

WATER

ČASOPIS AGENCIJE ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE SARAJEVO

2013
Godina XVIII

84



UVODNIK

D. Hrkaš
UVODNIK

AKTUELNOSTI

M. Sarač
ODREĐIVANJE GRANICA
VODNOG DOBRA

KORIŠTENJE VODA

H. Ališehović
IZDAVANJE VODNIH AKATA ZA
ELEKTROENERGETKSE OBJEKTE

ZAŠTITA VODA

D. Sedić
KONTROLA I PROCJENA KVALITETA

A. Imamović
ANALIZA KORELACIJA EKOLOŠKIH
PARAMETARA KVALITETA VODA NA RIJECI BOSNI

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

Z. Redžić
UPRAVLJANJE POLIHloriranim
Bifenilima (PCB)

ZAŠTITA OD VODA

I. Hodžić
ANALIZA IPPC POGONA I POSTROJENJA
ZA POTREBE IZRADE MAPA POPLAVNOG RIZIKA

L. Žunić
FIZIČKO-GEOGRAFSKE I HIDROGRAFSKE
SPECIFIČNOST SLIVA RIJEKE PRAČE

IN MEMORIAM

Bogoljub Rikalo
(1935. – 2013.)



Autorica kolor fotografija u punom formatu stranica je inženjerka Sanja Miličić a snimljene su: naslovna-potok Ivančica , pritoka r. Kozice, na području Busovače; zadnja je Bezimeni potok u području zeničkog izletišta Bistričak; predzadnja je željeznički most preko rijeke Bosne u Zenici; srednje kolor strane-prva je zima na rijeci Bosni u Maglaju; sredina je gradski most u Maglaju preko rijeke Bosne i treća je r. Bosna u mjestu Nemila kod Zenice.

"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,

Dan za danom, mjesec za mjesecom i prođe još jedna godina. Nekome milo, nekome i nije baš, pa za godinu smo stariji, ali teče vrijeme, kažu stari: kao mutna voda! Biva, bistra voda ne teče, ha?! Teče, teče... svaka voda teče i otiče, ali se i vraća u svom prirodnom ciklusu, a vrijeme neumitno i nepovratno prolazi. Opet smo u prilici, ako nam je to važno, da zbrajamo i oduzimamo sve ono što smo ili nismo uradili u godini koja izmiče, da planiramo život za godinu koja dolazi i da gledajući ispred sebe vidimo ostvarenja nekih neispunjenih ciljeva i u sebi čvrsto odlučimo da ćemo iduće godine biti sigurniji, hrabriji, odlučniji, bolji i odgovorniji prema sebi i zajednici u kojoj živimo, itd. itd. Pa prođu praznici, pa dođe hladni i dugi januar, naše maštanje se okrene prema suncu, svjetlosti i toplini, prema proljetnim vodama koje donose novi život i buđenje prirode, i jedva da se neko i sjeti onih neizrečenih zaklinjanja o vlastitim promjenama i velikim planovima za bolji život.

A u 2014. godini nas čeka još jedan Svjetski dan voda – 22. marta, kada će Agencija za vode iz Sarajeva biti domaćin centralne bosanskohercegovačke manifestacije obilježavanja ovog datuma. UN je već označio da se taj svjetski dan vode u okviru desetljeća pod motom „VODA ZA ŽIVOT 2005. -2015.“ obilježava pod geslom „VODA I ENERGIJA“. To nimalo ne čudi obzirom da su voda i energija međusobno povezane i ovisne, da je voda obnovljivi resurs i time

i izvor energije, da se iskorištavanjem energije vode ne zagađuje okoliš, iako sami infrastrukturni objekti za tu proizvodnju mogu i utiču na okoliš, ali i da je ekonomski veoma konkurentan drugim oblicima proizvodnje energije (nuklearke, fosilna goriva i sl.) Kakva je situacija u našoj zemlji, manje-više je poznato, a vjerovatno ćemo puno više čuti i saznati na sam Dan voda, o čemu ćemo šire i više pisati u narednom broju. Tada će već snaga proljetnih voda u ledeno zelenim rijekama nabujalim od istopljenih snjegova sa naših planina samo jednim svojim manjim dijelom proizvoditi tako željene i važne kilovate, a puno više „očistiti“ smećem zatrpane obale i dalje odnijeti svu našu nebrigu i bahatost prema sebi samima i zajednici u kojoj živimo. Eto, to bi se dalo promijeniti kod svakog od nas u idućoj godini, nije veliki trud niti napor, samo treba malo želje i odgovornosti da se prostor u kojem živimo učini ljepšim i zdravijim za svakodnevn život.

Ne treba zaboraviti da imamo sreću što pripadamo (ne tako veliko broju u svijetu) onima koji imaju svaki dan toplu vodu kad i koliko požele i ne moraju se boriti za svaku kap čiste vode.

*SRETNNA VAM I U SVAKOM POGLEDU
USPJEŠNA NOVA 2014. GODINA!*



Autori su u cjelosti odgovorni za sadržaj i kvalitet članaka.

ODREĐIVANJE GRANICA VODNOG DOBRA

U dosadašnjoj praksi upravljanja vodama, na vodnom području rijeke Save u FBiH, kao i u cijeloj BiH, jedan od značajnijih problema u sektoru voda bila je gradnja stambenih, objekata za odmor i rekreaciju, kao i drugih građevina, neposredno na obalama rijeka i jezera. Problem je izražen na većini vodotoka, gdje su na obalama rijeka i jezera "legalno" i nelegalno izgrađeni objekti koji predstavljaju prepreku za pristup vodotoku, ugrožavaju druge objekte kod pojave velikih voda, onemogućuju izgradnju javnih objekata od interesa kao što su zaštitni vodni objekti za odbranu od poplava, čine hidromorfološki pritisak na vodotok, te uzrokuju mnoge druge probleme s kojima se suočavaju, kako institucije koje upravljaju vodotocima, tako i svi ostali korisnici usluga ovog prirodnog resursa. Iz tog razloga, a shodno postojećem stanju upravljanja javnim dobrom u segmentu voda, koje je naslijeđeno iz prošlog državnog sistema, te u skladu sa pozitivnom praksom upravljanja vodama u Evropskoj Uniji,

koje je izraženo kroz Direktivu o vodama, postojeći Zakon o vodama FBiH, kao i pripadajući podzakonski akti, uredili su ovu oblast na zakonodavnom nivou, definisanu terminom **Vodno dobro**.

Vodno dobro je skup zemljišnih čestica na kojem je voda trajno ili povremeno prisutna, zajedno sa osnovnim koritom vodotoka i priobalnim pojasom od granice obale, odnosno izrazite morfološke promjene (širine 15m za vodotoke I kategorije, odnosno 5m za vodotoke II kategorije), kao i zemljište potopljeno stajacim vodama, te napuštena riječna korita koje voda povremeno plavi.

U vodno dobro još se ubraja i uređeni inundacioni pojas, kao i zemljište ispod i pored zaštitnih vodnih objekata, kao što su nasipi, obaloutvrde, obodni kanali za zaštitu od vanjskih voda, odvodno tuneli, brane sa akumulacijama, ustave, retencije, pumpne stanice za odbranu od poplava i drugi pripadajući objekti, kao i objekti za zaštitu od erozija i bujica.



Slika 1. Prikaz podataka o granicama vodnog dobra i pripadajućim zemljišnim česticama u općini Visoko, koji su pohranjeni u bazu podataka Informacionog sistema voda BiH – vodno područje rijeke Save

Određivanje granica vodnog dobra predstavlja prvi i vrlo značajan korak u cjelokupnom postupku definisanja vodnog dobra i javnog vodnog dobra. Shodno Zakonu o vodama FBiH, kao i pripadajućim podzakonskim aktima, određivanje granica vodnog dobra se definiše kroz izradu tehničkog elaborata, za odgovarajuću površinsku vodu (rijeke i jezera) na pripadajućem području općine. Na vodnom području rijeke Save u Federaciji BiH, odnosno vodotocima I kategorije za izradu elaborata o određivanju granica vodnog dobra, nadležna je Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo (u daljem tekstu: Agencija), a za vodotoke II kategorije, u skladu sa kantonalnim zakonima o vodama, nadležni su kantoni, odnosno općine. Agencija je do sada izradila elaborate za gotovo sve općine na području svoje nadležnosti i samim tim definisala granice vodnog dobra uz vodotoke I kategorije, izuzev rijeke Spreče nizvodno od općine Lukavac, dok je izrada elaborata za općine Bihać i Drvar u završnoj fazi.

U kompletnoj proceduri, a nakon izrade elaborata, slijedila je ovjera ove tehničke dokumentacije od strane nadležnih općinskih uprava za geodetske i imovinsko-pravne poslove. Iz tog razloga Agencija

je u dosadašnjem periodu vrlo dobro saradivala sa lokalnim zajednicama, čiji predstavnici u nadležnim općinskim službama su bili dodatna kontrola ispravnosti prethodno određenih granica vodnog dobra, kao i ispravnosti korištenih katastarskih podataka. Na osnovu izrađenih i ovjerenih elaborata i definisanih granica vodnog dobra Federalno ministarstvo, poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva (u daljem tekstu: Ministarstvo), je donijelo odgovarajuće Rješenje o određivanju granica vodnog dobra, pojedinačno za svaku od općina.

Naredni korak podrazumijeva provođenje donesenog Rješenja u katastarsko-knjižnim i zemljišno-knjižnim evidencijama i to od strane općinskih službi nadležnih za katastar, odnosno zemljišno-knjižnih odjeljenja nadležnog suda, kao i unošenje podataka iz elaborate u bazu Informacionog sistema voda BiH, za vodno područje rijeke Save u FBiH, što se izvodi paralelno za izradom elaborata.

Obzirom na utvrđenu neusklađenost evidencija starog i novog premjera, između općinskih službi nadležnih za katastar i zemljišno-knjižnih odjeljenja nadležnog suda, kod procedure provođenja donesenih Rješenja dolazi do značajnih problema, za koje

Agencija kroz stalnu saradnju sa lokalnom zajednicom pronalazi načine i mogućnosti prevazilaženja kroz identifikaciju parcela po različitim premjerima. Naravno, postoje i primjeri gdje navedeni problem nisu postojali i gdje su do sada provedene kompletne procedure određivanja granica vodnog dobra uz provedbu donesenog Rješenja u nadležnom zemljišno-knjižnom odjeljenju i općinskoj službi nadležnoj za katastar, a to su općine: Sanski Most, Visoko, Olovo, Vareš.

Posljednji korak u cjelokupnoj proceduri je donošenje Rješenja o pripadnosti zemljišnih čestica javnom vodnom dobru od strane Ministarstvo, a kojeg po provedenom Rješenju o određivanju granice vodnog dobra u katastrima općina i ZK uredima, čine zemljišne čestice upisane u zemljišnim knjigama kao javno dobro, državno vlasništvo ili vlasništvo grada ili općine, kao i one zemljišne čestice koje ranije nisu bile upisane u zemljišne knjige ili su upisane, a niko nije naveden kao njihov vlasnik. U skladu sa Zakonom o vodama FBiH javno vodno dobro je dobro od općeg interesa i u vlasništvu je Federacije BiH za vodotoke I kategorije, odnosno grada i općine za vodotoke II kategorije.

Za razliku od javnog vodnog dobra, zemljišne čestice koje se nalaze unutar granice vodnog do-

bra i privatno su vlasništvo, ostaju u privatnom vlasništvu, uz napomenu da se provođenjem Rješenja o određivanju granice vodnog dobra u nadležnom zemljišno-knjižnom odjeljenju stavljaju zakonske zabrane izvođenja bilo kakvih zahvata osim gradnje objekata javne infrastrukture, zaštitnih vodnih objekata, zahvata za poboljšanje bioloških karakteristika površinskih voda, zahvata koji se odnose na zaštitu prirode, objekata za korištenje voda i osiguranje plovidbe i zaštitu od utapanja na prirodnim kupalištima, objekata za zaštitu voda od zagađenja, objekata za potrebu rada državnih organa, zaštitu i spasavanje ljudi, životinja ili imovine od prirodnih i drugih nesreća, te provođenja zadataka policije. Obzirom da su, za zemljišne čestice u privatnom vlasništvu, zabrane o gradnji, prema Zakonu o vodama FBiH, u ZK izvadku trenutno upisane za kompletnu površinu, to će, za zemljišne čestice koje djelimično ulaze u vodno dobro, nadležne općinske službe za katastar trebati provesti procedure cijepanja parcela, tako da će pod zabranama ostati samo dio čestice koji pripada vodnom dobru.

Elaborati o određivanju granica vodnog dobra, te pripadajuća Rješenja do sada su donesena za slijedeće vodotoke I kategorije, po općinama:

Vodotoci I kategorije (prema Zakonu o vodama FBiH)	Općina	Elaborat o određivanju granice vodnog dobra	Rješenje o određivanju granice vodnog dobra	Rješenje o pripadnosti zemljišnih čestica javnom vodnom dobru
rijeka Sava	Odžak	Da	Da	-
	Domaljevac-Šamac	Da	Da	-
rijeka Tinja	Orašje	Da	Da	-
	Tuzla	Da	-	-
rijeka Una	Srebrenik	Da	Da	-
	Bihać	u toku	-	-
	Cazin	Da	-	-
rijeka Unac	Bosanska Krupa	Da	-	-
	Drvar	u toku	-	-
rijeka Klokot	Bihać	u toku	-	-
rijeka Sana	Bihać	u toku	-	-
	Sanski Most	Da	Da	-
rijeka Sanica	Ključ	Da	Da	-
	Sanski Most	Da	Da	-
rijeka Vrbas	Ključ	Da	-	-
	Gornji Vakuf	Da	-	-
	Bugojno	Da	Da	-
	Donji Vakuf	Da	-	-
rijeka Pliva	Jajce	Da	-	-
	Jajce	Da	-	-

rijeka Bosna	Ilidža	Da	-	-
	Novi Grad Sarajevo	Da	Da	-
	Vogošća	Da	Da	-
	Ilijaš	Da	-	-
	Visoko	Da	Da	-
	Kakanj	Da	Da	-
	Zenica	Da	Da	-
	Žepče	Da	Da	-
	Zavidovići	Da	Da	-
	Maglaj	Da	Da	-
	Tešanj	Da	Da	-
	Doboj-Jug	Da	Da	-
rijeka Željeznica	Trnovo	Da	Da	
	Ilidža	Da	-	
rijeka Krivaja	Olovo	Da	Da	Da
	Vareš	Da	Da	-
	Zavidovići	Da	Da	-
rijeka Spreča (nizvodno od ušća Jale)	Lukavac	Da	-	-
	Gračanica	plan za 2014.	-	-
	Doboj-Istok	plan za 2014.	-	-
rijeka Usora	Tešanj	Da	Da	-
	Usora	Da	Da	-
	Doboj-Jug	Da	Da	-
rijeka Drina	Foča-Ustikolina	Da	Da	-
	Goražde	Da	-	-
jezero/vještačka akumulacija Vidara	Gradačac	Da	Da	-
jezero/vještačka akumu- lacija Hazna	Gradačac	Da	Da	-
jezero/vještačka akumu- lacija Jajce I - Plivsko jezero	Jajce	Da	-	-
jezero/vještačka akumu- lacija Jajce II	Jajce	Da	-	-
jezero/vještačka akumu- lacija Župica	Drvar	u toku	-	-

U narednom periodu Agencija planira izraditi i web aplikaciju putem koje će zainteresirane strane na internetu moći provjeriti status pojedine parcele u okviru vodnog dobra.

IZDAVANJE VODNIH AKATA ZA ELEKTROENERGETSKE OBJEKTE

Uvod

U procesu upravljanja vodama sektor voda ima obavezu da pravilno i pravično valorizira potrebe svih korisnika voda na određenom prostoru, te da uz mjere, uslove i ograničenja koja se odnose na period građenja, vrijeme korištenja tih objekata i period nakon njihovog prestanka rada, odobri održivo korištenje voda uz uvažavanje zahtjeva ostalih sektora (prostornog planiranja, okoliša, saobraćaja i sl.). Jedan od najznačajnijih korisnika vodnih resursa je, i u pogledu potrebnih količina i po uticaju na promjenu kvaliteta voda, energetska sektor. Kroz postupak izdavanja vodnih akata sektor voda u saradnji sa drugim zainteresiranim stranama postavlja zahtjeve pred korisnike voda, u ovom slučaju energetske sektora, a u cilju iznalaženja rješenja koja obezbjeđuju prihvatljivost projekta uz istovremeni održivi razvoj energetike. U tom smislu se sektor voda pojavljuje u funkciji subjekta zaduženog za obezbjeđenje preduvjeta za korištenje voda sektoru energetike, odnosno hidroenergetskog potencijala, te kao recipijenta za prijem tehnoloških otpadnih voda. Pri tome se ne smiju narušiti prava drugih korisnika, a negativni uticaj na okoliš minimizirati kroz ograničenja, mjere, uslove i obaveze koji

se odnose na obezbjeđenje ekološki prihvatljivog protoka, uvođenje recirkulacije u sisteme hlađenja u termoelektrane, primjenu najboljih raspoloživih tehnika (NRT) i sl., te ostalih mjera očuvanja i poboljšanja kvaliteta voda. Treba istaći da hidroenergetski objekti i postrojenja mijenjaju režim voda i imaju znatan uticaj na okoliš vezan uz vode, te se moraju graditi na ekološki prihvatljiv način. Zbog velikog uticaja na vodni režim hidroenergetski objekti će se morati sve više prilagođivati potrebama ostalih korisnika, a posebno zahtjevima zaštite od poplava, javnog vodosnabdijevanja, navodnjavanja i očuvanja okoliša, što je jedino moguće kroz izgradnju višenamjenskih objekata.

Bez obzira na značaj, lokaciju, veličinu i druge tehničke karakteristike, svi hidroenergetski i termoeenergetski objekti mijenjaju kvalitativni ili kvantitativni režim voda i imaju znatan uticaj na podzemne vode i okoliš, tako da se za svaki objekat, u skladu sa zakonskom regulativom, mora napraviti višekriterijska analiza kojom će se obraditi, i, zainteresiranim stranama, prezentirati kroz proces uključivanja javnosti svi pozitivni i negativni uticaji koji prate ove aktivnosti.

Zakonski okvir za izdavanje vodnih akata

U postupku izdavanja vodnih akata za hidroenergetske i termoenergetske objekte primjenjuje se osim Zakona o vodama («Službene novine Federacije BiH», broj 70/06) i čitav niz podzakonskih akata kao što su:

- Pravilnik o sadržaju, obliku, uslovima, načinu izdavanja i čuvanja vodnih akata («Službene novine Federacije BiH», broj 06/08, 57/09, 72/09 i 68/12),
- Pravilnika o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka („Službene novine Federacije BiH“ broj 4/13),
- Uredba o uslovima ispuštanja otpadnih voda u prirodne recipijente i sisteme javne kanalizacije („Službene novine Federacije BiH“, broj 04/12),
- Pravilnik o minimumu sadržaja općeg akta o održavanju, korištenju i promatranju vodoprivrednih objekata („Službene novine Federacije BiH“, broj 18/07),
- Odluka o visini posebnih vodnih naknada („Službene novine Federacije BiH“, broj 46/07)

Osim ovih, uvažava se čitav niz podzakonskih akata iz drugih sektora, prvenstveno građenja i okoliša. Zakon o vodama u svom članu 109. stav 1. tačka 6 propisuje obavezu pribavljanja vodnog akta za izgradnju objekata za iskorištavanje hidroenergije, dok se u članu 139. stav 1. tačka 7. definišu nadležnosti za izdavanje vodnih akata. AVP Sava zadužena je za izdavanje vodnih akata za izgradnju hidroelektrana za proizvodnju električne energije kada je:

- postrojenje locirano na površinskim vodama I kategorije,
- postrojenje locirano na površinskim vodama II kategorije i snage veće od 5 MW,
- dva ili više postrojenja locirano je na površinskim vodama II kategorije, snage veće od po 2MW, a nalaze se na međusobnoj udaljenosti manjoj od 2 kilometra;

Za ostale hidroenergetske objekte u postupku izdavanja vodnih akata zadužena su resorna kantonalna ministarstva.

Generalno, u praksi se javljaju dva slučaja:

1. izdavanje vodnih akata za nove, planirane hidroenergetske objekte i
2. izdavanje vodnih akata koji se odnose na produženje vodnih dozvola za postojeće objekte koji nisu pretrpjeli značajne izmjene objekata i opreme, niti režima pogona koji bi mogao da utiče na vodni režim.

U slučaju izdavanja vodnih akata za termoenergetske objekte, generalno zahtjevi koje podnosioci dostavljaju Agenciji i uslovi koje Agencija postavlja korisnicima voda se odnose na zahvatanje potrebnih količina vode (rashladne, tehnološke i druge vode) i ispuštanje otpadnih tehnoloških voda koje nastaju u procesu proizvodnje električne energije kao i onečišćenih oborinskih voda koje prije ispuštanja u recipijent treba na odgovarajući način tretirati.

U postupku dobivanja vodnih akata odlučuje se o postojanju uslova za ostvarivanje prava na vodu, definišu se uslovi izrade projektne dokumentacije, okvira za korištenje voda, uslova koji se moraju ispuniti tokom gradnje i detaljno razrađen i usvojen plan upravljanja složenim hidrotehničkim objektom sa odgovarajućim monitoringom.

Prethodna vodna saglasnost za izgradnju hidroenergetskih objekata

Za izgradnju novih hidroenergetskih objekata kao i za rekonstrukciju postojećih potrebno je kao jedan od prvih koraka u prikupljanju potrebnih odobrenja i saglasnosti za građenje, pribaviti prethodnu vodnu saglasnost koja je uz sve ostale, neophodan dokument u postupku dobivanja urbanističke saglasnosti. Uz opću dokumentaciju podnosilac zahtjeva treba da dostavi i potvrde o uklapanju konkretnog hidroenergetskog objekata u razvojno plansku dokumentaciju općine ili kantona na čijem se području planira graditi kao i elaborat o određivanju ekološki prihvatljivog protoka na mjestu zahvatanja voda, a u skladu sa Pravilnikom o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka, kojem je u broju 83 časopisa „Voda i mi“ bio posvećen tematski članak.

Već u ovoj fazi voditelj postupka izdavanja prethodne vodne saglasnosti je obavezan da obavijesti javnost i omogući pristup informacijama zainteresiranim stranama. Voditelj postupka nakon uvida u predmet i detaljnog pregleda dostavljene dokumentacije može u zavisnosti od procjene prema slobodnoj ocjeni, a u skladu sa članom 124. stav (4) Zakona o vodama organizirati javnu raspravu o konkretnom pitanju ili istu održati zajedno sa sektorom okoliša u postupku prezentacije uticaja na okoliš svim zainteresiranim stranama u lokalnoj zajednici.

Nakon toga se, a u slučaju da analizom prikupljene dokumentacije proistekne zaključak da izgradnja hidroenergetskog objekta neće ugroziti proces upravljanja vodama, niti će uskratiti pravo pristupa vodi drugim pravnim i fizičkim licima, propisuje način ostvarivanja prava na vodu izdavanjem prethodne vodne saglasnosti. Prethodna vodna saglasnost

sadrži, između ostalog, uslove koje treba da ispuni projektna dokumentacija za izgradnju pomenutog hidroenergetskog objekta.

Ti uslovi su obično vezani za konkretni lokalitet, namjenu i tehničko rješenje i određeni su jednim dijelom sekundarnom legislativom i imaju slijedeće tačke:

- Investiciono-tehnička dokumentacija potrebna kod izdavanja vodne saglasnosti treba da je urađena od ovlaštenog projektanta shodno Pravilniku o uvjetima i kriterijima koje mora ispunjavati pravno lice za izradu dokumentacije na osnovu koje se izdaju vodni akti („Službene novine Federacije BiH“ broj 17/08) i na nivou idejnog projekta, te da je revidovana od ovlaštenog pravnog subjekta.
- Projektom treba definisati «nulto» stanje konkretnog vodotoka na području brane i akumulacije hidroenergetskog objekta koji se planira graditi, kao i «nulto» stanje nizvodnog područja (stanje rječnog korita, obala, biosfere, podzemne vode i td.).
- Projektom treba utvrditi poplavnu liniju na uzvodnom potezu i na potezu nizvodno od brane hidroenergetskog objekta koji se planira graditi za slučaj hitnog pražnjenja akumulacije, odnosno eventualnog pogrešnog i nedozvoljenog manipulisanja ustavama.
- Projektom treba definisati sve mjerodavne proticaje konkretnog vodotoka koji će poslužiti za dimenzioniranje objekata postrojenja hidroenergetskog objekta koji se planira graditi - preliva, evakuaciju voda u vrijeme građenja, riblje staze, uređenje korita nizvodno od brane i td. (Q1000, Q100, i td.)
- Projektom treba definisati kontinuirani ekološki prihvatljiv proticaj nizvodno od brane u skladu sa Pravilnikom o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka, a tehničko rješenje ispuštanja ekološki prihvatljivog protoka treba da je takvo, da se obezbjedi da u koritu konkretnog vodotoka neposredno nizvodno od profila brane do strojare bude garantovan isti ili veći računski dobiven ekološki prihvatljiv protok.
- U projektu je neophodno odrediti moguće oscilacije nivoa vode u akumulaciji i uticaj oscilacija na potezu nizvodno od brane, u ovisnosti od geoloških i geomehaničkih osobina padina u akumulaciji i obala na nizvodnom potezu, vodeći računa i o uticaju na ostale postojeće i eventualno buduće korisnike, (npr. željeznicu, stambene i gospodarske objekte, cestovne saobraćajnice), uticaju na okoliš, i nastojeći da oscilacije budu što manje (propisati njihovu veličinu po potrebi).
- Projektom je potrebno definisati liniju proticaja na mjerodavnim kontrolnim profilima: ulaz u akumulaciju, neposredno nizvodno od brane, te u naselju uzvodno od linije uspora, na osnovu kojih će se dobiti, između ostalog, podloge za tehničko rješenje zaštite nizvodnih naselja od velikih voda konkretnog vodotoka. Ovo tehničko rješenje treba biti usklađeno sa projektom infrastrukture (kanalizacije i postrojenja za tretman otpadnih voda) naselja koja će biti pod uticajem uspora akumulacije.
- Definirati sve eventualne postojeće i buduće korisnike voda na području akumulacije hidroenergetskog objekta koji se planira graditi i naselja koja mu gravitiraju.
- Projektom je potrebno analizirati i definisati optimalno produbljenje rječnog korita nizvodno od brane hidroenergetskog objekta koji se planira graditi u cilju povećanog pada, vodeći računa o stabilnosti rječnog dna, obala i okolišnim uslovima.
- Projektom je potrebno utvrditi mjesta postavljanja kontrolnih i mjernih instrumenata značajnih za praćenje parametara za sigurnost objekata, njihov rad i održavanje i mogući uticaj na režim voda (ugradnja automatskog mjerenja nivoa vode, registracija proticaja na ulazu i izlazu iz akumulacije itd.). Kroz projektnu dokumentaciju predvidjeti automatski hidrološki monitoring koji bi se koristio za registrovanje zahvaćenih količina vode na zahvatnim objektima postrojenja, režima podzemnih voda i uticaja na podzemne vode, praćenje stanja sedimenta u akumulaciji, praćenje promjena u stopi erozije u zoni akumulacije kao i količina vode koje se obezbjeđuju kao ekološki prihvatljiv proticaj. Rješenje automatskog hidrološkog monitoringa treba da bude takvo da se može na jednostavan način uključiti u HIS (hidrološki informacioni sistem) nadležne Agencije.
- Projektom je potrebno definisati zaštitnu zonu akumulacije i mjere zaštite u toj zoni.
- Projektom je potrebno definisati sistem obavještanja i uzbunjivanja za slučaj rušenja brane, te ugroženu zonu nizvodno od hidroenergetskog objekta koji se planira graditi.
- U skladu sa Okvirnom direktivom o vodama Evropske Unije (Direktiva 2000/6 EC) definisati i pripremiti bazu podataka za vještačko vodno tijelo i ekološki status (potencijal) akumulacije, što obuhvata kvantitativne i kvalitativne pokazatelje.
- Projektom je potrebno obraditi pitanje osiguranja maksimalnih posebnih mjera u cilju zaštite flore i faune u konkretnom vodotoku vodeći računa o vremenskom periodu izvođenja radova, vrsti mehanizacije, načinu iskopa, lokaciji deponije



materijala iz iskopa temelja, tipu zagata, rušenje zagata, izbor elektro i hidromašinske opreme, prikupljanja i deponovanja plivajućeg materijala itd.

- U projektu je potrebno izanalizirati tip i stabilnost brane na osnovu egzaktnih geoloških istražnih radova na profilu brane i akumulaciji, vododrživost akumulacije, način evakuacije voda u toku izgradnje, lokaciju strojare, tip riblje staze, i istovremeno pripremiti elaborat «nultog» stanja.
- Uz zahtjev za izdavanje okolinske dozvole treba priložiti studiju uticaja na okoliš u skladu sa članom 112. Zakona o vodama.

Vodna saglasnost za izgradnju hidroenergetskih objekata

Slijedeći korak u izdavanju vodnih akata je izdavanje vodne saglasnosti. Njome se u skladu sa članom 114 Zakona o vodama u postupku izdavanja ovog vodnog akta utvrđuje da li je projektna dokumentacija priložena uz zahtjev za izdavanje vodne saglasnosti urađena u skladu sa uslovima i zahtjevima navedenim u prethodnoj vodnoj saglasnosti, propisima o vodama, planskim dokumentima i sl.

