

VODNA

ČASOPIS JAVNOG PREDUZEĆA ZA "VODNO PODRUČJE SLINOVA RIJEKE SAVE" - SARAJEVO

2007
Godina XI
52



UVODNIK

D. Hrkaš

AKTUELNOSTI

D. Hrkaš

SVJETSKI DAN VODA

H. Hadžović

PREDUSLOVI ZA OTPOČINJANJE PRIMJENE NOVOG
ZAKONA O VODAMA

J. Čengić

PRAVO NA INFORMIRANJE O STATUSU OKOLINE I
VODA KAO OSNOVNO LJUDSKO PRAVO**KORIŠTENJE VODA**

S. Skejović

PRIMJENA OZONA U TRETMANU PITKIH VODA

I. Palandžić

TEHNIČKA SPECIFIKACIJA I AUDIT
VODOVODNOG SISTEMA**ZAŠTITA VODA**

G. Mirković, A. Merdan

MIKROBIOLOŠKA-KEMIJSKA SLIKA
KVALITETA VODA RIJEKE BOSNE
I NJENIH PRITOKA U SARAJEVSKOM POLJU

S. Trožić-Borovac

OPĆE OSOBENOSTI AHORDATA BORAČKOG JEZERA

K. Hafner

METALI U VODAMA SPREČE

ZAŠTITA OD VODA

D. Ballian, F. Mekić

FITOREMEDIJACIJA VODA I ZEMLJIŠTA
I MOGUĆI ZNAČAJ ZA BOSNU I HERCEGOVINU

H. Resulović

TLA URBANIH PROSTORA

IZ ISTORIJE VODOPRIVREDE

A. Sarić, M. Gaković

NJIH NE TREBA ZABORAVITI
AKADEMIK PROF. STJEPAN MIKULEC*Autor kolor fotografija na koricama i srednjim stranama časopisa je Ermin Šahović***"VODA I MI"****Časopis Javnog preduzeća za "Vodno područje slivova rijeke Save" Sarajevo**<http://www.voda.ba>**Izdavač:**JP za "Vodno područje slivova rijeke Save"
Sarajevo, ul. Grbavička 4/III

Telefon: ++387 33 20 98 27

Fax: ++387 33 20 99 93

E-mail: dilista@voda.ba**Glavna urednica:**

Dilista Hrkaš, dipl. žurn.

Savjet časopisa: Predsjednik Mehmed Buturović, direktor JP; Zamjenik predsjednika: Faruk Mekić, predsjednik Upravnog odbora JP;**Članovi:** Haša Bajraktarević-Dobran, Građevinski fakultet Sarajevo; Enes Sarač, direktor Meteorološkog zavoda; Božo Knežević; Faruk Šabeta.**Redakcioni odbor časopisa:** Dilista Hrkaš, Mirsad Lončarević, Aida Bezdob, Elmedin Hadrović, Mirsad Nazifović, Salih Krnjić.**Idejno rješenje korica:** DTP STUDIO Studentska štamparija Sarajevo**Priprema za štampu i filmovanje:** Zoran Buletić**Štampa:** S.Z.R. "Birograf" Sarajevo

Časopis "Voda i mi" registrovan je kod Ministarstva obrazovanja, nauke i informisanja Kantona Sarajevo pod rednim brojem: 11-06-40-41/01 od 12. 03. 2001. godine.

POŠTOVANI ČITAOCI,

Strpljenje i trud se zaista isplate! U to su se mnogi od vas vjerovatno već uvjerali jednom ili više puta, a evo i mi u uredništvu našeg časopisa se u to uvjeravamo zadnjih nekoliko mjeseci u prikupljanju materijala, odnosno tekstova za izdavanje časopisa "Voda i mi".

Naime, za prošli broj smo imali materijala više nego što smo mogli objaviti u skladu sa utvrđenom koncepcijom i uređivačkom politikom časopisa, a to nam se evo događa i sa ovim brojem. Jednostavno je došlo do velike promjene ranije višegodišnje prakse u kojoj smo često molili poznate saradnike da nam napišu ponešto iz djelatnosti kojom se bave, a nerijetko smo i na vas apelirali da saradujete i da nam se javljate. Iz tih razloga časopis i izlazi dvomjesečno, iako smo pokušavali, a i naše želje bile i jesu da izlazi mjesečno. Možda nam se uskoro i ostvare.

Osim toga, između ova dva broja dobili smo i nekoliko novih molbi za dostavljanje časopisa, neke su i izvan prostora BiH, tako da ovih dana nismo bez razloga zadovoljni ovim što radimo, iako naravno uvijek može i više i bolje.

Ono što bi u ovom uvodniku možda trebalo posebno naglasiti je to da je pred nam uskoro 22. mart – Svjetski dan voda koji će se po četvrti put obilježiti na nivou sektora voda Bosne i Hercegovine, bez obzira što na tom nivou ne postoji institucija ili organizacija koja ovim sektorom upravlja. A vode teku li teku, ni briga ih za naše (ne)prilike. No, to je neka druga tema i za druge ljude.

Dakle, u dogovoru Federalnog ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva i Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede RS, u Sarajevu će 22. marta biti obilježen Svjetski dan voda na koji će biti pozvani, prije svega, predstavnici institucija i organizacija kojima je osnovna i zakonska djelatnost upravljanje vodama, a zatim i predstavnici mnogih drugih koji u okviru svoje djelatnosti također

imaju vezu sa vodom. Više o značaju ovog dana pročitajte u tekstu koji slijedi.

Posebno treba istaći tekst autorice Hazime Hadžović, pomoćnice ministra u Federalnom ministarstvu poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva za poslove vodoprivrede, koja nam u svom tekstu elaborira temu obezbjeđenja potrebnih preduslova za početak primjene novog Zakona o vodama. Ovaj tekst se veoma dobro uklopio u okvir naše želje i namjere istaknute u prošlom broju, da, koliko god je to moguće, novi Zakon o vodama približimo njegovim korisnicima, ali i široj javnosti, obzirom na sve novitete koje on sa sobom nosi. U tom pravcu se održavaju i tzv. male radionice na kojima se kroz predavanja stručnih i odgovornih ljudi prezentira novi Zakon o vodama, a mi ćemo nastojati da i u narednim brojevima po koju riječ kažemo o novom Zakonu.

Ono što nas posebno raduje su tekstovi u ovom broju čiji su autori naše kolege iz vodoprivredne laboratorije u Butilama, koja je počela sa radom prošle godine, a o čemu smo pisali u broju 48 našeg časopisa. Riječ je o mladim, obrazovanim i ambicioznim ljudima koji, očigledno, dobijenu mogućnost za rad i dalje usavršavanje žele iskoristiti.

Nećemo ovdje dalje pominjati tekstove iz ovog broja, iako su gotovo svi vrijedni da se istaknu, ali ćemo ih zato preporučiti vašoj pažnji sa uvjerenjem da ćete se složiti sa našim mišljenjem.

Čestitajući vam 22. mart – Svjetski dan voda, koji se obilježava pod motom: "BORBA SA NESTAŠI-COM VODE", upućujemo vam i najbolje želje za budućnost u kojoj mi u Bosni i Hercegovini nećemo biti u situaciji da vodimo jednu takvu borbu.

A sve zavisi samo od nas samih. Budimo odgovorni prema vodi! Višestruko će nam se vratiti i isplatiti.



Autori su u cjelosti odgovorni za sadržaj i kvalitet članaka.

U SUSRET 22. MARTU - SVJETSKOM DANU VODA

“Coping with water scarcity” - “Borba sa nestašicom vode”;
tema je obilježavanja ovogodišnjeg Svjetskog dana voda

Ovoga 22. marta po petnaesti put međunarodna zajednica će obilježiti Svjetski dan voda i to pod geslom “BORBA SA NESTAŠICOM VODE”. To nas ozbiljno upozorava da je stanje sa vodom na jedinoj nam planeti Zemlji poprilično složeno, te da je izgleda došlo vrijeme da sa nebrojenih deklarativnih izjava, prognoza, stavova i zaključaka, krenemo u konkretnu akciju i borbu sa nečim što predstavlja nemjerljivo veliku opasnost od čijeg se naziva uvlači strah u kosti: nestašica vode!!!

Pojam nestašica je sam po sebi pojam koji stvara uzbunu, neizvjesnost, strah, opasnost, a na kraju čak i nestanak. Ako ga povežemo sa vodom, kao jednim od najvažnijih elemenata na Zemlji prijeko potrebnim za život, onda nam cijela priča postaje kristalno jasna.

Do sada je poznato da je naša planeta jedina u Sunčevom sistemu koja ima vodu, pa prema tome i život. Voda je ,kao što svi znamo, jedinstven i nezamjenjiv prirodni resurs, koji je uglavnom neravnomjerno raspoređen u vremenu i prostoru. Ali, bez obzira na to, svi ljudi na Zemlji imaju pravo na pristup zdravoj i čistoj vodi, jer je voda nasljeđe koje od postanka Zemlje i života na njoj traje u svom kružnom toku : isparava, kondenzuje se u atmosferi i u obliku sitnih kapi ponovo pada na zemlju. Dakle, mijenjajući svoja agregatna stanja, voda beskrajno kruži u prirodi i obnavlja se, stvarajući tako moć života i njegovo puno bogatstvo.

U razvoju civilizacijskih tokova kroz ljudsku istoriju, voda je bila i ostala okosnica tih procesa, tako da su naselja i gradovi uglavnom nastajali uz vodu. Sve ljudske radne, kulturne i duhovne aktivnosti ne mogu se zamisliti niti ostvariti bez vode, pa je ta upotreba kroz stoljeća stalno rasla. Stoga danas možemo reći da je naš ekonomski i društveni razvoj dobrim dijelom baziran na vodi i da će to sve više i biti,

obzirom da gotovo nema ljudske djelatnosti i proizvoda u kojima nije važna voda.

Nažalost, vrijednost i značaj vode imaju različite dimenzije u različitim sredinama uslovljene upravo tim dostignutim nivoom razvoja. Naime, u modernim zapadnim društvima voda je kategorisana kao roba i proizvod ekonomske vrijednosti, dok kod onih drugih još ima samo karakter prirodnog resursa. Šta je ispravno, gdje je istina?

Očigledno, istina je u zlatnoj sredini, ili što bi danas savremenim jezikom rekli: istina, vizija i opstanak su u konceptu ODRŽIVOG razvoja. A taj koncept je za nas u Bosni i Hercegovini kao zemlji u tranziciji , prije svega, koncept dobrog i multidisciplinarnog pristupa u planiranju i dosljednom provođenju mjera korištenja prostora i urbanog razvoja gradova, usklađenog u prvom redu sa raspoloživim vodnim resursima. Time jedino možemo odgovorno pristupiti predupređivanju nepoželjnih posljedica moguće nestašice vode na ovim prostorima.

Jer, iako se trenutno kod nas i ne osjeća baš problem življenja sa nestašicom vode, sadašnji trend razvoja i nije nešto optimističan u tom pogledu, obzirom da su prisutne pojave iscrpljivanja ili prekomjernog zagađivanja bližih izvorišta , nemarnog odnosa prema gubicima vode i prevelikoj potrošnji (nizak stepen svijesti građana o potrebi štednje vode), te neblagovremenog i sveobuhvatnog planiranja u sektoru voda.

Bosanskohercegovačka “borbena strategija” protiv nestašice vode je, znači, u koordiniranom prostornom i vodoprivrednom planiranju. Zvuči jednostavni i poznato. I jeste! Samo treba na tome raditi. I još nešto: raditi s vodom znači biti školovan i obrazovan.

PREDUSLOVI ZA OTPOČINJANJE PRIMJENE NOVOG ZAKONA O VODAMA

Uvod

Povodom stupanja na snagu novog Zakona o vodama ("Službene novine Federacije broj 70/06), objavljivanja početnog teksta na tu temu u "Voda i mi" i najava daljih tekstova o tome, ovim tekstom želim doprinijeti podrobnijem upoznavanju čitalaca časopisa sa ovim aktuelnim pitanjem, kroz prikaz tekućih aktivnosti, pristupa i plana Federalnog ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva (FMPVŠ) za otpočinjanje praktične primjene ovog propisa.

Ovim se ne želi umanjiti uloga najavljenog načina predstavljanja Zakona u časopisu, ali smatram potrebnim ukazati da ovako aktuelno pitanje nameće potrebu za predstavljanjem novog Zakona i iz ugla njegove praktične primjene. Zbog aktuelnosti, posebno se nameće potreba razmatranja mogućih načina provođenja odredbi Zakona koje se odnose na transformaciju JP-a za vodna područja u Agencije za vode i njihovog kapacitiranja za izvršavanje dodijeljenih zadataka te mogućih pristupa provođenju odredbi o izradi planova upravljanja riječnim bazenima na nivou Bosne i Hercegovine. I drugi aspekti primjene i provođenja ovog kompleksnog propisa nisu ništa manje značajni i zaslužuju da nađu mjesto i na stranicama našeg časopisa.

Činjenica da je potrošeno jako puno vremena na pripremu i donošenje novog Zakona o vodama, a da je Zakon konačno donesen i stupio na snagu, obavezuje sve subjekte koji su nadležni i dužni za njegovo provođenje da, u okviru svojih nadležnosti i odgovornosti, bez zastoja i odlaganja pristupe stvaranju uslova i za formalno otpočinjanje primjene ovog Zakona.

Stoga je Sektor za vodoprivredu FMPVŠ u svom Programu rada za 2007. godinu ovu aktivnost uvrstio kao najprioritetniju. Isto je preporučeno drugim federalnim i kantonalnim ministarstvima koja po novom Zakonu o vodama ili drugim važećim propisima imaju utvrđene nadležnosti za oblast voda. Automatski, u skladu sa njihovim nadležnostima i zadacima, ove aktivnosti su prioritetan zadatak javnih preduzeća za vodna područja (JP-a), što je i obuhvaćeno kroz planove JP-a za 2007. godinu.

U cilju približavanja odredbi novog Zakona o vodama svim obveznicima njegove primjene i korisnicima Zakona, FMPVŠ je planiralo u više navrata prezentirati ovaj novi propis državnim, federalnim i kantonalnim ministarstvima, zainteresiranim komorama i drugim korisnicima i ukupnoj javnosti.

Prva prezentacija je održana 19.12. 2006. godine u Sarajevu i bila je namijenjena prvenstveno uposlenicima JP-a za vodna područja, državnim i federalnim ministarstvima i medijima. Interes za ovu prezentaciju i veliki odziv potvrdili su koliko je pitanje novog Zakona o vodama aktuelno, ne samo za oblast voda nego i druge resore i medije. I iz tog razloga ovim tekstom želim doprinijeti da se informacije o praktičnim aktivnostima na implementaciji novog Zakona koje provodi FMPVŠ učine dostupnim svim zainteresovanim i javnosti.

Pripremljena je prezentacija novog Zakona kantonalnim ministarstvima, ali situacija sa konstituisanjem vlasti u kantonima u novom sazivu, pomjera njeno održavanje.

Početak primjene novog Zakona o vodama

Početak primjene novog Zakona o vodama je definisan odredbom člana 224. tog Zakona kao dan početka rada Agencija za vode (Agencije) koje se u skladu sa odredbom člana 152. ovog Zakona uspostavljaju za potrebe provođenja zadataka upravljanja vodama i registruju u skladu sa odredbom člana 207. ovog Zakona. Ovakvo rješenje početka primjene novog Zakona o vodama je uslovljeno je potrebom da se do tog roka pripremi i učini operativnim novi sistem obračunavanja, plaćanja i raspodjele sredstava po osnovu opće i posebnih vodnih naknada utvrđen ovim Zakonom i potrebom uspostave Agencija za vode osposobljenih za izvršavanje uloge koja im je ovim Zakonom dodijeljena. Praktično bez operativnosti novog sistema finansiranja i otpočinjanja rada Agencija na izvršavanju zadataka upravljanja vodama iz odredbi čl. 155. i 156. ovog Zakona, nije moguće otpočeti provoditi novi Zakon ni iz nadležnosti drugih subjekata, dakle ni cjelokupno provoditi upravljanje vodama po novom Zakonu. To je očigledno na primjeru izvršavanja zadatka izdavanja vodnih akata po novom Zakonu. Analizom izvršavanja drugih zadataka upravljanja vodama dolazi se do istog zaključka.

Iz navedenih razloga, do stvaranja uslova za otpočinjanje primjene novog Zakona o vodama, odnosno početka rada Agencija za vode, odredbama novog Zakona o vodama je utvrđen prelazni period u okvirnom trajanju od šest mjeseci sa daljom primjenom postojećeg Zakona o vodama ("Službene novine Federacije BiH", broj 18/98).

Uvažavajući složenost i ograničenja nastale situacije, FMPVŠ je odmah po donošenju novog Zakona pokrenulo aktivnosti u svrhu stvaranja uslova za otpočinjanje njegove primjene u propisanom roku

U sklopu tih aktivnosti je utvrđeno da je 01. juli 2007. godine realno očekivani rok za otpočinjanje primjene novog Zakona o vodama.

Preduslovi za otpočinjanje primjene novog Zakona o vodama

U svrhu postizanja ovog roka, analizirani su preduslovi koje je potrebno ispuniti da bi i formalno mogla otpočeti primjena novog propisa. U sklopu tih aktivnosti je utvrđen popis zadataka po novom Zakonu koje je potrebno realizovati do otpočinjanja njegove primjene kao i zadataka po postojećem Zakonu o vodama koje u istom periodu treba realizovati u svrhu olakšanja primjene novog Zakona.

Iz odredbi novog Zakona je jasno da preduslove za otpočinjanje njegove primjene čini izvršenje većeg broja zadataka u vidu pripreme i donošenja podzakonskih, općih akata i metodologija, provođenja procedura za donošenje odluka, davanja saglasnosti i sl.

Ti preduslovi se u nastavku navode i razvrstavaju prema subjektima nadležnim za njihovo izvršenje i to:

a) iz nadležnosti Vlade Federacije BiH

- donošenje podzakonskog akta o granicama riječnih bazena i vodnih područja (član 23. novog Zakona)
- provođenje procedura i donošenje odluka o imenovanju Upravnih odbora (UO) Agencija za vode (član 159. stav 2. novog Zakona)
- donošenje odluke o stopama posebnih vodnih naknada (član 171. novog Zakona)
- donošenje izmjena podzakonskog akta o uplati javnih prihoda (član 176. novog Zakona)

b) iz nadležnosti FMPVŠ i drugih federalnih ministarstava

- davanje saglasnosti na statute Agencija za vode (član 160. stav 2. tačka 1. novog Zakona)
- provođenje procedura za imenovanju Upravnih odbora (UO) Agencija za vode (član 159. stav 2. novog Zakona)
- davanje saglasnosti na odluke o imenovanju direktora Agencija za vode (član 160. stav 2. tačka 1. novog Zakona)
- donošenje uputstva o obračunavanju i plaćanju opće vodne naknade (član 174. stav 1. novog Zakona)
- donošenje uputstva o obračunavanju i plaćanju posebnih vodnih naknada (član 174. stav 1. novog Zakona)
- donošenje podzakonskog akta o zakupu javnog vodnog dobra (član 10. stav 4. novog Zakona)
- donošenje podzakonskog akta o izdavanju vodnih akata (član 107. stav 4. novog Zakona)
- donošenje podzakonskog akta o uslovima i kriterijima koje moraju ispunjavati pravna lica za izradu projektne dokumentacije na osnovu koje se izdaju vodni akti (član 120. stav 6. novog Zakona)

c) iz nadležnosti JP-a za vodna područja i UO-a Agencija za vode

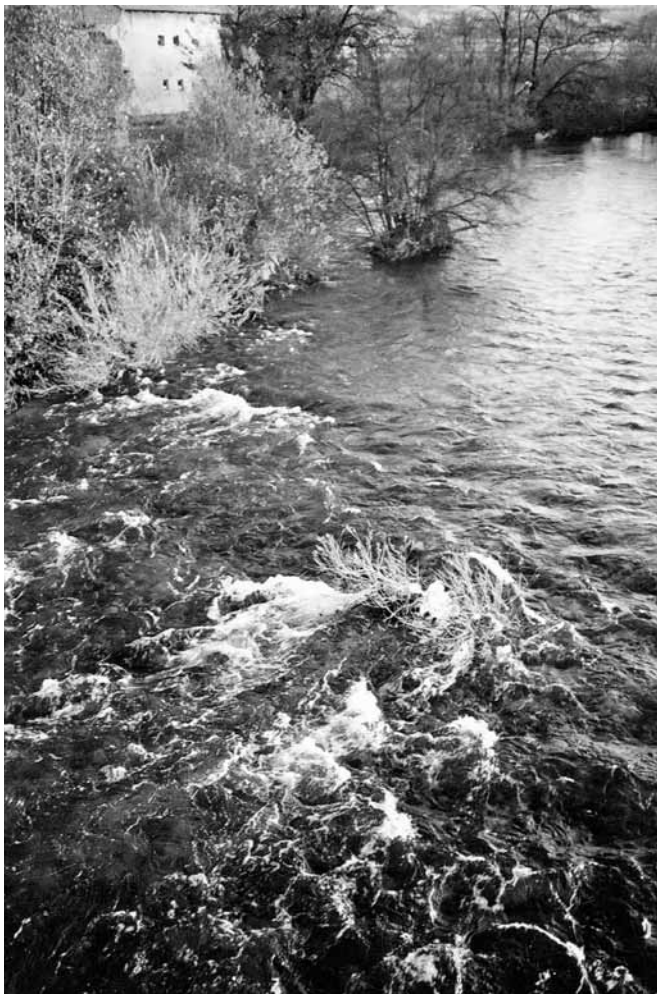
- donošenje statuta, pravilnika o unutrašnjoj organizaciji i drugih općih akata Agencija za vode (član 160. stav 2. tačka 1. i stav 3. tačka 2. istog člana novog Zakona)
- utvrđivanje metodologija za izradu trogodišnjih okvirnih planova i finansijskih planova Agencija, godišnjih planova i finansijskih planova i izvještaja o poslovanju Agencija (član 160. stav 1. i stav 2. tačk. 2. i 3. istog člana novog Zakona)
- provođenje procedure i donošenje odluke o imenovanju direktora Agencija (član 160. stav 2. tačka 3. novog Zakona)
- priprema podloga svih podzakonskih akata iz tačaka a) i b) ovog teksta, čije donošenje je utvrđeno

no odredbama novog Zakona o vodama bez obzira u čijoj je nadležnosti njihovo donošenje (član 156. stav 1. tačka 10. i stav 2. istog člana novog Zakona)

d) iz nadležnosti kantonalnih ministarstava i drugih tijela kantona

- donošenje propisa ili drugog pravnog akta kojim se vrši usklađivanje postojećih kantonalnih zakona o vodama sa novim Zakonom o vodama, odnosno regulišu pitanja organizacije i načina izvršavanja poslova koji su novim Zakonom o vodama stavljene u nadležnost kantona, uključujući određivanje institucije nadležne za korištenje sredstava koja po novom Zakonu o vodama pripadaju budžetu kantona i rješavanje pitanja prenosa dijela svojih nadležnosti za izdavanje vodnih akata i inspeksijskog nadzora na grad ili općinu na svom području i načina finansiranja prenesenih nadležnosti (čl. 139. stav 3., 167. st. 1. i 2., 177. stav 1. tačka 3., 198. stav 2. i 222. st.1. i 2. novog Zakona).

U dijelu poslova iz nadležnosti kantona navedeni popis zadataka nije konačan i kantoni u ovom periodu, pored navedenog, treba da posvete pažnju i



Detalj sa rijeke Une

Snimio: M. Lončarević

stvaranju uslova za izvršavanje zadataka koji su ovim Zakonom direktno stavljeni u nadležnost grada ili općine (npr. javno vodno dobro uz površinske vode II kategorije, uređenje vodotoka i drugih voda i zaštita od štetnog djelovanja voda iz nadležnosti kantona, grada ili općine itd.). Ova pitanja će biti konkretnije data u prezentacijama novog Zakona kantonima koje će uslijediti tokom februara i marta 2007. godine.

Pobrojane aktivnosti predstavljaju zadatke čije izvršenje je preduslov za otpočinjanje primjene novog Zakona, uz mogućnost da ovaj spisak bude dopunjen.

Od zadataka po postojećem Zakonu o vodama koje u istom periodu treba realizovati u svrhu olakšavanja primjene novog Zakona planirano je izvršenje slijedećih zadataka:

- donošenje uredbe o opasnim i štetnim materijama za vode (član 121. postojećeg Zakona)
- donošenje izmjena Pravilnika o minimumu sadržine općeg akta o održavanju, korištenju i osmatranju vodoprivrednih objekata (član 31. stav 5. postojećeg Zakona)
- donošenje podzakonskog akta o graničnim vrijednostima opasnih i štetnih materija u tehnološkim otpadnim vodama prije njihovog ispuštanja u javnu kanalizaciju ili drugi prijemnik (član 124. stav 1. tačka 1. postojećeg Zakona)
- donošenje podzakonskog akta o graničnim vrijednostima opasnih i štetnih materija u otpadnim vodama koje se nakon prečišćavanja iz sistema javne kanalizacije ispuštaju u prijemnik (član 124. stav 1. tačka 2. postojećeg Zakona).

Takođe se očekuje od svih organa nadležnih za implementaciju novog Zakona o vodama, a posebno od JP-a za vodna područja da utvrde i druge prijedloge zadataka čije izvršenje može olakšati otpočinjanje primjene novog Zakona .

Provedene aktivnosti

Kako je već navedeno, FMPVŠ je uz učešće JP-a za vodna područja pokrenulo značajan dio aktivnosti u svrhu stvaranja uslova za otpočinjanje primjene novog Zakona o vodama u propisanom roku. Popis tih zadataka i pristup njihovoj realizaciji je utvrđen na radnom sastanku FMPVŠ i JP-a za vodna područja održanom 02. oktobra 2006. godine i finaliziran na radnom sastanku istih učesnika od 28.11. 2006. godine. Popis ovih zadataka je predstavljao osnovu za pripremu Programa rada Sektora za vodoprivredu FMPVŠ za 2007. godinu sa preciznim rokovima izvršenja pojedinih zadataka kako bi se sa 30. junom 2007. godine ostvarili preduslovi za otpočinjanje primjene novog Zakona o vodama.

U cilju realizacije ovih zadataka izvršeno je njihovo grupisanje u tri grupe za pripremu: finansijskih podzakonskih akata, podzakonskih akata za rad

Agencija i podzakonskih akata za izdavanje vodnih akata i zaduženi radni timovi od uposlenika FMPVŠ i JP-a za vodna područja za izradu istih.

Na ovaj način već je finalizirana podloga akta o granicama riječnih bazena i vodnih područja, u toku je rad na pripremi podloga finansijskih akata i statuta Agencija, a rad na pripremi podloga propisa o izdavanju vodnih akata treba da otpočne. Paralelno sa ovim upućen je u proceduru Prijedlog izmjene Pravilnika o minimumu sadržine općeg aktu o održavanju po postojećem Zakonu i u toku je finalizacija podloga podzakonskih akata koji regulišu kvalitet voda po postojećem Zakonu.

U svrhu dodatne koordinacije svih ovih aktivnosti na rdnom sastanku FMPVŠ i JP-a za vodna područja održanom 08. 01. 2007. godine imenovan je Tim za koordinaciju aktivnosti za otpočinjanje primjene novog Zakona koga čine pomoćnik ministra za vodoprivredu i direktori JP-a za vodna područja.

Planirani rok otpočinjanja primjene novog Zakona

Iako je samim Zakonom definisan rok od šest mjeseci za otpočinjanje primjene novog Zakona o vodama, što prema objavi i stupanju na snagu Zakona ističe 28. maja 2007. godine, zbog prelaska na novi način obračunavanja, ubiranja i reaspodjele sredstava potrebno je da se taj rok podudara sa terminom podnošenja šestomjesečnih ili godišnjih finansijskih izvještaja o poslovanju. Uvažavajući ovaj praktični razlog, kao planirani rok za otpočinjanje primjene novog Zakona o vodama određen je 01. juli 2007. godine. FMPVŠ će koordinirati potrebne aktivnosti da se taj rok i ispoštuje, a to je obaveza i drugih nadležnih organa i institucija. U slučaju probijanja ovog roka, otpočinjanje primjene novog Zakona o vodama bi bilo prolongirano do početka 2008. godine, što bi za cjelokupnu oblast predstavljalo dodatnu stagnaciju, pogotovu u uslovima pregovora o stabilizaciji i pridruživanju EU.

Veza otpočinjanja primjene novog Zakona o vodama sa aktivnostima pregovora sa EU

Uporedo sa ovim aktivnostima, u organizaciji EU administracije iz Brisela, Direkcije evropskih integracija Bosne i Hercegovine i Ministarstva vanjske trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine provodi se projekat ocjene usklađenosti domaćih propisa iz više resornih oblasti sa odgovarajućim EU direktivama. U ovoj fazi aktivnosti projekta, koji inače pored Bosne i Hercegovine obuhvata i Albaniju, Srbiju i Crnu Goru, za oblast voda se vrši ocjena usklađenosti domaćih propisa sa slijedeće četiri EU direktive: Okvirna direktiva o vodama, Direktiva o urbanim otpadnim vodama, Direktiva o vodi za piće i Nitratna

direktiva. Rok za izvršenje ove faze projekta je početak marta 2007. godine.

Ova aktivnost će dati ocjenu stvarne usklađenosti pojedinačnih odredbi novog Zakona o vodama i drugih postojećih podzakonskih akata koji regulišu materiju koja je predmet ovih direktiva sa rješenjima iz tih direktiva, kao i ocjenu načina i stepena implementacije tih domaćih propisa. Iz ovih ocjena usklađenosti će kroz pregovore sa EU uslijediti obaveze za dalje potrebno usklađivanje ovih propisa i njihove implementacije. Ista obaveza će vrlo brzo uslijediti i za ocjenu usklađenosti i usklađivanje sa ostalim EU direktivama za oblast voda. Dakle krajnji rezultat ovih aktivnosti će biti izmjene većine postojećih propisa i donošenje novih propisa kojima treba biti regulisana problematika u oblasti voda.

I u kontekstu ovih aktivnosti, što se prije otpočne sa primjenom novog Zakona, stvarno usklađivanje će biti lakše provesti kroz izmjene ovog propisa koje će sigurno uslijediti za sve odredbe i način njihove implementacije koje nisu usklađene sa EU propisima.

Umjesto zaključka

Sa ovim saznanjima, trebamo postati svjesni činjenice da ulazimo u period u kome će se svi propisi pa i novi Zakon o vodama i podzakonski akti u ovoj oblasti dosljednije primjenjivati i lakše i brže mijenjati, zbog ispunjenja zahtjeva EU.

Period u kome će doći do otpočinjanja primjene novog Zakona o vodama, će biti izuzetno dinamičan za sve institucije i pojedince koji djeluju u ovoj oblasti i sigurno će nas sve trgnuti iz višegodišnjeg čekanja na donošenje novog Zakona.

Obzirom da je priprema i donošenje novog Zakona bilo u rukama stranaca i politike, uticaj struke na te aktivnosti je bio minoran. Kvalitet aktivnosti što predstoje na polju otpočinjanja primjene, implementacije i daljeg usklađivanja novog Zakona i drugih propisa sa propisima EU, zavisice najviše od naše inicijative i našeg stručnog angažmana.

Važnu ulogu u promovisanju ove promjene bi mogao odigrati i naš Časopis, što ja toplo preporučujem.

Korištena literatura:

1. Zakon o vodama ("Službene novine Federacije BiH", broj 70/06)
2. Zakon o vodama ("Službene novine Federacije BiH", broj 18/98)
3. Program rada Sektora za vodoprivredu FMPVŠ za 2007. god.
4. Dokumentacija "Projekta praćenja napretka u implementaciji zahtjeva EU direktiva u okolinsko zakonodavstvo zemalja predkandidata Albanije, Bosne i Hercegovine, Srbije i Crne Gore"
5. Zabilješke sa sasatanaka o implementaciji novog Zakona FMPVŠ i JP-a za vodna područja od 02. 10. 2006. god., 28. 11. 2006. god. i 08. 01. 2007. god.

PRAVO NA INFORMIRANJE O STATUSU OKOLINE I VODA KAO OSNOVNO LJUDSKO PRAVO

(Napomena urednice: autorica je magistrirala iz oblasti okoliša i međunarodnih odnosa)

Svojim odlukama čovjek usmjerava svoj život i utiče na razvoj ljudskog društva u cjelini. Težnja čovjeka kao ljudskog bića je da donese takve odluke i poduzme aktivnosti koje će unaprijediti i poboljšati kvalitet njegovog života i društvene zajednice kojoj pripada. Jedan od indikatora kvalitetnog života čovjeka je i stanje okoline u kojoj živi – kvalitet zraka i tla, raznovrsnost flore i faune, te dobro stanje vodnih resursa, kao jednog od najznačajnijih faktora za život ljudi na planeti Zemlji. Budući da je voda, kao prirodni resurs, od vitalne važnosti za opstanak ljudi i njihovo zdravlje, pravo je svakog čovjeka da traži informaciju i bude informiran o kvalitetu voda, te da učestvuje u donošenju odluka koje bi mogle utjecati na stanje ovog značajnog resursa. S druge strane, vodni resursi su značajni i za privredni život svake zemlje, pa je pristup informacijama i širenje istih, bitno i sa stanovišta kreiranja budućih politika (strategija, programa, planova, itd.) iz oblasti voda.

Na međunarodnoj ravni zaključeni su mnogi sporazumi i usvojena pravila globalnih i regionalnih konvencija i protokola, koji su prepoznali da je pristup informacijama i učešće javnosti u donošenju odluka, jedan od osnovnih instrumenata putem kojeg čovjek, kao građanin može da utječe na kvalitet svoje bliže okoline, pa i šire, s ciljem očuvanja zdravlja i unapređenja kvaliteta života. Evropska unija je donijela niz direktiva, a Evropska zajednica postala članicom mnogih globalnih i regionalnih konvencija i

protokola vezano za oblast okoline, voda i učešća javnosti, čije su osnovne odredbe sadašnje zemlje članice i budući kandidati za članstvu u EU obavezni prenijeti u domaće zakonodavstvo i implementirati.

Bosna i Hercegovina je takođe poduzela određene korake u oblasti zakonodavstva s ciljem reguliranja problematike zaštite okoline i voda i upravljanja vodama, te informiranja i učešće javnosti u tom domenu. Domaći propisi iz ove oblasti se značajno zasnivaju i usaglašeni su sa evropskim i međunarodnim standardima. Prilagođavanje se, između ostalog, ogleda u predviđenim postupcima za dostavljanje informacija, pristupu pravosudnim organima, te saradnji sa domaćim zainteresiranim institucijama, odnosno organizacijama na jačanju javne svijesti.

Međutim postavlja se pitanje u kojoj mjeri je moguće adekvatno provođenje ovih donesenih propisa, imajući u vidu brojne probleme i prepreke s kojima se susreću, kako javnost prilikom podnošenja zahtjeva za dobivanjem informacija, tako i javni organi prilikom dostavljanja istih.

