

# VODNA

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

2005  
Godina IX  
**45**



## UVODNIK

D. Hrkaš

## AKTUELNOSTI

N. Anđelić, D. Hrkaš  
PRIMJENA EU OKVIRNE DIREKTIVE O VODAMA POD  
OKRILJEM ICPDR

## ZAŠTITA OD VODA

M. Barić  
POVJESNA STRADANJA KORITA I SLAPA RIJEKE PLIVE  
V. Rajčić  
PRILOG ODREĐIVANJU USPORA  
OD MOSTOVSKIH SUŽENJA

V. Rajčić

SIMULACIJA VELIKE POPLAVE U RIMU U DECEMBRU  
1870. GODINE

## ZAŠTITA VODA

S. Trožić-Borovac  
EKOLOŠKE OSOBENOSTI SLIVA RIJEKE LAŠVE

F. Mekić  
KAMEN, ZEMLJA, DRVO, VODA I KAMEN

N. Maksumić  
O NEKIM POJAVAMA ZAGAĐIVANJA POVRŠINSKIH I  
PODZEMNIH VODA

*Autor kolor fotografija na koricama i srednjim stranama časopisa je Ermin Šahović  
(prizori sa planine Treskavica kod Sarajeva)*



### "VODA I MI"

Časopis Javnog preduzeća za "Vodno  
područje slivova rijeke Save" Sarajevo

<http://www.voda.ba>

#### Izdavač:

JP za "Vodno područje slivova rijeke Save"  
Sarajevo, ul. Grbavička 4/III  
Telefon: ++387 33 20 98 27  
Fax: ++387 33 20 99 93  
E-mail: [dilista@voda.ba](mailto:dilista@voda.ba)

#### Glavna urednica:

Dilista Hrkaš, dipl. žurn.

**Savjet časopisa:** Predsjednik Mehmed Buturović, direktor JP; Zamjenik predsjednika: Faruk Mekić, predsjednik Upravnog odbora JP; Članovi: Haša Bajraktarević-Dobran, Građevinski fakultet Sarajevo; Enes Sarač, direktor Meteorološkog zavoda; Enes Alagić; Božo Knežević; Faruk Šabeta.

**Redakcioni odbor časopisa:** Dilista Hrkaš, Mirsad Lončarević, Aida Bezdob, Elmedin Hadrović, Mirsad Nazifović, Salih Krnjić, Enes Alagić.

**Idejno rješenje korica:** DTP STUDIO Studentska štamparija Sarajevo

**Priprema za štampu i filmovanje:** Zoran Buletić

**Štampa:** S.Z.R. "Birograf" Sarajevo

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

## POŠTOVANI ČITAOCI,

**N**ekako smo mi u Bosni i Hercegovini malo pomalo uveli kao vremensku odrednicu pojmove “prije posljednjeg rata” i “u poslijeratnom vremenu”, tako da je čak i prelaz iz stoljeća u stoljeće, pa čak i iz milenijuma u milenijum, ostao zasjenjen burnim i strašnim ratnim događanjima u periodu 1992. – 1995. To razmeđe stoljeća i milenijuma za nas i nije neki reper u mjerenju vremena i redosljeda događanja, pa tako i sumiranje godine koja je na izmaku počinje obično od toga da je to ujedno i kraj prvog poslijeratnog desetljeća.

A u tom desetljeću u oblasti voda nisu, nažalost, napravljeni ozbiljniji iskoraci u pravcu njegovog razvoja koji je mogao generirati i razvoj mnogih drugih oblasti i društva u cjelini. No, što je bilo bilo je, treba gledati naprijed i pametno i odgovorno iskoristiti mogućnosti koje se otvaraju kroz, prije svega, obaveze

Bosne i Hercegovine u implementaciji međunarodnih dokumenata i ugovora koje je naša država ratifikovala i prihvatila i bez kojih nema puta u evropske integracije, ali i kroz odredbe novog Zakona o vodama koji se nalazi u proceduri usvajanja na oba entitetska parlamenta. To bi trebala biti i prilika da u drugom poslijeratnom desetljeću našem prirodnom vodnom bogatstvu vratimo važnost i ugled koje je imalo desetinama, pa i stotinama godina prije posljednjeg rata i da njime upravljamo na način da ga koristimo a istovremeno čuvamo za one koji dolaze poslije nas. Dakle, da primjenjujući principe održivog razvoja dostignemo standarde razvijenih zemalja.

Vjerujući u to “bolje sutra”, ostaje nam još samo da vam uputimo čestitku u povodu predstojećih praznika, pa stoga



*SVIMA VAMA DRAGI NAŠI ČITAOCI I ČITATELJI ŽELIMO DA U NAREDNOJ 2006. GODINI BUDETE ZDRAVI, VESELI I USPJEŠNI U SVOM POSLU, A NAROČITO VAMA KOJI STE ZADUŽENI I ODGOVORNI ZA OBLAST VODA.*

*SRETNNA VAM NOVA 2006!*

Autori su u cjelosti odgovorni za sadržaj i kvalitet članaka.

# PRIMJENA EU OKVIRNE DIREKTIVE O VODAMA POD OKRILJEM ICPDR-a

**V**jerovatno je za one koji nisu dovoljno do sada informisani pomalo i zagonetna toliko pominjana skraćenica ICPDR (u punom nazivu: International Commission for the Protection of the Danube River) koja u prevodu znači: Međunarodna komisija za zaštitu riječnog bazena Dunava i koja je u sektoru voda u Bosni i Hercegovini gotovo nezaobilazna u raznim dokumentima i materijalima. O čemu se, zapravo, radi?

U glavnom gradu Bugarske Sofiji je 29. juna 1994. godine potpisana **Konvencija o saradnji na zaštiti i održivom korištenju rijeke Dunav** od strane 11 zemalja i Evropske Unije. Konvencija je stupila na snagu 22.12.1998. godine nakon što je devet zemalja potpisnica ratifikovalo taj dokument. Naša zemlja je posljednja podunavska zemlja koja je ratifikovala Konvenciju i to 8. decembra 2004. godine.

## Šta je Konvencija?

To je dokument koji je pravni okvir za saradnju u cilju zaštite vodnih i ekoloških resursa u riječnom bazenu Dunava, čija površina sliva iznosi 800.000 km kvadratnih, što čini 10% ukupne površine Evrope. Dužina rijeke Dunav je 2.780 kilometara i njenom slivu pripada 18 zemalja a na tom prostoru živi ukupno 81 milion stanovnika.

Još jedna karakteristika ovog sliva je da je delta Dunava drugo po veličini močvarno područje u Evropi sa površinom od 600.000 ha.

Ciljevi Konvencije o saradnji na zaštiti i održivom korištenju rijeke Dunav su:

- postizanje održivog i pravednog upravljanja vodama
- očuvanje, poboljšanje i racionalna upotreba površinskih i podzemnih voda u slivu
- kontrola ispuštanja otpadnih voda, unosa nutrijenata i opasnih supstanci iz koncentrisanih i raspršenih izvora zagađenja

- ograničavanje opasnosti usljed nezgode koje uključuju materije opasne za vodu, opasnosti od poplava i leda
- doprinos smanjenju zagađenja Crnog mora.

Konvencija ima i svojih nekoliko osnovnih principa u primjeni, odnosno implementaciji od kojih ćemo navesti one najvažnije:

**Princip predostrožnosti** – znači bolje je biti siguran i neke negativne pojave preduprijeti, nego poslije žaliti za neučinjenim. Ujedno, ovaj princip se koristi kod definisanja politike pojedinih sektora u oblasti voda, posebno kod planiranja.

**Princip "zagađivač plaća"** - znači da zagađivač ili korisnik prirodnih resursa treba da kroz takse državi plati troškove održavanja ili saniranja šteta nanesenih resursima.

**Princip primjene najbolje raspoložive tehnologije** – podrazumijeva primjenu najnovijeg stepena razvoja postupka, uređaja ili metoda rada koji upućuje na praktičnu podobnost određenih mjera za ograničavanje ispuštanja otpadnih materija .

Ovaj princip se primjenjuje na industrijske i druge koncentrisane izvore zagađenja, a u njegovoj primjeni pažnju treba obratiti na tehnološki napredak u naučnim dostignućima, ekonomsku opravdanost određene tehnologije, te optimalnim rokovima za ugrađivanje u postojeća i instalisanje novih postrojenja.

