

# VODNA

ČASOPIS AGENCIJE ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE SARAJEVO

2013  
Godina XVII

82





**UVODNIK**

D. Hrkaš  
UVODNIK

**AKTUELNOSTI**

D. Jabučar, N. Lukovac  
PRELIMINARNA PROCJENA POPLAVNOG  
RIZIKA NA VODOTOCIMA U FEDERACIJI BiH

**KORIŠTENJE VODA**

L. Žunić  
HIDROGRAFSKI RESURSI KANTONA  
SARAJEVO – ZAŠTITA I TURISTIČKA FUNKCIJA

**ZAŠTITA VODA**

A. Čičić Močić, N. Sejdčić  
VODENI BESKIČMENJACI RIJEKE KRIVAJE

A. Ibrulj, D. Sedić, S. Džino  
POSTOJANA ORGANSKA ONEČIŠĆENJA  
U BOSNI I HERCEGOVINI

S. Trožić Borovac, M. Haračić, M. Sirčo  
KOMPARATIVNI SASTAV MAKROZOOBENTOSA RIJEKE  
RIBNICE (KAKANJ) I RIJEKE BIOŠTICE (IZNAD OLOVA)

R. Obučić  
ZAŠTIĆENA TAJNA – SPOMENIK PRIRODE TAJAN

**VIJESTI I ZANIMLJIVOSTI**

E. Nalić  
PO DRUGI PUT U BOSNI I HERCEGOVINI  
ORGANIZOVANA NAJVEĆA EKOLOŠKA AKCIJA ODRŽANA

A. Čičić Močić  
TREĆE ZAJEDNIČKO ISTRAŽIVANJE RIJEKE DUNAV

S. Jusić  
SISTEM JAVNOG VODOSNABDIJEVANJA  
JUŽNE ŠVEDSKE

D. Hrkaš  
PRIKAZ KNJIGE prof.dr. Haše Bajraktarević Dobran



Autor kolor fotografije na naslovnoj strani je inž. Haris Kalajdzisalihović - vodopad Plive u Jajcu.

Autor ostalih kolor fotografija u punom formatu stranica je inž. Mirsad Lončarević- predzadnja korica i druga strana sredine je gornji tok Vrbasa. Zadnja strana je rukavac Une a ostale su snimljene na slapovima Une u Halkićima.

**"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](mailto: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,

**N**ije neuobičajeno da različito komentarišemo vremenske (ne)prilike tako da su jedni zadovoljni a drugi ne topline ili hladnoćom tog dana ili godišnjeg doba, pa čak i cijele godine, naročito ako se radi o većim temperaturnim ili padavinskim oscilacijama. Tako se i urednici ovog časopisa ovih dana samo po sebi nametnulo poređenje ovogodišnjeg proljeća i ljeta, a ljeta posebno, sa prošlogodišnjim, a sve zbog učestalih komentara što pojedinaca, što medija o tome da ovo ljeto i nije baš nalik onima iz prethodnih godina, da i nije neko ljeto, da je hladnije i vlažnije nego prije, itd. Itd. Ali, ako bi vas neko upitao da birate klimatološke prilike ovog ili prošlog ljeta, vjerujem da bi ipak izbor pao na ovo ljeto. A kako i ne bi kada je ova godina sa stanovišta voda više nego dobra, snjegovi su se postepeno otapali, kiše padaju u manjim vremenskim razmacima i ne previše, toplote i sunca ima svakodnevno, sve pomalo podsjeća na tropske i sutropske prostore i vrijeme. Posebno je uočljivo bujanje vegetacije, voćke su gotovo bez izuzetka pod teretom odlične rodnosti svoje grane savile do tla, bašte i cvijetnjaci su nam u svojim najboljim izdanjima (pod uslovom da smo bili vrijedni prije nekoliko mjeseci!), pijace su prepune raznog voća i povrća (što domaćeg, što uvezenog - nažalost!), jednostavno kud god da se okrenemo – život je svuda u svojoj punoj snazi i ljepoti. Što bi rekli jezikom svakodnevnice: voda i sunce su dobitna kombinacija. I sezona ljetnih odmora je u punom jeku, a i tu su voda i sunce glavne odrednice odmaranja, što će reći da je kupanje u rijekama, jezerima i moru osnovni sadržaj tog odmora. Bosna i

Hercegovina ima rijeke, jezera (prirodna i vještačka) i more, ima ozbiljne pretpostavke za razvoj turizma baziran, prije svega, na vodnom bogatstvu i svemu onome što to bogatstvo prirodno stvara. U kojoj mjeri je sve to iskorišteno, podatke možda ima neka od turističkih organizacija i zajednica, ali da bi moglo i više i bolje, jasno je iz površnog posmatranja sadašnjeg stanja. Naravno, svijetli primjeri raftinga i splavarenja na Uni, Neretvi, Drini, Krivaji, naših 27 km jadranske obale u Neumu, stotine kilometara obala naših manje ili više čistih rijeka, panonska slana jezera u Tuzli i još mnogo toga je tek mali dio mogućnosti koje nam voda pruža za veći i uspješniji razvoj turizma. A kada smo već u turizmu, nije naodmet spomenuti da se već 33-ću godinu obilježava Svjetski dan turizma 27. septembra. Ovogodišnji će biti u znaku vode, jer mu je geslo: „Turizam i vode- štitimo zajedničku budućnost“. Želi se, dakle, naglasiti veća odgovornost turističkih davalaca i korisnika usluga u neophodnom procesu zaštite globalnih vodnih resursa, u godini koju su Ujedinjene nacije proglasile Međunarodnom godinom vode. Turizam bi kod nas mogao biti značajan privredni sektor, naročito zbog činjenice da u svijetu raste interes za turizmom posebnih oblika koji uključuju turističke sadržaje vezane uz vode poput raftinga, splavarenja, ribarenja, a naravno i obilazaka močvarnih staništa i drugih oblika biodiverziteta, samo je važno prepoznati te mogućnosti i stručno i odgovorno pristupiti njihovom iskorištavanju.

Voda može i na taj način itekako multiplicirati svoje bogatstvo. Do nas je!



Autori su u cjelosti odgovorni za sadržaj i kvalitet članaka.

# PRELIMINARNA PROCJENA POPLAVNOG RIZIKA NA VODOTOCIMA U FEDERACIJI BIH

## Uvod

**P**oplave se najčešće javljaju kao prirodni fenomen. Mnoge od njih imaju neznatan negativan utjecaj na ljude, gospodarstvo i okoliš, ali ne tako davne poplave koje su se desile u Evropi 2002, 2005, 2010. godine, pokazuju kakvu razornu moć mogu imati. Tijekom ovih poplavnih događaja poginulo je stotine ljudi, deseci hiljada napustili svoje domove, a štete su mjerene milijardama eura.

Ovi događaji su još jednom potvrdili činjenicu da bez obzira na uspostavljeni stepen zaštite, uvijek postoji vjerovatnoća pojave veće poplave koja može uzrokovati velike štete.

S druge strane i neadekvatno upravljanje vodotocima, izgradnja objekata u inundacionim prostorima, povećavaju rizik od pojave poplava.

## Direktiva o upravljanju poplavnim rizikom

Kao dio razvoja i unaprjeđenja sistema integralnog upravljanja vodama Evropski parlament i Vijeće Evropske unije su 23. septembra 2007. godine donijeli Direktivu o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima 2007/60/EZ (u daljem tekstu Direktiva). Svrha je uspostaviti okvir za procjenu i upravljanje poplavnim rizicima s ciljem smanjivanja štetnih posljedica poplava po zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost. Definirane su mjere i aktivnosti kojima se u potpunosti napušta pristup „kontrolne“

poplava i prelazi na pristup upravljanja poplavnim rizikom.

Direktiva također jača sudjelovanje javnosti učvršćujući pravo pristupa informacijama i sudjelovanju u procesu planiranja i odlučivanja.

Obzirom na zahtjeve Okvirne direktive o vodama, čiji je osnovni cilj uspostava “dobrog ekološkog statusa voda”, sve aktivnosti na provođenju Direktive o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima, trebaju biti usklađene sa Okvirnom direktivom o vodama, posebice kroz planove upravljanja rizikom od poplava i planove upravljanja vodama.

Riječni slivovi ne poznaju političke granice, te stoga države moraju koordinirati svoje prakse upravljanja poplavnim rizicima u zajedničkim slivovima, uključujući i treće zemlje izvan EU.

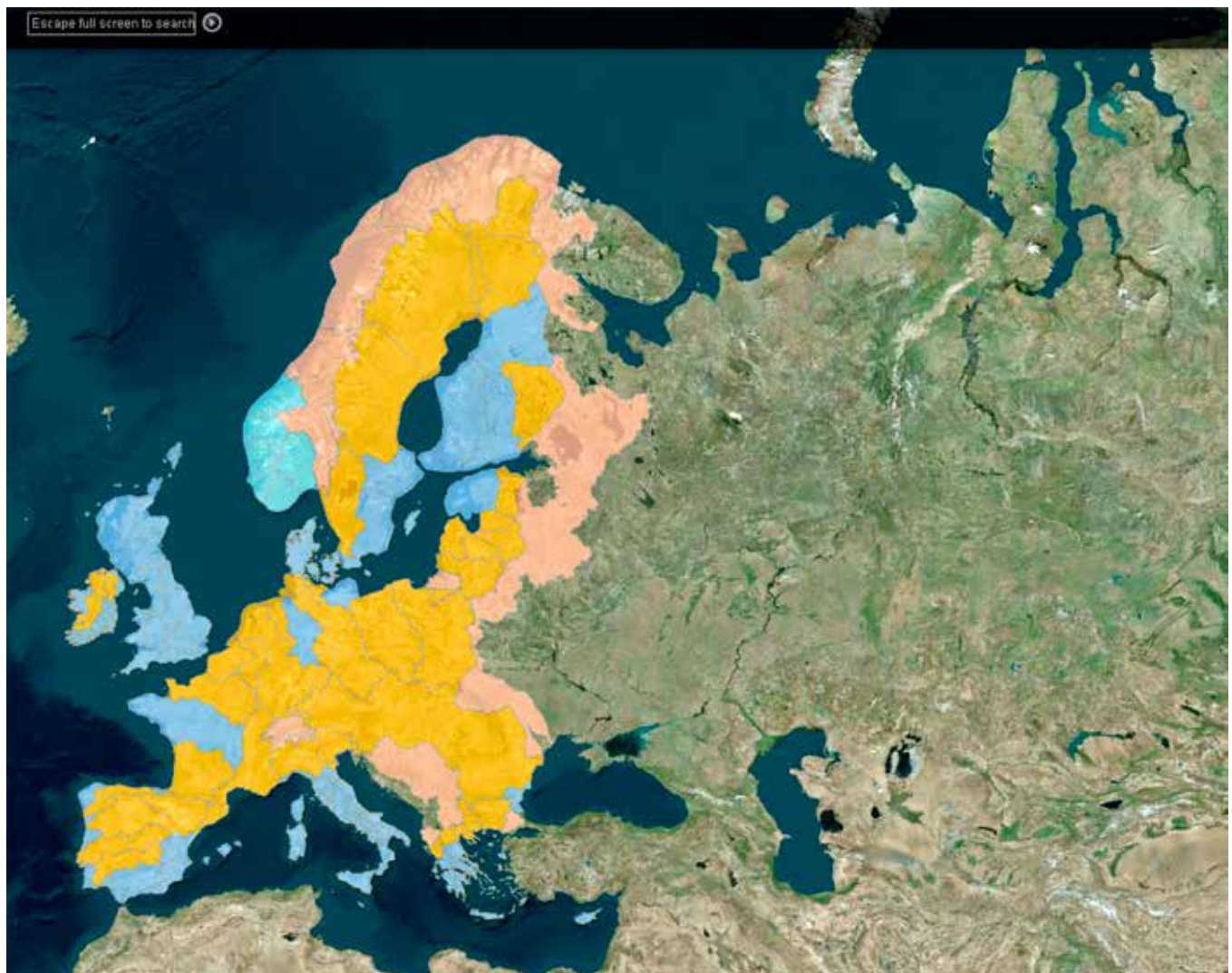
Upravljanje poplavnim rizikom podrazumijeva tri ključna koraka:

1. Izradu preliminarne procjene poplavnog rizika unutar riječnih slivova i njima pridruženim obalnim vodama, sa ciljem identifikacije „žarišnih tačaka“ sa potencijalno značajnim poplavnim rizikom,
2. Pripremu mapa opasnosti i mapa rizika za ove „žarišne tačke“ i
3. Izrada plana upravljanja poplavnim rizikom koji uključuje mjere smanjenja rizika i potencijalnih posljedica bazirane na prevenciji, zaštiti i spremnosti.

Preliminarna procjena rizika od poplava, izrada mapa opasnosti i mapa rizika i planovi upravljanja



Godina	Aktivnost	Referentni čl. Direktive
2007.	Direktiva stupila na snagu	Čl. 18.
2009.	Transpozicija zahtjeva Direktive u nacionalno zakonodavstvo	Čl.17.
2009.	Priprema formata izvještavanja za Preliminarnu procjenu poplavnog rizika	Čl.11.
2011.	Izrada preliminarnu procjene poplavnog rizika	Čl.4, 5
2012.	Početak procesa uključivanja javnosti	Čl. 9.3, 11
2013.	Izrada mapa opasnosti i rizika	Čl. 6.
2015.	Planovi upravljanja poplavnim rizikom	Čl.7.
2018.	Druga preliminarna procjena poplavnog rizika, sa posebnim zahtjevima vezanim za klimatske promjene	Čl.14.1, 4
2019.	Drugi krug mapa opasnosti i rizika	Čl.14.2
2021.	Drugi plan upravljanja poplavnim rizikom, sa posebnim zahtjevima vezanim za klimatske promjene. Treći plan upravljanja slivom (Okvirna direktiva o vodama)	Čl.14.3, 4



Slika 1. WISE - Jedinice upravljanja za potrebe izrade planova upravljanja poplavnim rizikom

poplavnim rizicima su ključni instrumenti upravljanja poplavnim rizikom na razini vodnog područja ili neke druge jedinice upravljanja.

Pojava i priroda poplava ovisi o raznim faktorima, tako da mogu postojati značajne razlike od države do države. Zato Direktiva ne postavlja specifična ograničenja pri izradi prijedloga mjera u skladu sa principom supsidijarnosti.

Gore prikazani koraci se provode u ciklusima od 6 godina i usklađuju za ciklusima provedbe Okvirne direktive o vodama.

Predstavnici zemalja članica, zaduženi za vodnu politiku, formirali su i radnu grupu za poplave čija uloga je podrška provedbi Direktive i osiguranje platforme za razmjenu informacija o upravljanju poplavnim rizikom, promoviranje najboljih praksi i jačanje svijesti o značaju poplavnih rizika kroz učešće javnosti i uspostavu efikasne komunikacije.

U skladu sa čl.3. Direktive, države članice imaju mogućnost odabira jedinica upravljanja. Mogu odabrati vodna područja kao što to propisuje Okvirna direktiva o vodama ili odrediti druge jedinice upravljanja za pojedine slivove ili pojaseve obalnih područja. Sve EU članice, osim Italije i Irske su odabrale identične jedinice upravljanja kao za potrebe Okvirne direktive o vodama.

Na narednoj slici se vide definirane upravljačke jedinice. Međunarodna vodna područja kao na primjer Dunav su prikazana žuto/narandžasto, a vodna područja unutar država svijetlo ljubičasto/svijetlo plavo.

## **Uredba o vrstama i sadržaju planova zaštite od štetnog djelovanja voda (Sl. novine Federacije BiH, br. 26/09).**

Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine je donijelo Uredbu o vrstama i sadržaju planova zaštite od štetnog djelovanja voda (Sl. novine Federacije BiH, br. 26/09), u daljem tekstu Uredba, kojom su preuzeti ključni koraci i aktivnosti iz Direktive. Obzirom na to da je Uredba stupila na snagu 2009. godine, predviđeni rokovi su:

1. Preliminarna procjena poplavnih rizika (do 2013. godine).
2. Mape opasnosti od poplava i mape poplavnog rizika (do 2015. godine).
3. Planovi upravljanja poplavnim rizikom (do 2017. godine).

Poštujući gore navedene rokove, Agencije za vodna područja slivova rijeke Save i Jadranskog mora su pokrenule aktivnosti na izradi Preliminarne procjene

poplavnog rizika 2010. godine, a prošle godine (2012.) izradu mapa opasnosti i mapa poplavnog rizika.

## **Preliminarna procjena poplavnog rizika**

Preliminarna procjena poplavnog rizika pripremljena je u tri koraka (faze).

1. I faza prikupljanja podataka o poplavnim događajima na vodnim područjima Save i Jadranskog mora,
2. Metodologija procjene poplavnog rizika i preliminarna procjena poplavnog rizika za vodotoke I kategorije,
3. Preliminarna procjena poplavnog rizika za vodotoke II kategorije.

U okviru I faze preliminarne procjene poplavnog rizika prikupljeni su podaci od općinskih službi. Ovi podaci su korišteni za opis poplava koje su se desile u prošlosti. Pored toga analiza svih prikupljenih podataka iskorištena je i za razvoj metodologije procjene poplavnog rizika, te ostale analize i aktivnosti.

Proračun poplavnog rizika prikazan je kroz index (I) koji se dobiva zbrajanjem svih negativnih utjecaja, uzimajući u obzir:

- ljudsko zdravlje,
- okoliš,
- kulturno-historijsko naslijeđe i,
- gospodarske aktivnosti.

**Tabela 1.** Poplave su klasificirane u slijedeće kategorije

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

Sumarni indeks je dobiven zbrajanjem svih pojedinačnih unutar jednog poplavnog poligona.

Istražujući način rada i obradu podataka zemalja u okruženju i zemalja zapadne Evrope, došlo se do zaključka da pri izradi preliminarne procjene poplavnog rizika najveći problemi nastaju zbog neujednačenog obima i kvaliteta podataka o pojedinim poplavnim događajima. Treba imati na umu da određen broj ovih događaja nije nikada ni registriran, što dodatno usložnjava rad.

Zbog toga se u II fazi pristupilo testiranju mogućih opcija proračuna indeksa poplavnog rizika. Testno područje je bila rijeka Bosna jer je za ovu dionicu po-

AFA <sup>1</sup> s za vodno područje rijeke Save za povijesne i buduće poplave									
RB	Buduća/ povijesna poplava	Općina	Poplavljeno područje	Vodotok	Kategorija vodotoka	Sliv/Podsliv	Indeks	Kategorija	Sumarni indeks rizika
1	B	Brčko	Područje Srednja Posavina	Tolisa, Leskovac, Smrdulja	II	Neposredni sliv Save	3,687.14	IV	41,218.00
	B	Domaljevac-Šamac	Područje Srednja Posavina	Tolisa, Leskovac, Smrdulja		Neposredni sliv Save	5,212.63	IV	
	B	Donji Žabar	Područje Srednja Posavina	Tolisa, Leskovac, Smrdulja		Neposredni sliv Save	4,281.15	IV	
	B	Odžak	Područje Srednja Posavina	Tolisa, Leskovac, Smrdulja		Neposredni sliv Save	0.01	I	
	B	Orašje	Područje Srednja Posavina	Tolisa, Leskovac, Smrdulja		Neposredni sliv Save	16,672.16	IV	
	B	Šamac	Područje Srednja Posavina	Tolisa, Leskovac, Smrdulja		Neposredni sliv Save	11,364.91	IV	
2	B	Odžak	Područje Odžačka Posavina	Srnotača	II	Neposredni sliv Save, Bosna	8,628.98	IV	8,647.64
	B	Šamac	Područje Odžačka Posavina	Srnotača		Neposredni sliv Save, Bosna	18.66	I	
3	B	Doboj	Područje Usore	Usora	I	Bosna	184.85	III	4,195.69
	B	Doboj Jug	Područje Usore	Usora		Bosna	289.40	III	
	B	Tešanj	Područje Usore	Usora		Bosna	2,708.98	IV	
	B	Usora	Područje Usore	Usora		Bosna	1,012.46	IV	
4	B	Sanski Most	Područje Sane	Sana, Bliha	I i II	Una	2,331.22	IV	2,331.22
5	B	Bosanska Krupa	Područje Krupa i Otoka	Una, Krušnica	I i II	Una	2,201.31	IV	2,201.31
6	B	Bihać	Područje Bihaća	Una, Klokoč	I	Una	2,006.08	IV	2,006.08
7	P	Živinice	Modrac, Kalesija, Živinice	Spreča (Uzvodno od Jale)	II	Bosna	1,978.72	IV	1,978.72
8	B	Doboj	Područje Spreče	Spreča, Jala	I i II	Bosna	69.64	II	1,692.72
	B	Doboj-Istok	Područje Spreče	Spreča, Jala		Bosna	26.24	I	
	B	Gračanica	Područje Spreče	Spreča, Jala		Bosna	551.32	IV	
	B	Lukavac	Područje Spreče	Spreča, Jala		Bosna	544.81	IV	
	B	Petrovo	Područje Spreče	Spreča, Jala		Bosna	500.71	IV	
9	B	Modriča	Područje Modriče	Bosna	I	Bosna	270.74	III	1,470.83
	B	Odžak	Područje Modriče	Bosna		Bosna	108.32	III	
	B	Vukosavlje	Područje Modriče	Bosna		Bosna	181.74	III	
	B	Šamac	Područje Modriče	Bosna		Bosna	910.03	IV	

AFA-„Area for further assesment“- poplavna područja nominirana za dalje detaljne analize

AFA<sup>1</sup> s za vodno područje rijeke Save za povijesne i buduće poplave

RB	Buduća/ povijesna poplava	Općina	Poplavljeno područje	Vodotok	Kategorija vodotoka	Sliv/Podsliv	Indeks	Kategorija	Sumarni indeks rizika
10	P	Maglaj	Maglaj	Krivaja	I	Bosna	1,400.63	IV	1,400.63
11	B	Srebrenik	Područje Tinje	Tinja	I	Tinja	1,353.63	IV	1,353.63
12	B	Goražde	Područje Drine	Drina	I	Drina	1,160.29	IV	1,216.52
	B	Ustiprača	Područje Drine	Drina		Drina	56.23	II	
13	P	Zenica	Zenica	Bosna	I	Sava	1,181.06	IV	1,181.06
14	B	Bugojno	Područje Vrbasa	Vrbas	I	Vrbas	351.43	III	1,020.26
	B	Donji Vakuf	Područje Vrbasa	Vrbas		Vrbas	88.34	II	
	B	Gorni Vakuf- Uskoplje	Područje Vrbasa	Vrbas		Vrbas	580.49	IV	
15	P	Ilijaš	Podlugovi, Ilijaš, Breza	Stavnja	II	Bosna	935.52	IV	935.52
16	P	Visoko	Moštre, Visoko	Bosna	I	Sava	929.89	IV	929.89
17	P	Ključ	Ključ	Sana	I	Una	473.20	III	829.62
	P	Ključ	Zgon	Sana	I	Una	132.71	III	
	P	Ključ	Humići	Sana	I	Una	194.81	III	
	P	Ribnik	Ključ	Sana	I	Una	6.32	I	
	P	Ribnik	Dubočani	Sana	I	Una	22.57	I	
18	P	Kakanj	Doboj, Kakanj	Bosna	I	Sava	805.38	IV	805.38
19	P	Odžak	Odžak	Bukovica	II	Bosna	714.68	IV	714.68
20	B	Ključ	Područje Sanice	Sanica	I	Una	661.52	IV	661.52
21	P	Tešanj	Tešanj	Trebačka rijeka	II	Bosna	653.48	IV	653.48
22	P	Kladanj	Kladanj	Drinjača	II	Bosna	608.54	IV	608.54
23	P	Maglaj	Bradarići	Jablanica	II	Bosna	308.05	III	578.44
	P	Maglaj	Bijela Ploča	Jablanica	II	Bosna	270.39	III	
24	B	Ilidža	Područje Plandište	Bosna	I	Bosna	446.93	III	557.40
	B	Novi Grad Sarajevo	Područje Plandište	Bosna		Bosna	110.47	III	
25	B	Bihać	Područje Kulen Vakuفا	Una	I	Una	509.96	IV	509.96
26	P	Cazin	Tržačka Raštela, Cazin	Mutnica	II	Korana/ Glina	453.924	III	453.924
27	P	Teslić	Kalošević	Usora	I	Bosna	22.88	I	438.21
	P	Tešanj	Kalošević	Usora	I	Bosna	415.33	III	
28	P	Vitez	Vitez	Lašva	II	Bosna	334.876	III	334.876
29	P	Drvar	Drvar	Unac	I	Una	328.89	III	328.89
30	P	Žepče	Žepče	Bosna	I	Sava	315.723	III	315.723
31	P	Odžak	Posavska mahala	Bezimeni potok	II	Neposredni sliv Save	297.24	III	297.24
32	P	Ključ	Sanica, Ključ	Sanička rijeka	II	Una	284.527	III	284.527
33	P	Tuzla	Lipnica Donja, Tuzla	Joševica	II	Bosna	275.196	III	275.196
34	P	Busovača	Kačuni	Kozica	II	Bosna	255.37	III	255.37