S tim u vezi, namjera ovog članka je da da okvirni prikaz domaće regulative iz ove oblasti, ukaže na probleme i prepreke koje otežavaju provođenje donesenih propisa, te predloži određene mjere s ciljem poboljšanja i unapređenja pristupa i širenja informacija zainteresiranoj javnosti.

Pravo na informiranje i zakonodavni okvir u BiH

Sloboda pristupa informacijama i dostavljanje istih

Prema Zakonima o slobodnom pristupu informacijama BiH i FBiH¹, te Zakonu o slobodi pristupa

informacijama u Republici Srpskoj², svaki javni organ (pa tako i organi nadležni za oblast okoline i voda) je dužan omogućiti svakom fizičkom ili pravnom licu pristup informacijama, ne ispitujući opravdanost zahtjeva ili tražeći obrazloženje istog.

S tim u vezi, od nadležnog organa se očekuje da imenuje službenika za informiranje, koji obrađuje dostavljene zahtjeve, te da svim fizičkim i pravnim licima osigura besplatan vodič, indeks-registar i statističke podatke.

Predviđeno je da **vodič**, bude dostupan na zahtjev i putem Interneta, kako bi svaka osoba, između ostalog, bila obaviještena o:

- javnom organu i njegovom službeniku za informiranje
- postupku podnošenja zahtjeva
- kategorijama izuzetaka za pružanje informacija,
- postupku pristupa informacijama,
- troškovima umnožavanja,
- pristupu pravnom lijeku, i svim bitnim rokovima.

S druge strane, **indeks-registar**, treba da sadrži vrstu informacija koje su pod kontrolom javnog organa, oblik u kojem su informacije na raspolaganju, kao i podatke gdje se može pristupiti tim informacijama.

Statistički podaci, između ostalog, trebaju dati informacije o broju primljenih zahtjeva, vrstu traženih informacija, utvrđene izuzetke, te druge odluke.

Entitetski okolinski zakoni omogućavaju zainteresiranoj javnosti (pojedincu ili organizaciji) da traže informacije koje čuvaju javni organi, uključujući informaciju o opasnim supstancama i aktivnostima u njihovim zajednicama. Predviđeni rok za dostavljanje informacija na zahtjev javnosti, je 15 dana, od dana dostavljanja zahtjeva, sa mogućnošću produžetka do jednog mjeseca, o čemu podnosilac zahtjeva treba biti informiran.

Istovremeno, nadležni organi mogu odbiti dostavljanje informacija, kada zahtjevi nisu dostavljeni u propisanoj formi ili kada se zahtjevi za informacijama odnose na informacije vezane za funkcije javnih organa, na povjerljive komercijalne informacije, itd..

Pravne i praktične prepreke u ostvarivanju prava na informiranje iz oblasti okoline i voda

Institucionalni faktor

Općenito gledajući, ne postoji tradicija i veća zainteresiranost šire javnosti i građana u BiH, kada je u

pitanju traženje informacija iz oblasti okoline i voda. Ne treba zaboraviti da se zaštiti prirodnih resursa tek nedavno počela posvećivati veća pažnja. Nadležni organi su još uvijek nedovoljno angažirani u tom postupku, iako ih zakoni na to obavezuju i u svom radu nailaze na određen broj poteškoća.

Nadležne resorne institucije ne raspolažu dovoljnim brojem stručnih osoba koje bi radile obradu informacija, niti raspolažu osobljem koje bi bilo zaduženo za širenje i dostavljanje istih zainteresiranoj javnosti. U nadležnim državnim i entitetskim organima danas se rijetko mogu naći stručne službe ili pojedinci zaduženi za pristup informacijama, koji bi osigurali informacije u skladu sa zakonodavnim obavezama i podnesenim zahtjevima pravnih i fizičkih lica ili grupa građana. U nekim od ovih organa su zaposlene uglavnom osobe nadležne za odnose sa javnošću, koje ne obavljaju poslove prikupljanja zahtjeva za pristup informacijama, nego su zadužene za širenje informacija i za saradnju sa medijima.

U većini nadležnih institucija još uvijek ne postoji dovoljan broj stručnog osoblja koje bi odlučivalo o selekciji informacija koje treba postaviti na internet stranice ovih organa, kao ni tehničko osoblje koji bi vodilo računa o njihovom redovnom ažuriranju.

Također, ne postoje strategije iz oblasti okoline i voda na svim nivoima, te tako nadležni organi ne raspolažu sa dovoljno informacija, koje interesuje širu javnost. S druge strane, nedostatak suradnje i koordinacije unutar i između resornih institucija, po vertikalnoj i horizontalnoj ravni, ima za posljedicu da pojedini nadležni organi posjeduju i dostavljaju različite i neusklađene informacije.

Iako domaći zakoni o slobodi pristupa informacijama predviđaju da svaki nadležni organ omogući izdavanje besplatnih vodiča, indeks-registara i dostavljanje statističkih podataka zainteresiranoj javnosti, usljed navedenih nedostataka profesionalnog osoblja, baza podataka, te adekvatnih finansijskih sredstava i odgovarajuće koordinacije i komunikacije unutar i između resornih institucija, rijetke su institucije kojima to polazi i djelomično za rukom.

Kao posljedica takvog stanja, nadležni organi nisu u stanju da omoguće javnosti pristup informacijama, ili da ih obavijeste gdje tražene informacije mogu dobiti, što znači neprovođenje usvojene zakonske regulative.

Faktor javnosti i NVO-a

Svakako treba priznati da postoji određena nezainteresiranost i kod javnosti kad je u pitanju stanje u kojem se nalazi naša okolina, odnosno vode, te pravo na informiranje iz tih oblasti. Loša ekonomska i socijalna situacija u BiH, kao i posljedice rata, su djelomično razlozi usljed kojih je javna svijest o zaštiti i očuvanju okoline, posebno voda, kao možda našeg najvećeg potencijalnog prirodnog resursa za bu-

¹ Zakon o slobodnom pristupu informacijama BiH, (Sl. glasnik BiH, br. 28/00) i Zakon o slobodnom pristupu informacijama FBiH ((Sl. novine FBiH, br. 32/01)

² Zakon o slobodi pristupa informacijama RS (Sl. Glasnik RS, br. 20/01)

dući razvoj, na niskoj ravni i ne postoji dovoljno izražena javna potreba za informiranjem. Drugi razlozi leže u nepostojanju adekvatnog sistema edukacije i u nedostatku stručnog osoblja koje bi kontinuirano razvijalo javnu svijest o značaju okoline i prirodnih resursa, posebno voda, za budući razvoj ove zemlje, te tako potaknulo njihovu želju da budu informirani o okolini u kojoj žive.

Faktor obrazovanja

Istina je, da se ni u pred-ratnom periodu, toj problematici nije posvećivala dovoljna pažnja. Nije bilo sistematičnog pristupa u edukaciji mlađih i starijih generacija o značaju racionalnog i izbalansiranog korištenja prirodnih resursa na području održivog razvoja. Nakon rata u BiH je formiran veliki broj nevladinih organizacija (NVO) u ovoj oblasti. Većina njih se bavi lokalnom problematikom zaštite prirodnog naslijeđa i još uvijek je nedovoljno upoznata sa širom okolinskom problematikom, pa nije ni u mogućnosti da prenese svoja saznanja lokalnom stanovništvu. S druge strane, pojedine NVO-e, koje se uspješno bave obukom i informiranjem lokalnog stanovništva u oblasti zaštite okoline i voda, najvećim dijelom zasniavaju svoje aktivnosti na donatorskim sredstvima i kratkoročnim projektima, pa stoga nemaju dugoročan značaj i uticaj.

Istina je da domaće zakonodavstvo predviđa obuku NVO-a, od strane relevantnih javnih organa, s ciljem daljeg jačanja svijesti javnosti, kao i uvođenje godišnjih obrazovnih programa o zaštiti okoline i voda, koji bi pored bitnih pitanja iz ovih oblasti, sadržavali i podatke o tome kako se osigurava pristup informacijama, kako se učestvuje u odlučivanju, itd.. Ta-



Malo jezero na rijeci Plivi

Snimio: M. Lončarević

kve inicijative su dobrodošle, ali za njihovo provođenje potrebno je izdvojiti određena novčana sredstva i angažirati stručnjake, kako bi NVO-e, mogle preneti lokalnim zajednicama svoja saznanja i tako značajno podići svijest javnosti.

Faktor medija

Kao jedan od najznačajnijih faktora informiranja, pisani i elektronski mediji imaju značajnu ulogu. Međutim, njihova nezainteresiranost da svakodnevno izvještavaju o stanju prirodnih resursa, odnosno voda, osim kad su u pitanju određene prirodne pojave i katastrofe izazvane ljudskim faktorom, utiče na formiranje svijesti javnosti o značaju okruženja u kojem živimo. Ako se tome doda i nedostatak stručnog znanja, te neadekvatno i neprofesionalno izvještavanje o određenim temama i događajima, informiranost javnosti je na vrlo niskom nivou.

Unapređenje metoda i mjera s ciljem unapređenja pristupa informacijama i informiranja javnosti

Da bi se unaprijedio pristup informacijama i poboljšalo informiranje javnosti, potrebno je uporedo provesti niz mjera i aktivnosti.

Ratifikacijom Aarhuske konvencije, BiH bi ozvaničila procedure informiranja i učešća javnosti u donošenju odluka koje već obavezuju nadležne javne organe prema postojećim zakonima. Budući da je BiH krenula putem evropskih integracija, put u Evropu također podrazumijeva primjenu ove konvencije i poštivanje preuzetih obaveza, o kojima najbolje govori slijedeća izjava Margot Valstrom, bivšeg Evropskog komesara za zaštitu okoline:

“... principi Arhuske konvencije (su) primenjivi i u teoriji i u praksi u cijeloj zajednici Evropske unije. Mnogo vremena je potrebno da se promijene navike građana, administracije, lokalnih vlasti i organizacija koje se bave zaštitom okoline. Ako naše evropsko društvo želi da ostane otvoreno, potrebno je da principi Arhuske konvencije postanu svakodnevni dio politike zaštite okoline.”

Boljoj informiranosti građana doprinosi angažiranje **kvalificiranog osoblja** u nadležnim organima, koje bi bilo stručno osposobljeno za te poslove, te dodatna, odnosno kontinuirana obuka ne samo novih, nego i postojećih uposlenika. Neophodno je uspostaviti posebne **informacijske punktove i službe** u nadležnim resornim institucijama, odnosno sektorima, koji bi raspolagali bazama podataka o stanju okoline i voda, dostavljali informacije na zahtjev javnosti, te obavještavali javnost. Tako bi na jednom mjestu bili dostupni svi podaci vezani za okolinu i vode, što bi olakšalo pristup informacijama kako za ja-

vnost, tako i za državne službenike kojima su te informacije potrebne.

Od izuzetne je važnosti unaprijediti **informatičku i tehničku podršku** za razvoj baza podataka, te što više informacija staviti na internet, uz redovno ažuriranje. Također bi trebalo omogućiti elektronsku formu zahtjeva za pružanjem informacija, te informatičku uvezanost nadležnih organa koji se bave problematikom okoline i voda.

Organizacija obuka i seminara kako za predstavnike nadležnih institucija na svim nivoima, tako i za predstavnike NVO-a, o njihovim zakonskim obavezama u pogledu pristupa informacijama, je jedan od bitnih faktora za unapređenje postupka informiranja. Pri tome je bitno naglasiti važnost razvijanja međupartnerskog odnosa sa učesnicima u postupku informiranja. Bilo bi korisno napraviti kratka uputstva za uposlenike i ključne dužnosnike, odnosno predstavnike NVO-a, kako bi se upoznali sa osnovama procedure pristupa informacijama, te sa mogućnostima odbijanja pružanja informacija u slučaju potrebe za donošenjem takvih odluka.

Vrlo je bitno **redovno uključivati elektronske i pisane medije** kod pružanja informacija o stanju okoline i voda, a ne samo u slučajevima ekoloških nesreća i incidenata ili obilježavanja pojedinih događaja. I sami mediji se trebaju više uključiti na izvještavanju javnosti o kvalitetu voda, o stepenu zagađenosti zraka i tla, ili o stanju i upravljanju otpadom, kako bi se svijest javnosti o potrebi očuvanja i zaštite okoline podigla na viši nivo. S tim u vezi, medijske kuće trebaju angažirati novinare koji bi se profesionalno bavili širom okolinskom problematikom, kao jednim vrlo kompleksnim područjem.

Potrebno je također unaprijediti **sistem obrazovanja i informiranja**, u vrtićima, osnovnim i srednjim školama i na fakultetima. Školski programi obogaćeni informacijama o domaćim aktivnostima i mjerama, informacijama o evropskim i međunarodnim standardima na području zaštite okoline i voda, te redovne publikacije, bilteni i časopisi, koji bi bili dostupni svim obrazovnim institucijama, pa i šire, informišući o stanju prirodnog naslijeđa u BiH i ukazujući na značaj integralnog upravljanja vodama i prirodnim resursima, mogu pozitivno utjecati na jačanje svijesti mlađih generacija o potrebi za očuvanjem i održivim korištenjem prirodnih resursa, posebno voda kao našeg najznačajnijeg privrednog potencijala.

Ukoliko zahtjevima za informiranjem nije udovoljeno (zahtjev za informacijom je bio ignoriran, nepravedno odbijen, na njega je djelomično ili u potpunosti neadekvatno odgovoreno) domaći zakoni također daju zainteresiranoj javnosti mogućnost **obraćanja pravosudnim organima**.

Predložene metode i mjere s ciljem unapređenja pristupa informacijama i informiranja javnosti su međusobno usko povezane, a njihovo efikasno provođenje podrazumijeva suradnju svih učesnika u postupku, te potrebu za njihovim daljim usavršavanjem i obukom. Samo u takvim uvjetima, čovjek, kao građanin, može ostvariti svoje pravo na informiranje, uz punu suradnju i razumijevanje nadležnih resornih institucija. Dugoročno gledajući, takav odnos može pozitivno utjecati na odluke i aktivnosti sadašnjih i budućih generacija, a samim tim i na očuvanje zdravlja čovjeka i unapređenje kvaliteta života u cjelini.



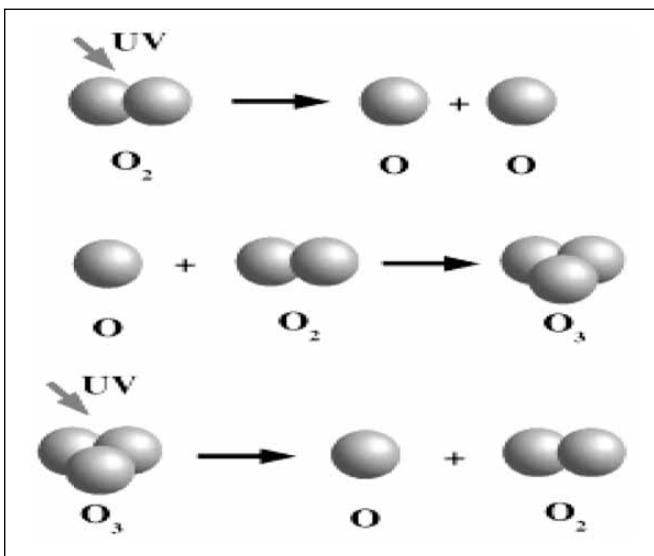
Rijeka Una kod Ostrošca

Snimio: M. Lončarević

PRIMJENA OZONA U TRETMANU PITKIH VODA

1. Općenito o ozonu

Ozon je je jedan od najsnažnijih sterilizanata sa kojim priroda pročišćava zrak i vodu, uništava bakterije, uklanja mirise i sa kojim se praktično održava ravnotežu u prirodi. Bez ozona, priroda ne bi mogla "pročišćavati" Zemlja i život na njoj bi iščeznuo. Ozon u prirodi nastaje prirodnim putem, izlaganjem kisika (O_2) ultraljubičastim zrakama ili električnom pražnjenju. Taj kisik (O_2) se pretvara u ozon (O_3). Ozon se uvijek nalazi u prirodi, a posebno intenzivno nastaje kao posljedica pojave munja za vrijeme grmljavina. Mirisi "svježje, čiste, proljetne kiše" koju osjećamo nakon grmljavih oluja su rezultat prirodnog stvaranja ozona.



Sl.1. Formiranje ozona u prirodi

Ozon u biti nastaje pod utjecajem sunčevih ultraljubičastih zraka u Zemljinoj gornjoj atmosferi koju nazivamo ozonski omotač i njegova uloga je da nas zaštiti od ultraljubičastog zračenja.

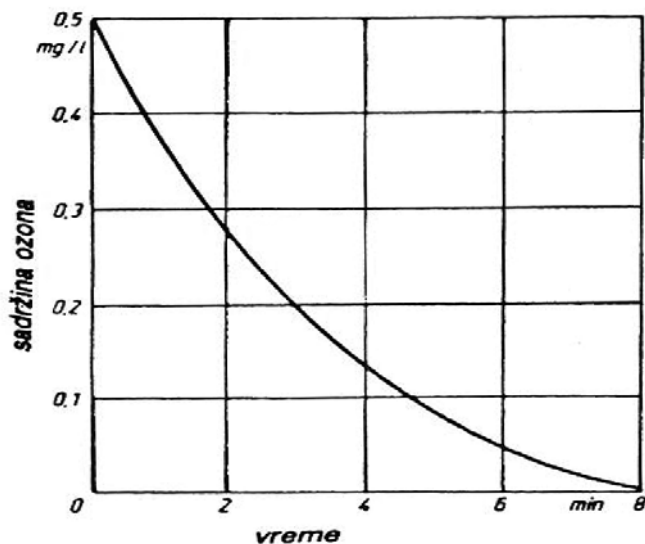
Ozon ima vrlo jaku oksidacionu moć, daleko snažniju od klora i drugih oksidacionih sredstava. Budući da se u potpunosti sastoji od kisika, ne ostavlja nikakve štetne tragove koji zagađuju. Naučna istraživanja i praksa su pokazala da ozon izuzetnom učinkovitošću uništava spore plijesni, viruse i bakterije, kao i razne patogene i organske kemikalije. Iako vrlo snažan oksidans ozon zbog svoje kemijske nestabilnosti ima kratak "životni vijek" i on se nakon oksidacije prirodno vrlo brzo ponovo raspada u kisik. Stoga se ozon ne može skladištiti, već se mora proizvesti u trenutku kada ga se želi iskoristiti. Pored njegove učinkovitosti poznato je i da je siguran pri pravilnom korištenju. Ozon se smatra najučinkovitijim i najjeftinijim sterilizatorom u mnogim razvijenim zemljama kao što su SAD, Njemačka, Engleska, Francuska i Japan. Odobren je od strane američkog FDA (Food and Drug Agency) kao antibakterijski tretman, ozon je snažno sredstvo koje se koristi za pročišćavanje vode namijenjene piću, čišćenje svježje hrane i mesa u procesima industrijskog pakovanja itd.

Ozoniranje je ranije češće primjenjivano u Švicarskoj i Njemačkoj nego u Francuskoj i to uglavnom za dezinfekciju vode za piće, zbog toga što pri ozoniranju ne nastaju pogoršanja mirisa i ukusa. U principu u malo zagađenim sirovim vodama oksidacija se zadovoljava dovođenjem kisika iz vazduha, a za dezinfekciju "bistre" vode sa niskom potrošnjom $KMnO_4$ jednostavnije je i ekonomičnije upotreba hlo-

risanja. Povećana nužnost za primjenom podzemnih voda koje su blizu površine kvartarnih naslaga u riječnim dolinama, prirodnih i vještačkih obalskih filtrata i površinskih voda kao sirovih voda za pripremu vode za piće s jedne strane, i u posljednje vreme nastalog porasta sadržine teško razgradljivih, nepoželjnih i toksičnih sastojaka sirove vode, sve više zahtijeva uvođenje jakog i mnogostruko upotrebljivog oksidaciog sredstva. Ozoniranje, (najčešće sa naknadnim filtriranjem aktivnim ugljem), je često najpogodnija metoda za postizanje željenih efekata. Sve većim uvođenjem ozoniranja šire se saznanja o ovom tehničkom postupku, a stalno se vrši kvalitativna nadogradnja raspoložive opreme i aparata.

2. Svojstva

Ozon (O_3) - trovalentni kiseonik je nestabilan plavi gas čija je gustina $2,14 \text{ kg/m}^3$. Sadržina od 1 mg/m^3 u prouzrokuje oštar miris i jak nadražaj na kašalj. Inače je granica pri sadržaju od $0,04 \text{ mg/m}^3$ ozona u vazduhu kada se osjeća se njegov miris. U većim koncentracijama ozon je veoma otrovan, a maksimalna koncentracija u vazduhu u radnom okruženju treba da iznosi $0,2 \text{ mg/m}^3$. U prisustvu oksidirajućih materija ozon se veoma brzo raspada u vodi. Isparljivost ozona, prema Bayllisu prikazana je na grafikonu, a postojanost ozona u vodi prema Hopfu, koja poslije tretmana sa ozonom ne sadrži više oksidirajućih materija data je u Tabeli 1.



Sl. 2. Grafikon isparljivosti ozona prema Bayllisu tokom procesa oksidacije

Vrijeme, u min	0	10	25	60	160	24sata
mg/l ozona u vodi	8,7	8,4	7,8	6,6	4,3	0,7
mg/l ozona u vazduhu	27	15,2	12,9	11,9	10,3	

Tabela 1. Opadanje sadržine ozona u vodi i vazduhu koji ne sadrže oksidirajuće materije, prema Hopfu

3. Primjena ozona

Oksidacija je postupak koji se primjenjuje kod prečišćavanja vode radi odstranjivanja neorganskih i organskih sastojaka i ona se primjenjuje u sklopu ostalih procesa u postupku. Ozon je najjače oksidaciono sredstvo za najveći broj oksidirajućih materija. On prouzrokuje oksidaciju i razgradnju bez ikakvih neprijatnih jedinjenja, što nije slučaj kod drugih potencijalnih oksidanata npr. hlora. Ozon u kombinaciji sa naknadnim filtriranjem aktivnim ugljem, može da se uvede za oksidaciju željeza i mangana, naročito ako su oni organski vezani za oksidaciju azotnih i sumpornih jedinjenja, za oksidaciju organskih materija, mirisnih, sa ukusom i obojenim materijama, za razgradnju materija koja mogu uzrokovati stvaranje kancerogenih jedinjenja, za stvaranje mikroflokulacije, za dezinfekciju i inaktiviranje bakterija i virusa. Ozon nije direktno efikasan za oksidaciju amonijaka, iako saznanja govore da se dodavanjem ozona u filter sa aktivnim ugljem obrazuje biološki film, koji efikasno razgrađuje i amonijak.

U nastavku će biti prikazane prednosti ozona u poboljšanju tretmana pitke vode. Ozon može pružiti veoma efikasan i ekonomičan tretman za optimiziranje procesa tretmana pitke vode, pošto je on jedan od najjačih oksidanata koji je i u prošlosti korišten na više načina. Takođe je poznata njegova primjena u preradi otpadnih voda, zatim u preradi voda koje se koriste u industriji papira, tekstilnoj industriji, proizvodnji hrane itd.

4. Ozon u tehnologiji pitkih voda

Obzirom da su resursi pitke vode ograničeni i većinom zagađeni, zahtjevi za efikasnim tretmanom vode su visoki. Tradicionalne fizičko-hemijske metode tretmana kao što je flokulacija, filtracija i hlorinacija sve su nedovoljnije da bi se osigurao kvalitet i sigurnost pitke vode. Ozon, jedan od najefikasnijih agenasa je idealno pogodan za dostizanje željenih zahtijeva u pogledu kvaliteta pitke vode.

Zagađivači različitog porijekla, boje, mirisi i mikroorganizmi se direktno uništavaju ozonom bez ikakvih štetnih nus produkata ili reziduala. Moderna postrojenja za pripremu pitke vode koriste pogodnosti ozona u raznim primjenama i kombinacijama. Da bi se povećala efikasnost oksidacionih sredstava ona se često dodaju u više tačaka procesa. Izbjegava se dodavanje većih količina oksidacionih procesa na kraju procesa zbog mogućeg dejstva produkata oksidacije na zdravlje krajnjih korisnika. U skladu sa navedenim u tehnološkom procesu koristi se predozonacija, ozonacija tokom procesa i post ozonacija. Najbolje korištenje ozona nastaje ako se ukupna količina ozona raspodijeli i primjeni u predozonaciji i glavnoj ozonizaciji.

Predozonacija i ozonacija tokom procesa se koriste za:

- otklanjanje ukusa i mirisa
- uklanjanje boje
- oksidacija materija koji stvaraju THM etane
- intezivirano okrupnjavanje i uklanjanje čestica (poboljšana flokulacija i fitracija)
- oksidacija željeza i mangana
- uklanjanje pesticida
- oksidacija cijanida, pesticida i fenola
- kontrola algi
- kontrola huminske, fulvinske i taninske kiseline

Predozonizacija je primjena ozona prije dodatka hemikalija za destabilizaciju, što povećava djelotvornost hemikalija i uklanja smetnje za njihovo efikasno djelovanje do kojeg dolazi u prisustvu većih koncentracija materija organskog porijekla, bilo rastvorenih ili koloidno dispergovanih u vodi. Primjenom ozona u predozonizaciji postižu se dejstva u procesu bistrenja i filtracije i dejstvo ozona u predozonizaciji je izraženije pri manjim dozama koagulantata. Za svaku sirovu vodu neophodno je utvrditi optimalne uslove doze ozona i ostale uslove. Uslovi u predozonizaciji se kreću u granicama 0,6-0,8g/m³ vrijeme kontakta 2-3 minute, visina vode 3-4 metra. Značajan uticaj na djelotvornost ozona u predtretmanu ima pH vrijednost vode. Optimalno dejstvo se postiže u opsegu pH 7,2-7,5. Odnos zapremine gasne smješe vazduha i ozona sa jedne strane i vode u komori sa druge strane za predozonizaciju u opsegu 0,04-0,2 nema uticaja na djelotvornost ozona. Isto važi i za koncentraciju ozona u gasnoj smješi u opsegu 9-25g O₃/Nm³.

Glavna ozonizacija ima za cilj hemijsku oksidaciju i ako nema postozonizacije za dezinfekciju. Primjenjuje se poslije bistrenja ili poslije filtracije. Uslovi dejstva ozona u procesu glavne ozonizacije koji postoje u praksi (vrijeme kontakta od 10-20 minuta za dozu ozona 2-5 g/m³ ne omogućavaju potpunu oksidaciju organskih jedinjenja, tj njihovo pretvaranje u ugljen dioksid i vodu, već se odvija samo djelimična oksidacija. Glavno dejstvo ozona na materije prisutne u vodi u uslovima koji se primjenjuju je višestruko učinkovito, o čemu će više biti riječi.

Uobičajeno je i gotovo obavezno da se poslije ozonizacije vodu treba podvrći filtraciji na granulisanom aktivnom uglju čime se postižu dva efekta - uklanjanje štetnih produkata ozonizacije iz vode, a drugi ostvarivanje biohemijske razgradnje organskih materija eventualno nastalih ozonizacijom.

Postozoniranje se koristi za:

- kontrolu dezinfekcije i virusa
- eliminaciju cryptosporidijuma
- oksidacija organskih materijal prije GAC.

Ozon kao agens za dezinfekciju

Veoma važnu ulogu u pripremi pitke vode pripada dezinfekciji i uništavanju virusa. Većina postrojenja za tretman vode u Njemačkoj kao i u većini evropskih zemalja upotrebljavaju ozon kao jednu od stepenica oksidacije. Proces ozonske dezinfekcije se uveliko razlikuje od one koja se postiže klorisanjem. Dezinfekcija ozonom se dešava raskidanjem ili dezintegracijom zida bakterijskih ćelija, dok se klor rastapa kroz zidove ćelija bakterija i rezultira uništenjem **enzima**. Primjećene razlike u dejstvu ozona i klora u njihovim dezinfekcionim sposobnostima mogu takođe objasniti zašto je dezinfekcija ozonom mnogo brža nego ona sa hlorom.

Da bi dezinfekcija bila efikasna potrebno je prodrijeti u organizme određenom koncentracijom (mg/l) za određeno vrijeme reakcije (minute). Ovaj takozvani C*T indeks je veoma važan broj koji definiše efekte procesa dezinfekcije.

Lista patogenih mikroba nije kompletno prikazana, ali su u Tabeli br. 2 prikazane C*T vrijednosti za nekoliko karakterističnih i za vodu interesantnih mikroba. Npr. za teške organizme *Cryptosporidium parvum* npr. najkorištenija doza ozona je oko 0,5 g O₃/m³ vode. Na osnovu C*T indeksu od 5 jasno je da to pruža vrijeme reakcije od > 10 minuta za uništavanje od >99,99%. Sa klorom, bila bi potrebna otprilike 300 puta veća doza i ili duže vrijeme reakcije. Ukoliko bi se smanjila doza klora to bi stvorilo rizik od otpora ovih organizama na klor.

Kada su u pitanju virusi jedini prihvatljivi standard za njihovu je nula. Enterovirusi i virusi infektivnog hepatitisa mogu preživjeti duži period u rezervoarima pitke vode. Klorinacija koja se trenutno najčešće praktikuje u postrojenjima za pripremu pitke vode ne može adekvatno eliminirati viruse na željeni nivo. Doza od 5 mg/l ozona je garancija za njihovo kompletno uništenje. Ozon kod dovoljno visokih koncentracija, ne samo da dezinficira, on takođe i sterilizira, tj. uništava sve forme života uključujući spore i ciste. Ukoliko je u pitanju samo sterilizacija vode, ozon treba biti postavljen kao jedan od zadnjih procesa u postrojenjima za tretman vode.

Navedeno je osnovni razlog zašto su skoro sva postrojenja za pripremu vode u Americi izvršili prebacivanje ili će izvršiti prebacivanje na oksidaciju ozonom. Takođe i širom svijeta postoji trend za sve veću primjenu uspostavljene ozonske tehnologije na postrojenjima za pripremu vode.

Primjenjene doze ozona za kontrolu bakterija su generalno u rasponu od 1.5 do 3 mg/l i za kontrolu virusa od 3-5 mg/l u vremenu zadržavanja od 5-10 minuta, iako neke površinske vode imaju zahtjeve i do 11 mg/l.

Generalno za određivanje kapaciteta postrojenja razmatra se nekoliko elemenata : primarni zadatak

Cilj	C*T mg/l*min.	Referenca / Primjedbe
E.Coli (>99,99 smanjenje)		Iz gws Wasser-Abwasser 137 (1996), Br. 3, Strana 83-93
Klor	3...4	
Klor dioksid	1,2	
Ozon	0,012...0,04	
Guardia lamblia (>99,99 smanjenje)		Iz gws Wasser-Abwasser 137 (1996), Br. 3, Strana 83-93
Klor	104..122	ph=7, t=10 ⁰ C
Klor dioksid	23	ph=7, t=10 ⁰ C
Ozon	1,4	ph=7, t=10 ⁰ C
Cryptosporidium parvum (>99,99 smanjenje)		Iz gws Wasser-Abwasser 137 (1996), Br. 3, Strana 83-93
Klor	1440	ph=7, t=10 ⁰ C
Klor dioksid	>120	ph=7, t=10 ⁰ C
Ozon	>5	ph=7, t=10 ⁰ C

Tabela 2. Primjeri C*T vrijednosti za karakteristične mikrobe

dodjeljen ozonu, početni kvalitet vode kao i ostali procesi u postrojenja koji se primjenjuju zajedno sa ozonom.

Kontrola okusa i mirisa

Većina okusa i mirisa u vodi potiču iz prirodno nastalih organskih materijala ili sintetičkih organskih komponenti. Raspadanjem vegetacije dolazi do stvaranja elemenata koji daju okus površinskim vodama. Kontinuirana biloška aktivnost nakon rastvaranja organskih materijala proizvodi isparljive komponente

niske molekularne težine koje mogu posjedovati miris. Ozon ima sposobnost da oksidira takve elemente.

Sintetički fenolni materijali su također mogući zagađivači u vodama. Fenol pronalazi svoj put u vodu iz industrijskih produkata, a poznato je i da se male koncentracije formiraju prirodnom biodegradacijom biljnih materijala. Fenol reagira veoma brzo sa slobodnim klorom kako bi formirao ortoklorofenol čiji granica okusa i mirisa je više od stotinu puta niža od samog fenola. Nažalost, ova klorirana komponenta je toksičnija nego sam fenol. Kao i klor, ozon također ve-

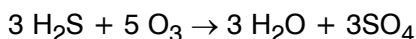


Sl. 3. Izgled Wedeco ozon generatora

oma reguluje sa fenolom. Za razliku od klora ozon daje stabilne proizvode koji su u biti neotrovna jedinjenja koja ne posjeduju bilo kakav okus i miris.

Još jedna komponenta koja može uzrokovati okus i miris vode (miris "pokvarenih jaja") je sulfid vodonika. Ova neorganska komponenta se može formirati u površinskoj vodi koja ima veliki sadržaj materijala koji sadrže ugljik i nizak ili nepostojeći sadržaj rastvorenog kisika. Najčešće, sulfid vodonika se može naći u podzemnim izvorima gdje je voda došla u kontakt sa mineralima koji sadrže sulfide.

Sulfidi vodonika koji oksidiraju ozonom daju jedinjenja sulfata.



Alge takođe "rastu" u površinskoj vodi gdje su uvjeti prehrane i temperature odgovarajući. Njihovi metabolički nus-proizvodi izazivaju oštar okus i miris vode, a visoke koncentracije algi u postrojenjima za pripremu vode mogu takođe uzrokovati ograničenje u radu filtera.

Filtracija neće ukloniti okuse i mirise uzrokovane algama zbog toga što su ove organoleptičke komponente rastvorljive u vodi. Ozon će alge oksidirati, a istovremeno će uništiti njihove metaboličke nus-proizvode koji daju okus i miris gotovoj vodi. Pošto su alge koje "cvjetaju" u površinskim vodama generalno sezonski javljaju, postrojenje za ozon u tom slučaju mora biti dimenzionirano za normalan zahtjev plus dodatni "sezonski" zahtjev za uništenje algi.

Generalno, niska koncentracija ozona (1-3 mg/l) izaziva značajno smanjenje okusa i mirisa.

Dekolorizacija ozonom

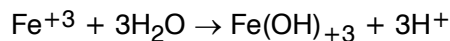
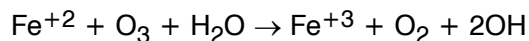
Površinske vode su generalno obojene prirodno nastalim organskim materijalima kao što su huminska, fulvinska i taninska kiselina. Ove komponente rezultat su raspada vegetativnih materijala i generalno se odnose na proizvode komponenti sličnih fenolu. Takve komponente koje uzrokuju boju posjeduju tzv. dvostruku vezu ugljenik – ugljenik. Nastajanje veoma dugačkih lanaca ovih dvostrukih veza rezultira pojavom boje. Ozon je poznat kao reagens sa dvostrukom vezom, tj veoma je efikasan u razbijanju dvostrukih veza što dovodi do razbijanja boje. Veličine doziranja ozona za dekolozaciju površinskih voda su generalno u rasponu od 2 do 4 mg/l. Veliku primjenu dekolozacija ozonom nalazi i kod prečišćavanja otpadnih voda.