**Princip najbolje ekološke prakse** – ima za cilj primjenu najprimjerenije kombinacije strategije i mjera za zaštitu okoliša a odnosi se na raspršene izvore zagađenja ( kao što je poljoprivreda). Pri određivanju šta je to naprimjerenija kombinacija mjera pažnju treba posvetiti najprije ranije pomenutom principu predostrožnosti, zatim ekološkoj opasnosti pojedinih proizvoda, kao i primjeni onih aktivnosti i materijala

koji izazivaju manja zagađenja. Potrebno je obratiti pažnju kod primjene ovog principa i na širinu upotrebe nekih zagađivača. Tu je još i praćenje naučnih dostignuća u smanjenjima i sprečavanjima zagađenja, te određivanje optimalnih rokova za njihovu primjenu u praksi.

### Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav

Da bi odredbe i ciljevi Konvencije o saradnji na zaštiti i održivom korištenju rijeke Dunav u svih 18 zemalja iz sliva Dunava bili implementirani harmonizirano i na najbolji mogući način uz uvažavanje svih različitosti po pojedinim zemljama (društvenim, ekonomskim, političkim, geografskim i drugim), formirana je Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav (ICPDR) 1. oktobra 1999. godine.

Zemlje iz sliva Dunava čija slivna pripadnost prelazi površinu od 2000 km<sup>2</sup> su: Njemačka, Austrija, Češka Republika, Slovačka Republika, Mađarska, Slovenija, Hrvatska, Srbija i Crna Gora, Bugarska, Rumunija, Moldavija, Ukrajina i Bosna i Hercegovina. Zemlje čija je slivna površina manja od 2000 km<sup>2</sup> su: Švajcarska, Italija, Poljska, Albanija i Makedonija.

Kako je uspostavljena organizaciona struktura u okviru Dunavske konvencije najbolje se vidi iz šeme broj 1.

### EU Okvirna direktiva o vodama (2000/60/EC)

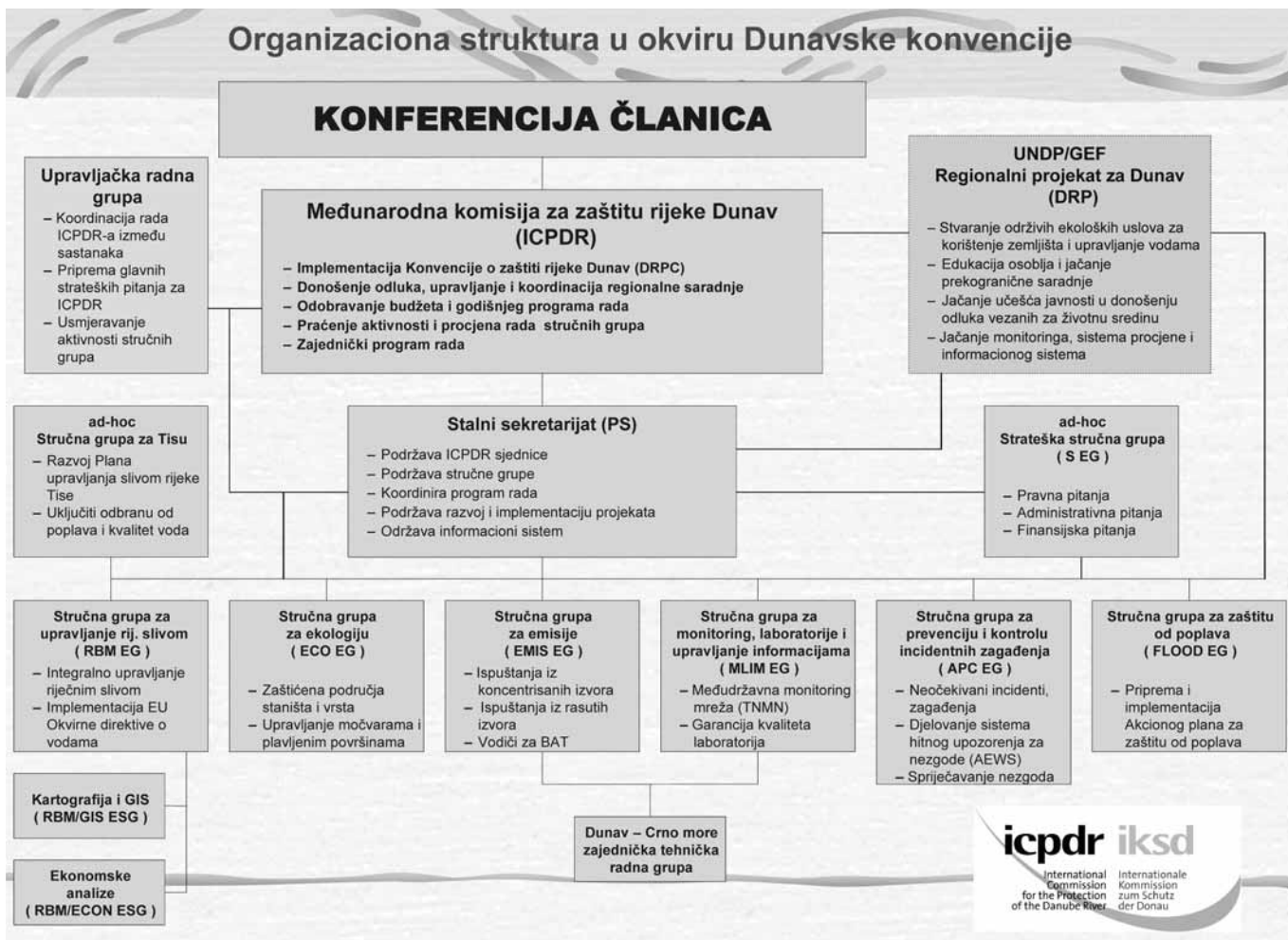
Kako ovaj naš tekst već u svom naslovu govori o primjeni Okvirne direktive o vodama, na početku ovog dijela dužni smo dati i najosnovnije informacije o ovom dokumentu.

Direktivu je usvojio Evropski parlament i Vijeće i stupila je na snagu 22.12.2000. godine u "svrhu dugoročnog određivanja vodne politike na evropskom prostoru polazeći od direktiva, uredba i standarda u sektoru voda nastalim u posljednjih desetak godina na nivou Evropske unije".

Osnovni postulati Direktive su:

- zaštita svih voda, površinskih i podzemnih
- upravljanje vodama na nivou riječnih slivova
- obuhvat svih uticaja na vode
- postizanje "dobrog statusa" voda u određenom vremenskom roku (do 2015. godine)
- uvođenje ekonomske analize korištenja voda
- aktivnije uključivanje javnosti u izradu plana upravljanja riječnim slivom

Da bi implementacija Okvirne direktive o vodama mogla teći planiranim tokom i na ujednačenim kriterijima, urađene su posebne smjernice, odnosno posebni poddokumenti tzv. vodiči za svaku pojedinu oblast



Nazivi tih vodiča su:

1. Ekonomija i okoliš
2. Identifikacija vodnih tijela
3. Analiza pritiska i uticaja
4. Identifikacija značajno izmjenjenih i vještačkih vodnih tijela
5. Prelazne i obalne vode
6. Interkalibracija
7. Monitoring
8. Učešće javnosti
9. GIS
10. Rijeke i jezera – tipologija, referentni uslovi i sistem klasifikacije
11. Proces planiranja

Sve nadležne institucije i organizacije za vode u Bosni i Hercegovini morat će se uključiti u procese izrade i primjene planova za integralno upravljanje vodama u skladu sa Okvirnom direktivom. Iako smo već sad u zakašnjenju sa praćenjem rokova za implementaciju pojedinih odredaba Direktive, ipak je za vjerovati i očekivati da će dodatnim naporima i angažmanom različitih stručnih institucija i pojedinaca, ova zemlja "uhvatiti korak" sa susjedima i ostalim zemljama iz sliva Dunava.