Vodna saglasnost se koristi u postupku dobivanja odobrenja za građenje novih ili rekonstrukciju postojećih objekata (građevinske dozvole), u smislu propisa o prostornom uređenju. Izdavanju vodnoe saglasnosti prethodi pribavljanje okolinske i urbanističke saglasnosti.

U okviru vodne saglasnosti se određuju mjesta i način mjerenja proticaja u cilju obezbjeđenja ekološki prihvatljivog protoka, ostvarivanja kontinualnog monitoringa i stvaranja uslova za plaćanje vodnih naknada.

Ovom dozvolom se propisuju i uslovi koje izvođači angažirani od strane podnosioca zahtjeva trebaju ispuniti u toku vršenja radova, te vremenu korištenja objekta i ti uslovi mogu biti:

- Ukoliko se izvođenjem radova na izgradnji hidroenergetskog objekta ili drugim aktivnostima vezanim za predmetne radove prouzrokuju štetne promjene režima voda, naruši stabilnost korita i obala, ili nanesu štete trećim licima, podnositelj zahtjeva je obavezan uzroke nastanka štetnih promjena otkloniti, a nastale štete nadoknaditi.
- Tehnologiju izvođenja radova prilagoditi uslovima na terenu uz odgovarajuća osiguranja ljudi i materijalnih dobara, te da se predvide mjere i

način zaštite vodotoka od unošenja bilo kakvih opasnih tečnih i drugih materijala u korito i obale koje mogu izazvati zagađenje voda.

- Potrebno je urediti objekte za smještaj radnika na gradilištu sa odgovarajućim tretmanom otpadnih voda. Nakon završetka radova, a ukoliko se objekti neće rekonstruisati i koristiti naknadno, potrebno ih je ukloniti uz rekultivaciju korištenog prostora.
- Neophodne su mjere zaštite kvaliteta vode u akumulaciji, koje obuhvataju čišćenje rastinja prije punjenja akumulacije, kao i uklanjanje površinskog humusnog sloja, odnosno zemljišta sa zeljastom vegetacijom. Humusni sloj se može iskoristiti za rekultivaciju devastiranih površina u toku izgradnje.
- U svim fazama izvođenja radova osigurati kontinuiran proticaj vodotokom i migraciju akvatičnih organizama. Također, u toku izvođenja građevinskih radova potrebno je poduzeti između ostalih i druge mjere koje su propisane Rješenjem o prethodnoj vodnoj saglasnosti.
- U vrijeme punjenja akumulacije mora se ispuštati nizvodno od zahvata protok koji odgovara ekološki prihvatljivom protoku.
- U toku izvođenja radova i eksploatacije hidroelektrane (pomoću mjernih instrumenata) pratiti nivo vode, registraciju protoka na ulazu i izlazu iz hidroakumulacije.
- Mogući višak materijala iz iskopa koji će se pojaviti tokom izgradnje hidroenergetskog objekta se ne smije odlagati na vodno dobro, obale i korito vodotoka.

U toku izvođenja radova potrebno je provoditi i određena istraživanja i osmatranja, a investitor je u obavezi da obezbijedi da se o tome vodi evidencija i blagovremeno dostave podaci nadelžnoj Agenciji za vode. Vodnom saglasnošću utvrđuju se i uvjeti koje je potrebno ispuniti tokom izvođenja radova, potrebna istraživanja i osmatranja u toku izvođenja radova, obaveza vođenja propisanih evidencija, dostavljanja podataka u informacioni sistem voda.

Vodna dozvola za pogon i rad hidroenergetskih objekata

Nakon izgradnje hidroenergetskog objekta vlasnik, odnosno korisnik vodnog objekta dužan je ishodovati upotrebnu dozvolu za koju je, između ostalog, potrebno dobiti i vodnu dozvolu. Vodnom dozvolom utvrđuje se namjena, način i uvjeti iskorištavanja vode, režim rada objekata i postrojenja, način i uvjeti ispuštanja otpadnih voda, način i uvjeti odlaganja krutog i tečnog otpada i drugi uvjeti.

Ukoliko je tokom izgradnje objekta došlo do značajnog odstupanja od projektone dokumentacije za koju je izdata vodna saglasnost, podnosilac zahtjeva

je dužan da uradi projekat izvedenog stanja i isti treba da je prihvaćen od strane investitora, projektanta, nadzora i nadležne Agencije.

Vlasnik, odnosno korisnik vodnog objekta dužan je vodni objekat održavati i koristiti u skladu sa općim aktom o održavanju, korištenju i osmatranju vodnog objekta i postupanju u slučaju kvara ili havarije na objektu koji se prilaže uz zahtjev za izdavanje vodne dozvole kao i kopija zapisnika tehničkog pregleda objekta.

Vodnom dozvolom se propisuju uslovi koji moraju da se poštuju u toku eksploatacije objekta, odnosno važenja vodne dozvole i propisuju se obično na slijedeći način:

- Da se upotreba i korištenje predmetnog objekta vrši u skladu sa urađenom tehničkom dokumentacijom, koja je služila kao podloga za davanje vodne dozvole.
- Da se u vremenu trajanja ove dozvole obezbjeđi od strane korisnika kontinuirano evidentiranje količina zahvaćene vode putem automatiziranog hidrološkog monitoringa koji se provodi na mjernom profilu na ulazu i na izlazu iz strojare.
- Da se planom pogona ovog hidroenergetskog postrojenja i odgovarajućim manipulisanjem segmentnim zatvaračima obezbjeđiti da pri pojavi velikih voda kod naselja uzvodno od brane nivo vode u koritu vodotoka bude isti kao za prirodno tečenje.
- Da se u fazi priprema plana pogona hidroenergetskog objekta vodi računa o uslovima za oscilacije u akumulaciji i na nizvodnom potezu.
- Da je potrebno redovno vršiti kontrolu akumuliranja otpada u zoni akumulacije, na rešetci ulazne građevine i ostalim objektima zahvata.
- Da se upravljanje i manipulacija hidromehaničkom opremom hidroelektrane vrši u skladu sa odredbama i opisima datim u „Planu pogona i održavanja“ u skladu sa odredbama Pravilnika o minimumu sadržaja općeg akta o održavanju, korištenju i promatranju vodoprivrednih objekata za izdavanje vodne dozvole za konkretno hidroenergetsko postrojenje, te da se objekti hidroenergetskog postrojenja održavaju, koriste i osmatraju u skladu sa ovim aktom.
- Da se plan pogona i održavanja bazira na vrijednostima ekološki prihvatljive protoke dobiven primjenom Pravilnika o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka i odobren od strane nadležne Agencije.
- Da se u toku važenja dozvole vrši tehničko osmatranje objekta i okolnog terena oko hidroenergetskog postrojenja, da se sva značajna opažanja interpretiraju u skladu sa važećim propisima, te da se planiraju i provode odgovarajuće procjene

za uvođenjem redovnih i posebnih mjera održavanja, sanacija i intervencija.

- Da se trajno čuva sva raspoloživa dokumentacija i na zahtjev nadležnih organa iz sektora voda, stavi na uvid.
- Da se u slučaju pojave vanrednih situacija i prirodnih nesreća (incidentna zagađenja, rušenja obala, ekstremno velike vode, ekstremne suše i dr.) postupa prema uputama definiranim u „Planu pogona i održavanja u skladu sa odredbama Pravilnika o minimumu sadržaja općeg akta o održavanju, korištenju i promatranju vodoprivrednih objekata za izdavanje vodne dozvole“ za konkretno hidroenergetskog postrojenje.
- Da se vrši redovno vođenje mjesečnih izvještaja o količinama iskorištene vode za proizvodnju električne energije i da se vrši redovito obračunavanje i plaćanje posebne vodne naknade za iskorištavanje vode u skladu sa važećim propisima.
- Da se na odgovarajući način izvrši baždarenje mjerača protoke na mjestu zahvatanja voda, odnosno ispuštanja ekološki prihvatljive protoke te da se omoguću pristup podacima mjerenja na način da se isti mogu koristiti za potrebe informacionog sistema voda naležne Agencije.

Prethodna vodna saglasnost za izgradnju, pogon i rad termoenergetskih objekata

Postupak pribavljanja vodnih akata, odnosno prethodne vodne saglasnosti za izgradnju novih termoenergetskih objekata kao i za rekonstrukciju postojećih termoelektrana, odnosno njihovih pojedinih dijelova, prethodi aktivnostima vezanim za dobivanje urbanističke saglasnosti.

Za razliku od hidroenergetskih objekata, termoenergetski objekti u odnosu na upravljanje vodama i korištenju voda, a samim tim potrebi ishodovanja vodnih akata, imaju sasvim drugačije zahtjeve i potrebe. Kod termoenergetskih objekata se po pravilu javlja zahtjev za obezbjeđenjem potreba za vodom za hlađenje, zahtjev za obezbjeđenjem potreba za vodom koja se koristi za transport šljake od ložišta do deponije na koju se šljaka odlaže i problem uticaja procjednih voda sa deponija na kvalitet površinskih i podzemnih voda na području odlagališta. U tom se smislu kroz izdavanje prethodne vodne saglasnosti ocjenjuje postojanje uslova za korištenje voda na konkretnom lokalitetu i za zahtjevano količine koje su u slučaju termoenergetskih objekata, po pravilu uvijek izuzetno velike. Zbog toga su postojeći termoenergetski objekti izgrađeni ili u blizini vodotoka sa značajnim proticajima i u malovodnom periodu

(TE „Kakanj“ i rijeka Bosna) ili se za potrebe njihovog rada formiraju značajne akumulacije (TE „Tuzla“, akumulacija Modrac, TE „Ugljevik“, akumulacija Snježnica). U prethodnoj vodnoj saglasnosti se definišu uslovi kojima mora udovoljiti dokumentacija za građenje objekata i izvođenje aktivnosti, a koja treba biti podnesena uz zahtjev za izdavanje vodne saglasnosti za te objekte i aktivnosti i najčešće se ti uslovi definišu na slijedeći način:

- Da se bilansiraju raspoložive i potrebne količina tehnoloških voda za proizvodne procese uključujući i vode za transport šljake i pepela,
- Da se dâ tehničko- tehnološko rješenje proizvodnih termoenergetskih objekata najmanje na nivou idejnog projekta sa svim potrebnim proračunima i tehničkim opisom,
- Da se, osim kvantitativnih karakteristika definišu mjesta nastajanja otpadnih voda i drugih toksičnih, opasnih i štetnih materija kao i sastav istih,
- Da, ukoliko se radi o rekonstrukciji i uvođenju novih tehnologija, u nekim dijelovima postojeće tehničko – tehnološke cjeline, izvrše provjere ulaznih parametara postojeće opreme i utvrdi realna potreba za vodom, tj. produkcija otpadnih voda,
- Da sve otpadne vode koje se prikupljaju i vode na tretman treba da nakon tretmana zadovolje kvalitet efluenta propisanog Uredbom o uslovima ispuštanja otpadnih voda u prirodne recipijente i sisteme javne kanalizacije,
- Da se kroz projektnu dokumentaciju daje rješenje prikupljanja i tretmana sanitarnih otpadnih voda bez obzira da li se sistem završava priključkom na javnu kanalizaciju ili ima vlastito postrojenje,
- Da se projektnom dokumentacijom obuhvati tretman i konačno zbrinjavanje mulja nastalog na postrojenju pri prečišćavanju otpadnih voda,
- Da se u projektnoj dokumentaciji uradi tehničko rješenje skladištenja, odnosno odlaganja opasnih i štetnih materija do konačnog zbrinjavanja,
- Da se najmanje na nivou idejnog projekta uradi projektna dokumentacija prikupljanja, transporta, prečišćavanja i konačne dispozicije oborinskih zauljenih voda sa asfaltnih površina, saobraćajnica i manipulativnih površina,
- Zahvatanje potrebnih količina tehnoloških voda treba uskladiti sa propisanim količinama ekološki prihvatljive protoke nizvodno od zahvata, a prema Pravilniku o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka i urađenom elaboratu koji kroz proces evaluacije treba biti prihvaćen od strane nadležne Agencije,

- Nadzor i kontinuirani monitoring zahvaćenih količina vode treba da se vrši kumulativnim mjeračem proticaja, a njegov položaj se mora odrediti još u fazi izrade tehničke dokumentacije. Monitoring količina ispuštenih prečišćenih otpadnih voda i karakterističnih fizičko- hemijskih parametara mora se vršiti u oknu za monitoring, a u skladu sa Uredbom o uslovima ispuštanja otpadnih voda u prirodne recipijente i sisteme javne kanalizacije,
- Kroz projektnu dokumentaciju koja obrađuje tehnologiju sagorijevanja uglja i postupak odsumporavanja dimnih gasova odabrati NRT i prema odabranom postupku definisati način transporta i način i mjesto deponovanja šljake i pepela,
- Na osnovu provedenih hidrogeoloških istraživanja područja mjesta deponovanja jalovine i šljake po pitanju stabilnosti deponije i utvrđivanja toka podzemnih voda dati da rješenje načina deponovanja i odvodnje svih površinskih (oborinskih) i procjednih voda sa područja deponije šljake i pepela odgovarajućim sistemom odvodnje sa svim potrebnim proračunima i tehničkim opisom, da bi se spriječio negativni uticaj na površinske i podzemne vode i obezbijedio kvalitet istih,
- Projekat treba da sadrži rješenje prečišćavanja i odvodnje otpadnih voda sa deponije uglja,
- Da se dâ tehničko rješenje monitoringa i način monitoringa na odlagalištu šljake i pepela u skladu sa pomenutom Uredbom o uslovima ispuštanja otpadnih voda , što se odnosi i na svakodnevno praćenje hidrometeoroloških parametara, vizuelno praćenje procjedne vode, nivoa podzemnih voda u pijezometrima, parametre hemijskog sastava podzemne vode, količine i parametre hemijskog stanja površinskih voda, kao i praćenje monitoringa otpadnih voda sa deponije uglja,
- U projektnoj dokumentaciji predvidjeti pretakalište i mjesto mjenjanja ulja i masti za mehanizaciju koja se nalazi po pravilu na deponiji šljake i pepela,
- U zavisnosti od stanja na terenu i mreže vodotoka, ukoliko se to pokaže potrebnim, projektom je potrebno predvidjeti i riješiti bezbjedno provođenje velikih voda, preko objekata odlagališta,
- Investiciono tehnička dokumentacija treba biti urađena od strane ovlaštenog projektanta u skladu sa Pravilnikom o uvjetima i kriterijima koje mora ispunjavati pravno lice za izradu dokumentacije na osnovu koje se izdaje vodni akt,
- Da se obradi mogućnost nastajanja i eventualnih drugih uticaja na režim voda ili uticaja režima voda na stanovništvo, objekte, radove i okolinu.

Vodna saglasnost za pogon i rad termoenergetskih objekata

Vodna saglasnost se donosi, između ostalog, na temelju dostavljene projektne dokumentacije propisane uslovima i sadržajem navedenim u rješenju o prethodnoj vodnoj saglasnosti, a koju je potrebno obezbijediti za ovu vrstu aktivnosti u postupku ishodovanja građevinske dozvole.

Uz projektnu dokumentaciju uz zahtjev se prilaže i ostala dokumentacija propisana članom 16. i 17. Pravilnika o sadržaju, obliku, uslovima, načinu izdavanja i čuvanja vodnih akata. Vodna saglasnost se daje pod uslovom da se izgradnja predmetnog objekta izvrši u skladu sa traženom projektom dokumentacijom urađenom i revidiranom od strane ovlaštenih kuća, koja čini sastavni dio rješenja o vodnoj saglasnosti i koja se ovjerena od strane nadležne Agencije za vode, vraća investitoru na trajno čuvanje.

Osim ovog uslova koji se odnosi na projektnu dokumentaciju, investitoru se daje i uslov da je dužan, ukoliko izgradnjom predmetnog objekta dođe do promjene režima površinskih i podzemnih voda, naruši stabilnost terena i slično, a te promjene, opet, uzrokuju štete bilo kakvog karaktera, uzroke štete otkloniti i nastale štete nadoknaditi.

U slučajevima izgradnje i rekonstrukcije termoenergetskih objekata, koji su po pravilu složene i zahtjevne tehničke cjeline, tehnologiju izvođenja radova potrebno je prilagoditi uslovima na terenu uz odgovarajuća osiguranja ljudi i materijalnih dobara, te predvidjeti mjere i način zaštite površinskih i podzemnih voda od unošenja bilo kakvih opasnih tečnih i drugih materijala u korito i obale koje mogu izazvati zagađenje voda.

Mogući višak materijala iz iskopa koji će se pojaviti tokom izgradnje ovih objekata se ne smije odlagati na vodno dobro, obale i korito vodotoka.

Vodna dozvola za rad termoenergetskih objekata

Vodna dozvola se izdaje nakon završetka radova i instaliranja potrebne opreme, a prije dobivanja upotrebne dozvole. Kao jedan od dokumenata koji se prilaže uz zahtjev za izdavanje vodne dozvole je i kopija zapisnika tehničkog pregleda i prijema objekta, ukoliko se, naravno, radi o novom ili temeljito rekonstruisanom postrojenju.

Vodnom dozvolom utvrđuje se namjena, način i uvjeti zahvatanja i mjerenja zahvaćenih količina vode, prikupljanje, transport, tretman otpadnih voda i način ispuštanja efluenta, način i uvjeti odlaganja krutog i tečnog otpada, uvjeti monitoringa površinskih i podzemnih voda i drugi uvjeti.



Slika 3 Termoelektrana Tuzla

Ukoliko je tokom izgradnje objekta došlo do značajnog odstupanja od rješenja datih u projektnoj dokumentaciji za koju je izdata vodna saglasnost, podnosilac zahtjeva je dužan da uradi projekat izvedenog stanja i isti treba da je prihvaćen od strane projektanta, nadzora, investitora i nadležne Agencije za vode.

Vlasnik, odnosno korisnik vodnog objekta dužan je vodni objekat održavati i koristiti u skladu sa Općim aktom o održavanju, korištenju i osmatranju vodnog objekta i postupanju u slučaju kvara ili havarije na objektu, koji se prilaže uz zahtjev za izdavanje vodne dozvole.

Uobičajeno je da se kroz rješenje o vodnoj dozvoli propisuju slijedeći uslovi koje korisnik mora poštovati u toku važenja dozvole:

- Da se u propisanom roku od dana izdavanja Rješenja Agenciji na odobrenje dostavi Program obavljanja monitoringa kvaliteta i kvantiteta otpadnih voda u skladu sa članom 11. Stav (6) i (7) Uredbe o uslovima ispuštanja otpadnih voda u prirodne recipijente i sisteme javne kanalizacije, urađen od strane ovlaštene/licencirane laboratorije od strane nadležnog federalnog ministarstva, po osnovu člana 64. stav 3. Zakona o vodama i Pravilnika o uslovima koje moraju ispunjavati referentne, odnosno ovlaštene laboratorije za ispitivanja voda, sadržaju i načinu davanja ovlasti („Službene novine Federacije BiH“, broj 14/10),
 - Investitor, odnosno korisnik poslovnog objekta treba da tokom godine redovno vrši ispitivanja otpadnih voda iz okna za monitoring na svim ispuštima, i dostavi rezultate ispitivanja otpadnih voda nadležnoj Agenciji, shodno članu 12. Stav (3) i (6) Uredbe o uslovima ispuštanja otpadnih
- voda u prirodne recipijente i sisteme javne kanalizacije,
 - Da se rezultati primjene različitih i promjene tehnologija hidrauličkog transporta šljake i pepela koji se sastoje od korekcije određenih fizičko – hemijskih osobina što se postiže dodavanjem inhibitora za sprečavanje stvaranja depozita (inkrustacija) u cjevovodu, dodavanje sredstva za poboljšavanje taloženja suspendovanih materija i sl. po završetku testiranja cirkulacionog kruga, dostave nadležnoj Agenciji,
 - Da se u periodu važenja vodne dozvole permanentno radi na sve većem i većem stepenu uvođenja recirkulacije, kako bi se rasteretio recipijent otpadnih voda i smanjili troškovi koji se plaćaju za ispuštene i zahvaćene vode,
 - Da se od strane nadležne Agencije u rješenju o vodnoj saglasnosti definišu rokovi u kojima se moraju završiti aktivnosti koje se odnose npr. uređenje odvodnje i tretmana površinskih voda zagađene suspendovanim materijalima, naftom i naftinim derivatima sa radno- manipulativnih površina i internih saobraćajnica, pretakališta mazuta i sl. Krajnji efekti ovih aktivnosti imaju za cilj smanjenje doprinosa ukupnom teretu zagađenja koje doprinosi površinske i podzemne vode,
 - Za slučaj eksczesne situacije uraditi projekat pražnjenja tehnološke otpadne vode iz cjevovoda za transport šljake i pepela i vraćanje šljake i pepela u bager stanicu,
 - Da se završi sistem za prskanje- obaranje prašine pepela na deponijama na kojima je ova pojava izražena,
 - Da se izdvojena ulja i masti u separatorima, nastali čvrsti, opasni i neopasni otpad redovno odstranjuje prema definisanim radnim uputstvima i sistematskim uputama o privremenom skladištenju i krajnjom zbrinjavanju od strane nadležne organizacije, a prema sačinjenom ugovoru sa istom,
 - Da se nafta i naftni derivati skladište u skladu sa propisima koji regulišu ovu oblast,
 - Da je investitor, ukoliko radom navedenog termoelektrnog objekat dođe do promjene režima voda, a te vode prouzrokuju štete bilo kakvog karaktera kao korisnik objekta dužan uzroke šteta otkloniti i nastale štete nadoknaditi.

ZAKLJUČCI

U narednom periodu se očekuje značajan razvoj elektroenergetskog sektora koji je po svojoj prirodi

upućen na vodne resurse bez obzira da li se radi o hidro ili energetskom potencijalu zasnovanom na fosilnim gorivima. U prvom slučaju radi se o direktnom korištenju hidroenergetskog potencijala voda, a u drugom slučaju se radi o obezbjeđenju potrebnih količina vode i o zaštiti kvaliteta voda koje se kontaminiraju u procesu korištenja (termička kontaminacija i fizičko – hemijsko zagađenje).

Zahtjevi koje sektor voda postavlja elektroenergetskom sektoru u procesu korištenja voda za proizvodnju električne energije ima svojih specifičnosti i razlika u slučaju korištenja hidroenergije i u slučaju izgradnje termoelektrana objekata i definisani su kroz uslove iz vodnih akata koje je investitor obavezan pribaviti od nadležnih agencija za vode ili kantonalnih ministarstava.

U tom smislu se od sektora voda daje podrška razvoju hidroenergetskih objekata pod uslovima koji se postavljaju u skladu sa politikom i principima upravljanja vodama u cilju realizacije višenamjenskih sistema. U narednom periodu je potrebno poboljšati međusektorsku saradnju u pogledu boljeg koncipiranja rješenja vezanih za višenamjenske akumulacije i poštovanje principa integrisanog upravljanja vodama.

Vodne snage i preostali hidropotencijal su strateški važni za državu, jer radi se o vlastitom, obnovljivom izvoru energije prihvatljivom za okoliš. Akumulacione hidroelektrane su i vrlo bitan činilac u sektoru upravljanja vodama, jer višenamjenski objekti ovog tipa doprinose rješavanju niza vodoprivrednih problema: snabdijevanje vodom, navodnjavanje, zaštita od voda itd. Strategija energetike najavljuje porast interesa za izgradnjom hidroelektrana. Tamo gdje se radi o višenamjenskim projektima, koji mogu biti pokretač lokalnog i regionalnog razvoja, interes sektora voda je učešće u realizaciji takvih projekata, čime se osigurava racionalno korištenje raspoloživih vodnih resursa (višenamjenska rješenja) i osigurava poštivanje održivosti vodnog režima (osiguranje ekološki prihvatljivih protoka, oplemenjivanje malih voda i slično).

Termoelektrane, kao značajan izvor električne energije na prostoru Federacije BiH su veliki korisnik voda za hlađenje i izvor zagađenja voda. Sistemom recirkulacije i predtretmana iskorištenih voda se smanjuju količine zahvaćene vode, a efikasnim i funkcionalnim sistemima se otpadne vode prikupljaju i prečišćavaju prije nego što se vrata u recirkulacioni sistem ili ispuste u recipijent.

U slučaju termoelektrana objekata pojavljuju se kao najizraženiji uticaji na površinske i podzemne

vode pogoršanje kvaliteta voda u prirodnim recipijentima čiji je uzrok ispuštanje otpadnih voda u prirodne prijemnike ili procjeđivanje voda s površina deponija otpada u podzemlje.

Iz postojećih termoelektrana se sanitarne i tehnološke otpadne vode prije ispuštanja u površinske vode tretiraju. Kvaliteta otpadnih voda koje se ispuštaju u prirodne recipijente nije u potpunosti usaglašena sa važećom legislativom, a najveći problem predstavlja količina suspendiranih tvari i pH vrijednost otpadnih voda, što može uticati na kvalitet površinskih voda prirodnog prijemnika, pogotovo u slučaju manjih vodotoka.

Podzemne vode su izložene uticaju procjednih voda s deponija šljake i pepela i njihovo dospijevanje u podzemlje, pogotovo u slučajevima ukoliko nije izveden nepropusni sloj u dnu/ osnovi deponije.

Korištenje voda u radu rashladnih tornjeva za posljedicu ima ispuštanje zagrijane vode u tijela površinskih voda i o ovoj činjenici treba voditi računa u malovodnim periodima kada su temperature zraka po pravilu najveće i u slučaju kada se zagrijana voda ispušta u manje vodotoke.

U postupku izdavanja vodnih akata za ovaj vid korištenja voda propisuju se određeni uslovi koje potencijalni investitor ili sadašnji vlasnik mora ispuniti. Osim sektora voda i sektora okoliša, u postupku pribavljanja odgovarajuće dokumentacije za izgradnju ovih objekata važan faktor jesu prostorno planiranje, ekonomski parametri i stanje na svjetskom tržištu, stav lokalne zajednice, političke odluke, potrebe drugih korisnika voda i sl.

Sve su to razlozi da se prilikom izdavanja vodnih akata za ovu vrstu objekata obavezno treba obezbijediti učešće javnosti u donošenju odluka, odnosno obezbijediti „prijateljsku“ atmosferu u vezi sa izgradnjom ovih objekata i to kao jednu od bitnih aktivnosti na koju treba obratiti posebnu pažnju i za koju treba pripremiti poseban program.

Literatura

- „Strategija upravljanja vodama Federacije BiH“, 2010. godina
- Zakona o vodama («Službene novine Federacije BiH», broj 70/06) i odgovarajući Pravilnici, Uredbe i Odluke iz oblasti voda navedeni u tekstu
- Arhiva vodnih akata izdatih za hidroenergetske i termoelektrane objekte na vodnom području rijeke Save na prostoru Federacije BiH u periodu 2008 – 2013. godina

KONTROLA I PROCJENA KVALITETA

Osiguranje kvaliteta (QA)

Uvod

Osiguranje kvaliteta je konačan program za rad u laboratoriji kojim se specificiraju mjere potrebne da bi se dobili podaci o poznatoj preciznosti i tačnosti koje je moguće potvrditi. Sistem kvaliteta laboratorije se sastoji od priručnika osiguranja kvaliteta, pisanih postupaka, instrukcija za rad i zabilješki. U osiguranje kvaliteta uključeni su kontrola kvaliteta i procjena kvaliteta koji će u ovom radu biti detaljno opisani.

Kontrola kvaliteta (QC)

Dobar program kontrole kvaliteta sastoji se od najmanje slijedećih elemenata koji se primjenjuju: inicijalna demonstracija sposobnosti, određivanje vrijednosti limita detekcije metode (MDL), slijepa proba reagensa (odnosi se i na slijepu probu metode), slijepa proba modificirana u laboratoriji (odnosi se i na fortifikovanu slijepu probu), matriks modificiran u laboratoriji (odnosi se i na fortifikovani matriks), duplikat matriksa modificiranog u laboratoriji (odnosi se i na duplikat fortifikovanog matriksa) ili duplikat uzorka, unutrašnji standardi, zamjenski standard (za organsku analizu) ili marker (za radiohemiju), kalibracija, kontrolni dijagrami i korektivne akcije, učesta-

lost indikatora kontrole kvaliteta, kriterij prihvatljivosti kontrole kvaliteta i definicije sekvence uzoraka.

Inicijalna demonstracija mogućnosti

Laboratorija treba provesti inicijalnu demonstraciju mogućnosti (IDC) najmanje jednom od strane svakog analitičara prije analize bilo kojeg uzorka radi demonstracije vještine provođenja metode i dobivanja prihvatljivih rezultata za svaki analit. IDC se također koristi za dokazivanje da modifikacije metode koje izvrši laboratorija daju jednako precizne i tačne rezultate koji se dobiju korištenjem referentne metode. Potrebno je minimalno uključiti slijepu probu reagensa i najmanje četiri slijepa probe modificirane u laboratoriji u koncentracijama između deseterostruke vrijednosti MDL i srednje tačke na kalibracionoj krivoj ili neke druge, prema specifikaciji metode. IDC se izvodi nakon analiziranja svih potrebnih standarda za kalibraciju. Slijepa proba reagensa ne bi trebalo da sadrži niti jedan analit od interesa u koncentracijama većim od polovine minimalnog nivoa kvantifikacije (MQL) ili neke druge vrijednosti prema specifikacijama metode. Treba se osigurati da su preciznost i tačnost (procenat odziva), izračunati iz slijepa probe modificirane u laboratoriji, u granicama kriterija prihvat-

ljivosti navedenog u metodi izbora. Ako nisu dostupni kriteriji prihvatljivosti koristi se raspon od 80 – 120% odziva i $\leq 20\%$ RSD kao polazna tačka.