Neorganska oksidacija

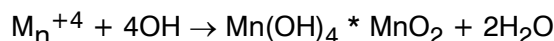
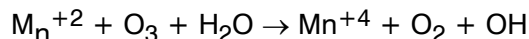
Jedna od sposobnosti ozona prilikom oksidaciju je da može podići stepen valentnosti metalnih jona koji se manje razgrađuju u vodi. Na primjer, olovo u stanju +2 valentnom je dvjesto puta više rastvorljiv nego olovo u +4valentnom stanju. Dakle, ozon se može koristiti za uklanjanje određenih jona metala

putem hemijske oksidacije i naknadnog uklanjanja nerastvorljivih oksida ili hidroksida koji se formiraju ozonskom oksidacijom.

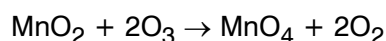
Željezo u svom stanju, Fe^{+2} , oksidira do stanja, Fe^{+3} , koji hidrolizira da bi se formirao koagulant, $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Ferihidroksid se izdvaja iz vode nekim naknadnim procesom, npr filtracijom.



Rastvorljive soli mangana oksidiraju u vodi do forme nerastvorljive u vodi, mangan dioksida.



Međutim, izuzetno visoke doze ozona mogu dovesti do formiranja rastvorljivog permanganatskog jona koji ima roza boju.



Prevenција procesu formiranja permanganata se postiže regulisanjem nivoa doze ozona.

Ozon treba biti primjenjen kao jedan od prvih procesa u šemi tretmana kada treba ukloniti željezo i mangan. Ukoliko su ovi metali prisutni kao slobodni, oni mogu biti uklonjeni na manje od 1 mg/l jednostavnom aeracijom. Međutim, kada su poželjne manje koncentracije ili kada su prisutne kao organski kompleksi, što je čest slučaj kod površinskih voda, klor se ne može primjeniti jer nije dovoljno moćan oksidans da uništi kompleksna jedinjenja. U takvim slučajevima uobičajeno je da se koristi ozon kako bi se postiglo sprječavanje prodora mangana u glavne distributivne vodove. Nastali produkti -metalni hidroksidi se kasnije uklanjaju pijeskom ili multimedijском filtracijom.

Ostali teški metali koji se mogu kontrolisati ozonskom oksidacijom su: olovo, cink, radijum i nikal. Nije moguće očekivati smanjenje rastvorljivosti za barijum ili kalcijum obzirom da imaju samo jedan oksidacioni stadij (+2). Neki neorganski joni kao što je cijanid, tiocijanat, nitrit, sulfid, bromid, iodid i sulfid se takođe mogu oksidirati ozonom.



Sl. 4. Ozon generatori kontejnerskog tipa

Poboljšana koagulacija

Kada se ozon koristi prije koagualcije aluminijum sulfatom, iskustva i ispitivanja su pokazala da se

povećava stepen grupisanja i taloženja čestica. Ovo rezultira smanjenju troškova eksploatacije zbog toga što je doza aluminijum sulfata smanjena, a ova se činjenica odražava i na veličinu projektnih parametara uređaja. Niža doza aluminijum sulfata takođe rezultira smanjenjem ukupnih rastvorenih čvrstih čestica.

Povećano taloženje se može pripisati dijelom i činjenici da ozon destabilizira koloide i samim tim, čini ih pogodnijim za tretman aluminijum sulfatom. U nekim slučajevima, drugi koagulant koji se upotrebljava, željezni hidroksid, se formira ozonskom oksidacijom dvovalentnog željeza. Takođe je primjećeno da predozoniranje ne samo da povećava veličinu čestica u vodi, nego takođe smanjuje i ukupan broj čestica.

Oksidacija organskih materija

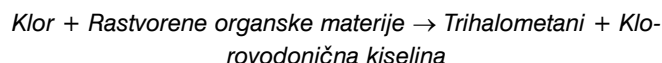
Gotovo da je neograničen broj organskih materija koje su nađene u vodi. Identificirano je preko 700 pojedinačnih organskih materija. Ne oksidiraju sve materije u istom intezitetu. U stvari, neki klorirani hidrokarboni ne oksidiraju ozonom, ali velika većina organskih materijala reaguje na ozon. Važan mehanizam za otklanjanje organskih materijal kojim ozon djeluje je proizvodnja polariziranih molekula koje se mogu ukloniti naknadnim procesima tretmana kao što su koagulacija i sedimentacija. Materijali koji se formiraju u vodi uključuju fenole, deterdžente, pesticide, otpad iz proizvodnje hemikalija, huminsku kiselinu itd. U raznim studijama ispitivano su proizvodi ozonske oksidacije od komponenti nađenih u vodi, i nikada nijednom studijom nije ustanovljeno da je

ozon oksidacija uzrokovala pojavu kancerogenih ili na drugi način štetnih materija.

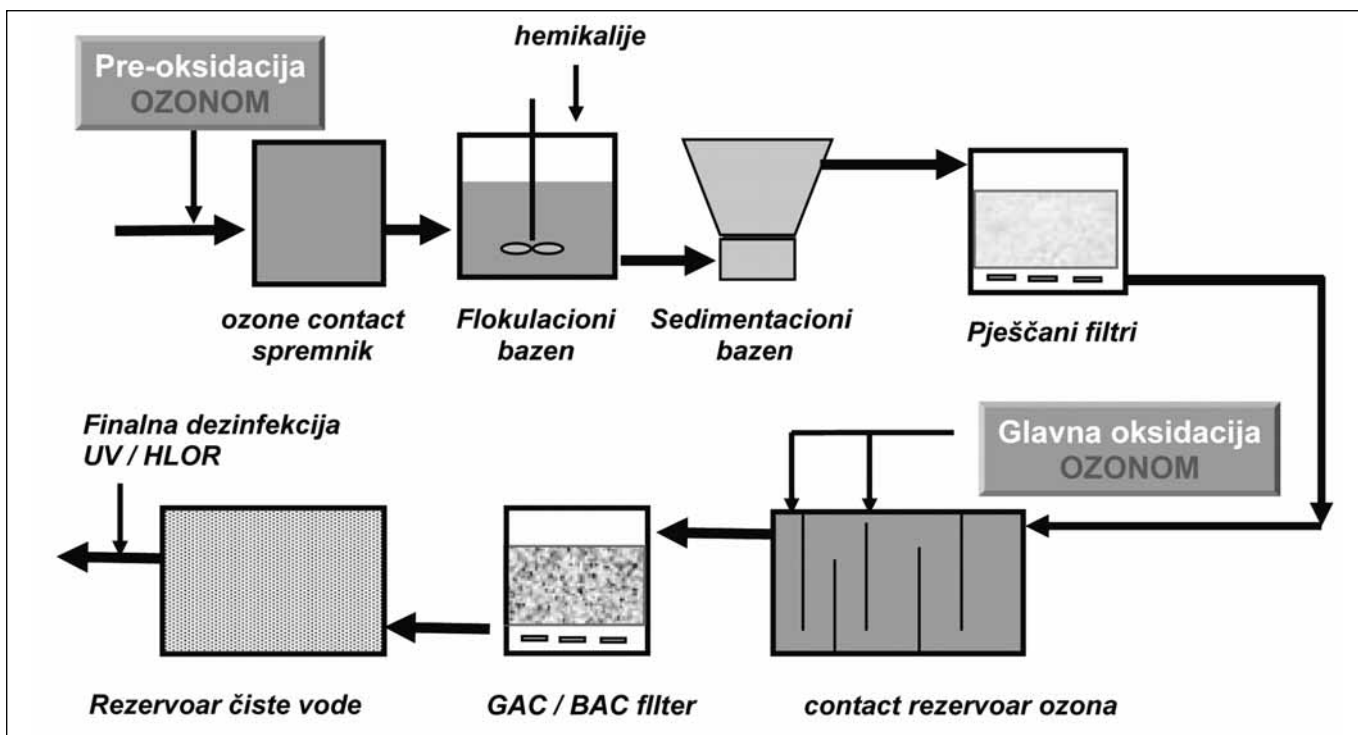
Trihalometani

Neke supstance organskog porijekla rastvorene u tretiranoj vodi reagiraju hemijski sa klorom pri čemu nastaju trihalometani (THM). Ove materije su ocijenjene kao kancerogene od strane mnogih relevantnih organizacija i institucija. Najčešći član ove klase hemijskih jedinjenja je kloroform (CHCl_3), ali takođe postoji i veliki broj drugih štetnih jedinjenja koja su pronađena u vodama namijenjenim za piće. U cilju provođenja analize stanja kvaliteta vode USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) je izvršila pregled pitke vode u osamdeset gradova u SAD-u i ustanovila da sve vode osim dvije sadrže THM do koncentracije od 366 mg/l. Ova dva slučaja koja imaju veoma nizak ili nikakav sadržaj THM koriste ozon kao proces na postrojenju. U jednom slučaju gdje su uočeni tragovi THM, (radi se o vodi iz jezera Michigan) voda je bila predozonirana i post-klorirana. U drugom slučaju gdje THM nisu uočeni, izvorska voda je dezinficirana sa ozonom.

THM se dakle formiraju u vodi gdje rastvoreni organski materijali reagiraju hemijski sa klorom.



Organski materijali koji se prirodno pojavljuju, a koji prethode THM-etanima su najčešće huminska, taninska i fulvinska kiselina. Visok nivo pH vrijednosti i doze klora pospješuju formiranje THM. Na spreča-



Sl. 5. Jedna od varijantnih tehnoloških šema ozoniranja vode

vanje odnosno kontrolu THM može se utjecati nekim od mehanizama, a to je: Uklanjanje THM nakon što su se oni formirali ili uklanjanjem jednog od dva reaktanta od kojih se formiraju, tj. klora ili rastvorene organske materije.

U većini slučajeva nije moguće eliminirati korištenje klora zbog toga što je on potreban i vrlo često se koristi kao rezidual u glavnim distributivnim vodovima. Ozon nije u stanju reagirati kao rezidualni dezinfektant jer je nestabilan i rastvara se u kisik. "Pola života" ozona u slobodnoj vodi koja zahtjeva oksidant je u rasponu od 20-40 minuta zavisno od pH i temperature.

Druga alternativa za klor je klor dioksid, ClO_2 , koji kao i ozon mora biti proizveden na mjestu primjene iz kiseline ili klora i natrijum hipoklorita. Klor dioksid nudi prednost da ne proizvodi bilo koji THM i u stanju je proizvesti rezidualni oksidant u glavnim distributivnim vodovima. Jedan od nus proizvoda oksidacije ClO_2 je klorni anion (ClO_2^-). Američka istraživanja su pokazala da voda koja sadrži ovaj ion može biti štetna za bebe i trudnice, što je uzrokovalo željom da se želi ograničiti doziranje ClO_2 na otprilike 1mg/l. U većini slučajeva, takvo ograničeno doziranje ne bi proizvelo adekvatan rezidual u distributivnim vodovima. Pored toga ovaj postupak je i veoma skup osobito u eksploatacionoj fazi.

Tehnički i teoretski je izvodljivo ukloniti THM putem absorpcije na granulisanom aktivnom karbonu-uglju (GAC/GAU). Kao što se i može očekivati, razni rastvoreni organski materijali imaju različite efekte absorpcije na GAU. Na žalost, THM ima relativno malu efikasnu absorpciju na granuliranom aktivnom uglju. Ova činjenica ima za posledicu veoma visoke operativne troškove za GAU proces zbog toga što karbon ili mora biti zamijenjen ili regeneriran nakon nekoliko sedmica korištenja.

Mogućnost uklanjanja THM direktnom oksidacijom ozonom takođe ne postoji jer THM-etani ne prikazuju bilo kakvu hemijsku reakciju sa ozonom.

Evidentno je da potreba za klorom kao oksidantom koji će nositi rezidual i eliminacija drugih oksidantata kao što su ClO_2 i O_3 koji ne nose rezidual, ozbiljno ograničava pristup rješavanju THM problema. Direktna absorpcija THM-a takođe sa granularnim aktiviranim karbonom se pokazao kao ne baš ekonomičan pristup.

Stoga je EPA je predložila djelimično uklanjanje rastvorenih organskih predhodnika koji su potrebni za formiranje THM-a. Absorpcija aktivnog uglja prikazuje značajno smanjenje THM predhodnika. Nažalost, troškovi instaliranja ovog procesa su takođe skupi. Regeneracija GAU u srednjim i većim postrojenjima zahtijeva instalaciju termalnih reaktivirajućih peći i zamjenu od 5-10% karbona izgubljenog tokom regeneracije. Sav karbon treba biti reaktiviran otprilike jednom mjesečno. Kapitalni troškovi regeneraci-

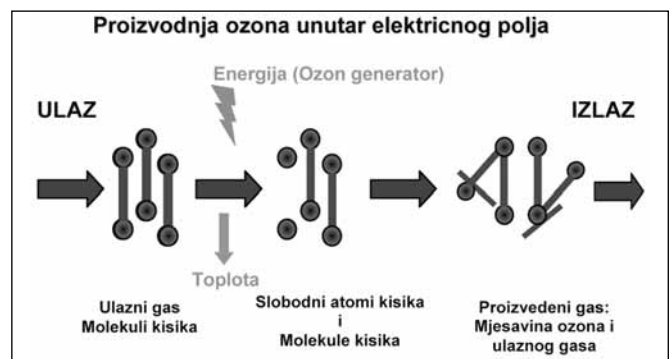
onih peći su visoki a operativni troškovi peći i zamjena karbona čine ovaj proces neprivačnim.

Uklanjanje THM prethodnika može se postići uz pomoć tri različite metode ozonske oksidacije. Ozon se može dodati ispred postrojenja, kako je već ranije rečeno, da bi se povećalo uklanjanje restvorenih organskih materijala povećanjem njihove efikasnosti koagulacione absorpcije. Ozon se takođe može dodati kao jedan od zadnjih koraka tretmana za direktnu oksidaciju huminske kisline THM prethodnika. Huminska kiselina se često nalazi absorirana u suspendiranim česticama gline.

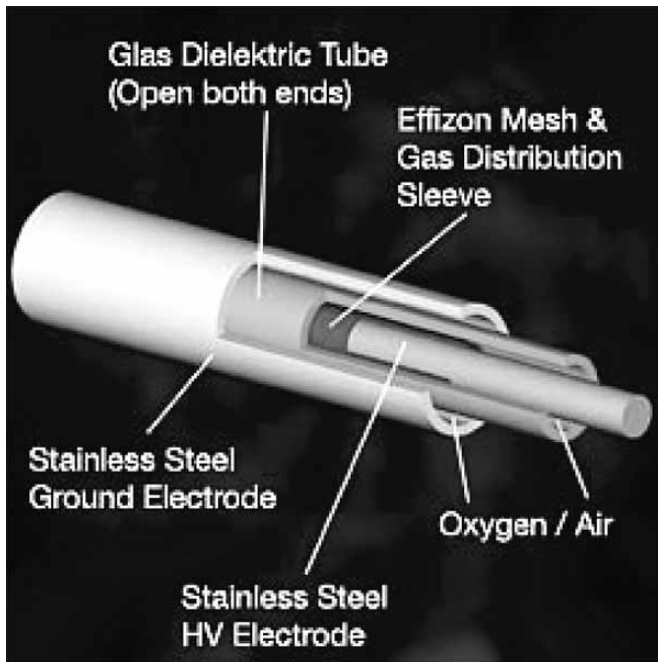
Ozon se takođe može dodati kao jedan od zadnjih procesa na postrojenju da bi se hemijski oksidirali preostali THM prethodnici. Kada se koristi završni proces ozoniranja prije klorinacije potrebno je biti na oprezu u slučajevima kada je koncentracije preostalih rastvorenih organskih materija veoma visoka. Nivoi međudoziranja ozona mogu mijenjati strukturu organskih materijala na način da će proizvesti više THM-a nakon naknadne klorinacije. U tim ekstremnim slučajevima kada se ovo pojavi, problem se ispravlja povećanjem ili smanjenjem nivoa doza. Treća metoda uklanjanja THM prethodnika je kombinacija aktivnog karbona, naime, biološki aktivnog uglja (BAC).

4. Proizvodnja ozona

Ozon se tehnički proizvodi tako što se vazduh u zatvorenim komorama uvodi između dvije elektrode, koje su pod visokim naizmjeničnim naponom od 6 do 20 kV. Najčešće se koriste cijevni proizvođači ozona, mada postoje i pločasti proizvođači ozona. Cijevni proizvođač ozona sastoji se od horizontalnog kotla od plemenitog čelika, na čijem se unutrašnjem dnu nalaze navarene cevi od nerđajućeg čelika. Sa unutrašnje strane tih čeličnih cijevi nalaze se metalizirane staklene cevi, a prstenasti prerez između staklene i čelične cijevi iznosi samo nekoliko milimetara. Uspostavljen visoki napon između staklenih i čeličnih cijevi prouzrokuje tiho pražnjenje, pri čemu se vazduh koji tamo struji pretvara u ozon, tako da iz aparata za proizvodnju ozona ističe mješavina ozona i vazduha (Sl. 6. i Sl. 7.). Za odvođenje suvišne toplote, spoljni omotač čeličnih cijevi mora se stalno hla-



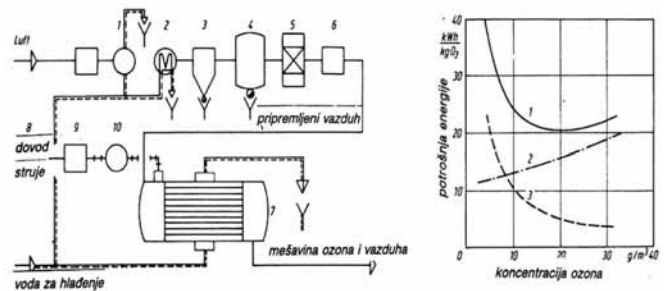
Sl. 6. Proces stvaranje ozona unutar električnog polja



Sl. 7. Izgled Wedeco-Effizon elektrode za proizvodnju ozona

diti vodom. Iskorištenje ozona je utoliko pogodnije i ekonomičnije ukoliko je veća koncentracija ozona u vazduhu pri proizvodnji. To zahtijeva apsolutno suh vazduh bez prašine, sa ostatkom vlage koji odgovara tački orošavanja od -50°C .

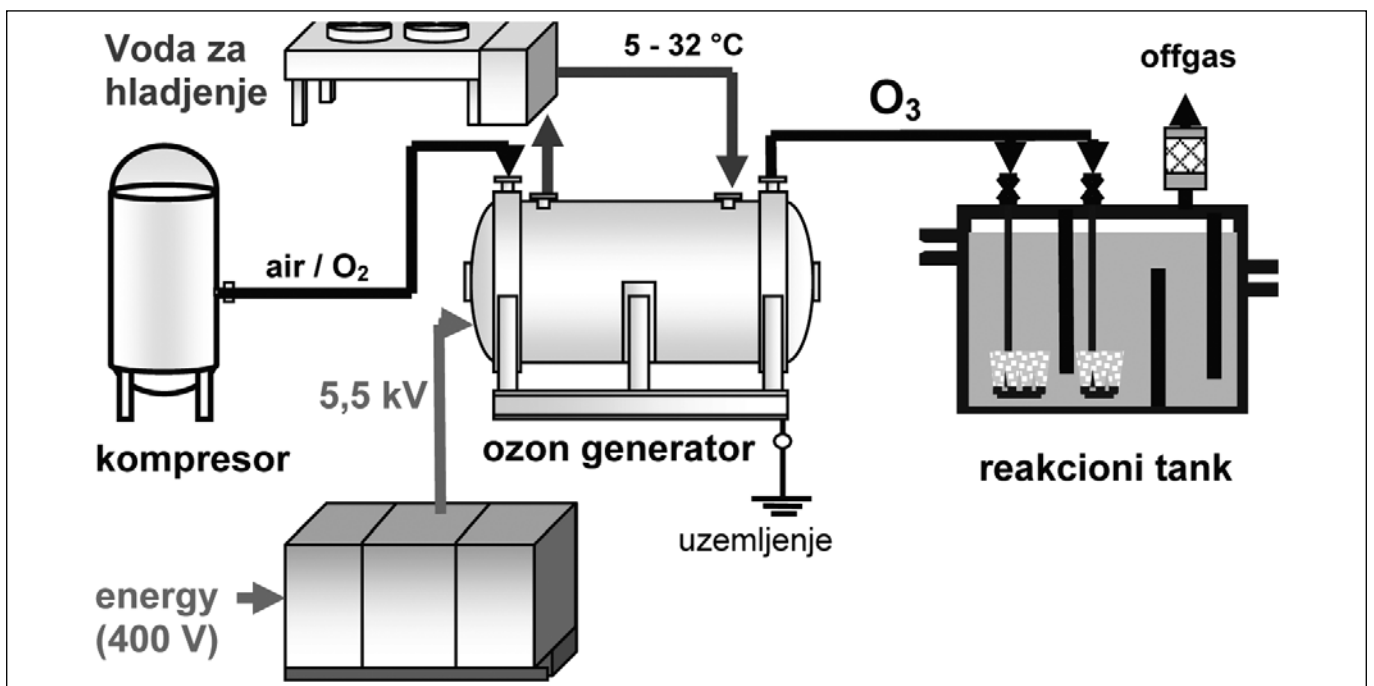
Potrebno je da proizvedena koncentracija ozona bude $15\text{-}20\text{ g/m}^3$ vazduha. Na slici 8. je predstavljena šema proizvodnje ozona i potrebna energija za pripremu vazduha, zavisno od koncentracije ozona. Za proizvodnju ozona pri koncentraciji od 20 g/m^3 tačka potrošnja energije je najniža od približno 20



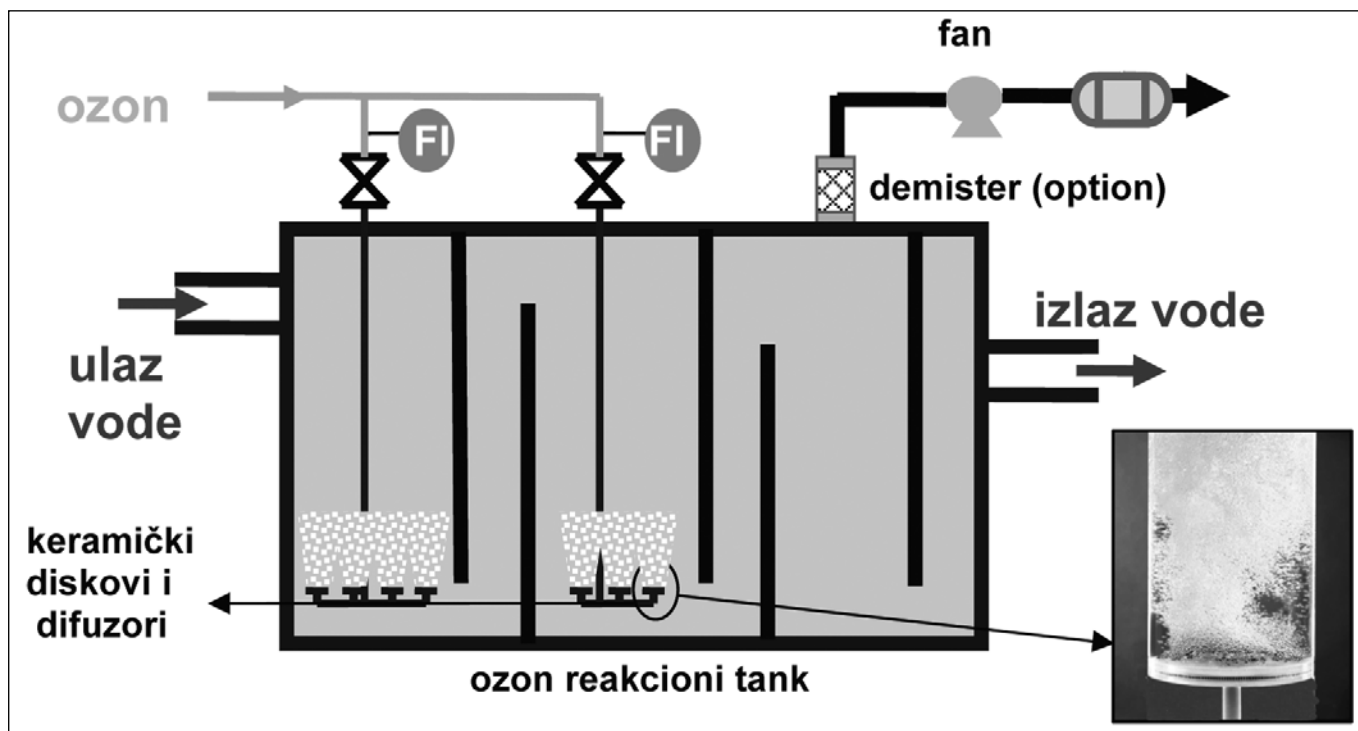
Sl. 8. Shema proizvodnje ozona i potrošnja energije

1. kompresor,
2. naknadni hladnjak,
3. izdvajač vode,
4. rezervoar vazduha pod pritiskom,
5. sušenje vazduha,
6. naknadni filter,
7. Generator (proizvođač ozona),
8. Istosmjerni ispravljač,
9. Ispravljač naizmjenične struje 600 Hz,
10. Transformator

kWh/kg O_3 , pri čemu je 15 kWh potrebno za proizvodnju ozona, a 5 kWh na pripremu vazduha. Povećava se specifična potrošnja energije za pripremu vazduha pri niskoj koncentraciji ozona, a za veće koncentracije takođe je potrebna velika potrošnja energije. Energije se smanjuje na polovinu ako se koristi čisti kisik umjesto vazduha, pri tome koncentracija ozona može znatno da poraste, ali se ukupni troškovi proizvodnje povećavaju zbog čistog kisika, tako da je uobičajeno da se za proizvodnju odabira vazduh.



Sl. 9. Uprošćena shema za proizvodnju ozona WEDECO-Njemačka



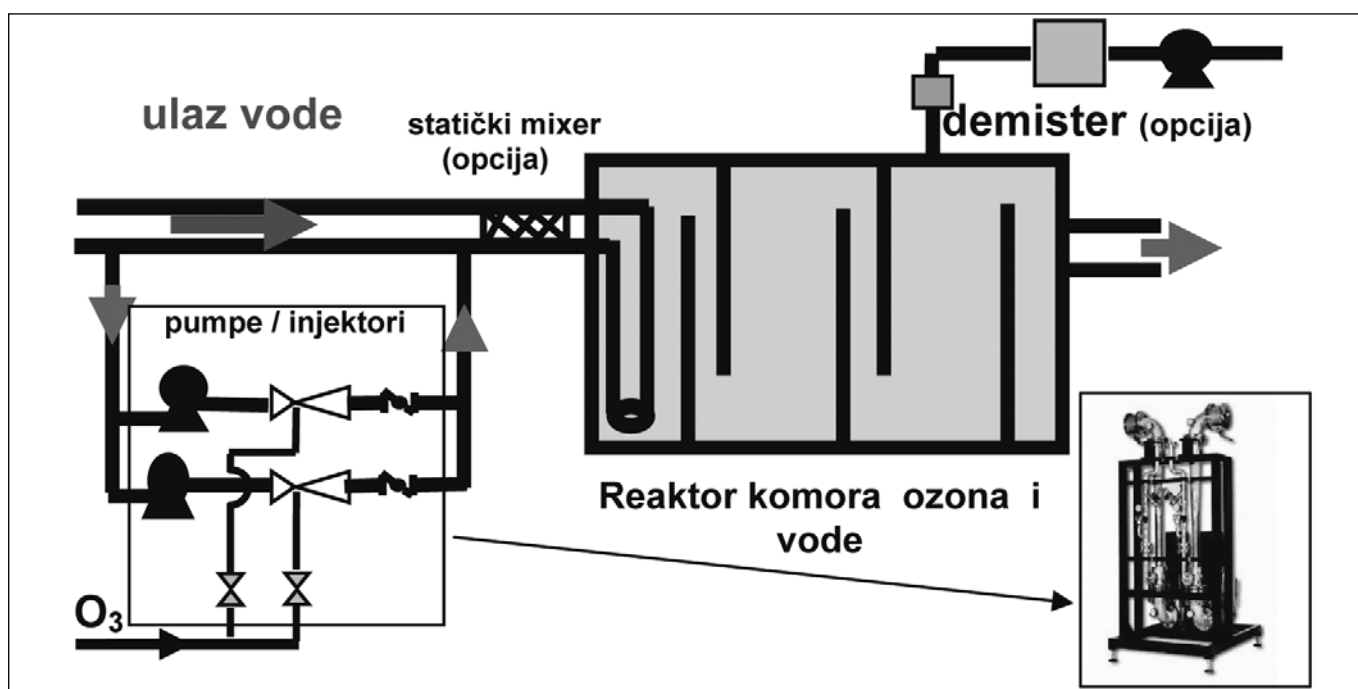
Sl. 10. Reakcioni tank sa difuzorom

Miješanje ozona.

Ozon se dodaje u vodu na jedan od sledećih načina: ejektorski, hidrokinetički, turbinom sa i bez recirkulacije i u komorama sa poroznim difuzorima. Kod ejektorskog sistema ozon se uvodi u cijev kojom teče voda pred ulazak u komoru. Za rad ovog sistema potrebno je ostvariti visinsku razliku od 2m između ulaza i izlaza vode. Protok gasa je 5-10% protoka vode. Kod hidrokinetičkog sistema injektiranje ozona

vrši se u cijev. Dio toka vode u iznosu od 10 % od protoka uzima se iz cjevovoda i pomoćnom pumpom diže na pritisak 50% veći od pritiska u cijevi. Ovim parcijalnim tokom stvara se u ejetoru podpritisak na osnovu koga se usisava ozon. Smjesa ozona i vode sa injektora ide u cjevovod u smjeru suprotnom smjeru kretanja vode.

Kod turbine sa recirkulacijom, ozon se dovodi ispod propelera turbine, a voda iznad propelera. Svi opisani sistemi imaju malo vrijeme zadržavanja, pa je



Sl. 11. Reakcioni tank sa injektorom

neophodno postojanje reakcione komore u kojoj se odvija reakcija rastvorenog ozona i sastojaka iz vode kod komore sa difuzorom. Miješanje mora da bude intenzivno jer se ozon teže rastvara u vodi nego hlor. Načini miješanja ozona u reakcionom tanku su prikazani na slikama Sl. 10 i Sl. 11. Rastvorljivost je manja pri manjoj koncentraciji ozona, pri niskom pritisku pri kome se ozon uvodi u vodu i pri višoj temperaturi vode. Primjenom „dizeldorfskog postupka“ Sl. 12. mješavina vazduha i ozona se pomoću injektora ubrizgava u cjevovod vode namijenjene za pripremu, u kome nastaje miješanje.

Voda tretirana ozonom najčešće sadrži „višak“ ozona što je čini agresivnom, pa se mora pristupiti njegovom odstranjenju. Zato se naknadno uključuje filter sa aktivnim ugljem, pri čemu se istovremeno provodi dalja fina priprema, a filter sa aktivnim ugljem čini višestruko korisnim. Ozon se prevodi preko ugljenog filtera i u slučaju njegove evakuacije u zrak. Ukoliko se naknadno uključuje brzi filter s kvarcnim pijeskom, korisno je da hidroantracit kao posluži međufiltar.

6. Količine dodavanja (doze) ozona.

Količina ozona koje se dodaju moraju prethodno da budu utvrđene opitom. Samo umjereno nečistoj vodi je uobičajeno dodavanje ozona od 0,3 g/m³ do 1,0g/m³. Ako je sadržaj oksidirajućih materija veći, potrebno je dodavati veće količine ozona. U principu ozon se u predtretmanu primjenjuje u dozama

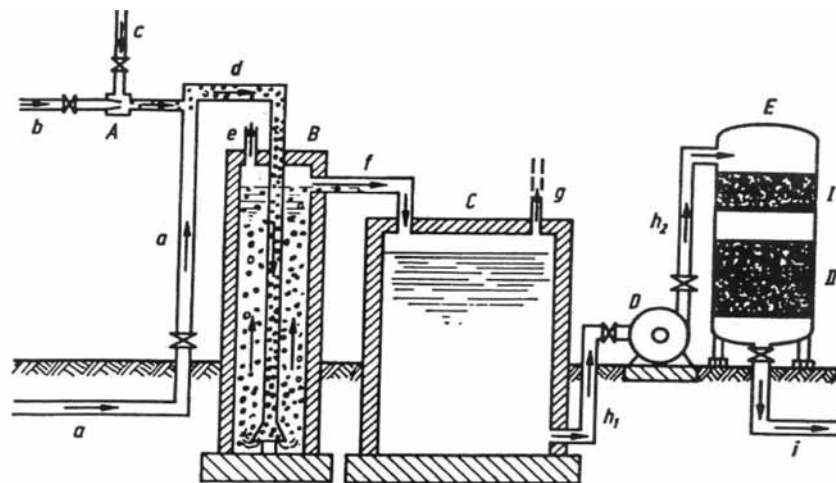
0,5-1,0 g/m³ uz vrijeme kontakta od 1,5-2,5 minuta. U glavnom tretmanu – sa ciljem hemijske oksidacije ozon se dozira u količini koja obezbjeđuje pojavu slobodnog reziduala, a vrijeme kontakta zavisi od prirode sastojaka koji se oksidišu i kreću se u granicama 10-30 minuta. U fazi dezinfekcije ozon se primjenjuje poslije postignute hemijske oksidacije. Uslovi dezinfekcije su održavanje reziduala od 0,4 g/m³. Često se zbog efekata uštede u proces prečišćavanja uvodi faza sa aeracijom.

Metoda	Max. doza	Max. rezidual nakon tretmana
Hlor	1.2 g/m ³	0.3 g/m ³
Hloridioksid	0.4 g/m ³	0.2 g/m ³
Ozon	10 g/m ³	0.05 g/m ³
UV*	40 mWs/cm ² , biodozimetrijski određena doza pracena odobrenim UV senzorom	

Tabela 3. Njemački standardi doziranja

Kao jedan primjer korištenja ozona navodimo **Postrojenju za pitku vodu «Am Staad» grad Dizeldorf, Njemačka**

Sirova voda je filtrat riječne obale iz rijeke Rone. Sistem proizvodnje ozona je potpuno automatiziran i preko PLC a se kontrolira protok sirove vode i koncentracije rezidualnog ozona na izlazu iz reakcionog tanka. Ozon se ubacuje u sirovu vodu putem venturi injekcionog sistema ubrizgavanja. Oksidacija organskih materija kao i anorganskih sadržaja (željezo,



Sl. 10. Reakcioni tank sa difuzorom

LEGENDA

- A = injektor ;
- B = komora za napajanje gasom, h = 10m
- C = rezervoar za naknadnu reakciju, t = 30 min
- D = potisna pumpa
- E = filter sa aktivnim ugljem I, h = 1 m filter sa aktivnim ugljem II, h = 2 m koji se može ispirati sa vazduhom/vodom

DIJAGRAM TOKA PROCESA

- a = tretirana voda,
- b = pogonska voda, 6 bar (1,2-1,3%), c = vazduh sa sadržinom ozona ,
- d = tretirana voda - ozoniran vazduh,
- e = odvod vazduha (preko ugljenog filtera)
- f = slobodni preliv
- g = ispust vazduha, izjednačenje pritiska
- h1, h2 = ozonirana voda



Sl. 13. Ozonske jedinice na Postrojenju za pitku vodu "Am Staad" grad Dizeldorf, Njemačka

mangan) i dezinfekcija sirove vode se dešavaju u reakcionom tanku. Prema postignutim iskustvima koncentracija rezidualnog ozona iza reakcione posude se prilagođava na 0.05 do 0.1 g ozona / m³ vode, a prije ulaska vode u filtere sa aktivnim ugljem. Filteri sa aktivnim ugljem su dizajnirani kao "brzi filteri" pod pritiskom i imaju dva sloja aktivnog uglja.