Naime, prema planu implementacije Direktive, do kraja 2003. godine trebalo je ugraditi principe Direktive u nacionalnu legislativu i definisati riječni sliv i ustanoviti institucionalni okvir i mehanizam koordinacije na tim poslovima, što je kod nas aktuelno na

kraju 2005. godine. Zatim je do kraja 2004. godine trebalo izvršiti analizu riječnog sliva, pritiska i uticaja, ekonomsku analizu i odrediti zaštićena područja, što također mi u BiH radimo "punom parom".

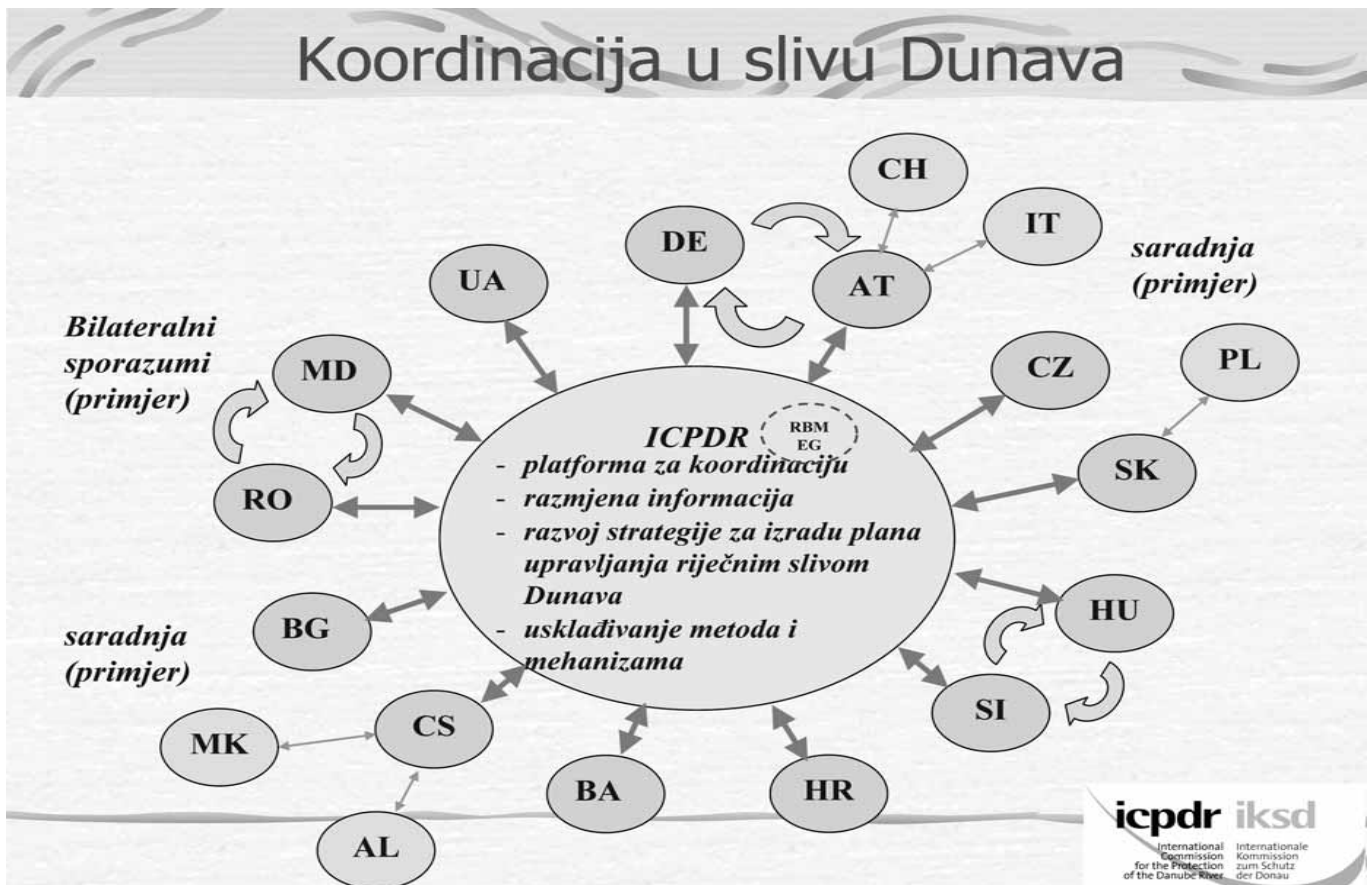
Dalje, do kraja 2006. godine treba uspostaviti program monitoringa na vodama i planirati mjere za aktivnije uključivanje javnosti u proces izrade plana upravljanja riječnim slivom. Do kraja 2009. godine predviđena je izrada plana upravljanja riječnim slivom sa pratećim programom mjera za njegovu realizaciju, da bi taj program najkasnije do 2012. godine bio operativan. Na kraju, 2015. godine će se procjenjivati i analizirati efikasnost primjene Direktive i po potrebi revidovati njen sadržaj, odnosno vodna politika na nivou Evropske Unije.

Do tada, Direktiva obavezuje da se Evropskoj komisiji podnosi izvještaj o ispunjavanju obaveza iz Direktive u određenim vremenskim rokovima (o čemu je naprijed bilo riječi).

U tom pravcu je i Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav na svojoj Trećoj plenarnoj sjednici održanoj u novembru 2000. godine zaključila da je implementacija Okvirne direktive o vodama njen najveći prioritet, te da će obezbjediti platformu za koordinaciju potrebnu za izradu Plana upravljanja slivom rijeke Dunav.

Kako je zaključeno tako je i učinjeno i na šemi br. 2 je prikazano kako principijelno treba da se ostvaruje koordinacija između zemalja (bilateralno i multilateralno) i prema ICPDR.

## Koordinacija u slivu Dunava



Da zaključimo: Bosna i Hercegovine je kroz usvojene i potpisane međunarodne konvencije, sporazume i druge dokumente koji se odnose na upravljanje vodama i koji su bazirani na načelima i principima održivog razvoja u okviru procesa integralnog upravljanja vodama preuzela zadaću i odgovornost primjene tih dokumenata na svim nivoima vođenja vodne politike, te shodno tome predstoje nam ozbiljni i nadasve stručni poslovi u kojima će nam svakako pomoći i bogato

iskustvo u ovoj oblasti sticano preko stotinu godina, a naročito u zadnjim decenijama prošlog stoljeća.

#### **Literatura:**

1. Okvirna direktiva o vodama Europske Unije; izdanje II; Vodnogospodarska osnova Hrvatske; Hrvatske vode – Zavod za vodno gospodarstvo, Zagreb, ožujak 2002.
2. Presentacija o provođenju Okvirne direktive o vodama na radionici održanoj u Sarajevu 9.12.2005. godine autora Naide Anđelić.



*Rijeka Gostelja - Stupari, septembra 2005.*

# POVIJESNA STRADANJA KORITA I SLAPA RIJEKE PLIVE (I. DIO)

“U noći 31.1. na 1.2.1996. god. uslijed pojave velikih voda došlo je do rušenja glavnog regulacijskog praga, praga br. 1 i pojave 'domino' efekta koji je prouzročio havariju cijelog korita rijeke Plive i pada desne krune vodopada...”

**O**

vo je dio izvješća koje je upućeno načelniku općine Jajce, a odnosilo se na stanje korita i vodopada rijeke Plive nakon pojave velikih voda u siječnju 1996. god.

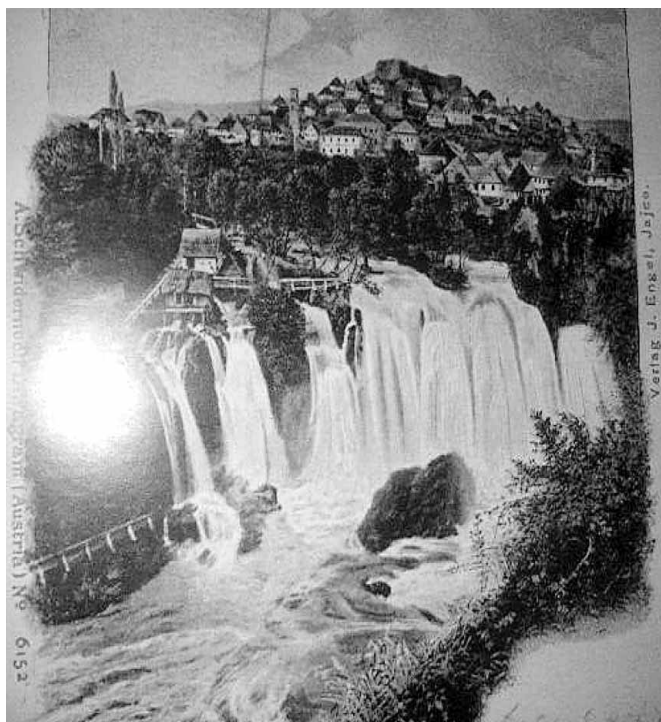
Naglo zatopljenje, nakon višednevnih snježnih padavina, izazvalo je topljenje snijega u slivnom području rijeke Plive što je dovelo do naglog priliva vode i porasta vodostaja u akumulaciji Velikog plivskog jezera.

