

VODNA

ČASOPIS AGENCIJE ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE SARAJEVO

2013
Godina XVIII

83



UVODNIK

D. Hrkaš
UVODNIK

AKTUELNOSTI

A. Ibrahimpašić
PLAN UPRAVLJANJA VODAMA
ZA VODNO PODRUČJE SAVE

KORIŠTENJE VODA

S. Krnjić
NOVI VODOTORANJ U ODŽAKU

Dž. Koldžo
NOVI PRISTUP UPRAVLJANJU GUBICIMA
U VODOVODIMA

ZAŠTITA VODA

B. Vučijak, E. Kupusović, M. Sarač
PRAVILNIK O NAČINU ODREĐIVANJA
EKOLOŠKI PRIHVATLJIVOG PROTOKA FBiH

S. Džino, A. Rizvanbegović, A. Žero, A. Pita Bahto,
A. Merdan, D. Sedić, E. Mujić, M. Tešević
REZULTATI MONITORINGA U 2012. GODINI

M. Cikotić
VILINI KONJICI KRIVAJE I BIOŠTICE

E. Nalić
APLIKACIJA STATISTIKE
U KVALITETI VODE (prvi dio)

A. Ibrulj
POSTROJENJE ZA FITODEPURACIJU
U SKLOPU PARKA ŠUMA MOJMILO

ZAŠTITA OD VODA

F. Mujić
IZRADA MAPA OPASNOSTI OD POPLAVA
PRIMJENOM GIS SISTEMA

VIJESTI I ZANIMLJIVOSTI

S. Džino, D. Sedić, M. Džajić-Valjevac
QSAR ANALIZA- SEMINAR U BRATISLAVI

A. Ibrulj
POSJETA STUDENATA SA TEHNIČKOG
UNIVERZITETA U DELFTU



Autor kolor fotografija u punom formatu stranica je inž. AMER KAVAZOVIĆ a snimljene su: naslovna- splavovi na Drini u Goraždu; srednje strane-prva je nasip na r. Savi u Orašju; sredina je gravitacioni ispust Starača u Odžaku; treća je r. Željeznica kod Trnova; predzadnja strana je r. Krivaja u Olovu i zadnja je gornji obodni kanal u Odžačkoj Posavini.

"VODA I MI"

**Časopis Agencije za vodno
područje rijeke Save Sarajevo**

<http://www.voda.ba>

Izdavač:

Agencija za vodno područje rijeke Save
Sarajevo, ul. Hamdije Čemerlića 39a

Telefon: ++387 33 72 64 58

Fax: ++387 33 72 64 23

E-mail: dilista@voda.ba

Glavna urednica: Dilista Hrkaš, dipl. žurn.

Savjet časopisa: Sejad Delić, predsjednik; Slavko Stjepić, zamjenik predsjednika; Matija Čurković, član; Vesna Cvjetinović, član; Edvin Šarić, član i Dževad Škamo, član.

Redakcioni odbor časopisa: Dilista Hrkaš, dipl. žurnalist, predsjednik; članovi: Mirsad Lončarević, dipl. ing. građ., Haris Ališehović, dipl. inž. građ., Mirza Sarač, dipl.inž.građ. dr. sci. Anisa Čičić Močić, i mr. Sanela Džino, dipl. inž. hemije.

Idejno rješenje korica: DTP STUDIO Studentska štamparija Sarajevo

Priprema za štampu i filmovanje: Grafičar, Doboj

Štampa: GRAFIČAR, Doboj

POŠTOVANI ČITAOCI,

Prateći manje-više redovno vijesti i informacije iz naše zemlje putem raznih web portala, posljednjih mjeseci je bilo lako uočiti da su sve prisutnije teme o vodi, konkretnije o aktivnostima na i oko voda u cijeloj državi, pa tako i u Federaciji BiH. To je ohrabrujuće za ovo naše podneblje, jer je znak da se ipak nešto kreće. Ne treba, naime, podsjećati da nema privrednog i ekonomskog razvoja niti jednog društva ili neke zajednice ako nema djelovanja u oblasti voda, odnosno realizacije projekata kao što su u prvom redu obezbjeđenje potrebnih količina pitke vode za stanovništvo, ali i vode za industriju, zatim proizvodnja energije i niz drugih koji su neophodni kao preduslovi za bilo kakav napredak i razvoj. Videći sve te teme koje se tiču vodoprivredne problematike u Bosni i Hercegovini, poput one o izgradnji hidroenergetskih objekata (Bosna, Drina ...) ili o izgradnji zajedničkih uređaja (nekoliko općina) za tretman komunalnih otpadnih voda, ne može a da nas ne ohrabri i da nam ne postane razlogom da se konačno svi počnemo okretati takvim pričama i događanjima koja nisu retrogradna i koja nam nude perspektivu. Svi ti megavati iz hidroenergije, sve prečišćene otpadne vode, sistemi za navodnjavanje plodnih polja itd., itd. su ujedno i hiljade novih radnih mjesta za desetine različitih struka i

radnih vještina, ali i utvrđivanja strateških projekata iz drugih oblasti privrede, održivog razvoja, poljoprivrede i prehrambene industrije, sve do poboljšanja i unapređenja socijalnih i drugih socio-ekonomskih prilika danas popucalih po svim šavovima.

Da smo ne samo na pravom putu, nego i u tzv. „svjetskom trendu“ govori nam informacija da je Generalna skupština UN odlučila da se obilježavanje 22.marta -Svjetskog dana voda naredne 2014. godine održi pod geslom: „VODA I ENERGIJA“. Glavni nosilac aktivnosti pri UN za taj dan je njihova organizacija UNIDO (vodi Program UN za industrijski razvoj). Suština ove teme je u neraskidivoj povezanosti i ovisnosti vode i energije, njihovom izbalansiranom odnosu u okviru održivog razvoja, ostvarivanju milenijumskih ciljeva, te nizu drugih pitanja koja proističu iz okvira razvoja jedne lokalne, regionalne i državne zajednice, ali i okvira međunarodnih odnosa i saradnje.

Više o ovoj temi pišaćemo u narednim brojevima časopisa, pogotovu što organiziranje obilježavanja Svjetskog dana voda iduće godine na nivou Bosne i Hercegovine pripada Agenciji za „Vodno područje rijeke Save“.

Nešto se kreće!



Autori su u cjelosti odgovorni za sadržaj i kvalitet članaka.

PLAN UPRAVLJANJA VODAMA ZA VODNO PODRUČJE SAVE (teritorija Federacije BiH)

U skladu sa obavezom pripreme Plana upravljanja za vodno područje Save, te organizaciji učešća javnosti u izradi ovog dokumenta, Agencija je na svojoj web stranici www.voda.ba otvorila novi segment „PLAN UPRAVLJANJA VODAMA ZA VODNO PODRUČJE SAVE“. Trenutno je u okviru ovog segmenta na raspolaganju dokument „Radni plan za pripremu i usvajanje Plana upravljanja vodama na vodnom području Save“, kao i kratak Uvod i obrazloženje, odnosno zakonska osnova izrade Plana.

Takođe je, u okviru istog segmenta otvoren „Obrazac za konsultovanje javnosti“, gdje svi zainteresovani mogu dati komentar na Radni plan, ali i sve prijedloge, mišljenja, komentare, sugestije itd. Obrazac će biti otvoren u naredne tri godine, odnosno sve do usvajanja dokumenta od strane nadležnih institucija. Tokom izrade Plana, Agencija će voditi stalne aktivnosti na učešću javnosti, a prema odredbama člana 38 ZOV-a, te planu učešća javnosti. Istovremeno, ovaj obrazac će biti otvoren za sve učesnike koji budu uključeni u aktivnosti oko izrade Plana upravljanja, ali i sve ostale koji žele uzeti učešća u pripremi Plana.

Agencija je započela prve aktivnosti na izradi „Analize karakteristika vodnog područja Save“ 2007. godine, te se od tada, svake godine planiraju i izvrše određene aktivnosti, koje će u konačnici, omogućiti izradu Plana upravljanja. Neke od aktivnosti su realizovane u okviru redovnog rada uposlenika Agencije, dok je za neke aktivnosti, Agencija objavila poziv ponuđačima, te ugovorila pojedine segmente sa vanjskim konsultantima.

Do danas su završeni slijedeći projekti i aktivnosti:

- Preliminarna tipologija za sve vodotoke slivne površine preko 30 km²
- Preliminarna delinacija površinskih vodnih tijela
- Delinacija podzemnih vodnih tijela
- Definisane referentnih uslova



- Analiza pritisaka i uticaja, procjena rizika za površinske vode (sl. površine > 100 km²)
- Analiza pritisaka i uticaja za podzemne vode (4 podzemna vodna tijela)
- Program monitoringa operativnog i nadzornog za 2011, 2012 i 2013 godinu
- Priprema prijedloga projekta za finansiranje iz IPA sredstava
- Priprema Plana aktivnosti za izradu Plana upravljanja (po čl. 28 ZOV-a)
- Priprema prijedloga za Pravilnik o karakterizaciji površinskih i podzemnih voda, način određivanja specifičnih referentnih uslova i klasifikaciji stanja voda...

Na bazi dostupne dokumentacije i podataka, Agencija je pripremila nacrt „Analize karakteristika vodnog područja Save na teritoriji Federaciji BiH“.

U međuvremenu, Evropska Komisija je odobrila finansiranje projekta „Jačanje kapaciteta u sektoru



Proslava Dana Dunava u Sarajevu (Vrelo Bosne), u organizaciji Ministarstva trgovine i ekonomskih odnosa, Bosna i Hercegovina ove godine predsjedava Međunarodnom komisijom za zaštitu rijeke Dunav, a predstavlja je zamjenica ministra vanjske trgovine i ekonomskih odnosa BiH, gđa Ermina Salkičević-Dizdarević.

voda“, u iznosu od 2,5 mil EURO, i to iz sredstava IPA 2011. Ovaj projekat ima dvije komponente, kako slijedi:

- Priprema Plana upravljanja na slivu rijeke Save
- Transpozicija i implementacija EU vodnih direktiva u BiH

Projekat realizuje EU Delegacija u Sarajevu, te se potpisivanje ugovora sa odabranim ponuđačem očekuje u novembru 2013. godine.

Transpozicija i implementacija EU vodnih direktiva će se realizovati u oba entiteta i oba vodna područja (vodno područje Save i vodno područje Jadranskog mora), dok će se Plan upravljanja raditi za vodno područje Save, i to za Federaciju BiH i Republiku Srpsku.

Kada projekat zvanično počne da se realizuje, konsultant će pripremiti svoj Radni plan za realizaciju navedenih komponenti, a prema kojem će i Agencija inovirati svoj Radni plan pripreme Plana upravljanja.

U cilju uspješne realizaciji ovog projekta, kao i dobivanja kvalitetnog dokumenta, odnosno Plana upravljanja, Agencija će prikupiti do sada urađenu dokumentaciju, inovirati potrebne podatke, aktivno učestvovati u izradi Plana upravljanja, te obaviti sve potrebne aktivnosti koje budu dogovorene na nivou nadležnih ministarstava.

Iako će se projekat odvijati u okviru ugovora Evropske komisije sa odabranim konsultantom, imajući u vidu važnost segmenta učešća javnosti, Agencija će nastojati da otvori što više mogućnosti za sve zainteresovane strane. Otvaranje posebnog Obrasc na web stranici će biti jedan od načina međusobne komunikacije, a u raznim fazama implementacije projekta biće organizovano i slijedeće:

- Radionice sa posebnim temama
- Sastanci sa pojedinim korisnicima i ekspertima
- Javne rasprave
- Savjetodavne grupe
- Objavljivanje materijala na web stranici
- Dostavljanje materijala i izvještaja po potrebi
- Saopštenja za medije i pres konferencije
- Časopisi, brošure, oglasi
- Ankete i intervjui itd

Časopis Agencije „Voda i mi“, obzirom da izlazi redovno (četiri puta godišnje), će biti takođe veoma važan dio cjelokupnog procesa podizanja javne svijesti i učešća javnosti, specifično za potrebe pripreme Plana upravljanja vodama.

Proces učešća javnosti će se odvijati u više faza, sa naglaskom na pojedine segmente Plana upravljanja. U prvoj fazi će se prezentovati postojeće stanje, odnosno Analiza karakteristika slivnog područja, usvojene metodologije, te dobiveni rezultati. Na osnovu ovog, prvog pregleda, donijet će se odluka o značajnim pitanjima sektora voda koja trebaju biti obuhvaćena u prvom ciklusu izrade Plana upravljanja. Učešće svih zainteresovanih strana, u ovom procesu je od velike važnosti. Na bazi kandidovanih najvažnijih pitanja i odluke o ciljevima koji se trebaju postići, definisat će se i program mjera, kao krajnji rezultata cjelokupnog procesa. Obzirom da se program mjera odnosi na sve korisnike voda, komunikacija između svih strana u procesu definisanja programa mjera je od posebne važnosti.

Zadatak Agencije će biti da sačini pregled institucija, organizacija, pojedinaca i sl koji će biti učesnici ovog procesa, pri čemu će se uzeti u obzir: zakonske obaveze, administrativna organizacija, te posebno sačinjena lista korisnika voda i svih institucija koje mogu imati uticaj na sektor upravljanja vodama.

Po završetku projekta, odnosno kada Plan upravljanja vodama na slivnom području Save bude završen, biće sačinjen poseban dokument „Učešće javnosti u procesu pripreme i usvajanja Plana upravljanja vodama“, u kojem će biti pregled svih realizovanih aktivnosti učešća javnosti, te izvještaji o primljenim komentarima, primjedbama, sugestijama itd. Agencija će biti u obavezi da razmotri sve primjedbe i sugestije primljene u određenom roku, te da sačini obrazloženje za sve komentare bez obzira da li su usvojeni ili ne, odnosno da li je prema komentarima izvršena dorada Plana. Ovaj dokument će biti dostupan javnosti, kao i svi drugi dokumenti koji će biti sastavni dio Plana upravljanja vodama za vodno područje Save.

NOVI VODOTORANJ U ODŽAKU

UVOD

U centralnom dijelu Posavine prostire se općina Odžak na približnoj nadmorskoj visini 102 m.n.m. Rijeka Bosna protiče jugoistočno od grada Odžaka i udaljena je oko 2 km od centra grada i sjeverno rijeka Sava na rastojanju od oko 5 km. Na užem gradskom području ne postoji razvijena hidrografska mreža izuzev odvodnog kanala Srnava. Izraženi brežuljkasti predio obuhvata selo Potočani udaljeno oko 5 km, dok bližu okolinu karakterišu izrađene riječne terase. Uži centar gradskog područja dobro je povezan putnim komunikacijama sa svim okolnim naseljima.

Glavno izvorište pitke vode locirano je u gradskoj zoni i ono zajedno sa distributivnom mrežom i postojećim vodotornjem sačinjava vodovodni sistem Odžaka. Javno preduzeće „Komunalac“ d.o.o. Odžak upravlja i održava vodovodni sistem grada Odžaka. Na vodovodnu mrežu je priključeno oko 10.000 stanovnika, odnosno oko 3.000 domaćinstava, i ima tendenciju rasta. Većina industrijskih objekata za sada nije u funkciji, što ne znači da se to stanje u budućnosti neće promijeniti.

Sadašnje vodosnabdijevanje se vrši sa izvorišta koje se sastoji od četiri vertikalno bušena bunara, prosječnih dubina oko 60,00 m. Usljed povećanja

koncentracija željeza i mangana iznad MDK u podzemnoj vodi, izgrađeno je postrojenje za prečišćavanje pitke vode kapaciteta 55 l/s. Iz postrojenja se voda pumpa u jednokomorni rezervoar koji je izveden kao vodotoranj, na visinu od oko 32,00 m od kote terena. Vodotoranj je izgrađen od čeličnog lima i ima oblik kugle. Korisna zapremina rezervoara je oko 200 m³.

Vodotoranj je izgrađen prije 45 godina i od tada pa do danas na njemu nije vršena nikakva rekonstrukcija, niti antikorozivna zaštita unutrašnjih stjenki.

Uvidom stručnjaka JP „Komunalac“ d.o.o. Odžak u unutrašnjost vodne komore, konstatovano je da se ona nalazi u veoma lošem stanju, te bi bilo potrebno provesti ispitivanje kvaliteta stijenki, te njeno mehaničko čišćenje i zaštitu. Važno je napomenuti da je ovo jedini rezervoarski prostor preko kojeg se vrši snabdijevanje grada vodom, pa bi u vremenu njegove rekonstrukcije grad bio bez vode, što bi prouzrokovalo direktni uticaj na higijenske uslove građana a samim tim i na zdravstveno stanje građana. Vodosnabdijevanje grada u sadašnjem i narednom planskom periodu moguće je osigurati postojećim količinama vode iz izvorišta, ali postoji nedostatak rezervoarskog prostora za vodu.



Slika 1

Zapremina postojećeg rezervoara od oko 200 m³ ne zadovoljava potrebe u sadašnjem, a pogotovo u narednom planskom periodu i ne može osigurati propisno snabdijevanje grada vodom.

Zbog toga se pristupilo izradi projektne dokumentacije za izgradnju novog vodotornja kapaciteta 500 m³ na visini od oko 40,00 m od kote terena, te se nakon svih provedenih potrebnih procedura u mjesecu martu 2013. godine krenulo sa izvođenjem građevinskih radova.

Važno je istaći da se cijeli posao realizuje sa domaćim firmama, počev od projektne dokumentacije, preko revidovanja iste pa do izvođenja radova, za što je određen rok od 180 dana. Investitor ovog projekta je Javno preduzeće „Komunalac“ d.o.o. Odžak.

Do sada su završeni zemljani radovi, i izrada armiranobetonskog temelja sa potrebnom konstrukcijom na koju se postavlja nosivi stub rezervoara za vodu izrađen od čelika određene klase.

Radionička izrada nosivog stuba realizovana je u radionici izvođača u naselju Usora-Tešanj. Postupak zavarivanja u radionici odabran je prema urađenoj tehnologiji zavarivanja na osnovu projektovanih materijala.

U toku je priprema pristupnog puta i terena za dovoz i montažu nosivog stuba rezervoara na predviđenu lokaciju.

Lokacija rezervoara za vodu pripada kategoriji izrazito stabilnog terena.

U području temelja izvedena je zamjena glinovitog materijala kamenitim materijalom-agregatom, od potrebne dubine temeljenja na koti -5,0 m ispod kote terena do kote -2,85 m. (slika 1)

Tehničko rješenje vodotornja

Konstrukcija vodotornja sastoji se iz: temeljne armiranobetonske konstrukcije i nosivog stuba sa rezervoarom za vodu izrađenog od čelika.

Temeljna armiranobetonska konstrukcija (slika 2) sastoji se od temeljne kontra ploče debljine 80 cm, ukrućene temeljnim kontra gredama promjenjivog poprečnog presjeka. Svi elementi na temeljnoj konstrukciji izvedeni su od marke betona MB 30, klase B II. Kontra ploča je izvedena na prethodno pripremljenom i nabijenom nasipu od kamenog materijala (zbijenog do modula stišljivosti Ms=60 MPa), preko podložnog betona MB 20 debljine 15 cm. U srednjem betonskom cilindru ostavljen je prazan prostor u koji



Slika 2

se postavljaju svi potrebni montažni dijelovi instalacija i armatura. Prostor oko betonskog cilindra ispunjava se kamenim materijalom prije betoniranja završne ploče i zbijaju do $M_s=60$ MPa. U betonu temelja postavljeni su ankeri potrebne klase čvrstoće 5.8 za vezu sa čeličnim stubom precizno nivelisani prema datim nacrtima.

Nosivi stub se izrađuje od čelika Č 0361 i Č.L 0361, i služi kao nosiva konstrukcija rezervoara zapremine $V=500$ m³. Stub se postavlja od visinske kote +0,30 m do +40,00 m. Stub je prstenastog poprečnog presjeka, i sastoji se iz četiri dijela (slika 3).

Prvi, konusni dio dužine 13,00 m je promjenjivog poprečnog presjeka od kote +0,30 do kote +13,30 m, čiji prečnik u dnu iznosi 3,50 m do 2,50 m u vrhu. Stjenka prvog dijela stuba je debljine 14 mm. U dnu stuba veza sa temeljnom konstrukcijom ostvaruje se preko čeonih ploča 40 mm i ankera 36 mm klase čvrstoće 5.8. Prema datim crtežima stub se ukružuje prstenovima po visini, od lima dimenzija 30x200 mm i 20x200 mm. U dnu prvog stuba predviđena su ulazna vrata koja se otvaraju prema vani. Oko vrata po čitavom obimu radi se ojačanje zbog koncentracije naprezanja. Na vrhu je predviđena prva platforma za odmor i pomoć pri montaži ostalih dijelova konstrukcije. Veza između prvog i drugog dijela stuba ostvaruje se preko čeonih ploča debljine 40 mm za koje je zavaren prsten obostranim ugaonim šavovima i visokovrijednim vijcima klase čvrstoće 10.9 prema datim nacrtima.

Drugi dio od kote +13,30 do kote 25,30 m i treći dio stuba od kote +25,30 do +37,00 m su konstantnog poprečnog presjeka, prečnika 2,50 m. Stjenka je debljine 14 mm. Stub je ukružuje prstenovima po visini, od lima dimenzija 30x200 mm i 20x200 mm. Po cijeloj dužini stuba po obimu sa uglom od 600 zavareni su ukružni profili zbog sprječavanja mogućeg

bočnog izvijanja stijenke stuba. Međusobna veza između drugog i trećeg dijela stuba ostvaruje se preko čeonih ploča debljine 30 mm za koje je zavaren prsten obostranim ugaonim šavovima i visokovrijednim vijcima klase čvrstoće 10.9 prema datim nacrtima.

Četvrti konusni dio stuba u vrhu od kote +37,00 do +40,00 m je promjenjivog poprečnog presjeka i sastavljen je od HEA 220 profila zavarenih sa unutrašnje strane za stjenku debljine 14 mm. Ovaj dio stuba u sklopu je rezervoara i montira se zajedno s istim. Prema datim crtežima stub je ukružuje prstenovima po visini od lima dimenzija 30x200 mm i 20x200 mm. Po cijeloj dužini ovog dijela stuba po obimu sa uglom od 200 zavareni su ukružni profili zbog sprječavanja mogućeg bočnog izvijanja stijenke stuba, a koji služe i za prijenos sile sa rezervoara na stub. Međusobna veza između trećeg i četvrtog dijela stuba ostvaruje se preko čeonih ploča debljine 40 mm za koje je zavaren prsten obostranim ugaonim šavovima i visokovrijednim vijcima klase čvrstoće 10.9 prema datim nacrtima.

Rezervoar za vodu kapaciteta $V=500$ m³ sačinjava roštiljna konstrukcija od IPE 140 i HEA 140 profila kvalitete čelika Č 0361, i stijenke lima Č.L. 0361 debljine 12 mm na donjoj i 10 mm na gornjoj polutki. Profili se postavljaju radialno pod uglom od 200 i tangencijalno po visini što obrazuje roštiljnu prostornu konstrukciju. Veza među profilima ostvaruje se zavarivanjem, I klasom zavara, sa ojačanjima od ukružnih limova u čvorovima. U sredini rezervoara predviđen je cilindrični prolaz od čeličnog lima za izlaz na vrh. Na vrhu rezervoara postavlja se zaštitna ograda, ventilacioni otvor i signalno svjetlo.

Unutar rezervoara postavljaju se dva cilindrična perforirana prstena koji služe za prigušenje oscilacija vodene mase, sa otvorima u dnu za komunikaciju prilikom čišćenja stijenke, otklanjanja nedostataka itd. Svi ovi radovi izvode se na licu mjesta.