AFA<sup>1</sup> s za vodno područje rijeke Save za povijesne i buduće poplave

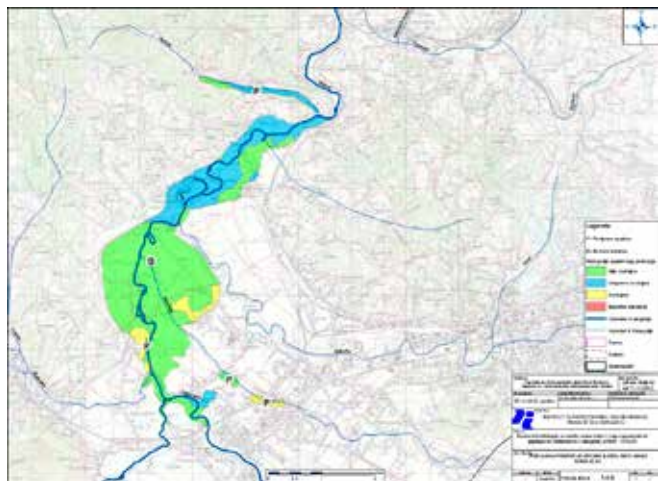
RB	Buduća/ povijesna poplava	Općina	Poplavljeno područje	Vodotok	Kategorija vodotoka	Sliv/Podsliv	Indeks	Kategorija	Sumarni indeks rizika
35	P	Kakanj	Donji Kakanj, Kakanj	Bosna	I	Sava	245.786	III	245.786
36	P	Trnovo	Ilovice, Trnovo	Željeznica	I	Bosna	242.684	III	242.684
37	P	Ilijaš	Ilijaš	Bosna	I	Sava	234.55	III	234.55
38	P	Foča	Ustikolina	Drina	I	Drina	4.58	I	226.28
	P	Ustikolina	Ustikolina	Drina	I	Drina	221.69	III	
39	P	Zavidovci	Hajderovići, Zavidovci	Krivaja	I	Bosna	223.492	III	223.492
40	P	Odžak	Lužnjani	Bukovica	II	Bosna	218.41	III	218.41
41	P	Gornji Vakuf -Uskoplje	Voljkovac	Vrbas	I	Vrbas	202.83	III	202.83
42	B	Ilidža	Hrasnica, Ilidža	Željeznica	I	Bosna	202.561	III	202.561
43	P	Busovača	Ravan	Ivančica	II	Bosna	197.07	III	197.07
44	P	Ilidža	Stup	Dobrinja	II	Bosna	193.46	III	193.46
45	P	Gradačac	Vučkovići, Gradačac	Mala Tinja	II	Neposredni sliv Save	193.401	III	193.401
46	P	Olovo	Olovske Luke, Olovo	Stupčanica	II	Bosna	186.328	III	186.328
47	P	Bugojno	Poriče	Poričnica	II	Vrbas	171.04	III	171.04
48	P	Ilidža	Azići, Ilidža	Miljacka	II	Bosna	165.497	III	165.497
49	P	Kakanj	Zgošća, Kakanj	Zgošća	II	Bosna	164.801	III	164.801
50	P	Prača-Pale	Prača, Prača- Pale	Prača	II	Drina	163.543	III	163.543
51	P	Tuzla	Šamin Han, Tuzla	Jala	II	Bosna	163.311	III	163.311
52	P	Tuzla	Milešići, Tuzla	Mramorski Potok	II	Bosna	160.23	III	160.23
53	P	Vogošća	Novo Naselje	Bosna	I	Bosna	158.28	III	158.28
54	P	Ilidža	Stup, Ilidža	Dobrinja	II	Bosna	158.155	III	158.155
55	P	Kalesija	Tadići	Bezimeni potok	II	Bosna	157.86	III	157.86
56	P	Kalesija	Prnjavor	Kalesica	II	Bosna	154.77	III	154.77
57	P	Gornji Vakuf -Uskoplje	Dobrošin	Vrbas	I	Vrbas	140.89	III	140.89
58	P	Bihać	Pokoj	Bezimeni potok	II	Una	138.67	III	138.67
59	P	Kalesija	Jusupovići	Bezimeni potok	II	Bosna	122.39	III	122.39
60	P	Busovača	Sajtovići	Lašva	II	Bosna	118.51	III	118.51
61	P	Ilidža	Butmir, Ilidža	Tilava	II	Bosna	116.528	III	116.528
62	P	Bugojno	Čipuljić	Poričnica	II	Vrbas	114.95	III	114.95
63	P	Kalesija	Vukovije Gornje	Prela	II	Bosna	108.88	III	108.88
64	P	Odžak	Nevljice	Topolovac potok	II	Neposredni sliv Save	108.22	III	108.22
65	P	Velika Kladuša	Miljković, Velika Kladuša	Kladušnica	II	Korana/ Glina	107.662	III	107.662

AFA <sup>1</sup> s za vodno područje rijeke Save za povijesne i buduće poplave									
RB	Buduća/ povijesna poplava	Općina	Poplavljeno područje	Vodotok	Kategorija vodotoka	Sliv/Podsliv	Indeks	Kategorija	Sumarni indeks rizika
66	P	Novi Grad Sarajevo	Rečica	Rečica	II	Bosna	105.51	III	105.51
67	P	Odžak	Vrbovac	Vrbovac	II	Neposredni sliv Save	104.45	III	104.45
68	P	Odžak	Odžak	Bukovica	II	Bosna	102.32	III	102.32

AFAs za vodno područje Jadranskog mora za povijesne i buduće poplave									
R.br.	Tip	Općina	Poplavljeno područje	Vodotok	Kateg. vod.	Sliv	Index (I)	Kateg. pop.	Indeks (I)- sumarni
1	B	Ljubuški	Područje T-M-T i Viroštice	Trebižat, Vrioštica, Mlade	I	Neretva sa Trebišnjicom	1042.3	IV	1119.0
	B	Čapljina	Područje T-M-T i Viroštice	Trebižat, Vrioštica, Mlade		Neretva sa Trebišnjicom	76.7	II	
2	B	Stolac	Područje Čapljine i Hutovog blata	Krupa	I	Neretva sa Trebišnjicom	0.4	I	805.9
	B	Čapljina	Područje Čapljine i Hutovog blata	Krupa		Neretva sa Trebišnjicom	805.5	IV	
3	B	Čapljina	Područje Čapljine i Hutovog blata	Neretva	I	Neretva sa Trebišnjicom	677.0	IV	677.0
4	P	Široki Brijeg	Trn, Široki Brijeg	Ugrovača	II	Neretva sa Trebišnjicom	575.292	IV	575.3
5	P	Ravno	Popovo polje	Trebišnjica	I	Neretva sa Trebišnjicom	282.8	III	430.6
	P	Trebinje	Popovo polje	Trebišnjica	I	Neretva sa Trebišnjicom	113.1	III	
	P	Neum	Popovo polje	Trebišnjica	I	Neretva sa Trebišnjicom	34.77	I	
6	P	Grude	Imotsko polje	Jaruga	II	Neretva sa Trebišnjicom	378.5	III	378.5
7	P	Mostar	Mostarsko blato	Lištica	I	Neretva sa Trebišnjicom	181.7	III	247.5
	P	Široki Brijeg	Mostarsko blato	Blilila	I	Neretva sa Trebišnjicom	65.88	II	
8	P	Livno	Prisap	Jaruga	II	Neretva sa Trebišnjicom	243.7	III	243.7
9	P	Čitluk	Čitluk	Bezimeni potok	II	Neretva sa Trebišnjicom	188.9	III	188.9
10	B	Čapljina	Područje Čapljine i Hutovog blata	Bregava, Krka	I	Neretva sa Trebišnjicom	174.9	III	174.9
11	P	Tomislavgrad	Mokronoge, Sarajlije, Lug	Šuica	II	Krka-Cetina	170.5	III	170.5
12	P	Livno	Žabljak	Žabljak	II	Krka-Cetina	125.9	III	125.9
13	P	Jablanica	Glogošnica	Ravančica, Bijela, Draganska rijeka	II	Neretva sa Trebišnjicom	119.2	III	119.2
14	P	Livno	Guber	Sturba	II	Krka-Cetina	110.0	III	110.0

stojao hidraulički model, koji sadrži potrebne podatke za pripremu mape opasnosti. Na osnovu Google mapa i orto-foto snimaka koji su korišteni za proračun obima ugroženosti ljudi, gospodarskih objekata, okoliša, na dionici od izvora nizvodno do Reljevskog praga proračunat je indeks poplavnog rizika.

Za istu dionicu indeks je proračunat na osnovu poplavnog poligona, dakle ne kao mapa opasnosti, a obim ugroženosti ljudi, gospodarskih objekata, okoliša, na osnovu podataka CORINE mape- mape načina korištenja zemljišta (slika ispod).



Slika 2. Poplavna područja općine Ilidža i Novi Grad – rijeka Bosna

Zaključak ovih analiza (usporedbi) je da se sumarni poplavni indeks, značajno ne mijenja, naročito u odnosu na kategoriju poplave, a što je važno pri nominiranju područja za dalje analize, odnosno područja za koja se rade mape opasnosti i mape rizika.

Na vodnim područjima rijeke Save i Jadranskog mora za izradu mape opasnosti i mape rizika nominirana su poplavna područja iz kategorije značajnih i izuzetno značajnih poplava.

Nakon prvog proračuna poplavna područja koja su bila na maloj udaljenosti, spojena su u jedan. Ovaj pristup je korišten jer je za mape opasnosti potrebno izraditi hidrauličke modele tečenja, odnosno izvršiti pripremne radove u koje spada i geodetsko snimanje. Hidraulički model je pouzdaniji na dužoj dionici, odnosno za slučajeve kada postoji više kontrolnih tačaka. Za kratke dionice, greške koje se javljaju u definiranju poplavnih linija, odnosno hidrauličkih karakteristika tečenja, teško je uočiti.

Također poplave na pritokama, koje su u pravilu uzrokovane usporom glavnog vodotoka nije preporučljivo analizirati odvojeno.

Nakon analize prostornog rasporeda poplavnih poligona, a uvažavajući gore navedene kriterije, definiran je konačan broj poplavnih područja za koja je

potrebno uraditi hidrauličke modele, odnosno mape opasnosti i mape rizika.

U narednoj tabeli su prikazana poplavna područja i proračunati indeksi za oba vodna područja u Federaciji BiH za koje je potrebno uraditi mape opasnosti i mape rizika.

U ovom trenutku hidraulički modeli su urađeni za:

- glavni tok rijeke Bosne (uključuje ušća većih pritoka) od izvora do entitetske linije,
- dionica rijeke Sanice dionica od ušća Korčanice, nizvodno do naselja Sanica Donja,
- dionica rijeke Sane kroz Sanski most, nizvodno do entitetske linije,
- dionica rijeke Une kroz Kulen Vakuf i
- dionica rijeke Neretva od Carinskog mosta, nizvodno do granice sa Republikom Hrvatskom.

To znači da se za gore pobrojane dionice, odnosno identificirana poplavna područja, mogu uraditi mape opasnosti i mape rizika.

Za ostale dionice koje su u okviru Preliminarne procjene poplavnog rizika ocijenjene kao značajne i izuzetno značajne, a ne postoje urađeni hidraulički modeli, potrebno je izvršiti geodetska snimanja korita i područja unutar poplavnih poligona, kao pripremu za izradu hidrauličkog modela.

## ZAKLJUČAK

Transpozicija zahtjeva Direktive o poplavama u Uredbu o vrstama i sadržaju planova zaštite od štetnog djelovanja voda ("Službene novine Federacije BiH", broj 26/09) predstavlja značajan korak u unaprijeđenju segmenta zaštite od voda u FBiH. Ključna promjena je prelazak sa pristupa „kontrola“ poplava na pristup upravljanja poplavnim rizikom, s ciljem smanjenja štetnih posljedica po zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarske aktivnosti.

## LITERATURA

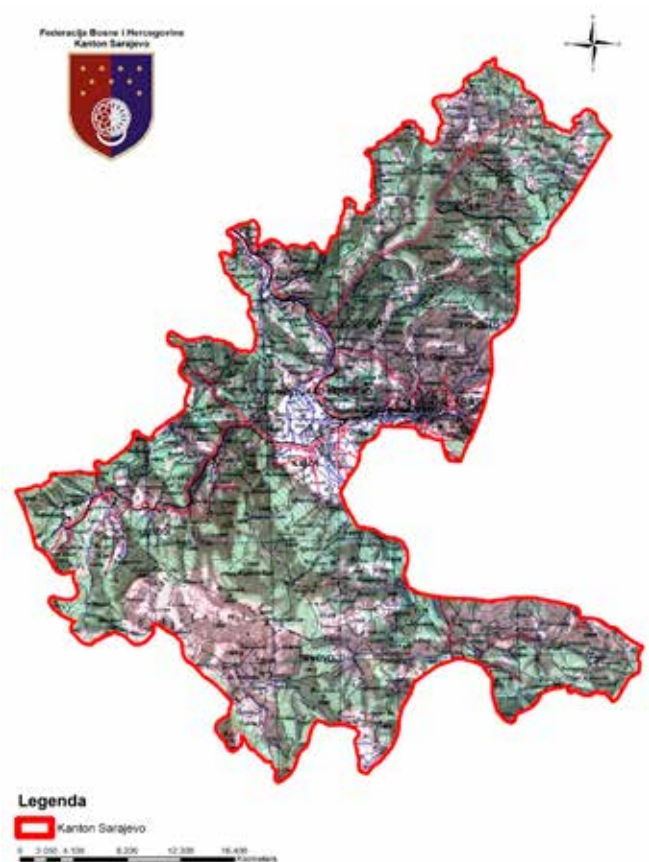
- Directive 2007/60/EC on the assessment and management of flood risks
- Preliminarna procjena poplavnog rizika na vodotocima I i II kategorije u FBiH, april 2013. godina
- Uredba o vrstama i sadržaju planova zaštite od štetnog djelovanja voda ("Službene novine Federacije BiH", broj 26/09)

# HIDROGRAFSKI RESURSI KANTONA SARAJEVO - ZAŠTITA I TURISTIČKA FUNKCIJA

**H**idrografski objekti kao što su okeani i mora, rijeke, jezera, termomineralni izvori, močvare i lednici, mogu da imaju veliku turističku vrijednost ukoliko posjeduju čistoću, atraktivnost, raritet, kuriozitet, te pristupačnost i dostupnost. „Svrstavaju se u kompleksne, samostalne i komplementarne turističke vrijednosti i u mnogo slučajeva daju osnovnu fizionomiju prostoru, definišu turističke funkcije regija, zona, lokaliteta i pravaca.” (Stanković, 2000)

Područje Kantona Sarajeva posjeduje određene hidrografske vrijednosti kao što su rijeke, jezera, izvori i vrela, termomineralni izvori. Značajan je i rad vode kojim nastaju posebni geomorfološki i hidrografski fenomeni kao što su vodopadi, kanjoni, pećine i sl.

„Riječna mreža Sarajevskog kantona najvećim dijelom (oko 93,5% površine) pripada Crnomorskom riječnom slivu. Samo krajnji južni i jugozapadni dijelovi prostora, čiju hidrološku okosnicu čini rijeka Rakitnica, pripadaju slivu Jadranskog mora. Veći dio riječne mreže (oko 80% površine Kantona) čine površinski vodotoci, koji se rasprostiru u sjevernim, istočnim, zapadnim i centralnim područjima. Okosnicu površinske riječne mreže čini rijeka Bosna sa svojim najvažnijim pritokama: Željeznicom, Zujevinom, Miljackom, Vogošćom, Ljubinom, Misočom i Stavnjom. Prema načinu postanka, najveći dio riječne mreže ima obilježja normalne hidrografske čelenke, zbog



Karta 1. Topografska karta Kantona Sarajevo (Autor)



čega se unutar nje mogu izdvojiti svi rangovi vodotoka: curci, manji potoci, potoci, manje rijeke i rijeke.” (Đug, Drešković, Hamzić, 2008)

„Vrlo karakteristično za postojeću hidrografsku čelenku je i prisustvo velikog broja izvora kontaktnog tipa koji su dovoljno vodoizdašni da se od njih direktno obrazuju manji tokovi poput vrela rijeke Bosne, vrela rijeke Željeznice i sl.” (Đug, Drešković, Hamzić, 2008)

Neki od stalnih vodotoka na području Sarajeva su: Bosna, Željeznica, Zujevina, Miljacka, Ljubina, Misoča, Stavnja, Tilava, Dobrinja, Mošćanica, Vogošćanska rijeka, Rakitnica i dr. Od periodičnih tokova značajniji su potoci: Brekin, Crni, Duboki, Krivački, Sušica, itd.

„Na prostoru Kantona Sarajevo se može identificirati oko 25 prirodnih manjih jezerskih akvatorija koja su uglavnom locirana u južnim i jugoistočnim dijelovima sa ukupnom površinom od 93893,6 m<sup>2</sup>. Najvažnija među njima su jezera na SI Treskavice (u unutargorskoj depresiji Turovske Treskavice): Veliko, Crno, Bijelo i Platno (Blatno), zatim Lokvanjsko, Sitničko, Kalajli i dr. Jezera su nastala na kontaktu srednetrijaskih krečnjaka anizijske starosti koji predstavljaju hidrološke kolektore i donjotrijaskih naslaga verfena koji predstavljaju hidrološke izolatore i izgrađuju jezerska dna.” (Đug, Drešković, Hamzić, 2008)

„Na prostoru Kantona Sarajevo postoji veliki broj izvora gravitacionog tipa i različitog stepena vodoizdašnosti. Njihov ukupan broj iznosi oko 1383, među kojima su poznatiji: vrela Bosne, Kradenik, Radava voda, Sedrenik, Lađevac, Sveta voda, Bijele vode, Kraljevac i dr.” (Đug, Drešković, Hamzić, 2008)

U aluvijumu Sarajevskog polja formirano je najveće istraženo ležište pitkih podzemnih voda. U Sarajevskom polju utvrđeno je i ležište termalnih voda, te pojave i ležišta termomineralnih voda različitog hidrohemijskog tipa i temperature.

„U čitavom prostoru izdan je intergranularna i višeslojna, gdje se slojevi pijeska sa vodom smjenjuju sa proslojcima ilovače i gline, koji su vododrživi, a iznad kojih se ponovo pojavljuje sloj pijeska sa vodom. Drukčija je izdan na obodu i podnožju Igmana: pukotinska i kaverozna, sa veoma čestim izvorima: na potezu od Hrasnice do Vrela Bosne ima ih ukupno 45. Na suprotnoj, pretežno sjeveroistočnoj, sjeverozapadnoj i sjevernoj strani, izdan je u mladotercijar-



**Hidrogeološki profil kroz Sarajevsko polje i dio Igmana**

1- Propusne stijene međuzmske poroznosti (Q, Pl, Q); 2- Propusne stijene kavernozno-pukotinske poroznosti (T<sub>1</sub><sup>1</sup>, T<sub>2,3</sub>, T<sub>3</sub>); 3- Propusne stijene pukotinske poroznosti (T<sub>2</sub><sup>2</sup>); 4- Praktično nepropusne stijene (M<sub>1</sub>); 5- Pretežno nepropusni kompleks (T<sub>1</sub>, 2); 6 - → Pravci kretanja pitkih voda; 7 - ⇨ Pravci kretanja termomineralnih voda

nim sedimentima plitka, izvori su česti a slabi, vodotoci relativno gusti” (Skopljak, 2006).

„Uvažavajući kriterije mineralizacije i temperature, na prostoru Igman-Ilidža, izdvojene su sljedeće vrste (tipovi) podzemnih voda:

1. Termomineralne vode mineralizacije preko 1000 mg/l i temperature više od 12°C
2. Mineralne vode mineralizacije preko 1000 mg/l i temperature niže od 12°C
3. Termalne vode mineralizacije manje od 1000 mg/l i temperature više od 12°C
4. Pitke vode mineralizacije <1000 mg/l i temperature niže od 12°C” (Skopljak, 2006)

**Tabela: Vrsta podzemnih voda područja Ilidže**

VRSTA	TIP	MINERALIZ. (mg/l)	TEMPER. (°C)	LOKALITET
I. Termo mineralne vode	HCO <sub>3</sub> -Ca	1500-2000	20-30	Ilidža
	HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Ca-Mg	2000-2500	15-25	Blahuj
	HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Cl- Na-Ca	3000-3.500	55-60	Ilidža
II. Mineralne vode	HCO <sub>3</sub> -Ca	1500-2000	8-10	Buhotina
	SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> -Ca	2000-3000	10-12	Boljkovići, Azapovići
III. Termalne vode	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	300-500	13-22	Butmir, Sokolović kolonija, Mostarsko raskršće, Šamin gaj
IV. Pitke vode	HCO <sub>3</sub> -Ca	250-300	8-10	Krupac, Sarajevsko polje,
	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	250-400	5-12	Sinklinala Igman, Hadžići-Rakovica, Presjenica-Krupac
	HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Ca	500-1000	10-12	dolina Zujevine i potoka Jasen

(Izvor: Skopljak, 2006)

**Tabela: Postojeća evidentna riječna mreža u Kantonu Sarajevo (KS)**

	Broj	Ukupna dužina	Udio u riječnoj mreži KS
Stalni vodotoci	562	833,9 km	48,5%
Periodični vodotoci	1681	886,8 km	51,5%
UKUPNO	2243	1720,7 km	100%

(Izvor: Đug, S., Drešković, N., Hamzić, A., 2008)

Većina važnijih hidrografskih resursa Sarajeva ulazi u zaštitne zone bilo radi potreba vodoprivrede ili u širem kontekstu konzervacije dio su zaštićenih područja Kantona Sarajevo (ili su predviđeni i isplanirani kao zaštićena područja).

**Tabela:** Pregled zaštićenih područja prirode u Kantonu Sarajevo prema IUCN kategorizaciji

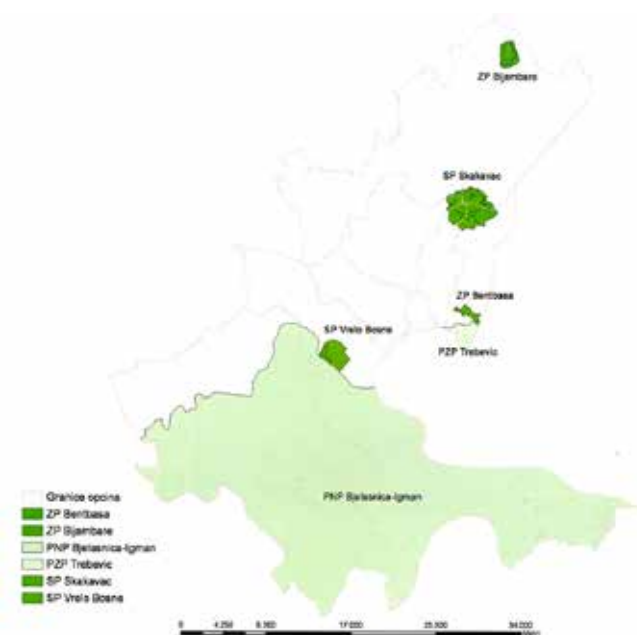
R.b.	Naziv	Kategorija	P (ha)	Udio (%)
1.	ZP Skakavac	Spomenik prirode	1.430,7	1,14
2.	ZP Vrelo Bosne	Spomenik prirode	603,00	0,55
3.	ZP Bijambare	Područje zaštićenog pejzaža	367,36	0,29
4.	PZP Bentbaša	Područje planiranog zaštićenog pejzaža - Dio lokaliteta proglašen je Nacionalnim spomenikom-objašnjenje u tekstu	147,70	0,12
5.	ZP Igman i Bjelašnica	Nacionalni park*	25.195,60	29,14
Ukupno zaštićena područja			2.590,80	2,03
Ukupno zaštićena i područja u proceduri zaštite			27.934,10	21,9
Kanton			127.300,0	100,0

(Izvor: Đug, S., Drešković, N., Hamzić, A., 2008)

U većini izvora stoji da se Spomenik prirode “Skakavac” nalazi na oko 12 km SI u odnosu na grad Sarajevo premda je ta udaljenost zasigurno veća i iznosi oko 16 km. Do ovog zaštićenog područja nema obezbjeđen eko- prevoz niti neki drugi prevoz. Od gradskog transporta dostupan je minibus Sutjeska-Nahorevo, dok preostala dionica puta (od Nahoreva do Skakavca) nije pokrivena gradskim, niti nekim drugim vidom transporta (eko-prevoz i sl.). Pritom problem predstavlja zajednički put za pješake i automobile koji imaju mogućnost prilaza gotovo do same glavne kapije zaštićenog područja Skakavca. ZP “Skakavac” zajedno sa planinom Ozren čini jedinstveni geomorfološki kompleks sa velikom reljefnom energijom. Ovo područje presijecaju brojne dubokodoline (klisure) koje oslikavaju ovaj kuriozitetni pejzaž. Okosnicu hidrografske mreže zaštićenog područja čini Perački potok, a Skakavac je njegova važnija lijeva pritoka. Osnovna mu je karakteristika da se uzvodno od ušća račva u više odvojenih rukavaca koji se u obliku vodenih mlazeva slijevaju niz strme padinske strane.

“Zaštićeno područje Spomenik prirode “Skakavac” čine tri zone: I (nukleus) - 460,8 ha; II (nukleus) - 616,9 ha; III (nukleus) - 353 hektara. Vodopad Skakavac sa visinom od 98 m predstavlja nukleus zaštićenog područja i centralni (hidrografski) pejzažni element.

Skakavac izvire u podnožju vrha Bukovika, odakle se vrlo strmim koritom spušta do blage zaravni gdje mu se tok prilično umiruje. Nakon nekoliko stotina metara, niz okomiti stjenoviti odsjek, vodena masa se, u dužini oko 100-tinjak metara, stropoštava u grotlo na



**Karta 2.** Zaštićena područja Kantona Sarajevo (Đug, Drešković, Hamzić, 2008)

dnu odsjeka, tvoreći tako jedan od najljepših vodopada u Bosni i Hercegovini.” (Đug, Drešković, Hamzić, 2008) Zaključuje se da Spomenik prirode Skakavac nosi naziv po istoimenom vodopadu koji predstavlja najveću atrakciju ovoga područja. Hidronim je u vezi sa prelijevanjem i padanjem vode preko strme litice koju karakteriše izrazit skok visine skoro 100 metara, što čini ovaj vodopad najvećim (najvišim) u Bosni



**Slika 1.** Vodopad Skakavac visine 98 m je među najvišim vodopadima u Evropi (Autor)

i Hercegovini, kao i jednim od najvećih vodopada u Evropi. Vode Skakavca preko Peračkog potoka i Vogošćanske rijeke, desne pritoke rijeke Bosne, završavaju na krajnjem sjeveru naše zemlje u rijeci Savi, a u višoj hijerarhiji pripadaju Crnomorskom slivu.

„Spomenik prirode “Vrelo Bosne” obuhvata krajnji JZ dio Sarajevskog polja i neposredni kontaktni planinski obod. Ukupna površina iznosi 603 ha. Cjelokupni zaštićeni prostor i šira regija ima iznatprosječnu količinu površinske i podzemne vode, čije pojave predstavljaju veliku specifičnost i atraktivnost. Prije svih, to su vrela Bosne kojih na cjelokupnom prostoru ima oko 30. Riječ je o izvorima kontaktnog tipa čija je pojedinačna vodoizdašnost različita. Ukupna prosječna vodoizdašnost svih vrela koje kolektuje tok rijeke uzvodno od Rimskog mosta iznosi oko 5 m<sup>3</sup>/s, iako tokom sezone povodnja ta vrijednost raste i na oko 24 m<sup>3</sup>/s. To je sasvim dovoljno da se od njih direktno obrazuje jedna od najvećih rijeka Bosne i Hercegovine - rijeka Bosna.” (Đug, Drešković, Hamzić, 2008)

Područje Vrelo Bosne je glavno zaštitno i rekreaciono područje Sarajlija, kao i turista koji posjećuju grad. Ovaj atraktivni lokalitet je lahko pristupačan i dostupan, a Velikom alejom je povezan sa Ilidžom, koja je poznata po svojim izvorima termalne vode. Velika aleja je prelijepi “zeleni tunel” od 3,5 km dužine koja se pruža od banjsko-turističkog kompleksa na Ilidži do Vrelo Bosne. Veliku aleju čini drvodred divljih kestena i javorolisnih platana koji su utočište brojnim pticama, vjevericama i dr. Zbog toga, ova zelena poveznica sa Vrelom Bosne predstavlja posebnu ugodnost i šetalište koje oplemenjuje zdravlje i ljudski duh, ali je za-

sada najveći problem to što je kroz aleju u isto vrijeme dozvoljen i prolaz automobilima. U budućnosti je neophodno izvršiti zabranu prolaska motornih vozila Velikom alejom i osposobiti im prilaz s druge strane, kako bi osjećaj i doživljaj rekreacije bili potpuni i na nivou visokog zadovoljstva.

“Zaštićeno područje Vrelo Bosne se sastoji iz dvije zone: I zona (nukleus ZP) ima površinu 54,5 ha. Ona obuhvata neposredni prostor izvora od sela Vrutci do prvih Vrelo Bosne i neposredni tok rijeke Bosne do infiltracionog kanala. Ovdje je prisutno i arheološko nalazište nekropola u selu Vrutci; 2) II (puferska) zona obuhvata prostor od 548,5 ha na kojoj se prvenstveno ostvaruje očuvanje i zaštita izvornog stanja. Najznačajniji elementi hidrološke raznolikosti su vrelo Stojčevac, rijeka Bosna od infiltracionog kanala do Plandišta, podzemne termalne i termomineralne vode oko banje Ilidža i hladne podzemne vode, skoncentrirane u dva odvojena vodonosna horizonta.” (Đug, Drešković, Hamzić, 2008)

Zaštićeni pejzaž “Bijambare” predstavlja važan prirodno-geografski kompleks, a prema genezi i evoluciji posebno značajan geološki, geomorfološki i hidrografska indikacioni motiv.