Stalna demonstracija mogućnosti

Stalna demonstracija mogućnosti poznata i kao «laboratorijski kontrolni uzorak» ili «laboratorijski kontrolni standard», «QC uzorak za provjeru» ili «slijepa proba modificirana u laboratoriji» se koristi kako bi se osiguralo da laboratorijski uvjeti ostaju pod kontrolom tokom analiziranja uzoraka i pravi razliku između izvedbe laboratorije i izvedbe metode na matriks uzorka. Poželjno je nabaviti ovaj uzorak iz vanjskog izvora (ne iz istog stocka koji se koristi za kalibraciju). QC uzorke treba analizirati najmanje svaka tri mjeseca.

Određivanje i primjena MDL vrijednosti

MDL vrijednost se određuje za svaki analit od interesa i za sve metode. Kao polaznu tačku za određivanje koncentracije koja će se koristiti za određivanje MDL vrijednosti potrebno je koristiti pet puta veću koncentraciju od procijenjenog limita detekcije. Određivanje MDL se vrši kao iterativan proces. Ako izračunata MDL vrijednost ne potpada unutar vrijednosti faktora 10 dodane koncentracije, određivanja se trebaju ponoviti sa prikladnijom koncentracijom. Određivanja MDL vrijednosti se treba provoditi najmanje jednom godišnje (ili nekom drugom frekvencijom) za svaki analit i metodu koja se koristi u laboratoriji. Potrebno je i izračunati odzive za MDL uzorke. Odzivi trebaju biti između 50 i 150%, a postotak RSD $\leq 20\%$. U suprotnom se moraju ponoviti MDL određivanja. Podaci o MDL i IDC se trebaju čuvati kako bi bili dostupni tokom sprovođenja audita.

Slijepa proba reagensa

Slijepa proba reagensa ili slijepa proba metode sastoji se iz demineralizovane vode i svih reagensa koji su normalno u kontaktu sa uzorkom tokom cijelog analitičkog postupka. Slijepa proba reagensa koristi se da bi se odredio doprinos reagenasa i preparativnih koraka analize greški mjerenja. Minimalno treba tretirati jednu slijepu probu reagensa sa svakim setom uzoraka (sekvencom) ili na bazi 5% od ukupnog broja uzoraka, u odnosu na to koji od ova dva slučaja je češći. Potrebno je analizirati slijepu probu nakon standarda za kalibraciju koji se dnevno koristi i nakon veoma kontaminiranih uzoraka kada se očekuje prijenos nečistoća. Također se trebaju preračunati rezultati slijepa probe reagensa kako bi se utvrdilo prisustvo kontaminacije. Ako je u slijepoj probi detektovano prisustvo kontaminanata, treba iden-

tificirati i eliminirati izvor kontaminacije. Obično su rezultati mjerenja za uzorak sumnjivi ako sam reagens sadrži koncentraciju analita veću od vrijednosti nivoa kvantifikacije (LOQ). Uzorci za koje se utvrdi da su analizirani zajedno sa kontaminiranom slijepom probom moraju se ponovo pripremiti i analizirati. Smjernice za vrednovanje rezultata mjerenja za uzorak, uzimajući u obzir rezultate mjerenja za slijepu probu uzorka, su slijedeće:

- Ako su rezultati dobijeni za slijepu probu reagensa niži od MDL vrijednosti, a rezultati dobiveni za uzorak viši od LOQ vrijednosti, tada nije potrebno preduzimati korektive mjere.
- Ako su rezultati dobijeni za slijepu probu reagensa viši od MDL vrijednosti, ali niži od LOQ vrijednosti, a rezultati dobijeni za uzorak viši od LOQ vrijednosti, to upućuje da je ispitivani analit prisutan u slijepoj probi reagensa.
- Ako je rezultat dobijen za slijepu probu reagensa viši od LOQ vrijednosti, tada su potrebne dalje korektivne mjere i kvalifikacija.

Slijepa proba modificirana u laboratoriji

Slijepa proba modificirana u laboratoriji predstavlja uzorak reagens vode u koju je dodana poznata količina analita od interesa. Slijepa proba modificirana u laboratoriji (LFB) se koristi kako bi se procijenila izvedba laboratorije i odziv analita u slijepoj probi kao matriksu. Potrebno je analizirati minimalno jedan LFB sa svakim setom uzoraka (sekvencom) ili na bazi 5% od ukupnog broja uzoraka, u odnosu na to koji od ova dva slučaja je češći. LFB se treba provesti kroz sve korake pripreme i analize kao što se radi sa uzorcima. Potrebno je koristiti dodatak u koncentraciji od najmanje 10 puta MDL vrijednosti, središnju vrijednost sa kalibracione krive ili neki drugi koncentracioni nivo specificiran u metodi. Ovaj rastvor se priprema za standardni dodatak od referentnog izvora različitog od onog korištenog za kalibraciju. LFB se procjenjuje u odnosu na postotak odziva dodanog analita. Ako su rezultati za LFB «izvan kontrole» preduzimaju se korektivne mjere uključujući ponovno pripremanje i ponovnu analizu sekvence uzoraka uz koju je rađen LFB ako je to neophodno. Rezultati dobijeni za LFB se koriste za procijenu analize sekvence i izračunavanje limita odziva, te pravljenje kontrolnih dijagrama.

Matriks modificiran u laboratoriji

Matriks modificiran u laboratoriji (LFM) predstavlja dodatnu porciju uzorka u koju su dodane poznate količine analita od interesa prije pripreme uzorka. LFM se koristi kako bi se procijenio odziv analita iz matriksa uzorka. Potrebno je uključiti bar jedan LFM

sa svakim setom uzoraka (sekvencom) ili na bazi 5% od ukupnog broja uzoraka u odnosu na to koji je od ova dva slučaja češći. Treba dodati koncentraciju koja je najmanje 10 puta veća od MRL vrijednosti, središnju vrijednost sa kalibracione krive ili neki drugi koncentracioni nivo specificiran u metodi u odabranom uzorku (uzorke). Najpoželjnije je koristiti istu koncentraciju kao i onu dodanu u LFB kako bi analitičar mogao odvojiti utjecaj matriksa od same izvedbe postupka u laboratoriji. Ovaj rastvor za standardni dodatak se priprema od referentnog izvora različitog od onog korištenog za kalibraciju. Potrebno je koristiti takav dodatak da šum koji potiče iz uzorka ne djeluje različito na odziv analita (poželjno je podesiti koncentracije LFM-a, ako je koncentracija u uzorku više od pet puta veća od koncentracije šuma). Npr., ako uzorak sadrži analit od interesa, LFM uzorak se pravi u koncentraciji jednakoj onoj nađenoj u poznatom uzorku. Rezultati dobijeni za LFM-ove se procjenjuju u odnosu na tačnost i postotak odziva. Ako su LFM rezultati «izvan kontrole» preduzimaju se korektivne mjere kako bi se smanjio efekat ili se koristi neka druga metoda ili metoda standardnog dodatka. Prihvatljivost sekvence uzoraka treba ovisiti o rezultatima LFB analiza, a ne samo o LFM-u, jer matriks LFM-a može interferirati i utjecati na izvedbu metode.

Duplikat LFM/Duplikat uzorka

LFM duplikat predstavlja drugu porciju uzorka u koji je dodana poznata količina analita od interesa prije same pripreme uzorka za analizu. Ako se sakupi dovoljna količina uzorka, ova druga porcija uzorka je dodana i procesuirana na isti način kao i LFM. Ako nije sakupljena dovoljna količina uzorka da se istovremeno analizira i duplikat LFM-a, koristi se dodatna količina alternativnog uzorka kako bi se mogli dobiti rezultati i za duplikat uzorka, te tako i podaci o preciznosti. Potrebno je uključiti bar jedan duplikat LFM-a ili jedan duplika uzorka sa svakim setom uzoraka (sekvencom) ili na bazi 5% od ukupnog broja uzoraka u odnosu na to koji je od ova dva slučaja češći. Rezultati dobijeni za LFM duplikate se procjenjuju u odnosu na preciznost i tačnost (samo preciznost ako je u pitanju duplikat uzorka). Ako su rezultati dobiveni za LFM duplikat van kontrole, preduzimaju se korektivne mjere kako bi se izbjegao ovakav efekat, ili se koristi neka druga metoda ili metoda standardnog dodatka. Ako su rezultati za duplikate uzorka van kontrole, ponovno se pripremaju i analiziraju uzorci i preduzimaju dodatne korektivne mjere prema potrebi (kao što je ponovna analiza sekvence uzoraka). Za kriterije prihvatljivosti za LFM duplikate ili duplikate uzorka poziva se na metodu od izbora sve dok laboratorija ne razvije statistički validan kriterij izvedbe specifičan za laboratoriju. Ako nikakve

granice mjerenja nisu date metodom izbora, izračunavaju se početne granice iz IDL. Prihvatljivost sekvence uzoraka treba ovisiti o rezultatima LFB analiza a ne samo o LFM-u, jer matriks LFM-a može interferirati i uticati na izvedbu metode.

Unutrašnji standard

Unutrašnji standard (IS) se koristi kod organskih analiza na GC/MS, i za neke GC analize, te za neke analize metala na ICP/MS. Unutrašnji standard predstavlja analit dodan u svaki standard i u svaki uzorak ili ekstrakt uzorka/digestat uzorka netom prije analize uzorka. Unutrašnji standard trebao bi imitirati analite od interesa, ali na način da ne interferira tokom analize. Odabire se unutrašnji standard koji ima retencijsko vrijeme ili maseni spektar različit od analita od interesa, a koji se eluira u reprezentativnom dijelu hromatograma. Unutrašnji standardi se koriste kako bi se pratila retencijska vremena, izračunao relativan odziv, te kvantificirali analiti od interesa u svakom uzorku ili ekstraktu uzorka/digestatu uzorka. Kada se radi kvantifikacija uz korištenje metode unutrašnjeg standarda, potrebno je mjeriti odzive svih analita u odnosu na unutrašnji standard, osim ako se ne sumnja na neku interferenciju. Ako su rezultati za unutrašnji standard izvan kontrole, preduzimaju se korektivne mjere uključujući i ponovnu analizu ako je to potrebno.

Surogati i markeri

Surogati se koriste u organskoj analizi; markeri se koriste u radiohemijskoj analizi. Surogati i markeri se koriste kako bi se procijenila izvedba metode za svaki uzorak. Surogat standard predstavlja spoj dodan u poznatoj količini u svaki uzorak prije ekstrakcije. Surogat imitira analite od interesa, a predstavlja spoj za koji nije vjerovatno da bude prisutan u uzorku iz okoliša, kao što su neki fluorirani spojevi ili stabilni izotopski označeni analiti od interesa. Markere predstavljaju različiti izotopi analita ili elementa od interesa. Surogati i markeri uvode se u uzorak prije ekstrakcije kako bi se pratila efikasnost ekstrakcije i postotak odziva za svaki uzorak. Ako su rezultati dobiveni za surogate ili markere izvan kontrole, preduzimaju se korektivne mjere uključujući i ponovnu analizu ako je to potrebno.

Kalibracija

Inicijalna kalibracija se izvodi sa minimalno tri standarda različitih koncentracija za linearne krive, ili sa minimalno pet standarda za nelinearne krive, ili prema uputama datim u metodi od izbora. Ako se koristi linearna regresija koristi se minimalni korelaci-

oni koeficijent specificiran metodom. Ako minimalni korelacioni koeficijent nije specificiran metodom preporučuje se minimalna vrijednost od 0.995.

Verifikacija kalibracije predstavlja periodičnu potvrdu analizom kalibracionog standarda da se izvedba instrumenta nije značajno promijenila u odnosu na inicijalnu kalibraciju. Verifikaciju treba izvoditi u određenim vremenskim periodima (npr. svakih 12 sati) ili u odnosu na broj analiziranih uzoraka (npr. nakon svakih 10 uzoraka) analiziranjem jednog standarda čija je koncentracija bliska srednjoj vrijednosti na kalibracionoj krivoj. Evaluacija analize kalibracione verifikacije se bazira bilo na dozvoljenim devijacijama u odnosu na vrijednost dobivenu sa inicijalnom kalibracijom ili sa specifičnim tačkama sa kalibracione krive. Ako je kalibraciona verifikacija izvan kontrole preduzimaju se korektivne mjere uključujući ponovnu analizu bilo kojeg uzorka na kojeg to utiče.

QC proračun

U nastavku su date različite jednačine koje se često koriste za QC proračune.

a. Inicijalna kalibracija:

Relativni faktor odziva (RRF):

$$RRF(x) = Ax/Ais * Cis/Cx$$

Gdje su:

A = površina ispod pika ili visina pika karakteristična za mjereni jon;

C = koncentracija;

is = unutrašnji standard;

x = analit od interesa.

Faktor odziva (RF):

$$RF(x) = Ax/Cx$$

Gdje su:

A = površina ispod pika ili visina pika;

C = koncentracija;

x = analit od interesa.

Kalibracioni faktor (CF):

CF = signal za standarde/injektirana masa.

Relativna standardna devijacija (%RSD):

$$\%RSD = s/x_s * 100\%$$

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x_s)^2 / (n-1)}$$

Gdje su:

s = standardna devijacija;

n = ukupni broj vrijednosti;

x_s = svaka individualna vrijednost korištena za izračunavanje srednje vrijednosti;

x_s = srednja od n vrijednosti.

b. Verifikacija kalibracije

% razlikovanja (%D) za faktor odziva:

$$\%D = [(RFi)s - RFC] / RFi * 100\%$$

Gdje su:

(RFi)s = prosječna vrijednost RF ili RRF dobivena iz inicijalne kalibracije;

(RFC) = relativna vrijednost RF ili RRF dobijena pomoću standarda za verifikaciju kalibracije.

% razlikovanja (%D) za dobivene vrijednosti:

$$\%D = (\text{prava vrijednost} - \text{nađena vrijednost}) / \text{prava vrijednost} * 100\%$$

% odziva:

$$\% \text{ odziva} = \text{nađena vrijednost} / \text{prava vrijednost} * 100\%$$

c. Slijepa proba modificirana u laboratoriji (laboratorijski kontrolni uzorak):

$$\% \text{ odziva} = \text{nađena vrijednost} / \text{prava vrijednost} * 100\%$$

d. Surogati:

$$\% \text{ odziva} = \text{mjerena količina} / \text{dodana količina} * 100\%.$$

e. Matriks modificiran u laboratoriji (LFM):

$$\% \text{ odziva} = (\text{rezultat za LFM uzorak} - \text{rezultat za uzorak}) / \text{poznata dodana konc. u LFM} * 100\%$$

f. Duplikat uzorka:

Relativni % razlikovanja (RPD):

$$RPD = (\text{rezultat za uzorak} - \text{rezultat za duplikat}) / (\text{rezultat za uzorak} + \text{rezultat za duplikat}) * 2 * 100\%$$

g. Metoda standardnog dodatka:

$$\text{Koncentracije uzorka} * \text{mg/L} = S_2 * V_1 * C / (S_1 - S_2) * V_2$$

Gdje su:

C = koncentracija standardnog rastvora, mg/L;

S_1 = signal za pelcovanu (spajkovanu) porciju;

S_2 = signal za nepelcovanu (nespajkovanu) porciju;

V_1 = volumen dodanog standarda, L;

V_2 = volumen porcije uzorka korištene za metodu dodanog standarda, L.

Kontrolni dijagrami

Dva tipa kontrolnih dijagrama koji se uobičajeno koriste u laboratorijama su: dijagrami tačnosti ili

srednjih vrijednosti za QC uzorke uključujući slijepu probe reagenasa, laboratorijske kontrolne standarde, standarde za provjeru kalibracije, slijepu probe modificirane u laboratoriji, matrikse modificirane u laboratoriji i surogate; i dijagrami preciznosti ili intervala, % RSD ili relativni % razlikovanja (RPD) za analize replikata ili duplikata. Ovi dijagrami predstavljaju esencijalan alat za kontrolu kvaliteta. Kompjuterski generirane liste koje se ažuriraju ili baze podataka sa vrijednostima, limitima ili trendovima mogu se koristiti kao alternativa kontrolnim dijagramima.

Dijagram tačnosti ili srednjih vrijednosti: Dijagram tačnosti za QC uzorke konstruira se od srednje vrijednosti i standardne devijacije određenog broja mjerenja analita od interesa. Dijagram tačnosti uključuje gornje i donje nivoe upozorenja (WL) i gornje i donje kontrolne nivoe (CL). Uobičajeno je koristiti ± 2 SD i ± 3 SD za limite za WL i CL, retrospektivno. Ove vrijednosti se dobijaju od poznatih ili mjerenih vrijednosti za referentne materijale. Broj mjerenja n ili n-1 koji se koristi za određivanje standardne devijacije se određuje u odnosu na statistički interval povjerenja od 95% za WL i 99% za CL. Nakon toga se konstruira dijagram tačnosti korištenjem bilo izračunatih vrijednosti za srednju vrijednost i standardnu devijaciju ili % odziva. Postotak odziva je neophodan ako koncentracija varira.

Dijagrami preciznosti (intervala): Dijagram preciznosti se također konstruira pomoću srednje vrijednosti i standardne devijacije određenog broja mjerenja analita od interesa. Ako je standardna devijacija metode poznata, koriste se faktori dati u Tabeli 1., da bi se izračunala centralna linija, te WL i CL. Savršeno slaganje između replikata ili rezultata duplikata daje nulu kada se ove vrijednosti oduzmu, tako da je bazna linija na dijagramu nula. Zbog toga su za dijagrame preciznosti važne samo gornje granice upozorenja i gornje kontrolne granice. SD se prevodi u raspon tako da analitičar treba samo oduzeti dva rezultata radi unošenja vrijednosti na dijagram preciznosti.

Srednji interval se računa na slijedeći način:

$$R_{sr} = D_1 \cdot s,$$

Kontrolna granica:

$$CL = R_{sr} \pm 3 \cdot s_{(R)} = D_2 \cdot R_{sr}$$

Granica upozorenja:

$$WL = R_{sr} \pm 2 \cdot s_{(R)} = R_{sr} \pm 2/3 \cdot (D_2 \cdot R_{sr} - R_{sr})$$

Gdje je:

D_1 = faktor za prevođenje s u interval

$s_{(R)}$ = standardna devijacija intervala

D_2 = faktor za prevođenje srednjeg intervala u

$3_{s_{(R)}}$

Tabela 1: Faktori za računanje linija na kontrolnim dijagramima

Broj mjerenja, n	Faktor za centralnu liniju (D_1)	Faktor za kontrolne granice (D_2)
2	1.128	3.267
3	1.693	2.575
4	2.059	2.282
5	2.326	2.115
6	2.534	2.004

Dijagram preciznosti je mnogo jednostavniji kada se koriste duplikatne analize standarda. Za duplikatne analize uzoraka, dijagram će biti drugačiji zbog varijacija u koncentraciji uzorka.

Analize dijagrama: Ako nivoi upozorenja (WL) obuhvataju 95% intervala povjerenja, u prosjeku 1 od 20 mjerenja može prelaziti ovaj nivo, dok samo 1 od 100 može izlaziti iz kontrolnih limita (CL). Koriste se slijedeće smjernice:

- Kontrolni limit – ako jedno mjerenje izlazi iz CL ponoviti odmah analizu; ako ponovljeno mjerenje upada u CL nastaviti analizu, a ako ponovo izlazi iz CL prekinuti analizu i korigirati problem.
- Limit upozorenja – ako 2 od 3 uzastopna mjerenja izlaze iz WL analizirati drugi kontrolni uzorak. Ako slijedeće mjerenje upada u WL nastaviti analizu, a ako i naredno mjerenje izlazi iz WL procijeniti potencijalnu sistemsku grešku i korigirati problem.
- Standardna devijacija – ako 4 od 5 uzastopnih mjerenja prelaze 1 SD ili su u opadajućem ili rastućem nizu analizirati drugi kontrolni uzorak. Ako slijedeće mjerenje od srednje vrijednosti odstupa manje od 1 SD ili promijeni smjer nastaviti analizu. U drugom slučaju prekinuti analizu i korigirati problem.
- Trend – ako se očitavanja za 7 uzastopnih uzoraka nalaze sa iste strane centralne linije, prekinuti analizu i korigirati problem.

Navedene napomene se odnose na uslove kada se mjerenja nalaze ispod ili iznad centralne linije, ali ne na obje strane, npr. 4 od 5 mjerenja moraju prevazilaziti bilo +1SD ili -1SD. Nakon ispravljanja problema potrebno je ponovo analizirati uzorke analizirane između zadnjeg mjerenja koje je bilo pod kontrolom i zadnjeg koje je bilo izvan kontrole. Slijedeća važna funkcija kontrolnog dijagrama je procjena poboljšanja preciznosti metode. Na dijagramima tačnosti i preciznosti u slučaju da mjerenja nikad ili rijetko prelaze WL, ponovo preračunati WL i CL koristeći se sa 10–20 najskorijih podataka. Trend preciznosti se može utvrditi ranije ako se stalno izračunava srednja vrijednost zadnjih 10–20 mjerenja. Trendovi ukazuju

na sistemsku grešku, a nasumična greška se otkriva kada mjerenja nasumično prelaze WL ili CL.

QC procjena za male količine uzorka

Male količine uzorka poput terenskih slijepih proba ili duplikata uzoraka nisu odgovarajuće za QC procjenu pomoću kontrolnih dijagrama.

Korektivne mjere

QC podaci koji izlaze iz nivoa prihvatljivosti ili ukazuju na postojanje trenda među mjerenjima predstavljaju dokaz prisustva neprihvatljive greške u analitičkom procesu. Odmah se trebaju preduzeti korektivne mjere kako bi se odredio i eliminirao izvor greške. Rezultati se ne izražavaju sve dok se uzrok problema ne identificira ili dok podaci nisu korigirani ili na drugi način kvalificirani. Primjeri kvalifikatora podataka dati su u Tabeli 2.

Tabela 2: Primjeri kvalifikatora podataka

Simbol	Objašnjenje
B	Analit nađen u slijepoj probi reagensa. Ukazuju na moguću kontaminaciju u reagensu ili na veliki šum.
E	Izviještena vrijednost izlazi iz kalibracionog intervala.
J	Izviještena vrijednost predstavlja procjenu jer je konc. niža od granice izviještavanja ili jer nisu zadovoljeni određeni QC kriteriji.
N	Organski spojevi su nađeni u tragovima. Potrebna je potvrda rezultata.
PND	Preciznost nije određena.
R	Rezultati za uzorak su odbačeni zbog porasta smetnji u QC ili izvedbi metode. Neophodno je ponovno uzorkovanje i/ili ponovljena analiza.
RND	Odziv nije određen.
U	Spoj je analiziran, ali nije detektovan.

Kvalifikacijom podataka se ne eliminiše potreba za preduzimanjem korektivnih mjera, ali se dopušta izražavanje podataka poznatog kvaliteta u slučaju da nije moguće ili praktično reanalizirati uzorke. Bilježe se svi slučajevi kada metoda izmakne kontroli, određuju se uzroci i preduzimaju korektivne mjere. Cilj korektivne mjere nije samo eliminiranje takvih događaja nego i smanjenje ponavljanja takvih uzroka.

Korektivne mjere počinju od samog analitičara koji je odgovoran, jer zna kada je analitički proces izvan

kontrole. Analitičar treba inicirati korektivnu mjeru kada QC provjera prelazi limite prihvatljivosti ili ukazuje na trend i treba izvjestiti sve događaje kada je metoda izvan kontrole supervizoru. Takvi događaji podrazumijevaju iskakanje QC standarda izvan dozvoljenih limita, greške uslijed vremena analize, gubitak uzorka, kvar na opremi i dokazi o kontaminaciji uzorka. Preporučene korektivne mjere koje se trebaju koristiti kada su QC podaci neprihvatljivi su slijedeći:

- Provjeriti podatke proračuna ili greške koje su mogle nastati uslijed prepisivanja. Ispraviti rezultate ako se pojavila greška.
- Provjeriti da li su uzorci pripremljeni i analizirani prema dozvoljenoj metodi i radnom uputstvu. Ako to nije slučaj, pripremiti ih i/ili ponovo analizirati.
- Provjeriti kalibracione standarde u odnosu na nezavisni standardni ili referentni materijal. Ako se pokaže da kalibracioni standardi nisu odgovarajući, ponovo ih pripremiti i/ili rekalibrirati instrument i reanalizirati pogođene uzorke.
- Ako se pokaže da LFB nije odgovarajući, ponovo analizirati slijedeći LFB.
- Ako se pokaže da i slijedeći LFB nije odgovarajući, uraditi provjeru pomoću nezavisnog referentnog materijala. Ako se pokaže da je slijedeći izvor prihvatljiv, ponovo pripremiti i analizirati pogođene uzorke.
- Ako se pokaže da LFM nije odgovarajući, provjeriti LFB. Ako se pokaže da su rezultati za LFB prihvatljivi, kvalificirati podatke za LFM uzorak ili koristiti drugu metodu ili metodu dodanog standarda.
- Ako LFM i pridruženi LFB nisu odgovarajući, ponovo pripremiti i analizirati pogođene uzorke.
- Ako se pokaže da slijepa proba reagensa nije odgovarajuća, analizirati drugu slijepu probu reagensa.
- Ako i druga slijepa proba reagensa nije odgovarajuća ponovo pripremiti i analizirati pogođene uzorke.
- Ako se pokaže da surogat ili poznati dodatak internog standarda nisu odgovarajući, te nije riječ o greškama proračuna i izvještavanja rezultata ponovo pripremiti i analizirati pogođene uzorke.

Procjena kvaliteta

Procjena kvaliteta je proces koji se koristi da bi se osiguralo da su QC mjerenja izvršena prema zahtjevima, te kako bi se odredio kvalitet podataka koje je izdala određena laboratorija. To podrazumijeva akcije kao što su analiza uzoraka za određivanje profesionalnosti, analiziranje uzoraka u međulaboratorijskim testovima i audite izvedbe. Ovo se odnosi na testove preciznosti, tačnosti i detekcionih limita metoda koje se koriste i kako bi se procijenilo odstupanje od zahtjeva radnih uputstava.

Laboratorijski uzorci za provjeru (interna izvedba)

Laboratorija bi trebala izvoditi samo procjenu efektivnosti za svaki analit i metodu koje se koriste periodičnim analiziranjem laboratorijskih standarda za provjeru. Uzorci za provjeru koji sadrže poznatu količinu analita od interesa koje se nabavljaju od vanjskih dobavljača, te dodaci u slijepu probu mogu se neovisno pripremati i u laboratoriji kako bi se utvrdili % odziva analita od interesa svakom od korištenih metoda. Općenito izvedba metode bi trebala biti utvrđena prije toga; prihvatljiv % odziva se sastoji od vrijednosti koje upadaju u okvire utvrđenog intervala prihvatljivosti. Npr. ako je interval prihvatljivosti odziva za određeni spoj od 80-115%, tada se od analitičara očekuje da postigne odziv u ovom intervalu sa svim laboratorijskim uzorcima za provjeru, te da preduzme korektivne akcije ako se dobiju rezultati izvan intervala prihvatljivosti.

Uzorci za međulaboratorijsko poređenje

Dobar program procjene kvaliteta zahtijeva učešće u studijama međulaboratorijskih poređenja. Komercijalni i neki državni programi isporučuju laboratorijama uzorke za usporedbu, koji sadrže jedan ili više spojeva u različitim matriksima. Učestalost učešća u studijama međulaboratorijskog poređenja bi se trebala prilagoditi kvalitetu rezultata dobivenih od analitičara. Za rutinske postupke su uobičajene polugodišnje analize. Ako dođe do grešaka potrebno je preduzeti korektivne mjere i analizirati češće laboratorijske uzorke za provjeru sve dok se ne postigne prihvatljiv kvalitet izvedbe.

Audit o ispunjavanju uslova

Audit o ispunjavanju uslova provodi se kako bi se procijenilo da li laboratorija ispunjava primjenjive zahtjeve RU ili odabrane metode. Ovi auditovi mogu biti interni ili eksterni. Lista provjere se može koristiti kako bi se dokumentovao način na koji je uzorak tretiran od vremena primitka do konačnog izvještavanja rezultata. Cilj ovih auditova je da se utvrdi bilo kakvo odstupanje od RU ili odabranih metoda kako bi se mogle preduzeti odgovarajuće korektivne mjere.

Auditi o sistemima kvaliteta laboratorije

Program audita o sistemima kvalitete kreiran je i provodi se tako da se odnosi na sve elemente programa te da daje pregled ukupnog sistema kvalitete. Auditovi o sistemima kvalitete trebao bi provoditi kvalificiran auditor (auditori) koji je podrobno upoznat sa

odjelom ili analizom koja je podvrgnuta auditu. Potrebno je provoditi audit o svim značajnijim elementima sistema kvalitete najmanje jednom godišnje. Ovi auditovi mogu biti interni ili eksterni; oba tipa audita trebali bi se provoditi prema utvrđenom rasporedu, te bi se trebalo rukovati dokumentacijom odgovorno kako bi se zaštitila povjerljivost. Interni auditovi koriste se za samoprocjenu i unaprijeđenje. Eksterni auditovi koriste se za proces akreditacije kao i za upoznavanje zahtijeva klijenata, te za opravdano korištenje konačnih podataka analize. Potrebno je preduzeti sve potrebne korektivne mjere na osnovu nalaza audita i njegove efektivnosti prilikom ili prije slijedećeg dogovorenog audita.