Neblagovremeno otvaranje ustava i preljev preko brane akumulacije je dovelo do stvaranja vodnog vala od procijenjenih 380 m<sup>3</sup>/s (maksimalni protok vjerojatnosti pojave jednom u tisuću godina bio je do tada 285,0 m<sup>3</sup>/s) koji je “projurio” koritom rušeći sve



*Vodopad 1899. god.*





Vodopad 1905. god.

pregrade pred sobom i takvom pojavom hidrauličkog skoka koji je desnu krunu vodopada, tešku više od 10 tona, odbacio direktno u korito Vrbasa.

Rušenje pregrada je rezultiralo znatnim povećanjem brzina odnosno erozivnog procesa koji je pro-

mijenio geometriju korita i po dubini i po širini, pa je na pojedinim mjestima korito produbljeno i do šest metara.

Urušavanjem obala ugrožena je stabilnost prometnica, priobalnih objekata a upornjaci svih mostova su podlokani od kojih je jedan u potpunosti srušen. Rušenje ostalih mostova Jajce bi pretvorilo u otok, jer svi mostovi koji vode u grad su izgrađeni preko rijeke Plive.

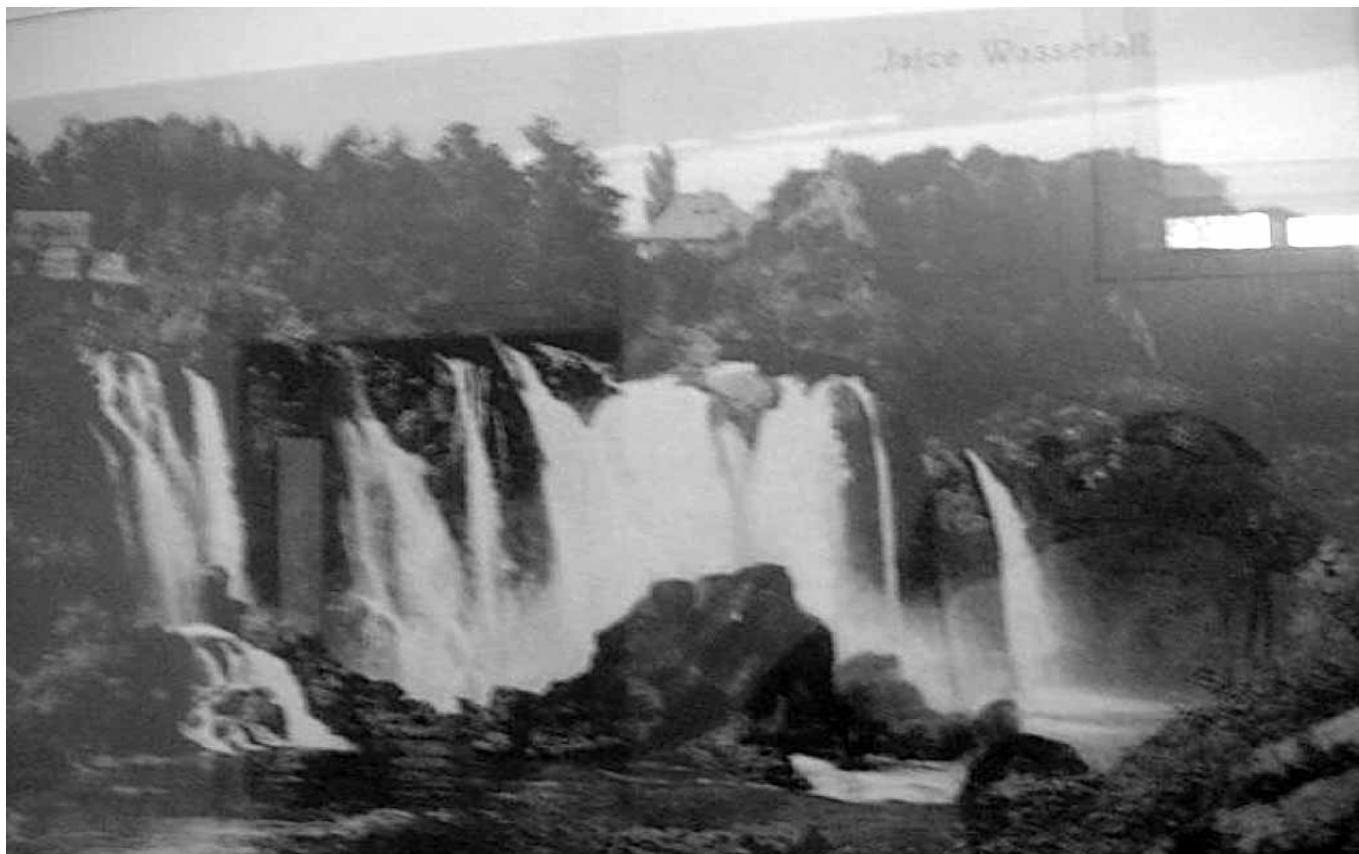
Na desetak metara uzvodno od desne krune vodopada pojavila se kaverna koja je "gutala" sav dotok rijeke Plive i kroz zid desnog boka vodopada slijevala je u Vrbas ostavljajući ploču slapa kao i sam slap bez vode.

Stanje je bilo alarmantno i tražilo je hitna rješenja, jer zbog nereguliranog protoka, štete su iz dana u dan bivale sve veće.

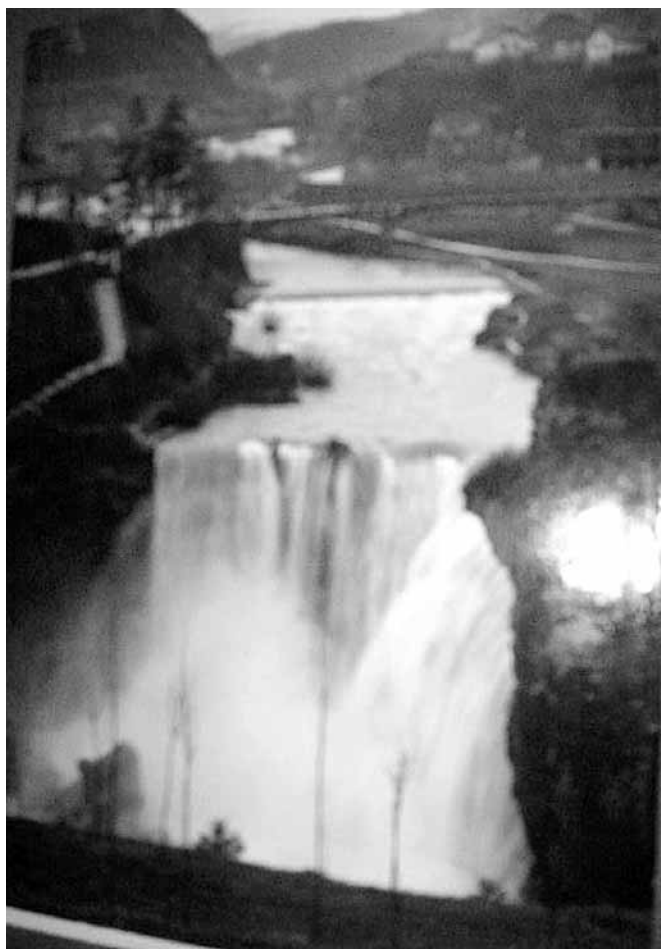
Iako je stanje bilo urgentno tek se u šestom mjesecu (iste godine) formira stručni tim koji je trebao iznaći rješenja koja bi zaustavila ili smanjila daljnju degradaciju korita i slapa.