Filtracija željeza i mangan oksida se dešava na najgornjem sloju aktiviranog uglja (debljina 1.5m), a apsorpcija dominantnih oksidiranih organskih komponenata se dešava u donjem sloju aktivnog uglja debelom 2.5m u filterskom tanku.

7. Rezime

Ozon je je jedan od najsnažnijih oksidanata i sterilizanta sa kojim se pročišćava zrak i voda. To pročišćavanje se vrši prirodnim putem, a može se izazvati i vještački u raznim procesima. Ozon u biti nastaje pod uticajem sunčevih ultraljubičastih zraka u zemljinoj gornjoj atmosferi koju nazivamo ozonski omotač i njegova uloga je da nas zaštiti od ultraljubičastog zračenja. Pored prečišćavanja vode namijenjene za piće, primjenjuje se i u tehnologiji prečišćavanja otpadnih voda, tehnologiji proizvodnje papira, proizvodnji hrane itd. Da bi se povećala njegova efikasnost kao oksidacionog sredstva on se dodaje u više tačaka u tehnološkom procesu, osobito kada je u pitanju prečišćavanje pitke vode. Soga postoji predozonizacija, glavna ozonizacija i postozonizacija. Vještačka proizvodnja ozona zasniva se na jonizaciji vazduha, koji prolazi između dvije elektrode pod naponom koje su razdvojene dielektrikom. On se uvijek mora proizvoditi na mjestu primjene i to u vidu gasne

smješe sa vazduhom u ozon generatoru, a njegovo oksidaciono dejstvo provodi se u ozon reakcionom tanku nakon čega je uobičajeno da se "prevodi" preko granulisanog aktivnog uglja. Kod pripreme pitke vode efekti djelovanja su na uklanjanju ukusa i mirisa, razaranje neorganskih i organskih kompleksa, destabilizacija koloidnih i obojenih materija, inaktivacija algi, bakterija virusa i spora, djelimična dezinfekcija, bolji kvalitet filtrata i druki efekti. Zbog svojih osobina i oksidacione moći njegova primjena široko je rasprostranjena u SAD-u i evropskim zemljama. Na teritoriji bivše države SFRJ ozon se počeo primjenjivati prije 20-tak godina (Postrojenje pitke vode "Makiš" "Beograd). Usložnjavanjem problematike oko izvora snabdijevanja pitkom vodom i njenog početnog kvaliteta za očekivati je da se ovaj tehnološki proces počne primjenjivati i na naši uređajima.

Literatura i izvori:

1. *Ozone water treatment technologies (Wedeco Environmental Technologies edition February, 2002.)*
2. *Ozone as a Treatment Process for Colour Removal from Drinking Water-(Schwartz M and Moncrieff D. J.)*
3. *Ozone Dezinfection of bacteria and Virus in Water-USEPA Report No 60012-74-089 August, 1979.*
4. *Urbani Vodovodni sistemi- Priručnik (Dr Munir Jahić - Beograd, 1988.)*
5. *Snabdijevanje vodom – Priručnik (Johann Mutschmann-Fritz Stimmelmayer, 1999.)*
6. *Tehnika prečišćavanja voda - Degremont*
7. *Informacije sakupljene putem Internet-a*

TEHNIČKA SPECIFIKACIJA I AUDIT VODOVODNOG SISTEMA

A socijacija Vodovoda u Bosni i Hercegovini (BHWVA) je nevladina, neprofitna, stručna organizacija koju prije svega čine organizacije koje se bave vodosnabdijevanjem u Bosni i Hercegovini, ali i neke druge privredne, naučne i stručne institucije, profesionalci i drugi, zainteresovani za bolje upravljanje vodnim resursima u Bosni i Hercegovini. BHWVA je registrovana krajem 2004. godine, i od tada je proveden niz aktivnosti koje su usmjerene na tehničku i stručnu pomoć u rješavanju opštih operativnih problema vodovoda (bolje upravljanje sistemima, smanjenje neobračunate vode, kontinuiranu edukaciju zaposlenih, saradnju sa komercijalnim i profesionalnim institucijama). Pored toga članicama asocijacije se pruža pravna pomoć kao i podrška primjeni EU Okvirne direktive za vode i drugih međunarodnih akata u oblasti voda. U okviru pomoći vodovodima, izrađen je i priručnik pod nazivom Menadžerske prakse u upravljanju vodovodnim sistemima čija je namjena da odgovornim licima u vodovodnim preduzećima u Bosni i Hercegovini pomogne u njihovim svakodnevnim aktivnostima. U nastavku se nalazi skraćeni i prerađeni dio koji se odnosi na tehničku specifikaciju vodovodnog sistema. U samom priručniku je detaljno pojašnjen princip provođenja AUDITA vodovodnog sistema, slikovito prikazan na primjeru jednog vodovoda.

1. UVOD

Veliki dio vodovodnih poduzeća u Bosni i Hercegovini ima problema zbog nedostatka finansijskih sredstava za svakodnevni rad i održavanje sistema. Veliki gubici, nelegalni priključci, nizak nivo naplate

potrošnje, neadekvatna cijena vode samo su neki od problema koji se javljaju. U nekim dijelovima BiH potrošnja vode po stanovniku je i nekoliko puta veća od potrebnih količina. Kao posljedica ovih problema, javlja se nedostatak vode za piće u pojedinim dijelovima BiH i dolazi do redukcija u vodosnabdijevanju.

Kao rješenje nedostatka vode za piće u postojećem sistemu, najčešće se u BiH predlaže priključivanje novih izvora vode u postojeću mrežu. Studije su pokazale kako se za vodosnabdijevanje prvo koriste najjeftiniji, tj. najdostupniji izvori vode. Naredni izvor resursa koji se planira koristiti, kada se iscrpi prvi je duplo skuplji, a naredni opet duplo skuplji od prethodnog. Pripajanjem novih izvora vodosnabdijevanja problemi se samo povećavaju, jer se ništa ne radi na smanjenju gubitaka u postojećoj mreži. Upravo je smanjenje gubitaka i upravljanje potrebama za vodom u postojećem sistemu najjeftiniji slijedeći izvor resursa.

Uposlenici i odgovorno osoblje vodovoda u BiH razumiju probleme u sistemu, ali često nemaju resursa (npr., vodomjera, vremena i novca) da kvantificiraju probleme koji se trebaju analizirati.

Često se dešava da uposleni u vodovodu znaju da u sistemu na nekoliko mjesta dolazi do gubitaka, ali niko sa sigurnošću ne zna koliki su ti gubici, niti gdje se tačno nalaze. Često se veličine gubitaka određuju alternativnim metodama, npr. na način da se utvrdi razlika između proračunate prepumpane vode i prodane vode na osnovu normativa o potrošnji vode. Kako bi se izračunala količina prepumpane vode, tehničko osoblje mjeri potrošnju električne energije na pumpi, koristeći podatke proizvođača i

očitavajući nivo vode u bunarima. Greške koje se javljaju provođenjem ove metode su značajne i ne može se dobiti stvarno stanje.

2. PROVOĐENJE TEHNIČKE SPECIFIKACIJE SISTEMA

Tehnička specifikacija sistema predstavlja sveobuhvatan proces prikupljanja podataka neophodnih za kreiranje detaljne slike rada poduzeća, uočavanje prostora za potencijalna poboljšanja u radu i stvaranja preduslova za provođenje audita vodovodnog sistema (audit vodovodnog sistema će se detaljno obraditi u ovom članku).

Proces prikupljanja tehničkih informacija o sistemu vodosnabdijevanja zahtijeva i terenske obilaskе, razgovore sa zaposlenima, provjeru tehničkih karakteristika opreme, kao i pregled troškova održavanja i troškova električne energije.

3. PROCES PRIKUPLJANJA PODATAKA (MAPA SISTEMA)

Formati podataka koji se trenutno koriste u vodovodima BiH su u velikoj mjeri različiti. Čak i unutar jednog poduzeća nailazi se na razlike u formatima podataka. Iz tog razloga, potrebno je odrediti jedinstvene obrasce za njihovo prikupljanje i pohranjivanje podataka u jednom poduzeću.

U cilju što jednostavnijeg i efikasnijeg prikupljanja i pohranjivanja potrebnih podataka potrebno je kreirati baze podataka, koje trebaju da budu u specifičnom formatu (npr. po mjesecima, zonama ili po nekim drugim kategorijama). Najjednostavniji i svima dostupan način za provođenje ovog zadatka je kreiranje tabela u Excel formatu. Prikupljeni podaci trebaju biti razumljivi i potrebno ih je ažurirati kad god je to moguće. Bitno je upamtiti pravilo da najpreciznije računice na najboljim računarima uvijek rezultiraju netačnim rezultatima u slučaju da su uneseni podaci netačni.

Podaci dobiveni od tehničkih odjela, kao što je održavanje, mogu biti i u elektronskoj i u papirnoj formi. Prilikom procesa prikupljanja i pohranjivanja podataka, veoma je bitna saradnja svih odjela unutar poduzeća, kako bi krajnji rezultati bili što kvalitetniji.

U pojedinim situacijama, podaci mogu biti u potpunosti nedostupni, tj. podaci ne postoje. Čest je slučaj u BiH vodovodima, da se promjene u vodovodnoj mreži, koje traju godinama, rade bez bilo kakve dokumentacije, ili su promjene koje su obavljene "pohranjene" samo u glavama ljudi koji su vršili popravke ili nadzirali iste.

Prilikom tehničke specifikacije sistema, potrebno je prikupiti sve postojeće informacije o sistemu kao što su prvobitni (originalni) projekat sistema sa opisom i skicama važnijih objekata, podaci koji se odnose na datum izgradnje sistema, način korištenja, glavne popravke i slično.

Rad i održavanje vodovodnog sistema je proces koji u normalnim okolnostima predstavlja dnevnu rutinu. Nažalost, ovaj proces nije prisutan u većini vodovodnih poduzeća u BiH danas. Da bi se unaprijedio, radnici moraju prije svega da u potpunosti shvate šta su problemi i gdje se javljaju, kako bi mogli da ih registruju.

3.1. Mapa sistema

Uposlenici koji niz godina rade u vodovodu, detaljno su upoznati sa opremom i distribucionim sistemom. Međutim, ukoliko informacije nisu dokumentovane i integrirane u jednu cjelokupnu shemu i ako se redovno ne ažuriraju, postaju beskorisne za upravljanje radom sistema.

Mapa sistema predstavlja shematski prikaz distribucionog sistema: podatke o opremi, priključcima i korisnicima, lokacije cijevi i njihove karakteristike (dužina, promjere materijal,...) i podatke o svim ostalim dijelovima sistema. Originalni projekat (koji je obično na papiru) je često zastario i u mnogim slučajevima ne uključuje promjene koje su se desile u proteklom periodu rada sistema. Na primjer, projekat ne sadrži nove priključke, nove grane, promjene u promjerima cijevi, itd. Detaljna mapa sistema bi trebala da se kreira na kartama u mjerilu 1:5000 i trebala bi da sadrži sljedeće podatke:

- Lokacije i karakteristike svih važnih dijelova sistema (izvorišta, pumpne stanice, rezervoari, vodotornjevi, itd.);
- Lokacije i karakteristike cjevovoda;
- Lokacije i karakteristike svih potrošačkih priključaka.



Detalj sa jezera Vidara u Gradačcu

Snimio: M. Lončarević

Prikupljene podatke je najbolje pohranjivati u digitalnoj formi, uz pomoć softverskih paketa kao što je AUTOCAD, koji je veoma dobar i koristan program za naše potrebe. Pogodnost korištenja AUTOCAD-a je ta što je jednostavan za rukovanje i postoji mogućnost kreiranja lokalnih baza podataka, kao i mogućnost povezivanja dijelova sistema sa vanjskim bazama podataka.

Lokacije i karakteristike svih važnih dijelova sistema (izvorišta, pumpne stanice, rezervoari, itd.) se ucrtavaju na mapu sistema. Podaci koje je potrebno osigurati za pojedine objekte u sistemu su:

- Vodozahvati – tačnu lokaciju, vrstu vodozahvata, nadmorsku visinu, itd.
- Pumpne stanice – vrsta pumpe (potopljena pumpa, centrifugalna pumpa), tehnički podaci isporučioaca (visina pumpanja, kapacitet, jačinu motora, brzinu), datum ugradnje, trenutne uslove ili parametre rada, datum i vrstu opravke, održavanja ili zamjene
- Rezervoari – vrsta rezervoara, datum puštanja u funkciju, zapremina, nadmorska visina (kota dna, kota minimalnog i maksimalnog nivoa), oprema u rezervoaru
- Postrojenja za prečišćavanje vode – vrsta tretmana, datum puštanja u funkciju, kapacitet, oprema koja se nalazi u postrojenju, i sl.

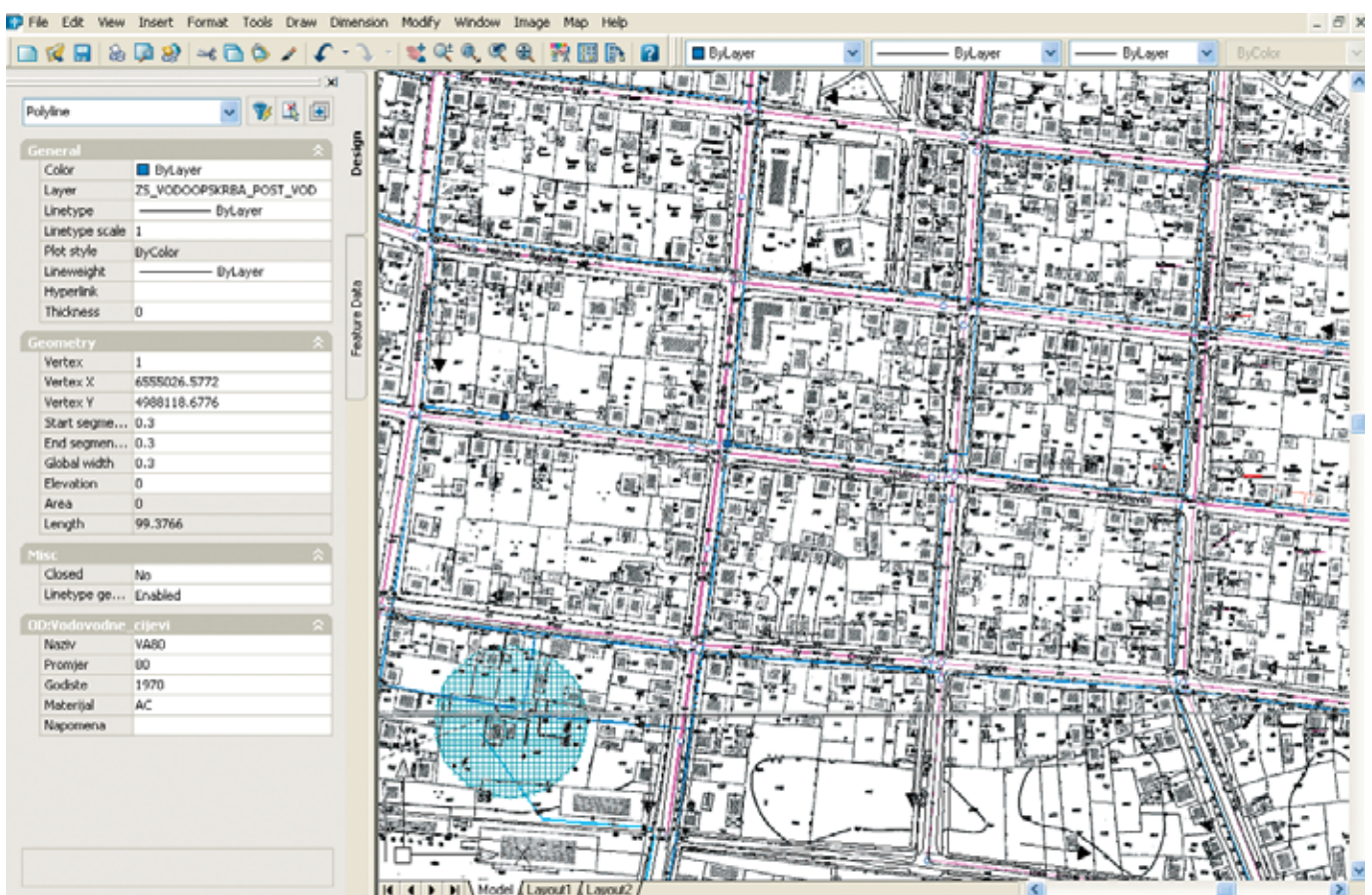
U mapu se unose i lokacije i podaci o zatvaračima, mjeračima proticaja, zračnim i muljnim ispustima, sifonima, itd.

Lokacije i karakteristike cjevovoda također je neophodno unijeti u mapu sistema. Podaci koje je potrebno unijeti u mapu su promjer, dužina, materijal, dozvoljeni pritisak, način spoja i godina ugradnje cijevi.

Pored podataka o lokacijama i karakteristikama, u mapu sistema se mogu pohranjivati i podaci o kvarovima na cjevovodima (vrsta kvara, datum popravke i ukupni broj kvarova na cijevi) koji omogućavaju sveobuhvatniju analizu sistema u narednim koracima.

Lokacije i karakteristike svih potrošačkih priključaka

Ova baza podataka sadrži informacije o priključcima korisnika i nju uglavnom održavaju računovodstveni i obračunski odjeli i najčešće je u vezi sa informacijama o računima. Baza podataka bi trebala da sadrži informacije kao što su ime potrošača, njegovu adresu i kategoriju (domaćinstva, privreda, industrija, institucije), podatke o vodomjeru (vrsta, promjer, datum posljednje kalibracije). Pored navedenih



Mapa sistema vodovoda Orašje (preuzeto iz projekta Institucionalno jačanje vodovodnih preduzeća – Pomoć vodovodima u BiH, Pilot vodovodi Doboj, Konjic, Orašje i Tuzla, USAID projekat 2002-2004)



Vodopad rijeke Blihe u Sanskom Mostu

Snimio: M. Lončarević

podataka, mogu se unijeti i podaci o broju članova domaćinstva, ukupnom dugu (ukoliko je neredovan platiša), kao i svi ostali podaci koji mogu biti interesantni za uposlene u vodovodu.

Kao što je ranije navedeno, ovi podaci se mogu pohraniti u baze podataka koje se nalaze u AUTOCAD-u, a mogu se kreirati i uz pomoć standardnih aplikacija kao što su Microsoft Access i Excel i zatim povezati sa AUTOCAD-om.

4. AUDIT VODOVODNOG SISTEMA

4.1. Uvod

U svim vodovodnim poduzećima u BiH se javljaju gubici koje treba smanjiti. U stvarnosti, oni predstavljaju direktne gubitke električne energije koja se koristi za pumpanje vode, kao i gubitke same vode kao resursa u sistemima gdje se javlja njen nedostatak.

Audit (revizija, pregled, procjena) vodovodnog sistema predstavlja "alat" uz pomoć kojeg se može identificirati koliko je vode izgubljeno i koliki je trošak poduzeća zbog tih gubitaka. Glavni cilj audita je da pomogne vodovodu da izabere i primjeni programe uz pomoć kojih će smanjiti gubitke u svom distribucionom sistemu.

Da bi se proveo audit, potrebno je obaviti niz aktivnosti koje uključuju provjeru i ažuriranje mape sistema; provjeru mjernih uređaja u sistemu; provjeru i ažuriranje podatka o količini zahvaćene vode, o izmjerenoj potrošnji, o neizmjerenoj potrošnji (procjene); testiranje preciznosti vodomjera za različite

kategorije potrošača; provjeru opreme za mjerenje; terenski obilazak u cilju provjere distributivnog i sistema radnih procedura.

Pobrojane zadatke mogu obavljati radnici vodovoda, vanjski saradnici (konsultanti) ili zajedno.

Ukupni troškovi audita ovise od veličine sistema. Najveći troškovi se odnose na testiranje mjerne opreme (mjerači proticaja, vodomjeri i sl.). Pored toga, troškovi ovise i od tačnosti podataka koje posjeduje vodovod, od izbora izvođača (radnici vodovoda ili konsultanti), itd. Bitno je naglasiti da audit vodovodnog sistema nije jeftin, naprotiv, jako je skup, međutim kada se jednom obavi, njegovo ažuriranje je jeftino, a dobiti mogu biti višestruke.

Prije početka provođenja audita, potrebno je odrediti period provođenja audita. Za provođenje audita potrebno je vrijeme. Period od jednog mjeseca, pa čak i period od šest mjeseci, nije dovoljno dugačak da bi se dobila cjelokupna slika distribucije vode u sistemu. Poželjno je da period za provođenje audita bude 12 mjeseci.

4.2. Mjerenje zahvaćene vode

Osnovni podatak sa kojim se počinje procedura audita predstavlja ukupna količina zahvaćene vode. Međutim prije nego što se krene u samo mjerenje, potrebno je odrediti izvore vodosnabdijevanja i unijeti ih na mape (bunari, vrela, otvoreni vodozahvati, uključujući mjesta mogućeg povezivanja sa drugim sistemima i korištenje vode iz tih sistema, kao i povremene izvore, ili izvore vodosnabdijevanja u vanrednim situacijama).

Nakon ovih pripremnih aktivnosti potrebno je provesti mjerenje količina vode sa svakog izvora. U sklopu ovog zadatka, potrebno je obići sve lokacije vodosnabdijevanja i prikupiti podatke o mjernim uređajima koji se nalaze na tim lokacijama. Za svaki izvor je potrebno vršiti očitavanje mjesečne isporuke vode u toku trajanja audita i pohranjivati ih u ranije pripremljenu tabelu.

Podaci o ukupnoj količini zahvaćene vode, koji su izmjereni na uređajima su grubi (neprecizni). Ove podatke je potrebno korigirati zbog više faktora, kao što su: preciznost uređaja, nemjerene količine vode i gubici koji nastaju prije nego voda dospije u distribucionom sistemu. Bilo kakva greška na uređaju mora biti otkrivena i ispravljena, u protivnom pogrešni podaci dovode u pitanje tačnost cijelog procesa audita. Nakon korigiranja će se dobiti **ukupna zahvaćena voda**.

4.3. Mjerenje potrošnje vode kod registrovanih potrošača

Kod većine registrovanih potrošača se vrši mjerenje potrošnje vode, ali u nekim slučajevima, mjerenje ne postoji. Izmjerena količina vode se uglavnom

prodaje potrošačima (industrija, privreda, domaćinstva, poljoprivreda, i sl.), dok se voda koja se koristi za javne potrebe kao što su čišćenje ulica i gašenje požara u velikom broju slučajeva ne mjeri.

Prije nego što se počne sa aktivnostima mjerenja potrošnje, potrebno je provesti registriranje potrošača. Potrebno je registrirati sve potrošače koji bi trebali imati vodomjere. Priključci se mogu predstaviti na više načina: serijski broj vodomjera, adresa na kojoj se nalazi vodomjer, broj parcele, broj računa, i sl. Za sve aktivne priključke, potrebno je prikazati spisak vodomjera zajedno sa njihovom veličinom i registarskim brojem i sortirati ih po vrsti na industrijske, privredne, vodomjere za domaćinstva i ostale.

Nakon registrovanja provodi se mjerenje ukupne potrošnje na svim priključcima po mjesecima (ili drugom proračunskom periodu) i za cijeli period predviđen za provedbu audita.

Nakon provedenog mjerenja, kako bi se dobili što tačniji rezultati potrebno je provesti određena korigiranja (korigiranje zbog zakašnjenja u očitavanju vodomjera, korigiranje zbog neispravnosti vodomjera, i sl.) nakon kojih se dobije **ukupna količina potrošene vode od strane registrovanih potrošača**.

4.4. Određivanje količina potrošene vode registrovanih potrošača kojima se ne mjeri potrošnja

Količina neizmjerene vode se mora pažljivo procijeniti da bi rezultati audita bili što precizniji. Kada je očigledno da je specifična potrošnja vode veoma mala, gruba procjena može zamijeniti detaljan proračun.

Procjena potrošnje vode ovisi o načinu njenog korištenja, a generalno se može podijeliti na slijedeće metode:

Metoda zapremine. Kada se voda transportuje cisternama, kontejnerima i sl., koristi se metoda zapremine (čišćenje ulica, . U ovom slučaju, potrebno je odrediti zapreminu cisterne i pomnožiti je sa brojem punjenja vodom iz distributivnog sistema. Ove količine predstavljaju vodu koja je direktno zahvaćena iz distributivnog sistema i potrebno ju je pažljivo procijeniti.

Metoda proticaja. Kada se voda koristi direktno iz distributivnog cjevovoda (npr. ispiranje cjevovoda, gašenje požara i vježbe vatrogasaca), koristi se metoda proticaja. U ovom slučaju, potrebno je odrediti vrijeme korištenja vode i pomnožiti ga sa ukupnim proticajem. Ukupni proticaj može varirati, kao i vremenski period korištenja.

Metoda poređenja. Za neke objekte, kao što su škole, bazeni ili gradilišta, podaci o potrošnji se mogu procijeniti metodom poređenja sa sličnim objektima, kojima se mjeri potrošnja. Svi podaci, kao što su razlika u veličini objekata, vremenu i načinu potroš-

nje vode, moraju biti obrađeni. Na primjer, za gradilište je veoma bitan način rada. Ako se poredi potrošnja vode za dva slična gradilišta, i ukoliko radnici na gradilištu na kojem se mjeri potrošnja prekinu dotok vode između dva korištenja, a voda na gradilištu na kojem se ne mjeri potrošnja voda neprestano teče, potrebno je pažljivo procijeniti razliku u potrošnji.

4.5. Određivanje gubitaka

Kako smo vidjeli iz prethodnih razmatranja, dio vode koji je zahvaćen i distribuiran ka potrošačima ima svoju vrijednost, tj. poznate su količine vode za pojedine namjene i pojedine potrošače. S druge strane, postoje količine vode koje su potrošene, ali nisu izmjerene, ili su potrošene od strane potrošača koji nisu registrovani. Ove količine vode se smatraju gubitkom u sistemu. Gubitak vode ne proizvodi dobit, tj. proizvodi gubitak. Da bi se odredilo koliko je vode izgubljeno iz sistema, potrebno je oduzeti količinu vode koja je potrošena od strane registrovanih potrošača (izmjerena i neizmjerena-procijenjena) od ukupne zahvaćene količine vode.

Dio gubitaka u vodovodnom sistemu je moguće identificirati i procijeniti njihove količine. Gubici vode se mogu javiti uslijed:

- *Greški u procedurama računovodstva* Može se desiti da gubici u sistemu nastaju uslijed preklapanja naplatnih ciklusa (zakašnjenje očitavanja vodomjera), neispravnog očitavanja, pogrešnih proračuna, ili grešaka u računovodstvenim (računarskim) programima. Ovi tipovi gubitaka su "greške na papiru" koje mogu biti identificirane pažljivim ("korak po korak") pregledom zapisa i računarskih procesa.
- *Nelegalnih priključaka* Priključci na glavni ili neki drugi priključak kako bi se izbjeglo plaćanje vode.
- *Neispravne kontrole distributivnog sistema* Gubici vode mogu nastati i zbog neispravne upotrebe, kvara ili neodgovarajuće instalacije opreme.
- *Curenja na rezervoarima* Ovo je gubitak na oblogama, dnu i zidovima rezervoara i bazena.
- *Preljevanja rezervoara* Najčešće se pojavljuje uslijed neispravnosti ili nedostatka zatvarača za kontrolu visine vode u rezervoaru.
- *Isparavanje* U većini slučajeva, rezervoari u kojima se nalazi voda za piće se natkriveni, što umanjuje mogućnost javljanja gubitaka koji nastaju isparavanjem. Međutim, u nekim slučajevima rezervoari nisu natkriveni i javlja se isparavanje koje može prouzročiti velike gubitke, koji se javljaju za vrijeme visokih temperatura. Utjecaji vjetra i temperature su najznačajniji u ovom slučaju.

Međutim, količine vode koje se izgube u sistemu su veće nego što je to poznato. Ovu vrstu gubitaka nazivamo **potencijalni gubici**. Izračunavaju se tako

što se **identificirani gubici** (koji su prethodno procijenjeni) oduzmu od ukupnih gubitaka.

4.6. Analiza rezultata AUDIT-a

Analiza rezultata audita može ukazati na probleme gubitaka koji nastaju uslijed lošeg mjerenja, nedopuštenih priključaka, curenja iz rezervoara ili curenja na cijevima. Da bi se utvrdilo koje su popravke isplative, potrebno je procijeniti količinu kvarova koji se mogu popraviti i troškove njihovog otklanjanja, a zatim sprovesti program mjerenja i otkrivanja nedopuštenih priključaka, kao i program otkrivanja kvarova i programa popravki.

U principu, svi kvarovi se ne mogu otkloniti. Da bi se utvrdilo koliko kvarova se može popraviti, prvo treba otkriti broj kvarova, a zatim proračunati koji procent može biti popravljen. Iskustvo pokazuje da se oko 25-75% svih potencijalnih kvarova može popraviti.

4.6.1. Utvrđivanje vrijednosti gubitaka koje je moguće otkloniti

Uštedom vode, štedi se novac. Koliko bi se uštedjelo ako bi se spriječili gubici? Postoje dva tipa uštede troškova: (1) uštede kupovine vode i (2) uštede rada i održavanja koji su vezani za skladištenje, tretman i isporuku vode. Navedeni tipovi troškova variraju sa količinom vode koja se isporučuje u distributivni sistem. Oba tipa troškova isključuju fiksne troškove.

4.6.2. Utvrđivanje troškova otklanjanja gubitaka

Da bi se utvrdila dobit od otklanjanja gubitaka u toku jedne godine, potrebno je pomnožiti gubitke koje je moguće otkloniti sa jediničnom cijenom troškova njihovog otklanjanja.

Aktivnijim programom otkrivanja kvarova može se omogućiti ulaganje novca u nove resurse ili se može odložiti izgradnja postrojenja za tretman voda, što rezultira značajnim finansijskim uštedama.

4.6.3. Proračun troškova otkrivanja gubitaka

Troškovi provođenja otkrivanja gubitaka mogu biti procijenjeni na osnovu programa za otkrivanje i otklanjanje kvarova, koji je potrebno izraditi.

Troškovi popravke kvarova nisu uključeni u proračun. Pošto otkrivanje i popravke kvarova spadaju u svakodnevne aktivnosti vodovoda, kvarovi koji se otkriju tokom provedbe programa za otkrivanje gubitaka će u budućnosti u svakom slučaju biti popravljani.

Da bi se utvrdio odnos dobiti i troškova, potrebno je podijeliti ukupnu dobit koja može nastati otklanjanjem gubitaka, sa ukupnim troškovima programa za otkrivanje gubitaka.



Rijeka Jezernica kod Fojnice

Snimio: M. Lončarević

U slučaju da je odnos dobiti i troškova veći od 1, onda je dobit koja nastaje otkrivanjem gubitaka veća od troškova programa za otkrivanje gubitaka i program se treba provesti.

4.6.4. Nakon AUDIT-a

Analiza veličine gubitaka i mjera za smanjenje gubitaka

Procjena mjera za smanjenje gubitaka treba da se odredi na osnovu troškova, izvodljivosti i ušteda koje se mogu osigurati. Audit vodovodnog sistema ukazuje uposlenicima vodovoda u kojim dijelovima njihovog sistema se javljaju najveći gubici. Uz pomoć ovih informacija, vodovodi mogu da odrede prioritete u radu. Prilikom određivanja prioriteta, direktori trebaju da posvete pažnju i uslovima koji vladaju u lokalnom okruženju.

Izbor odgovarajućih mjera ovisi od brojnih faktora koji uključuju:

- Lokaciju pojavljivanja gubitka
- Koliko vode je izgubljeno u svakom od problematičnih područja
- Koje su mjere neophodne da bi se smanjili gubici
- Troškovi smanjenja gubitaka
- Ušteda koja nastaje uslijed smanjenja gubitaka
- Vrijeme potrebno za provođenje mjera za smanjenje gubitaka.



Rijeka Sana - Ključ

Snimio: M. Lončarević

Razmatranje potencijalnih mjera za smanjenje gubitaka

U mjere smanjenja gubitaka spadaju otkrivanje kvarova i program otklanjanja kvarova, zamjenu cijevi na kojima se često javljaju kvarovi, provjeru zatvarača, itd.

Aktivnosti koje mogu da se provedu u cilju smanjenja gubitaka su: program lociranja kvarova; provjera potrošačkih vodomjera prije postavljanja; insistiranje da javni parkovi, groblja, igrališta i sl. posjeduju vodomjere; organizovanje ekipe koja će po otkrivanju kvara izlaziti na teren i otklanjati kvarove; provođenje audita vodovodnog sistema svake godine.

Ažuriranje AUDIT-a

Ažuriranje audita svake godine može osigurati informacije direktorima vodovoda na osnovu kojih se mogu odrediti prioritetne aktivnosti vodovoda i može se utvrditi da li je napravljen napredak u održavanju sistema. Isto tako, ažuriranjem se dolazi do otkrivanja dijelova sistema vodovoda u kojima se javljaju gubici; ovo pomaže direktorima da postave nove ciljeve u pogledu održavanja vodovodne mreže. Ažuriranje audita obično zahtijeva manje finansijskih sredstava nego početna izrada.

Također, kontinuiran sistem kontrole omogućava da u svakom trenutku postoje informacije o tome gdje se javljaju najveći gubici u distribucionoj mreži.