Pregled od strane menadžmenta (sistema upravljanja)

Pregled i revizija sistema kvaliteta koje provodi menadžment laboratorije je od vitalnog značaja za pravilno održavanje i dobru efikasnost laboratorije. Ovakvim pregledom trebalo bi se moći procijeniti efektivnost sistema kvalitete te implementacije korektivne mjere i trebao bi obuhvatiti rezultate internih i eksternih auditova, procjenu izvedbe, rezultate za uzorke, ulazne podatke i primjedbe korisnika, te korektivne akcije koje su preduzete.

Literatura

- BAS EN ISO/IEC 17025:2006, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
- EURACHEM (1998) The Fitness for Purpose of Analytical Methods. A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics. Guidance document
- Guide to Quality in Analytical Chemistry (2002) An Aid to Accreditation, CITAC/EURACHEM Guide
- ISO/TR 13530:1997, Water quality – Guide to analytical quality control for water analysis, Technical Report
- Nordest izvještaj TR 567 (2008) Internal Quality Control – Vodič za hemijske laboratorije
- Prichard E., Barwick V. (2007) Quality Assurance in Analytical Chemistry. John Wiley & Sons, England
- Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 21st edition 2005.
- Thompson M., Ellison S.L.R., Falgout A., Willetts P. and Wood R. (1996) Harmonized Guidelines For The Use of Recovery Information in Analytical Measurement. Technical Report

ANALIZA KORELACIJA EKOLOŠKIH PARAMETARA KVALITETA VODA NA RIJECI BOSNI

Uvod

Okvirna direktiva o vodama (ODV) Europske unije (EU Water Framework Directive), kao ključni dokument u savremenom procesu upravljanja vodnim resursima u zemljama EU (ali i mnogim drugim zemljama Evrope, uključujući i Bosnu i Hercegovinu), uz sveobuhvatne principe integralnog upravljanja vodama na nivou riječnog sliva, pred zemlje članice postavila je zadatak postizanja i održavanja „dobrog statusa“ voda do 2015. god. U cilju dostizanja tog cilja, svaka zemlja članica mora pripremiti *Plan upravljanja riječnim slivom*, za onaj dio sliva koji joj administrativno pripada, te zajedno sa ostalim zemljama sa kojima dijeli sliv, ukoliko je to slučaj, i jedinstveni plan upravljanja riječnim slivom (ODV, 2000).

Svrha Plana upravljanja je da: utvrdi ciljeve zaštite površinskih i podzemnih voda; predloži odredbe i prioritizira aktivnosti koje je potrebno izvršiti kako bi se postavljeni ciljevi zaštite postigli u predviđenom roku; napravi pregled trenutnog statusa voda u slivu prema standardiziranoj metodologiji; utvrdi utjecaje ljudskih aktivnosti na status voda u slivu; procjeni učinkovitosti postojećih mjera (ekonomska analiza zaštite i korištenja voda u riječnom slivu); procjeni

nedostatke (praznine) u vezi sa dostizanjem postavljenih ciljeva zaštite voda; koordinira razvijene programe mjera s ostalim programima u slivu i posluži kao glavno sredstvo za informiranje javnosti i izvještavanje prema EU (Grupa autora, 2012).

Prema ODV-u kvalitet površinskih voda određuje se na osnovu ocjene njegovog hemijskog i ekološkog statusa, gdje je „*ekološki status*“ iskaz o kvalitetu strukture i funkcioniranja vodenih ekosistema u površinskim vodama. Imajući u vidu da je fokus izrade planova upravljanja riječnim slivom na „ekološkom statusu“ voda, nameće se potreba za istraživanjem ekoloških determinanti u procesima upravljanja, kvantificiranje njihovog utjecaja i međusobnih zavisnosti i razvoj potrebnih alata i modela koji bi pružili podršku u planiranju i donošenju odluka.

Ekološki status voda

Klasifikacija ekološkog statusa za rijeke obuhvata analizu tri grupe elemenata (tabela 1.):

- Biološki elementi (sastav i gustoća akvatične flore i faune);

Tabela 1: Elementi kvaliteta za klasifikaciju ekološkog statusa rijeka

ELEMENTI KVALITETA ZA KLASIFIKACIJU EKOLOŠKOG STATUSA RIJEKA	
Biološki elementi	Kompozicija i obilje akvatičke flore Kompozicija i obilje bentoske faune (bezkičmenjaci) Kompozicija, obilje i struktura starosti riblje faune
Hidromorfološki elementi koji podržavaju biološke elemente	Hidrološki režim - kvantitet i dinamika toka vode - povezanost sa tijelima podzemne vode Kontinuitet riječnog toka Morfološki uslovi - dubina rijeke i variranje širine korita - struktura i substrat riječnog dna - struktura obalske zone
Hemijski i fizičko-hemijski elementi koji podržavaju biološke elemente	Osnovni - Termički uslovi - Stanje kiseonika - Salinitet - Acidifikacijski status - Nutrijentski uslovi Specifični zagađivači - Zagađenje svim prioritetnim substancama koje su identificirane da se ispuštaju u vodna tijela - Zagađenje ostalim substancama koje su identificirane da se u značajnim količinama ispuštaju u vodna tijela

(izvor: ODV, Annex V, 2000)

- Hidromorfološki elementi (hidrološki režim, kontinuiranost riječnog toka i morfološki uslovi) i
- Fizičko-hemijski elementi.

Ocjena "ekološkog statusa" je složen proces koji zahtijeva mjerenje i analizu niza elemenata, što često iziskuje i dosta vremena i sredstava. Drugi značajan izazov izrade planova upravljanja je određivanje referentnih uslova, što za neka vodna tijela, koja su po svom kvalitetu visoko degradirana veoma dug vremenski period, predstavlja dodatni problem. U nekim slučajevima, analiza historijskih podataka mjerenih parametara neće dovesti do stvarne slike o referentnim uslovima vodenog ekosistema. Ipak, češći problem je što u mnogim zemljama nema odgovarajućih baza podataka koje bi se koristile u navedene svrhe. Za prevazilaženje ovih nedostataka, izrada planova upravljanja preporučuje razvoj modela kojima će se empirijski podržati koraci u ocjeni "ekološkog statusa" i u određivanju referentnih uslova.

Istraživanje korelacija između pojedinih parametara kvaliteta vode treba dati odgovore na pitanja da li je moguće na osnovu izmjerenih vrijednosti pojedinih fizičko-hemijskih parametara empirijskim putem doći do vrijednosti bioloških pokazatelja ili obratno.

Utvrđivanjem čvrstih korelacija između ekoloških determinanti kvaliteta voda, rezultira dalje matematskim utvrđivanjem funkcionalnih zavisnosti, te uspostavljanjem relevantnih matematskih i informatičkih modela, kao alata podrške.

Istraživanje korelacija između parametara kvaliteta voda

Naučna istraživanja odnosa između bioloških i fizičko-hemijskih parametara kvaliteta voda nisu novina, ali se generalno u Bosni i Hercegovini ovom pitanju nije poklanjalo dovoljno teorijskog i praktičnog značaja. Razvojem kompjuterskih i informatičkih alata, utvrđivanjem principa integralnog upravljanja vodama posljednjih dvadesetak godina, te usvajanjem Okvirne direktive o vodama, otvara se prostor da se ovakva istraživanja aktueliziraju i usmjere u pravcu pružanja podrške procesima upravljanja vodama.

U BiH se istraživanjem korelacija između pojedinih parametara kvaliteta vode sedamdesetih i osamdesetih godina bavio prof. Blagojević, koji je 1971. god. ispitivanjima korelacija između saprobioloških parametara i sadržaja kiseonika, zasićenosti kiseonikom i BPK₅

na rijeci Miljacki, empirijskim putem utvrdio da nema jasnih saglasnosti između pojedinačnih rezultata mjerenih parametara. Značajna istraživanja prof. Blagojević je sproveo sa timom stručnjaka na vodotocima (Una, Vrbas, Bosna, Drina i Neretva sa Trebišnjicom) 1984. godine, koja su pokazala da korelacije saprobioloških parametara i sadržaja kiseonika u vodi, zasićenost kiseonikom i BPK5, variraju sa biogeografskim, regionalno-hidrografskim i sezonskim uslovima vodotoka. Fizičko-hemijski parametri, koji se obično određuju u rutinskom monitoringu mogu se usporediti sa različitim ekološkim parametrima koji su obrađeni na osnovu biomase, raznolikosti i saprobnog indeksa.

U razdoblju 1999-2001. godine, prva studija o makrointervertebrata u rijeci Bosni provedena je u svrhu uspostave odgovarajućeg biomonitoringa, kao i za prikaz značenja i primjerenosti studija u procjeni kvaliteta voda "Ispitivanje kvaliteta površinskih voda na bazi bioloških parametara kvaliteta voda na području sliva rijeke Save u FBiH" (Trožić-Borovoac et. al, 2012).

Matematsko modeliranje - korelacijska i regresijska analiza

U istraživanju je primjenjena korelacijska i regresijska analiza. Statistička analiza i obrada podataka, kao i proračun modela višestruke regresije obično se vrše pomoću odgovarajućih software paketa.

Korelacijska analiza je dio statistike koji proučava povezanost i uzajamni odnos među pojavama, koristeći pri tome matematske relacije. Veze među pojavama mogu biti *funkcionalne* (ili determinističke) i *statističke* (ili stohastičke). Primjena korelacijske analize omogućava utvrđivanje zakonitosti i pravilnosti koje postoje u odnosima među statističkim pojavama kreirajući matematske modele kojima se opisuje ponašanje pojava u njihovoj realnoj funkcionalnoj zavisnosti.

Kada se u analizi međuzavisnosti definira koja je varijabla zavisna, a koja nezavisna onda se koriste *metode regresijske analize*. Zavisnost pojava se utvrđuje prema prethodnim teorijskim i empirijskim saznanjima o prirodi pojava i njihovim odnosima. Mate-

matski izraz koji pokazuje kako na vrijednost zavisne varijable utječe vrijednost jedne ili više nezavisnih varijabli naziva se *regresijski model*. Modeli regresije mogu se upotrebljavati u razne svrhe a najčešće za: predviđanje nekih budućih vrijednosti, uspostavljanje veze između varijabli, kao i dublje analize podataka.

Analiza modela u domeni deskriptivne statistike vrši se izračunavanjem vrijednosti *parametara* i pokazatelja reprezentativnosti modela, a to su *varijanca*, *standardna devijacija*, *koeficijent varijacije* i *koeficijent determinacije*.

Koeficijent determinacije (R^2) je relativna mjera prilagođenosti regresijskog pravca empirijskim podacima i pokazuje koliki udio varijabilnosti je zajednički, odnosno koliko dobro možemo predvidjeti zavisnu varijablu uz pomoć nezavisne

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad 0 \leq R^2 \leq 1$$

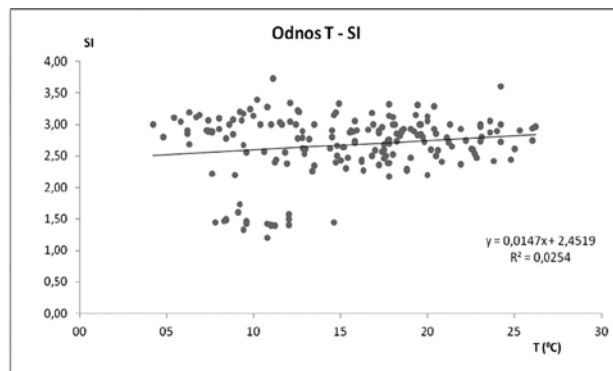
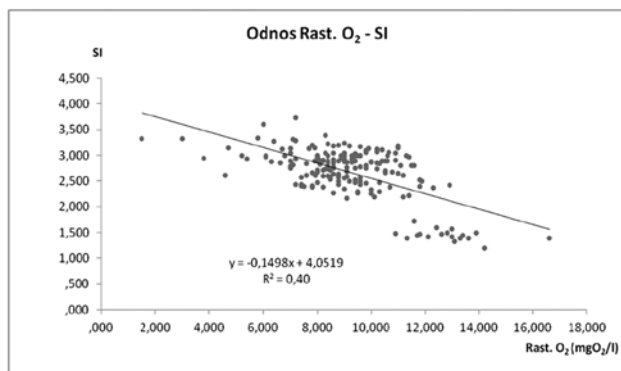
Važan pokazatelj, i usko povezan sa koeficijentom determinacije je *koeficijent linerane korelacije*. Označava se malim slovom r, a predstavlja mjeru povezanosti, odnosno smjer i jačinu linearne povezanosti između varijabli x i y

$$r = \sqrt{R^2}$$

Pri analizi međuzavisnosti ekoloških determinanti polazi se od određivanja koeficijenta korelacije i koeficijenta determinacije. Značenje vrijednosti dobijenih koeficijenata prema Chadockovoj ljestvici (tablea 2).

Tabela 2: Značenje koeficijenata korelacije (r) i determinacije (R²)

r	R ²	TUMAČENJE
0,00-0,25	0,00-0,06	nema povezanosti
0,26-0,50	0,07-0,25	slaba povezanost
0,51-0,75	0,26-0,56	umjerena do dobra povezanost
0,76 -1,00	0,57-1,00	vrlo dobra do izvrsna povezanost
1,00	1,00	matematska povezanost



Graf 1: a) dobra povezanost varijabli; b) nema povezanosti varijabli

Grafički prikaz varijabli koje ostvaruju dobru međusobnu povezanost dat je na grafu 1.a), dok na grafu 1.b) prikazuje vrijednosti dvije varijable koje ne ostvaruju korelacijsku povezanost.

Zavisna varijabla - Saprobni indeks

Saprobiološke metode ispitivanja kvaliteta voda se primjenjuju kako bi se zajedno sa fizikalnim, hemijskim i bakteriološkim ispitivanjem dobila potpunija slika stvarnog kvaliteta voda (Tuhtar, 1990). Analizom flore i faune vodenih ekosistema i promjena koje nastaju zagađenjem može se procijeniti kvalitet voda, odnosno promatranjem životnih zajednica prema broju vrsta i njihovoj populaciji determinira se kvalitet vode.

Saprobnost (grčki *sapros* - razgrađivanje) – prisustvo određene količine organskih materija koje su podložne razgradnji djelovanjem reducenata (bakterija i gljiva). Saprobnost se određuje *saprobnim indeksom*. Najčešće korišteni saprobni indeks je po Pantle-Bucku (1955):

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^n (s_i a_i)}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

SI – saprobni indeks

a – relativna abundanca vrste

s - saprobna vrijednost vrste.

Kao reprezentativan biološki parametar (zavisna varijabla) u istraživanju uzet je saprobni indeks. Ovaj parametar odabran je zbog toga što se on uobičajeno



primjenjuje na ovim prostorima, te za isti postoji i dugogodišnji niz podataka što je bilo neophodno za primjenu odabrane matematske metode.

Korelacijska analiza odabranih ekoloških determinanti

Za analize korelacija između parametara koji određuju ekološki status voda potrebno je odabrati ekološke determinante u okviru definiranih hidromorfoloških i fizičko-hemijskih parametre za koje je poznato da imaju značajan utjecaj na biološke elemente. Definirani kriteriji za odabir ekoloških determinanti u okviru definiranih hidromorfoloških i fizičko-hemijskih parametara su (Imamović, 2013):

- Imaju značajan utjecaj na biološke elemente;
- Mogu se kvantificirati brojčanim vrijednostima koje su promjenjive u skladu sa promjenama bio-

Tabela 3: Ekološke determinante odabrane za analizu međusobnih korelacija

EKOLOŠKE DETERMINANTE ODABRANE ZA ANALIZU MEĐUSOBNIH KORELACIJA	
Hidromorfološki elementi <i>Hidrologija</i>	Proticaj (m ³ /s) – Q
Fizičko-hemijski elementi <i>Termalni uslovi</i> <i>Acidifikacija</i> <i>Režim kiseonika</i> <i>Hranjive materije</i>	Temperatura vode (oC)- T; pH vrijednost - pH; Rastvoreni kiseonik (mg O ₂ /l) – Rast. O₂ ; Procenat zasićenosti kiseonikom - % O₂ ; Biološka potrošnja kisenika (mg O ₂ /l) - BPK₅ ; Hemijska potrošnja KMnO ₄ (mg O ₂ /l) – HPK (pot. KMnO₄) ; Ukupne suspendirane materije (mg/l) - uk.susp.mat.* ; Nitrati (mg NO ₃ /l) – Nitrati ; Ukupni N (mg N/l) – N* ; Ortofosfati (mg/l) – Ortofosfati* ; Fosfati (mg PO ₄ /l) - Fosfati
Biološki elementi	Saprobni indeks (SI)

* - parametri koji su uključeni u analize mjerenja 2005-2010. godine

loških elemenata (npr. sezonske promjene tokom godine);

- Postoji dovoljan broj mjerenja kako bi se mogla izvršiti matematska analiza i
- Da su varijable x_i međusobno nezavisni vektori, te da je matrica X punoga ranga.

U skladu sa ovim kriterijima, a prema ODV-u, utvrđeni su hemijski i fizičko-hemijski parametri koji prate biološke parametre: toplinski uslovi, režim kiseonika, acidifikacija i hranjive materije, te proticaj kao promjenjivi hidromorfoloških parametar (tabela 3).

Primjena matematske analize korelacija razmatranih ekoloških determinanti vodenih ekosistema i modela regresije na odabranom riječnom slivu – sliv rijeke Bosne, odnosila se na podatke mjerenja prikupljene za glavni vodotok rijeke Bosne (bez pritoka) u dijelu koji administrativno pripada Federaciji BiH.

Ovaj riječni sliv izabran je za analizu, jer je zbog svoje gustine naseljenosti i razvijenosti najviše izložen antropogenim utjecajima čime je kvalitet vode značajno narušen. Odabrano je ukupno 11 lokaliteta od izvorišta do lokacije nizvodno od Maglaja na kojima se uobičajeno vrši mjerenje parametara kojima se definira kvalitet voda.

Analiza je rađena za dva vremenska niza podataka, prvi razmatrani (historijski) niz obuhvatio je parametre kvaliteta vode mjerene u periodu 1982-1991. godine prema podacima preuzetim od Federalnog hidrometeorološkog zavoda, a drugi (novi) niz mjerenja vršena u periodu 2005-2010. godine za koji su podaci preuzeti od „Agencije za vodno područje rijeke Save“, Sarajevo. Za novi niz podataka posebno su analizirane korelacije saprobnog indeksa sa ekološkim parametrima za fitobentos i zoobentos. Raspoloživi broj mjerenja parametara kvaliteta voda u skladu sa definiranim kriterijima je 183 mjerenja (42 za nitrata) za historijski i 63 mjerenja (SI za fitobentos i zoobentos) za novi niz podataka.

Provedenim istraživanjem matematski je dokazano postojanje korelacije između bioloških, fizičko-hemijskih i hidroloških parametara (proticaj) koji su definirani za određivanje „ekološkog statusa“ voda, te je određena je jačina međusobne povezanosti.

Komparacijom rezultata dobijenih analizama za dva niza izvedeni su zaključci o jačini i vrsti međuzavisnosti pojedinih ekoloških determinanti sa saprobnim indeksom.

Tabela 4: Komparacija koeficijenta korelacije za razmatrane odnose parametara

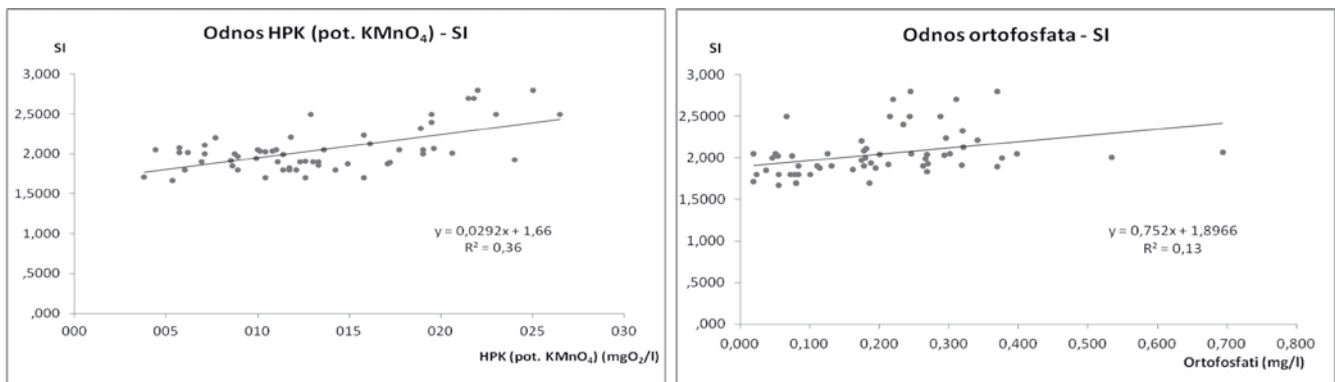
KOMPARACIJA KOEFICIJENTA KORELACIJE				
		1982-1991	2005-2010	
			Fitobentos	Zoobentos
RAZMATRANI ODNOSI PARAMETARA		r	r	r
1.	Q - SI	0,25	-0,19	0,29
2.	T - SI	0,16	0,09	0,42
3.	pH - SI	-0,28	0,30	0,42
4.	Ukupne suspendirane materije -SI	-	-0,05	0,15
5.	Rast. O ₂ - SI	-0,63	-0,23	-0,35
6.	% O ₂ - SI	-0,57	-0,14	-0,25
7.	BPK5 - SI	0,37	-0,01	0,43
8.	HPK (pot. KMnO ₄ – SI)	0,42	0,60	0,19
9.	Nitrati - SI	0,31	0,34	0,52
10.	Ukupni N - SI	-	-0,03	0,22
11.	Fosfati/ortofosfati - SI	0,37	0,36	0,39
12.	Ukupni P - SI	-	0,25	0,33











Graf 2: Primjer dobre povezanosti SI sa razmatranim parametrima za fitobentos a) HPK-SI; b) Ortofosfati -SI

Komparacija koeficijenata korelacije za mjerenja iz oba perioda

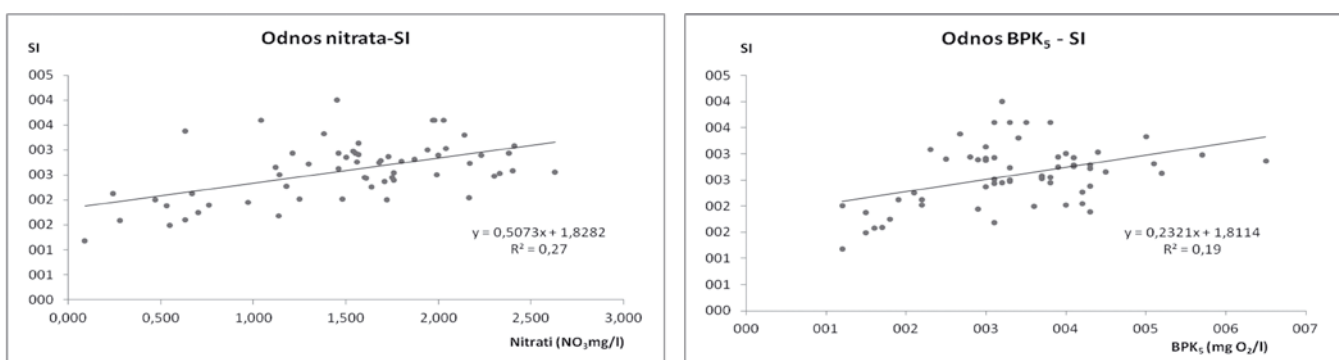
Vrijednosti saprobnog indeksa za mjerenja u periodu 1982-1991. godine dobijene su kao srednja vrijednost saprobnih indeksa mjerenih za fitobentos i zoobentos. Tako je, naprimjer, vrijednost koeficijenata koji determiniraju odnos proticaja i temperature vode sa saprobnim indeksom rezultat veće povezanosti koja se ostvaruje za zoobentos nego za fitobentos, gdje je vrijednost koeficijenta za proticaj niska i sa negativnim predznakom. Do istog zaključka može se doći i za parametar BPK5, koji za fitobentos nije ostvario nikakvu povezanost, dok je za zoobentos ta povezanost puno jača. Ovo je i za očekivati, jer je poznato da je ovo parametar koji karakterizira organsko zagađenje u kojem se nalaze hranjive materije za zoobentos.

Koeficijent korelacije za HPK (pot. KMnO₄) i fosfate/ortofosfate za historijski niz podataka predstavlja približno srednju vrijednost koeficijenata za fitobentos i zoobentos. HPK (pot. KMnO₄) je pokazao dobru povezanost sa saprobnim indeksom fitobentosa, što je također očekivani rezultat. Vrijednost koeficijenta korelacije za nitrata najveća je za zoobentos, dok se

niska vrijednost dobijena analizama historijskih podataka može pripisati nedovoljnom broju podataka koji su razmatrani (svega 42).

Nije bilo očekivano da će vrijednosti koeficijenta korelacije za rastvoreni kiseonik i procenat zasićenosti kiseonikom biti znatno niže i za mjerenja saprobnog indeksa za fitobentos i zoobentos, s obzirom da su vrijednosti koeficijenta korelacije u historijskim mjerenjima za ove parametre bile najveće. Uzroci mogu ležati u nedovoljnom broju mjerenja koja su bila raspoloživa za period 2005-2010. godine, pa se ove analize mogu ponoviti kada se obezbijedi veći broj podataka.

Druga anomalija u analizama koeficijenata korelacije historijskih mjerenja i mjerenja u periodu 2005-2010. godine, odnosi se na vrijednosti koeficijenta korelacije za pH, koja je u historijskim podacima bila negativnog predznaka, dok je odnos između pH i saprobnog indeksa fitobentosa i zoobentosa pozitivnog predznaka za nova mjerenja, odnosno, čak je dobijena vrijednost koeficijenta korelacije za zoobentos za 30% veća od veze dobijene za mjerenja u periodu 1982-1991. godine. I ovu pojavu je potrebno dodatno analizirati sa većim brojem podataka.



Graf 3: Primjer dobre povezanosti SI sa razmatranim parametrima za zoobentos a) Nitrati -SI; b) BPK5-SI

Fitobentos

Prema dobijenim rezultatima analize koeficijenta linearne korelacije (r) i koeficijenta determinacije (R^2) dobra povezanost saprobnog indeksa (SI) ostvaruje se sa HPK (pot. $KMnO_4$), dok se slaba povezanost ostvaruje sa nitratima, ortofosfatima i pH. Odnos HPK (pot. $KMnO_4$) i SI prikazan je na grafu 2. a), dok je odnos ortofosfata sa saprobnim indeksom prikazan na grafu 2. b)

Zoobentos

Analizom koeficijenta linearne korelacije i determinacije odabranih fizičko-hemijskih parametara i saprobnog indeksa zoobentosa može se uočiti da je došlo do povećanja koeficijenta u odnosu na koeficijente dobijene za fitobentos za parametre proticaja, temperature vode, svih parametara koji determiniraju režim kiseonika, izuzev HPK. Posebno je značajno povećanje BPK5, koji ima pozitivan predznak.

Najbolja veza utvrđena je između vrijednosti za nitrate i saprobni indeks zoobentosa, kao što je prikazano na grafu 3. a). Također, zbog značaja parametra BPK5 za saprobni indeks zoobentosa, na grafu 3. b). prikazana je i ova korelacija. Može se zaključiti da postoji povezanost između vrijednosti temperature vode i saprobnog indeksa, koja za fitobentos nije utvrđena. Također, veza pH i saprobnog indeksa veća je za zoobentos, nego za fitobentos.

Zaključci i preporuke

Kako bi se dostigli uspostavljeni ciljevi i provedli definirani koraci određivanja "ekološkog statusa" voda, potrebno je pružiti podršku istraživanjima koja su usmjerena u ovom pravcu, a prije svega onima koja doprinose razvoju metodologija i modela koji se mogu primjenjivati u BiH. Prema izvršenim analizama i istraživanjima može se zaključiti:

- da je utvrđeno postojanje korelacijskih veza i međuzavisnost dvije ili više odabranih ekoloških determinanti na osnovu čega je moguće primijeniti regresijsku analizu i uspostaviti višestruke modele regresije koji opisuju razmatranu pojavu;

- da su bolje korelacijske veze saprobnog indeksa sa fizičko-hemijskim parametrima utvrđene za zoobentos, pa se u tom pravcu ovakva i slična istraživanja trebaju i usmjeriti;
- da je potrebno uspostaviti stalni monitoring i prikupljanje dovoljnog broja podataka, u svrhu ponavljanja analize sa većim brojem parametara i varijabli, te da bi bilo dobro analizu provesti i na pritokama rijeke Bosne na pojedinačnim vodotocima, a zatim objedinjeno za cijeli sliv, kao i
- da treba osigurati da se greške koje se javljaju pri mjerenju (slučajne greške) eliminiraju ili minimiziraju, zbog čega se preporučuje da se mjerenja na jednom lokalitetu obavljaju sa istim timom i pod približno sličnim uslovima.

Literatura:

Blagojević S., Dizdarević M., Pavlović B., (1984), Odnosi između nekih bioloških i fizičko-hemijskih parametara kvaliteta vode u tekućicama Bosne i Hercegovine, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu

EU Water Framework Directive (2000), Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy

Grupa autora (2012), Priručnik o koracima u procesu planiranja upravljanja vodnim resursima projekat: Uspješno sudjelovanje javnosti u upravljanju slivom rijeke Save, Zelena akcija, Zagreb, Hrvatska

Imamović A. (2013), Ekološke determinante održivog upravljanja vodenim ekosistemima u kontekstu međunarodnih trendova, doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu

Pantle R., Buck H. (1955), Gas- und Wasserfach 96: 604.