Rješenja koja je dao stručni tim pod nazivom "Interventna sanacija" imala su za cilj sanirati AB roštilj desnog krila slapa, zapuniti nastalu kavernu i vodu pomoću gabionskog zida usmjeriti na lijevo krilo slapa.

Radovi su započeti u rujnu 1996.god. i prekinuti dva mjeseca kasnije zbog nailaska novog poplavnog vala koji je ne samo uništio do tada urađeno već izazvao i nove štete.



Vodopad 1900. god.



1956. godine



1956. god.

Pregledom i analizom novonastalih šteta uvidjelo se da predloženi i već pokušani oblik sanacije više nije moguć, da je problem znatno složeniji kao i sam pristup rješavanja.

Stručna komisija je zaključila:

- Treba postići odgovarajuću stabilnost obala rijeke Plive na čitavoj dionici, upornjaka mostova kao i samog slapa,
- Radove svesti na minimum kako bi se zadržala postojeća geometrija korita,
- Da se u maksimalno mogućoj mjeri zadrže i poboljšaju karakteristike ambijenta,
- Da se u koritu maksimalno stimulira razvitak sedre,
- Da se spriječi zadržavanje plivajućeg otpada,
- Zaštititi priobalni teren od mogućih poplava
- Zbog izrazito velikih troškova ukupne sanacije omogućiti faznu izradu projektne dokumentacije, kao i samu izgradnju odnosno sanaciju.

U prosincu 1996. god. Općinsko Poglavarstvo Jajce donosi odluku o raspisivanju natječaja za izradu projektne tehničke dokumentacije vezanu za sanaciju i uređenje slapa, korita i obala rijeke Plive.

Sporazum o financiranju izrade projektne dokumentacije potpisali su:

- Općinsko Poglavarstvo Jajce,
- J.P. "ELEKTROPRIVREDA HZ HB", kao subjekt u korištenju voda rijeke Plive za rad HE Jajce 1,
- J.P. "VODOPRIVREDA HZ HB", kao subjekt u obvezi gospodarenja hidroresursima.

Nažalost projektnim zadatkom nisu bili definirani istražni radovi za koje je trebalo naknadno, mimo sporazuma izdvojiti znatna sredstva pa je sporazum o sufinanciranju kao i cijeli projekt doveden u pitanje.



Poplava 1956. godine

Problem je riješen tako što je obvezu financiranja istražnih radova preuzelo tadašnje općinsko poglavarstvo.

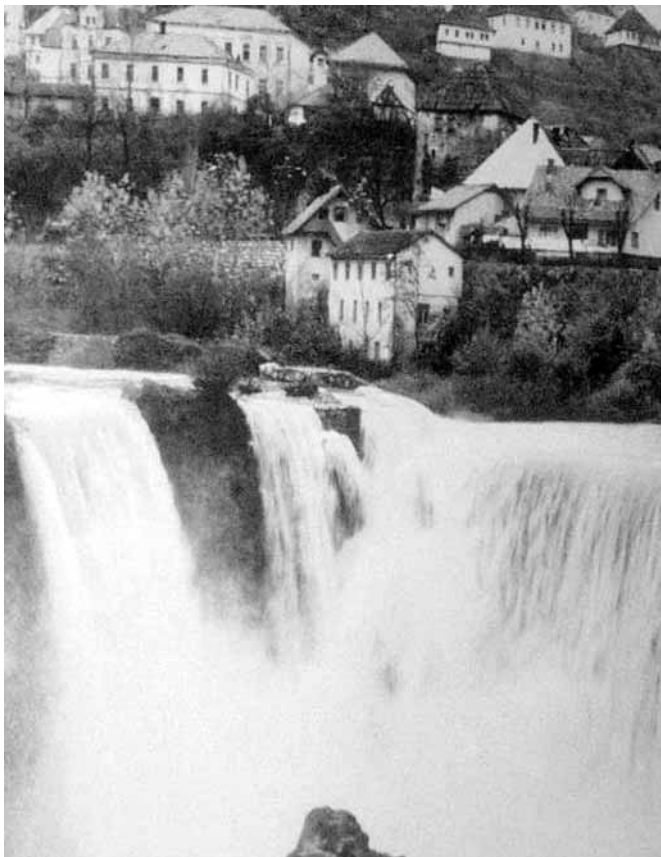
Na natječaju, kao najpovoljniji ponuđač, odabrano je poduzeće CONEX iz Mostara.

Prijetnja od urušavanja kompletnog vodopada kao i potrebe hitne sanacije nisu davale dovoljno vremena da se prikupe sve potrebne podloge pa se projektna dokumentacija radila usporedo s istražnim radovima odnosno njena pojedina rješenja bazirala su se na procjenama.

Provedeni istražni radovi su najviše bazirani na izvedene tri bušotine dubine po 20 m i to ispred pregrade 1 (lijevi bok vodopada), pregrade 2 (međuslap na vodopadu) i pregrade 3 (urušeni desni bok vodopada).

U elaboratu provedenih istražnih radova za potrebe hitne sanacije pored danih analiza koje su katastrofalno opisivale stanje vodopada odnosno sedrenih naslaga, ukazano je na dvije činjenice:

1. Sanaciju treba provesti hitno da se cijeli glavni vodopad na ušću Plive u Vrbas ne uruši i time izazove teško sagledive posljedice po grad Jajce kao i samo korito Plive.
2. Sanacioni radovi neće biti jednostavni niti će se svi radovi moći unaprijed točno predvidjeti. Mnogi će se radovi i rješenja trebati prilagoditi stvarnom stanju na terenu, jer su moguća mnoga iznenađenja i to gotovo na svakom mjestu.



*Poplava 1959. godine*

Projektna dokumentacija u razini idejnog rješenja kao i izvedbeni projekt interventne sanacije slapa su revidirana 10.10.1997.god.

Navest ću neka tehnička rješenja ponuđena kroz tehničku dokumentaciju s kratkim primjedbama s revizije dokumentacije u čijem radu sam i sam učestvovao.

## **Sanacija glavnog slapa**

### **Pregrada 1 (lijevi bok vodopada)**

“Sanacija pregrade 1 izvodi se tako da se poboljšava sedrena naslaga ispod betonske ploče ispred samog slapa. Poboljšanje se izvodi kombinacijom mikropilota izvedenih mlaznim injektiranjem bušotina. Kaverne kroz koje prolaze mikropiloti se ispunjavaju cementnim mortom utisnutim pri malim tlakovima.”

Ovo rješenje izazvalo je dosta polemika kako tada tako i u dosta rasprava i nakon izvedene sanacije. Upitna je uloga mikropilota koja je loše interpretirani u gornjem navodu i njihova funkcija je shvaćena kao stupovi koji će nositi AB ploču vodopada. Funkcija stupa nije moguća jer piloti svojom dubinom nisu mogli doseći kvalitetno nosivo tlo, a mogućnost da opterećenje prenesu trenjem od okolno tlo također nije moguća zbog lošeg medija kroz kojeg su prošli kao i velikog broja kaverni od kojih je jedna imala visinu 255 cm. Mlazno injektiranje je imalo za cilj da oštećeni trup slapa poveže koliko je moguće u jednu cjelinu i da spriječi iznošenje erodiranog ma-



*Vodopad bez vode 1996. god.*



*Poplava 2004. godine*

terijala iz trupa vodopada odnosno da smanji količinu nevezanog materijala.

Ovaj zahvat je jako kompleksan jer se moralo izvesti mlazno injektiranje uz male tlakove (da se ne bi dodatno sedra razorila) pazeći pri tome da se omoguće slobodni, podzemni tokovi vode.



*Nekad je preko ovog praga prelazila voda*

Pregrada br. 2 (međuslap) koji je vodu prevodio na lijevi bok slapa nije pretrpio veća oštećenja tako da se njegova sanacija vezala za izgled desnog krila slapa odnosno izgleda pregrade br. 3.

*Pregrada br. 3 (desni bok vodopada)*



*Uređeno korito 2005. godine*



*Devastirana sedra u koritu*

Za slap br. 3 (desni bok vodopada) izrađena su četiri varijantna rješenja.