Slika 3

NOVI PRISTUP UPRAVLJANJU GUBICIMA U VODOVODIMA

-CalcuLEAKator –besplatni programski alat za proračun vodnog bilansa i indikatora uspješnosti upravljanja gubicima vode u vodovodima pristupom „od dna prema vrhu“-

Svjetska asocijacija za vode IWA (International Water Association) je u suradnji sa američkom asocijacijom vodovoda (AWWA) formirala radnu grupu koja je dobila zadatak da napravi metodologiju proračuna i prikaza gubitaka u mreži, a koja će biti primjenjiva u cijelome svijetu i koja će omogućiti komparaciju vrijednosti gubitaka u različitim vodovodnim sistemima. To nije bio slučaj sa do tada primjenjivanim prikazom vrijednosti gubitaka i ne-prihodovane vode izraženo u procentima.

Radna grupa je nakon iscrpnih analiza i istraživanja predstavila metodologiju, koja preko odnosa vrijednosti elemenata bilansa vode definira vrijednosti indikatora uspješnosti upravljanja vodovodnim sistemom. Predstavljena je paleta od 180 različitih indikatora uspješnosti koji su podijeljeni u dvije grupe:

- Tehnički pokazatelji (stvarnih i prividnih gubitaka) uspješnosti i
- Financijski pokazatelji (stvarnih i prividnih gubitaka) uspješnosti.

Radna grupa je posebno odredila grupu tzv. „ključnih“ indikatora uspješnosti koju čini dvadeset indikatora iz obje gore navedene grupe, čija primjena se posebno preporučuje i smatra posebno korisnom.

Za određivanje vrijednosti elemenata vodnog bilansa IWA je preporučila dva različita pristupa:

1. Pristup „od vrha prema dnu“ i
2. Pristup „od dna prema vrhu“

Prema pristupu „od vrha prema dnu“, vrijednost gubitaka se određuje tako što se od količine isporučene vode oduzme količina legalne potrošnje, nakon čega se na osnovu procjena i prikupljenih in-

CalcuLEAKator®					
VODNI BILANS (m ³ /dan)					
Isporučena voda	Legalna potrošnja	Fakturisana legalna potrošnja	Fakturno neregulirana potrošnja	Obračunata voda	
		Nefakturisana legalna potrošnja	Nefakturno neregulirana potrošnja		
	Ukupni gubici	Prividni gubici	Nefakturno izlaza neregulirana potrošnja		Neprilagodljiva voda
		Stvarni gubici	Nefakturna potrošnja		
Greške i netačnosi					
	Sistemski gubici u obradi podataka				
	Curenja na transportnim i distributivnim cijevovima				
	Curenja i protoci na razmotačima				
	Curenja na potrošačima				

Slika 1: Elementi vodnog bilansa (izvor: program CalcuLEAKator)

formacija iz dokumentacije vodovodnog preduzeća definira vrijednost prividnih (komercijalnih) gubitaka vode. Oduzimanjem vrijednosti prividnih gubitaka od vrijednosti ukupnih gubitaka dobiva se ostatak koji predstavlja vrijednost stvarnih (fizičkih) gubitaka u sistemu.

Ovaj pristup je brz i jeftin, ali s obzirom da se često bazira na procjenama, u slučaju vodovoda u jugoistočnoj Evropi njegova primjena je vrlo nepouzdana i ograničena.

Drugi pristup „od dna prema vrhu“ se bazira na hidrauličkim mjerenjima u mjernim zonama, pri čemu se u određenom periodu vrši mjerenje ulazne količine vode u zonu (ili sistem), a istovremeno se vrši očitavanje i kontrola svih potrošačkih vodomjera u dva kruga, na početku i na kraju mjerenja. Na osnovu izmjerenih i očitanih vrijednosti računa se srednja dnevna ulazna količina vode u sistem i srednja dnevna vrijednost potrošnje vode, pri čemu se vodi računa da se mora izvršiti i proračun (ili mjerenje) potrošnje vode kod

potrošača koji ne posjeduju vodomjer ili je isti neispravan, kao i eventualnih legalnih potrošača koji su oslobođeni plaćanja vode i njihova potrošnja se zato i ne mjeri. Vrijednost stvarnih gubitaka se određuje na osnovu izmjerene vrijednosti minimalnog „noćnog“ protoka, od koje se mora oduzeti vrijednost noćne potrošnje vode (legalne i nelegalne).

Zbog razlika vrijednosti pritiska u toku dana i noći, vrijednost dobivena oduzimanjem noćne potrošnje od minimalnog noćnog protoka se mora korigovati sa tzv. noć/dan faktorom (NDF) tako da se stvarni gubici računaju prema formuli:

$$SG=(MNP-NP)\times NDF \text{ (l/s)}$$

Pri čemu je:

SG – Stvarni gubici u mreži,

MNP – Minimalni noćni protok,

NP – Noćna potrošnja (zbir legalne i nelegalne stvarne potrošnje u posmatranom periodu noći)

NDF – noć/dan faktor

Noć/dan faktor se dobiva tako što se odnos srednjeg i maksimalnog izmjerene pritiska stepenuje sa eksponentom gubitaka α

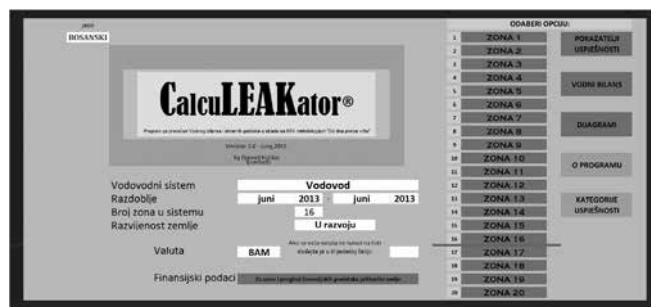
$$NDF=(P_{sr}/P_{max})^{\alpha}$$

Eksponent gubitaka α ovisi o materijalu cijevi u zoni (ili sistemu) i kreće se između 0,5 i 1,5.

Sve gore izneseno pokazuje da je proračun gubitaka vode metodom vodnog bilansa, pristupom „od dna prema vrhu“ vrlo složen, posebno kada se uzme u obzir da se ista procedura mora provesti za svaku zonu posebno, da bi se tek na kraju stvorili uslovi da se izvrši proračun za cijeli sistem.

S obzirom da su svi dostupni besplatni programski alati namijenjeni isključivo za proračun pristupom „od vrha prema dnu“, kao i da je autor ovog rada u prošloj godini bio angažiran na 9 projekta smanjenja gubitaka vode (7 u BiH i 2 u Crnoj Gori), ukazala se potreba za izradom jednog programa koji će olakšati rad na obradi izmjerenih i prikupljenih podataka.

Program CalculEAKator (Leak – curenje engl.) je napravljen da bi omogućio lak i brz proračun elemenata vodnog bilansa i pokazatelja uspješnosti pristupom „od dna prema vrhu“. Alat je napravljen u popularnom MS Excel programu što daje mogućnost da ga koristi veliki broj korisnika. CalculEAKator je multi jezičan i osim na bosanskom moguće ga je koristiti i na engleskom jeziku, a u budućnosti je predviđeno da bude obogaćen i opcijom dodavanja jezika prema potrebi korisnika, za što je stigao prijedlog od korisnika iz Turske koji su također počeli da koriste CalculEAKator za proračun vodnog bilansa.



Slika 2: Komandna ploča (izvor: program CalculEAKator)

Kako radi CalculEAKator?

Rad u CalculEAKatoru započinje na komandnoj ploči programa. Sve što je potrebno uraditi je da se izabere jezik programa, te unesu osnovni podaci za rad: naziv vodovoda, razdoblje u kojem se izvode mjerenja, broj zona u sistemu (maksimalno 20 zona, posljednja će biti podvučena crvenom linijom), valuta u kojoj će biti iskazani finansijski indikatori uspješnosti, poslije čega se prelazi na unos finansijskih podataka: cijene vode (po kategorijama ili prosječna) te vrijednost godišnjih operativnih troškova i varijabilnih troškova za proizvodnju vode. Uz to korisnik programa mora definirati da li se u predmetnom vodovodu izgubljena voda može prodati ili ne, o čemu ovisi da



Slika 3: Unos finansijskih podataka (izvor: program CalculEAKator)

li će finansijski pokazatelji stvarnih gubitaka biti prikazani kroz prodajnu ili kroz proizvodnu cijenu vode.

Nakon što su uneseni gore navedeni podaci, program je spreman za rad. U daljem radu korisnik ima mogućnost unosa podataka za svaku zonu. Pristup radnom dijelu za zone se vrši preko komandne ploče programa, nakon čega se otvara „meni“ odabrane zone. U nastavku rada korisnik će za svaku zonu unižeti slijedeće podatke:

1. Dužina mreže (dužine cijevi, materijal i promjer)
2. Dužina privatne mreže,

VODNI BILANS (m3/dan)													
ZONA 1													
Isporučena voda 4.443,1 Dozvoljena greška (+/-) 3,6%	Legalna potrošnja	Fakturisana legalna potrošnja	1.685,4	Fakturisana izmjerena potrošnja (uklj. Izvezenu vodu)	1.635,9	Obračunata voda	1.685,4						
		Dozvoljena greška (+/-)	0,6%	Fakturisana neizmjerena potrošnja	49,6	Dozvoljena greška (+/-)	0,6%						
	1.852,1	Nefakturisana legalna potrošnja	166,7	Nefakturisana izmjerena potrošnja	0,0	Neoprihodovana voda	2.757,6	Dozvoljena greška (+/-)	5,9%				
		Dozvoljena greška (+/-)	0,6%	Nefakturisana neizmjerena potrošnja	166,7								
	Ukupni gubici	Prividni gubici	106,9	Nelegalna potrošnja	74,7					NEMA PODATAKA	NEMA PODATAKA	NEMA PODATAKA	NEMA PODATAKA
		Dozvoljena greška (+/-)	175,5%	Greške u očitavanju	6,4								
		Dozvoljena greška (+/-)	6,3%	Sistemske greške u obradi podataka	25,8								
	Stvarni gubici	Curenja na transportnim i distributivnim cjevovodima	2.484,1	Dozvoljena greška (+/-)	3,8%	Curenja i prelivi na rezervoarima	NEMA PODATAKA	Curenja na priključcima	NEMA PODATAKA				
										2.591,0	Dozvoljena greška (+/-)	6,3%	
													2.484,1

Slika 4: Prikaz vrijednosti elemenata vodnog bilansa sa označenim iznosom dozvoljene greške (izvor: program CalcuLEAKator)

- Noćna legalna potrošnja (po kategorijama potrošača),
- Legalna obračunata mjerena potrošnja (po kategorijama potrošača),
- Legalna obračunata nemjerena potrošnja (po kategorijama potrošača)
- Legalna neobračunata mjerena potrošnja (po kategorijama potrošača)
- Legalna neobračunata nemjerena potrošnja (po kategorijama potrošača)
- Broj legalnih priključaka sa brojlama (po kategorijama potrošača),
- Broj legalnih priključaka bez brojila (po kategorijama potrošača),
- Broj ilegalnih priključaka po kategorijama potrošača (program nudi dvije opcije: određivanje broja ilegalnih priključaka na osnovu određenog procenta u odnosu na legalni broj priključaka u svakoj potrošačkoj kategoriji ili unos broja ilegalnih priključaka za svaku potrošačku kategoriju u zoni),
- Izmjerene vrijednosti protoka (mogućnost unosa rezultata sa 7 mjernih mjesta bilo da mjere ulazni ili izlazni protok)
- Izmjerene vrijednosti pritiska (mogućnost unosa rezultata sa 7 mjernih mjesta)
- Izmjerene vrijednosti curenja na priključcima (prema promjerima cijevi),
- Izmjerene vrijednosti curenja i preliva iz rezervoara (mogućnost unosa za 4 rezervoara u zoni).

Svi podaci se unose u odgovarajuće tabele kojima se može pristupiti direktno iz meni-ja svake zone ili korištenjem „čarobnjaka“ koji korisnika vodi od prve do posljednje tabele, poslije čega se može pristupiti pregledu vrijednosti elemenata vodnog bilansa ili pokazatelja uspješnosti za posmatranu mjernu zonu.

Korisnik će istu proceduru provesti za sve mjerne zone u sistemu, a bitno je napomenuti da je u svakom momentu moguće pogledati ukupne rezultate kako vodnog bilansa, tako i pokazatelja uspješnosti pri čemu će program naznačiti na koliki iznos unesenih podataka u procentima se odnose prikazani rezultati.

POKAZATELJI USPJEŠNOSTI I VODNI BILANS			
VODOVOD - ZONA 1			
NIVU USLUGE		PARAMETRI GUBITAKA	
Minimalni protok (l/s)	42,0	Ekspozicij gubitaka	1,905
Prosječan protok (l/s)	51,4	Dan/Noć faktor	0,836
Maksimalan pritisak (bar)	4,3	Ne oprihodovana voda (NIW) (m3/dan)	2591,0
Prosječan pritisak (bar)	3,7	VRIJEDNOST STVARNIH GUBITAKA	
Broj legalnih priključaka	1198	Stvarni gubici u odnosu na isporučenu vodu (%)	55,9%
Noćna potrošnja i razipanje (l/s)	7,0	Tranzitni stvarni gubici na godišnjem nivou (m3/god)	906689,7
Legalna potrošnja (l/s)	21,4	Neizbjegli stvarni gubici na godišnjem nivou (m3/god.)	42066,5
Dužina privatne mreže (km)	30,0	POKAZATELJI STVARNIH GUBITAKA	
Ukupna dužina cjevovoda (km)	77,0	Infrastrukturalni indeks gubitaka (ILI)	21,6
POKAZATELJI PRIVIDNIH GUBITAKA		Litara po priključku na dan	2074
Prividni gubici u odnosu na legalnu potrošnju (%)	5,8%	Litara po priključku po metru pritiska	55,7
Litara po priključku na dan	89,2	m3 po km cjevovoda na sat	1,34
Broj ilegalnih priključaka	93	KATEGORIJA USPJEŠNOSTI	
OPĆI ZAKLJUČAK NA OSNOVU VRIJEDNOSTI "ILI":		Strahovito neefikasno korištenje resursa; program za smanjenje curenja je imperativ i visoko prioritetan	

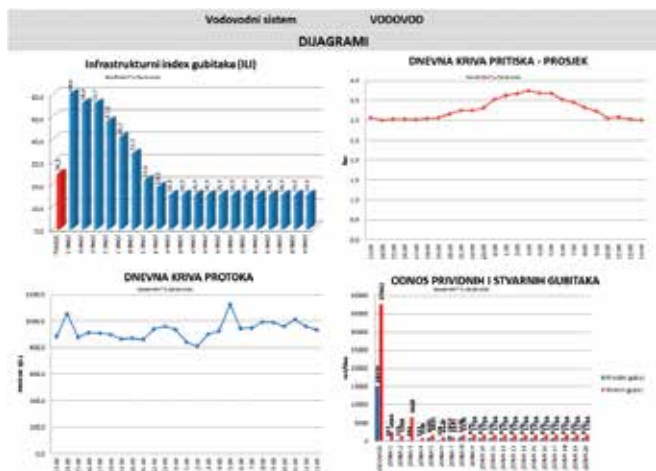
Slika 5: Pokazatelji uspješnosti u zoni (izvor: program CalcuLEAKator)

POKAZATELJI USPJEŠNOSTI			
VODOVODNI POKAZATELJI		VODOVOD	
Indikator	Vrijednost	Postotak	Status
Infrastrukturalni indeks gubitaka (ILI)	100,0	100%	OK
Dnevna krivulja pritiska - prosjek	1,0	100%	OK
Dnevna krivulja protoka	1,0	100%	OK
Odnos prividnih i stvarnih gubitaka	1,0	100%	OK

Slika 6: Pokazatelji uspješnosti u cijelom sistemu (izvor: program CalculeAKator)

Dijagramski prikazi

CalculeAKator će osim u analitičkoj formi određene rezultate prikazati i u grafičkoj formi, te je tako moguće pogledati dnevnu krivu protoka za svaku zonu posebno, kao i ukupnu dnevnu krivu protoka



Slika 7: Grafikoni (izvor: program CalculeAKator)

u cijelom sistemu. Program će dijagramski pokazati vrijednosti ključnog tehničkog indikatora uspješnosti: Infrastrukturnog Indeksa gubitaka (ILI) za cijeli sistem kao i u svakoj zoni sortirane od najvećeg prema najmanjem.

Infrastrukturni Indeks gubitaka (ILI) predstavlja odnos izmjerenih stvarnih gubitaka na godišnjem nivou i izračunate vrijednosti neizbježnih stvarnih gubitaka na godišnjem nivou. Ovaj indeks je ključni indeks za „benchmarking“, i na osnovu njega prema preporukama IWA-e CalculeAKator će definirati pripadajuću kategoriju uspješnosti (4 kategorije, od A

(najbolja) do D (najgora)), te prikazati opći zaključak sa preporukom za dalje aktivnosti. Osim navedenih program će dijagramski prikazati i prosječne dnevne vrijednosti pritiska u sistemu, kao i odnos vrijednosti stvarnih i prividnih gubitaka u svakoj od mjernih zona i u cijelome sistemu.

Tačnost podataka

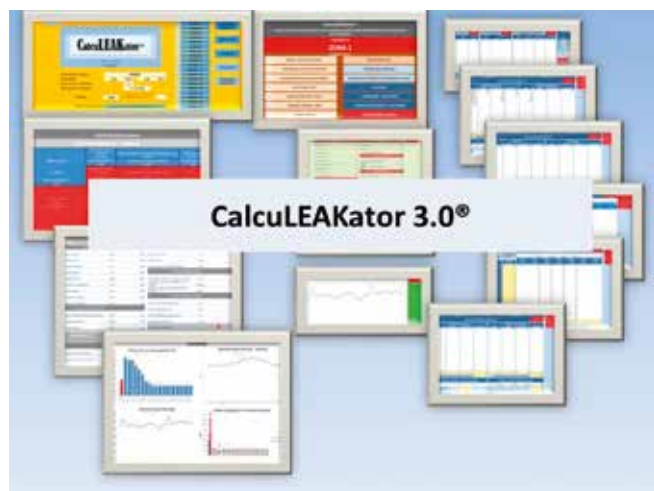
Tačnost podataka ovisi o tačnosti podataka koji su uneseni u program. S obzirom da se pristup „od dna prema vrhu“ bazira na rezultatima mjerenja, onda će samim tim i tačnost rezultata u najvećoj mjeri ovisiti o tačnosti izmjerenih vrijednosti.

Dozvoljena greška u programu CalculeAKator je definirana kroz 95%-tnu sigurnost tačnosti koja je ustrojena kao postupak kroz koji se vrši ocjena stepena neizvjesnosti pojedinačnih komponenti vodnog bilansa. Ova 95% -na granica sigurnosti dolazi izvorno iz nesigurnosti izračuna, a temelji se na normalnim distribucijama koje dijele svojstvo da 95% mjerenja spadaju u raspon od $\pm 1,96$ standardnih devijacija (σ) oko srednje vrijednosti.

Zaključak

Programski alat CalculeAKator je omogućio da se rezultati vodnog bilansa obrade na brz i siguran način, a da se dobiveni rezultati prikažu u formi koja je prikladna da se bez ikakvih dodatnih obrada uvrsti u izvještaj. U junu 2013. je završena treća verzija programa u kojoj su uvedena nova poboljšanja i otklonjeni nedostaci uočeni u ranijim verzijama.

Program CalculeAKator se može besplatno preuzeti na web stranici www.waterloss.com.ba



Slika 8: Nova verzija CalculeAKator 3.0 dostupna je za besplatno preuzimanje (izvor: www.waterloss.com.ba)

PRAVILNIK O NAČINU ODREĐIVANJA EKOLOŠKI PRIHVATLJIVOG PROTOKA FBiH

Službene novine Federacije BiH su u svom broju 4/2013 objavile novi podzakonski akt iz oblasti upravljanja vodama, nazvan Pravilnik o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka (EPP). Zakon o vodama („Službene novine Federacije BiH“, broj 70/06) je 2006 regulirao upravljanje vodama u FBiH sukladno temeljnim direktivama EU u ovoj oblasti, prvenstveno Okvirnoj direktivi o vodama (Water Framework Directive), ali je već tada u svojim članovima predvidio razvoj podzakonskih akata koji će preciznije odrediti određene oblasti djelovanja. Tako je članom 62. stav 4. Zakona utvrđeno da će federalni ministar poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, uz suglasnost federalnog ministra okoliša i turizma, donijeti propis o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka, koji naročito sadrži metodologiju i potrebna istraživanja, uzimajući u obzir specifičnosti lokalnog ekosistema i sezonske varijacije protoka i procedure određivanja ovog protoka.

Dakle donošenje ovog pravilnika bilo je neophodno, kako bi se pitanja iz naprijed navedene zakonske

osnove za donošenje uredila na jedinstven normativan način i time omogućilo da ekološki prihvatljiv protok, određen u skladu sa uslovima i procedurama utvrđenim ovim pravilnikom, osigura očuvanje prirodne ravnoteže i ekosistema vezanih za vodu, te ostvarivanje drugih ciljeva koji proizlaze iz odredbi Zakona o vodama. Sa njegovom primjenom FBiH se obvezala na ekološki prihvatljiv način raspodjele vode, u cilju osiguranja dovoljne količine vode za sve korisnike vodnih resursa, od ljudi i industrije do životinjskog i biljnog svijeta u rijekama i jezerima. Ovom regulativom je uspostavljen pravni mehanizam koji jamči da će se FBiH zalagati za zdrave vode i očuvanje ključnih usluga koje vodni resursi pružaju lokalnom stanovništvu, kao što su pročišćavanje vode, ribarstvo i prihranjivanje podzemnih voda.

Kako bi u što većoj mjeri osigurali zaštitu potreba živog svijeta u korištenju vodnih resursa, Svjetska organizacija za zaštitu prirode WWF i Centar za okolišno održivi razvoj (COOR) kao nositelji pripreme ovog podzakonskog akta su predvodili edukaciju donositelja odluka i usvajanje pristupa pod nazivom „eko-



Slika 1 Gornji tok Neretve ima visok interes za proračun EPP

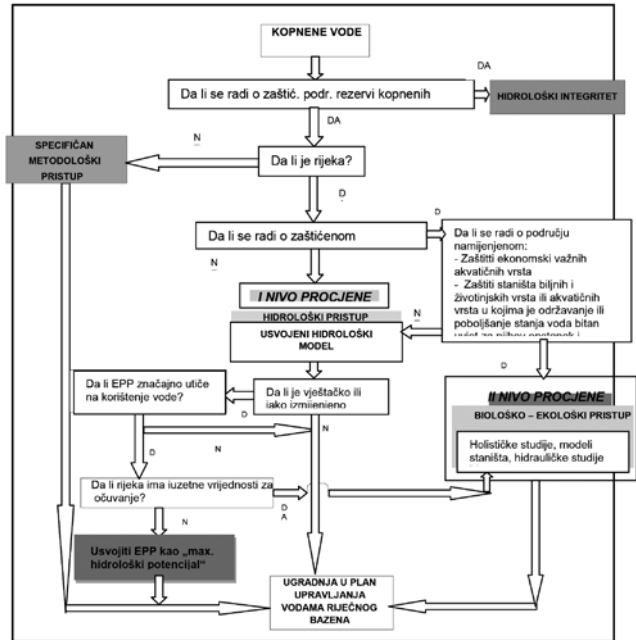
loški protok“, koji se već uvelike koristi širom svijeta. WWF i COOR su istražili pravni kontekst BiH kako bi pronašli način za uključjenje podzakonskog akta o ekološkom protoku u postojeće zakone. Proces je pomno praćen od strane državnih tijela i agencija, koje su usput postale pravi motor procesa i osigurale veliku podršku za usvajanje ovog akta.