S obzirom na krečnjački sastav terena, cjelokupni širi prostor ima slabo razvijenu površinsku riječnu mrežu. Glavni vodotok je potok Bjelila, koji kolektuje vode sa cijelog područja. Također je utvrđeno i prisustvo velikog broja stalnih i povremenih izvora, posebno na širem prostoru Kopitovca.” (Đug, Drešković, Hamzić, 2008) Značenje imena Bijambare jeste zemlja sa 1000 močvara (Middaugh, 2007) Ovaj naziv je moguće



**Slika 2.** Vrelo Bosne je jedno od najljepših rekreativnih područja Sarajeva, brojna vrela i izvori od kojih se, u kraju bogatom bujnim zelenilom, obrazuje jedna od najvećih bh. rijeka - rijeka Bosna, oživljavaju ljudska čula pružajući ugodan boravak, a naročito tokom toplijeg dijela godine (Autor)





**Slika 3.** Stalagmiti u Bijambarskoj pećini; pećina je nastala kombinovanim procesom hemijske i riječne erozije, a pećinski nakit čine nakupine iskristalisanog travertina koji je rezultat djelovanja vodenih otopina koje su u sebi nosile kalcijev hidrokarbonat; još jedan podsjetnik na čudesnu moć vode i prirode (Autor)

posmatrati i kao složenicu od dvije riječi sanskritskog porijekla "bijam"- tlo, "bare"- močvara, vlaga, što bi opet značilo močvarno ili vlažno tlo. Kako je sanskrit tipa indijskog jezika, onda jedini narod na prostorima Bosne i Hercegovine koji u korijenima može imati veze s Indijcima jesu zapravo Romi. Stoga je moguće da su Romi u prošlosti prolazili ili možda naseljavali područje Bijambara odakle mu i potiče naziv koji je inače neuobičajen za Bosanski jezik.

Područje planiranog zaštićenog pejzaža "Bentbaša" uključuje kanjonski dio Miljacke koji započinje nekoliko stotina metara uzvodno od Vijećnice. Od padina Jekovca i Babića bašče, prema Bentbaši i Da Rivi okomito se spuštaju padine Vratnika i Zmajevca s jedne te Hrastove glavice i Borija (iznad Ophodže), s druge strane, čineći tako tjesnac kroz koji se provlači živopisna krška rječica Moščanica, desna pritoka Miljacke. Klisura Miljacke se od ovog mjesta malo širi, formirajući, kroz dugi period, naslage sa plodnim tlom i produktivno vegetacijom, da bi se neposredno ispod Kozije ćuprije, ponovo suzila. Uzvodno od ovog mosta, padine Trebevića i Gradine su veoma strme i visoke tako da kanjoj postaje uzak i dubok. Upravo na ovom mjestu, njegova dubina je i najveća (nadmorska visina na razini Miljacke je 570 m, vrh Trebevića 1629 m, a Gradine oko 1100 m). U ovom dijelu u Miljacku se, kao desna pritoka, uliva i rijeka Lapišnica", (lat. "lapis"- kamen), "koja zbog svog toka planinskog karaktera, ima posebnu, veliku motivsku vrijednost." (Đug, Drešković, Hamzić, 2008)

Bentbaša je složenica turskog porijekla od dvije riječi turs. "bent"- nasip, brana i turs. "baša"- čelo, glava, starješina, glavni, pa bi se mogla prevesti kao "glavni bazen". Dakle, naziv Bentbaša je indikacioni jer je u ovome sektoru Miljacke zaista izgrađena brana još u vrijeme Osmanlija, tokom rata u Bosni i Hercegovini 1992-1995. godine je devastirana, popravljena 1997. godine, a od jula 2012. godine je vraćena u funkciju pod motivom da se tako Miljacka čisti: "Spuštanjem brane se stvara talas, koji pročisti korito Miljacke cijelom dužinom kroz grad i eliminiše mogućnost zadržavanja otpada ili glodara."

(<http://sarajevo.co.ba/miljacka-nije-izvor-zaraze/>)

U vezi sa ovim potrebno je dodati da su već dobro poznate negativne posljedice brane u ekološkom smislu, ali je ova brana na Miljacki postojala i ranije, a Miljacka je svakako izgubljena rijeka (dakle, toliko je onečišćena da se ne može povratiti njena prirodna čistoća i samoregulativnost u tom smislu). Međutim, negativne posljedice pokretanja brane na Miljacki vidljive su na primjeru poplave u februaru 2013. godine, kada se Miljacka, pod izgovorom obilnih kiša, izlila iz korita na toku iznad sarajevske Vijećnice. Razlog izlivanja vode iz korita nisu samo obilne kiše, već upravo brana koja uzrokuje neprirodne oscilacije vode u akumulaciji, a uslijed kiša i "vanrednih" pražnjenja brane i sl., dolazi do naglog porasta i punjenja akumulacije, kada se voda prelijeva preko brane i plavi okolni teren. Područje Bentbaše je značajno rekreativno i sportsko-rekreativno područje u kome se nalaze Aleja ambasadora i sl. kojom se šetaju brojni građani i turisti Sarajeva, a tu su i ostenjaci kao što je Babin Zub ili strmine Darive (područje oko ušća Moščanice u Miljacku), gdje se mogu vidjeti brojna lica željna avanture i adrenalina pri alpskom penjanju, brdski biciklisti po okolnim padinama, itd. Područje Bentbaše (često Bembaše u izgovoru) jedinstveno je po svojim fizičko-geografskim i biološkim



**Slika 4.** Lijepi prirodni ambijent područja Bentbaše; rijeka Miljacka u svom gornjem toku od suspendovanog/ vučenog materijala (šljunka i sl.) obrazuje brojne ade - riječna ostrvca (Autor)



specifičnostima. Zbog toga je predviđena zaštita cjelokupnog područja na nivou kategorije V IUCN kategorizacije, odnosno kao područje zaštićenog pejzaža.

PNP Igman i Bjelašnica” predstavljaju posebno vrijedna planinska područja u južnom i jugozapadnom dijelu Kantona Sarajevo, koja su za potrebe očuvanja prirodno-geografskog i biološkog diverziteta planirana za nacionalni park, predviđena je zaštita cjelokupnog područja na nivou kategorije II IUCN kategorizacije. Od hidro-morfoloških vrijednosti posebno je važan kanjon Rakitnice, koja je duboko raščlanila bjelašničku površ, uz napomenu da rijeka Rakitnica gravitira rijeci Neretvi i Jadranskom slivu.

PZP Trebević predstavlja posebno vrijedno planinsko područje u istočnom dijelu Kantona Sarajevo, 1954. godine je proglašeno rezervatom- narodnim parkom, dok je Prostornim planom Kantona Sarajevo za period 2003-2023. godine predviđena zaštita određenog područja Trebevića kategorije zaštićeni pejzaž površine 367 ha, što je V kategorija IUCN kategorizacije. “Trebević je sa sjevera omeđen rijekom Miljackom, sa juga Kasindolskim potokom, sa istoka Velikim i Malim stupnjem, a sa zapada Sarajevskim poljem.

Odlukom o provođenju Prostornog plana Kantona Sarajevo za period 2003-2023. godine, određena su turistička područja (čl.73.), od kojih je većina valorizirana prevashodno na bazi hidrografskih resursa, kao što su:

- područje Ilidže sa banjско-rekreativnim kompleksom i vrelom Bosne
- područje prirodnog naslijeđa Vodopad Skakavac
- područje prirodnog naslijeđa Bijambare i banjско-zdravstvenog rekreativnog turizma na lokalitetu Podlipnik
- područje Igmana i Bjelašnice (Prostorni plan Kantona Sarajevo 2003-2023, 2006)



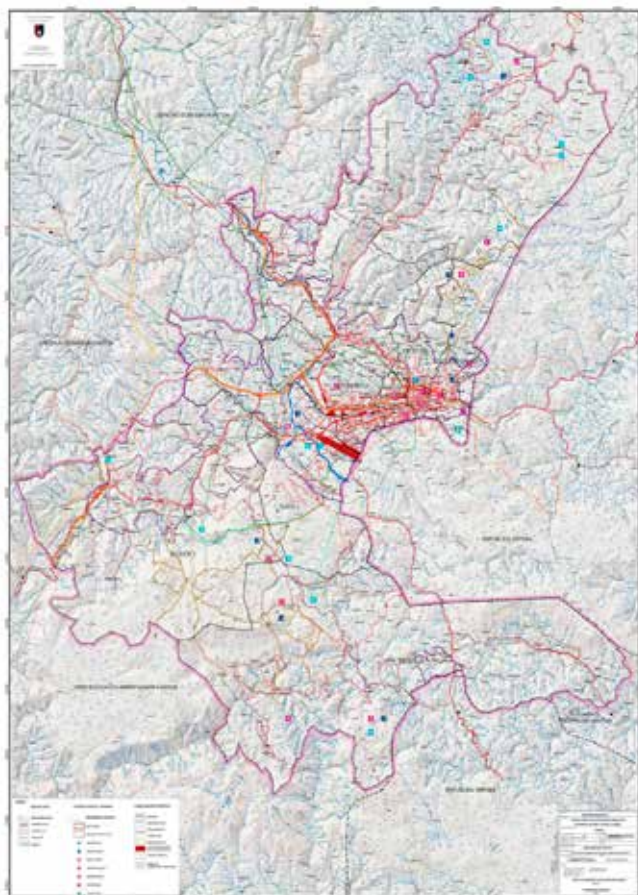
**Slika 5.** Izvor Studenac, jedan od nekoliko manjih izvora na Trebeviću kod Sarajeva, omogućava osvježanje tokom ljetnih mjeseci i vraća život planinskom pejzažu (Autor)

U vezi sa definiranim turističkim područjima u okvirima Prostornog plana za Kanton Sarajevo 2003-2023. godine, potrebno je istaći da na listi planiranih turističkih područja nedostaje npr. područje Crne rijeke na Treskavici i sl. Mogući razlog je što je valorizacija Crne rijeke planirana prije svega sa aspekta vodoprivrede, a manje sa aspekta turizma. Naime, Crna rijeka predstavlja desnu pritoku rijeke Željeznice, u koju se ulijeva nizvodno od Pendičića. Voda rijeke je izuzetno čista, što potvrđuje i visoki procenat zastupljenosti riba salmonida preko 90%. Planirano je njeno iskorištenje u svrhu opskrbe Sarajeva vodom za piće, izgradnjom brane i postrojenja te priključenjem na vodovodnu mrežu. Slična je situacija i sa Bijelom rijekom na Bjelašnici, uz napomenu da je u okviru zaštićenog područja Bjelašnice planiran kanjon Bijele rijeke kao hidrološki lokalitet posebne prirodne vrijednosti.

Prema rečenom, može se zaključiti da vode Sarajeva imaju veliku vrijednost zbog čega su pojedini hidrografski motivi uglavnom dio zaštićenih područja ili se planira njihova zaštita u budućnosti, te čine važnu prirodnu baštinu Kantona Sarajevo. Pitke vode Sarajevskog polja imaju najvažniju ulogu u snabdijevanju grada vodom, termomineralne vode na Ilidži koriste se uglavnom u balneološke svrhe, za potrebe zdravstveno-lječilišnog i rekreativnog turizma i sl., pri čemu je njihova upotreba direktna (koristi od tople vode za zdravlje čovjeka i sl.) i indirektna (zagrijavanje smještajnih kapaciteta i sl.).

Prema karti turizma u Sarajevu su prisutni banjски, izletnički, planinski, speleološki, kulturni, vjerski, zimski turizam. Vode su osnova razvoja turizma, a pojedini hidrografski fenomeni i oblici u Kantonu Sarajevo predstavljaju indikacioni ili rekreativni motiv. Plavi simboli na karti upućuju na značajnije zalihе termomineralnih voda u Kantonu Sarajevo i mogućnosti razvoja banjскоg turizma. “Banjski turizam- bogatstvo termomineralnih voda, izgrađeni kapaciteti i duga tradicija, posebno u općini Ilidža. Na području općine Hadžići planiran je razvoj banjско-rekreativnog turizma na lokalitetu Suhodola, na području općine Ilijaš planiran je razvoj banjско-zdravstveno-rekreativnog turizma na lokalitetu Podlipnik, tako da sa banjско-rekreativnom zonom Terme Čatež na Ilidži se upotpunjuje ponuda banjско-rekreativnog turizma.” (Prostorni plan Kantona Sarajevo za period 2003-2023. godine, 2006)

Zaštićena područja i vode, kao njihov najčešći sastavni dio, imaju veliku vrijednost radi konzervacije prirodnih dobara, ali i njihove upotrebe u turizmu. “Voda iz dva aspekta igra središnju ulogu u slobodnom vremenu i turizmu. Kao prvo, voda je karakteristični sastavni dio krajolika, s druge strane služi kao podloga za mnoge atraktivne aktivnosti: kupanje, plivanje, ronjenje, jedrenje, jedrenje na dasci, veslanje, skijanje na vodi, pećanje, itd.” (Müller, 2004) U slučaju spomenutih hidrografskih motiva Sarajeva koji ulaze u okvire recentnih i planiranih zaštićenih područja: Vrela Bosne, Skakavac,



**Slika 6.** Karta tipova turizma u Kantonu Sarajevo (Prostorni plan Kantona Sarajevo 2003-2023, 2006)

Bijambare, Bentbaša, Igman i Bjelašnica, Trebević, vrijednost im je veća uporedo sa fascinirajućim pejzažom zbog čega se mogu smatrati komplementarnim turističkim resursima. Međutim npr. vodopad Skakavac skoro da se može vrednovati kao samostalan turistički resurs zbog svoje atrakcije i regionalnog značaja (na turiste djeluje motivaciono i sl.). Trenutno su u turističkoj ponudi Sarajeva u prvom planu istaknuti Vrelo Bosne i Vodopad Skakavac, koji, nažalost, nisu valorizirani na pravi način. Iako su ova područja zaštićena, pristup je otvoren i slobodan, nema naplatnih ulaznica, niti specijaliziranih turističkih vodiča koji bi bili na raspolaganju turistima na datim lokalitetima. U cilju unapređenja valorizacije turističkih resursa Sarajeva i njihove promocije, dr. S. Nurković i saradnici (2006) izradili su i tabelu najvažnijih prirodnih turističkih potencijala za Kanton Sarajevo, a među vrednijim hidrografskim potencijalima (od onih koji pripadaju slivu Save i Crnomorskom slivu) inventirani su: Vrelo Bosne, banja Ilidža, vodopad Skakavac, te Veliko, Bijelo i Crno jezero na Treskavici. Dominantna vrsta turizma za ove potencijale jeste izletničko-rekreativna, dok kod banje Ilidža zdravstveno-lječilišni turizam. Većina ih je monofunkcionalna, dok su polifunkcionalni Vrelo Bosne i banja Ilidža.

Za kraj, u vezi sa zaštićenim područjima Sarajeva potrebno je istaći da zaštita, nažalost, još nije dobila pravi smisao. Ovo praktično znači da u većini slučajeva (izuzev ZP Bijambare) nije regulisana zabrana pristupa, nema cijene pristupu, nema konkretnog monitoringa i nadzora i sl., zbog čega se umanjuje njihov značaj i gubi profit, a rizikuje se i njihova kategoričnost prema kriterijima IUCN zaštite. Potrebno je razvijati ekološku svijest i navesti vladine i dr. institucije da serioznije pristupe problemu zaštite vrijednih područja, jer nije dovoljna samo "zaštita na papirima", tj. dokumentaciona osnova zaštite, već se moraju praktično ispoštovati definirani uslovi zaštite prirodnih i drugih vrijednih prostornih cjelina. Ovo podrazumijeva adekvatan monitoring, tačno definirane radnje koje se mogu ili ne mogu sprovesti na određenom lokalitetu (zavisno od kategorije šticečnosti prema IUCN), stručni kadar i sl.

### Literatura:

1. Đug, S., Drešković, N., Hamzić, A. (2008): Prirodna baština Kantona Sarajevo. Kantonalni zavod za zaštitu kulturno-historijskog i prirodnog naslijeđa Sarajevo
2. Middaugh, G.B. (2007): Skakavac and Bijambare Forest Protected Areas in Bosnia and Herzegovina-tourism and protection strategy and management assessment. USAID Bosnia & Herzegovina Cluster Competitiveness Activity
3. Müller, H. (2004): Turizam i ekologija. Masmmedia, Zagreb
4. Nurković, S. i drugi (2006): "Regionalni aspekt turističkih potencijala Kantona Sarajevo- klasifikacija i valorizacija". Zbornik radova- Turizam kao faktor regionalnog razvoja. Univerzitet u Tuzli
5. Prostorni plan Kantona Sarajevo za period 2003-2023. godine (2006). Zavod za planiranje razvoja Kantona Sarajevo, Sarajevo, FBiH, BiH
6. Skopljak, F. (2006): Odnosi podzemnih voda Ilidže kod Sarajeva. Zavod za geologiju, Sarajevo
7. Stanković, S. (2000): Turistička geografija. Univerzitet u Beogradu, Beograd
8. Žunić, L. (2011): Društveno-geografske komponente kao faktor prostornog plana za Grad Sarajevo. Magistarski rad. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu
9. [http://en.wikipedia.org/wiki/Skakavac,\\_Sarajevo](http://en.wikipedia.org/wiki/Skakavac,_Sarajevo)
10. <http://sarajevo.co.ba/miljacka-nije-izvor-zaraze/>
11. [http://www.saff.ba/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2395:dvije-bentbae-obje-opjevane&catid=50:drutvo&Itemid=82](http://www.saff.ba/index.php?option=com_content&view=article&id=2395:dvije-bentbae-obje-opjevane&catid=50:drutvo&Itemid=82)
12. <http://www.visitsarajevo.biz/sightseeing/attractions/nature-panorama/dariva-bendbasa/>
13. <http://www.sarajevo-tourism.com/eng/>

# VODENI MAKROBESKIČMENJACI RIJEKE KRIVAJE

## UVOD

**U** 2009. godini, a u svrhu ustanovljavanja referentnih uslova u Federaciji Bosne i Hercegovine, izvršena su uzorkovanja i analize, između ostalih, vodenih makrobescičmenjaka rijeke Krivaje.

Uzorkovanje, obrada i analize ovog biološkog parametra kvaliteta rađene su u Agenciji za vodno područje rijeke Save u Sarajevu.

## MATERIJAL I METODE

U periodu juli i septembar 2009. godine obavljena su ekološka istraživanja na tri lokaliteta na rijeci Krivaji: kod naselja Solun, ispod Olova i prije ušća u rijeku Bosnu (karta 1).

Rijeka Krivaja nastaje spajanjem dvije rijeke, Stupčanice i Bioštice nizvodno od Olova. Površina sliva rijeke Krivaje je 1.494,5 km<sup>2</sup> a dužina 73,5 km.

U Zavidovićima se uliva u rijeku Bosnu kao njena desna pritoka.

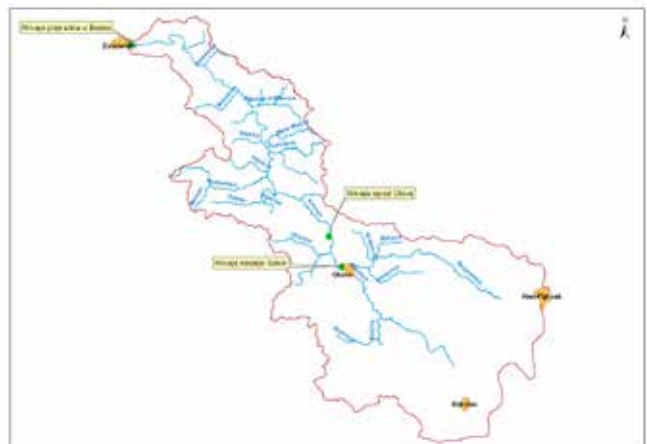
Vodeni makrobescičmenjaci – makroinvertebrate zoobentosa

Bentosni makrobescičmenjaci često se koriste u integralnoj procjeni kvaliteta voda, prema preporukama Okvirne direktive o vodama EU 2000/60/EC. Oni su ciljna grupa jer mogu ponuditi brojne prednosti vezane za biomonitoring, što objašnjava njihovu repu-

taciju kao najčešće korištene grupe u ocjeni statusa kvaliteta voda.

Uzorkovanje makroinvertebrata zoobentosa, za potrebe ovog istraživanja, vršeno je "multihabitat-sampling" metodom (AQEM, 2002). Statistička analiza podataka rađena je pomoću softvera ASTERIX 3.1.1. (preuzeto sa: [www.aqem.de](http://www.aqem.de)).

U razmatranje su uzeti sljedeći parametri zajednice vodenih makrobescičmenjaka: broj taksona po lokalitetu, tačnije po uzorku, Shannon-Weaverov indeks (Shannon i Weaver, 1949), SI indeks saprobnosti (Zelinka i Marvan, 1961), ASPT- Average Score per Taxon (Armitage i sar., 1983), BMWP- Biological Monitoring Working Party (Armitage i sar., 1983; Chester, 1980; Wright i sar., 2000), Simpsonov indeks (Simpson, 1949), Margalefov indeks (Margalef,



Karta 1. Pregled istraživanih lokaliteta na rijeci Krivaji

1984), ukupan broj rodova i familija, ukupan broj taksona u okviru izabranih grupa (Oligochaeta, Mollusca, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), EPT indeks, abundanca izabranih grupa (Oligochaeta, Mollusca, Ephemeroptera) kao i odnosi funkcionalnih grupa u ishrani (FFG) (Cummins, 1973; Cummins i Klug, 1979; Dance i Hynes 1980; DeLong i Brusven 1998; Dudgeon i Bretschko, 1996; Allan, 1995; Moog 1995; Schmedtje i Colling, 1996; AQEM, 2002).

Korištenje različitih indeksa poput saprobnih, biotičkih i trofičkih, može dati potpunije informacije o tipu zagađenja vodotoka.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Prema rezultatima analize zajednice vodenih makrobescičmenjaka, vodeni insekti Trichoptera, Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera i Coleoptera, najznačajnije su grupe prema raznovrsnosti i relativnoj brojnosti na sva tri istraživana lokaliteta rijeke Krivaje.

Vodeni cvjetovi (Ephemeroptera) čine 28 % ukupnog broja zabilježenih taksona na ispitivanim lokalitetima.

Ukupno su registrovana 22 taksona Ephemeroptera, devet Trichoptera i sedam Plecoptera.

Ukupna brojnost jedinki bila je 1214. Najveći broj jedinki nađen je na lokalitetu nizvodno od Olova (594).

Na sva tri istraživana lokaliteta, u dvije serije mjerenja ukupno je konstatovano 55 taksona.

Najmanji broj taksona (19), familija i rodova (16) zabilježen je lokalitetu Krivaja prije ušća u rijeku Bosnu, dok je najveći broj taksona (43) i najveći broj (33) rodova zabilježen na lokalitetu Krivaja kod naselja Solun (grafik 1).

Na nivou familija i rodova, u pogledu raznovrsnosti, najznačajnija je familija Baetidae, odnosno rod Baetis, koji se može, smatrati najznačajnijim rodом faune tekućih voda Bosne i Hercegovine (Tanasijević, 1970, 1977).



Slika 1. Lokalitet Krivaja, naselje Solun

Na istraživanim lokalitetima rijeke Krivaje evidentirano je šest taksona roda Baetis i čine 10% brojnosti svih registrovanih organizama.

Najveća brojnost jedinki uočena je kod roda Atherix, koji čini 16 % od ukupnog broja organizama. Najviše ih je nađeno na lokalitetu Krivaja, naselje Solun. Inače su larve koje pripadaju ovom rodu poznate kao stanovnici čistih i dobro aerisanih vodotoka.

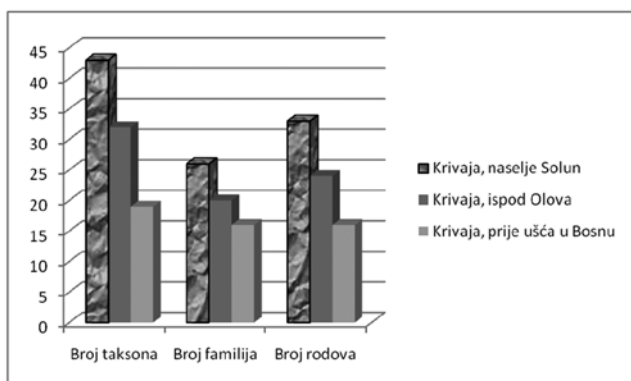
U julu mjesecu zabilježen je najveći broj taksona (36) na lokalitetu Krivaja, naselje Solun dok je najveća abundanca zabilježena na lokalitetu nizvodno od Olova (529 ind/m<sup>2</sup>).

Na istraživanim lokalitetima dominirali su oligo i betamezosaprobnici predstavnici makrozoobentosa. Trofička struktura zajednice zoobentosa mijenjala se po lokalitetima.

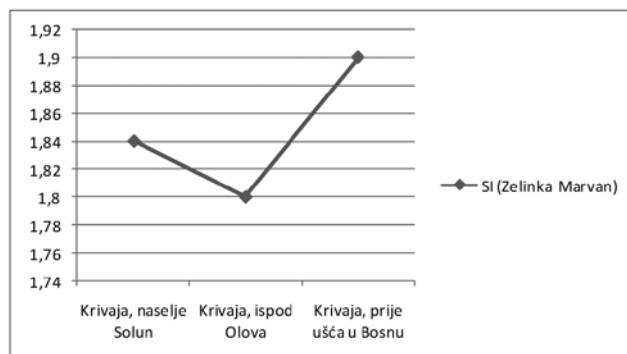
Generalno, u uzorcima najviše je bilo strugača/kidača i sakupljača.

Prema načinu kretanja, dominirali su "šetači".

Vrijednosti Saprobnog indeksa (SI) kretale su se od 1,1 na lokalitetu Krivaje ispod Olova u septembru mjesecu do 2,0 na lokalitetu Krivaje prije ušća u Bosnu u istom periodu (grafik 2).



Grafik 1. Ukupan broj taksona, rodova i familija makrobescičmenjaka na istraživanim lokalitetima



Grafik 2. Vrijednosti saprobnog indeksa na bazi makrobescičmenjaka na istraživanim lokalitetima





Slika 2. Lokalitet Krivaja, ispod Olova

Vrijednosti analiziranih diverzitetnih indeksa (Shanon-Weaver, Simpsonov i Margalefov) i BMWP i ASPT variraju u zavisnosti od istraživanog lokaliteta (grafik 3 i grafik 4). Najviše vrijednosti ovih indeksa zabilježene su na lokalitetu Krivaja, naselje Solun.

Analizirajući zajednicu makrozoobentosa na ispitivanim tipovima/lokalitetima u zavisnosti od tipa staništa (mikrohabitata), došlo se do zaključka da je najveći broj taksona, rodova i familija, te najveća abundanca zabilježena na makrolitalu i mezolitalu.