Trožić-Borovac S., Toman M. J., Škrijelj R. (2012), Macroinvertebrates in the Assessment of Water Quality of the River Bosna, BALWOIS 2012 - Ohrid, FYR of Macedonia (28.05. -02.06.2012)

Tuhtar D. (1990), Zagađenje zraka i vode, Svjetlost, Sarajevo

APLIKACIJA STATISTIKE U KVALITETI VODE (II dio)

“Ne može se dva puta ući u istu vodu”
Heraklit

UVOD

P Prvi dio istoimenog članka koji je objavljen u broju 83 ovog časopisa bio je teorijski uvod u praktične primjere primjene statističkih alata u kvaliteti vode. Svako istraživanje treba sadržati statističku obradu dobijenih podataka na osnovu koje se procjenjuje vrijednost i validnost obavljenog istraživanja. Ovo samo po sebi govori o značaju aplikacije statistike u biologiji kao nauci pa tako i u hidrobiologiji. Statistika koja se koristi u biologiji zove se biostatistika. Neki biostatistički alati i programi za kvalitetu vode su različiti i dostupni putem interneta.

Primjena statistike u hidrobiologiji je raznovrsna, između ostalog služi za utvrđivanje povezanosti parametara kvaliteta vode, vizualiziranje vrijednosti tih parametara, jednostavnijeg uočavanja mogućih promijena i predikciji budućih rezultata analize parametara, što je u ovom radu prikazano.

U BiH se istraživanjem korelacija između pojedinih parametara kvaliteta vode sedamdesetih i osamdesetih godina bavio prof. Blagojević, koji je 1971. god. ispitivanjima korelacija između saprobioloških parametara i sadržaja kiseonika, zasićenosti kiseonikom i BPK_5 na rijeci Miljacki, empirijskim putem utvrdio da nema jasnih saglasnosti između pojedinačnih rezultata mjerenih parametara. Značajna istraživanja prof. Blagojević je sproveo sa timom stručnjaka na vodotocima (Una, Vrbas, Bosna, Drina i Neretva sa Trebišnjicom) 1984. godine, koja su pokazala da ko-

relacije saprobioloških parametara i sadržaja kiseonika u vodi, zasićenost kiseonikom i BPK_5 , variraju sa biogeografskim, regionalno-hidrografskim i sezonskim uslovima vodotoka. Fizičko-hemijski parametri, koji se obično određuju u rutinskom monitoringu mogu se usporediti sa različitim ekološkim parametrima koji su odrađeni na osnovu biomase, raznolikosti i saprobnog indeksa. Naučna istraživanja odnosa između bioloških i fizičko-hemijskih parametara kvaliteta voda nisu novina, ali se generalno u Bosni i Hercegovini ovom pitanju nije poklanjalo dovoljno teorijskog i praktičnog značaja (Imamović, 2013).

MATERIJAL I METODE

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

Treba napomenuti da se u matematičke modele ne mogu uključiti prirodni fenomeni (koji nisu iskazani numerički), niti predstaviti svi procesi koji utječu na kvalitetu vode.

Statističke metode koje će biti prikazane u daljnjem tekstu su: dio deskriptivne statistike (srednja vrijednost i standardna devijacija), regresijska analiza, korelacija između pojedinih parametara kvaliteta, grafički prikaz vrijednosti sa linijom trenda, statistička signifikantnost (t-test) i klasteraska analiza.

Neki od prvih koraka pri statističkoj obradi podataka jeste deskriptivna statistika tj. utvrđivanje aritmetičke sredine, standardne devijacije, varijanse, sume, maksimalnih i minimalnih vrijednosti itd. Određivanje srednje vrijednosti i standardne devijacije nam pomaže u upoređivanju naših i rezultata nekih drugih istraživača na istu ili sličnu temu odnosno u procjeni vrijednosti i tačnosti našeg rada. Osim toga, standardna devijacija nam govori koliko odstupaju izmjerene vrijednosti od aritmetičke sredine. Aritmetička sredina se određuje pomoću formule 1.1. a standardna devijacija formulom 1.2.

$$\bar{x} = \Sigma x / n \quad (1.1.)$$

gdje je: \bar{x} - aritmetička sredina,
 Σx - zbir svih mjerenja jednog parametra
 n - ukupan broj mjerenja

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma (x - \bar{x})^2}{n}} \quad (1.2.)$$

gdje je: σ (sigma)- standardna devijacija,
 \bar{x} - aritmetička sredina,
 x - vrijednost mjerenja,
 $\Sigma (x - \bar{x})^2$ - kvadrat sume izmjerenih vrijednosti parametra umanjena za vrijednost aritmetičke sredine,
 n - ukupan broj mjerenja.

Regresijskom analizom utvrđujemo da li su dva odabrana parametra u uzročno-posljedičnoj vezi slučajno ili ne, a korelacijskom analizom se određuje stepen jačine te veze.

Istraživanje korelacija između pojedinih parametara kvaliteta vode treba dati odgovore na pitanja da li je moguće na osnovu izmjerenih vrijednosti pojedinih fizičko-hemijskih parametara empirijskim putem doći do vrijednosti bioloških pokazatelja ili obratno. Korelacijska analiza je dio statistike koji proučava povezanost i uzajamni odnos među pojavama, koristeći pri tome matematske relacije. Veze među pojavama mogu biti funkcionalne (ili determinističke) i statističke (ili stohastičke). Primjena korelacijske analize omogućava utvrđivanje zakonitosti i pravilnosti koje postoje u odnosima među statističkim pojavama kreirajući matematske modele kojima se opisuje ponašanje pojava u njihovoj realnoj funkcionalnoj zavisnosti.

Kada se u analizi međuzavisnosti definira koja je varijabla zavisna, a koja nezavisna onda se koriste metode regresijske analize. Zavisnost pojava se

utvrđuje prema prethodnim teorijskim i empirijskim saznanjima o prirodi pojava i njihovim odnosima. Matematski izraz koji pokazuje kako na vrijednost zavisne varijable utječe vrijednost jedne ili više nezavisnih varijabli naziva se regresijski model. Modeli regresije mogu se upotrebljavati u razne svrhe a najčešće za: uspostavljanje veze između varijabli, kao i dublje analize podataka (Imamović, 2012).

Grafički prikaz vrijednosti parametara kvaliteta vode pruža vizualizaciju podataka tj. na jednostavan i jasan način pokazuje važne informacije koje su sadržane u određenom setu podataka (Fu i Wang, 2012).

Trendovska analiza determiniše povećanje ili smanjenje vrijednosti parametara kvaliteta vode u određenim vremenskim okvirima.

Poznato je da vrijednosti parametara kvaliteta vode ne prate konvencionalnu distribuciju tj. nisu normalno distribuirani (Antonopoulos et al., 2001). Zbog toga je za utvrđivanje statističke signifikantnosti u ovom radu korišten t-test.

Klaster analiza se bazira na principu određivanja sličnosti između lokaliteta ili mjerenja u nekom vremenskom okviru na osnovu vrijednosti parametara. Naravno, za sve lokalitete ili vremenske periode potrebno je da budu korišteni isti parametri sa jednakim brojem mjerenja. Klaster analiza se prikazuje grafički u obliku dendrograma koji radi na osnovu matrice sličnosti. Matrica sličnosti ili similitudnosti daje procentualni prikaz sličnosti između lokaliteta ili vremenskih perioda mjerenja parametara.

Pored testova koji su korišteni u ovom radu postoji još mnogo drugih statističkih metoda od kojih su najviše upotrebljavane sljedeće: Tukeyev test za analizu varijanse i procentualni prikaz veličine greške, Benjamini-Hochberg test služi za multiplu komparaciju podataka, Wilcoxon test simulira nedostajuće rezultate kod nesimetrične distribucije podataka (Le et al., 2013), ANCOVA služi za utvrđivanje razlika između parametara kvaliteta vode, između lokaliteta ili istog lokaliteta u različitim vremenskim okvirima (Carlson i Ecker, 2002).

Trenutno na tržištu postoji mnogo različitih specificiranih programa (softverskih paketa) koji se koriste za statističke analize kvaliteta vode u rijekama, jezerima, podzemnim vodama i morima, neki od njih su SWSTAT (statistička analiza za površinske vode) i OPR-PPR (modelni program za predikciju vrijednosti parametara, kompariranje, frekvenciju podataka itd.).

Jedan od možda najinteresantnijih i kompleksnijih statističkih programa jeste program za predikciju mogućih budućih stanja kvaliteta vode i vrijednosti parametara koje definišu kvalitet, ali koji u ovom radu neće biti korišten, jer nije bio dostupan.



Sl. 1. Rijeka Bosna- lokalitet nizvodno od Maglaja. (Foto: Čičić-Močić, A., 2009).

U ovom radu odabrani parametri za statističku obradu su: fizičko-hemijski (temperatura vode, pH vrijednost, zasićenost kiseonikom, biološka potrošnja kiseonika- BPK_5 , hemijska potrošnja kiseonika-HPK, ukupni nitrogen i ukupni fosfor), mikrobiološki (koliformne bakterije, bakterije fekalnog porijekla, fekalni streptokoki, aerobni organotrofi) i biološki parametri kvaliteta (saprobnii indeks makroinvertebrata). Statistička obrada pomenutih parametara rađena je na lokalitetu nizvodno od Maglaja na rijeci Bosni u periodu od 2006. do 2010. godine. Svake godine su izvršena tri mjerenja, izuzev 2006. kada se mjerenje radilo četiri puta. Podaci su dobijeni od strane „Agencije za vodno područje rijeke Save” Sarajevo koja obavlja ispitivanja kvaliteta voda.

Svi ovi testovi biti će praktično prikazani na na lokalitetu nizvodno od Maglaja za period od 2006. do 2010. godine. (Sl. 1.).

Statistička obrada je rađena u *Microsoft Office Excel 2010* programu u koji je integriran *Data analysis* koji služi za biostatističku analizu podataka, dok je klasterka analiza urađena u programu *BioDiversity Professional* verzija 2.0.

REZULTATI RADA

Za rijeku Bosnu na lokalitetu nizvodno od Maglaja za pomenute parametre urađena je aritmetička sredina (\bar{x}) i standardna devijacija (σ) za period od 2006. do 2010. godine. 2009. godina u ovom slučaju nije obrađivana, jer nisu mjerene vrijednosti za dosta u ovom radu obrađivanih parametara, što može dovesti do netačnosti statističkog testa ili nemogućnosti obrade istog (Tab. 1.).

Tab. 1. Prikaz srednjih vrijednosti i standardne devijacije određenih parametara kvaliteta vode na lokalitetu nizvodno od Maglaja za period od 2006. do 2010. godine

Parametri	$\bar{x} \pm \sigma$
Temperatura vode	17,06 \pm 6,59
pH	8,31 \pm 0,37
Hemijska potrošnja $KMnO_4$	6,20 \pm 4,21
Zasićenost kiseonikom	112,32 \pm 19,18
Biološka potrošnja kisika BPK_5	2,93 \pm 1,23
Ukupni nitrogen	1,77 \pm 1,06
Ukupni fosfati	1,91 \pm 5,69
Broj kolonija aerobnih organotrofa na 22°C	3146,92 \pm 4207,69
Ukupan broj koliformnih bakterija na 37°C	9589,23 \pm 5659,96
Ukupan broj koliformnih bakterija fekalnog porijekla na 44°C	3228,46 \pm 2039,68
Ukupan broj fekalnih streptokoka	2202,31 \pm 1524,09
Saprobnii indeks	2,49 \pm 0,34

Iz tabele se može zaključiti da najmanju standardnu devijaciju imaju parametri saprobnii indeks na bazi zajednice makroinvertebrata zoobentosa (0,34) i pH vrijednost vode (0,37) što može upućivati na ravnomjerniji raspored podataka i manje odstupanje između mjerenja. Saprobnost vode kao jedan od realnijih pokazatelja stvarnog stanja kvaliteta vode ima najmanje odstupanje.

Grafički prikaz vrijednosti saprobnog indeksa sa linijom trenda za obrađivani lokalitet u periodu od 2006. do 2010. godine potvrđuje prethodno prikazanu nisku standardnu devijaciju (Graf.1.).

Na ovaj način se mogu obraditi svi parametri kvaliteta vode.

Tab. 2. Vrijednost regresijske analize između mikrobioloških parametara i saprobnog indeksa.

	Saprobnii indeks
Broj kolonija aerobnih organotrofa na 22°C	0,02
Ukupan broj koliformnih bakterija na 37°C	0,21
Ukupan broj koliformnih bakterija fekalnog porijekla na 44°C	0,22
Ukupan broj fekalnih streptokoka	0,07

Prije nego se uradi korelacijska analiza potrebno je utvrditi veličinu slučajnosti uzročno-posljedične

veze između dva analizirana parametra. U ovom slučaju regresijska analiza je rađena između saprobnog indeksa i sva četiri mikrobiološka parametra kvaliteta vode na pomenutom lokalitetu. Vrijednosti regresijske analize ovih parametara su prikazane u tabeli 2.

Slučajnost povezanosti je najmanja između aerobnih organotrofa i saprobnosti vode te iznosi 2%, dok je najveća između koliformnih bakterija fekalnog porijekla i saprobnog indeksa i iznosi 22%. Bez obzira na to, ovo su ipak niski procenti slučajno povezanih parametara, što je ohrabrujući korak ka rađenju korelacijske analize između njih.

Na osnovu dobrih rezultata regresijske analize urađena je korelacija između saprobnosti vode i mikrobioloških parametara kvaliteta. Vrijednosti korelacijske analize su prikazane u tabeli 3.

Korelacijska analiza je rađena između sva četiri mikrobiološka parametra i saprobnog indeksa za dvije godine (2006. i 2007.) zbog toga što u periodu od 2008. do 2010. nije jednak broj mjerenja saprobnog indeksa i mikrobioloških parametara na rijeci Bosni nizvodno od Maglaja. Naime, za period od 2008. do 2010. od tri postojeća mjerenja, u dva je analiziran saprobni indeks, dok su mikrobiološki parametri rađeni u sva tri navrata tokom spomenutog perioda.

Vrijednosti korelacijske analize znatno variraju iz minus predznaka, što znači da se parametri obrnuto proporcionalno prate, do vrijednosti od 0,98 što je prema Coltonu (1974.) direktno proporcionalna jaka matematička povezanost. Nije moguće utvrditi kore-

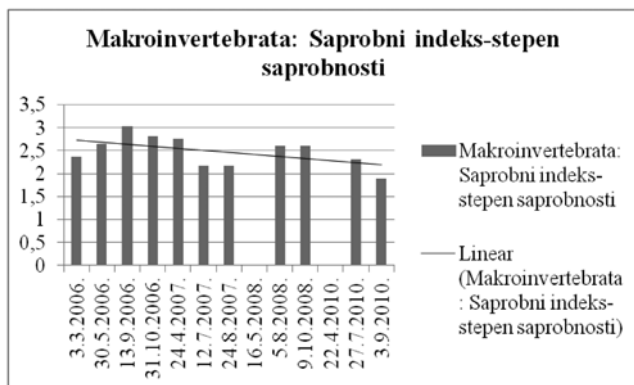
lacijsku vezu između bilo kojeg mikrobiološkog parametra i saprobnog indeksa. Naravno, na osnovu dvije godine odnosno ukupno šest mjerenja se ne može donijeti tačan i pravilan zaključak niti je to dovoljno za ovakvu statističku analizu.

Kao izvjesna alternativa korelacijskoj analizi jeste grafički prikaz vrijednosti parametara i na taj način sagledavanje „praćenja” promjena između parametara (Graf. 2 i 3.).

Grafički prikaz vrijednosti odabranih fizičko-hemijskih, mikrobioloških parametara i saprobnog indeksa su razdvojeni zbog visokih vrijednosti četiri analizirana mikrobiološka parametra. Umjesto korelacijske analize na ovaj način se može pratiti pad ili porast određenih vrijednosti i da li i koliko se oni prate. Tako na osnovu ovih grafikona može se uočiti da vrijednost mikrobioloških parametara raste u 2007. godini kada dostiže svoj maksimum, dok parametri: ukupni nitrogen, ukupni fosfat i zasićenost kiseonikom imaju svoje maksimume u 2006. godini kada su vrijednosti mikrobioloških parametara niske. Takođe, ovo prate i parametri BPK₅, HPK i saprobni indeks koji su najviši u toku 2006. godine a od 2007. do 2010. opadaju sa porastom vrijednosti mikrobioloških parametara. Vrijednosti četiri mikrobiološka parametra dostižu svoje maksimume i minimume u istom periodu mjerenja, izuzev na početku 2006. godine kada se posebno „prate” vrijednosti aerobnih organotrofa i vrijednosti koliformnih bakterija.

Obavezan statistički test jeste utvrđivanje statističke signifikantnosti između istog parametara za određene periode. Statistička signifikantnost nam govori o tome da li postoji statistički značajna razlika između izmjerenih vrijednosti određenog parametra.

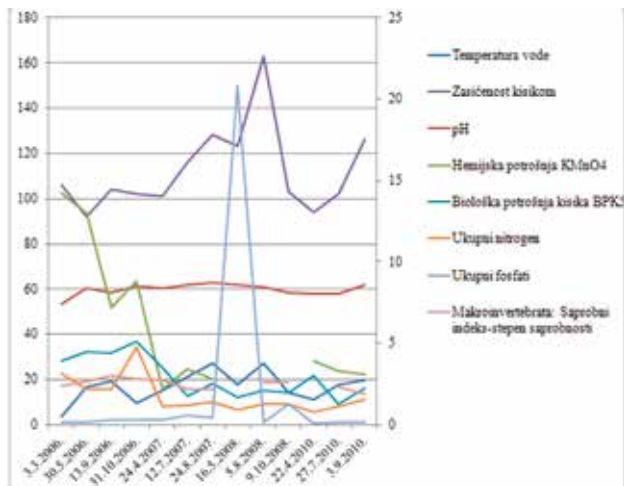
Prije nego se pristupi izradi testa, potrebno je postaviti nultu (H_0) i alternativnu hipotezu (H_a). Nulta hipoteza glasi: Ne postoji statistički signifikantna razlika između kompariranih godina za obrađivane parametre. H_a glasi: Postoji statistički značajna razlika između kompariranih godina za obrađivane parametre. T-test vrši komparaciju samo dva seta podataka zbog čega je 2006. komparirana sa 2007. a posebno sa 2008. i 2010. i 2007. sa 2008. i 2010. te 2008 sa 2010. godinom. Signifikantnost je rađena na nivou od



Graf. 1. Grafički prikaz vrijednosti saprobnog indeksa sa linijom trenda za lokalitet nizvodno od Maglaja, period od 2006. do 2010.

Tab. 3. Prikaz vrijednosti korelacijske analize između saprobnog indeksa i mikrobioloških parametara na lokalitetu nizvodno od Maglaja. Izvor: Nalić, 2011.

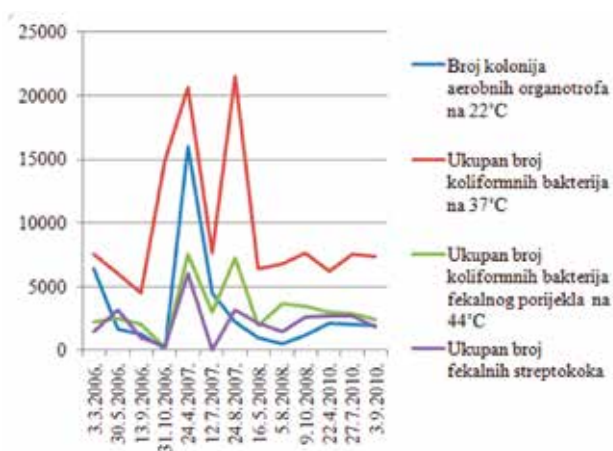
Godina	2006	2007	2008	2009
Parametri				
Aerobni organotrofi i saprobni index	-0,821	0,9885	-	-
Koliformne bakterije i saprobni index	-0,0347	0,4549	-	-
Bakterije fekalnog porijekla i saprobni index	-0,3327	0,5337	-	-
Fekalni streptokoki i saprobni index	-0,371	0,85364	-	-



Graf. 2. Grafički prikaz vrijednosti odabranih fizičko-hemijskih parametara i saprobnog indeksa za period od 2006. do 2010. godine.

95%, gdje je $\alpha=0,05$, što znači da je tačnost testa 95%. Vrijednosti ovog testa prikazane su u tabeli 4.

Statistički značajna razlika vrijednosti parametara ne postoji između 2006. i 2007. godine i to za parametre: temperatura vode, pH vrijednost, HPK, BPK_5 , ukupni fosfat, ukupni nitrogen i koliformne bakterije fekalnog porijekla. Takođe, niti za 2006. i 2008. za parametre BPK_5 i ukupni nitrogen, zatim 2006. i 2010. za parametre HPK i BPK_5 i ukupni nitrogen, 2007. i 2010. za parametar ukupni fosfat te između 2008. i 2010. godine za parametar mikrobiološki aerobni organotrofi. Za ostale parametre, posebno saprobnost indeksa te mikrobiološke parametre koliformne bakterije i fekalni streptokoki komparacija između svih obrađivanih godina potvrđuje alternativnu hipotezu tj. da postoje statistički signifikantne razlike kao i za sve preostale godine već pomenutih fizičko-hemijskih parametara.



Graf. 3. Grafički prikaz vrijednosti mikrobioloških parametara rijeke Bosne na lokalitetu nizvodno od Maglaja za period od 2006. do 2010.

Na rijeci Bosni na lokalitetu nizvodno od Maglaja na osnovu odabranih parametara kvaliteta vode i njihovih vrijednosti u periodu od 2006. do 2010. godine urađena je klaster analiza (Sl.2.).

Klaster analiza je u vidu dendrograma povezala mjerne periode različitih godina na osnovu vrijednosti svih obrađivanih parametara kvaliteta vode. Jasno se uočava da su u jedan klaster (grupa ili grozd) povezani periodi mjerenja koji su kao što stoji u tabeli 4. pokazali nepostojanje statistički signifikantne razlike između vrijednosti parametara za dvije komparirane godine. Sukladno tome, najbližije su godine 2008. i 2010. godina i to 94,6% te 2006. i 2007. i to 87,1%, dok su 2007. i 2008. najmanje slične i to 37%.

ZAKLJUČCI I PREPORUKE

U ovom članku je prikazana aplikacija statistike u kvaliteti vode kroz nekoliko statističkih testova na primjeru rijeke Bosne na lokalitetu nizvodno od Maglaja za period od 2006. do 2010. godine. Statističkoj obradi podvrgnuti su određeni fizičko-hemijski parametri (temperatura, pH, HPK, BPK_5 , zasićenost kisikom, ukupni fosfat i ukupni nitrat), mikrobiološki parametri i saprobni indeks. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti sljedeće:

- vrijednosti standardne devijacije nisu velike, to znači da nema velikih devijacija između mjerenja što potvrđuje i linija trenda na grafikonu 1. To može predstavljati konstantnost i signalizirati malo variranje u stepenu kvaliteta vode na lokalitetu nizvodno od Maglaja. Za donošenje zaključka o tome potrebno je obraditi sve parametre kvaliteta vode.
 - regresijska analiza je pokazala postojanje uzročno-posljedične veze između saprobnog indeksa i svih mikrobioloških parametara,
 - vrijednost korelacijske analize znatno varira između četiri mikrobiološka parametara i saprobnog indeksa. Usljed nedostatka podataka rađena je na bazi dvije godine što je nedovoljno za donošenje relevantnog zaključka,
 - između fizičko-hemijskih parametara ne postoji statistički signifikantna razlika, dok između saprobnog indeksa postoji, što može biti proizvod slučajnosti zbog nedovoljnog broja mjerenja u periodu od 2008. do 2010. godine,
 - klaster analiza sa dendrogramskim prikazom potvrđuje test statističke signifikantnosti između godina, ali za sve obrađivane parametre zajedno.
- Vrijednosti korelacijske analize nisu opovrgnule niti potvrdile postojanje uzročno-posljedične veze (vrijednosti regresijske analize) između saprobnog indeksa i mikrobioloških parametara, što zahtijeva daljnja detaljnija, dugotrajnija i obimnija istraživanja, kako bi se utvrdilo kakva je povezanost saprobnog indeksa sa mikrobiološkim parametrima kvaliteta vode.

Tab. 4. Vrijednost t- testa (statistička signifikantnost) između godina za određene parametre kvaliteta vode.

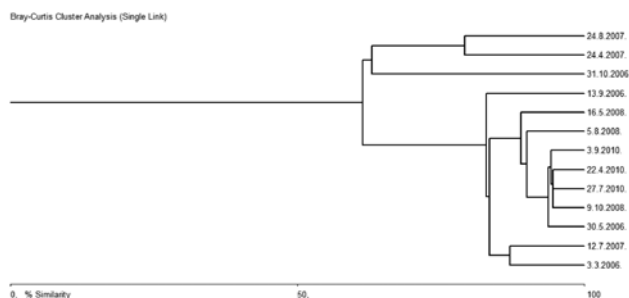
Godine	2006 i 2007	2007 i 2008	2006 i 2008	2006 i 2010	2007 i 2010	2008 i 2010
Parametri						
Temperatura vode	0,07	0,39	0,11	0,20	0,16	0,25
pH	0,08	0,21	0,17	0,35	0,12	0,26
Hemijska potrošnja KMnO ₄	0,01	-	-	0,01	0,11	-
Zasićenost kisikom	0,10	0,25	0,12	0,29	0,28	0,17
Biološka potrošnja oksigena BPK ₅	0,02	0,15	>0,00	0,01	0,30	0,33
Ukupni nitrogen	0,03	0,30	0,02	0,02	0,41	0,46
Ukupni fosfati	0,06	0,20	0,20	0,05	0,04	0,20
Broj kolonija aerobnih organotrofa na 22°C	0,17	0,13	0,18	0,41	0,16	0,01
Ukupan broj koliformnih bakterija na 37°C	0,10	0,08	0,31	0,32	0,08	0,43
Ukupan broj koliformnih bakterija fekalnog porijekla na 44°C	0,04	0,09	0,08	0,07	0,08	0,35
Ukupan broj fekalnih streptokoka	0,23	0,31	0,23	0,13	0,37	0,24
Saprobni indeks	0,11	0,21	0,24	0,07	0,23	0,13

To znači da je potrebno povećati broj mjerenja u toku godine, uzeti u obzir sve pritoke jednog sliva, analizirati parametre u različitim hidrološkim prilikama i povećati broj lokaliteta sa kojih se uzimaju uzorci vode. Pored navedenog, moguće je uraditi i laboratorijsko ispitivanje i testiranje teorijskih postavki o korelaciji i međusobnoj povezanosti određenih parametara.

Kako bi se analiza kvaliteta vode tj. vodotokova podigla na viši, sofisticiraniji nivo, potrebno je pružiti podršku statističkoj, tačnije biostatističkoj obradi dobijenih vrijednosti parametara, a posebno modelima za predikciju budućih vrijednosti i procjenu kvaliteta vode, te time zaokružiti priču o kvaliteti voda u Bosni i Hercegovini.

LITERATURA

- Antonopoulos, V. Z., Papamichonil, D. M. i Mitsiou, K. A. (2001). Statistical and Trend Analysis of Water Quality and Quantity Data for the Strymon River in Greece. *Hydrology and Earth System Science*. Vol. 5, pp. 679-691.



Sl. 2. Klaster analiza sličnosti (dendrogramski prikaz) za lokalitet nizvodno od Maglaja.

- Carlson, E i Ecker, M. D. (2002). A Statistical Examination of Water Quality in Two Iowa Lakes. *American Journal of Undergraduate Research*. Vol. 2, pp. 1-16.
- 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. *Agriculture Waste Management*. Vol. 25, pp. 135-152.
- Colton, T. (1974). *Statistics in Medicine*. Littel, Brown and Company. Boston.
- Fu, L i Wang Y.G. (2012). *Statistical Tools for Analyzing Water Quality Data*. Water Quality Monitoring and Assessment. In Tech.
- Imamović, A. (2013). *Ekološke determinante održivog upravljanja vodenim ekosistemima i kontekstu međunarodnih trendova*. Doktorska disertacija. Prirodno-matematički fakultet. Sarajevo.
- Le, K. R., Rackanckas, V. C., Ross, A. S. i Ulloa, N. (2013). *Assessment of Statistical Methods for Water Quality Monitoring in Maryland's Tidal Water ways*. www.siam.org/students/sinro/vol6/S01207.pdf, preuzeto: 26.11.2013.
- MacAlpine, N. D., Ahmed, S. M., Young, R. A. Arnold, J. G., Sosiak, A. J. i Trew, D. O. (1995). *Validation of Non-point Source Pollution Model for Northern Great Plains Lake*. Water Quality Modeling, Orlando.
- Nalić, E. (2011). *Uspostava korelativnog modela konstatovanih fizičko-hemijskih-mikrobioloških-zooloških (makrozoobentos) podataka odbačenih lokaliteta slivnog područja rijeke Bosne*. Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet. Sarajevo.