Koncept ekološkog protoka je koncept pravednog dijeljenja i održivog korištenja vodnih resursa, kako bi ljudi, životinje i biljke koji žive uzvodno i nizvodno, mogli preživjeti i koristiti riječne resurse barem u mjeri koja osigurava njihov opstanak. EPP zapravo treba „imitirati“ prirodne protoke u toku godine, zadržavanjem osnovnih karakteristike prirodnog režima protoka u toku godine, koje su neophodne za osiguranje uvjeta za opstanak živog svijeta. Usvojeni podzakonski akt nije prepreka za razvoj (npr. hidroenergije), ali daje okvir održivosti koji uzima u obzir potrebe svih korisnika, uključujući prirodu, kako bi se očuvala jedinstvena biološka raznolikost koja krase ovaj dio svijeta.

Struktura ovog podzakonskog akta je relativno uobičajena - on se sastoji od Općih odredbi sa 6 članova, u drugom dijelu se obrazlaže Metodologija za određivanje ekološki prihvatljivog protoka (ukupno 15 članova), treći dio se odnosi na Monitoring i izvještavanje, dok su u četvrtom Prijelazne i završne odredbe (sa samo 2 člana).

U općim odredbama se članovima 1 i 2 određuje predmet Pravilnika, tj. da je njegova svrha propisivanje način određivanja ekološki prihvatljivog protoka (EPP), propisivanje metodologije i potrebnih istraživanja, procedure određivanja EPP-a, monitoringa, te načina izvještavanja o EPP, a zatim i područje primjene pravilnika, na sva vodna tijela površinskih voda na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine.

Članom 3 se određuju ciljevi zaštite okoliša sa EPP-om, gdje se naglašava da se EPP uspostavlja radi održanja ili vraćanja strukture i funkcije vodenih ekosistema i pripadajućih kopnenih ekosistema, doprinoseći sprečavanju degradacije stanja voda i ostvarenju ciljeva zaštite okoliša kroz održivo korištenje vode. EPP mora biti sukladan referentnim uvjeti-



Slika 2 Okvirna metodološka shema procjene EPP

ma usvojenim za to vodno tijelo u planu upravljanja vodama.

Član 4 propisuje mjesta za utvrđivanje EPP i naglašava da se EPP računa za vodna tijela kao jedna od mjera za zaštitu voda. Osim za vodna tijela na kojima se određuje EPP za potrebe utvrđivanja stanja voda, EPP se utvrđuje i za vodotoke u profilima predviđenog zahvata vode, u svim slučajevima koje je potrebna vodna dozvola. Član 5 govori o slučajevima u kojima se pravilnik ne primjenjuje, prvenstveno imajući u vidu mogući prevlađujući javni interes. Dio općih odredbi se završava članom 6 sa definicijama korištenih izraza.

Član 7 uvodi proceduru za računanje EPP, navodeći Prilog 1 kao sastavni dio Pravilnika, u kome se nalazi Okvirna metodološka shema procjene EPP-a predstavljena na narednoj slici:

Član 8. pravilnika uvodi dva nivoa procjene EPP-a, i to:

- 1) I NIVO PROCJENE – opća procjena EPP-a za sve rijeke primjenom hidrološke metode određene ovim pravilnikom.
- 2) II NIVO PROCJENE – posebna procjena EPP-a za vodna tijela u zaštićenim područjima progla-

šena u skladu sa članom 65. Zakona o vodama i druga zaštićena područja iz Registra o zaštićenim područjima iz Zakona o vodama, kao i za područja koja nisu proglašena zaštićenim, a koja imaju izuzetne vrijednosti za očuvanje (prisustvo ugroženih staništa ili vrsta, historijsko-kulturološke i ambijentalne vrijednosti itd.), u kojim slučajevima se EPP utvrđuje korištenjem bioloških i ekoloških kriterija (uključujući holističke i hidrauličke studije, a naročito modele staništa, itd.) kao dodatak primjeni hidrološke metode iz tačke 1) ovog člana.

Ako se radi o zaštićenom području rezervi kopnenih voda iz člana 69. stav 1. Zakona o vodama, aktivnosti koje se provode na tom području moraju biti u skladu sa propisom iz stava 3. navedenog člana Zakona o vodama. Svakako je ovdje važno napomenuti da postoji više od 200 definiranih različitih metoda za određivanje EPP, iz čega se zapravo vidi složenost zadatka izbora najpogodnije za uvjete BiH.

U nastavku se članovima 9 do 11 najprije propisuju da se opća procjena EPP-a provodi uz korištenje hidrološke metode, zatim određuju karakteristike hidroloških vremenskih nizova koji se koriste za računanje EPP-a, te propisuju i proračun vrijednosti Q_{epp} (EPP protok). Ova se vrijednost računa na osnovu vrijednosti parametara Q_{min} , Q_{sr} i $Q_{DEK(j)}$ rijeke u profilu za koji se određuje EPP, na osnovu slijedeće jednačbe:

$$Q_{epp} = \begin{cases} 1,0 \times Q_{sr} & \text{za } Q_{DEK(j)} < Q_{sr} \\ 1,5 \times Q_{sr} & \text{za } Q_{DEK(j)} \geq Q_{sr} \end{cases}$$

U slučaju, kada je $Q_{min} = 0$, ili $Q_{min} : Q_{sr} < 1:25$, Q_{epp}

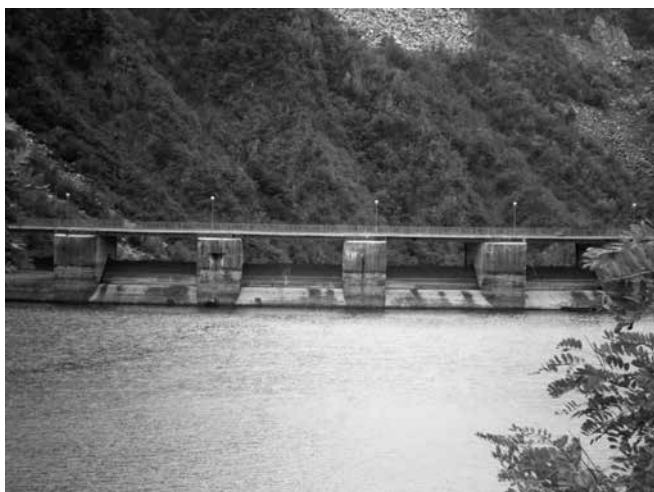
će se proračunati na osnovu slijedeće jednačbe:

$$Q_{epp} = \begin{cases} 0,1 \times Q_{sr} & \text{za } Q_{DEK(j)} < Q_{sr} \\ 0,15 \times Q_{sr} & \text{za } Q_{DEK(j)} \geq Q_{sr} \end{cases}$$

U slučaju da se EPP računa za vodno tijelo nizvodno od akumulacije potrebno je odrediti i maksimalni dozvoljeni protok (ispuštanje iz akumulacije) za sušne periode tokom godine u visini od dvostrukog $Q_{DEK(j,i)}$ za predmetnu dekadu.

Posebno je uočen i značaj EPP u slučaju postojanja akumulacije vode, koje zapravo najčešće prekidaju prirodno postojeće pojave plavnih valova što ispiraju korito rijeke i time osiguravaju prenos sedimenta te održanje područja mriještenja riba. Pravilnik stoga u članu 12 propisuje primjenu tzv. „fleš“ ili „ispirajućeg“ protoka, odnosno vještačkih vodnih talasa u periodima karakterističnim za određeno vodno područje, čije se ispuštanje vrši po posebno urađenom projektu. Član 13 zatim detaljno određuje sadržaj Izvještaja o proračunu EPP za I nivo procjene.

Kad je u pitanju istraživanje statusa zaštićenosti područja, problem trenutno predstavlja činjenica da registar zaštićenih područja, čija je izrada predviđena Zakonom o vodama, nije još konačno uspostavljen. Uspostavom registra, bit će objedinjene informacije o zaštićenosti područja po osnovu Zakona o vodama i po osnovu svih ostalih akata Vlade. Opći problem pri definiranju odgovora na ovo pitanje predstavlja i nedostatak liste zaštićenih vrsta, tzv. Crvena lista za BiH, odnosno za Federaciju BiH i Republiku Srpsku, pa se posebnim postupkom određuje da li je potreban II NIVO PROCJENE EPP-a, na osnovu postojećih podataka o ekološkim karakteristikama vodenih ekosistema, uz stručno obrazloženje. Za II



Slika 3 Akumulacije mogu zahtijevati i „fleš“ ili ispirajuće protoke



Slika 4 Zaštićena područja, jezera i močvare zahtijevaju posebnu procjenu EPP



Slika 5 Pravilnik propisuje zahtjeve o načinu monitoringa i izvještavanja o provedbi EPP-a

NIVO PROCJENE metodologija propisuje dodatne analize vodenih ekosistema, naročito elemenata koji su najviše izloženi utjecaju korištenja vode. Posebna procjena EPP-a provest će se u onim slučajevima koji predstavljaju izuzetnu vrijednost za očuvanje (uključujući i zaštićena područja) ili one vodene ekosisteme čija struktura i funkcioniranje zahtijevaju poseban pristup za određivanje EPP-a, kao što su močvare. Posebna procjena EPP-a u ovim slučajevima će se raditi pomoću bioloških i ekoloških kriterija, uključujući holističke studije, modele staništa, hidrauličke studije, itd. Na zaseban način je propisan proces određivanja EPP-a u zaštićenim područjima, područjima sa izuzetnim vrijednostima za očuvanje, te određivanje EPP-a za jezera i močvare. Sve je ovo određeno članovima 14-17.

Pravilnik je članom 18 i Prilogom 3 ovog podzakonskog akta specificirao i uspostavljanje potrebnog monitoringa za praćenje ispunjavanja uslova EPP-a i za ocjenu njegove efikasnosti, te odredio način i uvjete vršenja tog monitoringa. Član 19 je odredio da se EPP utvrđen na način propisan ovim pravilnikom primjenjuje tokom cijele godine, uključujući i situacije kad je stvarni protok na mjestu zahvata manji od proračunatog EPP, kada nosilac prava iz vodnog akta ne smije uopće zahvatati vodu. Član 20 smješta procjenu EPP u postupak dobijanja prethodne vodne suglasnosti i propisuje da evaluaciju vrijednosti Q_{EPP} vrši nadležna agencija za vodno područje gdje se nalazi profil vodozahvata, i to u odnosu na opšte karakteristike vodnog područja / riječnog bazena, pritiske, zaštićena područja, te ciljeve upravljanja vodama iz

plana upravljanja vodnim područjem/riječnim bazenom u kojem se nalazi profil vodozahvata. Pozitivno evaluiran Q_{EPP} se zatim ugrađuje u pripadajući plan upravljanja vodama vodnog područja. Naredni član 21 određuje procjenu EPP za jako izmijenjeno vodno tijelo, gdje se mora utvrditi "maksimalni hidrološki potencijal", nakon usvajanja mjera za smanjenje pritiska na resurs.

Članovima 22-25 se propisuju zahtjevi o načinu monitoringa i izvještavanja o provedbi EPP-a, gdje se naglašava da su programi monitoringa dio tehničke dokumentacije za dobivanje prethodne vodne suglasnosti, kao i da ovi programi moraju biti projektirani tako da odgovore na jasno i precizno postavljene uslove koje postavlja EPP sa aspekta kvantiteta – ukoliko je ekološko prihvatljiv protok proračunat hidrološkim pristupom i sa biološko-ekološkog aspekta ukoliko je ekološko prihvatljiv protok rezultat holističke studije, studije habitata, hidrauličke studije itd. (dakle za I ili II nivo procjene).

Usvajanje i primjena ovog akta je dijelom i sredstvo za pomirenje često sukobljenih sektora poput zaštite okoliša, energetike, poljoprivrede i sl. i predstavlja kvalitetan alat održivog razvoja. Kako je već i naglašeno, sam akt ne sprječava niti usporava razvoj, već upravo suprotno - razrješava postojeće dvojbe i pitanje da li treba koristiti vodne potencijale zamjenjuje pitanjem kako treba koristiti ove potencijale, pa čak i jednovremeno na isto daje i odgovor. Dosljednom primjenom će se i minimizirati dugogodišnji postojeći prijepori između nevladinih organizacija i potencijalnih investitora u gradnju hidroelektrana i omogućiti dugo očekivani progres u ovom području, a koji ipak neće ugroziti prirodne vrijednosti koje BiH ima.



Slika 6 Okosnica tima koji je radio na pripremi Pravilnika

REZULTATI MONITORINGA U 2012. GODINI

- Ispitivanja fizičko-hemijskih, hemijskih i mikrobioloških parametara kvaliteta površinskih voda sliva rijeke Save na području FBiH u 2012. godini

Uvod

Ispitivanje površinskih voda na području sliva rijeke Save u Federaciji Bosni i Hercegovini u 2012. godini vršeno je shodno Zakonu o vodama FBiH (Službene novine FBiH, 70/06) i preporukama Okvirne Direktive o vodama 2000/60/EC (u daljem tekstu ODV), a na osnovu Plana i finansijskog plana "Agencije za vodno područje rijeke Save" Sarajevo za 2012. godinu.

Za program monitoringa u 2012. godini odabrana su vodna tijela površinskih voda na vodotocima čija je površina sliva veća od 100 km². Sva vodna tijela za koja je procijenjeno da su pod rizikom ili vjerovatno pod rizikom, odnosno za koja je procijenjeno da su pod pritiskom od tačkastog ili difuznog zagađenja istraživana su operativnim monitoringom. Vodna tijela koja nisu ili vjerovatno nisu pod rizikom i koja nisu pod pritiskom od tačkastog ili difuznog zagađenja, odnosno vodna tijela za koja nema dovoljno podataka na osnovu kojih bi se vršila procjena rizika istraživana su nadzornim monitoringom.

Plan i program monitoringa u 2012. godini obuhvatio je 43 vodotoka i 4 akumulacije, a ispitivano je ukupno 67 mjernih mjesta, odnosno 65 vodnih tijela. Operativnim monitoringom je praćeno 14 mjernih mjesta, a nadzornim monitoringom 53 mjerna mjesta.

U sklopu redovnog monitoringa u periodu juli - avgust 2012. godine na sedam vodnih tijela, čije vode se koriste za kupanje, praćeni su dodatni parametri prema zahtjevima Direktive 76/160/EEC, koja tretira kvalitet voda za kupanje.

Na šest vodnih tijela namijenjenih za zahvatanje za vodu za piće, u periodu od aprila do novembra, praćen je kvalitet prema zahtjevima Direktive Savjeta 75/440/EEC, koja se odnosi na zahtijevani kvalitet površinske vode namijenjene za zahvatanje za piće u državama članicama (u daljem tekstu Direktiva 75/440/EEC).

Program monitoringa u 2012. godini obuhvatio je ispitivanje i jezera/akumulacija: Plivska jezera (Veliko i Malo jezero - 2 mjerna mjesta), akumulacija Modrac (2 mjerna mjesta), Hazna i Župica. Ispitivanja svakog mjernog mjesta vršena su po vertikali, a broj uzoraka ovisio je od eufotične zone utvrđene mjerenjem prozirnosti vode uz pomoć Secchi diska (eufotična zona je 2,5 x Secchi dubine). Od uzoraka uzetih po dubinama pravljani su kompozitni uzorci koji su analizirani 4 puta godišnje, dok su se u periodu uzorkovanja fitoplanktona (vegetacijski period) na svakoj dubini analizirali određeni fizičko-hemijski parametri (režim kisika, nutrijenti i opći parametri koji se mjere na terenu) bitni za evaluaciju ovog biološkog parametra.

Kvalitet površinskih voda ispitan je i sa mikrobiološkog aspekta u dvije serije uzorkovanja (maj-juni i septembar-oktobar 2012. godine). Za potrebe redovnog monitoringa mikrobiološka ispitivanja su obuhvatala određivanje broja kolonija aerobnih organotrofa, ukupnog broja koliformnih bakterija na 37°C, ukupnog broja koliformnih bakterija fekalnog porijekla na 44°C i ukupnog broja fekalnih streptokoka.

Monitoring površinskih voda i akumulacija u 2012. godini obuhvatio je fizičko-hemijske i hemijske elemente kvaliteta koji omogućavaju praćenje termičkih uslova, uslova režima kisika, acidifikacije, hranjivih supstanci, prisustva odabranih specifičnih supstanci (mineralna ulja, anionski deterdženti, fenoli, željezo, hrom, bakar, mangan i cink) i velikog broja prioriternih supstanci.

Nabrojana grupa specifičnih supstanci je identificirana prema evidentiranoj pojavi ovih supstanci u povišenim koncentracijama u odnosu na dozvoljene vrijednosti prema Pravilniku o opasnim i štetnim materijama u vodama (Službene novine FBiH, br.43/07), a na osnovu dugogodišnjih ispitivanja površinskih voda na slivu rijeke Save na teritoriji FBiH. Specifične supstance su ispitivane četiri puta godišnje na 24 mjerna mjesta (u periodu od aprila do novembra).

Prioritetne supstance su ispitivane na svim mjernim mjestima frekvencijom od četiri ili šest puta godišnje, u ovisnosti od vrste monitoringa. Ispitivano je 61 % od ukupnog broja prioriternih supstanci definisanih Aneksom II Direktive 2008/105/EC Evropskog Parlamenta i Savjeta od 16. decembra 2008. o okolišnim standardima kvaliteta na polju politike voda koja dopunjava i naknadno ukida direktive Savjeta 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC i dopunjava direktivu 2000/60/EC Evropskog Parlamenta i Savjeta.

Hidrološka mjerenja za potrebe monitoringa Agencije za vodno područje rijeke Save, Sarajevo u 2012. godini obavljena su jednim dijelom od strane uposlenika AVP Sava, a drugim dijelom angažovanjem vanjskog izvršioca. Hidrometrijska mjerenja su vršena u različitim hidrološkim uslovima prema dinamici planiranog laboratorijskog monitoringa.

Zahtjevi kvaliteta vode za svako mjerno mjesto definirani su u "Uredbi o kategorizaciji vodotoka" (Sl. novine SR BiH, br. 42/67) (I, II, III klasa). Maksimalne dozvoljene koncentracije (MDK vrijednosti) za ispitivane parametre kvaliteta, date su u podzakonskim aktima Bosne i Hercegovine: "Uredba o klasifikaciji voda međurepubličkih vodotoka, međudržavnih voda i voda obalnog mora Jugoslavije", ("Službeni list SFRJ", broj 6/78), "Uredba o opasnim i štetnim materijama u vodama", ("Službene novine FBiH", broj 43/07), te "Uredba o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka", ("Službeni glasnik RS", broj 44/01).

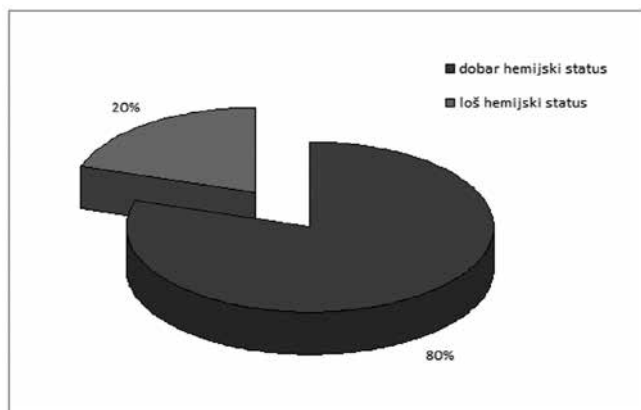
Za prioritne supstance relevantne su granične vrijednosti u vidu dozvoljene prosječne godišnje koncentracije (AA-EQS) i maksimalne godišnje koncentracije (MAC-EQS), u vidu okolišnih standarda kvaliteta (EQS) definisanih Direktivom 2008/105/EC, koja dopunjuje ODV. Donošenjem "Uredbe o uslovima ispuštanja otpadnih voda u recipijente i sisteme javne kanalizacije" ("Službene novine Federacije BiH", broj 04/12), primjena okolišnih standarda kvaliteta je transponirana u zakonodavstvo Federacije BiH, jer Aneks I Direktive 2008/105/EC u kojem su predstavljene vrijednosti okolišnih standarda kvaliteta čini Prilog I navedene Uredbe.

Rezultati fizičko-hemijskih, hemijskih i mikrobioloških ispitivanja

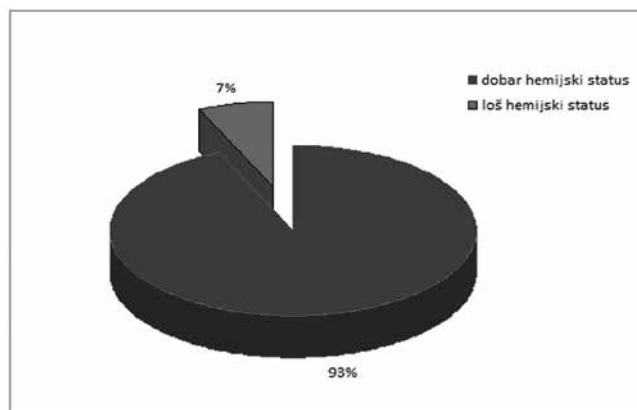
Rezultati monitoringa provedenog u 2012. godini sadrže sve fizičko-hemijske i veći dio hemijskih elemenata kvaliteta koji ulaze u procjenu ekološkog i hemijskog statusa ispitivanih vodnih tijela. S obzirom da tip specifični kriteriji za ocjenu ekološkog statusa još uvijek nisu definisani na području FBiH, dobiveni rezultati su razmatrani prema trenutno važećoj zakonskoj regulativi. Za ocjenu kvaliteta ispitivanih mjernih mjesta kao relevantni uzeti su fizičko-hemijski elementi koji prema zahtjevima ODV-a, pored bioloških i hidromorfoloških elemenata kvaliteta, ulaze u procjenu ekološkog statusa: uslovi režima kisika (otopljeni kisik, zasićenost kisikom, BPK5, HPK-dihromat i HPK-permaganat), kiselost (pH), hranjive supstance (N-nitritni, N-nitratni, N-amonijačni, ukupni N, orto-fosfat i ukupni fosfor) i odabrane specifične supstance (mineralna ulja, anionski deterdženti, fenoli, željezo, hrom, bakar, mangan i cink).

Utvrđen je hemijski status ispitivanih mjernih mjesta na osnovu rezultata analize velikog broja prioriternih supstanci. Za ocjenu kvaliteta uzeta je u obzir prosječna godišnja vrijednost navedenih parametara, a za prioritne supstance relevantna je i maksimalna godišnja vrijednost.

Cilj primjene ODV-a je postizanje dobrog statusa, odnosno potencijala svih vodnih tijela, ali zbog nepostojanja kriterija za ocjenu ekološkog statusa u ovom trenutku zahtijevanom klasom za ispitivana vodna tijela smatra se klasa definirana u "Uredbi o kategorizaciji vodotoka" ("Sl. novine SR BiH", br. 42/67). Konačna ocjena ekološkog i hemijskog statusa vodnih tijela svakako će biti najpotpunija donošenjem odgovarajućih podzakonskih akata sa definisanim kriterijima i metodologijama za ocjenu statusa, odnosno donošenjem Plana upravljanja.



Slika 1: Hemijski status ispitivanih vodnih tijela u slivu rijeke Save



Slika 2: Hemijski status ispitivanih vodnih tijela u slivu rijeke Une

Tabela 1 Pregled učešća mjernih mjesta po slivovima rijeka

Redni broj	Sliv/podsliv rijeke	Broj mjernih mjesta
1.	Sava	5
2.	Una	15
3.	Vrbaš	3
4.	Bosna	33
5.	Drina	5
6.	Plivsko jezero	2
7.	Akumulacija Modrac	2
8.	Hazna	1
9.	Župica	1

U tabelama od 2 do 7 dat je pregled utvrđenih klasa na osnovu fizičko-hemijskih i hemijskih parametara koji ulaze u procjenu ekološkog statusa, zajedno sa utvrđenim hemijskim statusom u odnosu na prioritete supstance (prema zahtjevima okolišnih standarda kvaliteta) i stepenom zadovoljena zahtijevane klase mikrobiološkog kvaliteta površinskih voda.