Varijanta 1 predviđa preljev u pravcu duljine 16,20 m, varijantom 2 je predviđena tlocrtna kombinacija pravca i kružnice ukupne duljine 21,30. varijanta 3 zakrivljeni preljev radijusa 8 m i duljine 24 m dok četvrta varijanta predviđa zakrivljeni preljev radijusa 11,60 m i ukupne duljine 36,55 m. Sve četiri varijante su hidraulički valorizirane preko brzine toka i visine vode na preljevu pri raznim protokama od 3 m<sup>3</sup>/s do 285 m<sup>3</sup>/s.

U pogledu tehničkog rješenja karakteristična su tri detalja: oblikovanje preljeva, stabilnost sedrene naslage ispod slapa i stabilnost čela denivelacije tla između preljevnog praga i slapišta ispod vodopada.

Preljev je oblikovan kao raščlanjena pregrada trapeznog poprečnog presjeka s gornjom i donjom vodoravnom pločom, kosom uzvodnom pločom i otvorenim čelom. Ove tri ploče povezale bi se poprečnim rebrima na razmacima od po 2 m. Ova forma preljeva je usvojena i dokazana je njena stabilnost kao i hidraulička podobnost. Dilema se stvorila ponovo oko pilota ali ne u smislu njihove funkcije već oko broja potrebnih pilota kao i razlike mišljenja oko veličine njihovog promjera .

Ovdje je potrebno istaći i prijedlog izgradnje optočnog tunela dužine 155 m, promjera 4 m kojim bi

se vode veće od 120 m<sup>3</sup>/s odvodile direktno u vodotok Vrbasa i na taj način štatile vodopad od velikih voda.

Ovaj prijedlog je izazvao mnoge dileme jer se smatralo da uz adekvatnu sanaciju vodopad može prihvatiti velike vode i preko 180 m<sup>3</sup>/s, ali zbog urgentnosti i nedovoljnog provedenog obima istražnih radova prijedlog izrade optočnog tunela je prihvaćen od strane revizije komisije.



*Poplavni val 2004. godine*



*Izgled devastiranog korita*

Radovi na sanaciji po projektu "Interventna sanacija i osiguranje slapa" su započeti u rujnu 1997. i završeni u listopadu iste godine.

Nažalost, od tog datuma pa do 2003. godine nije bilo značajnih aktivnosti, sve dok pojava velike vode nije upozorila da problem još uvijek nije riješen.

Općinski načelnik Branko Čvarar pokrenuo je ponovo aktivnosti oko rješavanja problema korita i slapa rijeke Plive i pod pokroviteljstvom Federalnog ministarstva prostornog uređenja i zaštite okoliša formirane su stručne komisije koje su na osnovu rezultata provedenih istražnih radova revidirale i prilagodile projektnu dokumentaciju postojećem stanju.

Dogovoreni obim radova je:

- Izgradnja dva regulaciona praga br. 7 i 8,
- Izrada dvije stabilizacije građevine,
- Sanacija obala kroz izgradnju obalnih AB zidova kao i uređenju pokosa.
- Stabilizacija upornjaka mosta kao i
- Uređenje dna korita.

Radovi su povjereni poduzeću "Hidrogradnja" Sarajevo koji su započeti u listopadu 2004. i uz mnoge poteškoće završeni u travnju 2005.

Tehnologija ove sanacije bit će opisana u jednom od narednih brojeva.

Povijesno gledajući ovo nije prva devastacija korita i slapa rijeke Plive i nažalost razlog je uvijek bio

ljudska neodgovornost u načinu upravljanja i iskorištenja vodnih resursa.

Zbog svoje ujednačene protoke i koncentričnog pada na dosta kratkom potezu, Austrougarska je 1895. god. izgradila prvu hidroelektranu na Balkanu s vodozahvatom, na tada, prirodnoj akumulaciji tj. Velikom plivskom jezeru i to za potrebe rada Elektrobosne koja je proizvodila FeSi i Si metal.

Poremećeni proticaj, izazvan radom HE koja je za svoje potrebe uzimala 16 m<sup>3</sup>/s, uzrokovao je erozivne procese u koritu koji su produbili korito i do 2 m i izazvale katastrofalno rušenje vodopada (neki podaci govore da je novi profil vodopada nastao 50 m uzvodno od profila prije rušenja).

Sanacioni radovi su izvedeni prije Prvog svjetskog rata na način da su pobijani drveni šipovi koji su nosili pregradu od kamenog nabačaja.

Stručne analize, koje su kasnije provedene, pokazale su da je to bila pogrešna sanaciona metoda, uzrokovana nepoznavanjem fizičko kemijskih svojstava sedre, jer pobijeni šipovi su uzrokovali stvaranje nove ravni preko koje će doći do novog rušenja vodopada.

Rušenje po spomenutoj ravni se i desilo 1947. god. kada je vodopad za 30 m pomaknut uzvodno, odnosno kada je dobio današnji profil.

Ispitivanja koja su rađena za potrebe izrade tehničke dokumentacije za izgradnju HE Jajce 1 poka-



zali su da se u periodu od 1952. do 1957. korito produbilo za 5 metara.

Otpočinjanjem radova na izgradnji HE Jajce 1 izvršeno je prekopavanje prirodnih sedrenih pregrada Okruglog jezera radi izgradnje dovodnog AB cjevovoda promjera 5 m.

Projektom je predviđeno da se uredi korito rijeke Plive nizvodno od Velikog jezera s ciljem da se spriječi daljnja erozija i da se korito, koliko je god moguće, očuva u prirodnom stanju stvarajući uvjete za oporavak sedrotvoraca odnosno rasta sedre.

Radovima je, nadvišenjem preko prirodnih sedrenih barijera AB krunom, prirodno jezero pretvoreno u umjetnu akumulaciju, spojeno je Veliko i Malo plivsko jezero, određen je biološki minimum od 3 m<sup>3</sup>/s (zadržan do danas) koji je preko vodenica usmjeren u Malo jezero, izgradnja 4 pregrade za formiranje Okruglog jezera, 7 pregrada u koritu nizvodno od okruglog jezera kao i samu krunu vodopada.

Svi navedeni radovi su završeni u periodu od 1956. god do 1958. god. a od 1970. do 1972. god. izgrađene su još 4 pregrade nizvodno od okruglog jezera.

I kada se mislilo da su izvedeni radovi konačno stavili točku na dalje uništavanje korita i samog vodopada, ponovo se ljudska ruka pobrinula da se desi ono što se desilo u siječnju i veljači 1996.god. i kako je jedan prolaznik primijetio " Pliva se napokon riješila lošeg gospodara, ali je zato dobila vječnog slugu, grad Jajce."

*Ovaj članak posvećujem preminulom Luki Čutiću, građevinskom tehničaru koji je punih 50 godina radio na održavanju korita i vodopada rijeke Plive.*

#### **Korištena dokumentacija:**

- Uređenje korita rijeke Plive nizvodno od HE Jajce 1, Miljković Emin, dipl. ing. građ. Meler Željko, ing. građ. i Rustempašić Ahmed, građ. teh.,
- Program sanacionih radova, Luka Čutić, građ. teh.,
- Projektna dokumentacija CONEX-Mostar,
- Izvješće revizione komisije, Prof. dr. sc. Franjo Verić.





# PRILOG ODREĐIVANJU USPORA OD MOSTOVSKIH SUŽENJA

## Rezime

**U** radu je dat kratak prikaz određivanja uspora od mostovskih suženja na osnovu tri raspoložive metode, prva obrađena u skripti prof. Barbalića (str. 3027-3032, obrazac D'Aubuissonova broj 3.033), koja je ujedno najzastupljenija metoda u BiH hidrotehničkoj praksi, druga primjenom odgovarajućih Bernulijevih jednačina i tzv. "direktne" metode koja je u primjeni u Birou za javne puteve SAD-a.

Najpreciznije rezultate daje klasična Bernulijeva jednačina, potom obrazac D'Aubuissonova, koji je u stvari pojednostavljeni oblik klasične Bernulijeve jednačine te daje neznatno veće vrijednosti uspora od stvarne. "Direktna" metoda može poslužiti za provjeru da li su veličine uspora od mostovskih suženja ispravno sračunate, a dobijene su primjenom jedne od dvije naprijed pobrojane metode. Takođe, ovaj pristup može pomoći u brzoj procjeni vrijednosti uspora jer ne zahtijeva iterativno rješenje odgovarajućih jednačina što je neminovno u prethodne dvije metode.