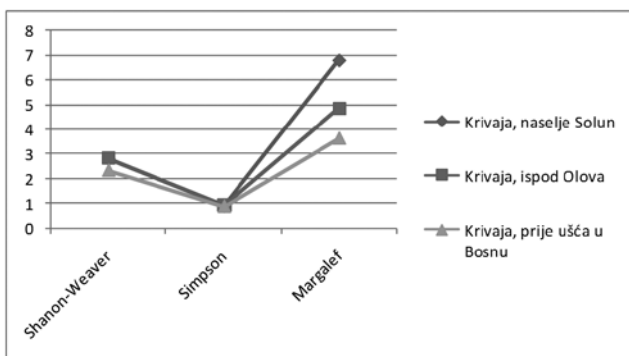
Najveći procenat (78%) vodenih insekata, Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera, konstatovan je na lokalitetu Krivaja, nizvodno od Olova.

Spisak nađenih vrsta makrobeskičmenjaka u periodu juli i septembar 2009. u rijeci Krivaji dat je na kraju teksta.

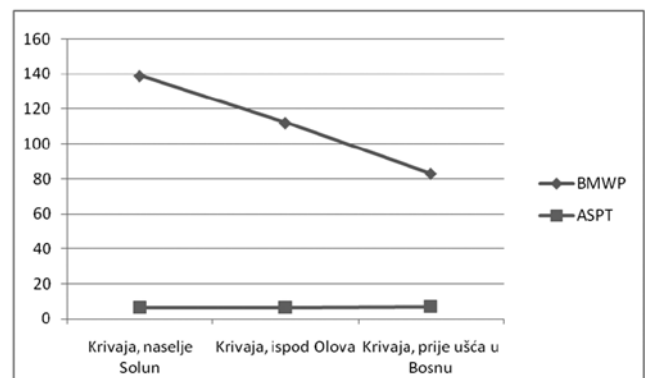
## ZAKLJUČAK

U radu su predstavljeni rezultati istraživanja vodenih makrobeskičmenjaka na tri lokaliteta rijeke Krivaje, gdje je evidentan bogat diverzitet ovog parametra kvaliteta voda.

Bogatstvu vrsta faune dna rijeke Krivaje doprinosi i povoljni fizičko-hemijski parametri kvaliteta vode



Grafik 3. Vrijednosti diverzitetnih indeksa na bazi makrobeskičmenjaka (Shanon-Weaver, Simpsonov i Margalefov) na istraživanim lokalitetima



Grafik 4. Vrijednosti BMWP i ASPT scor na bazi makrobeskičmenjaka na analiziranim lokalitetima



*Slika 3. Lokalitet Krivaja, prije ušća u Bosnu*

(kiseonički režim i koncentracija nutrijenata) kao i relativno neporemećena i heterogena staništa.

## LITERATURA

1. Allan, D.J. (1995). Stream Ecology – Structure and function of running waters. Chapman & Hall, London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras, 388 pp.
2. AQEM (2002). Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Contract No: EVK1-CT1999-00027.
3. Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F., Furse, M.T. (1983). The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites.- *Water Res.* 17, 333-347.
4. Chesters, R. K. (1980). Biological Monitoring Working Party. The 1978 national testing exercise. Technical Memorandum 19.
5. Cummins, K. W. (1973). Trophic relation of aquatic insects. *Annual Review of Entomology*, North America. *Freshwater Biology*, 21 : 191–205.
6. Cummins, K.W., Klug, J.M. (1979). Feeding ecology of stream invertebrates. *Annual Review of Ecology and Systematic* 10, 147–172.
7. Dance, K.W., Hynes, H.B.N. (1980). Some effects of agricultural land use on stream insect communities. *Environmental Pollution, Series A*, 22, 317–326.
8. Delong, M. D., Brusven, M.A. (1998). Macroinvertebrate Community Structure Along the Longitudinal Gradient of an Agriculturally Impacted Stream. *Environmental Management* 22, 3. 445–457.
9. Dudgeon, D., Bretschko, G. (1996). Allochthonous inputs and land–water interactions in seasonal streams: tropical Asia and temperate Europe. *Perspectives in Tropical Limnology* (Schiemer, F., Boland, K.T. eds), 161–179. SPB Academic Publishing bv, Amsterdam.
10. Margalef, R. (1984). The Science and Praxis of Complexity. *Ecosystems: Diversity and Connectivity as measurable components of their complication*. In Aida, et al. (Ed.). United Nations University, Tokyo, 228–244.
11. Moog, O. (Ed.) (1995). *Fauna Aquatica Austriaca – a comprehensive species inventory of Austrian aquatic organisms with ecological data*. First edition, Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land– und Forstwirtschaft, Wien.

12. Schmedtje, U., Colling, M. (1996). Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 4/96.
13. Shannon, C. E., Weaver, W. (1949). The Mathematical Theory of Communication. The University of Illinois Press, Urbana, 104–107.
14. Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. Nature 163, 688.
15. Tanasijević, M. (1970). Fauna Ephemeroptera na području planina Maglić, Volujak i Zelengora. Glasnik Zemaljskog muzeja BiH u Sarajevu, 9: 179–184.
16. Tanasijević, M. (1977). Dinamika populacija vrsta roda Baëthis Leach (Ephemeroptera) u rijeci Stavnji. Godišnjak Biološkog instituta u Sarajevu, 30 : 169–173.
17. Wright, J.F., Sutcliffe, D.W, Furse, M.T. (2000). Assessing the Biological Quality of Fresh Waters – RIVPACS and other Techniques. The Freshwater Biological Association, Ambleside, pp. 400, ISBN 0 900386 62 2.
18. Zelinka, M., Marvan, P. (1961). Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Klassifikation der Gewässer. Arch. für Hydrobiol. 57: 389–407.

#### KORIŠTENI INTERNET IZVORI:

19. www.aqem.de

#### SPISAK NAĐENIH VRSTA MAKROBESKIČ-MENJAKA ZOOBENTOSA U RIJECI KRIVAJI

##### Turrbellaria

*Dugesia lugubris*

##### GASTROPODA

*Ancylus fluviatilis*

*Holandriana holandri*

*Theodoxus danubialis*

*Viviparus sp.*

##### Hirudinea

*Erpobdella sp.*

##### Gammaridae

*Gammarus sp.*

##### Oligochaeta

*Lumbricullus sp.*

*Tubifex tubifex*

##### EPHEMEROPTERA

*Baetis alpinus*

*B. fuscatus*

*B. melanonyx*

*B. rhodani*

*B.scambus*

*B. sp.*

##### Caenis horaria

*Caenis sp.*

*Ephemerella (Serratella) ignita*

*Ephemerella mucronata*

*Ephemerella notata*

*Torleya major*

*Ephemera danica*

*Ecdyonurus torrentis*

*E. venosus*

*E. sp.*

*Epeorus sylvicola*

*Heptagenia sp.*

*Rhithrogena semicolorata*

*Paraleptophlebia submarginata*

*Oligoneurella rhenana*

*Potamanthus luteus*

##### PLECOPTERA

*Leuctra sp.*

*Dinocras cephalotes*

*Nemoura sp.*

*Perla bipunctata*

*P.burmeisteriana*

*P. marginata*

*P. sp.*

##### TRICHOPTERA

*Brachycentrus montanus*

*Lithax niger*

*Hydropsyche angustipennis*

*H. sp.*

*Rhyacophylla hirticornis*

*Rh. nubila*

*Rh. sp.*

*Sericostoma sp.*

*Silo nigricornis*

##### ODONATA

*Onychogomphus forcipatus*

*O.sp.*

##### COLEOPTERA

*Dryops sp.*

*Elmis sp.*

##### DIPTERA

*Atherix ibis*

*A.sp.*

*Chironomus sp.*

*Simulium sp.*

# POSTOJANA ORGANSKA ONEČIŠĆENJA U BOSNI I HERCEGOVINI

**U** organizaciji Ministarstva vanjske trgovine i ekonomskih odnosa, a u saradnji sa Organizacijom Ujedinjenih naroda za industrijski razvoj (UNIDO), 28.03.2013. godine u Sarajevu je održana Prva radionica u okviru projekta "Aktivnosti za omogućavanje pravovremenog djelovanja pri implementaciji Štokholmske konvencije o postojanim organskim onečišćujućim materijama (POPs) u Bosni i Hercegovini".

Ovaj projekt bi trebao trajati 14 mjeseci, te će se financirati iz sredstava Globalnog fonda za okoliš (GEF). Putem međunarodnog natječaja implementacijska jedinica projekta UNIDO, je za Konsultanta za izradu projekta odabrala konzorcij koji sačinjavaju Enova iz Sarajeva te Institut zaštite, ekologije i informatike iz Banja Luke.

Jedna od tema Prve radionice je bila Štokholmska konvencija, stoga su prikazani i izloženi svrha, principi i ciljevi Štokholmske konvencije, zahtjevi koje Bosna i Hercegovina kao potpisnica mora ispuniti prema Štokholmskoj konvenciji kao i predstavljanje samog projekta.

## Štokholmska konvencija

Cilj je ove Konvencije zaštititi ljudsko zdravlje i okoliš od postojanih organskih onečišćujućih tvari uvođenjem ograničenja i zabrane proizvodnje, upotrebe, ispuštanja, uvoza i izvoza ovih visoko toksičnih supstanci. Kako bi se počele poduzimati mjere uklanjanja ili smanjenja ispuštanja postojanih organskih onečišćujućih materija u okoliš s ciljem zaštite prirode i ljudskog zdravlja, 122 zemlje članice Ujedinjenih naroda 2001. godine usvajaju Štokholmsku konvenciju o postojanim organskim onečišćujućim materijama. Konvencija je stupila na snagu 17.05. 2004. godine.

## POPs (Postojane organske onečišćujuće materije - Persistent Organic Pollutants)

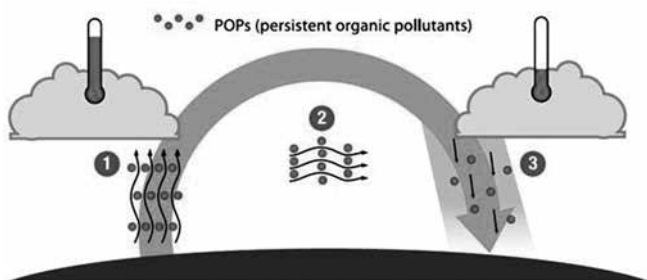
Postojane organske onečišćujuće materije (Persistent Organic Pollutants -POPs) su među najopasnijim onečišćivačima koji se oslobađaju u okoliš djelovanjem ljudske aktivnosti. Neke od tih materija su pesticidi, a drugo su industrijske hemikalije ili neželjeni nusproizvodi industrijskih procesa ili sagorijevanja.

Ove materije imaju sljedeće osobine:

- **Postojanost** - sposobnost da se odupru hemijskoj, fotolitičkoj i biološkoj razgradnji u različitim medijima (zrak, voda, sedimenti i organizmi) mjesecima, pa čak i desetljećima;
- **Bio-akumuliranje** - sposobnost da se akumuliraju u živim tkivima na višim nivoima od onih u okolini. POPs su organski spojevi koji se odlikuju visokom lipofilnošću (sposobnost otapanja u masnim tkivima), što im omogućuje bioakumulaciju unutar živih organizama;
- **Potencijal za transport na velike udaljenosti kroz razne medije** (zrak, voda, i migratorne vrste) - ove materije su vrlo stabilne i globalno cirkuliraju kroz proces koji se naziva "efekt skakavaca".

Tragovi ovih spojeva se detektiraju u različitim dijelovima okoliša, jer lokalni izvori zagađenja rezultiraju globalnim zagađenjem okoliša. Pri toplom vremenu POPs-i isparavaju, te se nošeni vjetrom do hladnijeg mjesta, u vidu padavina vraćaju na tlo (Slika 1).





**Slika 1.** Prikaz kruženja Postojane organske onečišćujuće materije (Preuzeto iz: [www.aandc-aadnc.gc.ca](http://www.aandc-aadnc.gc.ca))

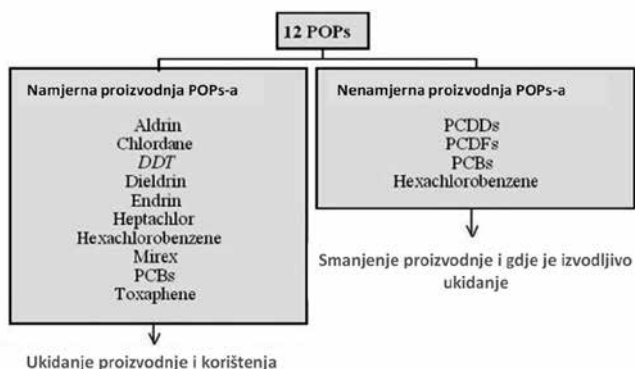
Ove supstance su visoko toksične i mogu uzrokovati čitav niz nepovoljnih učinaka na ljude i životinje: rak, alergije i preosjetljivosti, oštećenje centralnog i perifernog živčanog sustava, reproduktivne poremećaje i poremećaje imunološkog sustava.

Zbog široke rasprostranjenosti POPs-a u okolišu teško je odrediti koji je spoj pojedinačno odgovoran za nastanak određenih promjena u okolišu (živim organizmima), tim više što se ti spojevi nalaze u smjesama, te je time otežano definiranje restriktivnih mjera za određeni POPs.

Štokholmska Konvencija je na početku sadržala 12 POPs hemikalija koje su bile prepoznate po tome što uzrokuju štetne učinke na ljude i ekosistem, i koje su bile smještene u 3 kategorije:

- Pesticidi: aldrin, hlordan, DDT, dieldrin, endrin, heptahlor, heksahlorobenzen, mireks, toksafen;
- Industrijske hemikalije: heksahlorobenzen, polihlorirani bifenili (PCBs) i
- Nusprodukti: heksahlorobenzen, polihlorirani dibenzo-p-dioksini i polihlorirani dibenzofurani (PCDD/PCDF) i PCBs.

Trenutno, prema zadnjim izmjenama iz 2012. godine, popis hemikalija Štokholmske konvencije sadrži 22 postojane organske onečišćujuće materije.



**Slika 2.** Namjerna i nenamjerna proizvodnja POPs-a (Preuzeto iz: [www.eugris.info/index.asp](http://www.eugris.info/index.asp) – Portal za upravljanje vodama i tlom u Evropi)

## Obaveze BiH - Štokholmska konvencija

U skladu sa članom 7. Štokholmske konvencije, svaka država potpisnica dužna je u roku od dvije godine od datuma stupanja Konvencije na snagu izraditi plan provedbe obaveza preuzetih njenim potpisivanjem.

Bosna i Hercegovina je ratificirala Štokholmsku konvenciju o postojanim organskim onečišćujućim materijama 2010. godine, čime se obavezala na ispunjavanje zahtjeva Konvencije koji su, između ostalog:

- eliminiranje opasnih POPs-a iz upotrebe uz prelaz na sigurnije alternative
- čišćenje starih zaliha i opreme koja sadrži ove materije
- poduzimanje aktivnosti vezanih za ostale POPs-ove navedene u Konvenciji
- obaveza izvještavanja o POPs-ima prema Konvenciji

## Pesticidi kao POPs-ovi

Pesticidi obuhvataju veliki broj prirodnih i sintetskih supstanci različitih hemijskih struktura, za koje je zajednička osobina sposobnost da sprečavaju pojavu, ubijaju ili odbijaju biološke štetočine bilo koje vrste. Idealno, pesticidi dobro obavljaju definisani posao u zoni zemljišta, gdje se kasnije i razgrađuju. Međutim, poznato je da pesticidi ne ostaju uvijek u zemljištu i nalaze put do vode i sedimenta. Putevi dospijevanja u vodeni ekosistem su: površinsko oticanje, ispuštanje komunalnih i otpadnih voda, spiranje zemljišta, depozicija aerosola i čestičnih materija putem padavina, apsorpcija iz gasne faze kao i direktna primjena pesticida za kontrolu štetočina. Smanjenje upotrebe pesticida je jedan od temelja održive poljoprivrede i ideja održivog razvoja.

## Organohlorni pesticidi (OCP)

Organohlorni pesticidi predstavljaju značajan problem za životnu sredinu zbog njihove velike perzistentnosti, lipofilnosti i toksičnosti. Za sva jedinjenja koja spadaju u ovu grupu karakteristično je da imaju ugljikov, vodikov, a ponekad i kisikov atom, uključujući i vezu C-Cl; u njima se nalaze ciklični ugljikovi lanci; nepolarni su, lipofilni, hemijski nereaktivni (ostaci nekih OCP-ova mogu postojati u životnoj sredini nekoliko desetljeća). Toksičnost OCP-ova određena je mnogobrojnim faktorima, a između ostalog i hemijskom strukturom. Djeluju po principu remećenja nervne

transmisije i to uz duž aksona, a ne u nervnoj sinapsi. Pretpostavlja se i da remete transmisiju natrijumovih i kalijumovih jona, a time i propustljivost membrane. Mogu izazivati i inhibiciju ATP-aze. S obzirom da su liposolubilni i da sporo podliježu razgradnji u organizmu, bioakumuliraju se najčešće u masnom tkivu ili u obliku metabolita, a manji dio se eliminira urinom, pljuvačkom i mlijekom. Karakteriše ih i to da podliježu biomagnifikaciji u različitim stepenu tokom kretanja duž lanca ishrane.

## Heksahlorcikloheksan (HCH)

Heksahlorcikloheksan, poznat kao benzenheksahlorid, je sintetsko jedinjenje koje postoji u formi osam stereoizomera. Jedna od ovih formi je  $\gamma$ -HCH, ili lindan, koji se koristi kao insekticid za voće, povrće, usjeve.  $\gamma$ -HCH nije proizveden u SAD-u od 1976. godine. Međutim, uvezeni  $\gamma$ -HCH je dostupan u SAD-u koji se koristi kao insekticid u obliku praha, pudera, tekućine ili kao koncentrat. Također je dostupan i kao lijek (losion, krema, ili šampon) za liječenje i/ili kontrolu svraba i uši kod ljudi. Tehnički HCH, kao mješavina više hemijskih oblika HCH, također se nekad koristio kao insekticid u SAD-u i obično je sadržavao oko 10-15%  $\gamma$ -HCH, kao i  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\delta$ -HCH i  $\epsilon$ -HCH. Praktično sva insekticidna svojstva su u  $\gamma$ -HCH izomeru.

Iako se tehnički HCH više ne koristi kao insekticid u SAD-u,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - i  $\delta$ -HCH su pronađeni u tlu i površinskim vodama na mjestima za opasni otpad jer su perzistentni u okolišu. U zraku, različiti oblici HCH mogu biti prisutni kao para ili su bili pripojeni na sitne čestice, kao što su zemlja i prašina. Čestice mogu biti uklonjene kišom ili degradirane od strane drugih spojeva koji se nalaze u atmosferi. HCH može ostati u zraku duže vremena i putovati na velike udaljenosti, ovisno o uslovima okoliša. U tlu, sedimentima i vodi, HCH se razgrađuje na manje otrovne tvari pomoću algi, gljivica i bakterija, ali taj proces može potrajati dugo.

$\gamma$ -HCH i drugi izomeri mogu ući u organizam jedući hranu ili pijući vodu koji su onečišćeni sa HCH. Udisanje  $\gamma$ -HCH ili drugih izomera može dovesti do ulaska tih hemikalija u pluća.  $\gamma$ -HCH se može apsorbirati kroz kožu kada se koristi kao losion, krema ili šampon za liječenje i/ili kontrolu svraba tijela i uši. U principu, HCH izomeri i proizvodi mogu biti pohranjeni u masnom tkivu organizma. Među izomerima HCH,  $\beta$ -HCH napušta tijelo najsporije.  $\alpha$ -HCH,  $\delta$ -HCH i  $\gamma$ -HCH se brže izlučuju urinom, male količine fecesom i disanjem. HCH se razgrađuju u tijelu na mnoge druge supstance, koje uključuju različite hlortenole, od kojih neki imaju toksična svojstva.

## Toksično djelovanje HCH

Informacije o toksičnosti HCH dobijaju se iz izvještaja o izloženosti ljudi i eksperimentalnih istraživanja na životinjama. Većina informacija o zdravstvenim učincima HCH kod ljudi dolazi iz studija osoba koje proizvode ili koriste HCH proizvode, izvještaja o izloženosti domaćim proizvodima koji sadrže HCH i namjernoj ingestiji HCH. Većina tih studija uključuju izloženost tehničkim HCH ili  $\gamma$ -HCH i nivoi izloženosti nisu dostupni. Kod ljudi i životinja, glavna meta akutne izloženosti visokim količinama HCH je nervni sistem, i efekti su hiperekscitabilnost, napadi, grčevi i konačno mogu dovesti do smrti. Premda dostupni izvještaji opisuju široku lepezu učinaka povezanih s izlaganjem HCH, teško je definirati jasan ciljani organ ili sistem za toksičnost, posebno zbog ograničenja studija, kao što su nedostatak podataka o izloženosti i istodobne izloženosti drugim hemikalijama, ili izloženosti letalnim količinama, koji izazivaju nespecifične toksičnosti. Ipak, povraćanje i mučnina su uobičajene manifestacije gutanja  $\gamma$ -HCH. Neki od efekata HCH na organizam su navedeni ispod.

*Djelovanje na jetru.* Djelovanje na jetru, kao što je povećanje aktivnosti jetrenih enzima, zabilježeno je kod ljudi izloženih HCH tehničke čistoće, prvenstveno inhalacijom pesticida tokom obrade biljaka. Nema podataka za pojedince koji su unijeli HCH ingestijom ili  $\gamma$ -HCH preko kože. Povećanje koncentracije citokrom P-450 pronađeno je kod štakora uslijed izlaganja udisanjem. Ispitivanja na životinjama također su pokazala da je ingestija  $\alpha$ -,  $\beta$ - i  $\gamma$ -HCH izomera pojedinačno ili kao HCH tehničke čistoće, rezultirala nekim stepenom promjena na jetri, uključujući povećanu mikrozomalnu aktivnost, povećanje težine jetre, blagu do umjerenu nekrozu jetre, te rak jetre. Uticaji na jetru kod životinja izloženih  $\gamma$ -HCH ili HCH tehničke čistoće, preko kože, bili su slični onima nađenim nakon oralne izloženosti. Iako su ograničeni podaci o uticaju na ljude, uticaj na jetrene enzime nakon izloženosti su slične onima kod ispitivanja na životinjama.

*Neurološki učinci.* Neurološki učinci, uključujući paresteziju lica i ekstremiteta, glavobolju, vrtoglavicu, abnormalan EEG uzoraka, a često napade i konvulzije, primjećeni su kod osoba profesionalno izloženih  $\gamma$ -HCH ili pojedinaca izloženih slučajno ili namjerno velikim količinama  $\gamma$ -HCH gutanjem ili preko kože. Akutno i intermedijarno izlaganje životinja visokim dozama  $\gamma$ - i  $\beta$ -HCH oralnim ili putem kože ima uticaja na središnji nervni sistem koji se ogleda u poremećajima ponašanja, smanjenju brzine nervne provodljivosti, konvulzijama, napadima i komi.

*Reproduktivni učinci.* Informacije o potencijalnoj reproduktivnoj toksičnosti HCH kod ljudi su ograničene. Povećanje u serumu luteinizirajućeg hormona

zabilježeno je kod muškaraca, ali nivoi drugih reproduktivnih hormona nisu bitno promijenjeni. Osim toga, povećani nivoi ukupnih izomera HCH i  $\gamma$ -HCH u krvi otkriveni su kod žena koje su doživjele spontani pobačaj ili prerani porod. Budući da su žene izložene većem broju različitih organohlorinih pesticida, teško je uspostaviti uzročnu vezu između izloženosti HCH i nepovoljnog reproduktivnog ishoda. Reproductivni efekti su primjećeni u laboratorijskih životinja koje su bile izložene oralno  $\gamma$ -,  $\beta$ -, ili HCH tehničke čistoće. Kod muških štakora, izlaganje 1 mg/kg/dan  $\gamma$ -HCH rezultiralo je smanjenjem broja spermija i/ili spermata. Ovaj efekat je promatran nakon izloženosti zrelih životinja i životinja izloženih tokom trudnoće ili dojenja. Smanjenje spermija je bilo također promatrano u štakora izloženih HCH tehničke čistoće. Efekti na ženke štakora, miševa i zečeva izloženih  $\gamma$ - ili  $\beta$ -HCH uključuju atrofiju jajnika, ometanje ciklusa ovarija i smanjenja ovulacije. Općenito, efekti kod ženki su se pojavili nakon izloženosti većim dozama nego u mužjaka.

**Rak.** Korištenje  $\gamma$ -HCH pesticida od strane poljoprivrednika povezana je sa 50% povećanim rizikom od non-Hodgin-ova limfoma. Međutim, uzročna veza se nije mogla utvrditi zbog upotrebe i drugih pesticida. Nekoliko studija je pokušalo ispitati moguću vezu između povišenog nivoa HCH u krvi i rizika od raka dojke; jedna studija je utvrdila vezu, a tri studije nisu. Hepatocelularni karcinom je najčešći tip tumora, iako je u mnogim studijama jetra jedini organ koji se ispituje. Benigni adenom pluća je također povećan kod miševa nakon hronične izloženosti  $\gamma$ -HCH. Osim toga, studija je pokazala da  $\alpha$ -,  $\beta$ - i  $\gamma$ -HCH podstiču razvoj tumora kod štakora izloženih jednoj dozi N-nitrozomorfolina. Odjel za zdravlje i usluge ljudima je utvrdio da  $\gamma$ -HCH i drugi HCH izomeri mogu uzrokovati rak kod ljudi. IARC je utvrdila da je HCH potencijalno karcinogen za ljude. EPA je klasificirala HCH tehničke čistoće i  $\alpha$ -HCH kao vjerojatno karcinogeni,  $\beta$ -HCH kao moguću ljudski karcinogen, a  $\delta$ -HCH i  $\epsilon$ -HCH kao da nisu karcinogeni.

## Endosulfan

Endosulfan je sintetski pesticid. On se koristi za kontrolu brojnih insekata na usjevima kao što su žitarice, čaj, voće i povrće, duhan i pamuk. Također se koristi kao konzervans drva. Endosulfan se prodaje kao mješavina dva različita oblika iste hemikalije ( $\alpha$ - i  $\beta$ -endosulfan). Endosulfan tehničke čistoće sadrži najmanje 94%  $\alpha$ - i  $\beta$ -endosulfana.  $\alpha$ - i  $\beta$ -izomeri su prisutni u omjeru 7:3. Većina studija nastala je upotrebom ovog endosulfana. Međutim, malo su ispitani učinci čistih  $\alpha$ - i  $\beta$ -izomera. Endosulfan sulfat je reakcioni proizvod nađen u endosulfanu tehničke čistoće kao posljedica oksidacije, bioloških transformacija ili fotolize. Postoji vrlo malo razlika u toksičnosti između endosulfana i njegovog metabolita, endosulfan sulfata. Međutim, pokazalo se da je  $\alpha$ -izomer oko tri puta otrovniji od  $\beta$ -izomera endosulfana.