Klasa ispitivanih mjernih mjesta je utvrđena tako da je najlošiji parametar, od onih koji ulaze u procjenu ekološkog statusa, odredio kojoj klasi pripada mjereno mjesto. Hemijski status je loš ukoliko samo jedna prioritarna supstanca i/ili grupa prioritarnih supstanci prelazi okolišne standarde kvaliteta. Mikrobiološki kvalitet ispitivanih mjernih mjesta ne zadovoljava zahtijevanu klasu ukoliko samo jedan od ispitivanih parametara prelazi zahtijevanu graničnu vrijednost.

Tabela 2 Rezultati ocjene ispitivanih mjernih mjesta prema fizičko-hemijskim i hemijskim elementima kvaliteta koji ulaze u procjenu ekološkog statusa, mikrobiološkim parametrima i prioritarnim supstancama na rijeci Savi i njenom neposrednom slivu

Red. broj	Mjerno mjesto	Zahtijevana klasa	Utvrđena klasa	Hemijski status	Mikrobiološki kvalitet zadovoljava	Mikrobiološki kvalitet ne zadovoljava
1.	Sava – naselje Vidovice	II	III	Loš	+	
2.	Sava – HS Svilaj	II	II	Dobar	+	
3.	Tolisa - ušće	II	IV	Dobar	+	
4.	Tinja – naselje Skakava Donja	II	II	Dobar		+
5.	Mala Tinja - ušće	II	II	Dobar		+

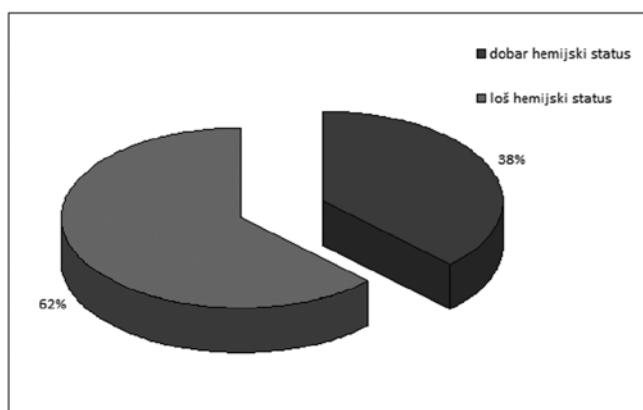
Tabela 3 Rezultati ocjene ispitivanih mjernih mjesta prema fizičko-hemijskim i hemijskim elementima kvaliteta koji ulaze u procjenu ekološkog statusa, mikrobiološkim parametrima i prioritarnim supstancama u slivu rijeke Une

Red. broj	Mjerno mjesto	Zahtijevana klasa	Utvrđena klasa	Hemijski status	Mikrobiološki kvalitet zadovoljava	Mikrobiološki kvalitet ne zadovoljava
1.	Unac – nizv. od Drvara	II	II	Dobar	+	
2.	Unac – ušće	II	II	Dobar	+	

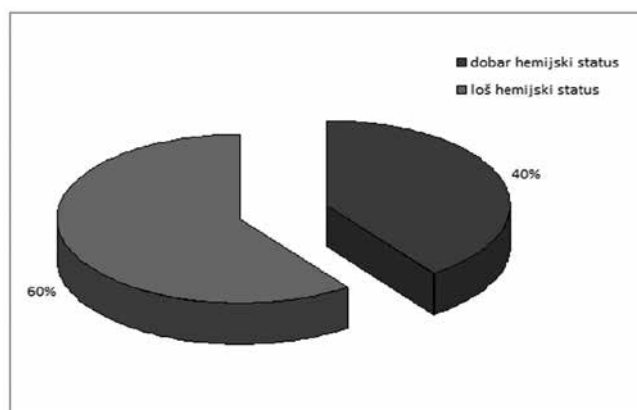
3.	Una – nizv. od Bihaća	II	II	Dobar		+
4.	Una – nizv. od Bosanske Otoke	II	II	Dobar	+	
5.	Klokot - izvor	II	II	Dobar	+	
6.	Klokot - ušće	II	II	Dobar	+	
7.	Mutnica – ušće u Koranu	II	III	Dobar		+
8.	Kladušnica - ušće	II	II	Dobar		+
9.	Bužimica – naselje Jabukovac	II	III	Loš	+	
10.	Glinica – ušće u Glinu	II	II	Dobar	+	
11.	Sana – uzv. od Ključa	II	II	Dobar	+	
12.	Kozica – ušće	II	III	Dobar	+	
13.	Sana – nizv. od Sanskog Mosta	II	II	Dobar	+	
14.	Blija – naselje Skucani Vakuf	II	II	Dobar	+	
15.	Krušnica - ušće	II	II	Dobar		+

Tabela 4 Rezultati ocjene ispitivanih mjernih mjesta prema fizičko-hemijskim i hemijskim elementima kvaliteta koji ulaze u procjenu ekološkog statusa, mikrobiološkim parametrima i prioritetnim supstancama u slivu rijeke Vrbas

Red. broj	Mjerno mjesto	Zahtijevana klasa	Utvrđena klasa	Hemijski status	Mikrobiološki kvalitet zadovoljava	Mikrobiološki kvalitet ne zadovoljava
1.	Bistrica – ušće	II	III	Dobar		+
2.	Veseočica - ušće	II	III	Dobar		+
3.	Vrbas – nizv. od HE Jajce II	II	II	Dobar	+	



Slika 3: Hemijski status ispitivanih vodnih tijela u slivu rijeke Bosne



Slika 4: Hemijski status ispitivanih vodnih tijela u slivu rijeke Drine

Tabela 5 Rezultati ocjene ispitivanih mjernih mjesta prema fizičko-hemijskim i hemijskim elementima kvaliteta koji ulaze u procjenu ekološkog statusa, mikrobiološkim parametrima i prioritarnim supstancama u slivu rijeke Bosne

Red. broj	Mjerno mjesto	Zahtijevana klasa	Utvrđena klasa	Hemijski status	Mikrobiološki kvalitet zadovoljava	Mikrobiološki kvalitet ne zadovoljava
1.	Bosna – izvor	I	I	Loš	+	
2.	Zujevina – nizv. od Hadžića	II	III	Loš		+
3.	Zujevina – ušće	II	III	Dobar		+
4.	Bijela rijeka – ušće	II	II	Loš	+	
5.	Željeznica – Ilovice	II	II	Loš		+
6.	Željeznica – uzv. od Kijeva	II	II	Dobar	+	
7.	Željeznica – ušće	II	II	Loš		+
8.	Miljacka – Kozija ćuprija	II	III	Loš		+
9.	Miljacka - ušće	III	V	Dobar		+
10.	Ljubina – nizv. od Srednjeg	II	III	Dobar		+
11.	Ljubina – ušće	II	III	Loš		+
12.	Misoča – ušće	II	III	Dobar		+
13.	Stavnja – nizv. od Vareša	III	III	Dobar	+	
14.	Stavnja – ušće	III	III	Dobar	+	
15.	Lepenica - Han Ploča	II	II	Loš		+
16.	Lepenica – ušće u Fojničku r.	II	III	Loš		+
17.	Bila – ušće u r. Lašvu	II	III	Dobar		+
18.	Grlovnica – ušće	II	III	Dobar		+
19.	Kozica – ušće u r. Lašvu	II	III	Loš		+
20.	Stupčanica – ušće	II	III	Dobar		+
21.	Bioštica – ušće	II	II	Loš	+	
22.	Krivaja – ispod Olova	II	II	Dobar	+	
23.	Bosna – nizv. od Maglaja	III	IV	Dobar	+	
24.	Usora – ušće	II	II	Dobar		+
25.	Gostelja – ušće	II	III	Loš		+
26.	Oskova – uzv. od Gostelje	II	V	Loš		+
27.	Oskova – ušće u r. Spreču	II	V	Loš		+
28.	Spreča – uzv. od Modraca	II	V	Loš		+
29.	Turija – uzv. od r. Bukovice	II	II	Dobar		+
30.	Turija – ušće u j. Modrac	II	II	Dobar		+
31.	Jala – uzv. od Siminog Hana	II	V	Loš		+
32.	Jala - ušće	III	V	Loš		+
33.	Spreča – ušće	III	V	Loš	+	

Tabela 6 Rezultati ocjene ispitivanih mjernih mjesta prema fizičko-hemijskim i hemijskim elementima kvaliteta koji ulaze u procjenu ekološkog statusa, mikrobiološkim parametrima i prioritarnim supstancama u slivu rijeke Drine

Red. broj	Mjerno mjesto	Zahtijevana klasa	Utvrđena klasa	Hemijski status	Mikrobiološki kvalitet zadovoljava	Mikrobiološki kvalitet ne zadovoljava
1.	Kolunska rijeka – ušće	II	III	Dobar		+
2.	Osanica – ušće	II	II	Loš		+
3.	Drina - Vitkovići	II	II	Dobar	+	
4.	Drina – nizv. od Goražda	II	III	Loš	+	
5.	Sapna – naselje Sapna	II	III	Loš		+

Tabela 7 Rezultati ocjene ispitivanih mjernih mjesta prema fizičko-hemijskim i hemijskim elementima kvaliteta koji ulaze u procjenu ekološkog statusa, mikrobiološkim parametrima i prioritetnim supstancama na akumulacijama

Red. broj	Mjerno mjesto	Zahtijevana klasa	Utvrđena klasa	Hemijski status	Mikrobiološki kvalitet zadovoljava	Mikrobiološki kvalitet ne zadovoljava
PLIVSKO JEZERO						
1.	Plivsko jezero/akumulacija – Malo jezero	II	II	Dobar	+	
2.	Plivsko jezero/akumulacija – ispred motela	II	II	Dobar	+	
AKUMULACIJA MODRAC						
3.	Akumulacija Modrac – u blizini brane	II	III	Loš	+	
4.	Akumulacija Modrac – ispred Prokosovića	II	IV	Dobar	+	
HAZNA						
5.	Hazna	II	III	Loš	+	
ŽUPICA						
6.	Župica	II	II	Dobar	+	

Zaključak

Na području sliva rijeke Save u FBiH tokom 2012. godine izvršena je kontrola kvaliteta površinskih voda, putem uspostavljanja operativnog i nadzornog monitoringa, na ukupno 67 mjernih mjesta, na 65 vodnih tijela.

Analizom rezultata fizičko-hemijskih i hemijskih elemenata kvaliteta koji ulaze u procjenu ekološkog statusa i prioritetnih supstanci utvrđeno je da je na 27 kontroliranih mjernih mjesta (40 %) u potpunosti zadovoljen zahtijevani kvalitet prema oba kriterija, dok je na 17 mjernih mjesta (25 %) zahtijevani kvalitet narušen prema oba kriterija. Na preostala 23 mjerna mjesta (35 %) jedan od navedenih kriterija nije ispoštovan, u zavisnosti od toga da li je određeno mjerno mjesto pod pritiskom od organskog zagađenja (netretiranih komunalnih otpadnih voda) ili pak od nekih od prioritetnih supstanci.

Važno je istaći da se samo šest, od dvadeset analiziranih, prioritetnih supstanci i/ili grupa supstanci javlja u koncentracijama koje prelaze zahtjeve okolišnih standarda kvaliteta. To su: živa, kadmij, olovo, nikl, policiklični aromatski ugljikovodici (PAH) i organohlorni pesticidi (OCP).

Za metale ne postoje utvrđene vrijednosti prirodnog fona (background level), pa se ove vrijednosti ne mogu zasigurno pripisati antropogenom uticaju. Sve dok se ne utvrde vrijednosti prirodnog fona, što je preduslov za primjenu EQS-a, ne može se sa sigurnošću tvrditi da su okolišni standardi kvaliteta zaista prekoračeni.

Koncentracija PAH-ova je povećana samo za sumu benzo (g,h,i) perilena i indeno (1,2,3-cd) pirena i uglavnom se nalazi skoro na granici prosječne godišnje koncentracije AA-EQS, koja je izuzetno niska (2 ng/L).

Koncentracija organohlornih pesticida (u većini slučajeva se radi o izomeru α -HCH) prelazi zahtjev okolišnog standarda kvaliteta, izraženog u vidu maksimalno dozvoljene koncentracije – MAC-EQS, na sedam mjernih mjesta, od kojih je pet smješteno u slivu rijeke Bosne. Koncentracije triazinskih i organofosforinih pesticida ni na jednom od ispitivanih mjernih mjesta nisu prelazile zahtjeve okolišnih standarda kvaliteta.

Ispitivanjem kvaliteta površinskih voda u 2011. godini, kojim su bila obuhvaćena vodna tijela površine sliva veće od 1000 km², je utvrđeno da se sedam, od 20 ispitivanih, prioritetnih supstanci i/ili grupa supstanci javlja u koncentracijama koje prelaze zahtjeve okolišnih standarda kvaliteta. Na vodnim tijelima površine sliva veće od 100 km² ispitivanim 2012. godine identificirane su iste prioritetne supstance (izuzev organofosforinih pesticida), koje se mogu smatrati relevantnim za vodno područje rijeke Save u FBiH.

Prema dozvoljenim graničnim vrijednostima parametara za ocjenu mikrobiološkog kvaliteta površinskih voda na osnovu izvršene mikrobiološke analize rezultata utvrđeno je da je na 32 mjerna mjesta (48 %) u potpunosti zadovoljen zahtijevani kriterij klase kvaliteta vode. Na preostalih 35 mjernih mjesta (52 %) jedan ili više mikrobioloških parametara ne zadovoljava zahtijevanu klasu kvaliteta vode.

LITERATURA:

Agencija za vodno područje rijeke Save (2013), **IZVJEŠTAJ O ISPITIVANJU POVRŠINSKIH VODA SLIVA RIJEKE SAVE NA PODRUČJU FEDERACIJE BOSNE I HERCEGOVINE U 2012. GODINI.**

VILINI KONJICI KRIVAJE I BIOŠTICE

UVOD

Značajan red insekata su Odonata Fabricius, 1793 ili vilini konjici (Brajković, 2001). Adultni oblici su stanovnici zračne sredine, dok su larve stanovnici vodene sredine. Adultni oblici vilinih konjica žive u zračnoj sredini dok su larve stanovnici vodene sredine. Do sada je opisano više od 5000 vrsta vilinih konjica, razvrstanih u više od 500 rodova (Santovac, 2007). Prvi objavljeni rad o Odonatama Fabricius, 1793 napisao je Ulisse Aldrovandi, professor Univerziteta iz Bolonje (1602). Viline konjice istraživali su mnogi naučnici: Fabricius, Vander Linden, Leach, Selys, Askew, Dijskstra, Levington, i drugi. Doprinos istraživanju vilinih konjica u Bosni i Hercegovini dali su Klapalek, Fudakowski, Adamović, Franković, u novije vrijeme Jović, Vukić, Lelo, Sućeska & Karačić, itd. Odonata Fabricius, 1793 su skupina insekata specifičnih anatomsko-morfoloških karakteristika. Istraživanja Odonata Fabricius, 1793 rijeke Krivaje sa Biošticom izvršena su u 19 terenskih izlazaka, raspoređenih u pravilnim vremenskim razmacima, od 31.05.2012. godine do 15.09.2012. godine. Materijal je prikupljen sa 13 odabranih lokaliteta duž toka Bioštrice i Krivaje. Pedološka podloga kao i vegetacioni tipovi istraživanih lokaliteta su raznoliki.

MATERIJAL I METODE RADA

Jedinke vrsta iz reda vilinih konjica sakupljene su na području od izvora rijeke Bioštrice kod sela Knežina, opština Sokolac, do ušća rijeke Krivaje u rijeku Bosnu u Zavidovićima, tokom vegetacijske sezone (Slika 1.).



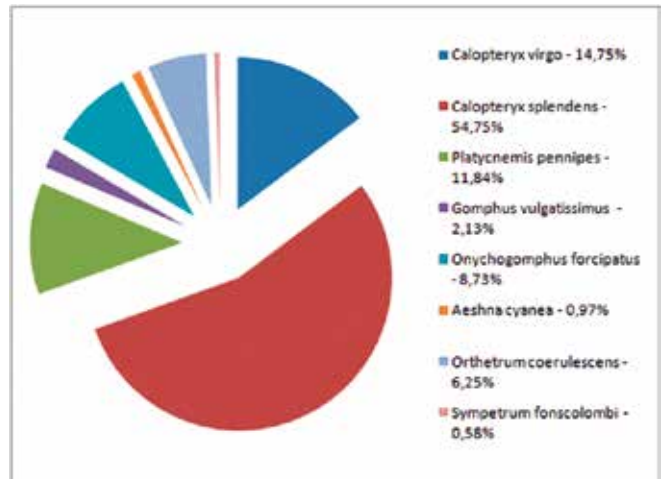
Slika 1. Istraživano područje Krivaje sa Biošticom



Slika 2. Odabrani lokaliteti istraživanja rijeke Krivaje sa Biošticom (na podlozi softvera Google Earth)

Materijal je prikupljen upotrebom entomološke-kolepteroške mreže u periodu od njihovog pojavljivanja, od maja do septembra 2012. godine. Prikupljeni su odrasli oblici vilinih konjica duž toka rijeke Bioštica i Krivaje sa 13 odabranih lokaliteta. Četiri lokaliteta su odabrana na Biošnici (izvor Bioštica ispod planine Devetak, Knežina, Zeleni vir i Olovo). Na rijeci Krivaje pored Olova materijal je prikupljen na lokalitetima Boganovići, Careva Čuprija, Maoča, Ribnica, Vožuća, Krivaja, Kovači, Stavci i Zavidovići na ušću Krivaje u rijeku Bosnu. (Slika 2.).

Uhvaćene jedinke odraslih insekata su pohranjivane u 70% alkoholu u većim staklenim teglama. Determinacija je izvršena pomoću ključeva za determinaciju (Askew, 2004; Dijkstra & Lewigton, 2010), U toku prikupljanja materijala vršena su mjerenja temperature zraka, nadmorske visine i barometarskog pritiska (pomoću ručnog sata „Empex Field Gear – tipe: Field Messe III“). Na osnovu preciznih opisa i ranijih istraživanja odabrane su odgovarajuće egzomorfološke osobine za statističku obradu. Osnovni statistički podaci dobijeni su prema Marinković et al., 1981; Petz, 1964; Zar, 1984; Fischer, 1950: srednja vrijednost (\bar{x}), varijansa (s^2), standardna devijacija (s), standardna greška (s_x), koeficijent varijacije ($V\%$). Indeksi biodiverziteta: Alfa indeks (α -diversity) -



Grafikon 1. Brojni odnos prikupljenih jedinki vrsta vilinih konjica Krivaje sa Biošticom

$H = N(1-x)/N$, Margaleffov indeks - $D = (S-1)/\ln N$, Minktoševov indeks - $D = N-U/N-\sqrt{N}$, Simpsonov indeks - $D = \sum [ni(ni-1)/N(N-1)]$, Berger-Parker Dominance indeks (d) - $d = N_{max}/N$.

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Istraživanje vilinih konjica Krivaje sa Biošticom izvršeno je na 13 lokaliteta u 19 terenskih izlaza-ka. Tokom istraživanja prikupljeno je 515 jedinki od osam vrsta Odonata Fabricius, 1793 što predstavlja 14,04% u odnosu na 57 vrsta ukupno konstatovanih u Bosni i Hercegovini (Jović et al., 2010) (Tabela 1.). Vrsta *Calopteryx splendens* (Harris, 1780) je sa najvećim procentom zastupljenih jedinki u uzorcima vilinih konjica Krivaje sa Biošticom - 54,75%, dok je najmanje zastupljena vrsta *Sympetrum fonscolombi* (Selys, 1840) - 0,58% (Grafikon 1.).

Calopteryx virgo (Linnaeus, 1758) (lijepa gospođa) pripada euromediteranskoj grupi vilinih konjica (Slika 3-5). U toku terenskog istraživanja područja rijeke Krivaje i Bioštica pronađeno je 76 jedinki ove vrste i to 62 mužjaka i 14 ženki. Jedinke ove vrste



Slika 3-5. Prikaz mužjaka (lijevo) i ženke (u sredini) vrste *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758) (16.06.2012, leg. M. Cikotić); karta rasprostranjenja prema: Dijkstra, 2010 (desno)

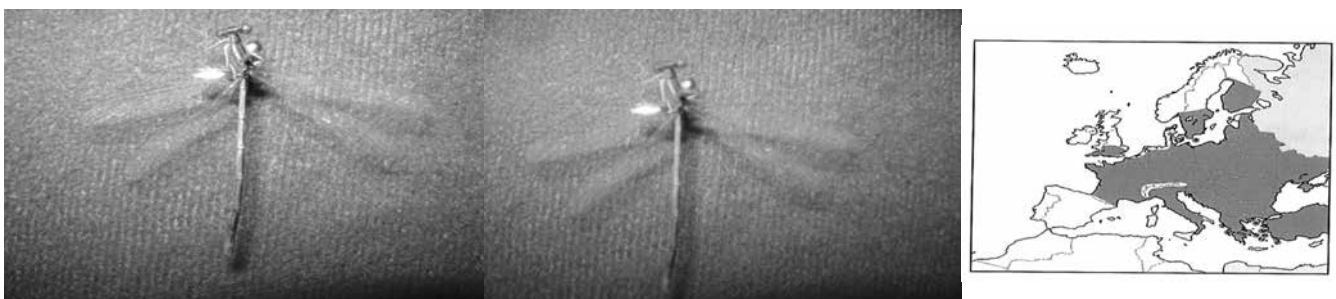


Slika 6-8. Prikaz mužjaka (lijevo) i ženke (u sredini) vrste *Calopteryx splendens* (Harris, 1780) (16.06.2012, leg. M. Cikotić); karta rasprostranjenja prema: Dijkstra, 2010 (desno)

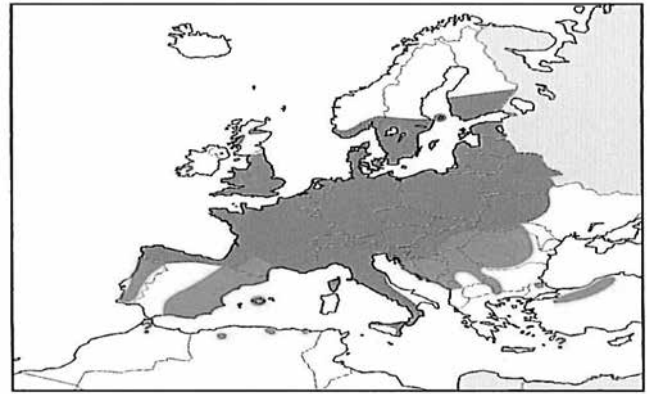
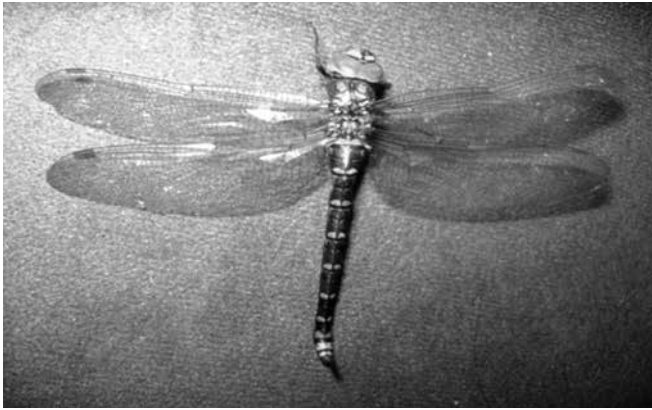
nađene su na lokalitetima: Knežina, Zeleni vir, Olovo, Boganovići, Careva Ćuprija, Maoča, Krivaja, Kovači i Stavci. Najviše jedinki ove vrste nađeno je u prikupljenom materijalu na lokalitetu Boganovići, ukupno je nađeno 19 jedinki. Najmanje jedinki je prikupljeno na lokalitetu Krivaje – 2 jedinke. Jedinke vrste *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758) su u najvećem broju nađene u materijalu prikupljenom u junu mjesecu, 73 konstatovanih jedinki, dok su svega tri jedinke nađene u julu mjesecu. U augustovskim terenskim istraživanjima nisu nađene jedinke vrste *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758). Jedinke vrste *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758) nađene su uz obale rijeka Bioštica i Krivaje u dijelovima staništa u hladovini i oko žbunja. Tu činjenicu posebno potvrđuje lokalitet Boganovići, na rijeci Krivaji, gde su konstatovane jedinke ove vrste u velikom broju, prelijetale su iznad vode i uz obalu u hladovini krošnji joha i vrba. Jedinke ove vrste su prikupljene na lokalitetima većih nadmorskih visina (Knežina, Zeleni vir), dok su na nižim nadmorskim visinama, na rijeci Krivaji na lokalitetu Stavci, prikupljene u malom broju jedinki. Ovim istraživanjem ustanovljeno je prisustvo ove vrste duž toka rijeka Krivaje i Bioštica. Za vrstu *Calopteryx virgo* Linnaeus, 1758 se može reći da je vrlo prilagodljiva vrsta vilinih konjica što potvrđuje njeno redovno nalaženje na istraživanim lokalitetima širom Bosne i Hercegovine. Na osnovu statističke obrade 19 odabranih

egzomorfoloških osobina jedinki ove vrste, može se konstatovati da one nisu u širem opsegu varirale u odabranim osobinama.

