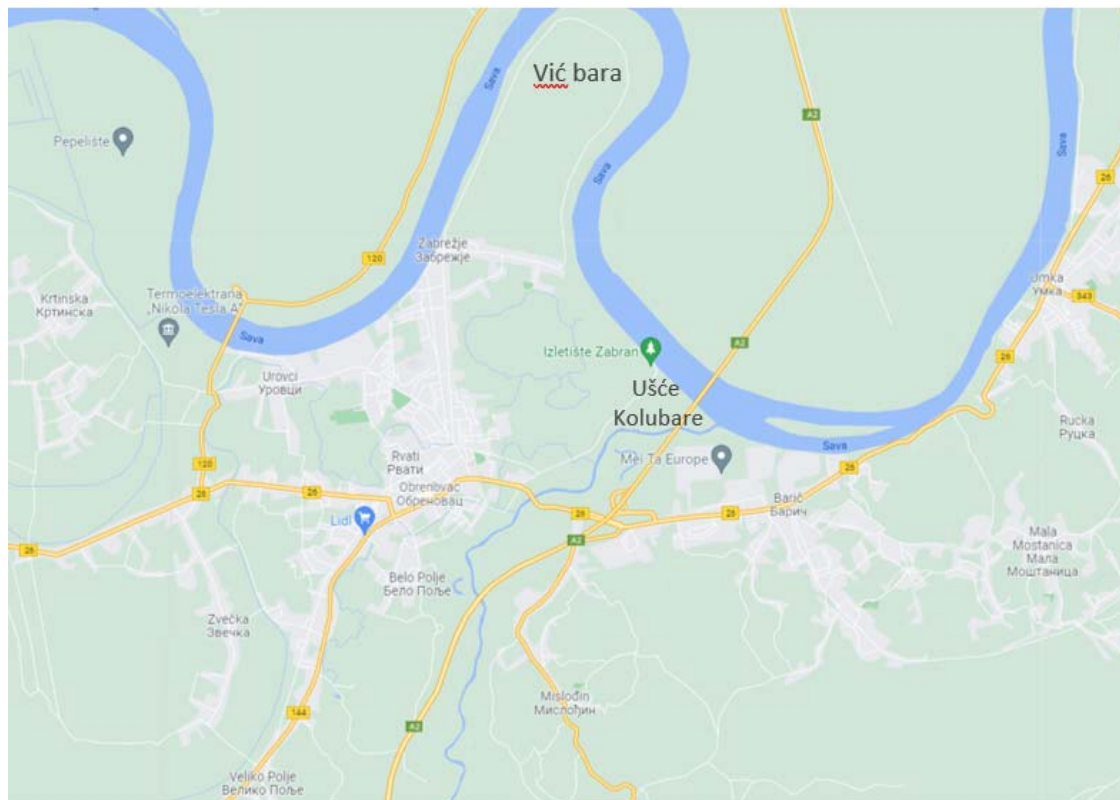
MUHA

Grad Obrenovac, sa nekoliko okolnih naselja, snabdeva se vodom za piće sa 2 lokacije:

- Aluvijalni izvor podzemnih voda na području Vić bara, i
- Vodozahvat na reci Savi nizvodno od ušća reke Kolubare.

Izvorište podzemne vode Vić bara se sastoji od 21 cevastog bunara u zaštićenom prostoru, i 9 cevastih i dva bunara sa horizontalnim drenovima izgrađenim u inundaciji. Podzemne vode, koje se sakupljaju sa izvorišta „Vić bara”, dopremaju se u PP „Zabrežje” gde se prečišćavaju, a nakon toga preko PS Zabran šalju u distributivnu mrežu, dok višak ide do centralnog rezervoara "Mislođin". Druga lokacija za vodosnabdevanje šire teritorije Obrenovca je vodozahvat reke Save nizvodno od ušća Kolubare. Voda uzeta iz reke prečišćava se na PPV "Barič", a zatim se distribuira u naselja Barič i Mala Moštanica. Višak vode odlazi u centralni rezervoar "Mislođin", odakle se snabdevaju naselja na desnoj obali Kolubare.