**Ključne riječi:** *Zaštita od voda, Mostovi, Uspor od mostovskog suženja*

## 1. UVODNE NAPOMENE

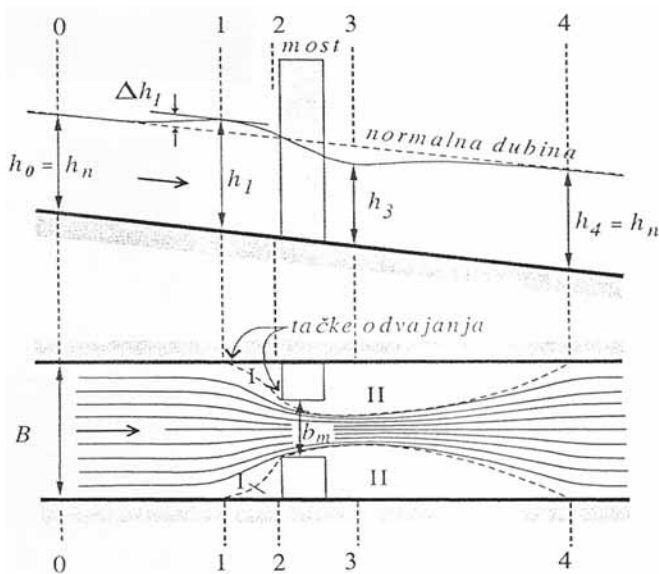
Izgradnja mosta sa prilaznim konstrukcijama koje pregrađuju inundacije može dovesti do ozbiljnije deformacije linije nivoa velikih voda u odnosu na prirodno stanje, naročito u vrijeme poplava kada mostovski profil može predstavljati "usko grlo" za evakuaciju velikih voda usporavajući tok na uzvodnim dionicama. Vrijednost uspora od mostova prije svega za-

visi od stepena suženja, karakteristika obalnih oporaca, broja, veličine i oblika stubova mosta u koritu.

Pod mostovskim suženjem podrazumijeva se kratka dionica na kojoj se, nakon izgradnje oporaca mosta i stubova u glavnom koritu, odnosno prilaznih konstrukcija u inundacijama, javlja naglo smanjenje površine proticajnog presjeka.

Kod većih vodotoka najčešće je zastupljen stepen suženja sa mirnim režimom tečenja, te se u nastavku isključivo razmatra ovaj slučaj na primjeru tzv. mosta prostog presjeka.

Na trenutak ćemo se podsjetiti na izgled uzdužnog profila i strujne slike u jednom pravouganom poprečnom presjeku u kojem vlada jednolik, miran režim tečenja. U zoni mosta dolazi do poremećaja strujne slike kao što je prikazano u slici 1. Uzvodno i nizvodno od mosta tečenje je blago nejednoliko, a u samom suženju pak naglo promjenjivo. U praksi je najvažnije odrediti vrijednost maksimalnog uspora  $\Delta h_1 = h_1 - h_n$ . To se radi primjenom jednačine održanja mase i održanja energije u presjecima 3 i 4, odnosno 1 i 3 u kojima se pretpostavlja da su strujnice paralelne i da vlada hidrostatički raspored pritiska. S obzirom na kratko rastojanje, obično se trenje zanemaruje, a uzimaju se samo lokalni gubici energije na suženju i proširenju, kao što se vidi u datom primjeru daljeg teksta. Uobičajeno je da se za tipični mostovski profil za naglo suženje koristi koeficijent lokalnog gubitka od  $\zeta = 0,3$ , a  $\zeta = 0,5$  za naglo proširenje. Iz slike 1 vidi se strujna slika u zoni mostovskog suženja gdje se strujnice "skupljaju" do profila 3, a "šire" između profila 3 i 4 pri čemu se formiraju vrtložne zone označene sa I i II.



Slika 1: Uzdužni profil i strujna slika na mostovskom suženju

Određivanje uspora od mostovskog suženja po svakoj od pobrojanih metoda (uspostavljanje Bernulijeve jednačine za odgovarajuće presjeka, metod D' Aubuissinova i "direktna" metoda) prikazano je u sljedećem primjeru.

Primjer:

Na osnovu elemenata iz slike 2, te sljedećih datih parametara treba odrediti odgovarajući uspor od suženja mosta:

Dato:

Protok: 1276 m<sup>3</sup>/s

Korito trapeznog presjeka širine u dnu b = 100 m

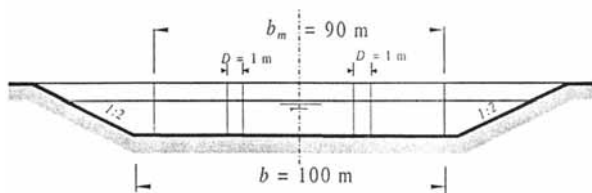
Razmak između oporaca mosta b<sub>m</sub> = 90 m

Nagib kosina: 1 : 2

Uzdužni nagib dna korita: I<sub>d</sub> = 0.0005

Vrijednost Maningovog koeficijenta: n = 0,018 m<sup>-1/3</sup>, s

U koritu se nalaze dva cilindrična stuba prečnika D = 1,0 m.



Slika 2: Skica uz primjer

## 2. RJEŠENJE PRIMJERA DIREKTNOM PRIMJENOM BERNULIJEVE JEDNAČINE

Normalna dubina iznosi h<sub>n</sub> = h<sub>4</sub> = 4,0 m, A<sub>4</sub> = 432 m<sup>2</sup>, v<sub>4</sub> = 2,95 m/s, zanemarujući kontrakciju mlaza oko stubova i oporaca mosta, efektivna širina toka je b = b<sub>m</sub> - 2 D = 88 m i kritična dubina

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{g}} \approx \sqrt[3]{\frac{(1276 / 88)^2}{9,81}} \approx 2,78 \text{ m.}$$

Zanemarujući trenje, Bernulijeva jednačina za presjeka 3 i 4 (Slika 1) ima oblik:

$$h_3 + \frac{v_3^2}{2g} = h_4 + \frac{v_4^2}{2g} (1 + \xi_p)$$

odakle se za usvojeni koeficijent trenja na proširenju  $\zeta_p = 0,5$  iterativnim rješavanjem ove jednačine dobija da je h<sub>3</sub> = 4,15 m, A<sub>3</sub> = 399,65 m<sup>2</sup> i v<sub>3</sub> = 3,19 m/s.

Zanemarujući trenje, Bernulijeva jednačina za presjeka 1 i 3 (Slika 1) ima oblik:

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = h_3 + \frac{v_3^2}{2g} (1 + \xi_s)$$

odakle se za usvojeni koeficijent trenja na suženju  $\zeta_s = 0,3$  iterativnim rješavanjem ove jednačine dobija da je h<sub>1</sub> = 4,40 m, te je visina maksimalnog uspora  $\Delta h_1 = h_1 - h_n = 0,40$  m.

## 3. RJEŠENJE PRIMJERA DIREKTNOM PRIMJENOM OBRASCA D'AUBUSSIONOVA

Ovaj obrazac je u stvari izveden iz Bernulijeve jednačine za presjeka 1 i 3 i daje pouzdane rezultate za vrijednost h<sub>n</sub> ≥ 1,30 h<sub>cr</sub>, što je ispunjeno u datom primjeru, a pretpostavka je da su vrijednosti h<sub>3</sub> i h<sub>4</sub> jednake.

$$\Delta h_1 = \frac{\alpha Q^2}{2g} \left\{ \frac{1}{(A_m K)^2} - \frac{1}{(A + b_m \Delta h_1)^2} \right\}$$

gdje je:

- Δh<sub>1</sub> veličina maksimalnog uspora (m)
- Q proticaj (m<sup>3</sup>/s)
- α Koriolisov koeficijent (α = 1,10)
- A<sub>m</sub> neto površina proticajnog presjeka pod mostom (m<sup>2</sup>)
- K Koeficijent kontrakcije, određuje se iz Dijagrama prema podacima Lebedeva (U analiziranom primjeru za razmak između stubova od 30 m i brzinu v<sub>3</sub> = 3,19 m/s dobija se koeficijent kontrakcije od približno K = 0,96.)
- A površina proticajnog presjeka vodotoka na mjestu gdje nije suženje (m<sup>2</sup>)
- b<sub>m</sub> širina korita na gornjem dijelu proticajnog profila (m).