Endosulfan ulazi u zrak, vode i tla kada se proizvodi ili kad se koristi kao pesticid. Često se primjenjuje pomoću prskalice za usjeve. Nešto endosulfana može putovati zrakom na velike udaljenosti prije nego dospije na usjeve, tla ili vode. Na usjevima se uglavnom razgrađuje u roku od nekoliko sedmica. Endosulfan pronađen u blizini mjesta opasnog otpada obično se nalazi i u tlu. Iz tla isparava u zrak, a nešto se razgrađuje u tlu. Pa ipak, može ostati u tlu i do nekoliko godina prije nego se sav razgradi. Kišnica može sprati endosulfan koji je vezan na čestice tla u površinske vode. Nije lako topiv u vodi. Većina endosulfana u površinskim vodama je vezan za čestice tla koje lebde u vodi ili je vezan za čestice na dnu. Male količine endosulfana koje se otapaju u vodi, padnu na dno s vremenom. Ovisno o uslovima u vodi, može trajati do jedan dan ili može potrajati nekoliko mjeseci. Nešto endosulfana iz površinskih voda isparava u zrak i pada. Zato što nije lako topiv u vodi, samo se vrlo male količine endosulfana nalaze se u podzemnim vodama (vode ispod površine tla, na primjer, voda u česticama tla). Životinje koje žive u vodama zagađenim endosulfanom mogu ga nakupiti u svojim tijelima. Količina endosulfana u tijelu može biti nekoliko puta veća nego u okolnoj vodi.

## Toksično djelovanje endosulfana

Najvjerojatniji način za ljude da budu izloženi endosulfanu je zagađena hrana. Endosulfan je pronađen u nekim prehrambenim proizvodima kao što su ulja, masti, te voće i povrće. Također mogu biti izloženi niskim nivoima endosulfana preko kože kad su u kontaktu sa zagađenim tlom ili cigaretama od duhana koji ima ostataka endosulfana na sebi. Voda za piće nije izvor izloženosti endosulfanu. Radnici mogu udisati tokom prskanja pesticida na usjeve. Ekspozicija se može dogoditi udisanjem prašine ili ostacima pesticida na koži ako se ne slijede sve sigurnosne procedure tokom rukovanja. Najvjerojatnija izloženost endosulfanu za ljude koji žive u blizini mjesta opasnog otpada je preko kontakta s tlom koji ga sadrži.

Međutim, nije poznato koja količina i kojom brzinom će endosulfan ulaziti u organizam, odnosno krvotok nakon izloženosti bilo preko hrane, kože ili udisanjem. Ljudi koji žive u okolici mjesta opasnog otpada mogu biti izloženi endosulfanu prvenstveno putem dermalnog kontakta ili ingestijom onečišćenih tala, jer je taj spoj pronađen vezan na čestice tla. Iako se endosulfan može naći u vodi kao koloidna suspenzija adsorbirana na čestice, ne očekuje se da će biti veliki put izlaganja endosulfanu ingestijom kontaminirane pitke vode, budući da endosulfan nije topiv u vodi. Isto tako, izloženost udisanjem iz kontaminiranih medija nije glavni put izloženosti endosulfanu jer nije jako volatilan. Za opću populaciju (uključujući i osobe koje ne žive u blizini opasnog otpada), najvjerojatniji put izloženosti endosulfa-

nu je putem ingestije ostataka na kontaminiranoj hrani. Klinički znaci su zajednički i za ljude i životinje nakon akutne izloženosti visokim dozama endosulfana (npr. hiperaktivnost, tremor, smanjeno disanje, dispneja, salivacija, smrt) i pokazuju kao glavnu metu toksičnosti nervni sistem. Međutim, biomarkeri se uglavnom ne vide nakon dugoročne izloženosti niskoj dozi.

Informacije o učincima endosulfana na ljude su uglavnom iz studija o izloženosti i slučajeva namjerne ili slučajne ingestije endosulfanu. Raspoložive profesionalne studije imaju ograničenja, uključujući i nedostatak preciznih podataka o izloženosti te prisustvu drugih spojeva. Nema podataka u vezi efekata na imunološki i reproduktivni sistem, odnosno učinaka na razvoj kod ljudi izloženih endosulfanu. Nema izvještaja o raku. Endosulfan nije izazvao rak kod životinja testiranih tokom eksperimenata, ali su pronađeni dokazi o promicanju aktivnosti. Ciljani organi identificirani kod eksperimentalnih životinja, ali ne i ljudi, su gastrointestinalni trakt, krv, jetra, bubrezi, spolni organi i imunološki sistem. Razvijanje toksičnosti je također zabilježeno kod životinja. Tu dolazi do sukobljavanja dokaza iz istraživanja na životinjama da li su mlade životinje više osjetljive na učinke endosulfana od starijih životinja. Primjećeni efekti na dišni i kardiovaskularni sustav su najvjerojatnije sekundarna djelovanja endosulfana na središnji nervni sistem koji kontrolira respiratorne i kardiovaskularne funkcije. Glavni metabolit endosulfana, endosulfan sulfat, također se može naći na nekim mjestima opasnog otpada i slične je toksičnosti kao endosulfan.

## **Polihlorirani bifenili (PCB) kao POPs-ovi**

Polihlorirani bifenili su sintetska jedinjenja čija komercijalna proizvodnja počinje 1927. godine u Monsanto tvornici papira i boja (Sjeverna Amerika). To su molekule aromatskih struktura koje imaju povezana dva benzenova prstena u kojima su pojedilni ili svi atomi vodika zamijenjeni atomima hlora. Hemijska formula PCB-a je  $C_{12}H_{10-n}Cl_n$  gdje je «n» broj atoma hlora. S obzirom na broj i položaj atoma hlora moguće je oko 209 različitih izomera i homologa PCB-a koji se nazivaju kongenerima. Kao i mnogi organohlorini spojevi, različiti kongeneri su postojani i bioakumuliraju se u hranidbenom lancu.

Pri proizvodnji PCB-a nastaju i dioksini i furani. Po obliku 12 od ukupno 209 različitih molekula PCB-a su strukturno i djelovanjem slični dioksinima, a oko stotinu ih je jednake toksičnosti. Dioksini se smatraju najtoksičnijim jedinjenjima koja su napravljena, a furani su deset puta manje toksični. Terminom «Toxic Equivalency Factor» mjeri se i opisuje potencijal sličnosti dioksina i PCB-a. Ostali PCB-i koji nisu slični dioksinima imaju druga toksična svojstva. Zbog neprovodljivosti i nezapaljivosti dosta su korišteni kao zaštita

od plamena, tečnost za hlađenje i u transformatorima, kondenzatorima kao maziva te u drugoj različitoj opremi elektro industrije, zatim u sredstvima za fiksiranje mikroskopskih preparata, imerzionim uljima, vakuum pumpama, mikrovalnim pećnicama. Većina tih primjena je danas zabranjena zakonom, ali obzirom da je oprema koja sadrži PCB-e bila široko u upotrebi, a neka je još funkcionalna, otpadna ulja iz takvih sistema često sadrže količine PCB koje se mogu mjeriti. Dokazano je i da neki PCB-i imaju insekticidnu i fungicidnu aktivnost, ali nikad nisu korišteni kao pesticidi već kao dodatak tehničkim smjesama nekih organskih pesticida radi sprečavanja njihovog isparavanja i produžavanja insekticidnog dejstva.

Kada se ispuste u okoliš, PCB-i se teško razgrađuju i kruže između zraka, vode i tla, tokom čega se zadržavaju i dosta nagomilavaju, a posebno u masnim tkivima pojedinih pripadnika ekološkog lanca prehrane. Obzirom da su lipofilni i akumuliraju se u prehranbenom lancu, najveća izloženost je putem masne hrane životinjskog porijekla, nekih vrsta riba i mliječnih proizvoda. Posljednjih desetljeća nivo PCB-a u ribama sa visokim sadržajem masnoća opada.

## **Mehanizmi djelovanja PCB-a i njihova toksičnost**

Kad su radnici Monsanto u Sjevernoj Americi pogođeni primarnim simptomima: aknama, gubitkom energije, gubitkom apetita, lezijama kože, počela se razvijati svijest o djelovanju PCB-a na čovjeka. Tokom zadnjih 30 godina u Vijetnamu su zabilježeni brojni teratogeni učinci (koristio se 2,4,5-T pomiješan sa dioksinima – vijetnamska bolest), kada ljudi postaju svjesni i mogućeg kancerogenog dejstva. 1968. godine u Kyushu-u u Japanu desilo se trovanje rižinim uljem (Yusho-katastrofa) koje je bilo kontaminirano PCB tekućinom, gdje su se, pored primarnih simptoma, iskazali efekti i preko mrtvorodenčadi ali i kod djece koja su preživjela, ali sa oštećenjima. Kasnije se pokazalo da izazivaju i rak limfnih čvorova, jetre, rastao je rizik od raka pluća, izazivaju oštećenja imunog sistema, reproduktivnog, nervnog i endokrinog sistema.

PCB-i se mogu unijeti u organizam oralno, preko kože, udisanjem i pasivnom difuzijom prolaze kroz stanične membrane. Skloni su akumuliranju u tkivima sa puno masnoća, ali su nađeni i u drugim tkivima. Raspodjela PCB-a u organizmu ovisi o strukturi i fizičko-hemijskim svojstvima, ali i o dozi u kojoj je prisutan, pa su tako eksperimentalna istraživanja na životinjama pokazala da se inicijalno vezuju na jetru i mišiće, zatim PCB-i sa većim stepenom hlorinacije se uglavnom preraspodjeljuju u masna tkiva i kožu....Eliminacija PCB-a iz organizma se primarno odvija preko jetrenog citohrom P-450 monooksigenaznog sistema i koji je u ovisnosti o hloriranoj strukturi kongenera.



















Prema mehanizmu djelovanja PCB se dijele u tri vrste: PCB slični estrogenima, PCB slični dioksinima te PCB slični fenobarbitalima.

*In vitro* i *in vivo* studije su pokazale da neki PCB-i, njihovi metaboliti i smjese mogu djelovati mehanizmima endogenih hormona imitirajući neke biološke aktivnosti estrogena, uključujući prijevremeni pubertet, poremećaj funkcija maternice i indukciju estrogen zavisnih enzimatskih aktivnosti. Pojedini kongeneri, vezivanjem za transtiretin-proteinski nosač tiroidnog hormona, remete biološku povratnu spregu hipofize i hipotalamusa. PCB-i supstituirani u orto položaju vezivanjem za transtiretin remete transport hormona štitnjače. PCB-i slični dioksinima remete funkciju tireoidee na način da smanjuju razine trijodtironina (T3) i tiroksina (T4). PCB-i se smatraju i rizičnim faktorom za razvoj kardiovaskularnih bolesti jer pokazuju proinflatorni i proaterogeni učinak te da povećavaju rizik od hipertenzije. Značajan porast mortaliteta od kardiovaskularnih bolesti primijećen je kod radnika u proizvodnji kondenzatora koji su bili izloženi PCB-ima duže od 5 godina. U serumu ispitanika s Yusho sindromom su pronađene povišene koncentracije PCB-a i nakon 35 godina od trovanja. Utvrđena su povišena lipidna peroksidacija i stanje konstantnog oksidativnog stresa te povećan rizik za razvoj hipertrigliceridemije. Pored ovih opisanih toksičnih djelovanja, treba istaknuti i neurotoksično i imunološko djelovanje PCB-a. Pomanjkanje neurotransmitera acetilholina ili smanjena aktivnost enzima holin acetiltransferaze (ChAT) tokom dužeg perioda, prethode nastajanju Alzheimer-ove bolesti, sa smanjenom sposobnošću učenja i pamćenja. Studija na štakorima je pokazala da *in utero* i kasnije tokom laktacije izloženost PCB-ima smanjuje aktivnost ChAT u neonatalnom periodu. Mnogobrojne studije na životinjama potvrđuju da PCB-i uzrokuju poremećaje ponašanja i smanjene mogućnosti učenja, ali i izlaganje ljudi PCB-ima u najranijim godinama uzrokuje neurobihevirolne poremećaje. PCB-i takođe ispoljavaju imunosupresivno djelovanje. Planarni PCB kongeneri djeluju na imunološku funkciju na način da smanjuju citotoksičnu aktivnost T limfocita i produkciju antitijela kod životinja.

Različite biološke i toksikološke promjene u mnogobrojnim testovima inducirane pojedinim PCB kongenerima ovise o broju i poziciji supstituiranih atoma hlora. Planarni PCB-i koji ne sadrže atome hlora u orto položaju se smatraju toksičnijim od neplanarnih. Njihovo djelovanje je povezano sa njihovim visokim afinitetom za vezivanje na Ah-receptore (AhR), dok su neplanarni slabi antagonisti AhR-a. Treba napomenuti da o Ah-receptoru ne ovise svi toksični učinci te da PCB-i neplanarne strukture i oni koji su orto supstituirani mogu djelovati drugim mehanizmima.

**Zakonski okvir projekta "Aktivnosti za omogućavanje pravovremenog djelovanja pri imple-**

**mentaciji Štokholmske konvencije o postojanim organskim onečišćujućim materijama (POPs) u Bosni i Hercegovini"**

Na nivou Bosne i Hercegovine postoji sedam zakona vezanih za zaštitu okoliša, zaštitu bilja i upravljanje hemikalijama.

Okolišna pitanja su u nadležnosti entiteta, koji uređuju politiku zaštite okoliša i donose odgovarajuće propise. Zakonom o ministarstvima i drugim tijelima uprave Bosne i Hercegovine (Službene novine BiH, br. 05/03, 42/03, 26/04, 42/04, 45/06, 88/07, 35/09, 59/09, i 103/09) propisana je nadležnost Ministarstva vanjske trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine u oblasti zaštite okoliša i korištenja prirodnih resursa na državnom nivou:

- Koordinacija u provođenju međunarodnih sporazuma, ugovora i programa socijalne i ekonomske obnove, tranzicije i razvoja, te borbe protiv siromaštva
- Provođenje međunarodnih okolišnih sporazuma i programa (GEF)
- Koordinacija u upravljanju prirodnim resursima u BiH
- Definiranje politike, osnovnih principa i usklađivanje entitetskih tijela vlasti i institucija na međunarodnom planu.

Relevantni međunarodni sporazumi za provođenje projekta – Konvencije i Protokoli sa sinergijskim djelovanjem su:

- **Štokholmska konvencija o POPs** (Sl. Novine BiH, Međunarodni ugovori, broj 01/10);
- **Roterdamska konvencija** o prethodnom postupku obavijesti o saglasnosti za promet nekih opasnih hemikalija i pesticida u međunarodnoj trgovini (Sl. Novine BiH, Međunarodni ugovori, broj 14/06);
- **Bazelska konvencija** o prekograničnom kretanju otpada (Sl. Novine BiH, Međunarodni ugovori, broj 31/00);
- **Barcelonska konvencija**, Protokol o zaštiti mora od zagađenja uzrokovanog aktivnostima na kopnu (tzv. LBS Protokol), Pripremljen je akcioni plan za eliminaciju novih POPs-a u Mediteranu;
- **Konvencija o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju vazduha** (LRTAP), Protokol o POPs – usvojen u Arhusu 1990. godine, stupio na snagu 23.11.2003., nije ratificiran;
- **CVC konvencija** o zabrani razvoja, proizvodnje, gomilanja i upotrebe hemijskog oružja i njegovu uništavanju;
- **Arhuska konvencija** o dostupnosti informacija, učešću javnosti u odlučivanju i do-

stupnosti pravosuđa u pitanjima koja se tiču okoline, 2009.

Kada se govori o transpoziciji i implementaciji evropske legislative iz oblasti hemikalija, važno je napomenuti da je Bosna i Hercegovina stekla status zemlje predkandidata za ulazak u EU dana 16.06.2008. godine. Na osnovu toga proizilaze obaveze transpozicije i implementacije okolinskog *aquis*a i iz sektora Hemikalija. Sedmi pregled transpozicije je završen. Utvrđen je ograničen napredak u pogledu *aquis*a – hemikalije u F BiH i Brčko Distriktu. U RS-u je ostvaren progres po navedenom pitanju.

EU direktive koje reguliraju oblast hemikalija, a koje treba transponovati u BiH zakonodavstvo su:

- Direktiva 2004/9/EZ Pregled i provjera dobre laboratorijske prakse;
- Direktiva 2004/10/EZ Potreba usklađivanja potrebnih zakona i drugih propisa o primjeni načela dobre laboratorijske prakse i provjeri njihove primjene u ispitivanju hemijskih tvari;
- Uredba 1907/2006 (REACH) Proizvodnja i upotreba hemikalija do 2020. u EU, smanjiti uticaj na okoliš;
- Uredba 1272/2008 (CLP) Direktiva o pregledu i provjeri dobre laboratorijske prakse;
- Uredba 689/2008 (PIC) Uredba o uvozu i izvozu hemikalija;
- Uredba 648/3004 Deterdženti
- Uredba 440/2008 Utvrđuje ispitne metode o registriranju, ocjenjivanju, odobravanju i ograničavanju hemikalija

## Ciljevi i svrha projekta

Svrha projekta "Aktivnosti za omogućavanje pravovremenog djelovanja pri implementaciji Štokholmske konvencije o postojanim organskim onečišćujućim materijama (POPs) u Bosni i Hercegovini" je jačanje kapaciteta i sposobnosti Bosne i Hercegovine sa ciljem izrade Nacionalnog plana implementacije.

## Osnovne aktivnosti predviđene projektom su:

- Uspostava sistema za inventuru POPs-a u Bosni i Hercegovini (proizvodnja, trgovina, odlaganje, emisija);
- Ocjena postojećeg zakonodavstva, institucionalnih i tehničkih kapaciteta za upravljanje i monitoring upotrebe POPs-a;
- Ocjena socio-ekonomskih implikacija o smanjenju korištenja POPs-a, razvoj svijesti o rizicima povezanim sa njihovim korište-

njem i nužnoj eliminaciji – uvođenje alternativnih hemikalija;

- Izrada nacionalnog plana implementacije eliminacije POPs-a;
- Pomoć u uspostavi bosansko-hercegovačkog sistema za izvještavanje Sekretarijatu Konvencije.

Institucija nadležna za provođenje odredbi Štokholmske konvencije u Bosni i Hercegovini je Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa (MVTEO), sa kojom će Konsultant sarađivati u cilju provedbe aktivnosti određenih projektnim zadatkom, koji se odnose na izradu Nacionalnog plana implementacije. Pomenutim planom će se definirati struktura za provedbu Konvencije i svih obaveza koje iz nje proizilaze, odrediti prioritete aktivnosti i izraditi akcijski plan za postupanje sa POPs-ima u Bosni i Hercegovini.

Upravni odbor projekta je sastavljen od predstavnika svih relevantnih institucija u BiH: MVTEO, NFP (nacionalna fokalna tačka) Roterdamske i Bazelske konvencije, Ministarstvo civilnih poslova, entitetska ministarstva zdravlja, poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva i odgovarajuća ministarstva Brčko distrikta.

Projektom je predviđena realizacija sa vlastitim bosansko-hercegovačkim kadrovima, održavanje okruglih stolova i tematskih radionica, radionica za obuku bosansko-hercegovačkih kadrova (2-35 učesnika), priprema stručnih materijala i izvještaja pripremljenih od domaćih ekspertnih timova, koordiniranih od menadžera projekta i tehničkih savjetnika (međunarodni eksperti), kao i potvrđivanje finalnog izvještaja od Vlada entiteta, Vlade Brčko distrikta i Vijeća Ministara.

## Literatura:

Sedić D. (2011) Validacija SPE-GC-ECD metode za određivanje izabranih organohlornih pesticida u površinskim vodama, Magistarski rad, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Sarajevu

Kmetič I., Murati T., Kvakanić K., Ivanjko M., Šimić B (2012) Poliklorirani bifenili - toksičnost i rizici. Croat. J. Food Sci. Technol. 4(1)71-80

Šalomon D. (2004) PCB-i – Seminar, Prirodoslovno-matematički fakultet, biologija

Jovančićević B., Dugotrajne organske zagađujuće materije (Persistent Organic Pollutants, POPs), Hemijski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Radna verzija, 60-68, preuzeto 07.03.2010.

Materijali sa Prve radionice projekta "Aktivnosti za omogućavanje pravovremenog djelovanja pri implementaciji Štokholmske konvencije o postojanim organskim onečišćujućim materijama (POPs) u Bosni i Hercegovini", Sarajevo



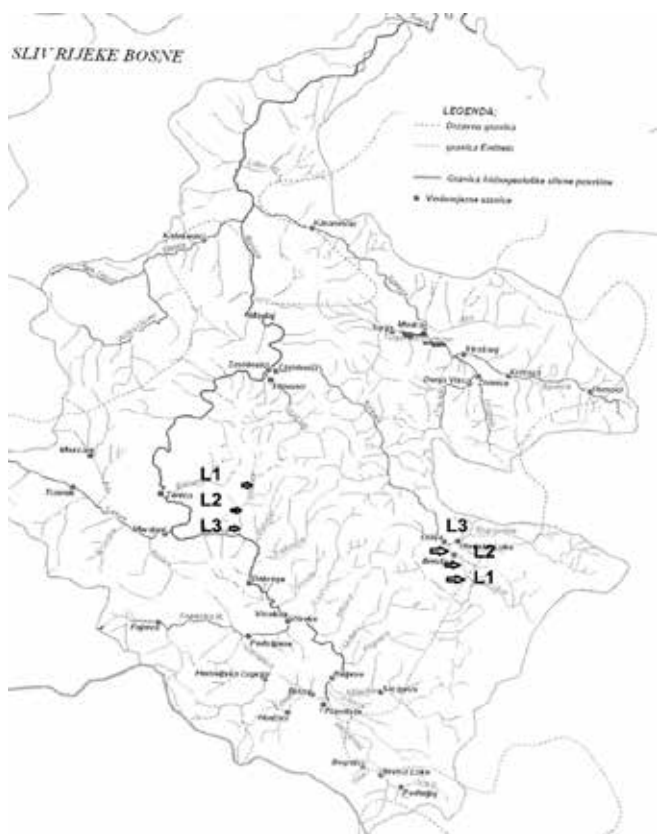
# KOMPARATIVNI SASTAV MAKROZOOBENTOSA RIJEKE RIBNICE (KAKANJ) I RIJEKE BIOŠTICE (IZNAD OLOVA)

## Uvod

**U** članku su prikazani rezultati kvalitativno-kvantitativne analize sastava makrozoobentosa u devet zbirnih uzoraka na lokalitetima rijeke Ribnice (tri lokaliteta) i rijeke Bioštice (tri lokaliteta). Uzorkovanje je izvršeno primjenom „kick sampling“ metodologije, uz jednokratna istraživanja u peiodu 15.07.2009. U uzorcima lokaliteta na rijeci Ribnici konstatovano je 11 taksona sa 118 jedinki, a u uzorcima rijeke Bioštice 13 taksona sa 166 jedinki makrobescičmenjaka. Prema vrijednostima saprobnog indeksa lokaliteti rijeke Ribnice su u betamesosaprobnj kategoriji, a rijeke Bioštice oligo do oligo/betamesosap-rni. Primjenom klaster analize u određivanju stupnja sličnosti izražena je velika razlika u sastavu makrozoobentosa rijeka Ribnice i Bioštice, odnosno nizak stepen sličnosti. Ovakav rezultat je posljedica različitosti općih ekoloških uvjeta u vodotocima, a i hidrogeoloških karakteristika istraživanih tekućica.

Makrozoobentos tekućih ekosistema predstavlja komponentu životnog kompleksa zoobentosa koji se dugi niz godina istražuje u aspektu ocjene stanja ekosistema. Velika raznovrsnost skupina koje su u sastavu ovog segmenta bentosa je jedna od glavnih prednosti mogućih reakcija na promjene abiotičkih

uvjeta u vodotoku. Pored aplikativne, ovi organizmi imaju značajnu ulogu u autopurifikaciji vodnih ekosistema koja obezbjeđuje uspješno kruženje organske materije i protok energije. Kvalitativno-kvantitativni sastav makrozoobentosa koji uključuje praćenje abundance i sastava populacija, najobjektivnije odlikava stanje u ekosistemu. Različite potrebe vrsta u vodnom ekosistemu, koje su rezultire širokim spektrom adaptacija na uvjete, rezultirale su i razlike u stupnju indikacije stanja. Posebno značajni sa aspekta pouzdanosti u indikaciji stanja su predstavnici senzibilnih grupa (redovi insekata), ali i vrste vezane za stanište sa svim svojim prirodnim obilježjima. U analizi sastava makrozoobentosa pored sezonalnih analiza sastava, posebno su interesantna komparativna istraživanja odvojenih vodotoka, čiji sastav može pokazivati veći ili manji stupanj sličnosti/razlika. Na distribuciju i sastav makrozoobentosa u riječnim tokovima veliku uticaj (stresno) imaju izmjene parametara hidromorfologije, slijevanje voda sa obradivih površina, utok nutrijenata, a već je utvrđeno da fizičko/hemijski parametri vode koji prate analize makrozoobentosa ne daju dovoljno informacija o stanju populacija makrozoobentosa (Pavlin et al.2011). Pored toga na izmjenu sastava makrozoobentosa veliku ulogu imaju interakcije jedinki unutar kompleksa makrozoobentosa.



**Slika 1.** Položaj rijeke Ribnice i Bioštica sa lokalitetima istraživanja

## Prostor istraživanja

Rijeka Ribnica je desna pritoka rijeke Bosne, (sl.1). izvire na planini Bakuš na koti Sklope na 1100 m nadmorske visine, uskom dolinom se spušta do rijeke Bosne, ulijevajući se u nju oko 3 km nizvodno od grada Kaknja. Ušće Ribnice u rijeku Bosnu nalazi se na 370 m nadmorske visine u gradu Kaknju i leži na 44° 8' 20" sjeverne geografske širine i 18° 4' 45" istočne geografske dužine.

Rijeka Bioštica izvire iz podnožja planine Devetak kod sela Knežine u općini Sokolac, prosječnim padom korita 9,9% i dužinom toka 28 km. Uzvodno

iznad Olova (Zeleni vir) rijeka formira veliki vodopad, a veliku količinu vode u rijeku donosi lijeva pritoka Kaljina sa Blatinicom (Mučibabić i sur., 1979). Ova rijeka dolazeći sa lijeve strane sastavlja se sa rijekom Stupčanicom koja dolazi sa desne strane i zajedno formiraju rijeku Krivaju (sl.1).

Osnovni cilj rada je utvrditi stupanj sličnosti/različitosti dvije manje rijeke u slivu rijeke Bosne na temelju sastava makrozoobentosa i ukazati na stupanj pouzdanosti ovog životnog kompleksa u determinanti tipa tekućica.

## 2. Materijal i metodika rada

Uzorkovanje makrozoobentosa na lokalitetima rijeke Ribnice i Bioštica izvršeno je jednokratno 15.07.2009. godine.

Na rijeci Ribnici istraživani su lokaliteti (sl.1):

L1 – gornji tok; L2 –uzvodno od mjesta Ribnica i L3 – ušće u rijeku Bosnu.

Na rijeci Bioštica istraživanja su obuhvatila lokalitet u mjestu Zeleni vir (L1), lokalitet u mjestu Bioštica (L2) i (L3) uzvodno od sastava sa Stupčanicom (sl.1).