UPRAVLJANJE POLIHlorIRANIM BIFENILIMA (PCB)

Uvod

U organizaciji Ministarstva vanjske trgovine i ekonomskih odnosa BiH (MVTEO BiH), u saradnji sa Centrom regionalnih aktivnosti za čistiju proizvodnju iz Mediteranskog akcijskog plana (UNEP MAP CPRAC¹) i Programa za procjenu i kontrolu onečišćenja u mediteranskom regionu (UNEP MAP MEDPOL²), u okviru Strateškog partnerstva za veliki morski ekosistem Mediterana (MedPartnership) projekta (podkomponenta Okolišno prihvatljivo upravljanje opremom, zalihama i otpadom koji sadrže ili su onečišćene PCB-ima u državnim elektroprivrednim preduzećima u mediteranskim zemljama), 23.-26.9.2013. godine u Mostaru je održana radionica na temu: „**Upravljanje polihloriranim bifenilima (PCB)**“.

Radionica je organizirana u dva modula: teorijska i praktična nastava. Teorijski dio nastave bio je namijenjen svim institucijama/organizacijama koje su uključene u upravljanje PCB-ima dok je praktični dio nastave namijenjen predstavnicima elektroprivrednih preduzeća i laboratorija koje su ili bi mogle biti uključene u izradu inventara PCB-a u BiH.

Na radionici je prezentiran slijedeći program obuke upravljanja PCB-ima:

- Bosna i Hercegovina kao potpisnica Štokholmske konvencije o POPs³-ima (postojanim organskim onečišćujućim materijama) sa naglaskom na PCB-e (cilj konvencije i status implementacije konvencije u BiH, obaveze BiH prema konvenciji, zakonski i institucionalni okvir za upravljanje POPs-u BiH);

1 The Regional Activity Centre for Cleaner Production

2 The Programme for the Assessment and Control of Pollution in the Mediterranean Region

3 Persistent Organic Pollutants - POPs

- Okolišno prihvatljivo upravljanje PCB-ima (identifikacija, procjena rizika, postavljanje prioriteta);
- Okolišno prihvatljivo upravljanje PCB-ima (popis, klasifikacija, globalno harmoniziran sistem razvrstavanja i označavanja hemikalija);
- Uzimanje uzoraka, provjeravanje, metode i procedure analiza-primjenjeno na projekat;
- Okolišno prihvatljivo upravljanje PCB-ima (održavanje, upravljanje životnim ciklusom, isključivanje iz upotrebe i skladištenje);
- Okolišno prihvatljivo upravljanje PCB-ima (rukovanje, pakovanje, utovar, transport);
- Okolišno prihvatljivo upravljanje PCB-ima (uvoz, izvoz i konačno zbrinjavanje) i
- Analiza slučaja.

Praktični dio obuke obavljen je na lokaciji HE Čapljinina, Svitava.

Štokholmska konvencija

Cilj ove konvencije je ograničiti, zabraniti proizvodnju, upotrebu, emisiju, uvoz, izvoz vrlo toksičnih supstanci poznatih kao postojani organski zagađivači (POPs), radi zaštite zdravlja ljudi i okoline. Konvencija trenutno obuhvata 22 hemikalije (pesticide, industrijske proizvode i sporedne proizvode). Konvencija je stupila na snagu 17.5.2004. godine, a ratificirana u BiH 30.03.2010.godine (Službene novine BiH, Međunarodni ugovori, broj 1/10).

Zajedničke osobine postojanih organskih onečišćujućih materija

Organske onečišćujuće materije su organski spojevi otporni na fotolitičku, hemijsku i biološku razgradnju. Karakterizirani su niskom topivošću u vodi ali

visokom topivošću u mastima, što rezultira bioakumulacijom u masnim tkivima živih organizama. Prenose se kroz atmosferu na velike razdaljine, tako što u toplijim regionima isparavaju, a zatim nošeni vazдушnim masama dopijevaju u hladnija područja (u blizini polova i na polove), gdje se kondenzuju i talože.

U grupu POPs-a spadaju organohlorini spojevi koji obuhvaćaju sve organske spojeve koji sadrže jedan ili više atoma hlora. Organohlorini pesticidi (OCP) kao npr. aldrin, dieldrin, heksahlorbenzen, heksahlorcikloheksan i heptahlor, te polihlorirani bifenili, dvije su grupe široko korištenih POPs-a.

POPs su vrlo toksične supstance koje kad dospiju u lanac ishrane truju životinje, čovjeka, odnosno izazivaju razne zdravstvene probleme i promjene u organizmu (alergije i hiper-osjetljivost, oštećenje centralnog i perifernog nervnog sistema, reproduktivne poremećaje, poremećaje imunološkog sistema, a neki POPs i karcinom).

Obaveze Bosne i Hercegovine prema Štokholmskoj konvenciji

BiH se obavezuje da:

- indentificira kontaminirane lokacije/područja i sprovede mjere obnavljanja (remedijaciju) na okoliski prihvatljiv način (Član 6.);
- izradi Nacionalni implementacioni plan (Član 7.);
- prilikom izrade Nacionalnog implementacionog plana konsultira sve zainteresovane i utjecajne subjekte (Član 7.);
- ima pravo predložiti novu hemikaliju za uvrštavanje na liste Aneksa A, B ili C (Član 8.);
- ima pravo identifikirati Nacionalnu fokalnu tačku⁴ radi obavještanja, razmjene informacija o POPs-ima sa Sekretarijatom konvencije (Član 9.) i pruži svaku informaciju i da razvije obrazovne i trening programe za kreatore politike i javnost koja je u tijesnoj vezi sa POPs-ima kao i aktivnostima oko konvencije (Član 10.).

Izvoz otpada sa PCB iz BiH u skladu sa Bazelskom konvencijom

Bazelska konvencija je dokument kojim se reguliše prekogranično kretanje otpada⁵.

- 2003. godine otpad sa PCB-ima (transformatori, kondenzatori, ulja sa PCB-ima, otpad sa PCB-ima kompanije JP "Elektroprivreda" BiH i iz Republike Srpske je transportiran na finalno uništenje – incineraciju, u Lion, Francuska (19.355,00 kg) i

- 2006. godine otpad sa PCB-ima (transformatori, kondenzatori, ulja sa PCB-ima, otpad sa PCB-ima kompanija JP "Elektroprivreda" BiH, Volkswagen, Skenderija, Bosanka, Unis-UTL i Mittal Steel Zenica transportovan je na finalno uništenje – incineraciju, u Lion, Francuska (182.390,00 kg).

Polihlorirani bifenili (PCB)

Polihlorirani bifenili (PCB-i) su toksični organski aromatski sintetički spojevi dobiveni hloriranjem bifenila u prisustvu katalizatora, a spadaju u skupinu tzv. postojanih organskih onečišćivača (POPs). Hemijska formula PCB-a je $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ gdje je „n“ broj atoma hlora. Od mogućih 209 izomera PCB-a u komercijalnim smjesama nalazi se oko 100 izomera. Komercijalni PCB-i predstavljaju smjesu kongenera različitog stepena hlorinacije. Ovisno o sadržaju hlora mijenja im se boja od svijetlo žute do smeđe.

Sintetizirani su prvi put 1867. godine, a komercijalno su se počeli proizvoditi 1929. godine. Osim pozitivnih svojstava, zbog kojih su našli široku primjenu, njihove negativne strane su: toksičnost, teratogeni, genetski, mutageni, kancerogeni učinci i dr. Šezdesetih i sedamdesetih godina 20. stoljeća dostignuto je maksimalno ograničenje proizvodnje PCB-a. Između 1983. i 1993. godine, proizvodnja PCB-a je u većini zemalja obustavljena. Prema Štokholmskoj konvenciji, PCB-i se nalaze na listi od dvadeset i dvije vrste postojanih organskih zagađivača za koje je potrebno sprovesti hitne međunarodne akcije kako bi se stvorili uslovi da do 2028. godine budu eliminirani.

Jednom ispušteni u okoliš, zbog svoje postojanosti, PCB-i se teško uklanjaju i time predstavljaju dugoročno opterećenje za sve dijelove okoliša. PCB-i predstavljaju opasnost za ljudsko zdravlje ako u postupanju s njima izostanu propisane mjere zaštite. Osobe koje su izložene njihovom djelovanju kroz duži vremenski period, moraju biti posebno oprezne (profesionalna izloženost). Profesionalna aktivnost može uzrokovati visoku kratkotrajnu i dugotrajnu izloženost koja se odražava u povišenim granicama PCB-a u masnim tkivima, krvi i mlijeku i to u koncentracijama koje su 10 do 100 puta više od onih kod osoba koje nisu profesionalno izložene. Kao posljedica profesionalne izloženosti zabilježene su promjene na koži (hlorakne), oštećenja jetre i bubrega, uticaj na hormone štitnjače, djelovanje na reproduktivni sistem.

Utvrđeno je da većina uzoraka masnog tkiva čovjeka sadržavala PCB-e u koncentraciji oko 1 mg/kg (ppm) masnog tkiva, a uzorci masnog tkiva profesionalno izloženog radnika sadržavali su više od 700 mg/kg PCB-a. Prosječne koncentracije PCB-a u krvi su oko 0,3 µg/100 ml, a kod profesionalno izloženih osoba izmjerene su koncentracije PCB-a i do 200

4 National Focal Point

5 Službene novine BiH, Međunarodni ugovori, broj 31/00

$\mu\text{g}/100\text{ ml}$. Osobe kod kojih je ustanovljen toliki sadržaj PCB-a u krvi imali su izražene promjene na koži, te druge simptome trovanja. U vazduhu se koncentracija PCB-a kreće od $0,002\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $15\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, s tim što su više koncentracije u urbanim nego u ruralnim područjima. U radnoj sredini koncentracija PCB-a u vazduhu dostiže $1,0\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, a u slučaju pojave havarije i $16\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. U zagađenim površinskim vodama koncentracija PCB-a se kreće od $0,1\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $0,5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, a u vodama okeana od $0,05\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $0,6\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Velike doze PCB-a mogu prouzrokovati hepatitis, facijalni edem, ukočenost i slabost ekstremiteta. Termičkom obradom materijala koji sadrže PCB-e kao neželjeni nus-produkti izgaranja nastaju dioksini (PCDD) i furani (PCDF).

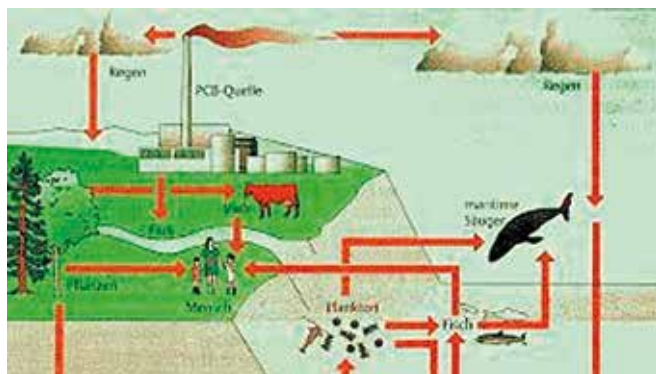
U BiH još uvijek postoje izvori PCB-a. To su prvenstveno oprema koja sadrži PCB-e (kondenzatori, transformatori), kao i zalihe ulja koja sadrže PCB-e iz kojih curenjem, isparavanjem i neprimjerenim skladištenjem te odlaganjem iskorištenih uređaja mogu dospjeti u okoliš.

Dioksini i furani (PCDD i PCDF)

Pod pojmom dioksini i furani obuhvaćeno je 75 jedinjenja iz klase polihlorovanih dibenzo-p-dioksina (PCDD) i 135 različitih jedinjenja iz klase polihlorovanih dibenzofurana (PCDF). Dioksini i furani razlikuju se međusobno samo po prisutnosti ili odsutnosti molekule kiseonika u svojoj strukturi. Glavni izvori dioksina i furana su procesi sagorijevanja, procesi izbjeljivanja i hlorisanja, proizvodnja različitih drugih hemijskih jedinjenja. Karakteristike koje su dovele do njihove velike komercijalne upotrebe su nerastvorljivost u vodi, rastvorljivost u mastima i uljima, teška isparljivost, hemijska neaktivnost, odlični izolatori, u plastičnoj masi (PVC) čuvaju plastičnost.

Izvori PCDD i PCDF emisije su:

- hemijski proizvodni procesi kao što su: dobijanje hlorovanih fenola i oksihlorinata da bi se dobili



Slika 1: Prikaz zagađenja okoliša PCB-om

rastvarači za prehrambenu industriju, ili pri proizvodnji celuloze i papira;

- procesi proizvodnje čelika u elektrolučnim pećima, drumski transport;
- termalni procesi i procesi sagorijevanja goriva u energetskim postrojenjima (termoelektrane, toplane i sl) - uključujući i spaljivanje otpada;
- biogeni procesi kod kojih se mogu formirati PCDD / PCDF iz prekursora - postoje neki dokazi da se to dešava u kompostu ;
- "stari" izvori kao što su stare deponije otpada i kontaminirano zemljište i sedimenti koji su akumulirali dioksine i furane tokom dužih perioda i
- sagorijevanje drva u domaćinstvima i u uređajima za termičku obradu otpada (komunalnog, tehnološkog i bolničkog).

Regulativa u oblasti PCB-a:

1. Pravilnikom o maksimalno dozvoljenim količinama za određene kontaminante u hrani BiH („Službene novine BiH“, broj 37/09) se propisuju maksimalno dozvoljene količine polikloriranih bifenila (PCB) sličnih dioksinima u hrani i mjere koje se poduzimaju u slučaju prekoračenja njihovih maksimalno dozvoljenih količina.
2. Metode uzorkovanja i analiza za službenu kontrolu količine polikloriranih bifenila sličnih dioksinima u hrani su utvrđene Pravilnikom o metodama uzorkovanja i analize za službenu kontrolu količine dioksina i polikloriranih bifenila sličnih dioksinima u hrani BiH („Službeni glasnik BiH“, broj 43/09).
3. U Republici Srpskoj PCB-i su zabranjeni Pravilnikom o uslovima za ograničenje i zabranu proizvodnje, prometa i korištenja hemikalija („Službeni glasnik Republike Srpske“ br. 100/10 i 63/13) (Prilog 2, Dio A: Lista zabranjenih POPs supstanci iz Štokholmske konvencije), uz napomenu da je dozvoljeno korištenje uređaja koji se nalaze u upotrebi ukoliko to nije u suprotnosti sa uvjetima datim u propisima kojima se uređuje odlaganje polikloriranih bifenila i polikloriranih terfenila.
4. Najveće dopuštene koncentracije PCB-a u vodama u Federaciji BiH su utvrđene Uredbom o opasnim i štetnim tvarima u vodama („Službene novine FBiH, broj 43/07), a u Republici Srpskoj su utvrđene Uredbom o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka („Službeni glasnik Republike Srpske“, broj 42/01).
5. Najveće dopuštene koncentracije PCB-a u zemljištu u Federaciji BiH su određene Pravilnikom o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih tvari u zemljištu i metodi njihova ispitivanja FBiH („Službene novine FBiH“ broj 72/09), dok

- u Republici Srpskoj i Brčko Distriktu trenutno ne postoji regulativa koja definiira maksimalno dozvoljene koncentracije opasnih i štetnih tvari u tlu.
6. Jugoslavenski standard sa primenom: Maksimalno dozvoljene koncentracije škodljivih gasova, para i aerosola u atmosferi radnih prostorija i radilišta (JUSZ. BO. 001.“Službeni list SFRJ“,broj 54/91), utvrđuju se maksimalno dozvoljene koncentracije na radilištima, a na listi reguliranih supstanci se nalazi i PCB.

Mreža eliminacije PCB-a-(PEN)

Mreža eliminacije PCB-a (PEN) je osmišljena kao ravnopravno partnerstvo zainteresiranih strana iz različitih sektora koji će učestvovati u upravljanju PCB-ima na način koji štiti okoliš, a koji međusobno saraduju prema načelu dobrovoljnosti. Mreža nudi značajnu razmjenu informacija i podršku državama koje ostvare ciljeve Štokholmske konvencije vezane za PCB-e.

Primjena PCB-a

PCB se primjenjuju u zatvorenim sistemima kao što su: tekućina za hlađenje u transformatorima, dielektrična tekućina u kondenzatorima, hidraulična tekućina u opremi za podizanje tereta, kamionima i visokotlačnim crpkama. PCB-i su se u otvorenim sistemima primjenjivali kao plastifikatori u bojama, adhezivima, plastici, zaptivnim smjesama (silikonima), u formulacijama ulja za podmazivanje itd.

Upotreba PCB-a dopuštena je samo u zatvorenim sistemima. U skladu sa Štokholmskom konvencijom koja nalaže da se do 2.025. godine ukloni oprema koja sadrži PCB-e, potrebno je preduzeti mjere prevencije u proizvodnji i upotrebi PCB-a, kao što su:

1. donošenje zakonskih odredbi o zabrani uvoza PCB-a, opreme koja može sadržavati PCB-e, transformatore i kondenzatore,
2. uvođenje kontrole i nadzora pri uvozu opreme i uređaja koji mogu sadržavati PCB-e,
3. donošenje zakonskih odredbi s rokovima zamjene uređaja, obaveze prijavljivanja kvarova i incidenata na opremi,
4. izrada vremenskog plana zamjene postojeće opreme koja je u funkciji, vodeći računa o starosti opreme i evropskim standardima koji reguliraju rokove zamjene uređaja sa PCB-ima.

Svaki korisnik potencijalno kontaminirane opreme, trebao bi identificirati vrste izolacijske tekućine u transformatorima, kondenzatorima, prekidačima, regulatorima, kao i suvišnom ili otpadnom ulju pohranjenom na licu mjesta. Osim toga, u slučaju incidenta trebalo bi preduzeti preventivne radnje.

Zaštita okoliša provodi se osiguravanjem tla od prodora izlivenog ulja u podzemne slojeve i vodene tokove, ugradnjom separatora, izgradnjom sabirnih (uljnih) jama ispod transformatora i zaštitom tla nepropusnim materijalima. Opasnost za ljude i okoliš su incidentna događanja u pogonu usljed kvara ili havarije. U tom slučaju, odmah treba zatražiti pomoć organa nadležnih za postupanje u slučaju incidenta sa hemikalijama. Prilikom gorenja osoblje treba zaštititi od udisanja plinova. Ako dođe do izljevanja ulja sa PCB-om treba ga mehanički ukloniti materijalima koji dobro upijaju (piljevina, krpe, pijesak), a njih posebno odložiti. Potrebno je spriječiti kontaminaciju vode, a ako ulje dospije u vodu treba zatražiti pomoć organa nadležnih za postupanje u slučaju iznenadnog zagađenja voda.

PCB u okolišu

Toksični otpad se ne može spaljivati jer se zagrijavanjem i spaljivanjem povećava opasnost od štetnog djelovanja PCB-a. Tačka vrelišta im je oko 325-366 °C, pa tolerišu visoke temperature bez da se zapale ili eksplodiraju, ali je problem pri tim temperaturama isparavanje. Na temperaturama od 250-450 °C nastaju furani, kao i pri procesu proizvodnje smjese kongenera PCB-a. Pri spaljivanju nastaju furani i dioksini koji se mogu pretaložiti iz dima. Starenjem ulja u transformatorima lakši PCB-i oksidiraju i razgrađuju se do kiselina, aldehida i peroksida.

Određivanje PCB-a

Najviše korištena tehnika za kvalitativnu i kvantitativnu analizu PCB-a je plinska hromatografija. Ukupni PCB se može određivati na punjenim kolonama, ali analiza pojedinačnih kongenera PCB-a moguća je samo plinskom hromatografijom visoke rezolucije na

Neophodno je da se korisnici opreme koja sadrži PCB pridržavaju slijedećeg:

- označiti električne uređaje radi jednostavnog prepoznavanja,
- ispod uređaja koji sadrži PCB postaviti podmetač za prikupljanje kapljica tečnog PCB-a,
- redovno provjeravati stanje uređaja koji sadrže PCB (curenje, deformacije, korozija itd.),
- ne ispuštati PCB u okoliš,
- ne spaljivati PCB,
- ne odlagati zapaljive materijale blizu PCB-a,
- uvijek nositi osobnu zaštitnu opremu pri radu s uređajima koji sadrže PCB (rukavice, kombinizon, masku, itd.) i dobro prozračivati radno mjesto,
- samo specijalizovane firme mogu odlagati PCB i uređaje koji sadrže PCB.

kapilarnim kolonama sa optimalnim temperaturnim programom.

Za kvalitativnu analizu spojeva uspoređuju se vremena zadržavanja spojeva u uzorku s vremenima zadržavanja spojeva u standardu. Moguća su dva načina uspoređivanja: jedan je određivanjem relativnog vremena zadržavanja analiziranih spojeva prema unutrašnjem standardu (dodan u uzorak prije hromatografske analize), a drugi je način usporedbe vremena zadržavanja spojeva u uzorku i vanjskom standardu. Kvalitativna analiza spojeva u uzorku provodi se pomoću unutrašnjeg i vanjskog standarda usporedbom visina ili površina hromatografskih pikova analiziranih spojeva u uzorku i standardu poznate masene koncentracije.

U analizi PCB-a veliku primjenu ima i vezani sistem plinskog hromatografa i spektrometra masa (GC-MS) zbog sigurne identifikacije spojeva, selektivnosti, osjetljivosti i preciznosti analize. Različito vrijeme zadržavanja pojedinih spojeva u plinsko-hromatografskoj koloni omogućuje spektrometru masa da svaki spoj posebno identificira njegovim cijepanjem na karakteristične jonizirane fragmente, a zatim te fragmente detektira prema njihovu omjeru mase i naboja. Svaki spoj ima specifičan spektar koji omogućuje njegovu pouzdanu identifikaciju.

Uzimanje uzoraka i provjera prisutnosti PCB-a

Na transformatoru ili kondenzatoru se često nalazi pločica sa imenom dielektrične tekućine. Postoje desetine trgovačkih naziva za PCB-e, kao što su Askarel, Sovol, Sovtol, Aroclor, Pyralen, Kanechlor itd. Transformatori koji prvobitno nisu sadržavali PCB-e (prema pločici s nazivom proizvoda) mogli su biti kontaminirani PCB-ima tokom rada npr. na održavanju. Unakrsna kontaminacija može nastupiti korištenjem kontaminiranih cisterni, kontejnera, cijevi, crpki, itd..

Kod transformatora je potrebno uzeti uzorak ulja i provjeriti sadrži li PCB-e. Postoje setovi za brzu i jednostavnu analizu na licu mjesta (slika 2) koji su korišteni u praktičnom dijelu obuke.

Zaključak

Obuka koja je izvršena na radionici na temu „Upravljanje polihloriranim bifenilima“ po svom kvalitetu i organizaciji u potpunosti je ispunila očekivanja učesnika, koji su se tokom četvorodnevno teoretskog i praktičnog rada, upoznali sa principima okolišno održivog upravljanja PCB-ima, te se osposobili za preuzimanje aktivnosti koje su u nadležnosti insti-



Slika 2: Set za brzu analizu L2000DX

tucija i privatnog sektora u ovom domenu, uključujući i provedbe potpisane Štokholmske konvencije o POPS-ima.

Literatura:

- Materijali sa radionice na temu „Upravljanje polihloriranim bifenilima“, Sarajevo
- Hrvatski centar za čistiju proizvodnju, Nacionalni provedbeni plan za Stockholmsku konvenciju, Web stranica: http://www.mzoip.hr/doc/Atmosfera/Stockholmska_NPP_30112006
- V.Miletić, E. Mrkalić, V. Matović, M.K.Zogović, PCB-i sertifikovani materijali- referentni materijali kao bitan element kvaliteta u službi zaštite životne sredine, Web stranica: <http://www.cqm.rs/2009/pdf/36/50.pdf>
- S.Gavranović, D.Skala, Polihlorirani bifenili, Web stranica: <http://www.ach.org.rs/HI/2000/NoO2/smola.pdf>
- Stocholmska konvencija o postojanim organskim onečišćujućim tvarima: Web stranica: <http://www.mvteo.gov.ba>.
- UNEP Chemicals , Smjernice za identifikaciju PCB-a i materijala koji sadrži PCB-e, PCB transformatori i kondenzatori – od upravljanja do reklasifikacije i odlaganja
- UNEP Chemicals, Baselska konvencija: Ažurirane generalne tehničke smjernice za okolišno upravljanje otpadom koji se sastoji, sadrži ili je kontaminiran postojanim organskim onečišćujućim supstancama (POPs), polikloriranim trifenilima (PCTs) ili polibromiranim bifenilima (PBB)

ANALIZA IPPC POGONA I POSTROJENJA ZA POTREBE IZRADE MAPA POPLAVNOG RIZIKA

Uvod

Posljednjih desetljeća zbog poplava u Evropi je stradalo više stotina ljudi, dok je oko pola miliona njih moralo napustiti svoje domove. Procjenjuje se da će u skorijoj budućnosti zimske poplave rasti u dijelu sjeverozapadne Evrope, dok će pojava iznenadnih poplava biti rasprostranjena na području cijele Evrope. Obalne poplave će postati prijetnja za milione ljudi godišnje. Dosadašnja procijenjena šteta uzrokovanih poplavama iznosi više milijardi eura.

Ekstremne klimatske promjene sa rezultatima velikih poplava imaju snažan negativni uticaj na ljude i okolinu. U borbi protiv poplava i smanjenju rizika koje one izazivaju, Evropska unija (u daljnjem tekstu: EU) je pokrenula niz mjera i akcija usmjerenih u cilju razvoja i unapređenja sistema upravljanja poplavnim rizicima.

Transpozicija Direktive o poplavama u zakonodavstvo FBiH

Jedan od ciljeva Direktive o poplavama¹ (u daljnjem tekstu: Direktiva) jeste uspostava okvira za procjenu i smanjenje rizika od poplava u pogledu zaštite ljudskog zdravlja, okoliša, imanja i ekonomske aktiv-

nosti EU. U cilju što uspješnijeg procesa evropskih integracija u BiH, Vlada Federacija BiH (u daljnjem tekstu: FBiH) je transponirala Direktivu tako što je usvojila Uredbu o vrstama i sadržaju planova zaštite od štetnog djelovanja voda² (u daljnjem tekstu: Uredba). U Uredbu su transponirani svi ključni zahtjevi Direktive s tim što su vremenski rokovi implementacije pomjereni za dvije godine, obzirom da je Uredba usvojena 2009. godine, a Direktiva 2007. godine. Dužina ciklusa ponavljanja jedne faze je na svakih 6 godina (slika 1).

Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav³ (u daljnjem tekstu: ICPDR), Međunarodna komisija za sliv rijeke Save⁴ (u daljnjem tekstu: ISRBC), Mediteranski akcijski plan⁵ (MAP) i mnoge druge kroz svoje aktivnosti koordiniraju sa zahtjevima i rokovima postavljenim u EU Direktivi, tako da i Bosna i Hercegovina kroz rad ovih međunarodnih komisije aktivno radi na provođenju zahtjeva postavljenim ovom Direktivom.

1 Directive 2007/60/EC on the assessment and management of flood risks

2 Službene novine Federacije BiH, broj 26/09

3 International Commission for the Protection of the Danube River – ICPDR

4 International Sava River Basin Commission - ISRBC

5 Mediterranean Action Plan



Slika 1 Vremenski rokovi implementacije pojedinih faza

Transpozicija ključnih zahtjeva Direktive u Uredbu se odvija kroz tri prethodno navedene faze. Preliminarna procjena poplavnih rizika na vodotocima I i II kategorije u Federaciji Bosne i Hercegovine (u daljnjem tekstu: FBiH), kao prva faza, je na osnovu raspoloživih informacija, hidroloških i geodetskih podloga, zapisa i studija o poplavama, te učincima klimatskih promjena na javljanje poplava urađena od strane Agencije za vodno područje rijeke Save (u daljnjem tekstu: AVP Sava) i Agencije za vodno područje Jadranskog mora (u daljnjem tekstu: AVP Jadran) preko Instituta za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu (u daljnjem tekstu: Institut za hidrotehniku).

Druga faza, odnosno drugi korak implementacije je također u toku realizacije od strane AVP Sava i AVP Jadran preko Instituta za hidrotehniku. Ova faza predstavlja izradu mapa opasnosti i mapa rizika na području FBiH na kojima će biti identificirana sva područja koja nose rizik od poplava indicirajući vjerovatnost plavljenja tih područja i potencijalnu štetu za lokalno stanovništvo i okolinu.

Mapa opasnosti obuhvata opseg poplave, dubinu vode i brzinu toka prema određenom scenariju plavljenja, dok mapa rizika prikazuje štetne posljedice povezane sa definiranim scenarijima navedenim u članu 6. Direktive, a ujedno propisane članom 8. Uredbe. Prema ovim članovima, mape poplavnog rizika moraju uključivati:

1. okvirni broj potencijalno pogođenog stanovništva,
2. vrstu gospodarske aktivnosti na potencijalno pogođenom području,
3. IPPC⁶ pogoni i postrojenja, odnosno postrojenja i instalacije koje bi mogle prouzročiti iznenadno onečišćenje vode u slučaju poplave, te potencijalno poplavama pogođena zaštićena područja iz članka 65. Zakona o vodama i
4. ostale informacije koje se smatraju korisnim.

6 Integralna prevencija i kontrola zagađenja

Prema Uredbi se traži analiza postrojenja i instalacija koje bi mogle prouzročiti iznenadno onečišćenje vode u slučaju poplave, dok su Direktivom posebno izdvojeni IPPC pogoni i postrojenja.

Da bi se što decidnije odredili potencijalni zagađivači, a ujedno bilo i s korakom izvještavanja prema EU, promatrani su i analizirani IPPC pogoni i postrojenja u FBiH.

Zahtjevi IPPC (IED) Direktive

Kao rezultat industrijske aktivnosti, zagađenje, prevencija i kontrola zagađenja su prethodno regulirani i definirani IPPC direktivom⁷.