Calopteryx splendens (Harris, 1780) (prugasta konjska smrt) je euroazijska vrsta vilinih konjica (Slika 6-7). Tokom terenskih istraživanja rijeka Krivaje i Bioštica najviše je pronađeno jedinki vrste *Calopteryx splendens* Harris, 1780, ukupno 282 jedinke (77 ♀♀ i 205 ♂♂). Jedinke ove vrste su pronađene na svim lokalitetima Krivaje sa Biošticom osim na izvoru Bioštica i na lokalitetu Zeleni vir. Najviše jedinki vrste *Calopteryx splendens* Harris, 1780 nađeno je u materijalu prikupljenom na lokalitetu Stavci – 79 jedinki, dok je najmanje nađeno na lokalitetu Olovo - jedna jedinka. U materijalu prikupljenom tokom junskih terenskih izlazaka nađeno je 106 jedinki, u terenskim istraživanjima tokom mjeseca jula nađeno je 70 jedinki, dok je u materijalu prikupljenom u toku mjeseca augusta nađena 101 jedinka (Tabela 10.). U maju mjesecu su nađene dvije jedinke vrste *Calopteryx splendens* Harris, 1780 u materijalu prikupljenom 31.05.2012. godine, dok je 08.09.2012 uhvaćena jedan mužjak ove vrste. Može se konstatovati da je ovo vrsta, čiji adultni oblici obitavaju uz tekućice, nastanjuje osunčane obalske dijelove tekućica. Ovim istraživanjem ustanovljeno je prisustvo vrste *Calopteryx splendens* Harris, 1780 duž toka rijeka Krivaje



Slika 9-11. Prikaz mužjaka (lijevo) i ženke (u sredini) vrste *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771) (16.06.2012, leg. M. Cikotić); karta rasprostranjenja prema: Dijkstra, 2010 (desno)



Slika 12-13. Prikaz mužjaka (lijevo gore) vrste *Aeshna cyanea* (Müller, 1764) (15.09.2013, leg. M. Cikotić); karta rasprostranjenja iste vrste (desno) (Dijkstra, 2010)

i Bioštica. Upoređujući dosadašnje nalaze vrste *Caopteryx splendens* Harris, 1780 na području Bosne i Hercegovine sa prikupljenim materijalom na Krivaji i Bioštici može se konstatovati da je to kontinentalna vrsta vilinih konjica kojoj odgovara slivno područje Krivaje. Statističkom obradom odabranih kvantitativnih osobina prikupljenih jedinki mužjaka i ženki može se konstatovati da nije izražena veća varijabilnost između jedinki istog spola.

Platycnemis pennipes (Pallas, 1771) (bjelonogi vilin konjic). Ova vrsta je rasprostranjena u cijeloj Evropi, osim Irske i Pirinijskog poluotoka. Ova vrsta rasprostranjena je na području Male Azije do Turkestana i na jugu do Južne Turske (Slika 9-11.). Tokom terenskog istraživanja pronađeno je 61 jedinke vrste *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771) područja Krivaje i Bioštica - 35 ♂♂ i 26 ♀♀. Jedinke ove vrste nađene su na lokalitetima Knežina, Maoča, Krivaja, Kovači, Stavci i na ušću Krivaje u Zavidovićima. Jedinke vrste *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771) su pronađene u prikupljenom materijalu tokom junskih (28 konstatovanih jedinki), julskih (18 nađenih jedinki) i tokom augustovskih terenskih izlazaka (15 nađenih jedinki). Jedinke su pronađene na termofilnoj i hidrofilnoj liva-

di uz sporije tokove vode Bioštica, na lokalitetu Knežina, kao i na spomenutim lokalitetima rijeke Krivaje. Najviše jedinki je nađeno na lokalitetu Stavci (22 jedinke), dok je najmanje nađeno na lokalitetu Maoča (jedna jedinka). Ovim istraživanjem ustanovljeno je prisustvo vrste *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771) duž toka rijeke Krivaje i Bioštica. Na osnovu podataka iz relevantne literature (Adamović, 1948a; Jović et al., 2010) za ovu vrstu, može se konstatovati da je ona široko rasprostranjena na područjima Bosne i Hercegovine. Koeficijent varijabilnosti ne pokazuje znatna odstupnja odabranih osobina između jedinki vrste *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771).

Aeshna cyanea (Müller, 1764) (Južni sokolar) -to je vrsta rasprostranjena u centralnoj i zapadnoj Evropi (Slika 12-13). Tokom terenskih istraživanja rijeke Krivaje i Bioštica pronađeno je 5 jedinki mužjaka ove vrste. Jedinke vrste *Aeshna cyanea* (Müller, 1764) nađene su u materijalu prikupljenom na lokalitetima izvora Bioštica - nađene su 3 jedinke i ušća rijeke Krivaje u Zavidovićima – nađene su dvije jedinke. Jedinke su prikupljene u augustovskom i septembarskom terenskom izlasku. Individue ove vrste su prikupljene na lokalitetima mirnijih voda sa



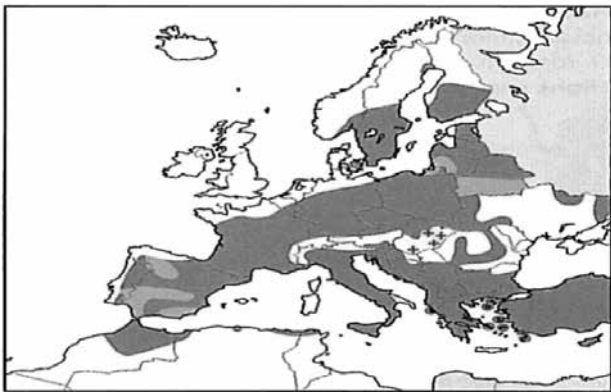
Slika 14-16. Prikaz mužjaka (lijevo) i ženke (u sredini) vrste *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758) (16.06.2012, leg. M. Cikotić); karta rasprostranjenja prema: Dijkstra, 2010 (desno)









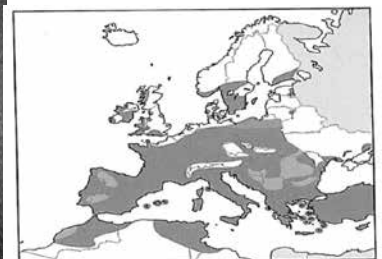
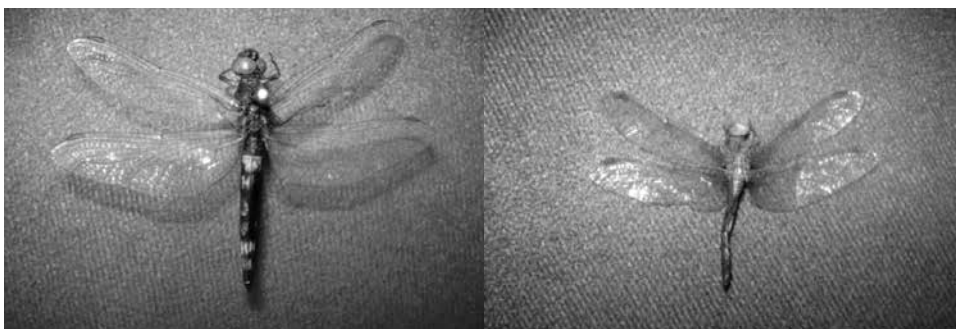


Slika 17-18. Prikaz mužjaka (lijevo) vrste *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758) (05.08.2013, leg. M. Cikotić); karta rasprostranjenja iste vrste (Dijkstra, 2010) (desno)

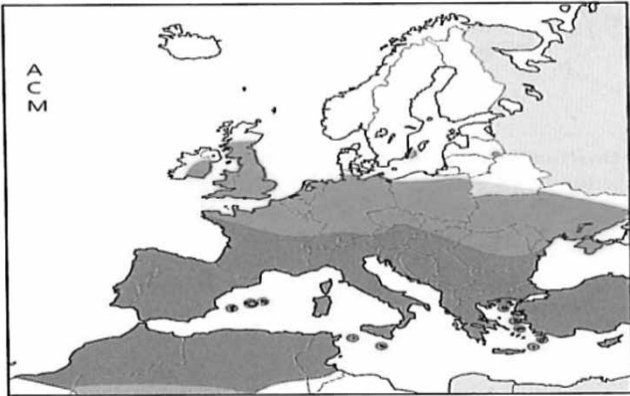
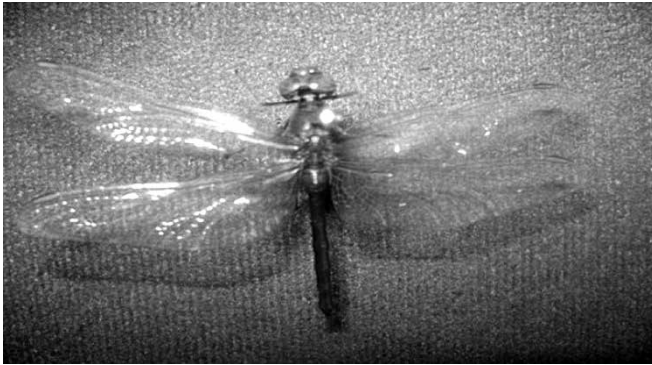
dobro razvijenom vegetacijom kakvo je vrelo rijeke Bioštica i ušće rijeke Krivaje u rijeku Bosnu. Ovim istraživanjem ustanovljeno je prisustvo vrste *Aeshna cyanea* (Müller, 1764) duž toka rijeka Krivaje i Bioštica. Ova vrsta ima široko rasprostranjenje na području Bosne i Hercegovine i karakteristična je za kontinentalne dijelove i planinska područja. Osnovne vrijednosti totalne dužine tijela, dužine abdomena i dužina zadnjih krila kod prikupljenih jedinki su u okviru literaturnih podataka za vrstu *Aeshna cyanea* Müller, 1764 (Dijkstra & Lewigton, 2010).

Gomphus vulgatissimus (Linnaeus, 1758) (vilin konjic sa paličatim repom) rasprostranjena je na područjima sjeverne i centralne Evrope, Azije, Japana i Kine (Slika 14-16). Tokom terenskog istraživanja Krivaje sa Biošticom pronađeno je 11 jedinki i to 7♀ i 4♂ vrste *Gomphus vulgatissimus* Linnaeus, 1758. Jedinke ove vrste su pronađene na lokalitetima Maoča, Kovači i Stavci u majskom (jedna jedinka) i junskim terenskim izlascima (10 prikupljenih jedinki). Prema podacima iz literature vrsta *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758) naseljava područja tekućica i stajaćica (Askew, 2004). Kao izvrsni letači zapažene su kako patroliraju uz Malu Maoču, pritoku rijeke Krivaje, uz povremeni odmor na obližnjem žbunju i na stijenama korita rijeke. Na lokalitetu Stavci prelijetali su rijeku Krivaju sa jedne na drugu stranu obale uz povremeno zadržavanje na obalnoj vegetaciji. Vrsta *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758) ima široko rasprostranjenje na područjima Bosne i Hercegovine, što potvrđuju i primarni nalazi na području Krivaje i Bioštica. Upoređujući literaturne podatke osnovnih dimenzija tijela vrste *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758) sa dobijenim podacima mjerenja prikupljenih jedinki na području Krivaje sa Biošticom vrijednosti su u skladu sa podacima koji se navode u literaturi (Dijkstra & Lewigton, 2010).

Onychogomphus forcipatus (Linnaeus, 1758) (zelenooki vilin konjic sa kukičavim repom) je euroazijska vrsta (Slika 17-18). Tokom terenskog istraživanja Krivaje i Bioštica pronađene su 45 jedinki mužjaka vrste *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758). Jedinke ove vrste pronađene su na lokalitetima donjeg toka Krivaje – Kovači, Stavci i na ušću u Zavidovićima. Jedinke ove vrste prikupljene su u julskim (prikupljene su dvije jedinke) i augustovskim terenskim izlascima (kada su nađene 43 jedinke).



Slika 19-21. Prikaz mužjaka (lijevo) i ženke (u sredini) vrste *Orthetrum coerulescens* (Fabricius, 1798) (16.06.2012, leg. M. Cikotić); karta rasprostranjenja prema: Dijkstra, 2010 (desno)



Slika 22-23. Prikaz mužjaka (lijevo) vrste *Sympetrum fonscolombi* (Selys, 1840) (25.08.2013, leg. M. Cikotić); karta rasprostranjenja iste vrste (Dijkstra, 2010) (desno)

Ove jedinke su izvrsni letači, prelijeću korito rijeke, te se odmaraju na stijenama i okolnom kamenju. To je vrsta čiji adultni, kao i larveni oblici, dobro podnose organsko opterećenje rijeka. Upoređujući dosadašnje nalaze vrste *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758) na području Bosne i Hercegovine sa našim istraživanjima rijeke Krivaje sa Biošticom može se konstatovati da su većinom nađene jedinke mužjaka te da se vrijeme prikupljanja materijala uglavnom poklapa. Komparirajući odabrane egzomorfološke metričke osobine nema posebno istaknutih varijacija između jedinki mužjaka prikupljenih na lokalitetima donjeg toka rijeke Krivaje.

Orthetrum coerulescens (Fabricius, 1798) - grebenasti vilin konjic rasprostranjen je u cijeloj Evropi, osim Skandinavije i Sjeverne Britanije, zatim u Sjevernoj Africi i na Srednjem Istoku (Slika 19-21.). Jedinke vrste *Orthetrum coerulescens* (Fabricius, 1798) pronađene su na lokalitetu Knežina u junjskim, julskim i augustovskim terenskim izlascima. Pronađene su 32 jedinke i to 24♂♂ i 8♀♀.

Tokom istraživanja vilinih konjica rijeke Krivaje sa Biošticom prikupljeno je znatno više jedinki mužjaka u odnosu na ženke. Literaturni podaci o tipu staništa vrste *Orthetrum coerulescens* (Fabricius, 1798) se slažu sa našim uzorkovanjem jedinki ove vrste na lokalitetu Knežina na rijeci Bioštici. Mirniji tok vode, dobro razvijena obalna vegetacija obezbjeđuju život ove vrste. Vrsta *Orthetrum coerulescens* (Fabricius, 1798) je pronađena na širem području Bosne i Hercegovine (Jović et al., 2010). Upoređujući vrijednosti dimenzija tijela prikupljenih jedinki sa literaturnim podacima zapaža se neznatno veća vrijednost maksimalne dužine tijela prikupljenih jedinki ove vrste. Ostale vrijednosti dimenzija tijela su u skladu sa literaturnim podacima (Dijkstra & Lewigton, 2010).

Sympetrum fonscolombi (Selys, 1840) - žučkasti strijelac, jedinke ove vrste su rasprostranjene na područjima od Španije do Grčke, migriraju sjeverno do Belgije, Holandije, Njemačke te Poljske (Slika 22-23). Tokom terenskih istraživanja nađene su tri jedinke ove vrste u materijalu prikupljenom na lokalitetu izvora Bioštica u blizini naselja Knežine 25.08.2012. godine.

Sporo tekući potočić, obrastao obalnom vegetacijom je karakteristika staništa gdje su uhvaćene jedinke vrste *Sympetrum fonscolombi* (Selys, 1840). Jedinke su nađene kako miruju na stabljikama biljaka u kasnim jutarnjim satima. Treba istaći da je važna činjenica da je ova vrsta nađena tako duboko u kontinentalnom području Bosne i Hercegovine. Jedinke ove vrste su konstatovane na širem području Bosne i Hercegovine. Komparirajući vrijednosti dimenzija tijela prikupljenih jedinki sa literaturnim podacima može se konstatovati da su u skladu sa istim (Dijkstra & Lewigton, 2010).

Na osnovu dobijenih rezultata brojnosti vilinih konjica rijeke Krivaje sa Biošticom urađeni su sljedeći indeksa biodiverziteta: Alpha indeks, Simpsonov indeks i Berger-Parker Dominance indeks, Margaleffov indeks i Mekintoševov indeks. Primarni indeks, takozvani Alpha indeks (α -diverziti) služi za analizu biodiverziteta između lokaliteta. Prema primarnom obrascu indeks biodiverziteta (α -diverziti) je najveći za uzorke prikupljene na lokalitetu Kovači, a najmanji je na lokalitetima Zelenog vira i Ribnice. Poređenje modelom Berger-Parker Dominance, mjerenje numeričke važnosti najbrojnije vrste ($d=N_{max}/N$), najveće

vrijednosti su dobijene za lokalitete Zeleni vir i Ribnica, a najmanje vrijednosti su dobijene za lokalitet Knežina. Izračun reciprociteta prethodnih vrijednosti Berger-Parker Dominance (1/d) najveće vrijednosti su dobijene za lokalitet Knežina i izvor Bioštica, dok su najmanje vrijednosti bile upravo za lokalitete Zeleni vir i Ribnica. Ovo nam ukazuje da estimacija pomenutih vrijednosti (1/d) mnogo jasnije odražava pravo stanje između populacija vrsta Odonata Fabricius, 1793 na istraživanim lokalitetima rijeke Krivaje sa Biošticom. Slične oscilacije vrijednosti su dobijene i poređenjem Simpsonovim indeksom biodiverziteta. Margaleffov indeks i Mekintoševov indeks se koriste za uzorke u kojima su preko deset hiljada uzorkovanih individua. Tokom istraživanja Odonata Fabricius, 1793 rijeke Krivaje sa Biošticom prikupljeno je ukupno 515 individua te su spomenuti indeksi poslužili kao potpora ostalim primijenjenim indeksima biodiverziteta. Bray-Curtis klaster analiza pokazuje da je lokalitet Knežina očuvano prirodno stanište značajno za razvoj vilinih konjica. Bray-Curtis klaster analizom Zeleni vir se ističe kao lokalitet sa ekstremnim uticajem čovjeka (izletište i kupalište). Sličnost između lokaliteta Careva Čuprija i Maoča ukazuje na očuvane ekosisteme gornjeg toka rijeke Krivaje. Siromaštvo vrsta na lokalitetima Ribnice i Olova ukazuje na izraziti uticaj antropogenog faktora u tim naseljima. Također, velika sličnost između lokaliteta Zavidovići i Kovači ukazuje na zagađenje iz naselja u donjem toku Krivaje.

ZAKLJUČAK

Analizom prikupljenih podataka o vilinim konjicama rijeke Krivaje sa sastavnicom Biošticom može se definisati više zaključaka. Tokom tog istraživanja prikupljeno je 515 jedinki, 383♂♂ i 132♀♀. Analizirani materijal je prikupljen sa 13 lokaliteta Bioštica i Krivaje u toku 19 terenskih izlazaka, u periodu od 31.05.2012. godine do 15.09.2012. godine. Primarnim istraživanjem ovih tekućica potvrđeno je postojanje osam vrsta vilinih konjica. Prikupljene su vrste: *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758), *Calopteryx splendens* Haris, 1780, *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771), *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758), *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758), *Aeshna cyanea* (Müller, 1764), *Orthetrum coerulescens* Fabricius, 1798 i *Sympetrum fonscolombi* Selys, 1840. Na osnovu dobijenih rezultata brojnosti

vilinih konjica rijeke Krivaje sa Biošticom urađeni su sljedeći indeksi biodiverziteta: Alpha indeks, Margaleffov indeks, Mekintošev indeks, Simpsonov indeks i Berger-Parker Dominance indeks. Komparirajući dobijene vrijednosti indeksa diverziteta može se konstatovati da oni ukazuju na faunističku prevagu vrste *Calopteryx splendens* Haris, 1780. Indeksi biodiverziteta pokazuju da je lokalitet Knežina očuvano prirodno stanište značajno za razvoj vilinih konjica. Istraživanja Odonata Fabricius, 1793 rijeke Krivaje sa Biošticom daju dobru podlogu za buduća istraživanja vilinih konjica naših područja.

LITERATURA

- Adamović, Ž. (1984a). Spisak vilinskih konjica (Odonata Fabr.) u Biološkom institutu u Sarajevu. Godišnjak biološkog instituta, 1, 79-84.
- Askew, R. R. (2004). The Dragonflies of Europe. Revised edition. Harley Book, Essex, England.
- Brajković, M. (2001). Zoologija beskičmenjaka, II dio. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- Dijkstra, K., & Lewington, R. (2010). Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe. British Wildlife Publishing, Dorset.
- Fisher, R. A. (1950). Statistical Methods for Research Workers. Oliver and Boyd. Edinburgh, London.
- Jović, M., Gligorović, B., & Stanković, M. (2010). Review of faunistical data of Odonata in Bosnia and Herzegovina. Acta entomologica serbica, 15 (1), 7- 27.
- Marinković, D., Tucić, N., & Kekić, V. (1981). Genetika. Naučna knjiga, Beograd.
- Petz, B. (1964). Osnovne statističke metode. Izdanja škole narodnog zdravlja "Andrija Štampar", Medicinski fakultet, Zagreb.
- Santovac, S. (2007). Fauna Odonata (Insecta) Vojvodine. Magistarska teza. Novi Sad.
- Schmidt, E. (1916). Vergleichende Morphologie des 2. und 3. Abdominalsegments bei männlichen Libellen. Zoologische Jahrbucher, 39, 87-200.
- Zar, J. H. (1984). Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., A Simon & Schuster Company Englewood Cliffs, New Jersey.

APLIKACIJA STATISTIKE U KVALITETI VODE (PRVI DIO)

UVOD

Onečišćene površinske vode velika su nevolja današnjice, osobito u srednje razvijenim i zemljama u razvoju. Zagađenja mogu dospjeti u vodu direktnim ispuštanjem otpadnih materija industrije i naselja, te podzemnim dotokom (Jusupović, 2008).

U pomanjkanju podzemne vode, površinske vode se sve više koriste za vodosnabdijevanje bez obzira na sve naprijed navedeno, ali se prethodno moraju kondicionirati (Jusupović, 2008).

Bosna i Hercegovina raspolaže sa značajnim vodnim bogatstvom koje istovremeno predstavlja i značajan ekonomski potencijal. No, kao i u drugim područjima, nedovoljno se ulaže u zaštitu voda.

Većina rijeka u BiH do prije rata bila je vrlo zagađena od kojih neke i do IV klase kvaliteta. Posebno su bile zagađene rijeke Bosna i Vrbas. Trenutno je to opterećenje manje jer industrije manje rade, ali je još uvijek veliko obzirom da se otpadne vode ne prečišćavaju.