U Srbiji, ali i Hrvatskoj i BiH, u majskim poplavama 2014. uništeno je 100.000 domova i više od 200 škola. Za samo tri dana (14-16. maja) pala je prosečna tromesečna količina padavina. Od većih naselja posebno je kritičan bio grad Obrenovac.



Ova opština ima oko 75.000 stanovnika, od čega je 1/3 u samom gradu, a još 1/3 živi u neposrednoj blizini, koji je najviše pogođen poplavama. Voda je ušla u 90% domova. Majske poplave u Obrenovcu teško su oštetile preko 3.500 kuća, 1.200 stanova i 2.700 farmi. Ovo područje se nalazi na ušću reke Kolubare u reku Savu.

PRIMER 4: VODOSNABDEVANJE OBRENOVCA I ŠIRE TERITORIJE TOKOM I POSLE POPLAVA U MAJU 2014.



MUHA

Pripadnici Žandarmerije i Teritorijalne civilne zaštite pokušali su da odbrane VSS na Zabrežju (u ovom prigradskom naselju je i PPV). Stigao je veliki broj kamiona natovarenih džakovima peska. Vanredno stanje u opštini Obrenovac uvedeno je dva dana pre nego što su obrenovački nasipi probijeni na četiri mesta, dva na Savi i po jedno na Kolubari i Tamnavi. Probijanje nasipa dovelo je do plavljenja celog centra grada i mnogih okolnih sela. Sistem uzbunjivanja i obaveštavanja građana u Obrenovcu je zakazao, pošto se oglasila samo jedna sirena u trenutku kada je voda već prodrla u grad. Tada je bilo posebno dramatično, a jedan od spasilaca opisuje trenutke kada je puknuo nasip u Velikom polju kod Obrenovca i Kolubara se bukvalno izlila u grad. " Pronašli smo ženu i dvoje dece zarobljene od bujice i uspeali da ih strpamo u čamac. Voda je toliko navalila da nismo mogli da upravljamo čamcem. Morali smo da zagrlimo jednu banderu."

Obrenovac 16. May 2014.



Blokirana je celokupna infrastruktura grada, uključujući elektroenergetsku mrežu, vodovod, fiksnu telefoniju, a ubrzo su se pojavili i problemi sa mobilnom telefonijom. Do večernjih časova 16. maja vodostaj u centru Obrenovca dostigao je metar i po, a na obodu grada i viši od dva i tri metra. U poplavnom talasu je, pored potopljenog izvorišta i objekata VS, oštećeno i nekoliko cevovoda, od kojih je najveći bio prečnika 400 mm.

Tokom poplave u maju 2014. prestalo je sa radom izvorište Vić Bara. Svi cevasti bunari, izgrađeni u okviru zaštićenog područja, bili su poplavljeni površinskim vodama sumnjivog kvaliteta (vodeni stub je bio 2-2,5 m visine, lokalno i više). Bunari Vić bare u inundaciji (dva sa horizontalnim drenovima i grupa cevastih) nisu poplavljeni, jer su podignuti iznad nivoa od 1% visoke vode. Prekid rada je trajao duži period (preko 30 dana) pošto je električna oprema značajno uništena. Delovi VSS su sukcesivno uključeni u rad. Dva meseca nakon poplavnog talasa, vodosnabdevanje je normalizovano.

Tokom poplavnog talasa, pumpna stanica "Zabran" bila je praktično potpuno poplavljena, i zahtevalo je velike radove na sanaciji, što je usporilo puštanje u rad celog VSS. Kraći period bez vode (oko 5-10 dana) bila su naselja koja su se tehnički mogla snabdevati iz PPV „Barič“ (na povoljnijoj lokaciji i višoj koti): Barič, Mala Moštanica, Mislođin i još nekoliko manjih naselja u okolini.



ХВАЛА НА ПАЖЊИ