IPPC direktiva podrazumijeva integralnu prevenciju i kontrolu zagađenja, odnosno postavlja glavne principe za okolinsku dozvolu i kontrolu pogona i postrojenja.

Iako je postojeća IPPC direktiva rezultirala značajnim smanjenjem zagađenja, mnoge zemlje članice EU su kasnile sa izdavanjem ovih dozvola. Do sredine 2006. godine od oko 50% postrojenja nije posjedovalo dozvole, iako je IPPC direktiva u potpunosti trebala biti provedena do 30. oktobra 2007. godine. Iz prethodno navedenog se jasno vidjelo da ova direktiva neće biti sprovedena do postavljenog roka.

Kako bi se poduzeli daljnji koraci u cilju što većeg smanjenja emisija iz pogona i postrojenja, 21. decembra 2007. godine EU komisija je usvojila prijedlog Direktive o industrijskim emisijama⁸ (u daljnjem tekstu: IED). Prijedlog se odnosio na objedinjavanje sedam postojećih direktiva⁹ u jedan jasan i koherentan instrument. Cilj je bio postići značajne prednosti za okolinu i ljudsko zdravlje smanjenjem štetnih emi-

7 Integrated Pollution Prevention and Control Directive 2008/1/EC

8 Directive 2010/75/EU

9 IPPC Directive, Large Combustion Plants Directive, Waste Incineration Directive, Solvents Emissions Directive, 3 Directives on Titanium Dioxide

sija u cijeloj EU. IED je stupila na snagu 6. januara 2011. godine sa rokom za prijenos u nacionalno zakonodavstvo država zemalja članica EU do 7. januara 2013. godine.

Obzirom da je riječ o smanjenju zagađenja iz različitih industrijskih izvora u cijeloj EU, može se reći da je IED nasljednica IPPC direktive.

Odredbe IED se odnose na industrijske aktivnosti koje se obavljaju u postojećim ili novim postrojenjima., a odnose se na rad postrojenja koji se mora obavljati u skladu sa općim principima koji podrazumijevaju sve odgovarajuće preventivne mjere protiv zagađenja primjenom BAT-ova (najbolje raspoloživih tehnika), učinkovitog korištenja energije, sprječavanja nastanka otpada, preventivnih mjera nakon ko-

načnog prestanka rada postrojenja, itd. Za svaku vrstu pogona i postrojenja Aneksom 1 IED je propisan prag koji se odnosi na proizvodni kapacitet i količinu izlaznog proizvoda postrojenja iznad kojeg se pribavljanje okolinske dozvole smatra obavezujućim.

Pravni i institucionalni okvir u Federaciji BiH

Zaštita okoliša u Federaciji BiH je u nadležnosti Federalnog ministarstva okoliša i turizma (u daljnjem tekstu: FMOT) i ostalih ministarstava koji se bave pitanjima zaštite okoline, kao što su Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva (u daljnjem tekstu: FMPVŠ) preko dvije agencije tj. AVP Sava i AVP Jadran i Federalno ministarstvo energije, rudarstva i industrije (u daljnjem tekstu: FMERI).

Tabela 1 Tabelarni prikaz usklađenosti industrijskih aktivnosti iz IED i nacionalnog zakonodavstva

Direktiva o industrijskim emisijama(IED) Annex I Kategorije djelatnosti iz članka 10.	Pravilnik o pogonima i postrojenjima za koje je obavezna procjena utjecaja na okoliš i pogonima i postrojenjima koji mogu biti izgrađeni i pušteni u rad samo ako imaju okolinsku dozvolu	Usaglašenost
Energetska industrija	Energetska industrija	da
Proizvodnja i prerada metala	Metalna industrija	da
Mineralna industrija	Mineralna industrija	da
Hemijska industrija	Hemijska industrija	da
Upravljanje otpadom	Upravljanje otpadom	da
<p>Druge aktivnosti</p> <ul style="list-style-type: none"> -Proizvodnja u industrijskim postrojenjima za proizvodnju: <ul style="list-style-type: none"> (a) pulpe iz drveta i drugih vlaknastih materijala; (b) papira ili kartona; (c) jedne ili više vrsta drvenih ploča - Predobrada ili bojenje tekstilnih vlakana - Bojenje krzna i kože - Operativne klaonice (obrada i tretman) s proizvodnim kapacitetom životinjskih lešina - Obrada i tretman mlijeka - Odlaganje ili reciklaža životinjskih trupla ili životinjskog otpada - Intenzivan uzgoj peradi ili svinja - Površinska obrada supstanci, predmeta ili proizvoda pomoću korištenja organskih rastvarača - Proizvodnja ugljika (tvrdo pečenog ugljena) ili elektrografita pomoću spaljivanja ili grafitizacije - Izdvajanje tokova ugljičnog dioksida iz postrojenja navedenih u ovoj Direktivi za potrebe geološkog skladištenja u skladu sa Direktivom 2009/31/EZ - Očuvanje drveta i proizvoda od drveta sa hemikalijama - Neovisna obrada otpadne vode koja nije uređena Direktivom 91/271/EEZ koju ispušta postrojenje obuhvaćeno u Poglavlju II ove Direktive 	<ul style="list-style-type: none"> - Infrastrukturni projekti - Upravljanje vodama - Ekstraktivna industrija - Poljoprivreda, šumarstvo i vodoprivreda - Prehrambena industrija - Tekstilna, kožarska, drvna i papirna industrija - Infrastrukturni i drugi projekti 	<p>Djelomična usaglašenost i dodatne kategorije našeg zakonodavstva</p>

Tabela 2 Primjeri usklađenosti pragova definiranih IED i nacionalnim zakonodavstvom

Kategorija aktivnosti iz Direktive (IED)	Odgovarajući kategorija aktivnosti postojećeg nacionalnog zakonodavstva FBiH	IED prag	Prag nacionalnog zakonodavstva (FBiH)
Obrada i tretman, a ne samo pakovanje, sljedećih sirovina, bilo da su prethodno obrađene ili ne, namijenjene za proizvodnju hrane ili za ishranu	Proizvodnja biljnih i životinjskih ulja i masti (iz samo sirovina biljnog porijekla)	>300 t/d ili 600 t/d gdje postrojenje radi u periodu od najduže 90 uzastopnih dana u bilo kojoj godini	>100 t/ d (prosječna vrijednost na kvartalnom nivou).
Obrada i tretman, a ne samo pakovanje, sljedećih sirovina, bilo da su prethodno obrađene ili ne, namijenjene za proizvodnju hrane ili za ishranu od sirovina samo životinjskog porijekla (osim mlijeka)	Tretiranje i prerada namijenjena proizvodnji prehrambenih proizvoda iz životinjskih sirovina (osim mlijeka)	>75 t/d	>25 t/d
Operativne klaonice	Operativne klaonice	>50 t/dan (životinjskih lešina)	>10 t/d
Obrada i tretman samo mlijeka	Obrada i prerada mlijeka	>200 t/d (srednja vrijednost na godišnjoj osnovi)	>25 t/d (srednja vrijednost na godišnjoj osnovi)

Načela IPPC direktive se u većem omjeru „uvode“ u zakonodavstvo FBiH kroz Zakon o zaštiti okoliša¹⁰ i Zakon o izmjenama i dopunama zakona o zaštiti okoliša¹¹ koji definiraju uvjete za izdavanje okolinske dozvole za pogone i postrojenja FBiH.

Da bi se vidjela određena usklađenost industrijskih aktivnosti iz IED i nacionalnog zakonodavstva promatrane su industrijske aktivnosti obuhvaćene Aneksom I IED i pogoni i postrojenja definirani članom 4. Pravilnika o pogonima i postrojenjima za koje je obavezna procjena utjecaja na okoliš i pogonima i postrojenjima koji mogu biti izgrađeni i pušteni u rad samo ako imaju okolinsku dozvolu¹² (u daljnjem tekstu:Pravilnik o pogonima i postrojenjima).

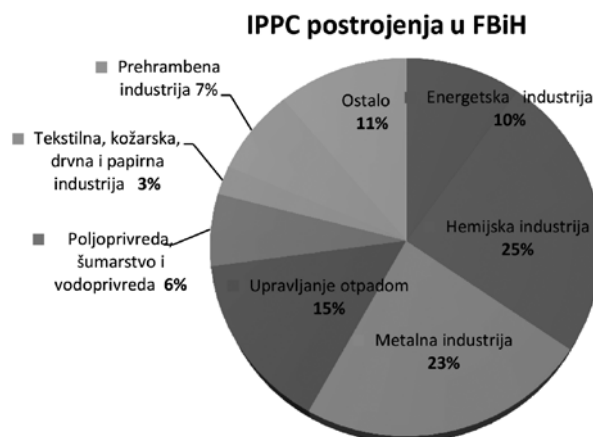
Za glavne skupine industrijskih aktivnosti (IPPC pogona i postrojenja) definirane Aneksom 1 IED i pogoni i postrojenja za koje je potrebna okolinska dozvola prema postojećem zakonodavstvu FBiH dat je tabelarni prikaz usklađenosti (tabela 1).

Poređenje IED i zakonodavstva FBiH ukazuje da nacionalna legislativa pokriva veći broj industrijskih aktivnosti za koje je okolinska dozvola obavezna. S druge strane, poređenje propisanih pragova proizvodnih kapaciteta pogona i postrojenja u FBiH pokazuje da su pragovi ponekad i do 10 puta manji nego što su u IED (tabela 2).

10 Službene novine Federacije BiH br. 33/03 od 19.7.2003. godine

11 Službene novine Federacije BiH br. 39/09 od 16. 6.2009. godine

12 Službene novine Federacije BiH”, broj 19/04



Slika 2. Približna procentualna zastupljenost IPPC postrojenja u FBiH

Obzirom da u FBiH ne postoji jedinstvena baza podataka za IPPC postrojenja, identifikacija ovih pogona i postrojenja za potrebe izrade mapa rizika od strane Instituta za hidrotehniku je rađena sa nekoliko različitih aspekata.

Analiza IPPC pogona i postrojenja za potrebe izrade mapa rizika

Prema nezvaničnoj procjeni i podacima iz 2006. godine ukupan broj IPPC pogona i postrojenja iznosio je 53 za već postojeća postrojenja u cijeloj BiH i 3 nova u FBiH¹³

13 Reports on Implementation of IPPC Directive in the Former Yugoslav Republic of Macedonia, Montenegro, Serbia and Bosnia and Herzegovina, September 2006



Slika 3. Natron-Hayat tvornica predstavljena kroz mapu opasnosti

Projekat pod nazivom „Podrška implementaciji IPPC Direktive u BiH“ je započeo sa realizacijom u februaru 2010.godine pod pokroviteljstvom EU. Prema ovom izvještaju („Final Draft“ - januar 2012. godine) ukupan broj IPPC postrojenja u cijeloj BiH je 135, od čega se njih 80 nalazi u FBiH. Na osnovu ovih podataka sastavljena je približna procentualna zastupljenost postrojenja u FBiH u odnosu na kategoriju aktivnosti (slika 2).

Daljnjom analizom navedene liste postrojenja se pokazalo da postoje postrojenja koja posjeduju okolinsku dozvolu, a koja još nisu izgrađena, jer okolinska dozvola ima za cilj da investitor u najranijoj fazi razvoja projekta predvidi mjere za sprječavanje negativnog uticaja koji objekat može imati na okoliš i kao takva se treba pribaviti prije urbanističke saglasnosti..

Prvi korak za izgradnju objekata prema članu 37. Zakona o prostornom planiranju i korištenju zemljišta na nivou FBiH¹⁴ (u daljnjem tekstu: Zakon) je urbanistička saglasnost. Urbanistička saglasnost se izdaje na osnovu pribavljenog mišljenja kantonalnog ministarstva prostornog uređenja ako se prethodno utvrdi da je idejni projekt objekta u skladu sa planskim dokumentima i drugim uvjetima utvrđenim za taj prostor. Tako je, na primjer, na nivou Kantona Sarajevo, prema članu 73. stav 2 Zakona o prostornom uređenju Kantona Sarajevo ¹⁵obavezno prilaganje okolinske dozvole uz zahtjev za izdavanje urbanistič-

¹⁴ Službene novine Federacije BiH”, br. 2/06, 72/07, 32/08, 4/10 i 13/10

¹⁵ Službene novine Kantona Sarajevo», broj 10/04

ke saglasnosti, što znači da se okolinska dozvola pribavlja već pri Idejnom projektu pogona i postrojenja.

Obzirom na prethodno navedeno, jasno se vidi da analiziranje IPPC pogona i postrojenja kao potencijalnih zagađivača svoje okoline u svrhu izrade mapa rizika, samo sa aspekta okolinske dozvole, nije prihvatljivo.

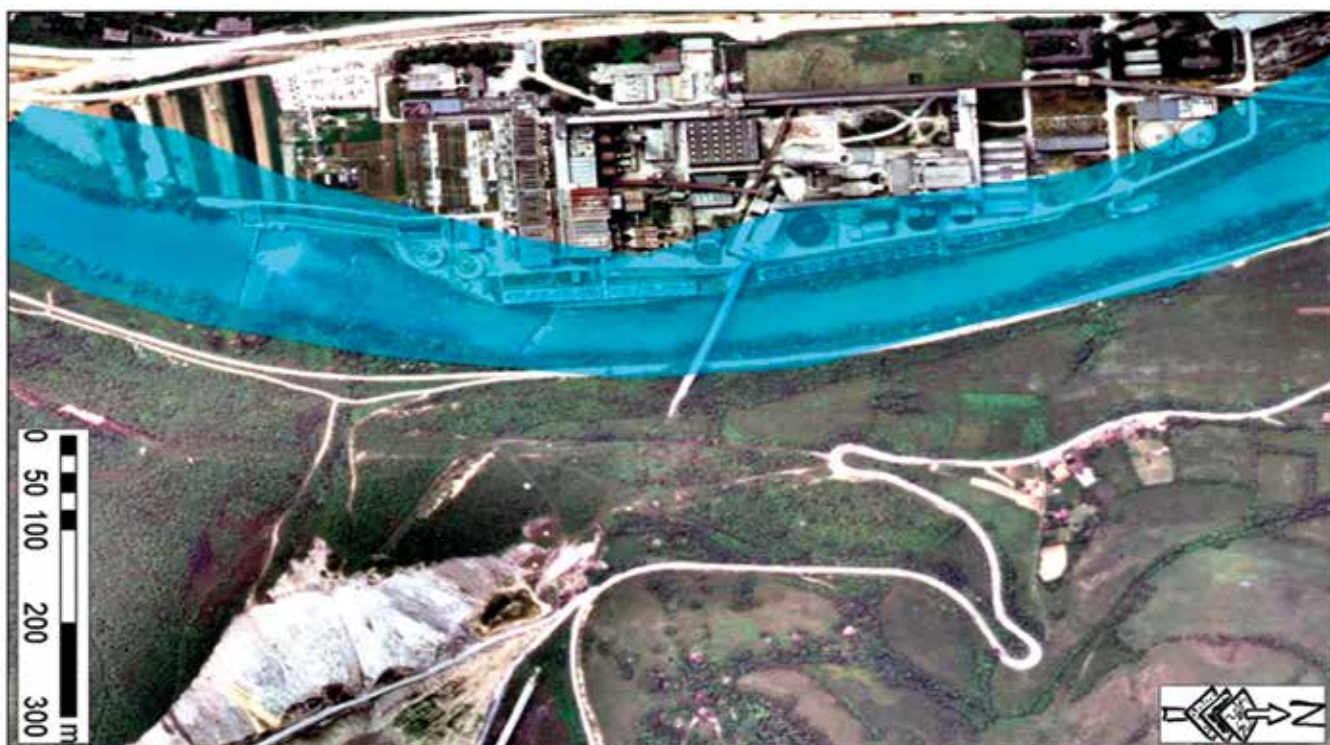
U cilju detaljnije analize, identificirana su IPPC postrojenja koja posjeduju vodnu dozvolu.

Prema članu 117. stav 3. Zakona o vodama¹⁶ izdavanje vodne dozvole prethodi izdavanju upotrebne dozvole odnosno odobrenja za upotrebu. Obzirom da se tehnički pregled vrši nakon upotpunjenog zahtjeva za izdavanje odobrenja za upotrebu objekta, a sve u skladu sa odredbama člana 67. Zakona, to bi značilo da je IPPC postrojenje koje posjeduje vodnu dozvolu izgrađeno i da se kao takvo može smatrati potencijalnim zagađivačem.

Utvrđivanjem lokacije izgradnje i provjere posjedovanja vodne dozvole prema nezvaničnoj procjeni ustanovljen je broj od 58 IPPC pogona i postrojenja na području FBiH. Većina ovih postrojenja se nalazi u slivu rijeke Save.

U prvoj fazi izrade unaprijed pomenutih mapa rizika samo je jedno postrojenje identificirano u poplavnom području rijeke Bosne , tvornica “Natron - Hayat-” Maglaj čija je osnovna djelatnost proizvodnja celuloze, papira i papirnih proizvoda i proizvoda od drveta (slika 3).

¹⁶ Službene novine FBiH” broj 70/06



Slika 4. Obalno područje Termoelektrane Kakanj zahvaćeno poplavom

Kao rezultat analize podataka prikupljenih u drugoj fazi izrade mapa opasnosti i mapa rizika, drugo postrojenje identificirano u poplavnom području jeste Termoelektrana Kakanj (slika 4).

Zaključak

Nakon finalne izrade mapa opasnosti i mapa rizika korištenjem hidrauličkih modela preporučljivo bi bilo da se uprave svih pogona i postrojenja koja se nađu unutar obuhvata mapa opasnosti obavijesti o novim saznanjima, odnosno upozna sa potencijalnim rizikom poplave.

U skladu sa rezultatima mapa opasnosti i stepenom rizika za to područje će biti preporučene mjere upravljanja potencijalnim rizikom sa zahtjevom za novu vodnu dozvolu prema članu 115. Stav 2. Zakon o vodama¹⁷. Nadležna agencija za to vodno područje će izvršiti uvid u mjere i kao takve ih ažurirati u novi ciklus implementacije, koji se prema Uredbi ponavlja svakih 6 godina.

Literatura

- Directive 2007/60/EC on the assessment and management of flood risks
- Directive 2010/75/EU on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)

- Pravilnika o pogonima i postrojenjima za koje je obavezna procjena utjecaja na okoliš i pogonima i postrojenjima koji mogu biti izgrađeni i pušteni u rad samo ako imaju okolinsku dozvolu ("Službene novine Federacije BiH", broj 19/04)
- Priručnik za organizacije civilnog društva, Monitoring uticaja industrija na okoliš i komunikacija sa medijima i javnošću, Maj 2011. godine
- Pravilnik o sadržaju, obliku, uvjetima, načinu izdavanja i čuvanja vodnih akata ("Sl. novinama FBiH", br. 6 od 6. februara 2008, 57/09, 72/09, 68/12)
- Preliminarna procjena poplavnog rizika na vodotocima I i II kategorije u FBiH, April 2013. godina
- Reports on Implementation of IPPC Directive in the Former Yugoslav Republic of Macedonia, Montenegro, Serbia and Bosnia and Herzegovina, September 2006
- Support to Implementation of the "Integrated Pollution Prevention and Control" (IPPC) Directive, Bosnia and Herzegovina, Final Draft, January 2012
- Uredbu o vrstama i sadržaju planova zaštite od štetnog djelovanja voda ("Službene novine Federacije BiH", broj 26/09)
- Zakona o prostornom uređenju Kantona Sarajevo («Službene novine Kantona Sarajevo», broj 10/04)
- Zakon o vodama ("Službene novine F BiH" broj 70/06)

¹⁷ "Službene novine F BiH" broj 70/06

FIZIČKO-GEOGRAFSKE I HIDROGRAFSKE SPECIFIČNOSTI SLIVA RIJEKE PRAČE

Prača predstavlja lijevu pritoku rijeke Drine, pri čemu je njena važnija pritoka prvog ranga. Sliv Prače pripada slivu Drine, koja gravitira rijeci Savi, a u višoj hijerarhiji Crnomorskom slivu. Riječni tok nastaje od izvora Kadino vrelo u blizini naselja Vrhprača na sjeveroistočnim padinama Jahorine na 1540 metara nadmorske visine. Rijeka Prača se ulijeva u rijeku Drinu kod mjesta Ustiprača (*prekifs je staroslavenskog korijena "ustja": ušće*) na 335 m n.v.

"Prača je površinski tok koji drenira padavinske vode iz krajnje istočne bosanske visije. Ovaj prostor ulazi u zonu paleozojskih škriljaca i mezozojskih krečnjaka." (Vidović, M., 1978)

Rijeka Prača teče uglavnom uporedničkim pravcem od zapada prema istoku u dužini od 61 km. Najznačajnije lijeve pritoke su: Grabovica, Gračanica, Orahovica, Rakitnica i druge, a desne pritoke: Čermernica, Bijele Vode i druge.

Sliv Prače je asimetričan i pretežito ovalnog oblika. Lijeva strana sliva (Fl) je znatno prostranija od desne strane sliva (Fd), a vizuelno se ocjenjuje da na nju otpada oko 80% ili više ukupne teritorije sliva Prače. Međutim, s ove strane sliva karakteristična je značajno prisutna karbonatna građa terena i karstni fenomeni, zbog čega je moguće očekivati podzemne bifurkacije i podzemni doticaj voda u riječni tok. Oro-

grafska razvođa nisu ujedno i vododjelnice, što se prije svega odnosi na vrhove Glasinačke i Romanijske morfostrukture, kao i na područje Ravne planine, gdje padavinske vode poniru u karbonatnim pukotinama. Orografsko razvođe sa lijeve strane Ravne planine nastavlja preko Romanije i kota Lupoglav i Kopito, na sjeveru se poklapa sa Devetakom i Mednikom, a na sjeveroistoku i istoku ide preko Tmora i Huma. Granica s desne strane sliva je sigurnije povučena, a prati istaknute morfoforme i vrhove na jugu kao što su napr. Paloševine, Sjeništa i drugi. Dužina sliva iznosi 44 km, a najveća širina sliva na potezu Hadžića brdo - Devetak iznosi 32 km. Odnos širine sliva prema njegovoj max. širini je 1,4:1, što je indicija uglavnom ovalnog oblika sliva. Ovome doprinosi lijeva najznačajnija pritoka Rakitnica, koja zalazi duboko na sjever, gdje je vododjelnica između Drine, Rakitnice i Stupčanice. Na tom potezu sliv je najširi.

Sliv Prače drenira jugoistočni i sjeveroistočni dio zone unutrašnjih Dinarida, koje čine istočni dio Jahorine i Glasinca, na zapadu, Devetka na sjeveru, te Oštrog i Trovrha, na jugu.

Na temelju analize tematskih karata (Atlas Svijeta, 1998), zaključuje se da u gornjem slivu Prače dominiraju gornjopaleozojski škriljci i slično; srednji sliv, a naročito lijevu stranu sliva Prače (Fl), grade trijasko formacije, pretežno krečnjaci i dolomiti; u donjem sli-



Slika 1. Kadino vrelo smješteno je u gornjem toku rijeke Prače i predstavlja atraktivno izletišta

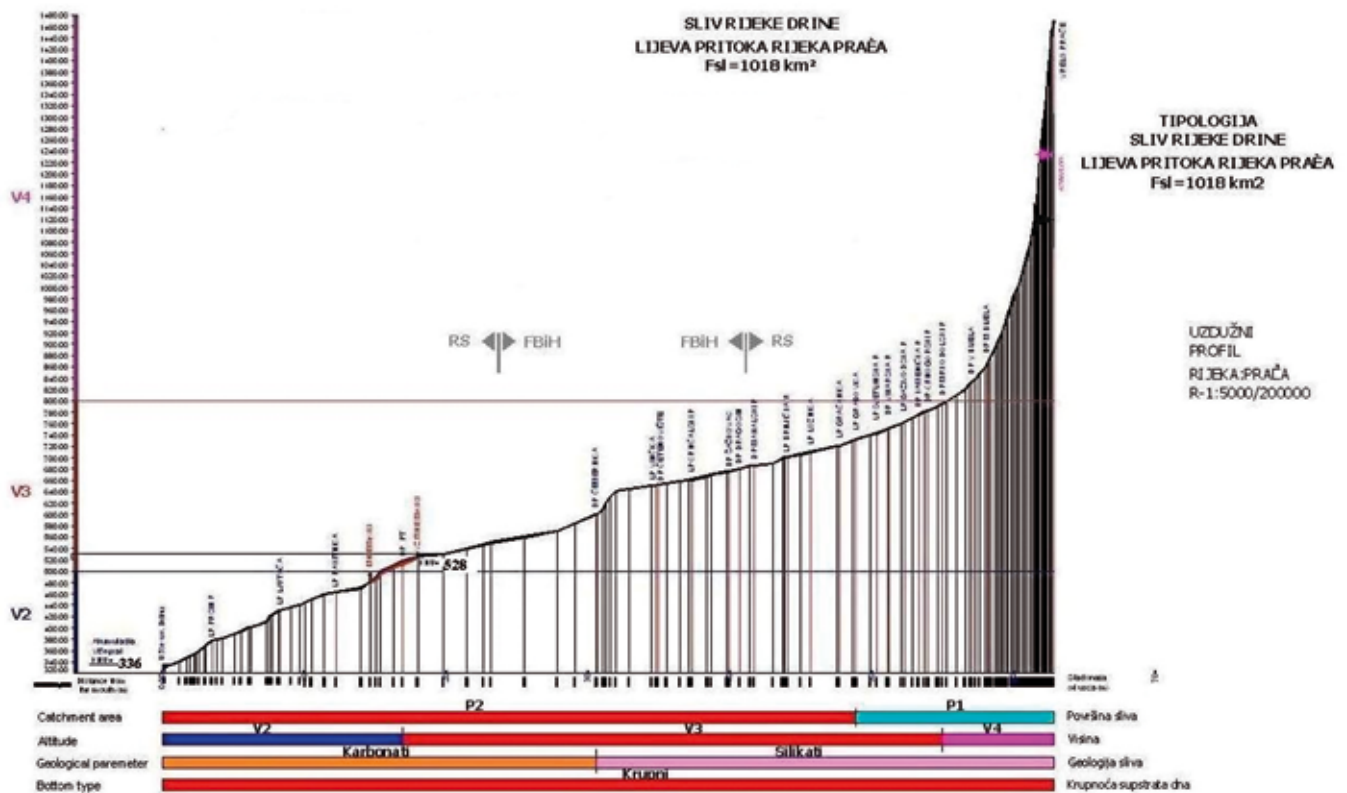


Slika 2. Sliv rijeke Prače ima površinu 1128 km². Slivno područje smješteno je u gornjodrinskoj mezoregiji, koja pripada bh. makroregiji Planinsko-kotlinske (ili Središnje) Bosne

vu zastupljene su mezozojske radiolarijske formacije: rožnaci, šejlovi i drugo.

U slivu Prače rasprostranjene su različite forme endogenog i egzogenog reljefa. Evidentno je da najveće rasprostranjenje u slivu, naročito u središnjem dijelu, imaju kraško-korozioni reljef i oblici kao što su vrtače, jame i pećine. U gornjem slivu Prače i njene najveće pritoke Rakitnice prisutni su destruktivni denudaciono-fluvijalni reljefni oblici, a uz riječne tokove fluvio-erozivni i fluvio-akumulativni oblici. U središnjem i donjem toku Prače označene su uske doline-klisure. Ovo se očitava i preko uzdužnog profila rijeke

s obzirom na značajan pad linije talvega (slika 3). Na uzdužnom profilu od Renovice do Mesića, Prača je usječena u duboku, na nekim mjestima i preko 600 metara, kanjonastu dolinu. Od ušća Rakitnice Prača teče vrlo uskom i dubokom klisurasto-kanjonastom dolinom jugoistočne orijentacije prema Drini u Ustipraču, gdje završava potopljenim ušćem višegradske akumulacije. Od endogenih elemenata reljefa uočene su međugorske i pregorske depresije (kotline)



Slika 3. Uzdužni profil rijeke Prače je nesaglasan što odgovara tipizaciji planinskog riječnog toka (Izvor: GIS Centar Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu)

u tektonskim potolinama s tendencijom tonjenja na fonu općeg izdizanja u središnjem dijelu sliva, podsliv Rakitnice, pritoke prvog ranga.

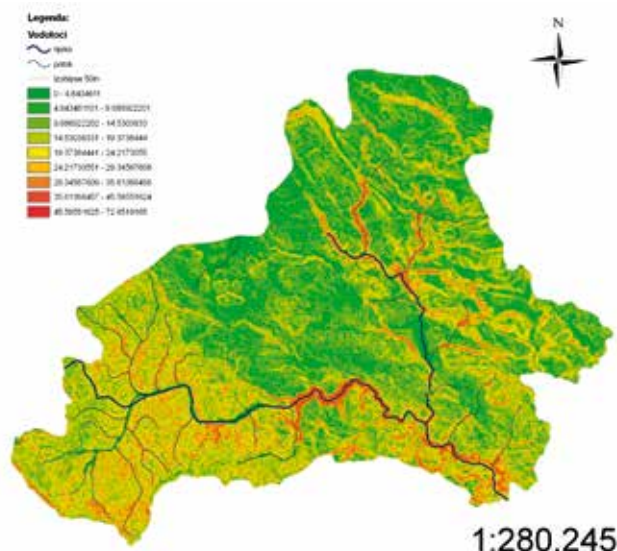
Prema karti nagiba (slika 4) zaključuje se da je sliv Prače uglavnom planinskog karaktera, a desna strana sliva je izrazito raščlanjena dolinama i dubokodolinama, dobro je hidrografski organizovana i okarakterisana nagibom terena preko 20°. U gornjem slivu evidentiraju se nagibi preko 20° i 25° (planinski kraj Jahorine), dok u srednjem slivu 10° do 20° (preovladavaju krške zaravni i sl.). Najveći pad terena oko 45° i više utvrđen je na potezu od ušća Rakitnice nizvodno, gdje je Prača usjekla klisurasto-kanjonastu dolinu.