Reference:

1. *Menadžerske prakse u upravljanju vodovodnim sistemima*, Asocijacija vodovoda u Bosni i Hercegovini-BHWWA, Sarajevo 2004
2. American Water Works Association, *Manual of Water Supply Practices: Water Audits and Leak Detection*
3. Brikké, IRC International Water and Sanitation Centre Delft, Netherlands, World Health Organization, Geneva, Switzerland, *Operation and Maintenance of rural water supply and sanitation systems*, 2000.
4. Danish Environmental Protection Agency: *The Danish Model for Sustainable Water Solutions*
5. Uhlmann, IPWEAQ 2003 State Conference Mackay, *What is Sustainable Water Utility*, 2003
6. The Urban Institute Washington, DC, Moldova Local Government Reform Project: *Manual for Efficient Water Utility Supply Operations (MEWSO)*

MIKROBIOLOŠKA – KEMIJSKA SLIKA KVALITETA VODA RIJEKE BOSNE I NJENIH VAŽNIJIH PRITOKA U SARAJEVSKOM POLJU

Sažetak

Cilj ovog rada je da se na osnovu izvršenih mikrobioloških i nekih osnovnih fizičko-kemijskih analiza uzoraka vode rijeke Bosne i njenih pritoka u Sarajevskom polju u periodu 24.08. i 30.10.2006. godine, a koji su nastavak višegodišnjih ispitivanja tog područja, ukaže na pogoršani kvalitet tih površinskih voda. Rezultati ovih ispitivanja, posebno mikrobiološki, su pokazali da je kvalitet ispitivanih površinskih voda lošiji od zahtjevnog, te da njihov dugogodišnji negativan utjecaj daje realnu mogućnost negativnog utjecaja i na podzemne vodne rezerve, koje se koriste za vodosnadbijevanje grada Sarajeva i drugih mjesta u Sarajevskom polju. To ukazuje na potrebu konstantnog rada na izgradnji kanalizacione mreže, glavnih kolektora i sanaciju divljih deponija na čitavom području, te potrebu sanacije gradskog uređaja za tretman otpadnih voda u Butilama. Na taj način bi se popravio kvalitet ispitivanih površinskih voda i u značajnoj mjeri smanjila mogućnost zagađenja i samih podzemnih voda koje se koriste za vodosnadbijevanje.

Uvod

U radu se želi ukazati na negativan antropološki uticaj na kvalitet voda rijeke Bosne u njenom gornjem toku (Sarajevsko polje), prvenstveno zbog neadekvatne uređenosti sistema javne kanalizacije, čije se otpadne vode direktno, bez tretmana, upuštaju u površinske vodotoke: rijeku Bosnu, Željeznicu, Zujevinu i Miljacku.

Osim tih otpadnih voda, na kvalitet navedenih vodotoka direktno ili indirektno u značajnoj mjeri uti-

ču i fekalne vode iz velikog broja propusnih septičkih jama, kao i divljih deponija, koje su smještene u blizini samih vodotoka.

Veliki je problem i novoizgrađena deponija Krupac u općini Kasindol, na kojoj se neselektivno odlaze komunalni otpad. Procijedne vode s ove deponije dospijevaju u rijeku Željeznicu, a na taj način i do izvorišnog toka rijeke Bosne. Ovo je bitno zbog toga što su glavni resursi podzemnih voda locirani baš na lokalitetu Sarajevskog polja (Bačevo, Sokolović kolonija) i iz njih se obezbjeđuje oko 85% pitke vode za grad Sarajevo, kao i pripadajuća naselja: Ilidža, Blažuj, Rajlovac. Podzemne vode Sarajevskog polja ovise prvenstveno o rijeci Bosni, ali i u određenoj mjeri o infiltraciji voda rijeke Željeznice i Zujevine u podzemlje. Stoga je neophodno poduzeti potrebne mjere u cilju poboljšanja i zaštite kvaliteta voda i ovih rijeka.

Ne smije se zanemariti ni mogući utjecaj povećane izgradnje građevinskih objekata na Bjelašnici i Igmanu na kvalitet izvorišnih voda rijeke Bosne.

Sve prije navedene konstatacije potvrđuju i rezultati mikrobiološko - kemijskih ispitivanja Laboratorije za vode Javnog preduzeća za "Vodno područje slivova rijeke Save" - Sarajevo, koji su izvršeni tokom 2006. godine, a čiji dio je prezentiran u ovom radu.

Rijeka Bosna izvire u jugozapadnom dijelu Sarajevskog polja na 492 m nadmorske visine, u podnožju 1248 m visoke planine Igman. Njeni izvori, kojih ima više, naglo i izdašno izbijaju iz podnožja planine i već nakon kratkog puta u Sarajevskom polju primaju vode Željeznice, a zatim Zujevine, pa Miljacke. Na tom kratkom putu rijeka Bosna od prve kategorije vode prelazi u četvrtu kategoriju i uz neznatno poboljš-

šanje, prvenstveno zbog samoprečišćavanja, nepovratno zagađena nastavlja svoj 271–kilometarski put prema rijeci Savi.

Materijal i metode rada

Uzorci za mikrobiološke i kemijske analize su uzimani u 2 navrata (ljetni i jesenji period), i to na sljedećim mjernim mjestima:

- B-0 - Bosna – Rimski most
- Ž-1 - Željeznica ušće u rijeku Bosnu
- Zu - Zujevina ušće u rijeku Bosnu
- B -1 - Bosna nizvodno od Željeznice i Zujevine
- M -1 - Miljacka ušće u rijeku Bosnu
- B-2 - Bosna – Reljevo

Terenski poslovi, uzorkovanje i in situ analize, su rađeni istovremeno sa Zavodom za javno zdravstvo Kantona Sarajevo – laboratorija za vode, u cilju svojevrsnog međulaboratorijskog poređenja.

Uzorci vode za mikrobiološku analizu uzeti su u sterilne staklene boce zapremine od 330 ml i transportovani u frižideru na temperaturi + 4°C.

Obrada materijala izvršena je istoga dana, odmah po prijemu u Vodoprivrednoj laboratoriji – Butile u Sarajevu.

Analizom su određivani sljedeći mikrobiološki indikatori:

1. Broj kolonija aerobnih organotrofa na 22°C N/ml
2. Ukupni koliformi N/100 ml
3. Fekalni koliformi N/100 ml
4. Fekalne streptokoke N/100 ml

Mjerodavani parametri za ocjenu mikrobiološkog kvaliteta površinskih voda su bili “Uredba o kla-

sifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka” (Službeni glasnik RS), koji daje mogućnost za klasifikaciju.

- Za broj kolonija aerobnih organotrofa (saprofita) priprema se hranjiva podloga Plate count agar, koja se kokuje (topi) u vodenom kupatilu (100°C), a sterilizacija podloge izvršena je u autoklavu na temperaturi 121°C, u vremenu od 15 minuta (Andrew D., Eaton et al., 2005).

pH podloge određena je sa pH - metrom.

- Pri određivanju koliformnih bakterija korišten je sistem membranske filtracije, a kao hranjiva podloga selektivna dehidrirana sterilna Endo podloga -Sartorius ISO 9308-1.

Inkubacija je izvršena na 37°C na 24 h.

- Za određivanje fekalnih koliformnih bakterija (termotolerantni koliformi) takođe je korištena tehnika membranske filtracije, selektivna dehidrirana sterilna Endo podloga –

Sartorius ISO 9308-1.

Inkubacija je izvršena na 44°C na 24 h.

- Fekalni streptokoki su određeni tehnikom membranske filtracije, s tim da je primjenjena dehidrirana selektivna Azide podloga - Sartorius ISO 7899-2.

Inkubacija je izvršena na 37°C na 24 h.

Nakon inkubacije vršena je izolacija fekalnih streptokoka, te identifikacija u

Eskulin azide bujon (37°C na 24h).

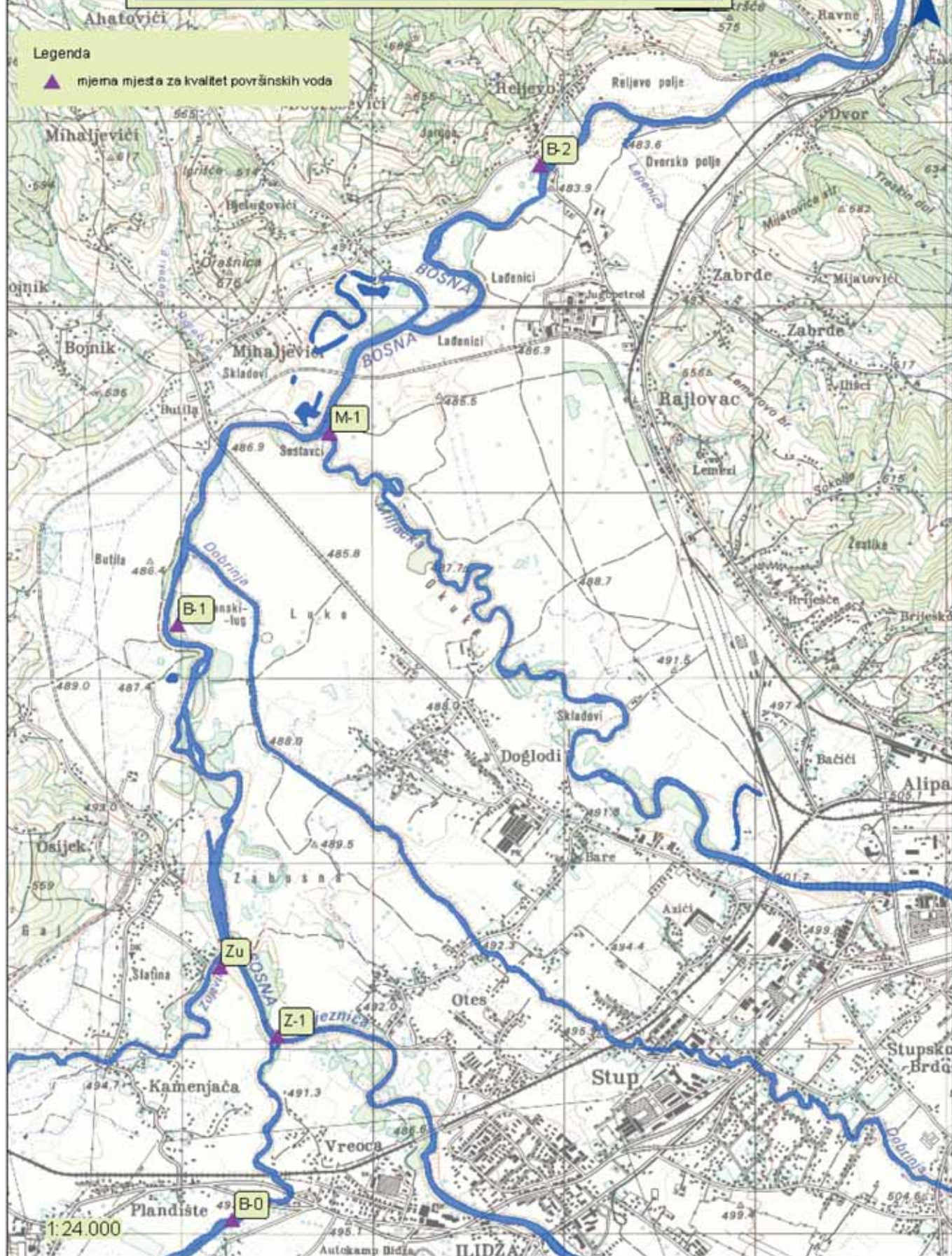
Brojanje kolonija vršeno je digitalnim ručnim brojačem kolonija – Sartorius.



Rijeka Bosna kod Šamca

Snimio: M. Lončarević

Kontrolna mjerna mjesta u gornjem dijelu sliva rijeke Bosne



Za ocjenu broja aerobnih organotrofa primjenjena je formula:

$$\text{CFU/ml} = \frac{\text{Broj kolonija}}{\text{stvarna količina uzorka u Petri ploči, ml}}$$

Za ocjenu broja koliformnih bakterija prema membranskoj filtracionoj metodi primjenjivala se formula:

$$\text{Ukupan broj/100 ml} = \frac{\text{Broj kolonija na membranskom filteru} \times 100}{\text{količina filtriranog uzorka (ml)}}$$

Ista formula je primjenjena za ocjenu broja fekalnih streptokoka, kao za ocjenu broja koliformnih bakterija.

Rezultati i diskusija

Osim prirodnog zagađenja voda rijeka procesom mineralizacije (razgradnja organske tvari biljaka i životinja pod uticajem aerobnih organotrofnih bakterija ili saprofita), danas se posebno zbog antropogenog utjecaja značajno ubrzavaju procesi zagađenja naših rijeka, osobito pod utjecajem otpadnih komunalnih i industrijskih voda, koje se direktno izljevaju u vodne recipijente.

Osim toga, i padavine, ispirajući poljoprivredne površine koje se dubre stajskim đubrivom, donose u rijeke značajne količine fekalija, čime se povećava

broj koliformnih bakterija, odnosno fekalnih streptokoka.

U mikrobiologiji površinskih voda je posebno značajna grupa koliformnih bakterija porodice *Enterobacteriaceae* koja uključuje vrste roda: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Serratia* i *Yersinia*.

Escherichia coli kao i ostale koliformne bakterije se nalaze u crijevima čovjeka. To su bakterije čiji nalaz u površinskim vodama pokazuje sa sigurnošću prisutnost fekalnog zagađenja, te tako upozoravaju da bi mogli biti uzročnici raznih antropozoonoza.

Escherichia coli je primarni indikator fekalne kontaminacije i prema istraživanjima čini 95% zastupljenosti u fecesu u odnosu na ostale predstavnike porodice *Enterobacteriaceae* (The Microbiology of Drinking Water, 2002).

Kao važni indikatori fekalnog zagađenja su i fekalni streptokoki: *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus durans*, *Streptococcus hirae*, koji su stanovnici crijeva ljudi i životinja. Shodno tome i životinje i ljudi fecesom kontaminiraju tlo i vode, a njihov nalaz u vodi inicira na staro fekalno zagađenje.

Iz tih razloga u ovom radu posebno je razmatrano prisustvo aerobnih organotrofa, koliformnih bakterija, koliformnih bakterija fekalnog porijekla i fekalnih streptokoka, kako to zahtjeva navedena zakonska legislativa.

Tabela 1. Mikrobiološki pokazatelji kvaliteta rijeke Bosne na mjernim mjestima od Bosna - Rimski most do Bosna - Reljevo u periodu 24.08.2006. godine (ljetna serija)

Redni broj uzorka	Naziv lokaliteta	Broj kolonija aerobnih organotrofa u 1 ml vode na 22°C	Ukupan broj koliformnih bakterija u 100 ml vode na 37°C	Ukupan broj koliformnih bakterija fekalnog porijekla u 100 ml vode na 44°C	Ukupan broj fekalnih streptokoka u 100 ml vode
1.	Bosna – Rimski most	40	490	30	80
2.	Željeznica ušće	410	14 900	2 900	260
3.	Zujevina ušće	480	5 500	190	1380
4.	Bosna nizvodno od Željeznice i Zujevine	2 500	17 500	2 000	440
5.	Miljacka - ušće*	9 400	150 000	75 000	45 000
6.	Bosna - Reljevo	3 750	36 800	15 600	13 200

* - Izvor podataka: elaborat "Zavoda za javno zdravstvo Kantona Sarajevo"

Tabela 2. Mikrobiološki pokazatelji kvaliteta rijeke Bosne na mjernim mjestima od Bosna - Rimski most do Bosna – Reljevo u periodu 30.10.2006. godine (jesenja serija)

Redni broj uzorka	Naziv lokaliteta	Broj kolonija aerobnih organotrofa u 1 ml vode na 22°C	Ukupan broj koliformnih bakterija u 100 ml vode na 37°C	Ukupan broj koliformnih bakterija fekalnog porijekla u 100 ml vode na 44°C	Ukupan broj fekalnih streptokoka u 100 ml vode
1.	Bosna – Rimski most	180	3 670	80	170
2.	Željeznica ušće	1 226	12 930	1 290	1 130
3.	Zujevina ušće	6 650	45 600	1 840	2 800
4.	Bosna nizvodno od Željeznice i Zujevine	3 950	28 000	2 100	1 890
5.	Miljacka - ušće	31 000	10 ⁷	180 000	71 000
6.	Bosna - Reljevo	2 800	150 100	40 400	23 500

Rezultati mikrobioloških analiza pokazuju sljedeće:

- a) Bosna – Rimski most - po pitanju aerobnih organotrofa zadovoljava zahtjevani kvalitet I klase, dok po pitanju prisustva koliformnih bakterija i fekalnih streptokoka kvalitet vode je u II klasi i to u obje serije ispitivanja.
- b) Željeznica ušće u rijeku Bosnu - po pitanju aerobnih organotrofa zadovoljava zahtjev II klase dok po pitanju koliformnih bakterija spada u III klasu površinskih voda, što važi za obje serije.
- c) Zujevina ušće u rijeku Bosnu - po pitanju aerobnih organotrofa zadovoljava zahtijevanu II klasu, međutim po pitanju koliformnih bakterija i fekalnih streptokoka nalazi se u III klasi.
- d) Bosna nizvodno od Željeznice i Zujevine - po pitanju aerobnih organotrofa zadovoljava zahtijevanu II klasu, dok po pitanju koliformnih bakterija se svrstava u III klasu.
- e) Miljacka ušće u rijeku Bosnu po pitanju aerobnih organotrofa zadovoljava zahtijevanu III klasu, dok po pitanju koliformnih bakterija i fekalnih streptokoka kvalitet vode je u V klasi u obje serije ispitivanja.
- f) Bosna – Reljevo po pitanju aerobnih organotrofa zadovoljava zahtjev III klase, dok po pitanju koliformnih bakterija i fekalnih streptokoka, kvalitet ispitivanja vode je u IV klasi.

Na osnovu prethodnih konstatacija primjetno je da je broj aerobnih organotrofa na svim mjernim mjestima u obje serije bio u okviru zahtjevanih granica.

Po pitanju koliformnih bakterija praktično su svi vodotoci iskazali lošiji kvalitet od zahtjevanog dok je dobivena vrijednost fekalnih streptokoka posebno ukazala na problem izrazito lošeg kvaliteta voda rijeke Miljacke, pa time i na nizvodnom profilu rijeke Bosne, u Reljevu.

Rezultati mikrobioloških analiza (posebno prisustvo ukupnih koliforama, fekalnih koliforama i fekalnih streptokoka) na svim kontroliranim mjernim mjestima ukazuju na negativan antropogeni utjecaj, prisutan zbog neizgrađenosti kompletnog sistema javne kanalizacije, deponija smeća uz obale vodotoka i propusnih septičkih jama. Ovo je rezultiralo lošijim kvalitetom voda u mikrobiološkom smislu na svim kontroliranim mjernim mjestima, odnosno vodotocima.

Vrijednosti fizičko - kemijskih parametara

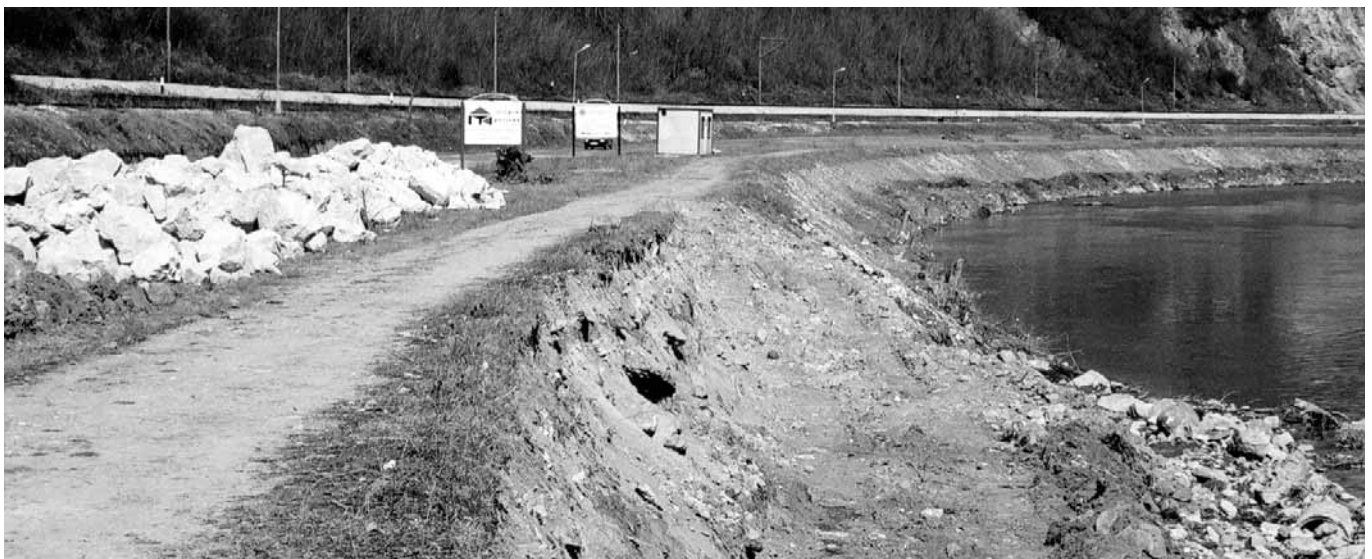
Fizičko – kemijska svojstva veoma su značajna za razmnožavanje i egzistenciju bakterija u vodi. Prilikom uzimanja mikrobioloških uzoraka mjereni su pored ostalog i fizičko – kemijski parametri:

proticaj – Q, temperatura vode, pH, KPK, mg O₂/l, % zas. O₂, BPK₅.

Tabela 3. Kemijski pokazatelji kvaliteta rijeke Bosne u terminu 24.08.2006. godine (ljetna serija)

Pokazatelji kvaliteta	Bosna Rimski-most	Željeznica ušće	Zujevina ušće	Bosna nizv. od Željeznice i Zujevine	Miljacka ušće	Bosna – Reljevo	MDK vrijednosti
Temperatura vode	8,8	17,0	13,7	13,8	14,0	15,8	–
pH	7,81	7,75	8,30	7,70	7,23	7,15	6,00 – 9,00
KPK (KMnO ₄) mg O ₂ /l	0,86	0,86	1,18	0,86	48,50	7,84	I klasa 10,00 II klasa 12,00 III klasa 20,00 IV klasa 40,00
mg O ₂ /l	9,98	11,20	8,30	9,14	4,30	1,59	I klasa 8,00 II klasa 6,00 III klasa 4,00 IV klasa 3,00
% zasićenosti O ₂	90	121	87	96	45	17	I kl. 90 - 105 II kl. 75 - 90 105 - 115 III kl. 50 - 75 115 - 125
BPK ₅	0,78	1,14	2,40	1,55	21,00	7,09	I klasa 2,00 II klasa 4,00 III klasa 6,00 IV klasa 20,00
Proticaj Q m ³ /s	1,98	2,49	0,810	5,23	6,30	22,2	–

Napomena: izvor podataka za proticaj je elaborat “Zavoda za javno zdravstvo Kantona Sarajevo”



Izgradnja obaloutvrde na rijeci Bosni kod Maglaja

Snimio: M. Lončarević

Tabela 4. Kemijski pokazatelji kvaliteta rijeke Bosne u terminu 30.10.2006. godine (jesenja serija)

Pokazatelji kvaliteta	Bosna Rimski-most	Željeznica ušće	Zujevina ušće	Bosna nizv. od Željeznice i Zujevine	Miljacka ušće	Bosna – Reljevo	MDK vrijednosti
Temperatura vode	8,7	11,0	11,0	10,3	12,5	11,0	–
pH	8,25	8,16	8,16	7,60	7,70	7,69	6,00 – 9,00
KPK (KMnO ₄) mg O ₂ /l	0,86	1,42	1,42	1,11	18,30	8,84	I klasa 10,00 II klasa 12,00 III klasa 20,00 IV klasa 40,00
mg O ₂ /l	11,20	11,13	11,34	11,34	4,40	4,75	I klasa 8,00 II klasa 6,00 III klasa 4,00 IV klasa 3,00
% zasićenosti O ₂	108	115	109	109	45	46	I kl. 90 - 105 II kl. 75 - 90 105 - 115 III kl. 50 - 75 115 - 125
BPK ₅	2,05	3,20	3,20	1,90	28,30	9,30	I klasa 2,00 II klasa 4,00 III klasa 6,00 IV klasa 20,00
Proticaj Q m ³ /s	1,38	0,946	1,00	3,48	4,71	12,5	–

Napomena: izvor podataka za proticaj je elaborat "Zavoda za javno zdravstvo Kantona Sarajevo"

Temperatura je jedan od esencijalnih abiotičkih faktora za kontrolu aktivnosti svih mikroorganizama i prvenstveno je neophodna za razmnožavanje, kao i odvijanje biohemijskih i enzimskih reakcija u unutrašnjosti ćelije. Razmnožavanje svih vrsta bakterija se usporava kada se temperatura vode spusti ispod ili digne iznad njihovih optimalnih temperatura. Očekivano veća temperatura vode na svim mjernim mjestima izmjerena je u periodu ljetne serije, dok je skoro u pravilu tada bio manji broj bakterija.

Sve bakterije su veoma osjetljive na visoko variranje pH vrijednosti, a najoptimalnije pH područje za njihovu egzistenciju je između 6 – 8 (Water and Wastewater Microbiology). U tom smislu za bakterije povoljniji uslovi su bili na mjernim mjestima Bosna – Rimski most, Željeznica ušće, Bosna nizvodno od Željeznice i Zujevine, Miljacka i Bosna Reljevo u toku ljetne serije, kao i na mjernim mjestima Bosna nizvodno od Željeznice i Zujevine, Miljacka i Bosna Reljevo u toku jesenje serije.



Raslinje na nasipu uz rijeku Savu

Snimio: M. Lončarević

Vidljivo je da u toku jesenje serije dolazi do porasta količine rastopljenog kisika u vodi na svim mjernim mjestima što je posljedica i niže temperature vode pri čemu je mala razlika u vrijednostima KPK (osim kod Miljacke i Bosna Reljevo).

Interesantno je poređenje ukupnog broja bakterija i BPK₅ na pojedinim mjernim mjestima u obje serije ispitivanja, pri čemu je evidentno očekivano pravilno povećanje broja bakterija sa povećanjem BPK₅ na svim mjernim mjestima.

Posmatrajući rezultate i mikrobioloških i prezentiranih fizičko – kemijskih pokazatelja možemo primjetiti da su nešto veći vodostaji u ljetnoj seriji ispitivanja pogodovali i nešto boljim kvalitetom ispitivanih voda, što upućuje na otprilike konstantan unos prvenstveno organskog zagađenja (komunalne otpadne vode) u rijeku Željeznicu, Zujevinu i posebno Miljacku.

Zaključak

1. Evidentan je negativan antropološki utjecaj na kvalitet voda rijeke Bosne i njenih pritoka u Sarajevskom polju, pri čemu je već i na samoj rijeci Bosni kod Rimskog mosta primjećen lošiji kvalitet od zahtjevanog (II. klasa umjesto I.) dok je pogoršanje sve izrazitije idući od Željeznice (III. umjesto II.) preko Zujevine (III. umjesto II.) do Miljacke (V. umjesto III.), koja skuplja glavninu komunalnih otpadnih voda grada Sarajeva i uljevom u rijeku Bosnu degradira njen kvalitet u nizvodnom toku (V. umjesto III.).
2. Prezentirani rezultati mikrobioloških ispitivanja su u saglasnosti sa osnovnim fizičko – kemijskim pokazateljima i daju realnu sliku postojećeg stanja kvaliteta površinskih voda Sarajevskog polja, koje je znatno lošije od zahtjevanog.
3. Postoji značajna vjerovatnoća da će dugotrajni loš kvalitet kontroliranih površinskih voda, posebno rijeke Željeznice i Zujevine, uticati postepeno na pogoršanje kvaliteta podzemnih vodnih rezervi koje služe za vodosnadbijevanje grada Sarajeva i drugih mjesta u Sarajevskom polju, te da je njihova zaštita nužna i hitno potrebna.

Literatura:

1. Andrew D. Eaton, Lenore S. Clesceri., Eugene W. Rice, Arnold E. Greenberg. (2005): STANDARD METHODS for the examination of water & wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association. Water Environment Federation 9,34 - 9,36;
2. Duncan M., Nigel H. (2003): Handbook of Water and Wastewater Microbiology. University of Leeds, UK, London.
3. Karakašević, B. (1987): Mikrobiologija i parazitologija. Medicinska knjiga, Beograd – Zagreb, 624-626; 670-695;

4. Microbiological Testing of Foods, Beverages and Pharmaceuticals. Sartorius, Germany, 11-13;
5. Paul S. Giller., Björn Malmqvist. (1998): The Biology of Streams and Rivers. Oxford University Press Inc., New York.
6. Pravilnik o načinu uzimanja uzoraka i metodama za laboratorijsku analizu vode za piće. (1987), Službeni list SFRJ.
7. Savezni zavod za zdravstvenu zaštitu NIP "Privredni pregled" (1990): Voda za piće. Standardne metode za ispitivanje higijenske ispravnosti. Beograd.
8. The Microbiology of Drinking Water (2002): part 4 – Methods for isolation and enumeration of coliform bacteria and *Escherichia coli* (including *E.coli* 0157:H7). 12-17; part 1 - Water Quality and Public Health 11-14;
9. Uredba o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka. (2001), Službeni glasnik Republike Srpske.



Rijeka Bosna i njena urušena obala u donjem toku

Snimio: M. Lončarević

OPĆE OSOBENOSTI AHORDATA BORAČKOG JEZERA

Sažetak

Rad je dio općih osobenosti Boračkog jezera u sklopu ekološke studije iz perioda 2002. godine. Kao poseban dio živog naselja stajaćeg akvatičnog ekosistema se izdvaja naselje zooplanktona i bentosa. Za postizanje cilja utvrđivanja kvalitativno-kvantitativnog sastava invertebrata u sastavu analiziranih zajednica primijenjena je standardna planktonska mreža, bentos mreža i Eckmanov bager za uzorkovanje. Na osnovu prijegleda proba zooplanktona koje se metodološki uzimaju sa sredine jezera na dubini do pola metra, dobiven je podatak o heterogenom sastavu rotatorija i nižih račića. Zamjećeno je visoko bogatstvo jedinki koje je karakteristično za jesenji maksimum razvoja zooplanktona, a analizirane vrste indiciraju vodu oligo/mezotrofnu. Sastav zoobentosa ukazuje na visoku raznovrsnost u litoralu uslijed povoljnih uvjeta, prije svega, obraslosti sedimenta makrofitama. Posebna značajnost je gusta populacija dekapodnog raka *Astacus astacus* Fabricius, 1775 koje je na crvenoj listi ugroženih i zaštićenih vrsta u većini evropskih zemalja. Ova činjenica, s obzirom na ostale osobenosti Boračkog jezera, upućuje na potrebu sveopćeg pristupa zaštiti i očuvanosti ovog akvatičnog ekosistema. Primijenjenim saprobnim indeksom ($S = 1,93$) dobiven je podatak da je voda u jesenjem periodu mezotrofna, tj. sa blagom do umjerenom količinom organske materije što se donekle podudara sa vrijednostima izmjerenih fizičko-hemijskih parametara.

Uvod

Boračko jezero po svom porijeklu spada u kategoriju prirodnih jezera sliva rijeke Neretve. Smješteno je na 404 m nadmorske visine u blizini grada Ko-

njica na padinama planinskog masiva Prenja (slika 1). Po svojoj površini od 240.808 m² i dužini 762 m, predstavlja najveće prirodno jezero u Bosni i Hercegovini. Najveća dubina izmjerena je na sredini jezera i iznosi 12 m. Oblik jezera je izdužen i sa pravilnom obalnom linijom, obalski padovi u prosjeku iznose 13°, sa najvećim oko 24° (Spahić, 2001).

Boračko jezero se snabdijeva vodom iz Boračkog potoka, a pored toga snabdijeva se vodom iz sublakustrijskih vrela. Voda iz jezera otiče rijekom Šišticom čija je dužina 3 km, a vodopadom visine 26 m ulijeva se u rijeku Neretvu.

Sa aspekta ekoloških osobenosti, Boračko jezero je parcijalno istraživano u prošlosti, a predmet jednosezonalnih istraživanja su sveobuhvatna istraživanja predstavljena kroz ekološku studiju u novijem periodu (Sofradžija i sur., 2002.).

Izdvojena cijelina koja je prikazana u radu kao zasebni dio su podaci o sastavu zooplanktona i zoobentosa Boračkog jezera koji su sastavni dio realizovane ekološke studije. Posebne naznake iznijete su s obzirom na sastav populacije dekapodnog raka koji je konstatiran velikim brojem jedinki, a s obzirom na Konvenciju o biodiverzitetu (Rio de Jenero 1992.), IUCN Red List of Threatened Species i Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 -u, stanište ovog raka je, po svim evropskim i svjetskim standardima, pod direktnom zaštitom.

Zooplankton jezera čini sastavnu komponentu posebnog životnog kompleksa karakterističnog samo za stajaće ekosisteme – planktona. Specifičnost ovog kompleksa proizilazi iz lebdećeg načina života u slobodnoj zoni vode – pelegijalu. Morfologija ovih životinja je rezultat adaptacija na lebdenje i sprečavanje potonuće na dno.

S obzirom na karakter ovog životnog kompleksa govori se o uniformnosti sastava organizama u naselju zooplanktona gotovo svih jezera na Zemlji. U razmatranju kvalitativno-kvantitativnog sastava naselja zooplanktona jezera moraju se uzeti u obzir opće zakonitosti uvjetovane, prije svega, sezonskim sukcesijama i dnevno-noćnim migracijama vrsta.

Generalna zakonitost je da naselje ovog životnog kompleksa ima dva maksimuma (jesen i proljeće) i dva minimuma (ljetno i zima). Naselje zooplanktona čine vrste rotatorija i račići. Ove životinje imaju različite izraštaje na tijelu u vidu bodlji, koje omogućavaju lebdenje u vodi. Podaci o naselju zooplanktona poznati su do danas iz Jablaničkog jezera (Živković, 1985) i akumulacije Grabovica (Trožić-Borovac, 2002).

Istraživanje naselja zoobentosa u vodenim ekosistemima ima veliki značaj kako sa teorijskog tako i sa praktičnog aspekta. Ova ispitivanja imaju poseban značaj u prirodnim jezerima, zajedno sa ostalim komponentama životne zajednice. S jedne strane, ovi podaci ukazuju na produktivitet jezera, a s druge

strane, daju vrlo značajne podatke za određivanje kvaliteta vode.

Značajnu komponentu živog svijeta Boračkog jezera čine životinje dna, prije svega, zbog procesa prometa materije i kretanja energije, koji utiče na lanac ishrane. Naselje faune dna jezera u direktnoj je ovisnosti o tipu podloge (sedimenta), što je naročito izraženo u litoralnoj (obalska zona). Ovdje je dubina jezera najmanja, a priroda dna varira na svakom koraku što uvjetuje veći diverzitet životinja u horizontalnom pravcu.

Životinjsko naselje dna prirodnih jezera odlikuje se horizontalnom stratifikacijom, te se razlikuje priobalno (litoralno) naselje u blizini obale, sublitoralno i profundalno. Litoralni dio Boračkog jezera karakterizira biljna vegetacija trske (*Phragmites*), koja obrasta dno sedimenta do 10 m u Jezero. Ovakvi uvjeti imaju veliki uticaj na naselje zoobentosa Jezera.

Cilj ovih istraživanja je analiza kvalitativno-kvantitativnog sastava naselja zooplanktona i zoobentosa što je neophodno za utvrđivanje stepena trofije Boračkog jezera.



Slika 1. Boračko jezero (Bistro BiH, s.a.)