Kvalitet vode za piće u pojedinim dijelovima BiH je još uvijek nezadovoljavajući. Moguće zagađenje i dalje ostaje prijetnja zdravlju ljudi zbog ostarjelih i

oštećenih cjevovoda, te nekontrolisanog hlorisanja (Kupusović et al., 2010).

Vode u BiH se zagađuju i izravnim bacanjem otpada u rijeke ili njihovim odlaganjem u neposrednoj blizini vodotokova.

Postrojenja za tretman otpadnih voda (industrijskih i komunalnih) gotovo da ne postoje tako da se otpadne vode bez prečišćavanja ispuštaju u površinske vode. Nekada su bila 122 uređaja za tretman industrijskih otpadnih voda od kojih je samo oko 40% radilo uspješno, dok sada praktično, niti jedan nije u funkciji zbog kolapsa privrede i nedostatka opreme (Kupusović et al., 2010).

Sistemska ispitivanje kvaliteta površinskih voda u BiH se realizuje od 1965. godine na 58 profila. Međutim, kompletan monitoring je u toku rata uništen, a uspostavljenje novih stanica je pitanje kompetencije i finansijskih sredstava. Sistem mjernih stanica se postepeno obnavlja tako da se monitoring kvaliteta i kvantiteta vode opet uspostavlja (Simičić et al., 2003).

Korak dalje u analizi vrijednosti parametara kvaliteta vode je statistička obrada dobijenih numeričkih

podataka. Prije svega to se odnosi na grafički prikaz numeričke vrijednosti između pojedinačnih parametara na osnovu kojih se određuje kvalitet vode, zatim klusterske analize sličnosti lokaliteta, regresijska i korelacijska analiza podataka. U radovima koji će slijediti bit će govora o klusterskoj analizi sličnosti tačno određenih i obrađenih lokaliteta na rijeci Bosni kao i grafičkoj analizi pojedinih fizičko-hemijskih (ukupni azot i ukupni fosfor) i bioloških (makrozoobentos i mikrobiologija) parametra kvaliteta vode.

Lokaliteti na rijeci Bosni koji će se statistički obraditi i prikazati kroz niz grafikona su: uzvodno od Zenice, nizvodno od Zenice, uzvodno od Zavidovića, uzvodno od Maglaja i nizvodno od Maglaja.

Opće odlike sliva rijeke Bosne

Bosna je rijeka koja izvire iz kraških vrela u selu Vrutci u blizini Ilidže u podnožju planine Igman na 494,7m nadmorske visine. U gornjem toku od izvora ST 272,5 km od Zenice ST 194 km, protiče kroz Sarajevsko, Visočko, Kakanjsko i Zeničko polje. Značajne protoke u gornjem dijelu su: Željeznica, Zujevina, Miljacka, Dobrinja, Stavnja, Fojnica i Lašva. Ukupna površina gornjeg sliva rijeke Bosne je 4,120 km², dok je ukupna dužina 77,5 km sa ukupnim padom od 174m. Padovi korita rijeke Bosne u ovom dijelu kreću se od 1,5 – 2,2 ‰ (Kupusović et al., 2010).

U srednjem toku Bosna se probija kroz klisure usječene u čvrste stijene na potezu Vranduk-Nemila i Maglaj-Doboj. Najviše je sužena između Maglaja i Doboja. Na više mjesta pravi slapove i brzake. Prosječan pad iznosi 1,45 m/km. Tok Bosne od Zenice pravi zaokret prema sjeveru i teče tim smjerom do ušća u Savu. Značajne pritoke rijeke Bosne u srednjem dijelu toka su: Gostović, Krivaja i Usora (Kupusović et al., 2010).

Donji tok rijeke Bosne je potez od Doboja do ušća u rijeku Savu, ukupne dužine 76,3 km. Na svom donjem dijelu, rijeka Bosna je velika ravničarska rijeka sa mnogo ostrva i meandara, različite širine korita, dubine vode i sa relativno širokim dolinama formiranim u aluvijonu rijeke (Kupusović et al., 2010).

Ukupna visinska razlika od ušća lijeve pritoke Usore (139 n.v. m) do ušća Bosne je oko 62,6 m, a prosječan pad korita je oko 0,82‰ (Kupusović et al., 2010).

Ovo podslivno područje zauzima centralni dio Federacije BiH. Ukupna površina sliva iznosi 10.809,83 km² (ISV) a u Federaciji BiH 7.576,38 km² i na ovom dijelu sliva nalaze se čak četrdeset i tri općine (Tab. 1.). Prostor podsliva rijeke Bosne je i najgušće nase-

ljen u Federaciji BiH sa najznačajnijim industrijskim kapacitetima (Kupusović et al., 2010).

Tab. 1. Tabelarni prikaz površine sliva rijeke Bosne (Kupusović et al., 2010).

Površina sliva	Republika Srpska	Federacija BiH	Ukupno
km ²	3.233,45	7.576,38	10.809,83
%	29,91	70,09	100,00

Kontaminanti sliva rijeke Bosne

Neki od zagađivača sliva rijeke Bosne su:

1. Industija celuloze i papira - Otpadne vode ovih industrija imaju veliki sadržaj čvrstih tvari. Boja otpadnih voda tvornica celuloze i papira je često tamnosmeđa, čime se onemogućava fotosinteza akvatičnih biljaka, a imaju i neugodan miris porijeklom od organskih sumpornih spojeva.

2. Metalna industrija - Otpadne vode pokazuju kiselu reakciju, a sadrže veliku količinu sedimenta (tragovi željezne rude, koksa, krečnjaka i alkalijskih tvari), cijanida, fenola (Jusupović, 2008).

3. Kućni otpad - Svakodnevno smo svjedoci velike količine otpada na obalama rijeka, iako to nisu (i) legalne deponije, ipak imaju štetan uticaj na vodene ekosisteme. Procesom razgradnje različite vrste otpada i uključivanja (polu)raspadnutih materija u biogehemijski ciklus one dospjevaju do vode i tako je zagađuju.

4. Deponije - Količina i kvalitet filtrata sa deponije ovisi o mnogo faktora, od kojih su neki: vrsta otpada, starost deponije, klimatski uvjeti i upravljanje deponijom. Većina deponija u BiH nisu sanitarne deponije, tako da se o faktoru upravljanja deponijama, skoro da se ne može ni govoriti. (Kupusović et al., 2010).

5. Kanalizacija - Za stanovništvo koje je priključeno na kanalizaciju, ne postoje podaci o teretu zagađenja i on je proračunat korištenjem empirijskih formula. Teret zagađenja je izražen preko BPK₅, N i P (Tab. 2.).

Tab. 2. Tabelarni prikaz proračuna količine zagađivanja za godinu dana izraženih u BPK, N i P (Kupusović et al., 2010)

	BPK ₅ (t/god)	Ukupni N (t/god)	Ukupni P (t/god)
Bosna	5432,90	1201,83	139,08

6. Obradiva zemljišta kao izvor zagađenja - Ne postoje prostorni podaci o uzgojnim kulturama, količini i vrsti primijenjenog đubriva i pesticida. Količinu apliciranih pesticida nije moguće procijeniti. Jedini

podaci koji postoje za BiH su količina pesticida koji se uvezu na godišnjoj osnovi (Kupusović et al., 2010).

Pokazatelji kvaliteta vode

Pokazatelji kvaliteta vode se dijele na: fizičke, fizičko-hemijske i biološke pokazatelje kvaliteta i stanja vodenih ekosistema.

Među fizičkim pokazateljima su: temperatura i pH čije će vrijednosti i biti korištene u daljnim radovima. Fizičko-hemijski pokazatelji su npr.: ukupni fosfor, ukupni azot, količina otopljenog O₂ i mnogi drugi.

Posebna pažnja obrađena je na parametarske pokazatelje kvaliteta: ukupni azot i ukupni fosfor koji direktno mogu uticati na stepen mikrobiološkog zagađenja vode.

Fizički pokazatelji kvaliteta vode

Fizički pregled vode se obavlja pri svim vrstama pregleda: osnovnom, periodičnom, pri ispitivanju novih zahvata vode i pri higijensko-epidemiološkim indikacijama (Jusupović, 2008).

Temperatura

Mjerenje temperature vode naročito je važno kod određivanja rastovenog kiseonika, pošto njegova rastvorljivost zavisi od temperature. Temperatura vode se mora kontrolisati u toku cijele godine, naročito za vrijeme i iza kiša, suša i otapanja snijega. Temperatura vode se mjeri za vrijeme uzimanja uzoraka vode živinim ili alkoholnim termometrom. Kod vodenih tokova mjerenje temperature se vrši uranjanjem termometra na mjestu uzorkovanja sa naznačenom dubinom u kojoj je vršeno mjerenje temperature, kao i oznakom udaljenosti od obale (Jusupović, 2008).

pH vrijednost

pH vrijednost vode se po mogućnosti određuje na licu mjesta (*in situ*), jer se ona mijenja stajanjem. U praksi se određuje elektrometrijski - pH metrom i kolorimetrijski - pomoću indikatora. Određivanje se radi terenskim pH-metrom, što je danas općeprihvaćena i standardna metoda, a u laboratorijskim uslovima Hellige-komparatorom. Maksimalno dopuštene vrijednosti pH je od 6,8 do 8,5 za prečišćene i neprečišćene vode (Jusupović, 2008).

Nitrati

Nitrati predstavljaju krajnji produkt raspadanja organske materije. Nitratni jon je najviše oksidovano stanje azota i uobičajeni je sastojak svih prirodnih voda. Maksimalno dopuštena koncentracija nitrata je od 10 mg/l do 15 mg/l (Jusupović, 2008). Glavni izvori nitrogena koji dospijeva u vodu su komercijalna gnojiva, stajski gnoj, padavine i otpad. Azotovi spojevi, posebice nitrati, vrlo su mobilni u tlima i zbog toga lako dospijevaju sa usjeva u vode. Visok nivo nitrata u vodama može biti potencijalno biti rizik po ljudsko zdravlje uzrokujući metahemoglobinemiju ili sindrom plavog djeteta kod djece (Mason, 1996).

Fosfor

Izvori fosfora su komercijalna gnojiva, stajski gnoj i minerali u stijenama, sedimentu i tlu. Fosfor je manje mobilan u tlima od nitrata, ali može biti pridružen česticama tla. Kada te čestice dospiju u vodna tijela, one mogu djelovati kao dugoročni izvor fosfora. Otopljeni fosfor je na raspolaganju vodenim biljkama, a prekomjerna količina fosfora u površinskim vodama može izazvati brz rast algi i vodenih korova (Sharpley et al., 1992). S druge strane, to može dovesti do eutrofikacije. Eutrofikacija može rezultirati ugibanjem riba zbog niske koncentracije otopljenog kisika ili ograničavati korištenje vodnih tijela za rekreaciju itd.

Biološki pokazatelji kvaliteta vode

Biološke procjene stanja vodenih sistema temelje se na međusobnim utjecajima životnih zajednica i staništa, odnosno promjena u ekosistemu, koje nastaju kao posljedica izmijenjenih fizičko-hemijskih faktora. Biološke promjene postaju sve važnije, pod složenim okolnostima ispuštanja otpadnih tvari u rijeke. Kako se koncentracija otpadnih tvari u prirodnim vodama stalno mijenja, a naročito u vodotocima, to stanje kvaliteta vode na pojedinim mjestima ovisi o vremenu i načinu uzimanja uzoraka.

Fizički gubitak staništa i promjene u hemijskom sastavu vode mogu oslabiti sposobnost vrsta da rastu, razmnožavaju se, i međudjeluju sa ostalim vrstama u ekosistemu. Mnogobrojni zagađivači imaju različite načine djelovanja, od uzrokovanja masovnog ugibanja do izazivanja hroničnih bolesti, pored efekata koje imaju na bioakumulaciju preko lanca ishrane.

Biomonitoring je postupak za ocjenjivanje kvaliteta okoliša jer biološke zajednice integrišu utjecaje

raznih stresora, i tako daju jasnu predodžbu o veličini njihovog skupnog utjecaja (Riđanović, 2010). Biološki pokazatelji kvaliteta vode su: mikrobiološki parametri, makroinvertebrate-zoobentosa, fitobentos, zooplankton i fitoplankton, ribe i makrofite.

Makroinvertebrate zoobentosa

Akvatični invertebrati su potrošači koji se, prvenstveno, hrane bakterijama, algama i detritičnim mineralima koji se proizvodi unutar ili utiču iz okoline slivova.

Različite vrste (taksoni) invertebrata različito reaguju na promjene u okolišu. Prema tome, taksonomski sastav zoobentosa se može koristiti pri procjeni degradacije vodenih ekosistema koja proizilazi iz jednostrukog ili višestrukog izvora (Barbour et al., 1999).

Mikrobiološki pokazatelji kvaliteta vode

Monitoring mikroorganizama u površinskim i podzemnim vodama se koristi za otkrivanje prisustva patogenih organizama. Organizmi koji se najčešće koriste za mikrobiološki monitoring su fekalni indikatori tj. organizmi koji indiciraju prisustvo fekalne kontaminacije humanog ili animalnog porijekla. Testovi koji se koriste za indicaciju prisustva patogenih organizma između ostalih uključuju testiranje na ukupne koliforme, fekalne koliforme ili specifično *Escherichia coli* Escherich, 1885 (Sl. 1.) (Ashbolt et al., 2001).

Koliformne bakterije

Koliformne bakterije se nalaze u gastrointestinalnom traktu toplokrvnih životinja i pri procjeni kvaliteta



Sl. 1. Predstavnik vrste *E. coli* Escherich, 1885 snimljena EM-om. Izvor: <http://www.shardcore.org/shardpress/index.php/2006/01/19/e-coli-2006/>

vode se koriste kao pokazatelji fekalne kontaminacije. Moderna mikrobna ekologija dijeli koliformne mikroorganizme na ukupne koliforme i fekalne (termotolerantne) koliforme. U ukupne koliforme spadaju sve Gram negativne, aerobne i fakultativno anaerobne nesporogene bakterije koje su pripadnici porodice *Enterobacteriaceae*. Fekalni koliformi kod koji se viša temperatura (oko 44°-45,5°) upotrebljava za odvajanje od ukupnih koliformnih bakterija, spadaju najmanje tri roda i to: *Escherichia*, *Klebsiella* i *Enterobacter* (Bitton, 2005).

Fekalni streptokoki

Fekalni streptokoki ili enterokoki su Gram pozitivne bakterije koju čine pripadnici roda *Enterococcus* sa ukupno šesnaest vrsta (npr. *E. faecalis* Rosenbach, 1884) (Sl. 2.).

Fekalni streptokoki su najpodobnija grupa bakterija za procjenjivanje higijenskog stausta vode. Broj fekalnih streptokoka visoko korelira sa prisutnošću patogenih bakterija (npr. *Yersinia*, *Salmonella*), fekalnih i ukupnih koliformnih bakterija i enterovirusa (Riđanović, 2010).

Aplikacija statistike u procjeni kvaliteta vode

Statistički alati koji se često koriste za procjenu kvaliteta vode pripadaju deskriptivnoj statistici, što uključuje ispitivanje hipoteza, regresijske analize i



Sl. 2. Izgled predstavnika vrste *E. faecalis* Rosenbach, 1884 snimljen SEM-om. Izvor: http://en.wikipedia.org/wiki/Enterococcus_faecalis

analize vremenske serije. Neke od ovih empirijskih metoda se mogu obaviti ručno ako su setovi podataka mali ($n < 30$), dok se računalni programi za proračunske tablice ili statistički programi koriste kada su setovi podataka veliki ($n > 30$). Aritmetička sredina i standardna devijacija su važni statistički pokazatelji zbog izračunavanje asimetrije i kurtosis koeficijenta, koji su pokazatelji distribucije podataka. Međutim, podaci o kvaliteti vode imaju tendenciju da imaju nepravilnu distribuciju i sadrže značajnu količinu varijabilnosti. Prema tome, u ovom slučaju medijan ili aritmetička sredina seta podataka može se koristiti za opisivanje podataka (Zar, 1984). Obzirom da setovi podataka o kvaliteti vode nemaju tendenciju normalne distribucije onda se koriste neparametarski statistički modeli za procjenu i testiranje hipoteza. Neparametarski testovi se koriste kada podaci nisu normalno distribuirani i varijanse nisu homogene. Često korišteni neparametarski testovi su: Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney test, Kolmogorov-Smirnov test, Lilliefors testa, Wilcoxon Poredak Sum test i Wald-Wolfowitz testa.

Statističke metode u osnovi koriste matematičke modele za utvrđivanje učinka jednog ili više varijabli kvalitete vode. Odnos varijabli (svaki pojedinačni parametar kvaliteta vode) u skupu podataka može se dobiti iz korelacije. Korelacija se odnosi na brojčane podatke dva seta podataka sa x i y ose a izračuna se pomoću Pearsonove korelacijske jednačine (Hirsch, 1992).

Linearna regresija je najčešći tip koji se koristi za analizu podataka o kvaliteti vode. Međutim, primjena linearne regresije zahtijeva normalno distribuirane podatke. Ako podaci nisu normalno distribuirani, onda treba koristiti podatke nelinearne modele.

Model za procjenu kvaliteta vode treba da uzme u obzir grafičke i statističke metode da bi se podaci mogli posmatrati i predviđati (Clemente et al., 1994, MacAlpine et al., 1995).

Statističke metode mogu se odnositi na procjenu kvaliteta vode na određenom mjestu tj. da li je došlo do statistički signifikantne promjene u kvaliteti vode između uzorkovanja na različitim lokacijama ili na istoj lokaciji za neko vremensko razdoblje (Helsel i Hirsch, 1992).

LITERATURA

- Ashbolt, N. J., Grabow, W.O.K. i Snozzi, M. (2001). *Indicators of microbial water quality*. Water Quality: Guidelines, Standards and Health. IWA Publishing. London
- Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D. i Strubling, J.B. (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*, Second Edition. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- Bitton, G. (2005). *Wastewater microbiology*. John Wiley and Sons. Florida. USA
- Clemente, R.S., De Jong, R., Hayhoe, H.N., Reynolds, W.D. i Hares, M.. (1994). *Testing and comparing of three unsaturated soil water flow models*. Vol. 25, pp. 135-152. Agricultural Water Management.
- Helsel, D.R. i Hirsch, R.M. (1992). *Statistical methods in water resources*. Elsevier, New York, NY.
- Jusupović, F. (2008). *Higijena pitke vode*. Fakultet zdravstvenih studija. Sarajevo.
- Kupusović, T., Jabučar, D., Lukavac, N. (2010). *Analiza pritisaka i uticaja, procjena rizika*. Knjižica-Podsliv Bosne. Institut za hidrotehniku građevinskog fakulteta. Sarajevo.
- MacAlpine, N.D., Ahmed, S.M., Young, R.A., Arnold, J.G., Sosiak, A.J. i Trew, D.O.. (1995, April 2-5). *Validation of non-point source pollution models for northern Great Plains lake*. In: *Water quality modelling*. Proceedings of the International Symposium on Water Quality Modelling sponsored by the American Society of Agricultural Engineers. Orlando, FL.
- Mason, J. (1996). *Qualitative reaserching*. Sage Publications. London.
- Riđanović, L. (2010). *Utjecaj komunalnih otpadnih voda grada Mostara na fizikalno-hemijske i mikrobiološke karakteristike rijeke Neretve*. Doktorska disertacija. Univerzitet "Džemal Bijedić". Mostar.
- Sharpley, A.N., Smith, S. J., Jones, O. R., Berg, W. A. i Coleman, G. A. (1992). *The transport of bioavailable phosphorus in agriculture runoff*. Journal of Environmental Quality 21: 30-35.
- Simičić, H., Goluža, M., Đurić, D. i saradnici (2003, mart). *National Enviromental Action Plan BiH- Integralno upravljanje vodnim resursima*. Federalno ministarstvo prostornog uređenja i okoliša. Sarajevo.
- Zar, J.H. (1984). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall Inc., New Jersey, NY.

POSTROJENJE ZA FITODEPURACIJU U SKLOPU PARKA ŠUMA MOJMILO

- Međunarodna radionica u okviru projekta "People vs Borders"

U okviru projekta "Ljudi protiv Granica" ("People vs Borders") u Eko kući – Park šuma Mojmiilo, 3. i 4. septembra 2013. godine, održana je radionica o tretmanu gradskih otpadnih voda pomoću biljaka - sistem fitodepuracije. Organizatori radionice bili su neprofitna organizacija za održivi urbani razvoj "Kallipolis" iz Italije, regionalna razvojna agencija iz Sarajeva -SERDA i Općina Novi Grad Sarajevo koja je ujedno bila i domaćin ove radionice. Izuzev organizatora, ovoj dvodnevnoj radionici su prisustvovali predstavnici Općine Ilidža, Agencije za vodno područje rijeke Save Sarajevo i JP "LOKOM" d.o.o. Sarajevo.

Prisutnima na radionici su se predstavili predstavnici italijanske organizacije Kalipolis koji su sa

predavačima Dr. Daniela Migliardi i dipl. agr. Massimo Vecchiet prenijeli iskustva o fitodepuraciji i primjeni fitodepuracije u Italiji (Fotografije 2.).

Fitodepuracija je tretman otpadnih voda pomoću biljaka, koji se zasniva na pojednostavljenoj rekonstrukciji prirodnog eko sistema.

Predavači su izvršili poređenje između klasičnih sistema prečišćavanja pomoću aktivnog mulja i fitodepuracije:

Naglašeno je da su sistemi fitodepuracije u Evropi posebno rasprostranjeni te da su se pokazali kao korisni, povoljni i jednostavni za održavanje kod manjih i malih komunalnih usluga kao i za prečišćavanje otpadnih voda sa visokim sezonskim variranjem (turistička naselja).



Fotografije 1. - Eko kuća – Park šuma Mojmiilo (Autor)



Fotografije 2. – Predavači i učesnici radionice - Postrojenje za fitodepuraciju (Autor)



Fotografije 3. Prikaz pojedinih postojećih fitodepuratora u Italiji (Preuzeto iz prezentacije: Dr. Daniela Migliardi)

Sistem fitodepuracije	Sistem aktivnog mulja
Prostorno zauzima veliku površinu	Prostorno zauzima malu površinu
Bez komplikovane tehnologije	Srednje do visoko zahtjevna tehnologija
Mali troškovi upravljanja	Visoki troškovi upravljanja (utrošak energije, upravljanje muljem, upotreba hemijskih aditiva ...)
Reducirana proizvodnja mulja	Veća produkcija mulja
Uklapa se u okolinu jer su u pitanju prirodni materijali	Veliki betonski objekti i mehanički uređaji koji ujedno proizvode buku i neugodne mirise

Uloga biljaka

Proces prečišćavanja otpadnih voda biljkama se zasniva na prirodnoj sposobnosti biljaka da upijaju štetne materije i koriste ih kao hranu.

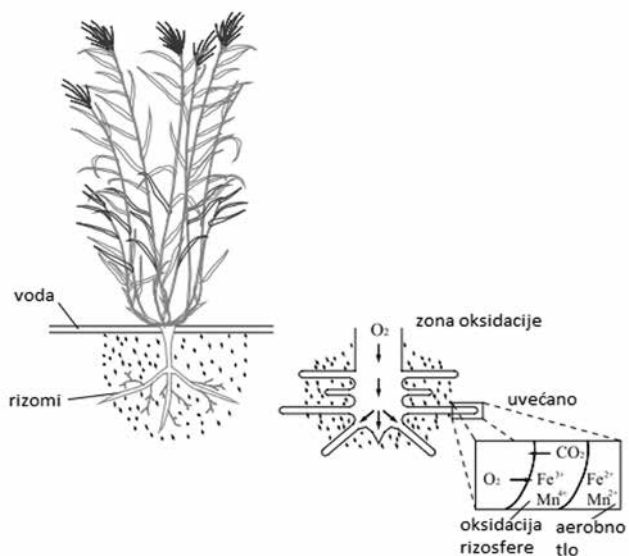
Biljne vrste korištene u prirodnim sistemima prečišćavanja su biljke koje žive u vlažnim područjima (vodene i hidrofilne biljke), prilagođene za razvoj u tlu koje je djelimično ili potpuno potopljeno vodom.