Sliv Prače predstavlja orografski kontinuirano nagnute morfostrukture Jahorine u pravcu sjeveroistoka, Romanije prema istoku i Devetka, prema jugu. Ove morfostrukturne padine su horizontalno raščlanjene riječnim dolinama Prače i njenih pritoka. Na horizontalno raščlanjenje uticali su rasjedi, kojima je određena glavna dolina i njene značajne pritoke, kao što je Rakitnica. Rasjednog oblika su doline Prače i Rakitnice, sa pritokom Gračanicom. Na osnovu ovoga može se suditi da je dolina Prače rasjedno predisponirana i da je naknadnim erozionim procesima dovedena u današnji izgled. Prema karti ekspozicija evidentno je da je lijeva strana sliva Prače izložena na jugoistok-jugozapad-zapad, dok je desna strana sliva uglavnom exponirana na sjever-sjeveroistok.

Energija reljefa¹ u slivu Prače u prosjeku iznosi 650 metara. Najveća je u klisurastim dijelovima oko 800 m. Ovo se odrazilo na dosta razvijenu riječnu mrežu pritoka, koje su nastale u erozionim dolinama. One su dosta kratke i velikog pada. Energija reljefa je uticala na stvaranje pravouglog tipa riječne mreže. S obzirom da izvorišne čelenke pritoka dreniraju vode od orografskih razvođa i da su blisko udaljene od susjednih riječnih sistema, razvođa su dosta snižena i imaju piraterijske osobine. Tako su se izvorišnoj čelenci Prače na Jahorini približili tokovi Crne rijeke, pritoke Bosne, i Kolinske rijeke, pritoke Drine.

Sliv Prače je poglavito planinskog karaktera (prosječna visina sliva iznosi oko 1410 metara), a najvećim dijelom ima pretplaninsku umjerenokontinentalnu klimu sa nešto nižom prosječnom godišnjom temperaturom zraka 6-8°C. U gornjem slivu u području Jahorine preovladava planinska umjerenokontinentalna

1 ENERGIJA RELJEFA- potencijalna energija posmatranog dijela zemljine površine definisana obrascem $E_p = mgh$, gdje je m- masa, g-ubrzanje zemljine teže, h-visina na kojoj se posmatrana masa nalazi. Definirana na ovaj način energija reljefa predstavlja parametar vertikalnog raščlanjenja reljefa $V_r = \Delta h/P$, gdje je Δh - visinska razlika, P- površina na kojoj se mjeri energija reljefa. (Marković, M., 1983, str.38)

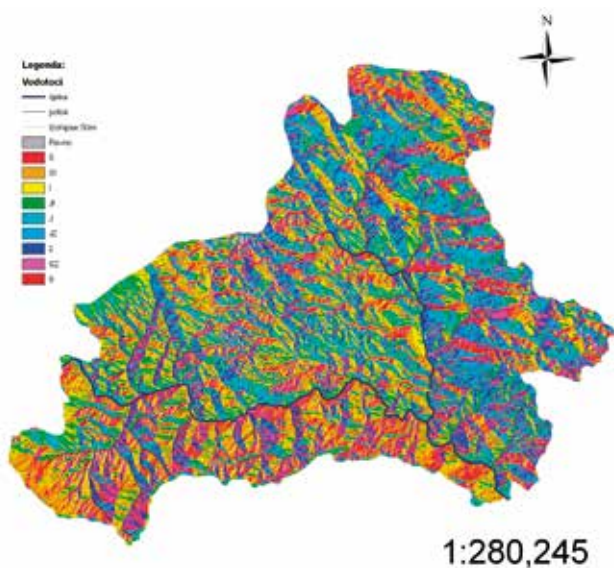


Slika 4. Karta nagiba terena u slivu rijeke Prače
 (Izvor: GIS Centar Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu)

klima 2-6°C. Najviše vrijednosti prosječne godišnje temperature registruju se u donjem slivu i to u zoni ušća Prače u Drinu 10-12°C. Ovo je posljedica ne samo povoljnijih prirodno-geografskih uslova (umjerenokontinentalna klima), već i mogućeg uticaja Drinske hidroakumulacije uslijed koje se modifikuje mikroklimatska (topografska) situacija uz povišenu temperaturu zraka.

Prosječna godišnja količina padavina u slivu Prače je neravnomjerno raspoređena uz napomenu da cijelokupno područje prima značajnu količinu padavina tokom godine (nije manja od 800 mm). Najmanja količina padavina je u srednjem slivu Prače 800 do 1000 mm. Nešto više padavina je u gornjem slivu Prače 1000 do 1500 mm, s tim da je ovo planinski kraj Jahorine gdje su dobro zastupljene i čvrste padavine (snjeg). Najveća količina padavina se registruje u donjem slivu Prače čak 3000 do 3500 mm zbog uticaja maritimnih zračnih strujanja koja prelaze preko planinskih vrhova i prodiru dolinom Drine te u ovome sektoru oslobađaju veliku količinu vlage.

Prema klimadijagramu za sliv Prače zaključuje se da je najtoplija ljetna sezona (juni, juli, avgust), a najtopliji mjesec je juli 17,9°C. Najhladnije je zimsko razdoblje (decembar, januar, februar), a najhladniji mjesec je januar -3,1°C. Tokom zime temperature zraka su niže od 0°C, što je indicija planinskog područja sa oštrim klimatskim uslovima. Niske temperature pogoduju dužem zadržavanju snježnog pokrivača, što ima odraza na cijelokupni riječni režim, a javlja se u proticaju Prače tek u kasno proljeće. Izračunata prosječna godišnja temperatura zraka iznosi 8,2°C. Ova temperatura je reprezent pretplaninske klime u slivu Prače. Godišnji hod padavina je prilično ravnomjeran. Najveća količina padavina je tokom jesenjeg razdoblja (septembar, oktobar, novembar) 242,3

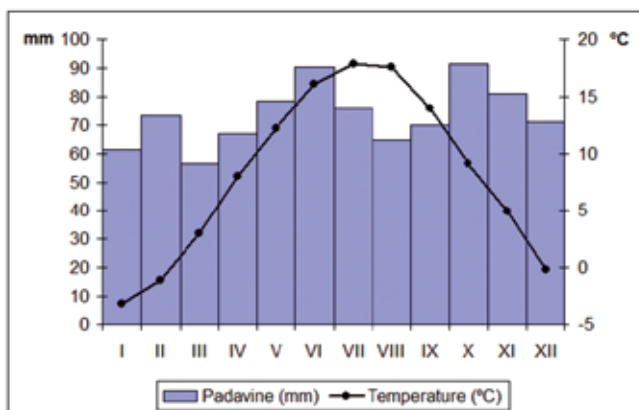


Slika 5. Karta ekspozicija terena u slivu rijeke Prače
(Izvor: GIS Centar Prirodno-matematičkog
fakulteta Univerziteta u Sarajevu)

mm, a najviše u oktobru 91,3 mm. Najmanja količina padavina je tokom proljetne sezone (mart, april, maj) 201,8 mm, a najmanje u martu 56,4 mm, što je posljedica descedencije zračnih strujanja fenskog karaktera u dolinama i kotlinama u slivu Prače.

Sliv Prače ima heterogen pedološki sastav, a najrasprostranjenija tla u slivu su crvenice i kalkokambisoli na karbonatnoj podlozi. U srednjem slivu su eutrični kambisoli, dok su u gornjem slivu distrični kambisoli i rankeri.

Slivno područje rijeke Prače u potpunosti pripada eurosibirskoj biogeografskoj regiji. Najveći dio sliva preko 80% pripada biomu bukovih i bukovo-jelovih šuma, u gornjem slivu razvijen je ekosistem mezijске bukve, a u srednjem slivu ekosistem evropske bukve. Donji sliv poglavito pripada biomu šuma sladuna i cera sa razvijenim ekosistemom hrasta sladuna.



Slika 6. Klimadijagram za sliv Prače
Prosječne godišnje temperature za period 1971-
1982. godine i padavine 1971-1986. godine
(Izvor: Savezni meteorološki godišnjaci, Beograd)

Riječni režim je u zavisnosti od fizičko-geografskih faktora sliva koji određuju doticanje padavinskih i podzemnih voda do hidrografskog sistema Prače. Najvažnija je geološka građa i klima, jer se odražavaju neposredno na vodostaj i proticaj.

Prema grafikonu godišnjeg hoda srednjeg vodostaja na Prači kod Ustiprača u periodu 1950-1965. godine, primjećuje se da period visokih voda (iznad 70 cm) traje od decembra do maja, dok je period niskih voda od juna do novembra. Najviši vodostaji su tokom proljetne sezone, a maksimalni vodostaj 97 cm je u martu, što je posljedica snježne retencije u slivu Prače. Najniži vodostaji su tokom ljetne sezone i s početka jeseni, minimalni 34 cm je u septembru. Ovo je posljedica povišenih temperatura i padavina koje su uglavnom u vidu lokalnih pljuskova, zbog čega plahovito otiču preko zagrijane podloge i brzo isparavaju, pa manji dio padavinskih voda dotiče do

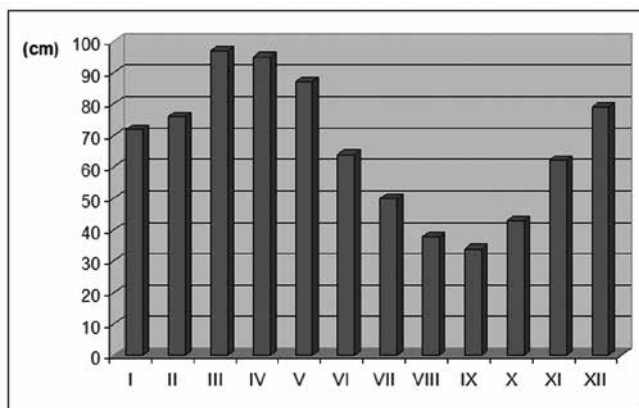


Slika 7. Hidrografska mreža za sliv rijeke Prače
(Izvor: GIS Centar Prirodno-matematičkog
fakulteta Univerziteta u Sarajevu)

glavnog riječnog toka. Prosječna vrijednost vodostaja Prače iznosi 66,4 cm.

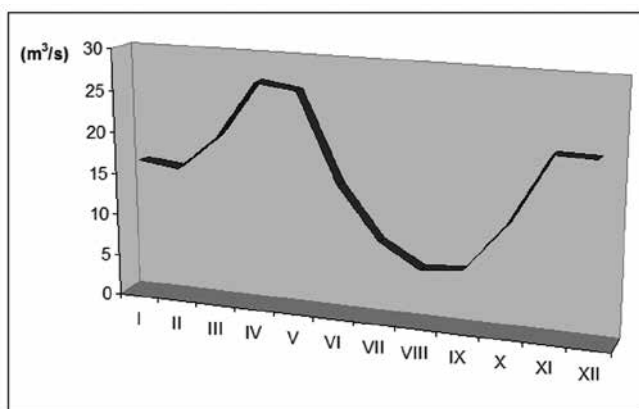
Za vrijednosti proticaja Prače na ušću u Ustipraču korišteni su podaci izračunati posrednom metodom poređenja sa režimom vodotoka Drine na profilu Foča-most po obrascu: $Q(\text{Prača v.s Ustiprača}) = 2,163 + 0,0685Q(\text{Foča-most})$, za koju postoje podaci praćenja vodostaja i mjerenja proticaja u dužem vremenskom periodu. (Zavod za hidrotehniku GF u Sarajevu, 1990)

Na temelju grafikona prosječnog mjesečnog proticaja na vodomjeru Ustiprača u periodu 1920-1975. godine evidentno je da su minimalni proticaji tokom ljetne sezone i s početka jeseni, što se poklapa sa situacijom vodostaja. Međutim, slabiji proticaj vode evidentiran je i tokom hladnih zimskih mjeseci (u januaru i februaru), kada su u slivu prisutne čvrste padavine u vidu snjega zbog čega je površinsko otičanje svedeno na minimum.



Slika 7. Godišnji hod srednjeg vodostaja Prače kod Ustiprače u periodu 1950-1965. godine

U režimu ukupnog proticaja Prače, većinski udio otpada na površinski proticaj oko 84%, dok na komponentu stabilnog odnosno podzemnog doticaja i proticaja otpada oko 16%. Na temelju ovoga zaključuje se da je preko 80% površine sliva rijeke Prače smješteno u hidrološkim izolatorima, pa je doticanje uglavnom površinsko. Ovakva hidrogeološka pozicija ukazuje na postojanost orografskih razvođa, osim u nekim segmentima Glasinca i djelimično Devetaka koji nisu ujedno i vododjelnice. Kratkoća pritoka us-



Slika 8. Prosječni mjesečni proticaj na vodomjeru Ustiprača za period 1920-1975. godine

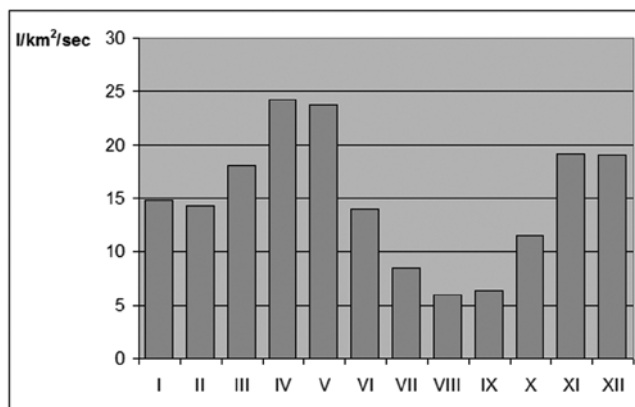
lovljena je orografskim sklopom i rasjednim predispozicijama.

U prosjeku godine sa svakog kilometra kvadratnog slivne površine do Prače dotiče oko 15 litara vode u sekundi. Maximalni oticaj je tokom maja 24,2 l/km²/s, dok je minimalni u avgustu 5,95 l/km²/s.

Tokom godine na cijelokupnom slivu prosječno je raspoređeno 487,5 mm padavina, koje se slivaju u rijeku Praču. Kriva visine doticaja je neuravnotežena sukladno razlikama u vremenskim i klimatskim prilikama tokom pojedinih sezona (godišnjih doba)

Najveća visina oticanja javlja se u maju oko 63 mm, a najmanja u avgustu oko 16 mm. Razlog ovome je slabija visina padavina tokom ljetne sezone, kao i povećana evaporacija.

Koeficijent oticanja ukazuje na odnos padavina i njihovog oticanja do glavnog toka i pritoka Prače, jer predstavlja procenat od ukupne količine padavina



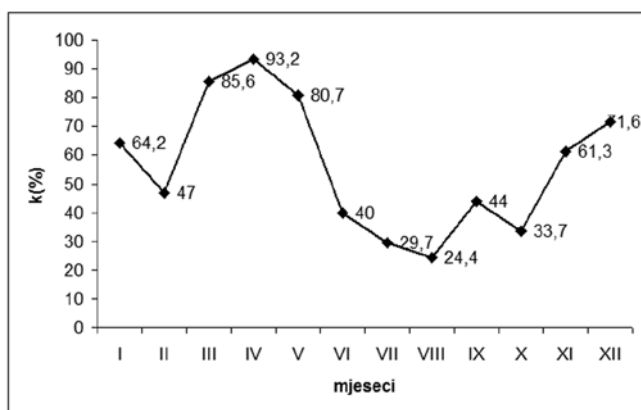
Slika 9. Prosječni specifični oticaj ili doticaj voda (litara sa km² u sekundi) sa sliva u Praču

koja se sliva protiče kroz ovlaženi profil. Koeficijent oticanja računa se iz odnosa: $k=y/x*100$, gdje je y- visina oticaja, x-visina padavina. Najveći koeficijent oticanja u slivu Prače evidentira se u IV mjesecu- aprilu 93,2%, što je povezano sa procesima snježne retencije u slivu i kašnjenja u proticaju i sl. uslijed otapanja snježnog pokrivača. Najmanji koeficijent oticanja je u VIII mjesecu- avgustu 24,4%.

Rijeka Prača i njeno slivno područje su višestruko valorizirani. Prača je rijeka značajnog hidroenergetskog potencijala zbog čega je na njoj izgrađeno nekoliko hidroelektrana (MHE Prača I i MHE Prača II, MHE Sudići, MHE Banja Stijena; HE Mesići, itd.), a isplanirana je i gradnja novih (HE Dub i HE Ustiprača). U dolini Prače podignuta su brojna naselja od kojih su značajnija: Vrhprača, Podgrab, Prača, Radačići, Hrenovica, Kukavica, Borač, Prosječno i Ustiprača, dok



Slika 10. Prosječna visina doticaja sa sliva u Praču



Slika 11. Koeffcijent oticanja (%) u slivu Prače do vodomjera Ustiprača

je Rogatica najveće naselje- grad u podslivu Rakitnice i slivu rijeke Prače. Glavne saobraćajnice uvijek prate doline rijeka, pa je važna i u smislu saobraćajno-geografske povezanosti. Prača je i atraktivna rijeka, koja je naročito očuvana u svom gornjem toku u planinskom području Jahorine, gdje se nalazi i njeno izvorište (Vrelo Prače ili Kadino vrelo), zbog čega je ovo značajno izletišta i ima određenu turističku vrijednost (odmor, rekreacija, ribolov i druge aktivnosti).

U slivu Prače prisutni su i neki geokološki problemi kao što su ilegalna sječa, klizišta, poplave i sl. Evidentirano je nekoliko poplavnih područja npr. u Prači, Hrenovici, Kaljanima, Podgrabu i sl. Poplave su izražene zbog nepostojanja izgrađenih zaštitnih objekata, ali se radi na njihovoj sanaciji. (Izvor: Kantonalni operativni plan odbrane od poplava, 2013)

Reference:

- Digitalni atlas Bosne i Hercegovine, 1:300.000. Arc View GIS
- Dukić, D. (1984): "Hidrologija kopna". Naučna knjiga, Beograd
- Geološka karta SR Jugoslavije, list Prača, R 1:500.000. Savezni geološki zavod
- Grupa autora (1990): "Studija "nultog" stanja na području uticaja akumulacije Višegrad." Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo
- Grupa autora (1998): "Atlas Svijeta". Sejtarija, Sarajevo. Str. 14-24; 29

Tabela 1. Odnos površinskog (P) i podzemnog (PZ) proticaja prema ukupnom (U) proticaju praćena na vodomjeru Ustiprača za prosječnu godinu

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
U	700	460	800	820	700	380	200	120	140	140	340	540	5340
P	640	420	720	740	600	320	110	60	90	100	260	440	4500*
PZ	60	40	80	80	100	60	90	60	50	40	80	100	840*
P%	91,4	91,3	90,0	90,2	85,7	84,2	55,0	50,0	64,3	71,4	76,5	81,5	84,3*
PZ%	8,6	8,7	10,0	9,8	14,3	15,8	45,0	50,0	35,7	28,6	23,5	18,5	15,7*

(Izvori: Spahić, M., 1988; Autor*)



Slika 12. Brana hidroelektrane Mesići na rijeci Prači kod Rogatice. Puštena je u rad 1950. godine kao prvi elektroenergetski objekat ove vrste izgrađen u poslijeratnoj Jugoslaviji. HE Mesići u optimalnim hidrološkim prilikama proizvodi oko 15.500.000 KWh godišnje

- Grupa autora (2013): "Kantonalni operativni plan odbrane od poplava- KOP BPK Goražde. Tehnički prilozi KOP-a, knjiga 2." Zavod za vodoprivredu d.d. Sarajevo i Ministarstvo za privredu BPK Goražde, Sarajevo
- Marković, M. (1983): "Osnovi primijenjene geomorfologije". Geoinstitut, Beograd
- Savezni meteorološki godišnjaci 1971-1982. godine; 1971-1986. godine. Beograd
- Spahić, M. i drugi (1988): "Mogućnost izgradnje salmonidnog ribogojilišta na lokalitetu Kadino vrelo." Fond naučne i stručne dokumentacije Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu
- Nurković, S. (2002): "Regionalna geografija Bosne i Hercegovine". Univerzitetski udžbenik. Federalno ministarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta. Sarajevo
- <http://futurmedia.info/pale/hidrografske-turisticke-vrijednosti>
- http://hr.wikipedia.org/wiki/Pra%C4%8Da_%28rijevka%29
- http://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Kanon_reky_Prace,_vlevo_zel._tunel_a_trat.jpg
- <http://s559.photobucket.com/user/jahorinalive/media/izleti/kadino-vrelo-2.jpg.html>
- <http://058.ba/2012/02/zavijan-na-radnom-mjestu/>
- <http://www.panoramio.com/photo/21311758>
- <http://www.ers.ba/stara/malehe.htm>
- <http://rogatica-bih.blogspot.com/2011/02/hidroelektrana-mesici.html>

BOGOLJUB RIKALO – RIKI

1935. – 2013.

U toku pripreme ovog broja stigla je vijest da je ovaj svijet napustio Bogoljub Rikalo, dipl. inž.građ., penzioner i dugogodišnji uposlenik bosanskohercegovačke vodoprivrede, istaknuti stručnjak, sportista i pošten i dobar čovjek. Odaćemo još jednom posljednju počast našem kolegi prenoseći dijelove oproštajnog govora kolege iz Rikijevog Zavoda za vodoprivredu.

„...Dopustite mi da kao dugogodišnji Rikijev poslovni saradnik uzmem sebi za slobodu da u ime Zavoda za vodoprivredu u kojem smo sarađivali i u ime svijeta nas kažem da su naše vlastite pobude i osjećanja zbog kojih smo ovdje, motivisane, prvenstveno, ubjeđenjem da se opraštamo od ličnosti za koju se, bez ikakve dileme, može reći da nas je uz sebe vezala osobinom koja krase samo dobre ljude – dakle osobinom pravednog, promišljenog, iskrenog i društveno prilagodljivog čovjeka.

Naravno da je ova njegova osnovna osobina koja ga karakteriše kao takvu ličnost proizišla iz niza njegovih drugih karakternih osobina kao što su:

-privrženost porodici, a prije svega svojoj supruzi Esmi i sinu Igoru. Često puta mi je prepričavao nepravilike kroz koje je on, naravno sa svojom porodicom, prolazio u djetinjstvu i istrajnost njegovih roditelja da se svi, a posebno on, izvuku iz tih nepravilika. Svaki put bi ovu priču završavao riječima: „Dok god budem imao fizičke i duhovne snage svu ću uložiti da zaštitim integritet svoje porodice i obezbijedim da samo svojim radom i korektnim odnosom prema okruženju, gradimo svoju budućnost“.

- druga osobina koja je upotpunjavala mozaik o dobrom, ali i poslovno uspješnom čovjeku je privrženosti ideji da što više napreduje u građevinskoj struci, a posebno u segmentu koji je spadao u domen hidrotehničkog, odnosno vodnog inženjerstva. I bez ikakve sumnje uspio je u tome.

To potvrđuju brojne činjenice kao što su:

- da je vrlo brzo, poslije završenog Građevinskog Fakulteta, stupio u radni odnos sa Poljoprojektom u Sa-

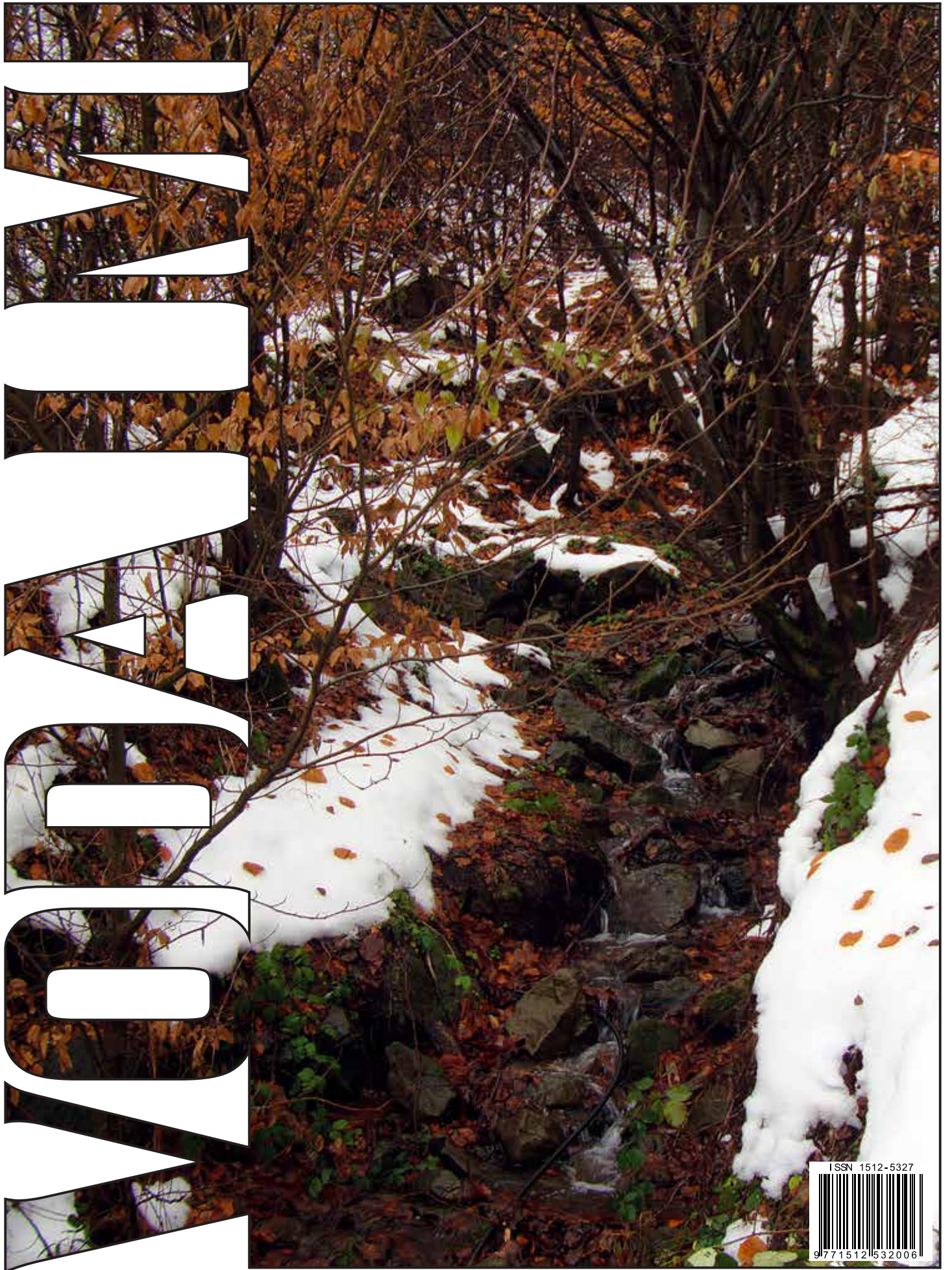
rajevu gdje je uz stručne veličine kakvi su bili inženjeri Danilo Ristić i Zoran Barbalić, prošao prva praktična stručna iskustva kroz izradu projekata iz oblasti uređenja zemljišta, zaštite od poplava, vodosnabdijevanja i dr

-da je, koristeći ta praktična iskustva, zajedno sa jednim brojem generacijskih kolega, kao pouzdan saradnik, pripadao timu koji je profilirao instituciju Zavod za vodoprivredu u kojoj je proveo gotovo čitav radni vijek radeći na najkompleksnijim projektima kao što su projekti Uklapanje vodoprivrednih aspekata korištenja voda Livanjskog horizonta u aspekt Hidroenergetskog korištenja voda sliva rijeke Cetine; projekat uređenja režima voda u Mostarskom Blatu; projekti Savskih nasipa, crpnih stanica, kanalske mreže za odvodnjavanje i navodnjavanje i mnogi, mnogi drugi projekti kroz čiju je realizaciju obučavao i mlade inženjere i tehničare,

-da je bio privržen i ideji da i svoje druge sposobnosti, kao što je bio talent za rukomet, ukomponuje u društveno korisne aktivnosti, a što je vrlo uspješno uradio na način da je, slično kao kod učešća u profiliranju stručne institucije Zavod za vodoprivredu, to isto učinio i u profiliranju omladinskog sportskog društva „Mlada Bosna“ i uz to dugo vremena bio nezamjenjiv golman, kako u tom rukometnom klubu, tako i u rukometnoj reprezentaciji bivše Jugoslavije...“

„...Ovo je samo mali dio onoga što bi se moglo ispričati o životu čovjeka kakav je bio život inženjera Bogoljuba Rikala Rikija. Sve napisano oslobođeno je od bilo kakvih emocija i uljepšavanja koja su, obično, karakteristična za ovakva opraštanja. Stoga, na kraju, dodajmo da je i on, kao i svako drugo humano biće, vjerovatno imao i nekih propusta u životu koji su se, kao što je i sam naglašavao, znali ponekad desiti u žaru stručnih rasprava i oštrih sportskih duela. No, to je samo dodatni razlog da njegova porodica, kolege i prijatelji budu još više ponosni što je dio naših života bio čovjek kakav je bio Bogoljub Rikalo Riki.“





WORLD

ISSN 1512-5327
977 1512 532006