## Opis lokaliteta na rijeci Ribnici

Gornji tok Ribnice uzvodno prema samom izvoru ove rijeke, je sa širinom korita 7–8 m (sl.2). Obraslost biljem je neujednačena, na desnoj strani su prisutne stabla johe (*Alnus glutinosa L.*), hrasta (*Quercus sp. L.*), vrbe (*Salix alba L.*), dok je na lijevoj strani prisutan bagrem (*Robinia pseudoacacia L.*). U okviru mikrostanista istraživanog područja dominira megalital. Osunčanost vodotoka je relativno ujednačena. Voda je zamućena bez mirisa. Korito rijeke na ušću ima niske obale obrasle drvenom vegetacijom. Širina korita je 6-7 m. Na desnoj obali prisutna su stabla johe (*Alnus glutinosa L.*), vrbe (*Salix alba L.*), dok su na lijevoj strani prisutna stabla hrasta (*Quercus*



Lokalitet 1

Lokalitet 2

Lokalitet 3

**Slika 2.** Lokaliteti istraživanja na rijeci Ribnici



L1-Zeleni vir

L 2 – Bioštica

L3-sastav sa Stupčanicom

**Slika 3.** Lokaliteti istraživanja na rijeci Bioštica

sp. L.) i obrađene površine za uzgoj kultiviranog bilja i žitarica. Osunčanost vodotoka je relativno ujednačena. Voda je замуćena, bez mirisa sa dubinom je 10-20 cm. Sediment na ušću je mezo i mikrolital. Rijeka Ribnica na lokalitetu uzvodno od mjesta Ribnica (lokalitet 2) je sa koritom od 6,5 m, desna obala je

visine 40 cm, a lijeva obala do 90 cm. Dominantno se javlja mezolital kao sediment, a manjim procentom javlja se i mikrolital (5%) i psamal (5%). Desna obala korita je obrasla grmovima prirodne vegetacije, a na lijevoj obali je prisutna divlja deponija smeća.

**Tabela 1.** Kvalitativno-kvantitativni sastav makroinvertebrata u uzorcima bentosa rijeke Ribnice

RIJEKA RIBNICA						
Makroinvertebrata	L1-gornji tok		L2- srednji tok		L3 - ušće	
	br.j.	R.A.	br.j.	R.A.	br.j.	R.A.
INSECTA						
<b>Ephemeroptera</b>						
Baetis rhodani	12	3	12	3	3	1
Ecdyonurus venosus	2	1	4	2		
Ephemerella ignita	2	1	4	2	3	1
Oligoneuriella rhenana			12	3		
<b>Plecoptera</b>						
Leuctra sp.	4	2	6	2		
<b>Trichoptera</b>						
Cheumatopsyche lepida			5	2		
Hydropsyche sp.	1	1	3	1		
H. angustipennis	2	1			3	1
Coleoptera						
Hydraena gracilis	2	1				
Diptera						
Limoniidae			4	2		
Chironomidae	20	3	6	2	8	2
<b>Σ broj jedinki</b>	<b>45</b>		<b>56</b>		<b>17</b>	
<b>Σ broj taksona</b>	<b>8</b>		<b>9</b>		<b>4</b>	

## Lokaliteti istraživanja na rijeci Bioštica

Na lokalitetu Zeleni vir korito rijeke Bioštice je širine 20 m sa visinom obala do 30 cm. Nizvodno na ostala dva istraživana lokaliteta korito rijeke se proširuje, a sediment je dominantno mezolital. Obale su gusto obrasle stablima crne johe, vrbe, gloga i zove. Uzvodno od sastava sa Stupčanicom, u vrijeme nižeg vodostaja u koritu se formira ada koja je obrasla grmovima vrbe (sl.3).

Uzorkovanje makrozoobentosa izvršeno je „kick samling“ metodom, a dalja obrada uzoraka izvršena je u laboratoriju Odsjeka za biologiju Prirodno-matematičkog fakulteta Sarajevo.

Rezultati kvalitativno-kvantitativne analize prikazani su tabelarno, a uz ocjenu kvaliteta vode primjenom saprobnog indeksa Pantle-Buck, 1955 izvršena

je i analiza stupnja sličnosti između lokaliteta na rijekama kao i samih rijeka uz aplikaciju Bray-Curtisovog indeksa na bazi kvalitativno-kvantitativnog sastava makrozoobentosa.

Statistička obrada podataka (saprobní indeks, Shannon-Weaver, 1949-indeks diverziteta i Bray-Curtis-ov indeks) izvršena je ekološkim paketom softver PIRIMER 5.

## REZULTATI RADA I DISKUSIJA

U sastavu makrozoobentosa, a na osnovu kvalitativno kvantitativne analize, devet uzoraka lokaliteta na rijeci Ribnici (tab.1), konstatovano je 11 taksona sa dominacijom preimaginalnih stadija vodenih insekata i 118 jedinki. U sastavu vodenih moljaca dominiraju vrste adaptirane na veći stupanj organske materije u vodotoku familije Hydropsychidae (Wegl,1983; Ur-

**Tabela 2.** Kvalitativno-kvantitativni sastav makroinvertebrata u uzorcima bentosa rijeke Bioštice

BIOŠTICA						
Makroinvertebrata	Zeleni vir		Bioštica		Uzvodno od sastava	
	br.j.	R.A.	br.j.	R.A.	br.j.	R.A.
CRUSTACEA						
<b>Amphipoda</b>						
Gammarus balcanicus			6	2	7	2
INSECTA						
Ephemeroptera						
Baetis alpinus	8	2			6	2
<b>Ephemera danica</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		
Ephemerella ignita	4	2	3	1	13	3
<b>Plecoptera</b>						
Diura sp.			1	1		
Leuctra sp.	10	2	13	3	26	4
Perla marginata	4	2	4	2		
Trichoptera						
Rhyacophila sp.					3	1
Hydropsyche sp.					2	1
Coleoptera						
Oulimnius sp.	2	1	2	1		
Esolus sp.	3	1			1	1
<b>Diptera</b>						
Chironomidae	12	3			10	2
Limonidae					20	3
<b>Σ broj jedinki</b>	<b>46</b>		<b>32</b>		<b>88</b>	
<b>Σ broj taksona</b>	<b>8</b>		<b>7</b>		<b>9</b>	

banič, 2004). Posebo je faunistički, značajan nalaz vrste *Oligoneuriella rhenana* (Imhoff, 1852) koja je i ranije konstatovana na lokalitetu ušća u rijeku Bosnu (Trožić-Borovac, 2001). Ovo je univoltna vrsta koja u stadiju jaja prezimljuje, a rast jedinki u proljeće i lje-to uslovljen je temperaturom vode (Haybach, 2006). Od vrsta reda Plecoptera prisutne su jedinke iz roda *Leuctra*, koje izostaju na lokalitetu ušća. Najmanja raznovrsnost kao i broj jedinki makrozoobentosa konstatovan je u uzorcima na ušću rijeke Ribnice.

Na osnovu kvalitativno-kvantitativne analize sastava makrozoobentosa devet uzoraka na tri lokaliteta rijeke Bioštica, konstatovano je veće bogastvo jedinki (166) i veći stupanj raznovrsnosti (13 taksona). Najveća raznovrsnost kao i broj jedinki makrozoobentosa konstatovan je u uzorcima na ušću, što je prije svega rezultat drifta (spiranja). Vrsta rakušca *Gammarus balcanicus* S.1922, veoma široko rasprostranjena u slivu Jadranskog mora (Karaman, 2010; Trožić-Borovac, 2013), a konstatovana je na lokalitetu mjesta Bioštica i uzvodno od sastava. Izražena je dominacija preimaginalnih stadija vodenih insekata, a konstatovana je i veća raznovrsnost plekoptera nego u uzorcima rijeke Ribnice. Vrste su konstatovane i većim brojem jedinki, *Leuctra* sp. javlja se sa 49 jedinki, najvećom gustom u uzorcima uzvodno od sastava sa Stupčanicom (26 jedinki). Vrsta *Perla marginata* manjim brojem jedinki konstatovana je lokalitetima Zeleni vir i Bioštica, a ova vrsta je daleko većim brojem jedinki konstatovana u ranijim istraživanjima u sastavu makrozoobentosa rijeke Bioštica i u rijeci Krivaji (Mučibabić i sur., 1979). U sastavu makrozoobentosa konstatovani su predstavnici koleoptera (larve i imaga) sa dvije vrste.

### Kvalitet vode i stupanj diverziteta

Prema izračunatim vrijednostima saprobnog indeksa na temelju kvalitativno-kvantitativnog sastava uzoraka makrozoobentosa, rijeka Ribnica je na istraživanim lokalitetima u kategoriji betamesosaprobna voda ili sa prisutnom alohtonom organskom materijom u vodotoku (tab.3). Rijeka Bioštica je u kategoriji relativno čistih voda od oligo do oligo/betamesosaprobna. U rijeci Ribnici evidentirano je prisustvo ulijevanja otpadnih voda iz kuća domicilnog stanovništva, ali svako zaključivanje se mora razmatrati uslovno, zbog malog broja uzoraka. Brzina protoka

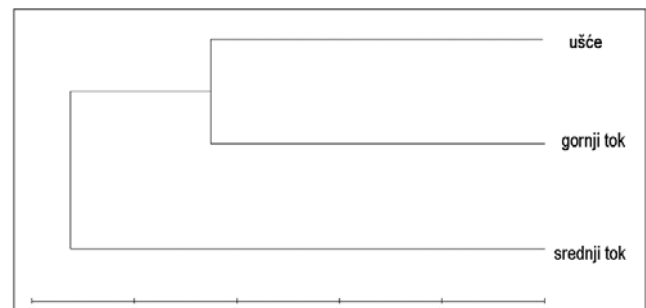
u rijeci Bioštica, sa jedne strane je doprinijela i boljem ekološkom stanju koje se razmatra kroz vrijednost saprobnog indeksa. Indeks diverziteta donekle ima izjednačene vrijednosti na istraživanim lokalitetima obje tekućice.

**Tabela 3.** Vrijednosti saprobnog indeksa i indeksa diverziteta za sastav makrozoobentosa uzoraka sa istraživanih lokaliteta rijeka Ribnice i Bioštica

Lokalitet	Ribnica			Bioštica		
	L1	L2	L3	Zeleni vir	Bioštica	uzvodno od sastava
SI	1,84	1,86	2,1	1,61	1,46	1,76
kvalitet	II	II	II	I/II	I	I/II
H	2,41	2,86	1,77	2,23	2,29	2,01

### Indeks sličnosti/različitosti na temelju sastava makrozoobentosa

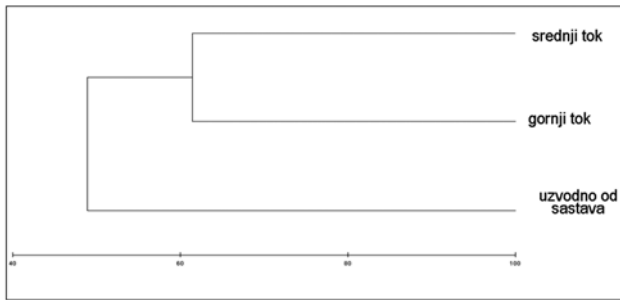
Prema sastavu makrozoobentosa rijeke Ribnice, veći stupanj sličnosti utvrđen je na lokalitetu gornjeg toka i ušća u rijeku Bosnu, dok se lokalitet srednjeg toka (uzvodno od mjesta Ribnice) karakterište različitim sastavom makrozoobentosa, a shodno tome različitim ekološkim uvjetima (graf.1).



**Graf.1.** Stupanj sličnosti/različitosti lokaliteta u rijeci Ribnici na temelju sastava makrozoobentosa (Bray-Curtis, 1957)

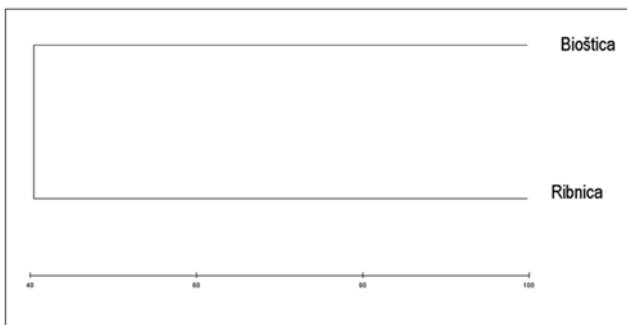
Srednji i gornji tok rijeke Bioštica pokazuju veću stupanj sličnosti (>60%) na temelju sastava makrozoobentosa (graf.2), a kvalitativno-kvantitativni sastav makrozoobentosa na lokalitetu uzvodno od sastava sa rijekom Stupčanicom ima nešto manji stupanj sličnosti (50%). Hidromorfološki uvjeti (tip sedimenta, protok, širina korita isl.) na lokalitetu uzvodno od sastava, su nešto drugačiji u odnosu na lokalitete uzvodno, što je u mnogome uslovlilo i zajednicu makrozoobentosa.





**Graf.2.** Stupanj sličnosti/različitosti lokaliteta u rijeci Bioštici na temelju sastava makrozoobentosa (Bray-Curtis, 1957)

Gobalno posmatrajući, prema vrijednosti apliciranog indeksa sličnosti/različitosti na temelju kvalitativno-kvantitativnog sastava makrozoobentosa rijeke Ribnice (tri lokaliteta) i Bioštice (tri lokaliteta), generalno se može zaključiti o većem stupnju različitosti (graf. 3). Ovakav rezultat se podudara sa razlikama samih rijeka, hidromorfološkim, geografskim, fizičko/hemijskim parametrima vode i sl. Rijeka Ribnica je neposredna pritoka rijeke Bosne, a rijeka Bioštica sa rijekom Stupčanicom formira vodotok rijeke Krivaje. Razlike su rezultat i različitih geoloških uvjeta, rijeka Ribnica se prostire na području vodenopropusnih stijena koje su u neposrednoj vezi sa površinama ugljena.



**Graf.3.** Stupanj sličnosti/različitosti rijeke Ribnice i Bioštice na temelju sastava makrozoobentosa (Bray-Curtis, 1957)

## Zaključak

Na temelju analize kvalitativno-kvantitativnog sastava šest zbirnih uzoraka makrozoobentosa sa lokaliteta na rijekama Ribnica i Bioštica, apliciran je Bray-Curtis-ov indeks sličnosti, čija vrijednost je ukazala na visok stupanj različitosti općih ekoloških uvjeta u ova dva vodotoka. Kvalitativno-kvantitativni

sastav makrozoobentosa u sadejstvu sa općim hidromorfološkim prilikama u vodotoku, može adekvatno odgovoriti na pitanje ekološkog statusa vodnih tijela, ali isto tako pružiti šire podatke nego odgovoriti samo na pitanje stupnja saprobnosti.

## Literatura

1. Bray, J. R. and J. T. Curtis (1957): An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27:325-349.
2. Haybach, A. (2006): Life cycle and timing of emergence of *Oligoneuriella rhenana* (IMHOFF, 1852) in the Kyll River (SW-Germany) [Ephemeroptera : Oligoneuriidae]. *Ephemera*, Vol. 7 (1) : 1-7
3. Karaman, G. (2010): The current approach to the fauna of Amphipoda (Crustacea) in Bosnia and Herzegovina (Contribution to the Knowledge of the Amphipoda 250).- Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina, danas "Symposium – Panel „Darwin Today“ Sarajevo, 24.11. 2009, Special Editions CXXIX, Department of Natural and Mathematical Sciences, Proceedings, Volume 17, 17–28.
4. Mučibabić, S., Kaćanski, D., Marinković-Gospodnetić, M., Tanasijević, M., Krek, S. (1979): Kompleksna limnološka ispitivanja sliva rijeke Bosne (Krivaja). Elaborat, BIUS, Sarajevo, 354p
5. Pavlin, M., Birk, S., I Hering, D., Urbanic, G. (2011): The role of land use, nutrients, and other stressors in shaping benthic invertebrate assemblages in Slovenian rivers. *Hydrobiologia* (2011) 678:137–153
6. Trožić-Borovac, S. (2001): Istraživanje makroinvertebrata bentosa rijeke Bosne i pritoka u ocjeni kvaliteta vode. Doktorska disertacija. Univerzitet u Sarajevu. Prirodno-matematički fakultet.
7. Urbanič, G. (2004): Ekologija in razširjenost mladoletnic (Insecta: Trichoptera) v nekaterih vodotokih v Sloveniji. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta- Oddelek za biologijo, Ljubljana, 189p
8. Wegl, R., (1983): Index für die Limnosaprobitat., Wien, Beiträge zur Gewässerforschung XIII, Band 26, 157-159.

# ZAŠTIĆENA TAJNA – SPOMENIK PRIRODE TAJAN

**P**itanja zaštite prirode i aktivnosti koje se poduzimaju na tom polju sve su izraženija i aktuelnija u svijetu. Jedan od načina skretanja pažnje i podsticaja na djelovanje u cilju zaštite i održivog razvoja jeste i obilježavanje ekoloških datuma.

U proteklim danima ispratili smo dvadeseti po redu Međunarodni dan biološke raznolikosti, proglašen od Ujedinjenih naroda kao spomen na datum usvajanja Konvencije o biološkoj raznolikosti – 22.5.1992. Konvencija, koju je Bosna i Hercegovina ratificirala 2002. godine, uspostavlja očuvanje biološke raznolikosti kao temeljno međunarodno načelo u zaštiti prirode i zajedničku obavezu čovječanstva. Također sadržava osnovna načela na kojima države moraju zasnovati buduće odluke i programe privrednog razvoja i zaštite okoliša. Ovogodišnji slogan Međunarodnog dana biološke raznolikosti je „Voda i biodiverzitet“, a iz UN-a poručuju da je naša odgovornost zaštititi trenutnu razinu biodiverziteta jer jedino tako možemo očuvati i našu opskrbu vodom.

Biološka, geološka, hidrološka i pejzažna raznolikost Bosnu i Hercegovinu nesumnjivo svrstava u red najbogatijih i najraznovrsnijih zemalja u Evropi,

ali i zemalja koje su svrstane na samo dno ljestvice po površini zaštićenih područja, prirodnih vrijednosti i rijetkih i ugroženih vrsta. Razlog tome je nedovoljno funkcionalan i neusklađen zakonski i institucionalni sistem zaštite, ali i općenito nizak nivo ekološke svijesti i učešća javnosti u procesima zaštite prirode i održivog razvoja.

Najmlađe i jedino zaštićeno područje u Zeničko-dobojskom kantonu je Spomenik prirode „Tajan“. Njegova ukupna površina iznosi 4.948,35 ha, od čega 4.038,35 ha pripada općini Zavidovići i spada u I zaštićenu zonu, a preostalih 910,00 ha općini Kanjani, kao II zaštićena zona. Speleološki objekti (jama Atom, jama Javor, Omladinska jama i Lukina pećina), kanjoni (Mašice, Suhe i Duboke Tajašnice), Izron Suhe, Mašičko jezero i stijena, prirodni kameni mostovi sa pećinama, paleontološki i arheološki lokaliteti, šume i geološka raznolikost, brojne endemske i zaštićene biljke i bogatstvo faune, prepoznati su kao osnovne vrijednosti spomenutog područja. Njihovo stavljanje pod zaštitu stvara preduslove za očuvanje trajnih prirodnih karakteristika od izuzetne važnosti, zatim pruža mogućnosti za naučna istraživanja i obrazovanje, otklanjanje i sprečavanje eksploatacije i

## Spomenik prirode Tajan

- Granice parka
- Markirane planinarske staze



Granice Spomenika prirode Tajan, SNIK Atom

oštećenja prirode, te omogućava stanovništvu koje živi u granicama zaštićenog područja korištenje prirodnih dobara koje je u skladu sa ciljevima zaštite.

Nastanak mnogobrojnih pećina, jama, ponora i vrela omogućili su masivni krečnjaci trijasko starosti, po strukturi ispucali i karstificirani, od kojih je izgrađeno skoro cijelo područje Spomenika prirode.

Najizdašnije, ali i najznačajnije vrelo s aspekta zaštite je *Izron Suhe*, koji se nalazi na kraju Kanjona Suhe, kroz koji vodi putna komunikacija prema izletištima Kamenica i Ponijeri. Još davne 1978/79. godine vršena su istraživanja vrela i vodotoka za potrebe vodonabdijevanja. Konstatovano je da su geološki i hidrogeološki odnosi u ovom području veoma kompleksni, naročito u slivu vodotoka. Kao rezultat takvih odnosa korito vodotoka na jednom svom dijelu presušuje u toku ljetnih sušnih mjeseci. Geološka građa terena, u koju ulazi korito nakon izvorišta, omogućava značajnu infiltraciju, a tokom velikih voda dolazi i do većih koncentrisanih poniranja vode u podzemlje, kroz kraške pukotine i pećine. Vode koje se gube iz korita vodotoka, bilo infiltracijom bilo poniranjem, pojavljuju se na kraškom vrelu koje se nalazi na kontaktu magmatskih stijena i karstificiranog krečnjaka. Speleološko-ronilačkim istraživanjem konstatovano je da vrelo egzistira iz potopljene pećine i da se karstni kanal kojim voda iz karsne akumulacije dotiče na izvor nalazi na dubini od 14 m, a da poniruće vode

površinskog toka, u užem području vrela, dotiču kroz kanal na dubini od 5 m. Na osnovu kvalitativnih parametara, utvrđeno je da je voda relativno visokog kvaliteta i pogodna za vodonabdijevanje. Već tada su date i preporuke za poduzimanje odgovarajućih mjera za zaštitu šireg izvorišnog područja, zbog antropogenih utjecaja koji se mogu nepovoljno odraziti na kvalitet vode. Na tom mjestu izvršen je vodozahvat, a voda se cijevima transportuje do domaćinstava u Zavidovićima.

Sa samih vrhova Tajana, niz brojne skakavce (vodopade), strmo se spušta potok Duboka Tajašnica. *Kanjon Duboke Tajašnice* još uvijek nije potpuno istražen, ali obiluje izuzetno čistom vodom. Na kraju Kanjona izvršen je vodozahvat, da bi se voda pridodala Suhoj.

*Kanjon Mašice* nastao je prosijecanjem vode kroz trijaski krečnjak, uz pomoć tektonike, tako da je razdvojio krečnjački masiv na dva dijela, Mašicu i Srednju Stijenu. Najveće dubina mu je 350 metara. Za vrijeme većih padavina, kada ponori na ulazu kanjona ne mogu prihvatiti svu vodu u podzemne pukotine, kroz Kanjon teče potok Suvodol. Dno kanjona je na mjestima široko samo 3 metra. Bilo je i uže, ali je Kanjon miniran tokom priprema za sječu šume i proširen za prolaz šumskih traktora. Dno kanjona je prepuno malih pećina koje su idealne za zimsko prebivalište medvjeda.

Oko 500 metara od donjeg ulaza u Kanjon Mašice smješteno je *Jezero*, nastalo 1985. godine uslijed velikog klizišta koje je pregradilo potok Mašicu. Ovo prirodno jezero je tokom godina i različitih prirodnih utjecaja mijenjalo dimenzije i dubinu. U proteklom periodu obavljani su značajni radovi na uređenju Ma-



Duboka Tajašnica teče prema vodozahvatu, maj 2013.



*Kanjon Duboke Tajašnice, maj 2013.*

šičkog jezera, s ciljem turističke valorizacije, stoga njegova dužina sada iznosi 180 metara, a širina oko 30 metara. Mašičko jezero je bogato potočnom i kalifornijskom pastrmkom i rakom.

Skoro 30. godina, na području Spomenika prirode sistematski se istražuju speleološki objekti, a rezultat toga je registriranih 100 različitih vrsta - pećine, jame, ponori. Jedno od najzaslužnijih društava je Sportski i naučno istraživački klub „Atom“ iz Zavidovića, ali i mnogi istraživači iz cijele Evrope.

*Jama Atom* predstavlja zasigurno jedinstven speleološki objekat, ne samo u Spomeniku prirode, nego i šire. Tome svjedoče brojne istraživačke akcije i speleološka društva koja su učestvovala, ali i činjenica da će istraživanja potrajati, zbog veličine i nedostupnosti objekta. Jama Atom je zapravo ponor koji guta nekoliko površinskih potoka i vodi ih podzemnim kanalima u Izron Suhe. Smještena je na sjeve-

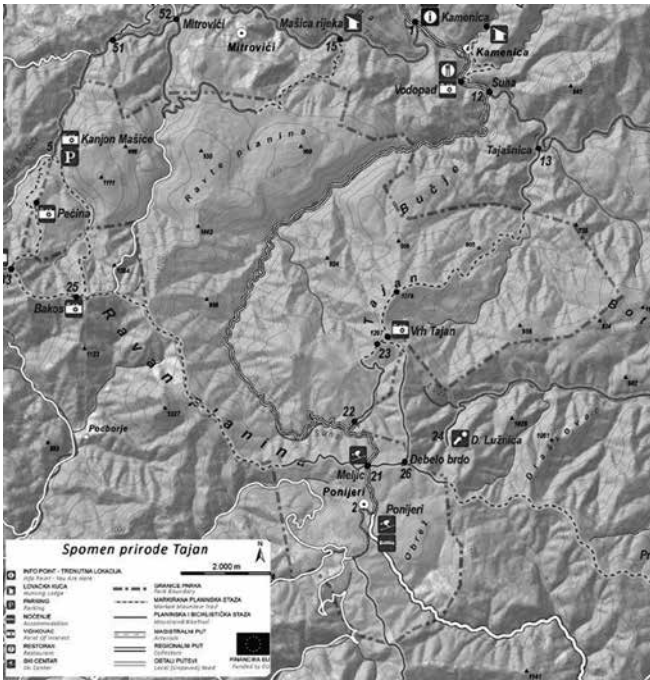
## **PROJEKAT „TAJAN - Tourism, Adventure, Joy, Attractions, Nature“**

Uređenje Spomenika prirode „Tajan“ i njegovo turističko valoriziranje, obezbijeđeno je projektom „TAJAN - Tourism, Adventure, Joy, Attractions, Nature“, finansiranim grant sredstvima iz IPA fondova Evropske unije. Ukupna vrijednost projekta je 468 000 eura, od čega je EU izdvojila 350 000 eura, a ostatak institucije ZE-DO kantona. U sklopu ovog trogodišnjeg (2010–2013) projekta, koji je vodila Turistička organizacija Zeničko-dobojskog kantona sa partnerima općinom Zavidovići, Šumsko privrednim društvom kantona i Sportskim naučno-istraživačkim klubom „Atom“, realizirano je niz aktivnosti s ciljem razvoja turističke infrastrukture, koordinacije i razvoja ljudskih resursa, te marketinga i promocije. Oblježeno je i markirano 200 kilometara planinarskih i biciklističkih staza; sanirano je jezero Mašica, staze prema pećinama i ulaz u pećinu Srednja stijena; izgrađeni su tornjevi za osmatranje, Info centar - u kojem su smješteni brdski bicikli i oprema za speleologiju; završeno je unapređenje Bad&Breakfast usluga, obuka za planinske vodiče i obuka za članove GSS po evropskim standardim; uspostavljena je redovna saradnja sa turističkim agencijama te je održano niz promotivnih događaja koji će doprinijeti većoj vidljivosti i popularizaciji Spomenika prirode.

Šumsko privredno društvo ZDK je nakon završetka projekta, 31.05.2013. godine nastavilo upravljanje Spomenikom prirode „Tajan“, a Turistička zajednica se obavezala da će na svim svojim sajamskim učešćima promovirati ovo područje. Kroz projekat su izrađene brošure, promotivni materijali i web stranica [www.tajan.ba](http://www.tajan.ba), koje objedinjavju sve značajne i zanimljive informacije o Tajanu.