Materijal i metode rada

Analizu fizičko-hemijskih parametara vode uradio je *Zavod za zdravstvenu zaštitu Mostar*. Uzorkovanje je izvršeno u epilimnionu na početku Boračkog jezera – L1 (gdje nastaje Šištica) i na glavnoj plaži – L2.

Obuhvaćeni su fizički faktori: temperatura vode, temperatura zraka, provodljivost, pH vrijednost i suspendovane materije. Od hemijskih faktora kao glavni obuhvaćena su: zasićenost kisikom (saturacija), koncentracija kisika, biološka potrošnja kisika za pet dana (BPK₅), a od ostalih: nitrati, amonijak, nitriti kao i ukupna tvrdoća (UT⁰ dH).

Uzorkovanje naselja planktona i bentosa Boračkog jezera izvršeno je u septembru 2002. godine. Obuhvaćeni su lokaliteti sa sredine jezera i u litoralu (priobalnom regionu). Korištena je mreža za duboke vode, planktonska mreža i Eckmannov bager (slika 2).

Uzorci su na terenu fiksirani u 4% formaldehidu, a separacija i determinacija organizama bentosa i planktona izvršena je u laboratoriju Prirodno-matematičkog fakulteta Sarajevo. Rezultati istraživanja prikazani su odvojeno tabelarno po životnim zajednicama, zooplankton sa kvalitativno-kvantitativnim podacima i zoobentos, te je na osnovu sastava indikatora kvaliteta vode izračunat i saprobni indeks u ocjeni kvaliteta vode po Pantell-Buck, 1955.

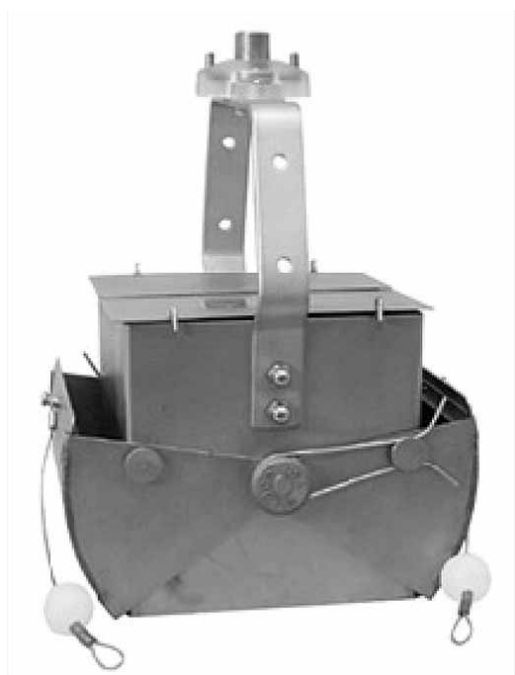
Saprobni indeks je izračunat prema formuli:

$$S = \frac{\sum (hs)}{\sum h}$$

S – indeks saprobnosti

s – saprobna vrijednost taksona (Wegl, 1983)

h – relativna abundanca taksona



Slika 2. Eckmannov bager

Rezultati i diskusija

Analiza fizičko-hemijskih parametara vode Boračkog jezera izvršena je na uzorcima koji su uzeti samo jednom dana 28. 10. 2002. godine. U okviru istraživanja stanja ovog vodnog ekosistema, ovi podaci pokazuju, uvjetno, uvjete u kojima obitava živi svijet u jezeru. Na osnovu rezultata i dobivenih vrijednosti površno se može upotpuniti slika ekološkog stanja i kvaliteta vode.

Vrijednosti temperature vode i zraka su odgovarajući za sezonu uzorkovanja.

Vrijednost pH ukazuje na povoljne uvjete u vodi Boračkog jezera, vrijednosti su u granicama dozvoljenim za čiste vode (6,5–8,5).

Električna provodljivost (368 i 365 μScm^{-1}) ukazuje na blago povećanje jona u vodi, što je rezultat ubrzanih procesa razgradnje alohtonog materijala (opalo lišće) pri čemu se oslobađaju mineralne soli. Vrijednosti su, ipak, u granicama dozvoljenim za čiste vode (< 500).

Vrijednosti koncentracije kisika (7,3–7,6) su u granicama dozvoljenim za oligotrofna jezera, a zasićenost (71,92–74,87 %) ima nešto niže vrijednosti od dozvoljenih za epilimnion u kategoriji oligotrofnih jezera. Ovakvi podaci o saturaciji rezultat su i vremena uzorkovanja (sredina dana) kada su procesi potrošnje kisika najveći kao i činjenice da su uzorci vode uzeti na granici epilimniona sa hipolimnionom. Sami uzorci za analizu uzeti su u litoralu gdje je uticaj okolne vegetacije veći te smanjuje osvjetljenost tog djela jezera.

Pojačana potrošnja kisika, s obzirom na ubrzane redukcione procese organske materije, uticala je na nešto veće vrijednosti BPK₅ (1,7–1,8). Ove vrijednosti još uvijek su u granici oligotrofnih jezera. Potrošnja kisika iz KMnO₄ je relativno visoka (6,54–7,79 mg/l) što ukazuje na povećano prisustvo organske materije u ovom jezeru.

Prisustvo azota u obliku amonijaka, nitrata i nitrita ukazuje na pojačano organsko opterećenje vode jezera što usporava proces autopurifikacije. Povećane vrijednosti amonijaka i nitrata na oba lokaliteta rezultat su izlivanja otpadnih voda okolnih kuća u samo jezero. Prema ovim vrijednostima, jezero odlikuje eutrofikacija što ga svrstava u mezotrofna.

Vrijednosti ukupne tvrdoće (Ut⁰ dH) su relativno niske što je uvjetovano geološkim sastavom podloge. Vrijednosti alkaliteta su relativno niske, te se ne može govoriti o prisustvu nekog zagađivača.

Kalcij i magnezij imaju relativno male vrijednosti koncentracije. Njihove vrijednosti ukazuju na odsustvo agresivnog CO₂ i malih koncentracija anorganskih soli u jezeru.

Tabela 1. Rezultati fizičko-hemijskih mjerenja vode u Boračkom jezeru 28.10.2002.

Fiz./hem.param.	L1	L2
T° C H ₂ O	15	15
T° C zraka	21	16
pH vrijednost	7,71	7,72
elek.prov. μScm ⁻¹	368	365
Suspen.mate. (mg/l)	22	52
NH ₃ (mg/l)	0,11	0,08
NO ₃ (mg/l)	1,6	0,90
NO ₂ (mg/l)	0,004	0,004
KMnO ₄ (mg/l)	7,79	6,54
O ₂ (mg/l)	7,6	7,3
O ₂ %	74,87	71,92
BPK ₅	1,8	1,7
SO ₄ (mg/l)	14	13
Ca (mg/l)	65,73	71,34
Mg (mg/l)	11,66	6,31
Ut ⁰ dH	11,87	11,42
alkalitet ⁰ dH	15,06	13,49
HCO ₃ (mg/l)	328,18	294,02
Cl (mg/l)	4,26	4,61

II) Rezultati bioloških analiza

A) ZOOPLANKTON

Kao rezultat analize sastava zooplanktona u uzorcima sa tri lokaliteta Boračkog jezera (sredina jezera) dobiveni su podaci o tri grupe životinja koje se standardno javljaju u sastavu planktona jezera umjerenog pojasa (tabela 2).

Predstavnici rotatorija zastupljeni su sa četiri vrste (slika 3):

1. *Keratella cochlearis*
2. *Brachionus plicatilis*
3. *Brachionus calyciflorus*
4. *Asplanchna* sp.

Najveću brojnost postiže vrsta *Keratella cochlearis* na sve tri tačke uzorkovanja u Boračkom jezeru.

U planktonu Boračkog jezera, račići su zastupljeni vrstama iz reda *Cladocera* i *Copepoda*. Od vrsta iz reda *Cladocera*, najveću zastupljenost i brojnost ima vodena buha *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F.M.), saprobne vrijednosti 1,4 (oligosaprobna), prozirne boje, veličine 0,6–0,65 mm (Margaritora, 1987). Manje prisutna je vrsta *Bosmina longirostris* (O.F.M.) saprobne vrijednosti 1,6 (slika 3). Prema svojim saprobnim vrijednostima ove vrste indiciraju oligosaprobnu na prijelazu ka betamezosaprobnoj vodi (Sladaček, 1973).

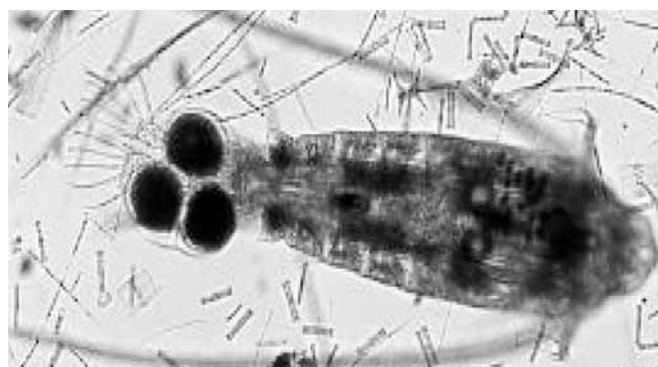
Iz reda *Copepoda* jedini predstavnik je *Copidaptomus steauri* (Brehm, 1904) (slika 3) i larveni stadij nauplijsa.



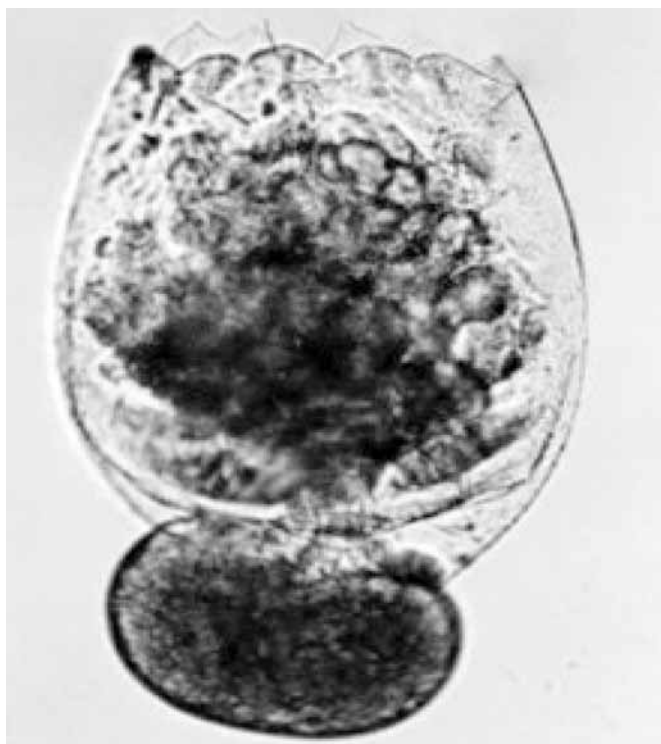
Sl. 3.1. *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851.)



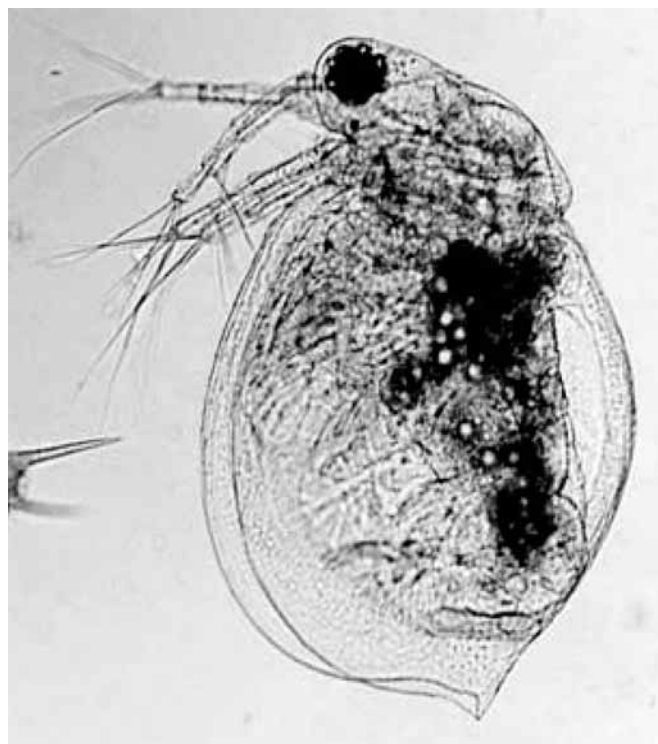
Sl. 3.2. *Brachionus calyciflorus* (Pallas, 1776.)



Sl. 3.3. *Copidaptomus steauri* (Brehm, 1904.)



Sl. 3.4. *Brachionus plicatilis* O. F. Müller 1786.



Sl. 3.6. *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F.Müller)



Sl. 3.5. *Bosmina longirostris* (O F Müller, 1785.)

Slike 3.1. - 3.6. – Predstavnicu Rotatoria, Cladocera i Copepoda konstatirani u uzorcima zooplanktona Boračkog jezera u septembru 2002. godine

Odnos mužjaka i ženki u zooplanktonu je rezultat vertikalnih migracija ženki koje se u toku dana spuštaju u dublje slojeve. Ova pojava je kod mužja-

ka manje izražena. Za larvene stadije je karakteristično da su, zbog svoje male veličine i specifične težine, uglavnom najbrojniji u gornjim slojevima vode ovog jezera. Pojava ove vrste račića u jezerima na Neretvi registrirana je u istraživanjima Jablaničkog jezera (Živković, 1985), a navodi se da ova vrsta naseljava vode dalmatinskog krša (Živković, 1974).

Tabela 2. Kvalitativni sastav zooplanktona Boračkog jezera u periodu 12–13. 09. 2002. god.

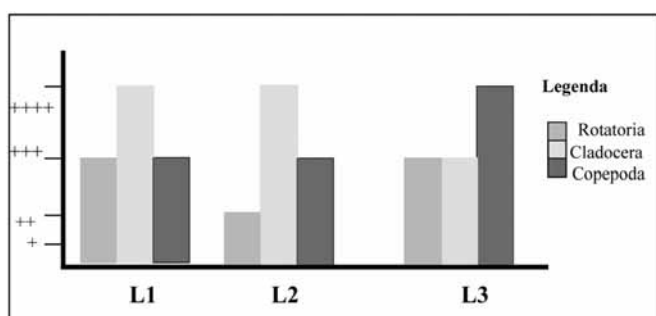
Boračko jezero			
Takson	L1	L2	L3
ROTATORIA			
<i>Keratella cochlearis</i>	+++	++	+++
<i>Brachionus plicatilis</i>	++	++	++
<i>Brachionus calyciflorus</i>			+
<i>Asplanchna sp.</i>	++	++	+
CRUSTACEA			
Cladocera			
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	++++	+++	+++
<i>Bosmina longirostris</i>		++	
Copepoda			
<i>Copidodiaptomus steueri</i> ♀	++	+	++
<i>Copidodiaptomus steueri</i> ♂	++	+	++++
Nauplij	+++	++	+

Legenda

+	- pojedinačno	L1	- početak jezera
++	- malo zastupljen	L2	- sredina jezera
+++	- dobro zastupljen	L3	- kraj jezera
++++	- dominantan (masovan)		

Analiziranjem kvalitativnog sastava zooplanktona Jezera i zastupljenosti račića u zooplanktonu (graf. 1), zamjećuje se da su u uzorcima uzetim na početku i sredini Jezera dominantne vodene buhe, a u uzorcima uzetim na kraju jezera javlja se dominacija račića iz reda *Copepoda*. Globalno posmatrajući Boračko jezero, u naselju

Graf. 1. Kvalitativni sastav zooplanktona Boračkog jezera u septembru 2002. godine



Legenda

+	- pojedinačno	L1	- početak jezera
++	- malo zastupljen	L2	- sredina jezera
+++	- dobro zastupljen	L3	- kraj jezera
++++	- dominantan (masovan)		

Rezimirajući rezultate analize sastava zooplanktona Boračkog jezera ne možemo a da ne navedemo činjenicu da podaci na osnovu samo jednog uzorkovanja u toku dana ili godine samo okvirno daju podatke o vrstama koje egzistiraju u ovoj životnoj zajednici. Dnevno-noćne oscilacije, koje su odavno predmet istraživanja naučnika, (Stanković, 1953) umnogome doprinose nepotpunim podacima o kvalitativno-kvantitativnom sastavu zooplanktona. U toku dana, račići iz reda *Cladocera* pokazuju jasnu tendenciju spuštanja u dublje slojeve vode, bježeći od svjetlosti. U slojevima na površini vode pojavljuju se tek noću. Veslonošci se, u toku dana, spuštaju znatno ispod površine, te su u uzorcima adekvatno predstavljeni.

Specifičnost Boračkog jezera zbog dotoka vode iz vodotoka Boračkog potoka (na početku Boračkog jezera) i otoka vode Šišticom (na kraju Boračkog jezera) stvara stalno strujanje vode u Jezeru što se odlikuje manjim ali izraženim stupnjem protočnosti što nije svojstveno za stajaći ekosistem. Navedene činjenice uvjetuju kvalitativni i kvantitativni sastav zooplanktona Boračkog jezera.

ZOOBENTOS

Analizom kvalitativno-kvantitativnog sastava zoobentosa u osam uzoraka bentosa Boračkog jezera dobiven je podatak da u ovom jezeru obitava 18 taksona. Njihova brojnost i zastupljenost pokazuje horizontalnu stratifikaciju (tabela 3). Najveći diverzitet taksona makroinvertebrata konstatiran je u litoralnom dijelu - 14 taksona.

Po zastupljenosti i brojnosti ističe se dekapodni plemeniti rak *Astacus astacus* Fabricius, 1775, (slika 4) čija je brojnost u Jezeru izuzetno velika. Ovaj rak u Boračkom jezeru dostiže veličinu 12,5 cm mužjak, a ženka 9,3 cm. Za ovog raka je karakteristično da nosi naziv plemeniti i da je veoma rijetka vrsta u Evropi. Njegovo razviće je direktno uvjetovano kvalitetom vode. Pretpostavka je da ovaj dekapodni rak obitava u Boračkom potoku i da se, usljed snižavanja temperature u vodi Boračkog potoka, povlači u Boračko jezero zbog povoljnijih abiotičkih uvjeta staništa. Za apsolutnije zaključke neophodno je dugotrajnije istraživanje populacije raka, koji je, zbog svoje ugroženosti i rijetkosti, od velikog značaja za faunu Bosne i Hercegovine i šire.



Slika 4. Riječni rak, *Astacus astacus*

Od drugih organizama, u bentosu litorala najveću raznovrsnost postižu jedinke vodenih moljaca. Konstatirane su četiri vrste iz četiri porodice. Najveću brojnost postižu jedinke *Hydropsyche saxonica* McLachlan, 1884. iz porodice *Hydropsychidae*, rasprostranjene širom Evrope. U ranijim istraživanjima,

ova vrsta je konstatirana malo manjim brojem jedinki (Marinković-Gospodnetič, 1978.). Za jedinke ove porodice je karakteristično da se javljaju u habitatima sa puno uginulog biljnog materijala i indiciraju oligosaprobnu (oligotrofnu) vodu na prijelazu ka β -mezosaprobnoj vodi (mezotrofnoj). Slabi su indikatori kvaliteta vode (Wegl, 1983.).

Od drugih vrsta značajno je prisustvo *Silo pallipes* (Fabricius, 1781), koja naseljava isključivo oligotrofne vode. Manjim brojem jedinki konstatirana je vrsta *Ecnomus tenulus* (Rambur, 1842.) iz porodice *Ecnomidae*, koja je slab indikator oligotrofnih voda. U ovim istraživanjima je registrirana vrsta *Polycentropus excisus* Klapàlek, 1894. iz porodice *Polycentropodidae*, a indicira povoljne uvjete života u vodi. Ova vrsta je prvi put konstatirana u Boračkom jezeru 1956. godine kao imago (Marinković, 1970.). U okviru ovih faunističkih istraživanja utvrđeno je prisustvo vodenog moljca *Wormaldia subnigra* McLachlan, 1865. iz porodice *Philopotamidae*, zatim vrste *Tinodes pallidulus* McLachlan, 1878. iz porodice *Psychomyiidae* i vrste *Cheumatopsyche lepida* (Pictet, 1834.) iz porodice *Hydropsychidae*, inače vrste sa širokim rasprostranjenjem u fauni BiH. Navedene vrste, koje su u ranijim istraživanjima konstatirane kao imago, ne mogu se isključivo vezati za ekosistem Boračkog jezera zbog blizine vodotoka. Pored ovih vrsta, prisutne su i larve vilinskih konjica, *Calopteryx sp.*, koje naseljavaju bilje u zoni litorala.

Vodeni cvjetovi – *Ephemeroptera*, predstavljeni su sa tri vrste: iz porodice *Heptagenidae* konstatiran je manji broj jedinki vrste *Ecdyonurus sp.*, a poznato je da su vrste ovog roda vezane za čiste akvatične ekosisteme; iz porodice *Baethidae* prisutna je vrsta roda *Centroptilum*, a vrsta *Caenis macrura* Stephens, 1835. – evropska vrsta je registrirana većim brojem jedinki, a kao slab indikator se dominantno javlja u mezotrofnim jezerima; i *Ephemera vulgata* Linnae, 1758. – palearktička vrsta (Illies, 1978), koja indicira mezotrofne uvjete.

Od drugih grupa ističe se prisustvo puža *Planorbarius corneus*, karakterističnog za jezerski ekosistem, čije prisustvo je uvjetovano podvodnim biljem.

Značajno je i prisustvo pijavice, *Helopbdella stagnalis* sa deset jedinki. Bentos profundala odlikuje siromaštvo oblika što je rezultat velike dubine, muljevitog dna sa puno opalog lišća i malom koncentracijom kisika. Prisutne su jedinke maločekinjaša iz porodice *Naididae* i *Tubificidae* sa 36% (graf. 2). Pored njih, u naselju bentosa se javljaju dvokrlni insekti iz porodice *Chironomidae* i *Chaoboridae* sa vrstom *Mochlonyx sp.* Značajna je pojava dvokrlnih insekata iz porodice *Chaoboridae* koji se direktno hrane račićima iz zooplanktona, a posebnu sklonost pokazuju prema vodenim buhama (Dodson, 1989.).

Tabela 3. Kvalitativno-kvantitativni sastav zoobentosa Boračkog jezera u periodu 12. 09. - 26. 11. 2002. god.

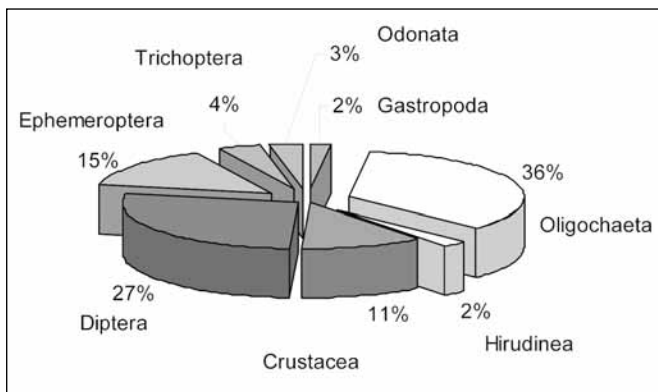
INVERTEBRATA	Boračko jezero							
	L1		L2		L3		L4	
	br.j.	%	br.j.	%	br.j.	%	br.j.	%
GASTROPODA								
<i>Planorbarius corneus</i>	10	5						
OLIGOCHAETA								
<i>Naididae</i>			15	16,1	6	5,0		
<i>Tubificidae</i>			50	53,7	65		35	54,0
HIRUDINEA								
<i>Helopbdella stagnalis</i>	10	5						
CRUSTACEA								
Cladocera								
<i>Daphnia pulex</i>			5	5,4				
Decapoda								
<i>Astacus astacus</i>	50	24,8						
INSECTA								
Diptera								
<i>Chironomidae</i>	25	12,4	30	32,2	5	4,2	20	30,7
<i>Chaoboridae</i>								
<i>Mochlonyx sp.</i>					43	36,1	10	15,4
<i>Simulidae</i>								
<i>Simulium sp.</i>	15	7,5						
Ephemeroptera								
<i>Centroptilum sp.</i>	20	9,9						
<i>Caenis macrura</i>	17	8,4						
<i>Ecdyonurus sp.</i>	5	2,5						
<i>Ephemera vulgata</i>	15	7,5						
Trichoptera								
<i>Goeridae</i>								
<i>Silo pallipes</i>	4	2,0						
<i>Hydropsychidae</i>								
<i>Hydrosyche saxonica</i>	10	5,0						
<i>Polycentropidae</i>								
<i>Polycentropus excisus</i>	2	1,0						
<i>Ecnomidae</i>								
<i>Ecnomus tenullus</i>	3	1,5						
Odonata								
<i>Zygoptera</i>								
<i>Calopteryx sp.</i>	15	7,5						
Σ broj jedinki	201	100	95	100	119	100	65	100
Σ broj taksona	14		3		4		3	

Legenda:

- L1-litoral jezera,
- L2 – sredina jezera,
- L3 – sredina jezera,
- L4 – sredina jezera

Dotok vode iz Boračkog potoka (Borašnica) uzrokuje specifičnost faune dna Boračkog jezera jer donosi sediment sa riječnom faunom dna. Jezero dobiva vodu od sublakustrijskih vrela kao i dotokom Boračkog potoka, a gubi vodu otokom Šištice. Na taj način Boračko jezero karakterizira stalni protok vode što nesumnjivo ima veliki uticaj na kvalitativno-kvantitativni sastav faune dna ovog jezera, naročito u litoralu.

Zbog svoje specifičnosti, nedovoljnog poznavanja geološke strukture dna ovog jezera i procesa njegovog nastanka, u skoroj budućnosti je neophodno preduzeti vrlo detaljna i dugotrajna praćenja stanja živog svijeta Boračkog jezera. Rezultati analize životinjskog naselja, prvenstveno utvrđivanje populacije plemenitog raka kao najstarije vrste dekapodnih rakova, obavezuju na zaštitu i očuvanje ovog jezera.



Graf. 2. Učešće (%) invertebrata u naselju bentosa Boračkog jezera u periodu 12. 09 – 25. 11. 2002. godine

Kvalitet vode

U svijetu, evaluacija kvaliteta vodnih ekosistema dugo vremena se bazira na naselju zoobentosa. Najprihvatljiviji je, svakako, saprobni indeks koji je danas nešto izmijenjen jer sam Wegl daje saprobne vrijednosti i za više sistematske kategorije, a ne samo za vrste. Pored toga, prednost modificiranog saprobnog indeksa je što uvažava relativnu abundancu (h), te, stoga, veoma objektivno odlikava stupanj onečišćenja vodnog ekosistema. Za sve konstatirane taksonne prikazane su, u odvojenoj tabeli, (tabela 4) indikatorska i saprobna vrijednost. Uslijed sveopće prihvaćenosti u biomonitoringu starog indeksa po Pantel-Buck, i u ovom slučaju je za kvalitet vode Boračkog jezera izračunat konstatirani indeks. Radi cjelokupnog sagledavanja stanja uzeti su u obzir svi organizmi konstatirani na sva četiri lokaliteta odakle su uzimane probe bentosa Boračkog jezera.

Izračunavanjem S – saprobnog indeksa, dobivena vrijednost **1,93** ukazuje da je voda Boračkog jezera mezotrofna sa blagim povećanjem organske materije koje je rezultat i povećane količine alohtone organske materije u jezeru (uginulih biljaka, opalog lišća i sl.)

Tabela 4. Indikatorska vrijednost (G) i saprobna vrijednost (s) taksona invertebrata konstatiranih u sastavu faune bentosa Boračkog jezera u periodu 12. 09 – 26. 11. 2002. godine

Taksoni	G	s
<i>Planorbarius corneus</i>	2	1,8
<i>Hellpobdela stagnalis</i>	2	2,8
Naididae	1	2
Tubificidae	3	3,6
<i>Astacus astacus</i>	3	1,2
Chironomidae	2	2,1
Chaoboridae	1	1,9
Simulidae	1	1,4
<i>Centroptilum sp.</i>	3	1,9
<i>Caenis macrura</i>	2	1,7
<i>Ecdyonurus sp.</i>	2	1,6
<i>Ephemera vulgata</i>	2	2,2
<i>Silo palipes</i>	4	0,0
<i>Hydropsyche saxonica</i>	2	2,1
<i>Polycentropus exicus</i>	1	1,8
<i>Ecnomus tenulus</i>	2	1,9
<i>Calopteryx sp.</i>	2	1,6

Prema rezultatima analize naselja zooplanktona i zoobentosa Boračkog jezera možemo zaključiti :

1. Rezultati jednokratnih mjerenja fizičko-hemijskih parametara vode Boračkog jezera (na dva lokaliteta) ukazuju na malu količinu organske materije što je svrstava u kategoriju oligo/mezotrofnih jezera.
2. Sastav zooplanktona ukazuje na bogato razvijenu zajednicu rotatorija i nižih račića koji indiciraju oligo/mezotrofne uvjete.
3. Sastav bentosa u litoralu odlikava visok diverzitet (konstatirano 14 taksona), a sredinu jezera, uslijed nepovoljnosti abiotičkih uvjeta, odlikuje siromaštvo taksona invertebrata.
4. Utvrđeno je veliko bogatstvo plemenitog dekapodnog raka *Astacus astacus* u Boračkom jezeru.
5. Primjenom Pantel-Buck indeksa u ocjeni kvaliteta vode dobiven je podatak da je voda mezotrofna tj. sa manjom ili umjerenom količinom organske materije (S = 1,93).

6. Pojava eutrfikacije je rezultat vremena istraživanja kada je na jezerskom dnu bilo mnogo alohtonog materijala.
7. Boračko jezero, uslijed svojih osobnosti, a posebno s obzirom na gustu populaciju plemenitog dekapodnog raka, koji je, uslijed degradacije slatkovodnih ekosistema u Evropi, ugrožena vrsta, dakle u nestajanju, zahtijeva visok stupanj zaštite kako u teoriji tako i u praksi.

Literatura

1. Bistro BiH: Stranica namijenjena B-H ribolovcima. ŠonlineĆ. (Sarajevo: Bistro BiH, s.a.). Šcitarano 02. 02. 2007. godineĆ. Boračko jezero. Dostupno na <http://www.bistrobih.ba/Jezero-Boracko.htm>.
2. Dall, P.C., Friberg, N., Lindegaard, C., Toman, J. M. (1995): A practical guide of biological assessment of stream water quality. // *Biological Assessment of Stream Water Quality*. Ljubljana: Universty of Ljubljana, p. 97-116.
3. Dodson, S.(1989): Predator – inducedreaction norms. *Bioscience*, 39: 447-452.
4. Illies, J. (1978): *Limnofauna Europea*. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag, 532 s.
5. Margaritota, F.G., Specchi, M. (ed.) (1987): *Cladocera*. Bologna: Academia Nazionale Italiana. 397 pp, Fauna d'Italia .
6. Marinković- Gospodnetić, M. (1970): Description of some species of Trichoptera from Yugoslavia. *Godišnjak Biološkog instituta Sarajevo*, 23: 77-84.
7. Marinković- Gospodnetić, M. (1978): The caddis-flies (Trichoptera, Insecta) of Hercegovina (Yugoslavia). *Godišnjak Biološkog instituta Sarajevo*, 31: 115-131.
8. Stanković, M. (1957): Ohridsko jezero i njihov živi svijet. Skopje: Kultura, 381 p.
9. Sladaček, V. (1973): Ergenbnisse der Limnologie of water quality from the Biological point of Wiew. *Arch.Hydrobiol., Beiheft 7*, Stuttgart.
10. Sofradžija, A., Hadžiselimović, R., Škrijelj, R., Guzina, N., Trožić-Borovac, S., Korjenić, E., Hamzić, A. (2002): *Stanje ribljeg fonda i efekti poribljavanja u akumulaciji HE "Grabovica"*. Sarajevo: Centar za ihtiologiju i ribarstvo Prirodno-matematičkog fakulteta Sarajevo.
11. Spahić, M. (2001): *Prirodna jezera Bosne i Hercegovine: limnološka monografija*. Tuzla: Harfo graf, str. 80-87.
12. Trožić-Borovac, S. (2002):Zooplankton jezera Grabovica. // *Stanje ribljeg fonda i efekti poribljavanja u akumulaciji HE "Grabovica"*. Sarajevo: Prirodno-matematički fakultet Sarajevo.
13. Živković, J. (1974): Zooplankton akumulacionih jezera na Trebišnjici, Bilećko i Trebinjsko jezero. *Godišnjak Biološkog instituta Sarajevo*, 27: 207-224.
14. Živković, J. (1985): Zooplankton akumulacionih jezera na Trebišnjici, Bilećko i Trebinjsko jezero. *Godišnjak Biološkog instituta Sarajevo*, 38:167-181.
15. Wegl, R. (1983): Index für die Limnosaprobität., *Beiträge zur Gerwässerforschung*, XIII, band 26, Wien.



Snjegovi planine Bjelašnice su zalihe vode

Snimio: M. Lončarević

METALI U VODAMA RIJEKE SPREČE I NJENIH PRITOKA – ŽELJEZO I MANGAN –

Tema i cilj rada

Tema ovog rada je prikaz stanja vode rijeke Spreče i njenih pritoka na šest odabranih lokaliteta u odnosu na sadržaj željeza i mangana.

Cilj rada je utvrđivanje značaja navedenih rezultata ispitivanja, te su ponuđeni neki mogući razlozi za dobivene vrijednosti koncentracija pomenuta dva metala. Željezo i mangan su odabrani jer po pravilu uvijek dolaze zajedno u stijinama, te tako i dospijevaju u vode prirodnim putem, a i hemija ova dva metala u vodama je dosta slična, pa se mogu smatrati povezanim parametrima koji opisuju kvalitet riječne vode.

Hemijski sastav površinskih riječnih voda

Hemijski sastav površinskih voda, te njihov hidrohemijski režim veoma zavise od slijedećih karakteristika:

- proces vodoizmjene je relativno brz;
- hemijski sastav vode najviše zavisi od sastava površinskih dijelova zemljine kore;
- režim vode je uvelike uslovljen klimatskim, tj. meteorološkom promjenama;
- naglašeno je uzajamno djelovanje između površinskih voda i atmosfere;
- veliki je utjecaj biljnih i životinjskih vrsta na površinske vode.

Usljed svega navedenog riječne vode se mahom odlikuju niskom mineralizacijom, dolazi do brzih promjena hemijskog sastava pod djelovanjem hidrometeoroloških uslova i usljed stalnog prisustvom gasova atmosferskog porijekla u njima.