Dio biljke	Funkcija
Stabljika	Slabljenje svjetlosnog zračenja (alge) FWS Smanjenje brzine vjetra -> sedimentacija (FWS) Termička izolacija Skladištenje hranjivih tvari Estetika
Potopljeni dio	Filtriranje Smanjenje brzine protoka vode (> sedimentacija) Prijanjanje površine za bakterijski biofilm Oslobađanje oksigena
Korijen i podzemni dio	Apsorpcija hranjivih tvari Oslobađanje oksigena Smanjenje erozije Oslobađanje organske supstance (korijeni eksudata) Oslobađanje antibiotičkih supstanci

Vodene biljke imaju posebno unutarnje tkivo - "aerenchyma", koje omogućava transport oksigena od stabljike do rizosfere, garantujući stvaranje mikrozone stabljike u pretežno bezzračnom okruženju (Ilustracija 1). Na taj način se potiče razvoj različitih porodica aerobnih mikroorganizama u rizosferi kao i

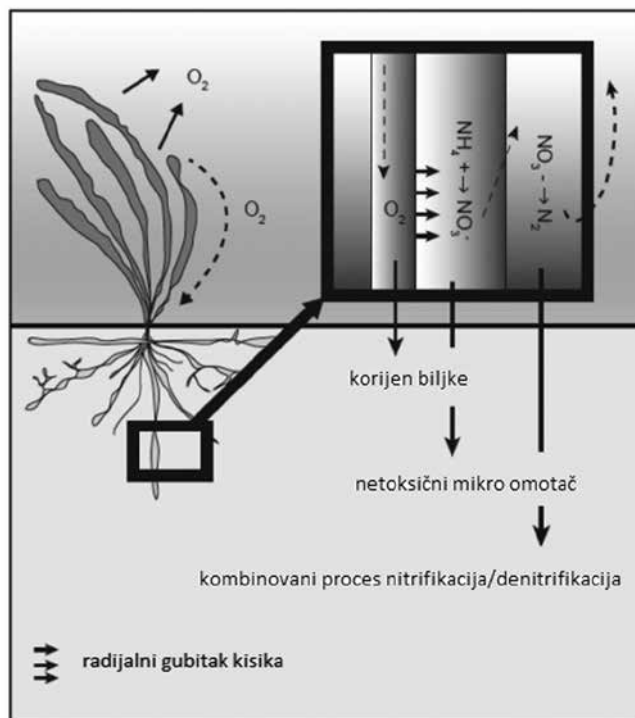
anaerobnih u susjednom okruženju, gdje je oksidacija praktično odsutna.

Istovremena prisutnost aerobnih, anaerobnih i anoksičnih uvjeta je osnova za razvoj porodica različitih mikroorganizama koji omogućuju oksidaciju organske supstance, aminifikaciju, nitrifikaciju i denitrifikaciju azota (Ilustracija 2.).



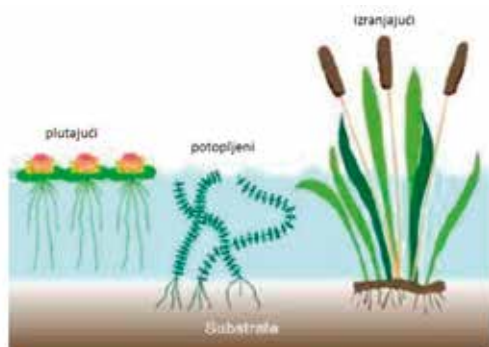
(iz: ANPA – Vodič, 2012)

Ilustracija 1. Prikaz transporta oksigena (Preuzeto iz prezentacije: Dr. Daniela Migliardi – ANPA – Vodič 2012.)

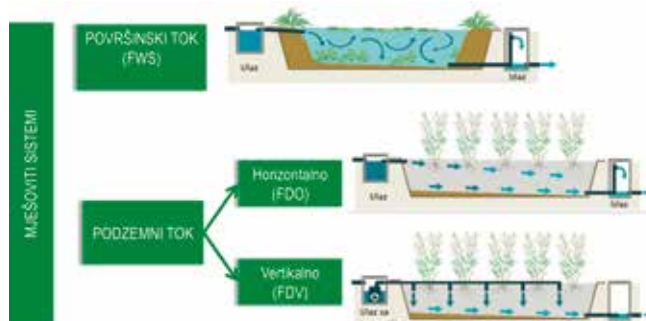


(iz : Bartoli et al, 2006)

Ilustracija 2. Prikaz prečišćavanja kroz biljku (Preuzeto iz prezentacije: Dr. Daniela Migliardi – Bartoli et al., 2006.)



Ilustracija 3. Prikaz vrsta fitodepuratora u zavisnosti od biljne vrste (Preuzeto iz prezentacije: Dr. Daniela Migliardi)



Ilustracija 4. Prikaz vrsta fitodepuratora u zavisnosti od toka vode (Preuzeto iz prezentacije: Massimo Vecchiet (2013))



Fotografija 4. Neke od biljaka koje su pogodne za površinski tok vode - sa lijeva na desno - Eichornia crassipes (Vodeni zumbul), Trapa natans (Vodeni kesten) i Lemna minor (Vodena leća)



Fotografija 5. Neke od biljaka koje su pogodne za podzemni – horizontalni tok vode - sa lijeva na desno - *Phragmites australis* (trska), *Scirpus lacustris* (šaša), *Iris pseudacorus* (žuti ljiljan), *Typha latifolia* (rogoz), *Juncus effusus* (obični sit)



Fotografija 6. Neke od biljaka koje su pogodne za podzemni - vertikalni tok vode - sa lijeva na desno - *Phragmites australis* (trska), *Iris laevigata*, *Hydrangea quercifolia* (hortenzia), *Canna indica*, *Salix purpurea*, *Zantedeschia* (Calla)

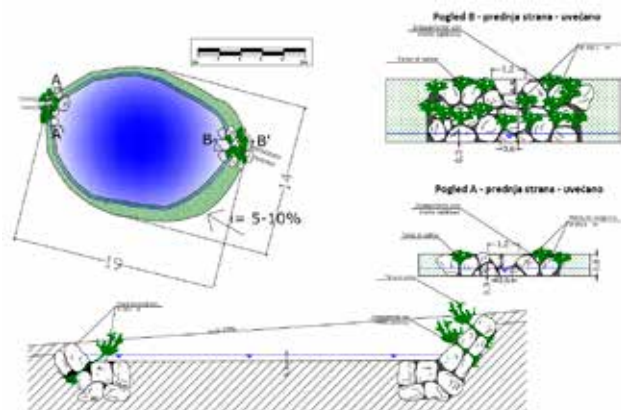
Pročišćavajuće djelovanje vegetacije se izražava kroz uzimanje azota, fosfora i ostalih mikroelemenata putem sistema korijena.

U zavisnosti od biljnih vrsta koje se koriste postoje slijedeći sistemi: sa plutajućim makrofitima, sa topljenim makrofitima, sa ukorijenjenim izranjajućim makrofitima i mješoviti sistemi (Ilustracija 3.).

Ovisno o vodenom toku fitodepuratori se dijele na dva sistema, one sa površinskim i one sa podzemnim tokom vode (Ilustracija 4.).

Odabir biljaka u sanitarnim močvarama – fitodepuratorima takođe zavisi o toku vode, odnosno od toga da li je tok vode površinski (lagune) ili podzemni (močvare). Tako su primjeri biljaka pogodnih za površinske vodene tokove prikazani na Fotografiji 4,

Prednosti fitodepuracije	Nedostaci sistema za fitodepuraciju
<ul style="list-style-type: none"> • Jednostavna izgradnja - minimalno invazivne metode izgradnje • Upotreba prirodnog materijala - osim vodootporne membrane • Jednostavno održavanje i upravljanje • Smanjenje troškova upravljanja - odsutnost ili ograničena prisutnost elektro-mehaničke opreme (lagano održavanje, bez buke, niska potrošnja električne energije) • Nema stvaranja mulja • Umanjen miris • Integracija u okolinu 	<ul style="list-style-type: none"> • Zahtijev za velikom površinom • Nije pogodan za velike sisteme, • Mulj iz primarnog taložnika se mora dodatno obraditi ili kompostirati, • Stvara se biljni otpad (mada ne u velikoj količini).



Ilustracija 5. Prikaz postrojenja za fitodepuraciju u sklopu Park šuma Mojnilo (Preuzeto iz prezentacije: Massimo Vecchiet (2013))

podzemni –horizontalni tok vode na Fotografiji 5 i podzemni - vertikalni tok vode na Fotografiji 6.

Upravljanje sistemom fitodepuracije

Sistemi fitodepuracije imaju jednostavno upravljanje koje ne zahtijeva stalno angažovanje, niti posebno kvalifikovanu radnu snagu, te obuhvata praćenje rasta biljaka, rezanje biljaka, uklanjanje korova, kontrolu algi, provjeru integriteta obalnih strana i provjeru dovodnog sistema (npr. nastajanje začepljenja...).

Ispravno održavanje sistema fitodepuracije je neophodno u cilju postizanja i održavanja efekata prečišćavanja, smanjenja kvarova i povećanog vijeka trajanja sistema.

Osnovni razlozi kvarova na dobro isprojektovanom sistemu su uglavnom nepredviđena hidraulička preopterećenja, loše funkcioniranje sistema za primarni tretman i začepljenja cijevi.

Sistem fitodepuracije u sklopu Parka šuma Mojnilo

Izgradnju postrojenja za fitodepuraciju na brdu Mojnilo i drugi niz aktivnosti, u okviru projekta "People vs Borders", partnerski su realizovali: Općina Novi Grad, italijanska organizacija Kallipolis, Sarajevska regionalna razvojna agencija SERDA, Arhitektonski fakultet iz Sarajeva i Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo.

Aktivnosti na Projektu "People vs Borders" su započele početkom 2011., a završavaju u 2013. godini.

Radovi na postrojenju za fitodepuraciju u sklopu Park šuma Mojnilo su završeni i ovaj fitodepurator je 12. septembra.2013.godine zvanično pušten u rad.

Učesnici radionice su 4.septembra.2013. imali priliku izvršiti obilazak terena i uvid u radove na lokalitetu na kojem se nalazi fitodepurator u sklopu Park šuma Mojnilo (Fotografija 7).

Na radionici je istaknuto da je u pitanju rijetki primjer ekološke prakse u Bosni i Hercegovini, koji je značajan, kako za edukativne tako i za razvojne namjene. Ovaj primjer ukazuje na mogućnost prirodnog prečišćavanja sa malim ulaganjima, što je bitno za područja koja nemaju kanalizacionu mrežu kao i poboljšanje zaštite životne sredine i kvalitet života stanovništva.

Projektno područje se odnosi na vodno područje sliva rijeke Dobrinje, koja prolazi kroz teritorij dva entiteta (FBiH i RS) i četiri općine (Istočno Novo Sarajevo, Istočna Ilidža, Novi Grad Sarajevo i Ilidža). Prema riječima predavača ovim projektom se nastoje obuhvati procjedne vode dvadesetak stambenih jedinica te time poboljšati i zaštititi prirodne resurse i resurse okoliša na ovom području.

Smatra se da je cilj projekta urbana i ambijentalna prekvalifikacija riječnog toka koji prolazi kroz naselje Dobrinja kao i uključivanje zajednica koje se nalaze na ovom području u taj proces.

Zaključak

Cijena projektovanja, izgradnje i primjene ovog rješenja je manja u poređenju sa klasičnim tretmanima otpadnih voda. Potrošnja električne energije je znatno manja, prirodno se uklapa u okolinu i ukoliko je potrebno postoji mogućnosti ponovne upotrebe prečišćene otpadne vode. Na osnovu nabrojanog, izgradnja sistema na bazi fitodepuracije je u skladu sa održivim razvojem.

Fitodepuracijom se nastoji pomoći rješavanju problema odvođenja otpadnih voda koje potiču iz stambenih objekata (turistička i vikend naselja i slično) ili manjih poslovnih objekata (samoposluge, auto-praonice i slično) a koji nisu priključeni na javni kanalizacijski sistem.

U evropskim, a posebno u zemljama mediterana, se kao tretman otpadnih voda koristi već decenijama, dok je kod nas, unatoč velikim ekološkim i ekonomskim prednostima, uglavnom zbog klimatskih uslova, još uvijek nezastupljena.

Dosadašnja iskustva u Italiji ukazuju na to da je tretman otpadnih voda fitodepuracijom, odnosno izgradnja sanitarnih močvara, efikasna i održiva varijanta, pa se iskreno nadamo da će fitodepurator u sklopu Parka šuma Mojmiło opravdati očekivanja i poslužiti kao primjer, te biti samo jedan u nizu rješenja za manja i nepristupačna naselja u Bosni i Hercegovini.

Napomena:

U periodu 2009/2010 (16 mjeseci) u Bosni i Hercegovini je u sklopu "Projekta zaštite kvaliteta vode/ Water Quality Protection Project" implementirana "Studija izvodljivosti o implementaciji prirodnih procedura tretmana urbanih otpadnih voda u manjim gradovima i naseljima na teritoriji BiH". Ova Studija, finansirana od IBRD/World Bank, je imala za cilj razvijanje prijedloga za poboljšanje upravljanja otpad-

nim vodama kroz implementaciju nekonvencionalnih tehnologija (NTC), identificiranje optimalnih strategija za korištenje NTC u tretmanu otpadne vode, elaboriranje dugoročnih i kratkoročnih investicionih planova za pogone za tretman otpadnih voda zasnovanih na primjeni NTC i identificiranje najmanje tri pilot projekta tretmana otpadne vode sa niskim troškovima i niskom potrošnjom energije na različitim tipičnim područjima Bosne i Hercegovine. Urađen je i idejni projekat za tri pilot pogona: Velagići (Općina Ključ), Grborezi (Općina Livno) i Orahova (Općina Gradiška).

Literatura:

Dr. Daniela Migliardi i dipl. agr. Massimo Vecchiet (2013) Prezentacija - Prečišćavanje vode kroz fitodepuraciju (močvare) - Sarajevo, Park šuma Mojmiło, Eko kuća

Dr. Daniela Migliardi i dipl. agr. Massimo Vecchiet (2013) Prezentacija - Provedena iskustva i postignuti rezultati - Sarajevo, Park šuma Mojmiło, Eko kuća

Materijali sa Međunarodnog treninga/radionice u sklopu projekta "People vs Borders"- Sarajevo, Park šuma Mojmiło, Eko kuća



Fotografija 7. Izgradnja postrojenja za fitodepuraciju u sklopu Park šuma Mojmiło (Autor)

IZRADA MAPA OPASNOSTI OD POPLAVA PRIMJENOM GIS SISTEMA

UVOD

Poplave su prirodna katastrofa koja odnosi ljudske živote, nanosi materijalne i ekološke štete, izaziva epidemije i sl. Njihova se pojava ne može izbjeći, ali se može smanjiti njen uticaj poduzimanjem određenih aktivnosti. To podrazumijeva: povećanje svijesti i edukaciju stanovništva o opasnostima od poplava, podizanje stepena pripravnosti te poduzimanje građevinskih i negrađevinskih aktivnosti i mjera. Rizici od poplava su smanjeni izgradnjom zaštitnih objekata, ali poplave se mogu javiti i tamo gdje se najmanje očekuju ili se mogu pojaviti velike vode rjeđeg ranga od onih na koje su objekti zaštite dimenzionirani.

U zadnjih desetak godina, zbog poplava koje su se desile širom Evrope, umrlo je više od 700 ljudi, više od pola miliona ljudi je moralo napustiti svoje domove, a štete su procijenjene na preko 25 milijardi eura. Preko 100 razarajućih poplava je zadesilo Evropu u periodu između 1998. i 2004. godine, uključujući katastrofalne poplave u dolinama Dunava i Elbe 2002. godine, a tokom ljeta 2005. godine desile su se poplave sa još težim posljedicama. Navedeni događaji su pokrenuli snažnu akciju Evropske unije u borbi protiv poplava i minimiziranju rizika pojave ovakvih događaja. Kao dio razvoja i unaprjeđenja sistema integralnog upravljanja vodama, Evropski parlament i Vijeće Evropske unije su 23. septembra 2007. godine donijeli Direktivu o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima. Svrha ove direktive je uspostaviti okvir za procjenu i upravljanje poplavnim rizicima s ciljem smanjivanja štetnih posljedica poplava u zajednici za zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost.

Prateći evropske trendove i stvarajući preduslove za značajniju tehničku i finansijsku pomoć Evropske unije, Agencije za vodno područje rijeke Save i Jadranskog mora pokrenule su program izrade preliminarne procjene poplavnog rizika. U periodu od

decembra 2009. godine do danas izrađena je preliminarne procjena poplavnog rizika na vodnim područjima rijeke Save i sliva Jadranskog mora u Federaciji Bosne i Hercegovine za vodotoke I kategorije. Time su definisana područja koja su ugrožena od poplava i kojima je dodijeljen indeks poplavnog rizika (Tabela 1), a primjer vizuelnog prikaza je dat na slici 1.

Tabela 1 Kategorizacija poplava prema značaju

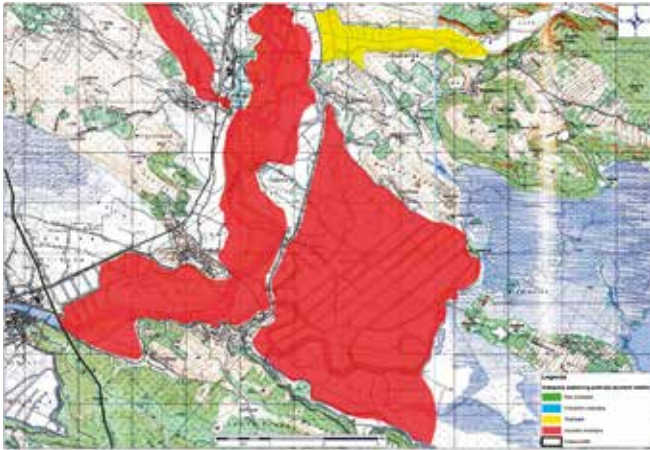
Indeks	Značaj
0-50	Nije značajna
50-100	Umjereno značajna
100-500	Značajna
>500	Izuzetno značajna

Naredna faza projekta nalaže izradu mapa opasnosti poplavnih područja. Mape opasnosti sadrže obim poplavnih poligona za maksimalne protoke 20-godišnjeg, 100-godišnjeg i 500-godišnjeg ranga pojave, te raspored dubina i brzina. Mape opasnosti se rade samo za značajne i izuzetno značajne poplave.

Hronologiju izrade mapa opasnosti opisuje slika prikazana u nastavku.

HIDRAULIČKO MODELIRANJE VODOTOKA I PRIOBALNOG PROSTORA

Za izračunavanje poplavnih linija u širokoj upotrebi je hidraulički program - model HEC-RAS, koji omogućava računanje jednodimenzionalnog stacionarnog i nestacionarnog toka u otvorenim vodotocima (US Army Corps of Engineers, 2003.). Hidraulički model zahtjeva opis geometrije riječnog korita, od crtanja tlocrtne situacije vodotoka do definiranja tačaka pojedinih po-



Slika 1. Poplavna područja koja su dobivena preliminarnom procjenom poplavnog rizika, IHGF 2013.

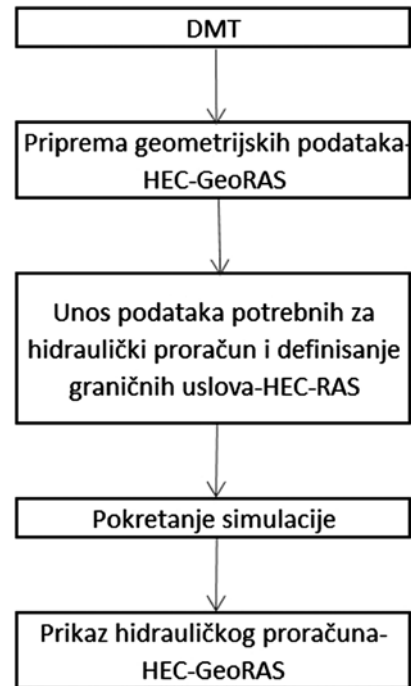
prečnih profila u lokalnim koordinatnim sistemima, opis geometrije vodotoka i priobalnog prostora, određivanje koeficijenta hrapavosti korita, i ostalih parametara koji bi mogli uticati na hidrauličke veličine u vodotoku. Na lokaciji geodetsko ili drugačije izmjereno poprečnog profila, gdje su poznate prostorne koordinate X, Y, Z geometrija je dovoljno precizna. Mnogo manje je precizna interpolacija geometrije korita među pojedinim izmjerenim poprečnim profilima. Da bi se poboljšao opis geometrije riječnog korita i poplavnih područja, kao osnova za rad se upotrebljavaju digitalni modeli terena (DMT) u obliku nepravilne trokutne mreže (TIN).

DMT se može napraviti na osnovu topografskih podataka sakupljenih pomoću različitih tehnika daljinskog praćenja, od klasičnih geodetskih mjerenja, digitalizacijom karata, praćenjem izohipsi, sve do moderne tehnologije LIDAR-a. Kad je DMT napravljen, pomoću aplikacije HEC-GeoRAS u programu ArcGIS se pripremaju datoteke sa tačnijim geometrijskim podacima šireg prostora, potrebnim za hidraulički proračun u HEC-RASu. Po potrebi se pripremljena geometrija u programu HEC-RAS može dopuniti i pojedinostima, kao što su objekti ili druge gradnje u prostoru.

Za modeliranje se osim geometrije dodaju i hidraulički parametri koji opisuju osobine vodotoka, prepreke (koeficijenti proširenja/suženja korita i sl.), i postavljaju početni i granični uslovi.

PRIPREMA GEOMETRIJE RIJEČNOG KORITA I PRIKAZ POPLAVNIH PODRUČJA POMOĆU ARCGIS APLIKACIJE HEC-GeoRAS

Programska aplikacija HEC-GeoRAS uvijek se upotrebljava u kombinaciji sa aplikacijom ArcGIS ESRI 3D Analyst i ESRI Spatial Analyst. Dok 3D Analyst omogućava interpolaciju podataka DMT, sa aplikacijom Spatial Analyst može se prikazati veličine



Slika 2. Hronologija izrade mapa opasnosti

izračunatih dubina vode i brzine vode pomoću rasterske mreže ili oblikovanjem histograma. Kao što je već spomenuto, DMT mora biti izrađen pomoću TIN, što omogućava bolje predstavljanje površinskih promjena kako riječnog prostora, tako i pripadajućih poplavnih površina. Kad je model terena u TIN spreman, počinje se sa oblikovanjem slojeva tačaka, linija i poligona, potrebnih za pripremu geometrijskih podataka za hidrauličke modele (npr. za HEC-RAS). Neki podaci su obavezni, neki izborni. Među obavezne slojeve, pored samog DMT, spadaju osovina vodotoka, te trase i profili poprečnih presjeka. Ta dva sloja se izrade najprije u 2D prostoru, i poslije pretvore u 3D oblik. Na osnovu DMT-a, u programu se odrede potrebne razdaljine i visinske vrijednosti pojedinih tačaka. Korisnik ima na raspolaganju i mnoge druge slojeve s kojima može dopuniti geometrijski model – mogu se iscrtati linije obala riječnog korita, linije nasipa i mostova, putova mogućih poplavnih tokova i sl. Tu spadaju i poligonski slojevi koji opisuju područja neefektivnog toka ili objekte uz riječno korito, koji smanjuju površinu poprečnog presjeka, područja akumuliranja vode i sl. Obično se takva područja javljaju uz mostove, propuste, u meandrima i sl. Pored trase (lokacije) mosta, čiji prikaz služi samo kao pomoć pri preciznijem određivanju lokacije uzduž vodotoka (njegova geometrija se definira u hidrauličkom modelu), mogu se iscrtati i linije obrambenih nasipa (postojećih ili projektovanih).