Karta Spomenika prirode Tajan, [www.tajan.ba](http://www.tajan.ba)

roistočnim padinama planine Tajan, u kontaktnoj zoni magmatskih stijena i krečnjaka, što joj daje veliku posebnost. Otkrivena je krajem 2002.godine, kada su i započela istraživanja, a 2003.godine je otkriven *Ponor kod brvnare* za koji se utvrdilo da se spaja sa *Jamom Atom*.. Kroz organiziranje speleoloških kampova ili vikend-akcija, istraživanja su napredovala, pa je sistem *Jama Atom – Ponor kod brvnare* dosegao dužinu preko 2 kilometra i dubinu oko 220 metara. To ga čini najdužim i najdubljim speleološkim objektom u Ze-Do kantonu, a petim po dužini u BiH. U 2004. godini otkriven je *Ponor Novara*, a 2005. godine je istražen u dužini 341 m i u dubinu 177 metara. Procijenjeno je da *Ponor Novara* ima perspektivu spajanja sa sistemom *Jama Atom-Ponor kod brvnare*, ali je završni kanal postao prenizak za dalje napredovanje. Sva dosadašnja istraživanja pokazuju da su podzemni tokovi kroz sistem *Jama Atom –Ponor kod brvnare* i *Ponor Novara* dvije lijeve pritoke jednog puno većeg podzemnog toka koji se pojavljuje iz sifona u *Begradskom kanalu* u sistemu *Jama Atom – Ponor kod brvnare*.

Nakon istraživanja 2011. godine, *Begradski kanal* je produžen za više od 100 metara te je nakon obrade podataka zaključeno da je *Begradski kanal*, ustvari nastavak *Ponora Novara*.

Paralelno sa ovim istraživanjima intenzivirana su biospeleološka istraživanja. Pećine i jame su idealno stanište mnogobrojnim insektima, paucima, gmizav-

cima i šišimima, koji su u Evropi proglašeni ugroženom vrstom. Podzemna fauna je općenito slabo istražena, a nerijetko skriva mnoštvo endema. Nova životinjska vrsta, koja je nazvana *Tajanska pećinska mokrica* (*Cyphonethes tajanus*) prvobitno je otkrivena u *Ukrasnoj pećini* u potoku *Suha*, ali je kasnije utvrđeno da se nalazi i u sistemu *Jama Atom – Ponor kod brvnare*, i to u brojnoj populaciji, posebno u donjem dijelu sistema. Također je registrovan pauk iz roda *Lyniphia* i moguće je da se radi o novoj životinjskoj vrsti, što će pokazati naredna istraživanja.

Kompleksnost speleoloških istraživanja sistema *Jama Atom* sa pratećim *ponorima*, koje je svjetlost prvi put obasjala 21.12.2002. godine, sažeta je u knjizi „Svjetlo u Tajanu“. Ovaj dnevnik istraživanja objedinjuje razdoblje 2002-2006. godine i osim bogatih ali suhoparnih brojki, nesumnjivo osvjetljava čovjekovu težnju i želju za otkrivanjem još neotkrivenog, ali i volju i energiju koja proizilazi iz ljubavi prema prirodi i nauci.

Speleološkim rječnikom rečeno, sistem *Jama Atom – Ponor kod brvnare* i *Ponor Novara* „idu dalje“. Po sadašnjem nacrtu, preostaje 35 metara da se ova dva objekta spoje u jedan sistem, što je cilj budućih istraživanja. Spajanjem ovih sistema i doctavanjem novih kanala koji su pronađeni tokom istraživanja, sistem bi postao treći speleološki objekat po dužini u Bosni i Hercegovini.

#### Literatura:

- „Zaštita prirode – Međunarodni standardi i stanje u Bosni i Hercegovini“, Udruženje za zaštitu okoline *Zeleni Neretva*, Konjic;
- *Zakon o proglašenju Spomenika prirode „Tajan“*, Službene novine *Zeničko-dobojskog kantona*, br. 3/08;
- „Istraživanje povremeno potopljenog kraškog vrela za potrebe vodosnabdijevanja“, Izet Avdagić, dr. Siniša Blagojević, dr. Dragoslav Isailović, dr. Nevenka Preka-Lipold, Milan Tomić;
- „Rezultati dosadašnjih istraživanja sistema «Jama Atom -Ponor kod brvnare» i ponora «Novara» do 2012. godine i perspektive istraživanja“, Admir Bajraktarević (SNIK Atom - Zavidovići), Damir Basara (SO Dubovac –Karlovac), Simone Milanolo (Centar za krš i speleologiju – Sarajevo);
- „Spomenik prirode Tajan“, Admir Bajraktarević;

[www.fmoit.gov.ba](http://www.fmoit.gov.ba)  
[www.tajan.ba](http://www.tajan.ba)

# PO DRUGI PUT U BOSNI I HERCEGOVINI PROVEDENA NAJVEĆA EKOLOŠKA AKCIJA

*Znaj da zemlja daruje samo kad um caruje (www.dzzdjurdjevo.com)*

## UVOD

**P**rošle godine, 9. septembra, prvi put je održana akcija čišćenja ilegalnih deponija i otpada iz prirodnog okruženja u Bosni i Hercegovini. Rezultati prošlogodišnje akcije su: 37.609 volontera koji su sakupili više od 5.500 tona otpada i očistili 300 divljih deponija u našoj zemlji na prostoru 105 općina Bosne i Hercegovine. Nakon akcije zaključeno je da je postignut izuzetan uspjeh s obzirom na nedovoljno razvijenu svijest građana o važnosti zaštite i čuvanja okoliša. U prošlogodišnjoj globalnoj akciji je učestvovalo 96 zemalja širom svijeta sa više od 7 miliona volontera.

Kao i prošle godine, Bosna i Hercegovina je i ove godine učestvovala u globalnoj akciji čišćenja planete Zemlje pod nazivom "Let's Do It World Cleanup 2013" (Očistimo planetu 2013).

Osim davanja podrške globalnoj inicijativi čišćenja planete, razlog pokretanja ove akcije u Bosni i Hercegovini je i spoznaja da u našoj zemlji postoji veliki broj divljih deponija (njihov broj se procjenjuje na preko 10.000) koje imaju izuzetno negativan uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi, te da ih je neophodno što prije ukloniti iz prirodnog okruženja i odložiti na za to predviđena odlagališta, odnosno reciklirati dio otpada koji je pogodan za tu svrhu. Deponije direktno i/ili indirektno utiču na kvalitet zemljišta i vode, putem ocjernih voda koje se stvaraju zbog padavina ili propadanja organske materije, te zraka emisijom odnosno isparavanjem gasovitih hemijskih spojeva

pod uticajem sunčeve svjetlosti i namjernim ili nenamjernim paljenjem deponije. Sa svakom uklonjenom deponijom smanjuju se takvi uticaji na onečišćenje okoliša.

Ciljevi akcije su bili:

- Obezbijediti učešće najmanje 100.000 volontera
- Stvoriti upotpunjeni registar svih ilegalnih deponija smeća za područje Bosne i Hercegovine. Registar bi trebao uključivati podatke o broju, specifičnostima i lokacijama pojedinih „divljih“ deponija smeća.
- Ukloniti iz prirodnog okruženja najmanje 20.000 tona smeća.
- Podizanje svijesti i obrazovanje javnosti o potrebi i važnosti provođenja mjera na zaštiti životne sredine putem mnogobrojnih i raznovrsnih aktivnosti kroz ekološko-edukativne programe, medijske kampanje, okrugle stolove, promocije i druge prigodne i pogodne oblike za dostizanje planiranog cilja.
- Upotpuniti već postojeći funkcionalni network nevladinog i vladinog sektora, privrednih subjekata i građanstva, škola, fakulteta, akademske zajednice, medija i drugih subjekata koji će nastaviti zajednički sarađivati i na drugim ekološkim akcijama u kontinuitetu, tj. poslije završetka ove volonterske akcije čišćenja održane 18. maja ove godine, kao i učiniti da se akcija "Let's Do It – očistimo zemlju za 1 dan" tradicionalno provodi u Bosni i Hercegovini svake godine.

Kao najavu glavne akcije čišćenja u toku godine urađeno je nekoliko pilot akcija.

### **Pilot akcije u Maglaju, Brezi, Sarajevu...**

Prva pilot akcija održana je 24. marta kod željezničke stanice u Sarajevu (Sl. 1). Tom prilikom očišćena je velika deponija koja se stvarala više od deset godina pored same željezničke i autobuske stanice, kada je do vrha napunjen kontejner od 10 tona (Sl. 2).



*Sl. 1. Dio učesnika u pilot akciji na željezničkoj stanici u Sarajevu. Foto: Kapidžić, M., 2013.*



*Sl. 2. Kontejner od 10 t se puni. Foto: Kapidžić, M., 2013.*

Pilot akcije koje su slijedile u mjesecu aprilu održane su u Tuzli, Brezi, Maglaju i Lukavcu.

Povodom 22. aprila - međunarodnog Dana planete Zemlje održane su dvije pilot akcije. Prva u Sarajevu gdje je čišćen historijski spomenik Bijela tabija i neposredna okolina, dok je druga bila u Maglaju gdje je čišćena desna obala rijeke Bosne (Sl. 3 i Sl. 4).



*Sl. 3. Čišćenje Bijele tabije. Foto: Nalić, E., 2013.*

Ovom prilikom u Sarajevu je skupljeno oko 10t otpada, a sa obale rijeke Bosne u Maglaju 60 velikih vreća za smeće od 120 i 150 litara.



*Sl. 4. Čišćenje desne obale rijeke Bosne u Maglaju. Izvor: [www.maglaj.net](http://www.maglaj.net)*



*Sl. 5. Tuzlansko izletišće Ilinčica prije čišćenja. Izvor: [www.letsdoit.ba](http://www.letsdoit.ba)*

Ova i slične akcije pokazuju da je Bosna i Hercegovina, pored svih svojih prirodnih ljepota i bogatstva, prilično ekološki ugrožena.

Ostale pilot akcije održane u toku aprila i maja mjeseca u Tuzli, Srebreniku, Brezi i Lukavcu sa čijih je gradskih površina i izletišta skupljen otpad u oko 1000 vreća za smeće, a učešće je uzelo nekoliko stotina volontera iz ovih gradova (Sl. 5).

## GLAVNA AKCIJA ČIŠĆENJA

Glavna akcija čišćenja ilegalnih deponija i otpada iz prirodng okruženja je održana po drugi put u Bosni i Hercegovini 18. maja. U nastavku će ukratko biti prezentirani rezultati akcije po pojedinim regijama i gradovima.

### Čistija Hercegovina

U svim kantonima na području Hercegovine građani su se zajedno sa školama uključili u akciju čišćenja. Osnovno - i srednjoškolci su dan ranije (17. maj), nakon održane nastave, izašli sa uposlenicima škola u svoja školska dvorišta i očistili ih od otpada (Sl.6).



Sl.6. Učenici u HNK su čistili 17. maja. Izvor: [www.natura-as.ba](http://www.natura-as.ba)

Čišćenje Hercegovine ove godine, pored nekoliko stotina aktivnih učenica i profesora, obilježilo je uklanjanje otpada sa obala rijeke Neretve i Jablaničkog jezera.

Akcija čišćenja u Čapljini bila je na području obale rijeke Neretve od Bjelava do Mogorjela. Zajedno sa udruženjem građana "Agata" ovoj akciji su se pridružili i volonteri Crvenog križa.

Mostarski Let's Do It tim zajedno sa nešto manje od 1000 volontera je na dan akcije, pored očišćene velike ilegalne deponije kod Partizanskog spomen groblja, očistilo i obale njihove zelene ljepote.

Konjic je ove godine imao znatno više volontera koji su čistili zelene površine u gradu i obale dijela Neretve u urbanom centru, dok su učenici obje osnovne škole dan ranije očistili svoja školska dvorišta i parkove u blizini škola (Sl. 7).



Sl.7. Čišćenje obala rijeke Neretve u Konjicu. Izvor: [www.natura-as.ba](http://www.natura-as.ba)



Sl. 8. Otpad pluta po površini Jablaničkog jezera. Izvor: [www.centar-fortis.org](http://www.centar-fortis.org)



Sl.9. Otpad sa površine Jablaničkog jezera skupljen u vreće. Izvor: [www.centar-fortis.org](http://www.centar-fortis.org)

Odziv građana je bio zadovoljavajući i u općini Jablanica. Volonteri su očistili gradske parkove, te sa učenicima i profesorima zasadili 37 sadnica. Pored toga, čišćena je deponija na Šljunkari i plaža Peta na Jablaničkom jezeru, dok su vrijedni članovi udruženja sportskih ribolovaca "Glavatica" sakupili 80 vreća otpada koje je plutalo na površini jezera (Sl.8).

Akciji na Jablaničkom jezeru su pritekli u pomoć i vlasnici obližnjih vikendica, pa je njih ukupno 200 uspjelo skupiti 116 vreća različitih vrsta otpada iz neposredne okoline jezera (Sl.9).

## Kanton Sarajevo

U Kantonu Sarajevo učešće u akciji je uzelo svih 9 općina, te je izašlo nešto više volontera od prošle godine, blizu 2000. Akciju čišćenja u Sarajevu obilježio je dolazak ministra obrazovanja, nauke i mladih kantona Sarajevo i poznatih ličnosti bh. javnosti. Za razliku od prošlogodišnje akcije, u toku ove akcije na većini lokacija se sortirao otpad na PET ambalažu, metal i ostali otpad za koji ne postoji trenutno mogućnost reciklaže u Bosni i Hercegovini. Sortirani otpad je preuzela kompanija koja se već dugi niz godina bavi sakupljanjem otpada koji se može reciklirati i dostavlja ga u države koje imaju riješeno pitanje reciklaže otpada. Čišćeno je oko 40-tak lokacija širom kantona Sarajevo, kao što je Žuta tabija, Spomen-park Vraca, Trebević, izletišta Husremovac u općini Trnovo, izletišta Kraljevac u općini Hadžići koje su čistili isključivo učenici osnovnih škola članovi planinarskih i ekoloških sekcije sa svojim nastavnicima, te mnogo drugih lokacija (Sl.10).



Sl. 10. Učenici i nastavnici čistili izletišta Kraljevac u Pazariću. Foto: Grabus, T., 2013.

Premda je najmanji odziv građana bio u općini Vogošća, vrijedne ruke malobrojnih volontera su u dva sata rada uklonili dvije ilegalne deponije u lovištu

"Kremeš", koje su se nalazile u neposrednoj blizini Radića potoka (Sl. 11 i 12).



Sl.11. Izgled prije i poslije lokacije koja je čišćena u neposrednoj blizini Radića potoka. Foto: Nalić, E., 2013



Sl.12. Očišćene deponije u blizini Radića potoka. Foto: Nalić, E., 2013

## Uspjeh kantona Tuzla

Ilegalne deponije i otpad iz prirodnog okruženja u Tuzlanskom kantonu u kojem je u devet općina održana akcija čistilo je oko 5.000 volontera te u nekoliko sati predanog rada skupilo oko 10.000 vreća za smeće (Sl 13).





Sl. 13. Uporedni prikaz prije i poslije lokacije u Živinicama koja je čišćena na dan akcije. Izvor: [www.zivinice.ba](http://www.zivinice.ba)

Najveći odziv građana je bio u Gračanici i Kalesiji gdje je bilo više od hiljadu volontera koji su čistili gradske parkove i izletišta, a volonteri Gračanice su još očistili i obale rijeke Spreče.

Lokalni tim u Tuzli je nakon mapiranja brojnih deponija na izletištu Ilinčica, odlučio da se dan akcije posveti uklanjanju svih ilegalnih deponija na ovom popularnom tuzlanskom izletištu, što su i učinili uz pomoć 1600 vrijednih ruku stanovnika općine Tuzla (Sl. 14).



Sl. 14. Čišćenje svih ilegalnih deponija sa izletišta Ilinčica u Tuzli. Izvor: [www.exkluziva.ba](http://www.exkluziva.ba)

U općini Srebrenik je odziv građana bio izuzetno slab (100 volontera) koji su uzeli rukavice i vreće u svoje ruke i krenuli u akciju čišćenja zelenih površina. Od otpada očišćen je gradski park, dijelovi oko gradskog stadiona, te obale rijeke Tinje.

Opština Lukavac je ove godine organizovala akciju čišćenja u svakoj svojoj mjesnoj zajednici. Tako je MZ Poljice Donje pored očišćene dvije ilegalne deponije, čistila i oko jezera Modrac. Na ovaj način su volonteri ove mjesne zajednice pomogli članovima Eko-ronilačke grupe invalida koji su i ove godine čistili dno jezera odakle su izvadili veću količinu otpada i time još jednom pokazali da i osobe sa invaliditetom mogu itekako biti korisni i vrijedni članovi svake društvene zajednice (Sl.15).



Sl. 15. Članovi Eko-ronilačke grupe invalida čistili dno jezera Modrac. Izvor: [www.klix.ba](http://www.klix.ba)

Podsjetimo se da su vrijedni članovi ovog udruženja prošle godine iz jezera Modrac izvukli olupine automobila i broda.

## Bosansko-podrinjski kanton

U ovom postoje svega tri općine koje su učestvovala i dale doprinos akciji i to sa znatno većim brojem volontera nego prošle godine, skoro 4.500 od čega je 3.900 bilo samo u Goraždu. Akciji čišćenja u općini Goražde su se priključili građani, učenici osnovnih i srednjih škola kao i članovi udruženja koja su registrovana na nivou ove općine. Pored očišćene gradske jezgre i Spomen-parka "Rorovi", Goraždanci su, neizostavno, očistili i obale rijeke Drine (Sl. 16).



Sl. 16. Očišćene obale rijeke Drine u Goraždu. Izvor: [www.gorazde.ba](http://www.gorazde.ba)

## Projekat "Čist Vrbas"

Organizatori akcije "Let's Do It-očistimo zemlju za 1 dan" su pozvani da, zajedno sa općinama kroz koje prolazi rijeka Vrbas, budu dio projekta "Čist Vrbas". Pomoć u realizaciji jednog dijela projekta pomogli su članovi općinskih timova i građani u vidu čišćenja obala rijeke Vrbas. Na taj način je akcija "Let's Do It-očistimo zemlju za 1 dan" dala svoj doprinos projektu "Čist Vrbas".

Projekat ima poseban značaj za život građana u četrnaest općina oba entiteta koje se nalaze u slivu ove rijeke, a prije svega Banje Luke, čijih dvije stotine hiljada stanovnika svakodnevno ovise o njegovoj čistoći. Uz novi pristup u rješavanju problema zagađenosti rijeka, projekt je i podrška lokalnim inicijativama.

U organizaciji udruženja "AZAD" u Donjem Vakufu okupili su se volonteri koji su u sklopu akcije čistiti nekoliko različitih lokacija na području općine Donji Vakuf. Tom prilikom očišćen je jedan dio gradske jezgre, te područje Blagaja gdje je čišćena rijeka Oboračka i obale rijeke Vrbas (Sl. 17).



Sl. 17. Očišćene obale Oboračke rijeke u Donjem Vakufu. Izvor: [www.dv vijesti.info](http://www.dv vijesti.info)

Dan prije akcije, 17.05.2013, učenici Treće osnovne škole "Oborci" odvojili su jedan školski sat i očistili dvorišta oko svojih škola (Sl 18).



Sl. 18. Učenici čistili svoja školska dvorišta u Donjem Vakufu. Izvor: [www.dv vijesti.info](http://www.dv vijesti.info)

Ostalih dvanaest općina iz sliva Vrbasa iz oba entiteta su na dan akcije čistili obale ove rijeke i uklonili velike količine različitih vrsta otpada koji je odvezen uz pomoć komunalnih preduzeća na legalne gradske deponije.

Načelnici većine općina i gradova iz sliva rijeke Vrbas potpisali su povelju koja označava početak čišćenja korita i obala ove rijeke od izvora do ušća.

Povelja je potpisana u Donjem Vakufu, a u tekstu se navodi da se potpisnici obavezuju da svim raspoloživim sredstvima aktivno i kontinuirano djeluju na zaštitu prirode, smanjenju zagađenja i unapređenju kvaliteta vode u slivu rijeke Vrbas.

Projekat "Čist Vrbas" potpisali su gradonačelnici i načelnici Banjaluke, Laktaša, Kotor-Varoša, Mrkonjić Grada, Šipova, Donjeg Vakufa, Gornjeg Vakufa, Bugojna i Jajca. Opštine u slivu rijeke Vrbas na ovaj način preuzimaju odgovornost da kontinuirano rade na jačanju ekološke svijesti građana. Vrbas je zajednički dragulj, dugačak 235 kilometara, i on mora biti jednako čist u svakom dijelu svog toka

Ovaj projekt, prvi ovakav u Bosni i Hercegovini, mogao bi biti ogledni primjer i za ostale riječne slivove u našoj zemlji.

## ZAKLJUČAK

Akcija je provedena sinhronizovano u jednom danu, sa početkom u isto vrijeme na teritoriji cijele Bosne i Hercegovine – u subotu, 18. maja 2013. godine u 10 sati.

Oko 50.000 građana i učenika Bosne i Hercegovine iz prirodnog okruženja uklonilo je oko 10.000 tona otpada i na taj način doprinijelo čistijem okolišu i zdravijoj sredini za život. U ovogodišnju ekološku akciju "Let's Do It-očistimo zemlju za 1 dan" se uključilo 110 općina i na osnovu ostvarenih rezultata može se reći da građani sve više pokazuju svijest i brigu za okoliš u kojem žive.

Sa svakom uklonjenom deponijom bitno se smanjuje njen negativan uticaj na kvalitetu okoliša i zdravlje ljudi.

Postoji način da se riješi svaki problem, pa tako i naši problemi sa otpadom i divljim deponijama. Svaki pojedinac snosi odgovornost. Svaki pojedinac može i napraviti promjenu, npr. u vidu smanjenja potrošnje energije u kućanstvu, odvajanja i propisnog odlaganja otpada, nebacanja smeća u rijeke, uticajna kroz institucije i medije na državne i lokalne vlasti da usvajaju i primjenjuju zakone koji se odnose na ova pitanja našeg društva.

Ovo je novo lice Bosne i Hercegovine. Hiljade ljudi su odlučili da prekinu sumornu svakodnevnicu i da učine našu zemlju čistijim, ljepšim i boljim mjestom za život.

Misli više o otpadu da ne završimo na njemu. ([www.dzzdjurdjevo.com](http://www.dzzdjurdjevo.com))

# TREĆE ZAJEDNIČKO ISTRAŽIVANJE RIJEKE DUNAV (Joint Danube Survey-JDS 3)

## Šta je zajedničko istraživanje rijeke Dunav?

**T**reće zajedničko istraživanje rijeke Dunav (The Joint Danube Survey 3 – JDS 3) je najveća svjetska riječna istraživačka ekspedicija u 2013. godini i ima za cilj da se prikupе pouzdane i uporedive informacije o kvaliteti vode i zagađenju cijelog toka rijeke Dunav i njegovih pritoka: Drave, Tise, Save, Velike Morave, Arges-a, Olt-a, Iskar, Rusenski Lom

i Prut-a. Realizaciju JDS 3 koordinira Sekretarijat Međunarodne komisije za zaštitu rijeke Dunav (ICPDR) u saradnji sa podunavskim zemljama.

Istraživanje počinje 13. avgusta u Regensburgu (Njemačka) a završava 26. septembra 2013. godine u Tulči (Rumunija).

Ekspedicija će preploviti 2.375 km rijeke Dunav, uzorkovati 68 lokaliteta i obezbjediti informacije hemijskog, biološkog i hidromorfološkog kvaliteta voda.





Rezultati dobijeni ovim istraživanjem pomoći će dunavskim zemljama implementaciju Konvencije o zaštiti rijeke Dunav i Okvirne direktive o vodama EU.

Ekspedicija će omogućiti značajnu međunarodnu saradnju svih podunavskih zemalja, od Njemačke do Ukrajine, uključujući EU-članice i one koje to nisu. Na samom će putu biti provedena različita naučna ispitivanja, od analiza uzoraka vode u laboratoriju na brodu "Argus" do lova ribe elektro-opremom duž Dunava. Ostali će uzorci biti poslani na ispitivanje u laboratorije širom Evrope – radi se o referentnim centrima za određene parametre kvaliteta vode.

Tokom ekspedicije, u deset gradova održaće se konferencije za novinare i to: za početak 14. avgusta u Regenzburgu (Njemačka), zatim 20. avgusta u Beču (Austrija), 22. avgusta u Bratislavi (Slovačka), 27. avgusta u Budimpešti (Mađarska), 31. avgusta u Osijeku (Hrvatska), 5. septembra u Beogradu (Srbija), 11. septembra u Turnu Severinu (Rumunija), 17. septembra u Rusama (Bugarska), 24. septembra u Vilkovu/Izmail (Ukrajina) i 26. septembra u Tulči (Rumunija).

Dunav ima bogat istorijat monitoringa kvaliteta vode. Počelo je 1985. godine Bukureštanskom deklaracijom, rezultat čega su brojne kontrolne

stanice za cijeli sliv. Godine 1992. je počeo razvoj Prekogranične mreže monitoringa rijeke Dunav (Trans-National Monitoring Network - TNMN). Danas ta mreža obuhvata više 70 kontrolnih stanica, a koordinirana je od strane Međunarodne komisije za zaštitu rijeke Dunav. Tokom posljednjih 30 godina više ekspedicija su preplovile Dunav, no, one su se samo fokusirale na određene dionice Dunava ili ograničene parametre. JDS 1 je 2001. godine bila prva ekspedicija za ispitivanje rijeke Dunav po cijeloj dužini toka za dobijanje uporedivih, kvalitetnih rezultata.

Izvor fotografija: [www.icpdr.org](http://www.icpdr.org)



# SISTEM JAVNOG VODOSNABDIJEVANJA JUŽNE ŠVEDSKE

## UVOD

**K**onvencionalna priprema vode za piće (fizičko-hemijski tretman), odnosno proizvodnja pitke vode, je uobičajen način prerade vode u sklopu vodovodnih preduzeća, pogotovo na stanicama većih kapaciteta. Ovaj način prerade je uobičajen i na stanicama vodovodnih preduzeća u Bosni i Hercegovini. U razvijenim evropskim zemljama, kao što je na primjer Švedska, također se uobičajeno koristi konvencionalni tretman, ali i kombinacija sa klasičnim (fizičko-biološkim) tretmanom. U tekstu se daje prikaz sistema vodosnabdijevanja, i u sklopu tog sistema tehnologiju proizvodnje pitke vode, na primjeru Švedske, kao visoko razvijene zemlje. Radi se o prikazu sistema vodosnabdijevanja, odnosno prerade površinske vode, tačnije vode jezera konvencionalnim i klasično konvencionalnim tretmanom, na primjeru regiona Skane (južni dio Švedske). Vodosnabdijevanje ove regije je u nadležnosti vodovodne kompanije Sydsvatten.

Ključne riječi: vodosnabdijevanje, priprema vode za piće / proizvodnja pitke vode, Švedska, region Skane, Sydsvatten.