Nalaženje metala u prirodnim vodama

U rijekama, i drugim prirodnim i vještačkim vodama, nalaze se određene količine metala u njihovim različitim jedinjenjima. Oni u vode dospijevaju bilo prirodnim putem, sapiranjem zemljišta i rastvaranjem minerala pod uticajem organskih i anorganskih kiselina, bilo vještačkim putem, otjecanjem industrijskih otpadnih voda ili druge vrste otpada u recipijent. Koncentracije metala koji dospijevaju u vode prirodnim putem mogu se razlikovati prema sastavu zemljišta i stijena preko kojih teče rijeka, a povremeno se mogu povećavati ili smanjivati pod uticajem različitih atmosferskih prilika, najčešće obilnih padavina, kada dolazi do značajnijeg sapiranja terena. Koncentracije metala koje se prirodno nalaze u rijekama i drugim vrstama prirodnih voda zbog navedenih razloga predstavljaju tzv. prirodni fon za svaki određeni metal. S druge strane, kada metali u različitim jedinjenjima dospijevaju u vode vještačkim putem, dakle u industrijskom ili drugom otpadu, dovode do zagađenja vode. Da bi se ustanovilo da li koncentracija određenog metala predstavlja prirodni fon ili zagađenje, potrebno je vršiti dugoročnija i češća ispitivanja na vodotoku uzvodno i nizvodno od eventualnog zagađivača.

Metali se u vodi mogu podijeliti prema njihovoj otrovnosti generalno ili za pojedine vrste biljnog i životinjskog svijeta. Kada govorimo o otrovnosti metala potrebno je imati na umu da se uglavnom svi metali mogu javljati u više različitih formi (oksidacijskih stanja, organski ili anorganski vezani, itd.) od kojih svaka ima određenu ulogu u procesu kruženja tog metala u prirodi. Organski vezani metali obično su toksičniji za živi svijet jer se kao takvi mnogo lakše resorbiraju u živa tkiva, a metali koji se mogu naći u više oksidacijskih stanja su opasni jer mogu reagira-

ti sa biomolekulama u procesima oksidacije i redukcije mijenjajući tako njihovo prirodno stanje i ulogu u metaboličkim procesima. Neki metali su otrovni u svim koncentracijama u kojima se mogu naći u vodi, tj. ne predstavljaju gradivne dijelove bilo biljaka ili životinja (makroelemente ili elemente u tragovima), dok su drugi metali potrebni biljkama i životinjama, ali samo u tačno određenim koncentracijama, te se i oni smatraju toksičnim ako se nađu u koncentracijama višim od dozvoljenih.

Željezo i mangan u vodama

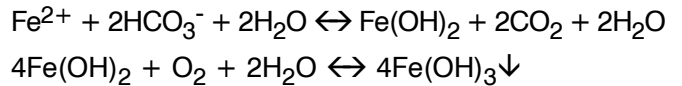
Željezo i mangan su mikroelementi koji se prirodno nalaze u vodama u koncentracijama koje općenito zavise od mineralnog sastava terena kroz koje protiče rijeka. Hemija ova dva metala u vodi je dosta slična, a u vode dopijevaju iz mineralnih aglomerata koji sadrže oba ova metala, s tim da je željezo prisutno u nešto višim količinama.

- Željezo

Prosječna rasprostranjenost željeza u zemljinoj kori izražena u postocima iznosi 6,22%. U zemljištu ga ima od 0,5 do 4,3%, u rijekama je prosječna koncentracija do 0,7 mg/L, a u podzemnim vodama se koncentracije željeza kreću od 0,1 do 10 mg/L. Željezo se u mineralima najčešće javlja u formi sulfida i oksida, a rjeđe u formi karbonata, a može se javiti i u silikatnim mineralima, npr. biotitu. Najznačajniji minerali željeza su hematit, magnetit, takonit i pirit.

Prijelaz željeza iz stijena u rastvor dešava se u procesu oksidacije sulfidnih minerala ili pod djelovanjem kiselina (organskih – humusne i anorganskih – karbonatna i sumporna) na minerale.

Koncentracija rastvornog oblika željeza, Fe^{2+} jona, kontrolirana je koncentracijom karbonata. Fe^{2+} jon najčešće se nalazi u formi hidrogenkarbonata čija rastvorljivost zavisi od koncentracije CO_2 u vodi. Ako dolazi do smanjenja koncentracije CO_2 , povećava se rastvorljivost kisika u vodi, koji uzrokuje oksidaciju željeza i stvaranje željezo(III)hidroksida:



S obzirom da su podzemne vode slabo aerirane, željezo se u njima nalazi u formi Fe^{2+} . U dodiru sa zrakom i drugim oksidansima željezo prelazi u $Fe(III)$ jon, a kao takav može hidrolizirati stvarajući crvenkasti nerastvorni hidratirani željezni oksid. Željezni hidroksid može se istaložiti ili se na površini vode izdvojiti u vidu finih «masnih» skrama.

Proces rastvaranja željezo(II)hidroksida se češće odvija uz učešće mikroorganizama koji se nazivaju ferobakterije koje koriste energiju oksidacije željeza(II) u željezo(III). Ove bakterije mogu se toliko namnožiti da izazovu začepljenje vodovodnih cijevi. Oksidacija željeza je također brža u baznom nego u kiselom području. U odsustvu jona sa kojima željezo



Rad stručnjaka na terenu

može stvarati komplekse, rastvorljivost željeza je veoma mala, osim ukoliko pH vode nije iznimno nizak.

- Mangan

Prosječna rasprostranjenost mangana u zemljinoj kori je 1060 ppm, u zemljištu ga ima od 61 do 1010 ppm, u rijekama je prosječna koncentracija 7 $\mu\text{g/L}$, a u podzemnim vodama su koncentracije mangana niže od 0,1 mg/L. Mangan se javlja zajedno sa mineralima željeza, a najznačajniji minerali mangana su piroluzit i psilomelan.

Najrasprostranjenija vodena specija mangana je Mn^{2+} jon i oksidizirani Mn(IV) jon. Hemija mangana u vodama slična je hemiji željeza. S obzirom da su podzemne vode slabo aerirane, rastvorna forma mangana u podzemnim vodama je reducirani Mn^{2+} jon. Izlaganjem vode zraku ili drugim oksidansima, u vodama koje sadrže značajnije količine mangana dolazi do precipitacije u formi mangan (IV) oksida - MnO_2 . Za mangan se smatra da predstavlja esencijalni element za neke biljke i životinje.

Manganova jedinjenja slična su jedinjenjima željeza. U površinskim vodama se mangan jon nalazi u kombinaciji sa vodikom karbonatom a u dubljim podzemnim vodama kao sulfat. U površinskim vodama se mangan, kao i željezo, često javlja organski vezan i takav se naziva koloidni mangan. Slično željezu, postoje i manganske bakterije koje koriste energiju oksidacije mangana, kada dolazi do taloženja mangana.

Rijeka Spreča i njene pritoke

Rijeka Spreča je desna pritoka rijeke Bosne zajedno sa Miljackom, Stavnjom i Krivajom. Površina sliva rijeke Bosne iznosi 10457 km^2 .

Na rijeci Spreči njenim pritokama izabrano je šest udarnih lokaliteta za ispitivanje fizičko-hemijskog, mikrobiološkog i biološkog kvaliteta vode. Vo-

da je zagađena kako gradskim otpadnim vodama, dakle komunalnim vodama (organske tvari, nutrijenti), tako i industrijskim otpadnim vodama, a najveći zagađivači su SODA-SO u Tuzli, postrojenje za separaciju uglja u Banovićima, poliuretanska hemijska industrija u Lukavcu. Otpadne vode grada i industrije u Tuzli i okruženju predstavljaju velik problem u zaštiti voda od zagađenja u BiH. Osnovni problem otpadnih voda Lukavca je Koksno-hemijski kombinat čije otpadne vode nose oko 90% ukupnog anorganskog zagađenja.

- Odabrani lokaliteti za uzimanje uzoraka su:
- Spreča na ulazu u Modrac
- Spreča na izlazu iz Modraca
- Jala prije ušća u Spreču
- Potok Lukavčić prije ušća u Spreču
- Spreča kod Puračić mosta (nizvodno od Lukavca)
- Spreča prije ušća u Bosnu

Lokaliteti su odabrani tako da se vidi utjecaj naselja, dakle komunalnih otpadnih voda, te industrijskih voda koje dopijevaju direktno u rijeku Spreču ili indirektno, u njene pritoke.

Uzorci na navedenim lokalitetima uzeti su u posebnu plastičnu ambalažu za određivanje metala i fiksirani na terenu dodatkom koncentrovane nitratske kiseline kako bi se dobila pH vrijednost <2 . Ovako fiksirani uzorci za određivanje metala mogu ostati stabilni do nekoliko sedmica, u zavisnosti o kom metalu je riječ. Uzorci su čuvani na hladnom i tamnom mjestu do trenutka analize. Analiza je izvršena u nekoliko dana nakon povratka sa terena.

Određivanje željeza i mangana vršeno je metodom atomske apsorpcione spektrofotometrije, plamenom tehnikom na uređaju AA – 6300 proizvođača Shimadzu. Kalibracione krive za određivanje metala snimaju se svaki put prije očitavanja uzoraka, a koncentracijsko područje kalibracionih krivih odabrano je tako da pokriva MDK vrijednosti za sve klase vode.

MDK vrijednosti za željezo i mangan iz Uredbe RS

Parametar	Jedinica	I klasa	II klasa	III klasa	IV klasa	V klasa
Fe	mg/L	$<0,100$	0,100 – 0,200	0,200 – 0,500	0,500 – 1,000	$>1,000$
Mn	mg/L	$<0,050$	0,050 – 0,100	0,100 – 0,200	0,200 – 0,400	$>0,400$

MDK vrijednosti za željezo i mangan iz Odluke FBiH

Parametar	Jedinica	I klasa	II klasa	III klasa	IV klasa
Fe	mg/L	0,3	0,3	1,0	1,0
Mn	mg/L	NN*	NN*	NN*	NN*

* - nije navedeno

Vodotok - lokacija	Datum uzorkovanja	Proticaj (m ³ /s)	Temperatura zraka (°C)	Temperatura vode (°C)	pH vrijednost	Ukupne suspendirane materije (mg/L)	Rastvoreni kisik mgO ₂ /L)	Željezo (mg/L)	Mangan (mg/L)
Spreča – ulaz u Modrac	5.6.2006.	46,50	14,0	11,4	7,84	128	9,50	0,7503	0,1118
Spreča – izlaz iz Modraca	5.6.2006.	16,20	13,7	14,9	7,75	43,5	6,17	0,3890	0,2099
Jala – kod ušća u Spreču	5.6.2006.	4,26	13,5	12,3	8,55	214	8,91	1,3682	0,1853
Potok Lukavčić – prije ušća u Spreču	5.6.2006.	0,76	13,5	22,2	8,19	1277	7,39	0,2627	0,1135
Spreča – most Puračić (nizvodno od Lukavca)	5.6.2006.	21,40	14,3	14,5	8,30	210	7,87	0,3850	0,1174
Spreča – prije ušća u Bosnu	5.6.2006.	26,60	17,2	13,9	8,17	212	7,19	1,0646	0,1285

Vodotok - lokacija	Datum uzorkovanja	Proticaj (m ³ /s)	Tepmeratura zraka (°C)	Temperatura vode (°C)	pH vrijednost	Ukupne suspendirane materije (mg/L)	Rastvoreni kisik mgO ₂ /L)	Željezo (mg/L)	Mangan (mg/L)
Spreča – u ulazu u Modrac	2.11.2006.	2,15	8,1	7,8	8,47	445	8,94	3,5173	0,3392
Spreča – izlaz iz Modraca	2.11.2006.	6,83	7,0	13,0	8,33	14,5	5,01	<0,1130 0,0954	0,1503
Jala – kod ušća u Spreču	2.11.2006.	1,25	7,0	10,6	11,77	1091	7,15	0,2444	0,3638
Potok Lukavčić – prije ušća u Spreču	2.11.2006.	0,196	5,5	11,2	9,28	180	6,0	0,5265	0,2281
Spreča – most Puračić (nizvodno od Lukavca)	2.11.2006.	6,67	5,1	12,6	9,05	7,3	4,14	0,2920	0,1669
Spreča – prije ušća u Bosnu	2.11.2006.	9,55	4,2	9,5	8,40	7,0	4,20	0,1208	0,2606

Također je utvrđen i minimalni detekcioni nivo za oba određivana metala statističkom obradom rezultata analize odabrane niske koncentracije (procijenjene vrijednosti MDL).

Kao referenca za maskimalne dozvoljene vrijednosti za koncentraciju ova dva metala uzeta je Uredba o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka Republike Srpske, s obzirom da u Odluci o maksimalno dopuštenim koncentracijama radionuklida i opasnih materija u međurepubličkim vodotocima, međudržavnim vodama i vodama obalnog mora Jugoslavije – koja je preuzeta za Federaciju BiH nisu date MDK vrijednosti za mangan.

Uz rezultate za koncentraciju željeza i mangana dati su i neki drugi fizičko-hemijski parametri koji mogu utjecati na koncentraciju i pojavne oblike navedenih metala. Svi ti parametri su također određeni u Vodoprivrednoj laboratoriji u Butili ili na terenu prilikom uzorkovanja, a vrijednosti proticaja i suspendiranih tvari su preuzete iz elaborata Kantonalnog zavoda za javno zdravstvo, koji je također radio ispitivanja istovremeno sa vodoprivrednom laboratorijom u Butili.

U nastavku su date tabele sa vrijednostima odabranih parametara na navedenim lokalitetima za dvije serije ispitivanja.

Tumačenje rezultata

S obzirom da u Odluci FBiH nisu date granične vrijednosti za mangan u vodama, rezultati su upoređivani sa MDK vrijednostima za željezo i mangan datim u Uredbi RS. Na navedenim vodotocima zahtijevana je II. klasa za rijeku Spreču prije ušća rijeke Jale, a nakon ušća Jale III. klasa. za rijeku Jalu je zahtijevana III. klasa, a za potok Lukavčić također III. klasa. Prema navedenoj Uredbi možemo kategorizirati uzorkovanu vodu na slijedeći način:

Za 5.6.2006. godine profil:

- Spreča na ulazu u Modrac je IV. klase po željezu, a III. klase po manganu.
- Spreča na izlazu iz Modraca je III. klase po željezu, a IV. klase po manganu.
- Jala kod ušća u Spreču je izvan V. klase po željezu, a III. klase po manganu.
- Potok Lukavčić kod ušća u Spreču je III. klase po željezu i III. klase po manganu.
- Spreča kod mosta Puračić (nizvodno od Lukavca) je III. klase po željezu i III. klase po manganu.
- Spreča prije ušća u Bosnu je izvan V. klase po željezu, a III. klase po manganu.

Za 2. 11. 2006. godine profil:

- Spreča na ulazu u Modrac je izvan V. klase po željezu, a IV. klase po manganu.
- Spreča na izlazu iz Modraca je I. klase po željezu, a III. klase po manganu.

- Jala kod ušća u Spreču je III. klase po željezu, a IV. klase po manganu, a pH vrijednost izlazi iz V. klase.
- Potok Lukavčić kod ušća u Spreču je IV. klase po željezu i IV. klase po manganu.
- Spreča kod mosta Puračić (nizvodno od Lukavca) je III. klase po željezu i III. klase po manganu.
- Spreča prije ušća u Bosnu je izvan II. klase po željezu, a IV. klase po manganu.

Generalno se može reći da su na svim profilima nađene visoke koncentracije za željezo i mangan izuzev Spreče na izlazu iz Modraca i Spreče prije ušća u Bosnu za željezo za 2.11.2006.

Željezo i mangan su metali koji se mogu naći u mnogim slilkatnim stijenama odakle, hemijskim procesima oksidacije, mineralne izmjene itd, mogu dospjeti u vode u različitim formama, već u zavisnosti od ostalih hemijskih i fizičkih parametara koji vladaju u vodi. O ovim procesima bilo je riječi u uvodnom dijelu teksta. Također je potrebno imati u vidu da su ova dva metala određivana u svim svojim pojavnim oblicima, tj. kao ukupno željezo i ukupni mangan budući da uzorak nije filtriran prije zakiseljavanja te je tako omogućeno prevođenje organski vezanih metala u jonski oblik, a s obzirom na nisku pH vrijednost (<2 pH jedinice), metali su u vodi prisutni kao joni u nižim oksidacijskim stanjima, dakle kao Fe^{2+} jon i Mn^{2+} jon, koji su kao takvi podvrgnuti procesu atomizacije u plamenu (acetilen+zrak).

Bitno je napomenuti da u Uredbi RS nije naznačeno da li se maksimalne dozvoljene vrijednosti za ova dva metala odnose na ukupne vrijednosti željeza i mangana ili ne.

S obzirom da u okruženju u kojima su uzimani uzorci nema većih postrojenja za obradu i preradu metala moglo bi se zaključiti da nađene količina željeza i mangana djelomično potiču od sapiranja tla, jer je evidentno da su neke koncentracije više pri višim vodostajima, a djelomično dospijevaju u vodu u vidu suspendirane tvari kao nus proizvod procesa separacije uglja, a može se uočiti da su visoke koncentracije željeza zabilježene na prvom profilu uzvodno od kojeg u vodu dospijevaju otpadne vode od separacije uglja.

Uočljivo je da su pri većim vodostajima (5. 6. 2006.) u odnosu na niže (2. 11. 2006.) mnogo veće i vrijednosti za suspendirane tvari jer dolazi do ispiranja zemljišta. Ipak, veće vrijednosti za koncentracije željeza dobivene su pri nižim vodostajima za profile Spreča prije ulaska u Modrac, Jala kod ušća u Spreču i potok Lukavčić, pa bi se moglo zaključiti da su te koncentracije uzrokovane nekom vrstom industrijskog zagađenja, tj. da ne potiču od suspendirane tvari.

Prilikom boravka na terenu, uzvodno od Modraca, stupili smo u kontakt i sa stanovnicima u blizini



Terensko istraživanje

navedenog profila koji su svjedočili da rijeka Spreča bude povremeno crna od suspendirane tvari koja se ispušta u vodu iz pomenutog postrojenja za separaciju.

Moguće je uočiti i neke pravilnosti u odnosu na pH vrijednost. Vidi se da je pri višim pH vrijednostima u Jali nađena niža koncentracija željeza u odnosu na isti profil u slijedećoj seriji kada je pH vrijednost bila znatno niža. Moglo bi se zaključiti da je pri datim uslovima došlo do stvaranja željeznog hidroksida koji se taložio te je na taj način došlo do smanjenja koncentracije željeza u vodi.

Potrebno je naznačiti da se ovdje radi o samo dva trenutna uzorka koji ne moraju nužno oslikavati stvarno stanje vode na navedenim profilima, ali je također i značajno da su koncentracije ova dva metala generalno dosta visoke i da je potrebno raditi češća ispitivanja kako bi se utvrdilo dopijevaju li ovi

metali u vode prirodnim putem, dakle sapiranjem tla ili pod vještačkim, antropogenim utjecajem. Najvjerovatnije je da ipak postoji dosta visok prirodni fon za ova dva metala, a vode su također opterećene i otpadnim vodama koje unose dodatno zagađenje, mahom u vidu suspendirane materije.

Bibliografija

1. dr. Dimitrijević, Nadežda S., Hidrohemija, Beograd 1988.g.
2. Javno vodoprivredno preduzeće "Vodoprivreda Bosne i Hercegovine", Okvirna vodoprivredna osnova Bosne i Hercegovine, Sarajevo, 1994.g.
3. dr. Levačić, Emilijan, dipl.ing.kem., Osnove geokemije vode, Varaždin, 1997. g.
4. Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 21st edition, 2005. g.
5. Fotografije: Autor

FITOREMEDIJACIJA VODA I ZEMLJIŠTA I MOGUĆI ZNAČAJ ZA BOSNU I HERCEGOVINU

Pojam i značaj fitoremedijacije

Fitoremedijacija relativno novi pojam koji se koristi u stručnoj praksi, a vezan je za aktivnosti kojima je cilj da se određenim bioaktivnostima omogući oporavak voda i zemljišta na određenom području.

Čista okolina, odnosno tlo i voda se sa opravdanošću smatra osnovnim ljudskim pravom (Voda je osnov svega, iz vode je sve, i sve se u vodu vraća; Tales iz Mileta 600 god. Prije n.e.) i zbog toga će kvaliteta tla i vode biti jedna od najvažnijih ekopolitičkih tema u nadolazećim decenijama (računa se da na svijetu postoje oko 200 mogućih kriznih žarišta povezanih s problemima vodoopskrbe- **Glavač, 2001.**). Najčešći zagađivači tala i vode su mnogi organski spojevi, teški metali i soli, koji nastaju kao nusproizvod bazne industrije (godišnje se u svijetu proizvede oko 300 miliona tona kemikalija) i poljoprivrede, ali i nekih drugih industrijskih grana u Bosni i Hercegovini, kao i slobodno plivajući kanalizacioni sadržaj. I upravo zbog nepostojanja pogona za prečišćavanje voda, te sve to najčešće završava u našim rijekama (80% onečišćenja vode u svijetu dolazi s kopna- **Glavač, 2001.**). Inače svi pobrojani kemijski spojevi obično imaju vrlo štetno djelovanje na ljudsko zdravlje. Tako neki od kemijskih spojeva u ljudskim populacijama mogu izazvati teška oboljenja, ili masovnih trovanja, a najčešći prenosilac kemikalija u ljudsku populaciju je onečišćena voda, bilo iz vodotoka ili bunara za snabdijevanje vodom. Kao posljedica poznate i dokazane činjenice da usljed toga što se na svijetu pročišćava samo 5% otpadnih voda i da svaki drugi čovjek na svijetu pati od vodom prouzroče-

ne ili vodom prenešene bolesti godišnje umire 25 miliona ljudi zbog infekcije s protozoama, virusima ili nematodama. Što je još žalosnije da zbog onečišćenosti voda u svijetu (prema WHO) svake osme sekunde umire jedno dijete (**Glavač, 2001.**).

Ipak intenzivna poljoprivreda i bazna industrija sa fabrikama i rudnicima predstavlja jedan od najvećih izvora zagađenja tala i vode. Tako sve veća primjena kemije u poljoprivrednoj proizvodnji i proizvodnja sve novih i novih kemijskih spojeva doprinosi povećanju sadržaja kemikalija ne samo u zemljištu, površinskim i podzemnim vodama, već i drvetu i poljoprivrednim proizvodima kao i fauni koja nastava ta područja (*EINCS-European Inventory of Existing Commercial Substances je inventarizirala do 1981. godine oko 100.000 kemikalija koje se nalaze u prodaji*) ali i u čovjeku gdje dolazi na razne načine. Interesantno je djelovanje koje može biti posredno. Smatramo da je dovoljno pomenuti da je u 20. stoljeću dokazano ili ustanovljeno više od 10 miliona kemijskih spojeva (**Chapman, 1992.**). Tako dolaskom određenih kemikalija u površinske vode dolazi do eutrofikacije vodotoka odnosno do prekomjernog bogaćenja voda hranjivim materijama, kao što je dušik, fosfor, sumpor ili kalij (ovdje treba posebno pomenuti dušik i sumpor gdje čovjek na zemaljskoj kugli povećava količinu spojeva dušika godišnje za 210 miliona tona-prirodnim putem nastaje 140 mil tona- a 49 mil. tona dolazi iz termoelektrana i ispušnih gasova automobila, dok je uvećanje sumpora za 150 mil tona godišnje). Kako tvrdi **Vitousek et al** (1997.) da je taj globalni "overfertilisation" trend još uvijek u porastu i on između ostalog prouzrokuje prekomjerni

razvoj algi (usljed porasta fitoplanktona u meksičkom zalivu, pred obalom Luisinae-SAD svake godine sa proljeća na jesen nastaje ogromno beživotno morsko područje od desetak km² i 60 m dubine) i drugih vodenih biljaka čijom se razgradnjom troši velika količina kisika. Ovakve primjere nemamo samo u slatkim vodama (rijeka Mississipi godišnje donosi u Meksički zaliv oko 1,82 miliona tona poljoprivrednih đubriva), nego je sličan fenomen zabilježen i u Norveškim fjordovima sa slanom vodom.

Tokom 80-ih godina 20. stoljeća u SAD su započeta istraživanja o utjecaju biljaka na staništa koja su jako kontaminirana teškim metalima, spojevima organskog i neorganskog porijekla (prema UNEP-u iz 1997. oko 300 miliona ha danas slovi kao oštećeno ili iskvareno zemljište, s tim da se svake godine taj trend nastavlja sa novih 5-7 miliona ha gubitka obradivog poljoprivrednog zemljišta). U rezultatima istraživanja jedna grupa istraživača iz znanstvenog savjeta njemačke vlade, koji prati globalne promjene okoliša (WBGU, 1994., 1996.) prikazano je 12 glavnih uzorka za rastuću degradaciju zemljinog pokriva, odnosno 12 globalnih "bolesti" pedosfere. (Ovdje ćemo spomenuti samo neke, ali za nas najznačajnije: "Dust-Bowl sindrom" - degradacija tla industrijskim načinom poljoprivredne proizvodnje; "Aralsko jezero sindrom" - pogrešno planiranje veliki poljoprivrednih projekata; "Bitterfeld sindrom"- lokalno kontaminiranje, nezbrinjavanje otpada, akumulacija otpadaka; "Katanga sindrom" - veliki površinski kopovi ruda; "Spaljena zemlja sindrom" - posljedice ratnog razaranja, itd).

Plantaže na rijekama

Gore već pomenuta istraživanja u SAD su pokazala da biljke u vrlo kratkom roku mogu da utiču na znatno smanjenje koncentracije kontaminiranosti u tla i podzemnih voda, iz čega se rodila ideja o mogućnosti prečišćavanja tla i voda sadnjom biljaka na kontaminiranim staništima. Tako fitoremedijacija voda i tla predstavlja čitav jedan skup metoda i tehnologija u kojima se intenzivno koriste mnoge vrste biljaka, drvenastih i zeljastih, u cilju umanjivanja stupnja kontaminiranosti tala i voda u blizini ljudskih nastobina.

Za nas šumare su vrlo interesantne naše šumske drvenaste vrste, dok poljoprivrednici intenzivno koriste mnoge vrste žitarica i trava. Šumari tako u nekim zemljama svijeta, posebice u SAD od velikog broja biljnih vrsta za aktivnosti u fitoremedijaciji koriste najčešće brzorastuće vrste lišćara kao najprihvatljivije, jer za svoj brzi razvoj trebaju velike količine vode u procesu fotosinteze i transpiracije. Tako se neka od istraživanja pokazala da su najpovoljnije topole (*Populus*), vrbe (*Salix*) i joha (*Alnus*) zahvaljujući svojstvu intenzivnog rasta, a što sa sobom povlači vrlo visok intenzitet transpiracije, izraženu prilagodli-

vost (plastičnost) korijenskog sustava, ali prije svega i zbog njihove ekološke prilagodljivosti na fluviole, koji se nalaze u uvjetima visoke razine podzemnih voda uz obale vodotoka. Stoga ovim vrstama bi trebalo i u našoj zemlji posvetiti veću pažnju u aktivnostima na fitoremedijaciji. Pored rečenog treba napomenuti da bi ove vrste pored pročišćavanja voda, vezale i određene količine atmosferskog CO₂, a istodobno proizvodile i velike količine mase drveta za kemijsku preradu, odnosno obnovljive biomase za energiju.

Imajući u vidu sve zagađivače koji se ogledaju prije svega u velikim onečišćenim poljoprivrednim površinama u našoj zemlji, na kojima se sprovodi intenzivna poljoprivredna proizvodnja, kao i veliku koncentraciju bazne industrije, u Sarajevu, Zenici, Mostaru, Tuzli itd., te zagađenje rijeka koje protječu kroz te gradove s jedne strane. S druge strane tu je i stalni nedostatak drveta za kemijsku preradu, mi moramo razmišljati o još neiskorištenim mogućnostima da na oko 11000 km vodotoka u Bosni i Hercegovini damo dopinos samnjenju navedenog debalansa kroz podizanje intenzivnih i ekstenzivnih nasada brzorastućih vrsta (topola, vrba, joha) duž rijeka.

Ipak vratimo se fitoremedijaciji koja u sebi može da objedinjava i više drugih korisnih funkcija. Za poslove fitoremedijacije bi bilo neophodno da se prije svega provede serija istraživanja i selekcije genotipova topola, vrba i joha koji imaju visoku sposobnost za fitoremedijaciju zemljišta, podzemnih i površinskih voda, ali da u sebi zadrže i visoke prinose drvene mase, što se vrlo jednostavno može postići.

Tako bi se prioritetne aktivnosti ka postizanju mogućih ciljeva istraživanja na polju fitoremedijacije voda u Bosni i Hercegovini usmjerili ka selekciji visoko otpornih i za fitoremedijaciju sposobnih genotipova topola, vrba i joha, uz istovremeno dobitak visokih prinosa drvene mase, kao i sveukupne biomase. Osim toga istraživanjima bi se utvrdili fiziološki pokazatelji, kao i parametri rasta koji bi se koristili u ranoj selekciji genotipova za fitoremedijaciju. U ovakvim istraživanjima bi se polazilo od temeljne pretpostavke da će se proučavanjem niza fizioloških procesa vezanih za metabolizam organskih kemijskih spojeva, teških metala i soli, kao i parametara rasta ožiljenica kod više različitih klonova topola, vrba i joha koje su rasle u uvjetima zagađenja bilo u djelomično ili potpuno kontroliranim u vodenoj kulturi, moći selekcionirati superiorni genotipovi za fitoremedijaciju kao i da će se neki od istraživanih parametara moći koristiti u ranoj selekciji na nepoznatom biljnom materijalu.

Mogući primjer fitoremedijacije

Smatramo da bi veliki dio javnosti bio zainteresiran za ova rješenja. Primjera radi, kao ideja kako bi se rješavao problem zagađenja fitoremedijacijom, možemo predstaviti problem velikog zagađenja vo-

de u donjem toku rijeke Miljacke, koji je pretvoren u kanal za otpadnom vodom, a koji bi se mogao jako dobro sanirati bio-aktivnostima. Inače u Bosni i Hercegovini ima više takvih primjera, Spreča, Stavnja, Dobrinjski potok, Zujevina, veći dio toka rijeke Bosne, Lašva i sl.. U tekstu koji slijedi ukratko su predstavljene aktivnosti koje bi se provele na polju fitoremedijacije ovog dijela rijeke.

Na ovom potezu vodotoka prisutne su periodične aktivnostima "Vodoprivrede" i "Komunalnih poduzeća" na uređivanju vodotoka. Iako bi se zbog svoje specifičnosti na njemu trebale voditi razne aktivnosti i mjere na poboljšanju kvaliteta "opterećene" vode ipak se sve svodi praktično na daljnje betoniranje vodotoka i uklanjanje vegetacije sa obale rijeke. Ipak aktivnosti koje poduzimaju na uređenju tog dijela vodotoka je u suprotnosti sa potrebnim biološkim aktivnostima, odnosno fitoremedijaciji. Aktivnost se ogleda u stalnom mehaničkom uklanjanju vegetacije i čišćenju korita vodotoka od raznih organskih i anorganskih nakupina, na što se troše ogromna sredstva a da se stanje u tom području bitno ne popravlja. Smatramo da je osnovni razlog u krivo postavljenom



SLIKA 1: USPORENI tok RIJEKE MILJACKE u DONJEM NJEZINOM DIJELU

konceptu uređenja obala. Same pak obale mehanički uređene izložene su stalnom taloženju štetnih kemikalija koje dijelom ostaju u površinskim slojevima a dijelom prodiru do podzemnih voda i vrše njihovo trajno onečišćavanje. I jedno i drugo onečišćenje u budućnosti predstavlja veliku opasnost s obzirom da



SLIKA 2: NEPOKRIVENOST OBALA DRVEĆEM OMOGUĆAVA NESMETAN RAZVOJ ALGI



SLIKA 3: PRISUSTVO ORGANSKOG OTPADA ČINI MILJACKU NEUSLOVNOM za ŠETNJU uz nju



SLIKA 4: RIJEKA LEPENICA u GORNJEM TOKU PRUŽA IDEALNE UVJETE za RAZVOJ PRIOBLANE VEGETACIJE

se stambene zone grada pomjeraju u tom pravcu, a da ne govorimo o mnogim naseljima koja se nalaze nizvodno i nemaju sistemsko rješenje u napajanju pitkom vodom.

Pokretanje bio-aktivnosti, fitoremedijacije, u narednom periodu započelo bi se sa aktivnostima koje

bi vodile trajnom rješavanju problema štetnih materija u donjem dijelu vodotoka rijeke Miljacke, ili bar minimiziranju štetnog djelovanja.

Sama aktivnost na implementaciji bi se ogledala u sadnji visoko selekcioniranih vrsta drveća, koje se u svijetu obično koriste u poslovima fitoremedijacije, uz prihvaćanje principa za podizanja specijalnih drvoreda uz obavezne prateće vrste grmlja. Prije same aktivnosti ipak bi bilo potrebno mehanički pripremiti i urediti navedeni dio vodotoka, te potom izvršiti sadnju spomenutih vrsta, u pojasu od 5 – 10 m na obalama rijeke. Nakon toga potrebno je pratiti rast drveća i grmlja i povremeno kemijski analizirati njihovu lisnu masu da bi se moglo pratiti količinsko usvajanje štetnih materija. Ovo bi bilo neophodno zbog pomanjkanja iskustva u toj oblasti bioloških aktivnosti kod nas. Ta aktivnost je jako bitna da se sazna u kojoj godini je najveće usvajanje kemikalija, te kad to počinje stagnirati da bi se pristupilo izmjeni stabala. Druga vrlo bitna stvar je da će drveće potpunim sklapanjem oko rijeke, u ovisnosti o vrsti, za deset do petnaest godina povećati aktivnost mikroorganizama koji vrše prečišćavanje vode, kao i spriječiti po-



SLIKA 5: VEGETACIJA POKUJUJE PUNU VITALNOST PORED ČISTE VODE

javu vodenih biljaka koje je osnovni razlog za nastajanje čepova u vodotoku, smanjenja protoka vode, te nakupljanja smeća koje se iz ovog ili onog razloga nađe u vodi. Nakon obrastanja korito rijeke će biti u stalnoj sjeni, bez izravne sunčeve svjetlosti, to se vodena vegetacija neće razvijati, što će pak smanjiti i troškove koji nastaju zbog stalnih čišćenja korita rijeke. Srastanje vegetacije će također spriječiti i širenje nesenih mirisa oko rijeke izazvanih trulećom organskom materijom tokom vrelih ljetnih mjeseci. Sama vegetacija oko rijeke predstavljat će i moguće sklonište za sve malobrojnije korisne ptice na području Sarajevskog polja, te brojne sitne životinje.

S obzirom da pobrojane vrste drveća intenzivno vežu štetne kemikalije spriječilo bi se onečišćenje podzemnih tokova, a ako se to već desilo, što je vrlo vjerojatno, ovom aktivnošću bi se smanjile štetne posljedice na minimum, a nakon dužeg vremena i potpuno bi nestalo onečišćenje.

Također sam zasad i sklapanje krošanja uklonit će ružnu sliku vodotoka, te estetski doprinijeti ljepšem ugođaju u industrijskoj zoni Sarajeva. Prove-



SLIKA 6: RIJEKA LEPENICA u DONJEM TOKU OPTEREČENA KRUTIM OTPADOM i ANTROPOGENIM UTICAJEM POČINJE da LIČI na MRTVU RIJEKU



SLIKA 7: RIJEKA BOSNA na ULAZU u ŽEPČE POKAZUJE SVOJU "OPTEREČNOST" SUHIM TOPOLAMA u NJEZINOM KORITU



SLIKA 8: SUHA STABLA SAMO još SLUŽE BRŠLJANU kao OSLOMAC

dene aktivnosti u kombinaciji sa rješavanjem problema otpadnih voda imaju i funkciju zaštite okolnog zemljišta od vodene erozije, poplava, te zaštite pojave drugih vidova otpadnih voda, a u narednom periodu bi osigurale i određenu količinu drvene mase.