Program omogućava i vezu sa slojem u kojem se opisuje način korištenja zemljišta (poljoprivreda, šuma, i sl.). Osobine tog sloja su od velike pomoći pri definiranju Manningovih koeficijenta hrapavosti, prije svega za definiranje uticaja vegetacije na poplavnim područjima.

Na slici 3 dat je primjer definiranja Manning-ovih koeficijenta hrapavosti za potrebe dorade hidrauličkog modela rijeke Neretve, a koju je radio Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu.

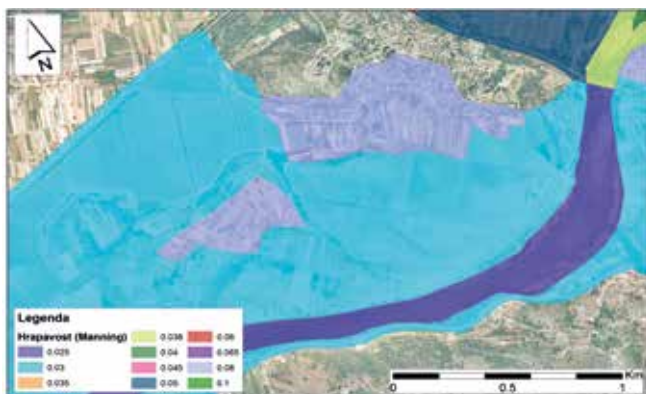
Pri kreiranju tih slojeva, od velike su pomoći aerofoto snimci, ako se dovoljno precizno prekrivaju sa DMT, jer se mogu s dovoljnom tačnošću odrediti lokacije pojedinih objekata, nasada, šuma i sl. Mogu poslužiti i kod određivanja objekata koji utiču na vodni tok, a njihova geometrija je već definirana u ArcGIS-u (npr. kuće, gospodarski objekti, i sl.) ili kasnije u HEC-RAS-u.

Neposredno se u hidraulički model unose prije svega objekti koji imaju znatan uticaj na režim tečenja, kao što su mostovi, propusti, planirani nasipi i sl. Nakon oblikovanja svih slojeva, izradi se namjenska datoteka, s svim geometrijskim podacima, koja je primjerena za hidraulički matematički model HEC-RAS.

PRIKAZ HIDRAULIČKIH PRORAČUNA S PROGRAMSKIM ALATOM HEC-GEORAS

Po završenoj hidrauličkoj simulaciji se rezultati proračuna toka vode pomoću HEC-GeoRAS prenose nazad u GIS. Treba izračunati sjecišta (kose) vodne površine s terenom, tzv. poplavne linije, kojima se na različitim kartama prikazuje obim plavljenja za razmatrane protoke različite vjerovatnoće pojave. Za prikaz poligona vodne površine ponovo se izradi mreža TIN, interpolacijom visina vodne površine između riječnih profila. Nagib površina poligona među profilima predstavlja pad nivoa vodnog lica. Ako je geometrija pripremljena pomoću programskog alata HEC-GeoRAS, poligoni koji predstavljaju vodno lice su već smješteni u prostor. Pri tome je potrebno naglasiti da poligone, koji nisu geopozicionirani, nije moguće prenijeti u prostor.

Osim 2D prikaza širine poplavljenih područja, postupcima u okviru HEC-GeoRAS se može pokazati i raspored dubine i brzine vode po prostoru.



Slika 3. Sloj koji definiše Manning-ov koeficijent, a koji je određen na osnovu ortofoto snimaka, IHGF 2013.

ZAKLJUČAK

Ovim radom se želio predstaviti koncept i izrađena metodologija uključivanja modernih metoda detekcije terena i upotrebe GIS alata za pripremu geometrijskih podataka za hidrauličko modeliranje.

Zato u tekstu nisu date brojne jednačine koje se koriste u proračunima.

Prikazani pristup daje poboljšanu tačnost hidrauličkih proračuna, jer uzima tačniji digitalni model terena, odnosno dodatnu batimetriju vodotoka.

Rezultat je bolje sagledavanje poplavnih zona i režima tečenja, jer već manje promjene topografije mogu utjecati na režim oticanja vodotoka (smjer, jačina).

Ovaj način rada daje važne dodatne informacije o stanju poplava u prostoru, kao što su lokacije i količine izlivanja iz korita rijeke, smjer, brzinu, dubinu i kao i njihovu prostornu raspodjelu.

Za područja, gdje su dostupne samo digitalizirane karte većih razmjera, ova metoda rada praktički je neupotrebijiva. Preuzimanje učinkovitih mjera (aktivnih i pasivnih) pri pojavi velikih voda, i preventivno sagledavanje opasnosti od poplava u prostoru, u velikoj mjeri ovisi o tačnosti određivanja stepena opasnosti na pojedinim lokacijama. Što tačnije karte, sa klasifikacijom stepena opasnosti od poplave za različite karakteristične protoke, mogu osigurati potrebne podatke kako organima nadležnim za zaštitu i spašavanje, tako i ostalim institucijama zaduženim za planiranje i/ili upravljanje prostorom.

Veća tačnost hidrauličkih proračuna je naročito važna u ravničarskim predjelima, gdje već manje povećanje razine vode može uzrokovati plavljenje većih područja. Za tačnije proračune je potrebno i tačnije bilježenje terena, koje u prošlosti nije bilo lako izvodivo. Osobine riječnog korita i poplavnih područja, koje utiču na hidrauličke karakteristike, se mogu efikasnije opisati upotrebom GIS alata. Važan napredak u hidrauličkoj analizi je omogućila detekcija topografije s dovoljno velikom gustoćom i tačnošću, koju je omogućila tehnologija LIDAR. Prednost tehnologije je, pored tačnosti, i mogućnost dobivanja topografije širih područja u vrlo kratkom vremenu, te brzina postupaka za izradu DMT, pa se može očekivati i bilježenje promjena za vrijeme poplava.

LITERATURA

1. Preliminarna procjena poplavnog rizika na vodotocima I kategorije u FBiH, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, April 2013.
2. Dorada hidrauličkog modela rijeke Neretve, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Maj 2013.
3. Upotreba LIDAR podataka za izračune poplavnog područja, L. Gosar, G. Rak, F. Steinman, P. Banovec, August 2007.

QSAR ANALIZA- SEMINAR U BRATISLAVI

Uvod

U periodu od 03. do 04. oktobra 2013. godine u Bratislavi je održan seminar na temu primjene modela QSAR analize (Quantitative Structure-Activity Relationship) – Kvantitativni odnos strukture i aktiviteta hemijskih supstanci u okviru projekta „Razvoj sistema podrške odlučivanju za smanjenje rizika od okolišnog zagađenja rijeke Bosne“.

Ovaj model je prepoznat kao veoma korisno sredstvo prilikom obrade rezultata monitoringa kvaliteta vodotoka, određivanja toksičnosti pojedinih organskih supstanci u vodi, a na osnovu hemijske strukture i koncentracije polutanata u vodi.

Projekat „Razvoj sistema podrške odlučivanju za smanjenje rizika od okolišnog zagađenja rijeke Bosne“, finansiran je od strane North Atlantic Treaty Organization (NATO) i realizira se u partnerstvu Instituta za istraživanje voda, Nacionalne referentne laboratorije za vode Slovačke iz Bratislave (WRI, Slovačka)

sa Institutom za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu (HEIS). Projekat je započeo u maju 2010. godine i trajat će do aprila 2014. godine.

Glavni cilj projekta je prijedlog razvoja sistema podrške odlučivanju (Decision Support System – DSS) koji omogućava identifikaciju glavnih rizika vezanih za zagađenje okoliša riječnog sliva i preporuka tehničkih rješenja za redukciju/uklanjanje zagađenja. Za implementaciju projekta odabran je sliv rijeke Bosne kao pilot područje, obzirom da su tokom ranijih projekata za ovaj sliv ustanovljeni izuzetno veliki pritisci zagađivača.

Tokom trajanja projekta, u periodu august/oktobar 2012. godine proveden je monitoring kvaliteta rijeke Bosne na odabranim lokacijama, kao i monitoring kvaliteta otpadnih voda većih zagađivača u slivu. Primijenjene su najsavremenije tehnike uzorkovanja vode i sedimenta, uključujući i pasivno uzorkovanje. Uzorkovanju su osim eksperata iz laboratorija HEIS



i WRI, prisustvovali i eksperti iz Laboratorije za vode Agencije za vodno područje rijeke Save FBiH i Agencije za vode oblasnog riječnog sliva Save, ured Doboj.

Analiza uzoraka vode i sedimenta obuhvatala je širok spektar parametara kvaliteta, uključujući i prioritne supstance prema Okvirnoj direktivi o vodama. Osim toga, dat je i pregled kvalitativnog sastava riječne i otpadne vode sa ciljem naknadne obrade QSAR modelom.

Prioritizacija hemijskih supstanci

Na seminaru je prezentirano na koji način se vrši prioritizacija hemijskih supstanci na nivou Europske Unije, odnosno na koji način se od velikog broja supstanci koje se mogu naći u vodotocima identificiraju supstance koje predstavljaju najveću opasnost po živi svijet. Ulazni podaci za ovakvu analizu su podaci o uticaju supstanci na živi svijet (ekotoksikološki podaci), broj mjernih mjesta na kojima je evidentirano prekoračenje dozvoljene koncentracije, izmjerena koncentracija supstanci u vodama i sl.

Pristup prioritizacije koji primjenjuje NORMAN (Mreža referentnih laboratorija za monitoring novih polutanata) i koji je primijenjen na podatke dobivene projektom koji se odnose na kvalitet ispitivanih mjernih mjesta u slivu rijeke Bosne je predstavljen na seminaru. NORMAN mreža je započela aktivnosti 2005. godine uz finansijsku pomoć Europske

komisije sa ciljem poboljšanja razmjene informacija i prikupljanja podataka o novim polutantima, validacije i harmonizacije zajedničkih metoda mjerenja i monitoringa.

Novi polutanti nisu nužno nove supstance. Radi se o supstancama koje su već dugo prisutne u okolišu, ali se tek sada došlo do saznanja o njihovom značaju i prisustvu u okolišu. Podaci o ovakvim polutantima obično nisu sistematizovani, a metode se tek razvijaju ili još uvijek nisu harmonizovane na nivou EU, što otežava interpretaciju i poređenje rezultata analize i predstavlja veliku prepreku zakonodavnim tijelima u procesu donošenja odluka. Termin nove supstance se razlikuje od termina novih polutanata.

Nove supstance se definiraju kao supstance koje su pronađene u okolišu, ali trenutno nisu uključene u rutinski monitoring u EU, jer njihov uticaj na živi svijet još uvijek nije u potpunosti poznat.

Novi polutanti se definiraju kao polutanti koji se ne prate rutinskim monitoringom u EU, ali koji mogu biti kandidati za reguliranje zakonskim propisima zbog njihove štetnosti i prikupljenih podataka o monitoringu u različitim dijelovima okoliša (voda, sediment, biota).

NORMAN mreža je identificirala listu novih supstanci i polutanata o kojima se trenutno najviše govori u naučnim krugovima, koja je posljednji put ažurirana u martu 2011. godine. Ove supstance su odabrali eksperti koji rade za NORMAN, na osnovu citiranja u naučnoj literaturi. Na listi se nalaze površinski aktivne supstance, lijekovi, kozmetički proizvodi, pesticidi i produkti njihovog raspadanja, različiti spojevi sa dokazanim uticajem na rad žlijezda sa unutrašnjim lučenjem i spojevi za koje se sumnja da utiču na rad žlijezda sa unutrašnjim lučenjem. Veoma su važne i nanočestice, koje imaju veliku površinu po jedinici mase. Lista novih supstanci je po svojoj definiciji dinamična. Eksperti koji rade za NORMAN su zaduženi za redovno revidiranje liste novih supstanci.

QSAR analiza i rezultati projekta

Uzorci vode i sedimenta prikupljeni od strane Projekt tima u periodu od augusta do oktobra 2012. godine su dostavljeni laboratoriji AQ BIOS iz Slovačke, u saradnji sa Nacionalnom referentnom laboratorijom Instituta za ispitivanje voda u Bratislavi, Slovačka.

Hydrobiološke analize i hemijske analize, uključujući analize uzoraka iz pasivnog uzorkovača su



sprovedene u skladu sa standardnim metodama ispitivanja.

Analize su rađene na 16 uzoraka površinskih voda, 11 uzoraka otpadnih voda, 7 uzoraka sedimenata i 10 uzoraka uzorkovanih pasivnim uzorkivačem, te su još urađene analize eko-toksičnosti. Rezultati ovog rada su se koristili za prioritizaciju najvažnijih specifičnih supstanci na rijeci Bosni, te za određivanje vrijednosti emisionih limita za velike zagađivače.

Provjera eko-toksičnosti organskih supstanci izvršena je ciljanim analizama (target screening) i spojevi su aproksimativno identifikovani ne-ciljanim (non-target screening) GC-MS provjerama koristeći postojeću literaturu za EQS (Okolišni standardi kvaliteta) i PNEC vrijednosti (predviđene koncentracije pri kojima nema štetnog uticaja).

QSAR tehnika računalnog modeliranja je primjenjena za ocjenu ekotoksičnosti u slučaju kada nisu bili dostupni podaci o štetnom uticaju supstanci (PNEC vrijednosti). Zbog manje preciznosti, za ovako dobijene vrijednosti koristi se termin P-PNEC (pri-

vremene predviđene koncentracije pri kojima nema štetnog uticaja).

Najniže PNEC vrijednosti su određene za svaku od analiziranih/identificiranih supstanci, uz tačno definisanje kako su izvedeni uz odgovarajuće podatke, pri čemu je definisana dozvoljena pouzdanost/kontrola kvaliteta. Najniža PNEC vrijednost odnosi se na najnižu dostupnu PNEC vrijednost koja bi mogla biti izvedena na osnovu akutnih, kroničnih ili nestandardnih testova, a namijenjena je kao pravno neobavezujuća vrijednost limita za zaštitu receptora od rizika u, ili putem, vodenog okoliša.

EQS (emisioni limiti za velike zagađivače) i najniže PNEC vrijednosti su određene za 344 analizirane/provizorno identificirane supstance u analiziranim uzorcima koristeći ciljane i ne-ciljane tehnike provjere. Od te 344 supstance, za 235 supstanci je određen P-PNEC koristeći QSAR metodologiju. Rezultati ovih analiza spadaju u najnaprednije u Europi, i daju mogućnost prioritizacije polutanata na slivu rijeke Bosne u skladu sa zahtjevima Okvirne direktive o vodama.

QSAR model se uglavnom primjenjuje na novim supstancama, odnosno supstancama koje nisu regulisane zakonom (nisu uspostavljene granične vrijednosti emisije), sa ciljem uspostave svrsishodnog monitoringa kvaliteta voda.

Važnost ovakve analize postat će nam jasnija kada uzmemo u obzir činjenicu da se trenutno u svijetu primjenjuje nekoliko miliona supstanci i da je veoma važno da monitoringom budu obuhvaćene relevantne supstance.

Literatura:

WFD compliant monitoring of surface and waste water streams, QSAR (ECO) toxicity analyses and passive sampling (2013); Final Report; AQ-BIOS, s.r.o., Bratislava

Nacionalna referentna laboratorija za vode Slovačke, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta Sarajevo, Plan monitoring rijeke Bosne, 2012

www.norman-network.com

<http://www.heis.com.ba/projekat/>

POSJETA STUDENATA SA TEHNIČKOG UNIVERZITETA U DELFTU

U saradnji zaposlenika Agencije za vodno područje rijeke Save Sarajevo i profesora Damira Brđanovića sa UNESCO IHE (Institute for Water Education – Institut za edukaciju iz oblasti voda), došlo je do ideje i saradnje između Agencije za vodno područje rijeke Save (AVP Sava) i holandskog Tehničkog Univerziteta u Delftu (TU Delft).

Na osnovu zainteresovanosti studenata sa TU Delfta, AVP Sava je prihvatila ulogu domaćina te je 11.jula.2013.godine organizovana studijska posjeta grupe studenata predvođena profesorima Thom Bogaard i Bas Heijman sa TU Delfta. Ovoj studijskoj

posjeti su, osim pomenutih profesora, prisustvovala 23 studenta.

U sklopu posjete studenti su imali priliku prisustvovati prezentaciji tema: “Upravljanje vodama u BiH” koju je održao rukovodilac Sektora za upravljanje vodama inženjer Almir Prljača i “Uvod u sistem prikupljanja i odvodnje otpadnih voda i postrojenju za prečišćavanja otpadnih voda Butile – Sarajevo” koju je održala Amila Ibrulj – Fotografije 1.

Nakon prezentacija i upoznavanja, studenti su obišli devastirano postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda grada Sarajeva u Butilima. Rukovodilac postrojenja Jasmin Rudalija iz KJKP Vodovod i Ka-



Fotografije 1. – Doček studenata i prezentacije u prostorijama AVP Sava



Fotografije 2. – Posjeta postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda grada Sarajeva - Butile

nalizacija Sarajevo je sa studentima prošao kroz pojedinačne segmente postrojenja, pojasnio svaku etapu i odgovorio na pitanja studenata (Fotografije 2 i 3).

Studenti su imali priliku posjetiti i lokaciju trenutnog ispusta otpadnih voda grada Sarajeva u rijeku

Miljacku, te svjedočiti stanju voda, iz kojeg se vidi neophodnost i hitnost rekonstrukcije devastiranog postrojenja.

Posjetom vodoprivrednoj laboratoriji Butile, studentima je ukratko objašnjena istorija laboratorije,



Fotografije 3. – Posjeta postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda grada Sarajeva - Butile



Fotografije 4. – U posjeti AVP Sava Laboratoriji (Autor)



Fotografije 5. – Posjeta filterskom postrojenju Bosna (Autor)



Fotografije 6. – Posjeta filterskom postrojenju Bosna (Autor)



Fotografije 7. – Izvor Vrela Bosne (Autor)

metode i mjerenja koje se primjenjuju, kao i aktivnosti kojima se laboratorija bavi: uzorkovanje, hemijske, biološke, mikrobiološke, ekotoksikološke analize voda i sedimenta rijeka, hidrometrijska mjerenja, obavljanje kontrolnih mjerenja tereta zagađenja (EBS) i niz drugih. (Fotografije 4)

Zaposlenica u laboratoriji, mr. sci. Sanela Džino je upoznala prisutne sa trenutnim aktivnostima laboratorije te je, nakon obilaska laboratorijskih prostorija, studentima ukratko opisano svako ispitivanje pojedinačno.

Nakon laboratorije, uslijedio je i obilazak filterskog postrojenja Bosna u blizini Vrela Bosne. Ovo postrojenje za pripremu pitke vode, kojim upravlja KJKP Vodovod i Kanalizacija Sarajevo, je izgrađeno u poslijeratnom periodu. Postrojenje je kapaciteta 200 litara u sekundi i u funkciji je sistema za vodosnabdijevanje Sarajeva.

Za ovu posjetu studenti su pokazali veliku zainteresovanost te su tokom predstavljanja i upoznavanja sa zahvatanjem i tretmanom vode, te njenom distribucijom, postavljali pitanja i interesovali se za svaki aspekt tretmana (Fotografije 5 i 6).

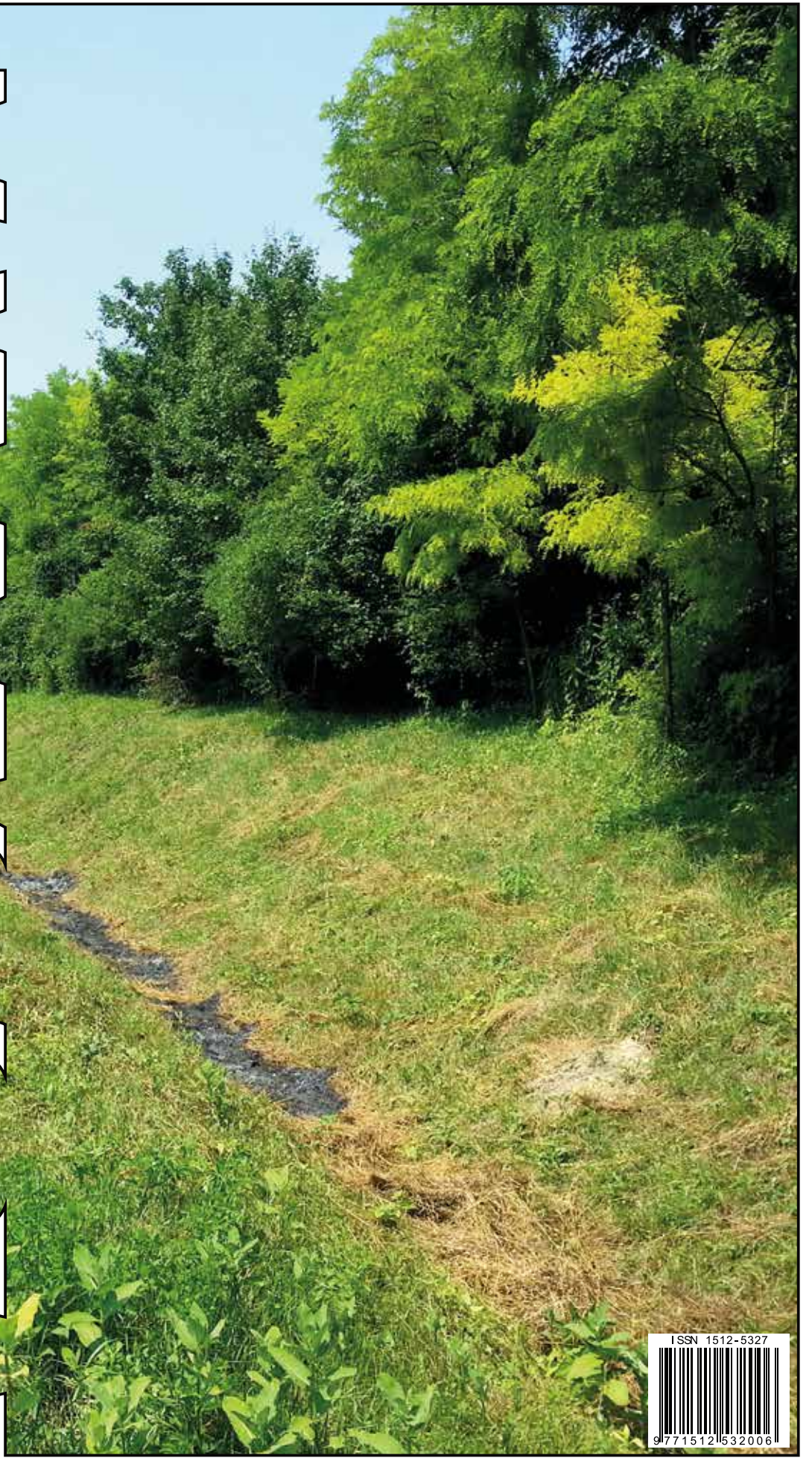
Studenti nisu krili oduševljenje prirodnim ljepotama Vrela Bosne pa su rekli da se nadaju ponovnoj posjeti radi otkrivanja ostalih prirodnih ljepota ove regije (Fotografije 7).

Iz razgovora sa studentima saznali smo da je ovo studijsko putovanje ispunilo njihova očekivanja, te bilo korisno u smislu proširenja postojećih saznanja i sticanja novih, tako da se ova posjeta može smatrati jako uspješnom i korisnom.

Mi sa naše strane smatramo da je ovo bio pozitivan primjer međunarodne saradnje po pitanju voda sa Tehničkim Univerzitetom u Delftu i radujemo se njenom nastavku na polju edukacije.



WOODLAND



ISSN 1512-5327
9 771512 532006