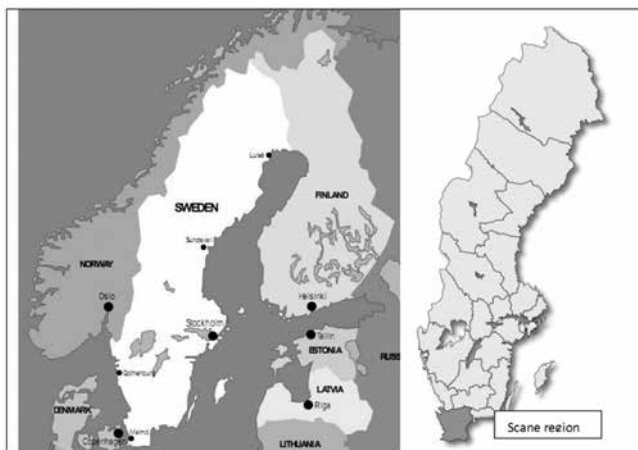
## POSJETA ŠVEDSKOJ

Posjeta vodovodnom preduzeću Sydsvatten (South Sweden Water Supply – vodosnabdijevanje južne Švedske), obilazak objekata vodosnabdijevanja regiona Skane, te jednomjesečni boravak na Institutu za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Lundu, obavljen je sklopu programa razmjene akademskog

osoblja Univerziteta u Sarajevu (Građevinskog fakulteta) i Lund Univerziteta u Švedskoj (Basileus projekat Svjetske banke) 2011. godine. U radu su korištena iskustva, odnosno materijal i dokumentacija dobivena u sklopu ovog projekta / programa.

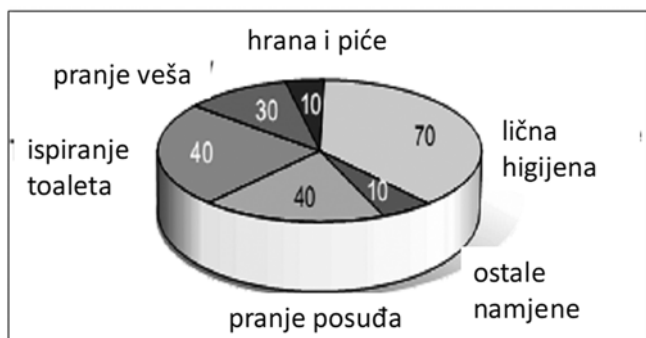
Više od 15% ukupnog teritorija Švedske je pokriveno vodom, sa oko 30 glavnih rijeka i oko 100 000 jezera. Najjužniji dio zemlje, region Skane, nastavak je najplodnijih polja Danske i sjeverne Njemačke (Slika 1). Radi se o najbogatijem i najgušće naseljenom dijelu Švedske.

U Švedskoj usluge vodosnabdijevanja i odvodnje direktno su u nadležnosti javnih komunalnih kompanija, odnosno preduzeća i ne postoji interes za njihovu privatizaciju. Sydsvatten je javno komunalno preduzeće koje proizvodi pitku vodu za 800 000 stanovnika južne Švedske – region Skane (Slika 1).



Slika 1: Mapa Švedske (regija Skane)





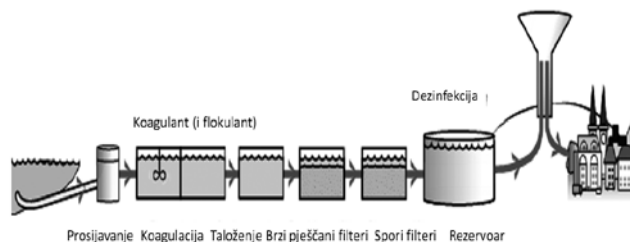
Slika 2: Potrošnja vode u domaćinstvima - Švedska

## OSNOVNO O VODNIM RESURSIMA I VODOSNABDIJEVANJU ŠVEDSKE

Švedska je bogata vodnim resursima. Prosječne godišnje padavine variraju od 600 mm na jugoistoku do 1500 mm na planinama sjeverozapada. U južnom dijelu zemlje, gdje živi najviše ljudi, padavine su cca 700 mm. Više od 15% ukupnog teritorija Švedske je pokriveno vodom, sa oko 30 glavnih rijeka. Jezera čine 9% od ukupne površine u zemlji. Postoji gotovo 100 000 jezera, od čega 90% imaju površinu manju od 1 km<sup>2</sup>. Četiri najveća jezera čine četvrtinu ukupne površine jezera (najveće jezero je Vanern, sa površinom cca 5 546 km<sup>2</sup>). Zbog obilja vodnih resursa vodosnabdijevanje ne predstavlja problem, što se tiče količina. Međutim, kvalitet vode varira i traži odgovarajući tretman. U vezi sa obiljem vodnih resursa u većini dijelova Švedske nema poticaja za štednjom vode. Međutim potreba za štednjom vode može se izraziti kroz težnju minimiziranja kapaciteta u postrojenjima za pripremu vode za piće, u smislu optimiziranja dotoka, smanjenja troškova za pumpanje i troškova za hemikalije potrebne za preradu.

Snabdijevanjem vodom, odnosno njenom proizvodnjom i distribucijom bave se vodovodne kompanije. Švedska ima nešto više od 2000 vodovodnih kompanija / preduzeća u državnom vlasništvu. One vrše snabdijevanje i pripremu vode za piće za ukupno 7,7 miliona potrošača (kupaca) što je blizu 90 % ukupnog broja stanovnika. Ukupna proizvodnja se može izraziti kao specifična potrošnja od 330 l/stan, dan. Od toga malo manje od 200 litara se koristi u domaćinstvima. Preostalih 130 l se koristi za proizvodnju, u industriji, privredi, a uključuje i gubitke u distributivnoj mreži. Gubici iznose u prosjeku 20 % od proizvedene vode. Vezano za proizvodnju u domaćinstvima ona je raspodjeljena na sljedeći način: 10 litara na piće i hranu; 40 za ispiranje WC, 40 za pranje suđa, 30 za pranje rublja, 70 za ličnu higijenu i 10 litara po osobi za ostale namjene (Slika 2).

Od prethodno pomenutih cca 2000 vodovodnih kompanija, 10 % koriste površinsku vodu kao izvor vodosnabdijevanja. Ovih 10% vodovodnih kompani-



Slika 3: Tipični objekti i operacije u proizvodnji pitke vode iz površinskih izvora

ja snabdijevaju 51% ukupne populacije stanovništva Švedske. Prema tome, radi se kompanijama velikih kapaciteta, a 7% kompanija koriste vještački infiltriranu vodu i snabdijevaju 23% stanovništva. Preostalih, više od 1700 kompanija koriste podzemnu vodu i snabdijevaju vodom preostalih 26 % populacije Švedske.

Svakako da podzemne vode, kao izvor vodosnabdijevanja, imaju niz prednosti (niže temperature, manji sadržaj neželjenih organskih materija i bakterija, na primjer), međutim nisu raspoložive u dovoljnim kapacitetima. Trend je primjena umjetne infiltracije površinskih voda i na taj način postizanje prednosti kvaliteta podzemnih voda, a u cilju smanjenja korištenja hemikalija u proizvodnji vode. Na osnovu prethodne analize izvora vodosnabdijevanja može se uočiti da se najviše koriste površinske vode i to vode jezera, pogotovo za snabdijevanje vodom velikih gradova za čije vodosnabdijevanje brinu velike vodovodne kompanije. Tako na primjer, Štokholm se snabdijeva vodom sa jednog od prethodno navedena četiri jezera (jezerom trećim po veličini). Južni region Švedske (Skane region) snabdijeva se vodom sa dva, odnosno tri veća jezera, također. Slika 3. prikazuje uobičajene objekte i operacije pri proizvodnji pitke vode sistema vodosnabdijevanja koji koristi površinsku vodu kao izvor snabdijevanja. Proizvodnja podrazumijeva korištenje konvencionalnog i klasičnog (fizičko-hemijski-biološki) tretmana površinskih voda.

U nastavku teksta se razmatra vodosnabdijevanje prethodno pomenutog južnog regiona Švedske (region Skane) nešto detaljnije.

## VODOSNABDIJEVANJE REGIJE SKANE (JUŽNA ŠVEDSKA)

### Sydvatten – preduzeće za proizvodnju i distribuciju pitke vode

Preduzeće Sydvatten je osnovano 1966. i trenutno je jedno od najvećih švedskih proizvođača pitke vode. Misija preduzeća Sydvatten je priprema, odnosno proizvodnja i distribucija pitke vode visokog i nepromjenljivog/ustaljenog kvaliteta u potrebnim količinama. Preduzeće snabdijeva pitkom vodom 15 opština regiona Skane. Slika 4 prikazuje priključene



**Slika 4:** Šema opština i elemenata sistema vodosnabdijevanja kompanije Sydsvatten (2012)

opštine ovog sistema vodosnabdijevanja (Hoganas, Helsingborg, Landskrona, Bjuv, Svalov, Kävlinge, Eslöv, Lund, Lomma, Burlöv, Malmö, Staffanstorp, Vellinge i Svedala). U budućnosti je planirano i priključenje opštine Skurup na ovaj sistem vodosnabdijevanja. Kompanija ima ukupno 60 uposlenih.

Za proizvodnju pitke vode sistem koristi zahvate jezerske vode, i to vode jezera Bolmen (iz regije Smaland) i jezera Vombsjon (iz regije Skane) (Slika 4). Tu je također mogućnost korištenja vode jezera Ringsjon (rezervno jezero) u slučaju problema sa korištenjem vode prethodna dva izvorišta / jezera.

Glavni objekti sistema vodosnabdijevanja regije Skane (Slika 4), kojima upravlja i koji su u nadležnosti kompanije Sydsvatten, su:

- zahvati sa prethodno navedenih jezera,
- Bolmen dovodni tunel (dug 80 km),
- dva postrojenja za proizvodnju pitke vode (RINGSJO i VOMB),
- tri rezervoara i tri pumpne stanice,
- dovodni sistem pitke vode (ukupne dužine 280 km).

Osnovne tehničke specifikacije glavnih elemenata ovog sistema navedene su u Tabeli 1.

**Tabela 1:** Tehničke specifikacije elemenata sistema vodosnabdijevanja kompanije Sydsvatten

Izvori vodosnabdijevanja – površinska voda jezera			
Ime jezera	Slivno područje (km <sup>2</sup> )	Površina jezera (km <sup>2</sup> )	Pravo na korištenje vode (l/s)
Bolmen	1,650	184	6,000
Ringsjon	400	41	1,125
Vombsjon	450	12	1,500
Dovodni tunel			
Bolmen tunel	dužina: 80 km	površina: 9 m <sup>2</sup>	
cjevovod	dijametar: 900 – 1,400 mm		
Postrojenja za proizvodnju pitke vode / osnovne operacije proizvodnje / kapacitet (l/s)			
VOMB	filtriranje i omekšavanje vode		1,500
RINGSJO	brzo i sporo filtriranje		2,400
Vodovodna distribuciona mreža			
Glavni vodovi	dijametar: 900 – 1,400 mm	dužina: 165 km	
Primarni ogranci	dijametar: 150 – 700 mm	dužina: 73 km	

Proizvodnja pitke vode se vrši u RINGSJO i VOMB postrojenjima za proizvodnju pitke vode (Slika 4). U nastavku su nešto detaljnije opisana oba postrojenja.

## VOMB postrojenje za proizvodnju pitke vode

Slika 5 daje šematski prikaz linije proizvodnje pitke vode iz jezera Vombsjon.

Pri proizvodnji pitke vode na ovom postrojenju koristi se vještačka infiltracija vode pomenutog jezera, čiji rezultat je "vještačka" podzemna voda. Naime, voda se pumpa iz jezera Vombsjon i prolazi kroz mikro sita gdje se veće čestice kao i mulj odvajaju. Voda se zatim kanališe u izgrađene infiltracione rezervoare / bazene, koji pokrivaju površinu od blizu 400 000 m<sup>2</sup>. Voda se sporo procjeđuje kroz aluvij šljunka i pijeska i na taj način vrši vještačko obogaćivanje podzemne vode.

Dalje, putem zahvatnih objekata koje čine preko 120 bunara infiltrirana vode se pumpa na VOMB postrojenje. Proces prerade vode počinje aeracijom praćenom omekšavanjem vode (Slika 5). Tvrdi voda obogaćena krečnjacima (vapnencom) teče / ulazi kroz dno reaktora za omekšavanje, a zatim se miješa sa natrijum hidroksidom. Krečnjak je rastvoren i spaja se u granule (taloživu formu). Omekšana voda se dalje preljeva iz reaktora i odvodi na brze filtere uz prethodno dodavanje male količine željezo hlorida, koji omogućava koagulaciju preostalih koloidnih čestica. Ove zaostale čestice, odnosno formirane flokule, se izdvajaju u ispuni brzih pješčanih filtera. Na kraju, prije distribucije dodaje se mala količina dezinfekcionog sredstva. Nakon toga voda se prepumpava u rezervoar i šalje dalje u potrošnju prema opštinama regiona Skane (Slika 4).

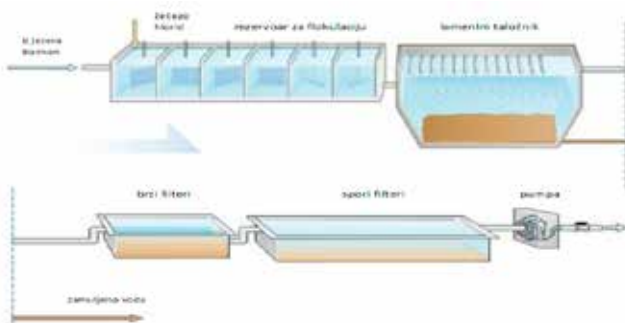


**Slika 5:** Linija toka proizvodnje pitke vode iz jezera Vombsjon

## RINGSJO postrojenje za proizvodnju pitke vode

Slika 6 daje šematski prikaz toka proizvodnje pitke vode iz jezera Bolmen.

Sa zahvata jezera Bolmen voda teče gravitaciono kroz prethodno pomenuti tunel dug 80 km (Slika 4). Iz tunela voda se prepumpava na postrojenje RINGSJO. Proizvodnja pitke vode, na ovom postrojenju podrazumijeva najprije tretiranje sirove vode željezo hloridom, kao sredstvom za koagulaciju (Slika 6). Slijedi koagulacija i flokulacija u pravouganim bazenima, opremljenim odgovarajućim mješalicama. Ovdje formirane flokule se talože u lamelnom taložniku (Slika 7). Voda zatim prolazi kroz brze i spore pješčane filtere. Voda se na izlazu iz postrojenja prepumpava u rezervoar i dalje distribuira u opštine regiona Skane (Slika 4).



**Slika 6:** Linija toka proizvodnje pitke vode iz jezera Bolmen



**Slika 7:** Lamelni taložnici RINGSJO postrojenja u Švedskoj (23.10.2011)

## Kvalitet i kontrola rada postrojenja VOMB i RINGSJO

Oba postrojenja koriste fizičko hemijski, odnosno biološki tretman voda jezera. Radi se o modernim postrojenjima, pouzdanim u proizvodnji potrebnih količina vode visokog kvaliteta. Slika 8 prikazuje dio prostora i opreme za automatizovan rad i kontrolu rada oba postrojenja.



**Slika 8:** Automatizovana kontrola rada postrojenja i cjelokupnog sistema vodosnabdijevanja regiona Skane (23.10.2011)

U sklopu svakog od postrojenja vrši se i kontrola efikasnosti pojedinačnih procesa. Tako, na primjer, Slika 9 prikazuje dio mjerne opreme sa vrijednostima izmjerenih parametara (temperatura, pH i mutnoća) pitke vode na izlazu iz RINGSJO postrojenja.



**Slika 9:** Rezultati mjerenja pH, temperature i mutnoće na izlazu iz postrojenja RINGSJO (23.10.2011)

Uzorci vode sa oba postrojenja se uzimaju redovno i analiziraju se nezavisno u akreditovanim laboratorijama. Uzorci se uzimaju u skladu sa propisanim nacionalnim standardima za pitku vodu (The National Food Administration for good drinking water).

O kvalitetu rada ovih postrojenja govori i činjenica da su maksimalne koncentracije većine parametara kvaliteta vode na izlasku iz postrojenja daleko ispod propisanih ograničenja (MDK), što je u skladu sa politikom kompanije. Tabela 2 daje prikaz rezultata mjerenja različitih fizičko hemijskih parametara vode

na izlazu iz oba postrojenja (minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti za 2009. godinu) i propisana ograničenja prema nacionalnim normama/standardima.

**Tabela 2:** Vrijednosti parametara pitke vode na izlazu iz postrojenja VOMB i RINGSJO (za 2009. godinu)

Tabell 5  
Kemiska vattenundersökningar – utgående dricksvatten

	Vombverket			Ringsjöverket			Norm <sup>2</sup>	Norm <sup>3</sup>
	Min	Max	Median	Min	Max	Median		
Temperatur	°C	6,6	14,0	10,7	1,1	25,1	9,3	20
Ringsjal	mg Pt/l	<5	<5	<5	<5	<5	<5	15 30
Turbiditet	NTU	<0,1	0,2	0,1	<0,1	0,4	0,1	0,5 1,5
CO <sub>2</sub>	mg/l	1,0	2,0	2,0	4,0	2,0	-	4,0
Konduktivitet	µS/cm	36	38	37	40	47	42	250
pH		8,3	8,4	8,3	7,8	8,1	8,0	<7,5>9,0
Alkalinitet som vätekarbonat	mg/l	140	150	140	100	130	110	-
Total hårdhet	dn <sup>1</sup>	5,0	6,7	5,8	8,0	12,0	9,7	-
Kalcium	mg/l	27	38	32	53	80	64	100
Magnesium	mg/l	4,8	6,7	5,1	2,6	3,7	3,3	30
Natrium	mg/l	30	39	33	11	13	12	100
Kalium	mg/l	2,5	3,4	2,9	2,2	3,1	2,7	-
Jern	mg/l	<0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,100 0,200
Mangan	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,050
NH <sub>4</sub>	mg/l	0,06	0,08	0,08	<0,01	0,17	<0,01	0,50
NO <sub>2</sub>	mg/l	1,9	6,0	4,6	<0,9	3,5	1,3	20
NO <sub>3</sub>	mg/l	<0,004	0,007	<0,004	<0,004	0,020	<0,004	0,10
PO <sub>4</sub> -P	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-
Fluorid	mg/l	0,17	0,25	0,22	<0,1	0,16	0,11	-
Klorid	mg/l	14	19	18	16	21	18	100
Sulfat	mg/l	23	41	36	78	98	84,5	100

2. Leverans från både Vombverket och Ringsjöverket sedan februari 2009

3. Gränsvärde för bedömning "gällning" enligt Livmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten SIVFS 2001:30, avser utgående dricksvatten från vattenverk

4. Se fotnot 3 men avser dricksvatten hos användaren.

Redovno se godišnje izdaju izvještaji o radu Sydsvatten kompanije, sa relevantnim informacijama vezano za poslovanje, intervencije, kvalitet i slične relevantne rezultate rada ovih postrojenja, odnosno ove kompanije.

## ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Švedska, kao visoko razvijena zemlja, bogata je vodnim resursima. Međutim kvalitet vode ovih resursa varira, pa je uglavnom neophodan odgovarajući tretman u cilju dobivanja i osiguranja kvaliteta vode za piće. Sistemi vodosnabdijevanja su u nadležnosti javnih komunalnih preduzeća, kao što je na primjer Sydsvatten. Kompanije velikih kapaciteta uglavnom koriste površinske vode jezera, kao izvor vodosnabdijevanja i klasično – konvencionalni tretman u pro-



Građevinski fakultet Univerziteta u Lundu (Švedska)

izvodnji pitke vode. Sydsvatten je primjer takve kompanije.

U praksi vodosnabdijevanja Švedske, odnosno vodovodnih kompanija, kao što je Sydsvatten, sve je podređeno što pouzdanijem snabdijevanju pitkom vodom visokog kvaliteta.

## LITERATURA:

- Fresh Drinking Water. Sydsvatten AB – Southern Sweden Water Supply. Prospektni materijal. Lund, Švedska, 2011.
- SYDVATTEN Produktionsrapport 2010 (Izveštaj o proizvodnji 2010). Sydsvatten AB – Southern Sweden Water Supply. Prospektni materijal. Lund, Švedska, 2011.
- SYDVATTEN Produktionsrapport 2009 (Izveštaj o proizvodnji 2009). Sydsvatten AB – Southern Sweden Water Supply. Prospektni materijal. Lund, Švedska, 2011.
- Facts on Water Supply and Sanitation in Sweden. The Swedish Water & Wastewater Association, Stockholm, Švedska, 2010.
- Persson K.M. and Johansson, J. (2010): Driving forces behind organisational changes in water supply in south Sweden 1950–2010, Vatten 66, 125–132





# PRIKAZ KNJIGE:

## Rasprostiranje otpadnih voda u otvorenim vodotocima – procesi difuzije i disperzije;

*autorice Prof. dr. Haše Bajraktarević Dobran*

**P**očetkom ove godine u sklopu izdavačke djelatnosti Građevinskog fakulteta u Sarajevu, odštampana je knjiga „Rasprostiranje otpadnih voda u otvorenim vodotocima – Procesi difuzije i disperzije“ autorice prof. dr. Haše Bajraktarević Dobran. Knjiga je posvećena problemima zaštite voda od zagađenja (rijeke, jezera, uobičajena zagađenja otpadnim vodama urbanih sredina i naselja, industrije, poljoprivrede itd., te incidentnim zagađenjima), a osobito pitanjima zaštite izvorišta pitke vode. Ova vrsta literature, odnosno stručnog i edukativnog materijala nije tako česta u izdavaštvu na našim prostorima, pa knjiga tim više dobija na značenju i upotrebnoj vrijednosti.

Šta o knjizi kaže jedan od recenzenata, redoviti profesor na Fakultetu građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu prof.dr.sc. Jure Margeta:

„... Ova knjiga će u nastavnom programu građevinskog i srodnih fakulteta koji u svom programu obrađuju problematiku zaštite voda, a posebno transporta onečišćenja u vodama, biti od velike pomoći studentima u uspješnom savladavanju nastave.

Knjiga je rezultat dugogodišnjeg znanstveno-istraživačkog rada autorice u području difuzije i disperzije otpadnih voda u vodotocima, a posebno brdskim. Knjiga predstavlja zaokruženu cjelinu ove tematike s naglaskom na praktičnu primjenu detaljno

i sveobuhvatno obrađenih teoretskih postavki i rješenja. Može se reći da je tematika obrađena u knjizi tematski cjelovita i da ima sadržaj koji nije do sada na ovaj način cjelovito publiciran. To se posebno odnosi na procese difuzije i disperzije otpadnih voda u brdskim vodama koje su u BiH dosta rasprostranjene. Zbog toga je knjiga od velikog značaja za rješavanje problema zaštite brdskih voda, te nastavak znanstvenih istraživanja u ovoj oblasti. ...“

Knjiga sadrži šest poglavlja:

- Uvod
- Teoretska analiza problema upuštanja i rasprostiranja otpadnih voda
- Difuzioni modeli za srednje i daleko polje otvorenih vodotoka
- Određivanje koeficijenata turbulentne difuzije i disperzije
- Upotrijebljena literatura i
- Spisak oznaka.

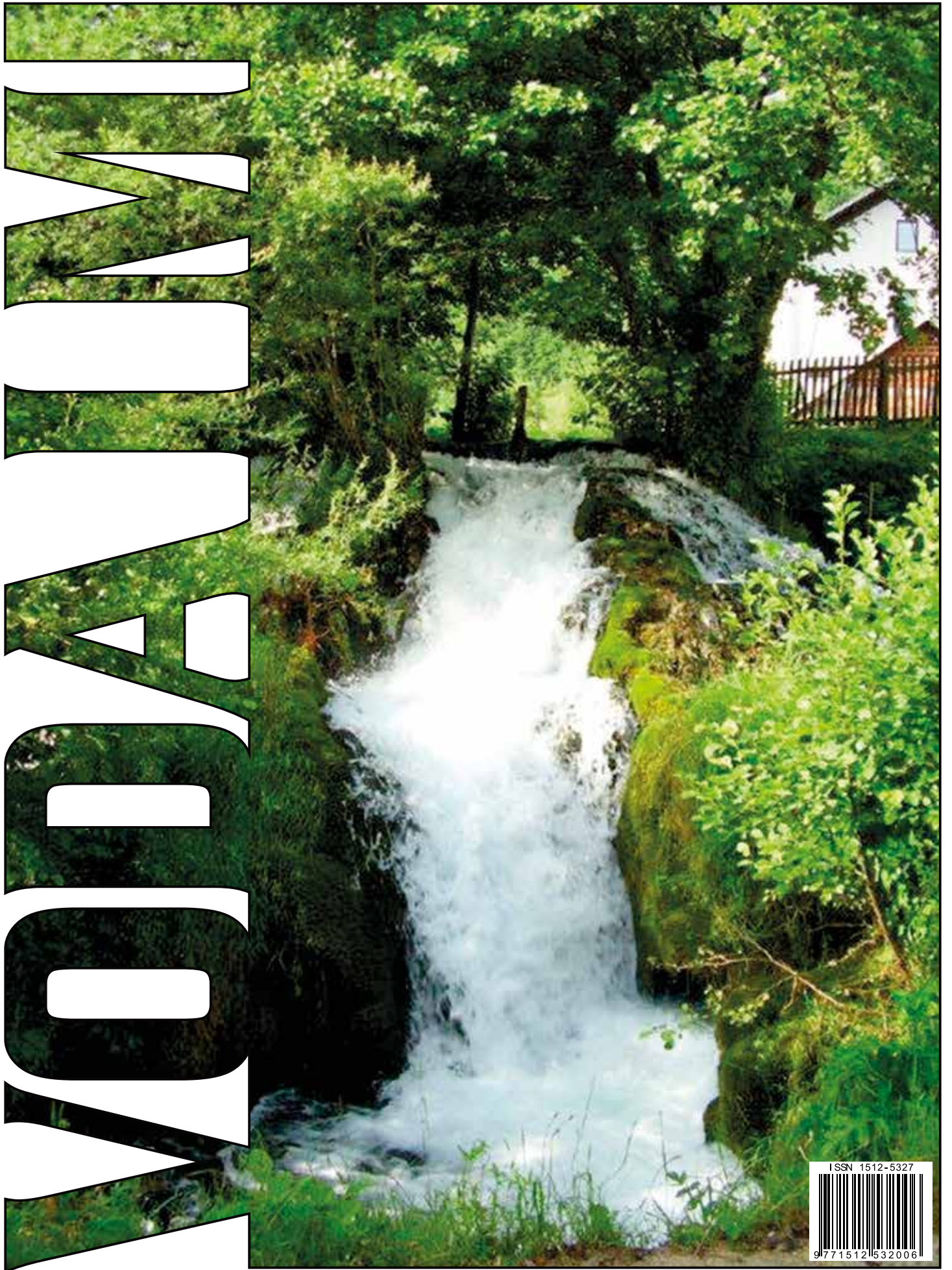
Knjiga je ilustrirana sa 16 slika i 7 tabela. Na kraju još da citiramo rečenicu drugog recenzenta prof.dr. Čede Maksimovića iz Londona koji u jednom dijelu recenzije navodi:

„... Rad predstavlja i sintezu savremenih shvatanja u ovoj oblasti, ali nosi i lični pečat autora sa originalnim doprinosom analizi kompleksnih procesa od kojih transport ove materije u vodotocima zavisi.“









# WOODMAN

ISSN 1512-5327



97715121532006