Uspješnom prezentacijom navedene zamisli mogla bi se aktivnost realizirati na cijelom području Bosne i Hercegovine bez obzira o kojim tokovima se radi.

Literatura

- Chapman D. (1992.): Water Quality Assessment. Chapman and Hall. London (u Glavač 2001) s. 188.
- Glavač V. (2001.): Uvod u globalnu ekologiju. Hrvatska sveučilišna naklada; Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja. Zagreb 98 s.
- UNEP - United Nations Environment Programme (1997.): Global Environmental Outlook-1997. Oxford University Press, New York and Oxford: 264 p.
- Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenco J., Melillo J.M. (1997.): Human domination of Earth's Ecosystems. Science, 277.
- Vitousek P.M et al (1997): Human Alteration of the Global Nitrogen Cycle: Causes and Consequences. Issues in Ecology, 1:4-6
- WBGU-Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung, Globale Umweltränderungen (1994.): Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden. Jahresgutachten 1994. Economica Verl., Bonn: 263 S.
- WBGU-Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung, Globale Umweltränderungen (1998.): Welt im Wandel: Herausforderung für die deutsche Wissenschaft. Jahresgutachten 1996. Springer Verl., Berlin 200 S.

Fotografije: Autor



SLIKA 9: sve je VIŠE OVAKVIH PRIZORA uz RIJEKU BOSNU

TLA URBANIH PROSTORA

UVOD

Urbana i suburbana područja predstavljaju vrlo specifična aktivna stanja gdje je intenzivirana ljudska aktivnost i gdje se odigravaju specifični procesi.

Urbana tla (urbisol) su posebne tvorevine sa specifičnim biološkim, fizičkim i hemijskim svojstvima po kojima se ona razlikuju od onih koja se odigravaju u prirodnim tlima.

Zemljišni pokrivač je jedan od najvažnijih komponenata okoliša, te njegov kvalitet određuje stanje urbane ekologije.

Termin **urbano tlo** (engl. urbisol) se odnosi na tla koja su sa pedološkog aspekta tretiraju po klasičnom sistemu, slično ostalim pedološkim formama (tj. prirodne i antropogene tvorevine) sa odgovarajućim horizontima i njihovim svojstvima.

Termin **urbani prostor** (urbiland) se odnosi na jedno šire područje u nekoj urbanoj zoni. Ovaj urbani prostor uključuje veći broj pedodinamičkih jedinica (tipova tla), zatim specifičan reljef, način korištenja tla te posebne antropogene i tehnogene uslove. U urbanoj zoni tla se koriste multifunkcionalno. Mnogobrojni procesi u urbanom prostoru se odigravaju nego li izvan tog prostora. Tu su posebno drastično manifestuju i procesi raznih vidova oštećenja tla, koji ostavljaju teže posljedice u poredjenju sa onim u domenu izvan tih prostora.

Želimo naglasiti da obimnijih istraživanja urbanih prostora i urbanih tala kod nas nema. Posebna istraživanja ukazuju da se kod proučavanja ovih prostora javila i potreba i korištenje različitih metoda istraživanja, kako onih na terenu, tako i u laboratorijskim proučavanjima, te interpretacije podataka posebno u procesu kartiranja.

Ovim radom željeli smo ukazati na specifičnosti tla i prostora u urbanom okruženju.

U razmatranja smo se fokusirali na sljedeće probleme:

- zemljišne tvorevine u urbanom prostoru,
- način korištenja tla u urbanom prostoru
- specifičnosti oštećenja tla u urbanoj zoni
- uslovi i mjere u proizvodnji kvalitetne hrane
- mjere za sanaciju oštećenih zemljišta.

ZEMLJIŠNE TVOREVINE U URBANIM PROSTORIMA

U urbanom prostoru mogu se izdvojiti sljedeće zemljišne tvorevine:

- prirodna tla
- antropogena tla
- tehnogena tla.

Termin **prirodno tlo** se odnosi na ona tla koja su veoma malo promijenila svoja prvobitna svojstva. To su u stvari tla gdje je antropogeni uticaj na tlo bio vrlo malen. Pretežno su to tla pod šumskim pokrivačem ili pak travnjaci. Prirodan profil je malo izmijenjen, osim onih prostora koja su se odigravala u njihovoj genezi i evoluciji.

Termin **antropogeno tlo** - označava ono tlo gdje je uticaj čovjeka bio veoma izražen. Tu su korištene razne meliorativne mjere tj. agrotehničke i tehničke, kao što su: intenzivno gnojenje, unošenje organske materije, te produbljivanje oraničnog sloja, zatim drenaža i irigacija. Posebno je značajna mjera predstavlja produbljivanje oraničnog sloja tla (duboko oranje i rigolanje), te korištenje različitih sredstava.

Termin **tehnogena tla** (tehnosoli) predstavljaju ona tla gdje su prirodna tla doživjela duboke promjene.

Tu su mogući razni slučajevi i navodimo neke od njih:

- potpuno uništenje prirodnog tla (kod površinskih kopova u rudarstvu) i njegov potpuni nestanak u ogromnoj masi krovinskog materijala, ili prirodno

tlo može biti prekriveno nekim otpadnim materijalima (npr. komunalni otpad, industrijski otpad), ili pak da su prirodna tla izmiješana sa raznim stranim materijama.



Sl. 1.: Prirodno tlo – nedrenirani pseudoglej sa stagnirajućom površinskom vodom (Sj. Bosna)



Sl. 2.: Antropogeno aluvijalno tlo (Ilidža)



Sl. 4.: Odlaganje komunalnog otpada (smeće) dovodi do oštećenja tla (Buća Potok, Sarajevo, 2000. godina)

Foto 1, 2, 4: H. Resulović

Tabela 1. Pregled korištenja tla u urbanom prostoru

Ekološke funkcije	Tehničke funkcije
Oranične površine	Naselja
Travnjaci	Industrija
Bašte i vrtovi	Putevi
Voćnjaci	Parkirališta
Povrtnjaci	Vodne akumulacije
Šumski prostori	Deponije raznog otpada
Zatvoreni prostori: staklenici i plastenici	Eksploatacija raznih sirovina
	Groblja
	Vjerski objekti
	Arheološki parkovi



Sl. 3.: Tehnogeno tlo sa ostacima uglja (Đurđevik)

NAČIN KORIŠTENJA TLA U URBANIM PROSTORIMA

Urbani prostor se koristi sa aspekta njegovih ekoloških i tehničkih funkcija.

SPECIFIČNOSTI OŠTEĆENJA TLA U URBANOJ ZONI

U urbanom području su prisutni svi procesi vezani za oštećenja tla, a koji se također obigravaju i u područjima izvan ove zone. To su sljedeći procesi:

- biološka kontaminacija odnosno infekcija tla
- hemijska kontaminacija tla
- antropogena degradacija tla
- destrukcija tla, tj. fizičko uništavanje tla.

Infekcija tla označava biološku kontaminaciju tla koja je izazvana dolaskom u tlo raznih patogenih organizama tj. bakterija, virusa i drugih parazita.

Hemijska kontaminacija tla je posljedica unošenja u tlo raznih polutanata posebno teških metala, te organskih zagadivača kao što je PAH.



Sl. 5.: Deponija pepela i šljake iz termoelektrane, uzrok oštećenja tla (Kakanj)

Foto 3, 5: H. Resulović



Sl. 6.: Dječije igralište – opasnost od infekcije tla usljed kretanja pasa i mačaka

Foto 6: H. Resulović

Polutanti dospijevaju na površinu tla u raznim agregatnim stanjima, tj. čvrstom, tečnom i gasovitom obliku.

Antropogena degradacija tla je posljedica nepravilnog korištenja tla u redovnoj proizvodnji. Posljedice se manifestuju u kvarenju fizičkih i hemijskih svojstava tla. Posebno su izraženi procesi koji dovode do kvarenja strukture, zbijanju tla, smanjenja vodopropusnosti i aeracije, smanjenja sadržaja humusa, te azota, povećana acidifikacija, povećanje sadržaja rastvorljivog aluminijuma i dr.

U okviru ovog procesa dolazi i obrada inkliniranih površina i sjetva okopavina na ovakvim područjima. Posljedice su u pojavi površinske i brazdaste er-

zije, a u ekstremnim slučajevima i pojava jaružne erzije.

Opšta karakteristika ovih porocesa je smanjenje plodnosti tla a posebno splićavanje fiziološki aktivnog profila tla.

DESTRUKCIJA TLA – je najteži oblik oštećenja tla koji na karaju dovodi do njihovog potpunog gubitka. To je u stvari nestanak prirodnog tla odnosno svojevrsni pedocid.

Uzroci ovih procesi su mnogobrojni gdje se posebno ističu sljedeći. Izgradnja naselja, industrije, puteva, vodnih akumulacija, te posljedice vezane za odlaganje raznog otpada (komunalni industrijski,

Tabela 3. Sadržaj teških metala u tlu na različitim udaljenostima od puta na području Sarajeva / ukupan oblik u ppm – na dubini 0 – 30 cm

Udaljenost od puta u metrima	Sadržaj teških metala			
	Olovo (Pb)	Kadmium (Cd)	Cink (Zn)	Bakar (Cu)
5	65,50-118,00	2,60-5,10	81,75-75,15	33,75-32,20
15	83,50-107,10	7,80-10,40	76,90-84,00	30,20-37,25
30	86,30-87,20	2,60-4,70	83,30-85,32	30,70-35,95
50	84,50-103,50	3,30-3,60	78,69-97,50	32,80-39,45
Granične vrijednosti	100	3	300	60



Sl. 7.: Vjerski objekti i groblja zauzimaju posebno zemljišni prostor (Alipašina Džamija – Sarajevo)

Foto 7, 8: H. Resulović



Sl. 8.: Izgradnjom puteva dolazi do fizičkog gubitka tla, a prisutna je opasnost od hemijske kontaminacije tla



Sl. 9.: Kalcizacija kao efikasna mjera u sanaciji tla od hemijske kontaminacije i infekcije

medicinski) kao i površinsko odlaganje raznih sirovi-
na kao što su: uglj, boksit, željezna ruda, treset i dr.

USLOVI I MJERE U PROIZVODNJI KVALITETNE HRANE

Kao što smo naveli urbani prostor uključuje veli-
ki broj načina korištenja sa ekološkog aspekta. Ov-
dje se postavlja pitanje kakvi su uslovi za takvu proi-

zvodnju sa aspekta njegovog zdravstvenog stanja.

Kako je urbani prostor pod velikim udarom nekih
nepovoljnih vanjskih djelovanja, gdje su naročito
izražena dva specifična svojstva tj. infekcija i hemij-
ska kontaminacija, te nepravilan način korištenja in-
kliniranih površina.

Procesi **infekcije** su posljedica držanja kućnih
ljubimaca i njihovo kretanje po travnjacima i oranica-



Sl. 10.: Drenaža tla kao uslov sigurne redovne poljoprivredne proizvodnje (Bosanska Dubica)

Foto 9, 10: H. Resulović

ma – predstavlja sa aspekta zdravstvenog stanja i njegovih uticaja na ljude i životinje veoma opasno za razvoj karcogenih oboljenja.

S druge strane na kvalitet tla i njegovo zdravstveno stanje je vezano za procese njegove hemijske kontaminacije. Medju polutantima je ustanovljeno veliko prisustvo teških metala, posebno olova, kadmiuma, cinka.

U tabeli 3. se navodi sadržaj teških metala u urbanim tlima na području sarajeva.

Iz navedene tabele se vidi da je došlo do povećanja sadržaja nekih teških metala.

Takodje su vršena istraživanja sadržaja teških metala u tlima na različitim udaljenostima od puta.

Iz navedenih rezultata se vidi da su veći sadržaji nadjeni na udaljenostima bliži trasi autoputa, ali se kontaminacija proteže i do 50 metara, posebno olova i cinka.

Sagledavajući ova dva procesa može se konstatovati slijedeće.

Travni pokrivač, te povrtlarske kulture koje se naročito uzgajaju u urbanoj zoni mogu sadržavati i povećane količine teških metala, posebno olova i kadmijuma (npr. luk, spanać, salata). To ukazuje da gajenje ovih kultura mora biti pod velikom kontrolom.

MJERE ZA SANACIJU OŠTEĆENIH ZEMLJIŠTA

U sanaciji oštećenih zemljišnih površina u urbanom prostoru, u zavisnosti od uzroka i posljedica oštećenja, mogu se primijeniti različite mjere:

- kod **infekcije** kao osnovna mjera je cijepljenje pasu i mačaka. Takodje se može koristiti i mjera kalcizacije;
- u slučajevima **hemijske kontaminacije** mogu se koristiti sljedeći postupci remedijacije:
 - hemijske metode
 - fitomelioracione metode

Kod **hemijskih mjera** posebno je značajna uloga kalcizacije, naročito u uslovima kisele reakcije tla, primjenom ove mjere dolazi do prevodjenja rastvorljivog oblika teških metala u teško rastvorljivi oblik.

- **Kod fitomelioracionih mjera** se preporučuju za korištenje u uslovima proizvodnje raznih biljaka na kontaminiranim površinama. Tu dolaze one biljke, koje akumuliraju teške metale u značajnim količinama. Ove biljke nakon odrastanja se kose i spalje, i potom deponuju.

Uslovima kontaminiranosti tla mogu se u nekim slučajevima u redovnoj poljoprivrednoj proizvodnji koristiti i one poljoprivredne kulture koje ne aku-

muliraju teške metale u svom jestivom dijelu (npr. krompir, mrkva).

- U slučajevima **antropogene degradacije tla** koje je praćeno kvarenjem strukture, zbijanjem, otežanom aeracijom, i sl. Dolazi prvenstveno korištenje organskih materija, te kalcizacije (u slučaju kiselih tala) i rastresanjem zbijenih potpovršinskih slojeva;
- **Destrukcija tla, kao proces** koji dovodi do fizičkog nestanka tla, gdje gubitci mogu biti privremeni (površinski kopovi raznih sirovina, deponije raznog otpada) i trajnog isključenja tla iz poljoprivredne proizvodnje (naselja, industrija, putevi i dr.) dolazi do primjene tehničke i biološke faze **rekultivacionih mjera**.

ZAKLJUČCI

U radu su razmatrana urbana tla i urbani prostori. Navedeni su uzroci njihovog stvaranja i procesi koji se u njima odigravaju. Navedene su 4. osnovne grupe procesa: biološka kontaminacija (infekcija), hemijska kontaminacija, antropogena degradacija i fizička destruktija.

Istaknute su i specifične mjere njihovih terenskih i laboratorijskih istraživanja.

Mjere kartiranja tla treba izvoditi na kartama krupnijeg mjerila (1:10.000, 1:5.000 i još krupnije).

Potrebno je kontrolisati zdravstveno stanje poljoprivrednih kultura koje se gaje na inficiranim i kontaminiranim tlima.

KORIŠTENA LITERATURA

- Drissen, P. Deckers, J. Spaarageren, O. Nachtergaele, F. (2001): Lectures mates (!) on the mayor soils of the urbilnd Soils. References Report, 94, FAO, Rome.
- Burghardt, W. (1996): Urbaner Bodenchutze, Springer, Berlin.
- Balochi, F. Et all (2003): Methodology for the study of a šeriurban soils in the industrial area in the frame of on environmental sanitary survey. SUITMA, Bratislava.
- Burghardt, W. (1996): Urbaner Bodenschutz. Springer, Berlin.
- Imperato, M. Et all (2003): Sparial distribution of hevay metals in urban soils of Napoli. SUITMA, Bratislava.
- Sobocka, J. (2003): Urban vs. Anthropogenic soils, their differentations and classification. SUITMA, Bratislava.
- Lehmann, A. (2006): Technosols as a Proposal Soil Grouping in the WRG 18 World Congress Soil Science. Philadelphia, USA.
- Wiebe, N. (2006): Soil Degradation and Food Security. 18 World Soil Science Congress, Philadelphia, USA.

NJIH NE TREBA ZABORAVITI

AKADEMIK PROF. STJEPAN MIKULEC

Akademik Prof. Stjepan Mikulec je pored A. Trumića, a i zajedno sa njim, dao najveći doprinos razvoju savremene vodoprivrede u BiH. Zagorac po rođenju imao je lijep posao u Zagrebu kada je 1946. godine došao u Sarajevo.

Ovaj premještaj u još razrušenu Bosnu neko drugi bi možda drukčije prihvatio. Za mladog inženjera Mikuleca, zaljubljenog u njene vode, energiju i blago koje je u njoj, to je bio veliki izazov i prilika da dâ više i bolje. Osjetio je prostor i vrijeme za stvaralaštvo i za mogućnost ovladavanja tom energijom i blagom, toliko potrebnog čovjeku i njegovoj sredini.

Nažalost u Bosni je i završio svoj izuzetno plodni život preminuvši 1978 godine od posljedica saobraćajne nesreće.

Tako je na povratku sa službenog puta prekinut jedan životni tok, koji se nalazio daleko od ušća, kada je u sebi nosio snagu optimizma i zrelost znanja tako potrebnog ovoj zemlji.

Koliko bi tek Akademik Mikulec još dao da ga tragični udes nije u tome spriječio.

Poslije ovog tužnog (ili sjetnog) razmišljanja treba se vratiti njegovim mladim danima.



Prof. Stjepan Mikulec je rođen 1916. u Krapini. Srednju školu i studije završio je u Zagrebu, gdje je diplomirao 1943. na Građevinskom odsjeku Tehničkog fakulteta. Habilitirao je na Tehničkom fakultetu u Sarajevu 1957.

Stručni rad kao građevinski inženjer započeo je iza

1945. Radio je kraće vrijeme u građevinskoj operativi u Zagrebu, a 1946. prelazi u Sarajevo, gdje ostaje do kraja života.

U projektantskoj operativi Bosne i Hercegovine obavljao je razne istaknute dužnosti i funkcije, a najviše u preduzeću "Energoinvest" gdje je bio direktor "Hidro biroa", zatim Hidrograđevinskog biroa; ovu posljednju funkciju obavljao je sve do kraja 1973., a iza toga postao je savjetnik.

Karijeru univerzitetskog nastavnika započeo je 1953. Te godine bio je izabran za saradnika tadašnjeg Tehničkog fakulteta u Sarajevu. Godine 1957. biran je za docenta na predmetu "Iskorištavanje vodnih snaga", 1961. postaje vanredni profesor, a 1967. redovni profesor novoformiranog Građevinskog fakulteta u Sarajevu. Saradnik je Zavoda za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu od osnivanja Zavoda 1954.

Održavajući stalnu i vrlo intenzivnu saradnju sa privredom, on je u zvanju univerzitetskog profesora razvio široku aktivnost u stručnom, naučnom, pedagoškom, organizacionom i društvenom radu. Obavljao je brojne i odgovorne funkcije na fakultetu, na Univerzitetu, u Zavodu za hidrotehniku i u raznim strukturama društveno političkih zajednica i udruženog rada; posebno se ističu slijedeće funkcije: dekan Građevinskog fakulteta, direktor Zavoda za hidrotehniku, predsjednik Savjeta Građevinskog fakulteta, predsjednik Vijeća tehničkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, predsjednik Vijeća visokih škola u Republičkoj zajednici za visoko obrazovanje i član Komiteta za vodoprivredu Izvršnog vijeća SR BiH.

Često je ekspert ili konzultant na rješavanju značajnih problema iz oblasti hidrotehnike u našoj zemlji

i u inostranstvu; tako je, pored ostalog, bio član međudržavne komisije za izgradnju HE Đerdap.

Kao istaknut i priznat stručnjak i naučni radnik izabran je 1975. za dopisnog člana Akademije nauka i umjetnosti BiH.

Mnogo pažnje i vremena posvetio je radu u stručnim organizacijama. Tako je, pored ostalog, bio više godina predsjednik Jugoslavenskog komiteta za visoke brane, predsjednik Speleološkog saveza Jugoslavije, potpredsjednik Međunarodne speleološke Unije i dr.

Za uspjehe i zalaganja u radu primio je mnoga priznanja i odlikovanja; nosilac je ordena rada II i III reda, ordena rada sa crvenom zastavom, ordena zasluga za narod sa srebrenim vijencem. Za zasluge u oblasti naučnog rada primio je 27-julsku nagradu SR BiH (1960).

Za doprinos društvenom i privrednom razvoju primio je brojne pohvale, diplome i zahvalnice; tako na primjer spomenicu Opštinskog odbora Socijalističkog saveza u Trebinju za aktivno učešće u razvitku komune, povelju zaslužnog člana Saveza građevinskih inženjera i tehničara SFRJ i druge.

Stručni i naučni rad profesora Mikuleca tijesno su povezani i međusobno se dopunjuju.

Prof. Mikulec se od svog dolaska u Sarajevo 1946. bavio proučavanjem, istraživanjem, projektovanjem i izgradnjom na području iskorištavanja vodnih snaga, najprije kao saradnik inž. Černija, a nakon odlaska Černijeva za Beograd nastavlja rad samostalno. Područje svog rada postepeno proširuje na kompleksnu problematiku vodoprivrede, posebno vodoprivrede krša.

Posmatrajući rad i djelovanje profesora Mikuleca treba na prvom mjestu istaći njegovu ulogu i učestvovanje u koncipiranju, projektovanju i izgradnji hidroenergetskih objekata u BiH. On je sudjelovao u izradi projekta za HE Jablanicu, a rukovodio je izradom projekata za gotovo sve ostale hidroelektrane: Vlasenica, Mesići, Jajce I i II, HE na Trebišnjici i HE Čapljina. Izučavao je vodne snage važnijih slivova Bosne i Hercegovine, a posebno vodne snage Nereve, Rame, Une, Sane, Plive, Bosne i kraških polja. Rezultati ovih istraživanja omogućili su prof. Mikulecu da koncipira i predloži široko zasnovana i kompleksna rješenja, kao što je npr. Konceptcija iskorištenja voda u istočnoj Hercegovini.

Formiranje i realizacija te koncepcije predstavlja značajan naučni i inženjerski prilog poznavanju i iskorištenju vodnog bogatstva Dinarskog krša. Iskustva i rezultati postignuti na Trebišnjici stekli su visoko priznanje u zemlji i inostranstvu. Ovo posljednje došlo je, pored ostalog, do izražaja u formiranju međunarodnog istraživačkog projekta koji je pod naslovom "Vodno bogatstvo i hidrologija krša" realizovan u periodu 1972-1978.g., a čiji je nosilac bio Zavod za

hidrotehniku Sarajevo. U tom projektu jedno od ključnih mjesta pripada prof. Mikulecu.

Radovi prof. Mikuleca bili su posljednjih godina njegovog života jednim dijelom usmjereni u pravcu izučavanja kompleksnih vodoprivrednih problema u širim regionalnim okvirima. Sumirajući rezultate svojih dugogodišnjih i opsežnih studija, on jasno osvjetljava značaj i funkciju prevođenja voda u daljem razvoju vodoprivrede u našoj zemlji. Njegova razmatranja i zaključci o prevođenju voda preko osnovnih vododjelnica (Jadran – Crno more, Jadran – Egejsko more, Crno – Egejsko more) predstavljaju nov i vrlo značajan doprinos regionalnom planiranju u oblasti voda, a posebno u izradi vodoprivredne osnove.

Vrijedno je istaći da se aktivnost profesora Mikuleca nije ograničavala samo na studije i projekte; on svoje koncepcije i projekte prati i u fazi realizacije i pogona te na taj način sistematski provjerava vrijednost predloženih rješenja.

Pored brojnih projekata i izgrađenih objekata, opus profesora Mikuleca obuhvata veliki broj objavljenih stručnih i naučnih radova. Ovi radovi dobro ilustriraju svu širinu i kreativnost stručne i naučne djelatnosti profesora Mikuleca; on je i pored obaveza u nastavi i širokog angažovanja na operativnim zadacima projektovanja i izgradnje hidroenergetskih i vodoprivrednih objekata, nalazio vremena da se bavi naučnim radom, da mnoge rezultate rada i istraživanja sistematizuje i iznese pred stručnu i naučnu javnost.

Ime prof. Mikuleca kao stručnjaka i naučnog radnika je poznato i cijenjeno u naučnim i stručnim krugovima u našoj zemlji i inostranstvu. Na njegovo ime i rezultate njegovog rada često se pozivaju stručnjaci u našoj zemlji i inostranstvu. Podaci o njemu su zabilježeni u nizu reprezentativnih enciklopedijskih publikacija kao što su: Dictionary of international biography, (Cambridge, 1975) – Who is who in the World (Chicago, 1976) – OBZOR, No 9 (Moskva, 1969) – Ko je ko u Jugoslaviji (Beograd, 1970).

Ne ulazeći u ocjenu pojedinih radova i realizacija iz bogatog opusa prof. Mikuleca, što je učinjeno u brojnim dokumentima u našoj zemlji i inostranstvu istaći će se neke značajne karakteristike njegove stručne i naučne aktivnosti.

Prof. Mikulec je postavio i konsekventno sprovodio tezu maksimalnog izravnjanja voda, njihovog kompleksnog i višestrukog korištenja, a po potrebi i prevođenja iz vodom bogatijih u vodom siromašnije slivove.

Vrlo racionalno je organizovao studije i istraživanja koncentrišući ih na ključne probleme.

Uspješno pokretao i povezivao istraživanja u raznim naučnim i tehničkim oblastima; to je naročito došlo do izražaja u kompleksnom istraživačkom projektu "Vodno bogatstvo i hidrologija krša".

Strogo i kritički provjeravao rezultate istražnih radova, projekata i izgradnje i na toj osnovi donosio zaključke i odluke.

Stalno tražio da tehnička rješenja budu savremena i ekonomična, a sam dao niz vlastitih i smjelih prijedloga, usklađenih sa potrebama i usmjerenjima našeg društvenog i privrednog razvoja.

Vrlo uspješno organizovao rad svojih saradnika i stalno se brinuo o njihovom uzdizanju i o pravilnom usmjeravanju njihove djelatnosti.

Stalno nastojao da nova saznanja sistematizuje i uopći i da o postignutim rezultatima i otvorenim problemima upozna široku stručnu i naučnu javnost.

Osnovnu disciplinu koju je predavao na Građevinskom fakultetu predstavljaju "Iskorištenje vodnih snaga"; pored toga sudjelovao je u nastavi niza enciklopedijskih predmeta iz oblasti hidrotehnike kao što su: "Hidrotehnički radovi", "Osnovi hidrotehnike" i dr.

Od dolaska u Sarajevo Stjepan Mikulec posvećuje svu svoju neobičnu vitalnost, izuzetnu umješnost i znanje pionirskim poduhvatima u hidrotehničkim i vodoprivrednim rješenjima.

Sa puno smisla za ljudski odnos organizaciju rada i vizionarsko sagledavanje, okupljao je mlade ljude, stručnjake, stvarao timove sposobne za krupne i odgovorne poduhvate.

Izgrađujući brane i hidroelektrane, čuvajući blago voda – njihovim racionalnim korištenjem, izgradio je jedan konzistentan naučni i istovremeno duboko inženjerski pristup problematici vodnih resursa, koji ima opšti značaj, a i poseban za BiH.

To je afirmisalo prof. Mikuleca u najširim naučnim krugovima tadašnje Jugoslavije i van nje, a našu hidrotehničku nauku u čitavom svijetu.

Kao čovjek neobično širokog znanja, vrstan naučnik, sa izuzetnom vrednoćom i sposobnošću za organizaciju, Mikulec je posvetio značajan dio svog velikog radnog potencijala školovanju i vaspitanju mladih stručnjaka.

U svom nastavničkom radu ispoljavao je mnogo pedagoškog smisla, savjesnosti i pedantnosti, pobuđujući uvijek kod studenata veliki interes za svoj predmet. Naročitu vrijednost njegovim predavanjima daje stalna veza sa konkretnom praksom i aktuelnom problematikom našeg privrednog i društvenog razvoja.

Umio je tako dobro da spoji neposredni rad na projektovanju, izgradnji i kreiranju krupnih hidroenergetskih i vodoprivrednih rješenja sa svojom aktivnošću na prenošenju znanja i iskustava na mlade kadrove i pisanom riječi u časopisima, na simpozijima, kongresima, itd.

Bio je omiljen kod studenata, koji su ga smatrali ne samo izvanrednim predavačem, nego i velikim gospodinom i drugom.

Gospodinom, zbog karakterističnog držanja i prefinjenih manira. Drugom, jer je znao da uspostavi jedan poseban prijateljski neposredan odnos u svakoj prilici.

Kada Vas sretne na ulici srdačno pruža ruku, pita za zdravlje, za preostale ispite ili posao, ohrabruje, stimuliše.

Zvali su ga među sobom Štef, kao i njegovi saradnici iz Energoinvesta, pokazujući i na taj način bliskost sa svojim uvažanim profesorom.

I u ovom odnosu sa studentima, kao i sa saradnicima, kolegama, svima sa kojima je imao kontakte, pokazivao je da je naučnik i stvaralac, pedagog, čovjek i prijatelj.

Na organizovanju i izvođenju nastave angažovao je nekoliko mlađih saradnika kojima je mnogo pomagao u njihovom stručnom i naučnom uzdizanju, skladno povezujući potrebe nastavno-pedagoške djelatnosti sa stručnim i naučno-istraživačkim radom.

Prof. Mikulec je svojim radom i aktivnošću dao značajne i priznate doprinose ne samo rješavanju konkretnih problema hidroenergetike i vodoprivrede, nego i općem razvoju tih oblasti u stručnom i naučnom smislu. Mnogi njegovi radovi predstavljaju visoka dostignuća i ozbiljne naučne priloge poznavanju i korištenju vodnog bogatstva Bosne i Hercegovine, a posebno vodnog bogatstva krša. Oni su vrlo visoko cijenjeni u našoj zemlji i inostranstvu.

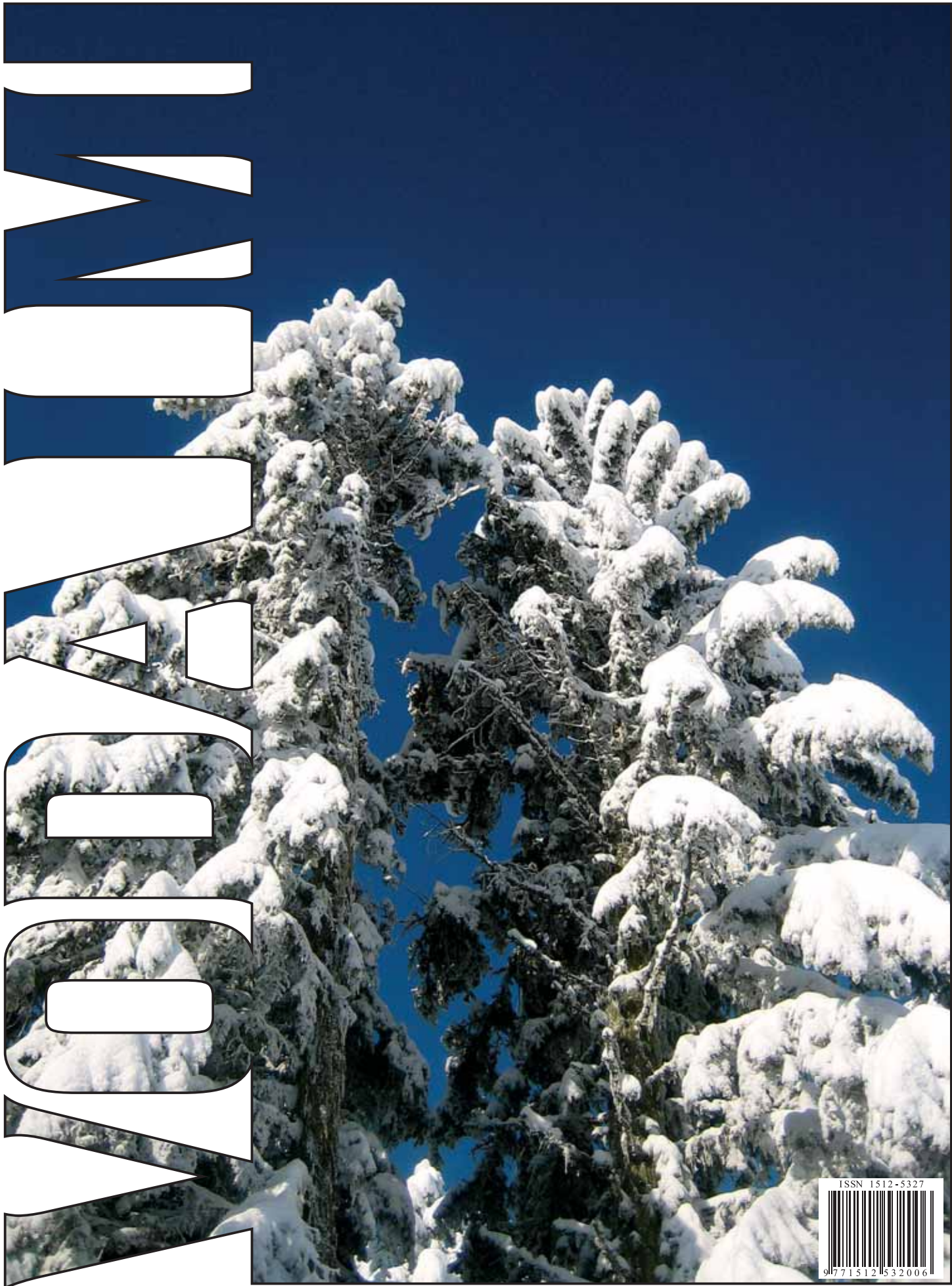
Impozantan opus naučnih i stručnih djela, pretočena naučna i stručna znanja u projekte, međunarodna ocjena njegovih ideja, zamisli i pisane riječi, sve to je rezultiralo razvojnom linijom Stjepana Mikuleca kao naučnika – od docenta i naučnog saradnika do člana Akademije nauka i umjetnosti BiH. Kao takav, kao neumorni stvaralac i uzorna ljudska figura, kao drug i prijatelj ostaje nam zauvijek u sjećanju, a hidrotehnički i vodoprivredni sistemi i objekti koje je projektovao i stvorio su trajno obilježje života jednog izuzetnog čovjeka.

Literatura i izvori:

- *Dokumentacija Građevinskog fakulteta u Sarajevu, ... Aktueliziran izvod iz referata za zvanje redovnog profesora.*
- *A. Trumić, S. Zimonjić: Stjepan Mikulec – In memorijam, Oslobođenje 21.aprila 1978.;*
- *Akademik Stjepan Mikulec – In Memorijam, Građevinar br. 9/1978.*
- *Sjećanje autora ovog članka*

IZBAVILA
KLEŠTAMA
DRAŠIJA
LUDVI
1952





ISSN 1512-5327
9 771512 532006