Unoseći odgovarajuće vrijednosti iz primjera u gore navedeni obrazac dobija se

$$\Delta h_1 = \frac{1,10 \times 1276^2}{2 \times 9,81} \left\{ \frac{1}{(360 \times 0,96)^2} - \frac{1}{(432 + 116 \times \Delta h_1)^2} \right\}$$

a iterativnim putem je izračunata vrijednost od  $\Delta h_1 = 0,36$  m što je gotovo identično sa rješenjem po prethodnoj metodi ( $\Delta h_1 = 0,40$  m).

#### 4. RJEŠENJE PRIMJERA PRIMJENOM "DIREKTNE" ILI "SKRAĆENE" METODE BIROA ZA JAVNE PUTEVE SAD-a

Da bi se izbjeglo iterativno rješavanje, u praksi se često koriste pojednostavljeni direktni ili skraćeni postupci uz korištenje pomoćnih dijagrama koji su rezultat eksperimentalnih ispitivanja sljedećih uticajnih faktora:

- stepena suženja koji je definisan odnosom  $M = A_m/A$ , gdje je  $A_m$  dio površine poprečnog presjeka koji se odnosi na otvor mosta, a  $A$  površina cijelog poprečnog presjeka;
- karakteristika oporaca mosta (dužina, nagib kosine, oblik završnog dijela i hrapavost površine);
- broja, dimenzija i oblika stubova u koritu;
- položaja otvora mosta u odnosu na osovinu korita;
- ugla koji osovina mosta zaklapa sa osovinom toka.

Jedna od poznatih direktnih metoda za određivanje maksimalnog uspora potiče od američkog Biroa za javne puteve (*Bureau of Public Roads*). Prema ovoj metodi, vrijednost uspora se može sračunati pomoću izraza:

$$\Delta h_1 = K_m (v_a^2/2g)$$

gdje je:

$v_a$  fiktivna brzina jednolikog tečenja u koritu pravougaonog poprečnog presjeka čija je širina jednaka širini mostovskog suženja, tj.

$$v_a = Q / b_m h_n$$

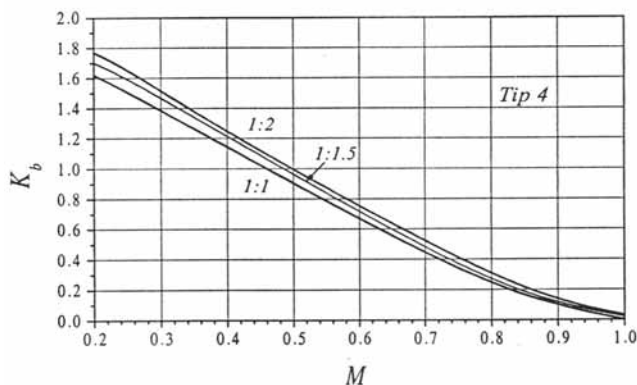
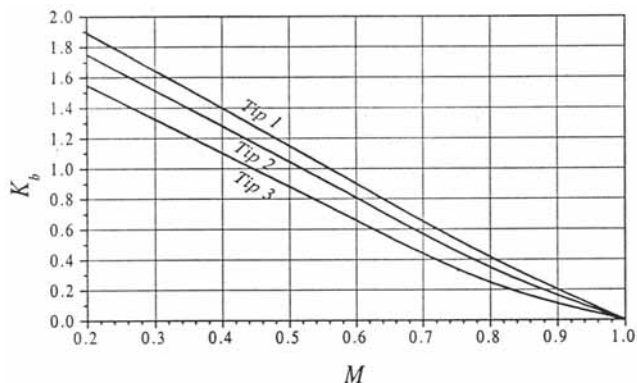
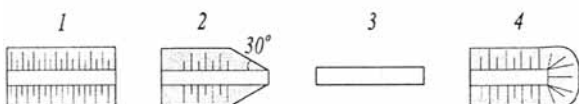
Empirijski koeficijent  $K_m$  sadrži tri člana:

$$K_m = K_b + \Delta K_p + \Delta K_e$$

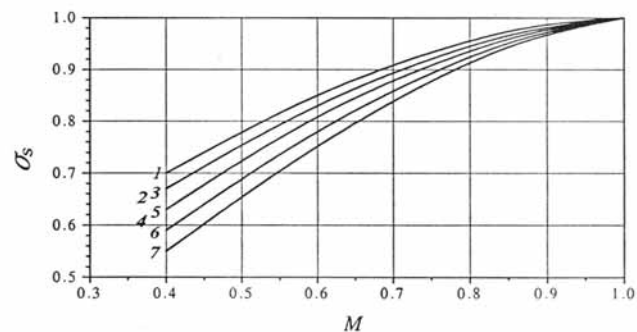
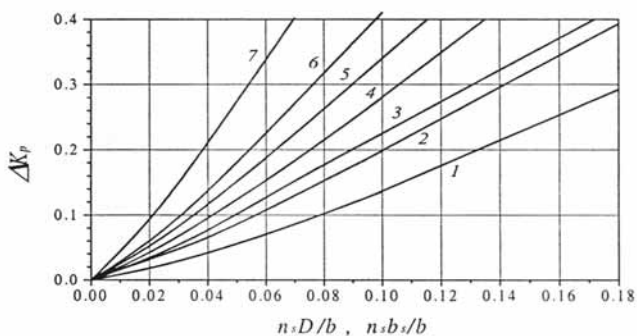
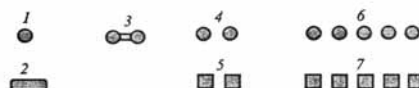
od kojih prvi obuhvata uticaj suženja (slika 3), drugi, uticaj stubova (slika 4), a treći, uticaj položaja mostovskog otvora u odnosu na osovinu korita (slika 5).

Ukoliko ugao između osovine mosta i toka nije  $90^\circ$  rezultati se moraju korigovati za vrijednost napađnog ugla.

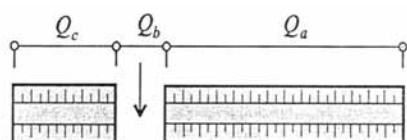
Tipovi oporaca



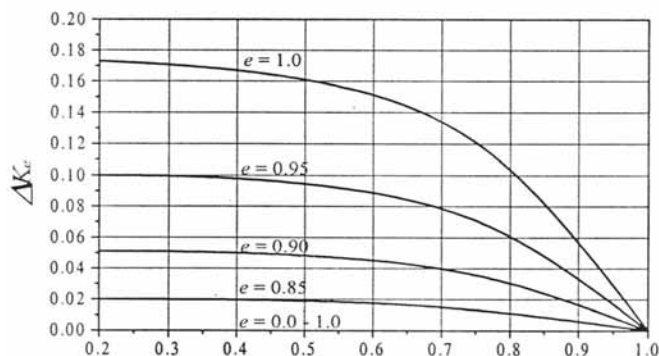
Slika 3: Pomoćni dijagram za određivanje koeficijenta  $K_b$



Slika 4: Pomoćni dijagram za određivanje koeficijenta  $\Delta K_p$



$$e = \begin{cases} 1 - (Q_c/Q_a) & \text{za } Q_c < Q_a \\ 1 - (Q_a/Q_c) & \text{za } Q_a < Q_c. \end{cases}$$



Slika 5: Pomoćni dijagram za određivanje koeficijenta  $\Delta K_e$

U ovom primjeru određuje se uspor od mosta upravnog na osovину vodotoka i sa oporcima tipa 2.

Za  $h_n = 4,0$  m, slijedi da je  $A = 432$  m<sup>2</sup>, a  $A_m = 360$  m<sup>2</sup>, te je stepen suženja  $M = 360/432 = 0,83$ , a koeficijent  $K_b$  iz slike 3 iznosi 0,31. Iz slike 4 slijedi da je za  $n_s D/b = 2 \times 1,0/100 = 0,02$  te je koeficijent  $\Delta K_p = 0,02$ , a koeficijent  $\Delta K_e = 0$ . Slijedi da je odgovarajući uspor

$$K_m = K_b + \Delta K_p + \Delta K_e = 0,31 + 0,02 + 0 = 0,33.$$

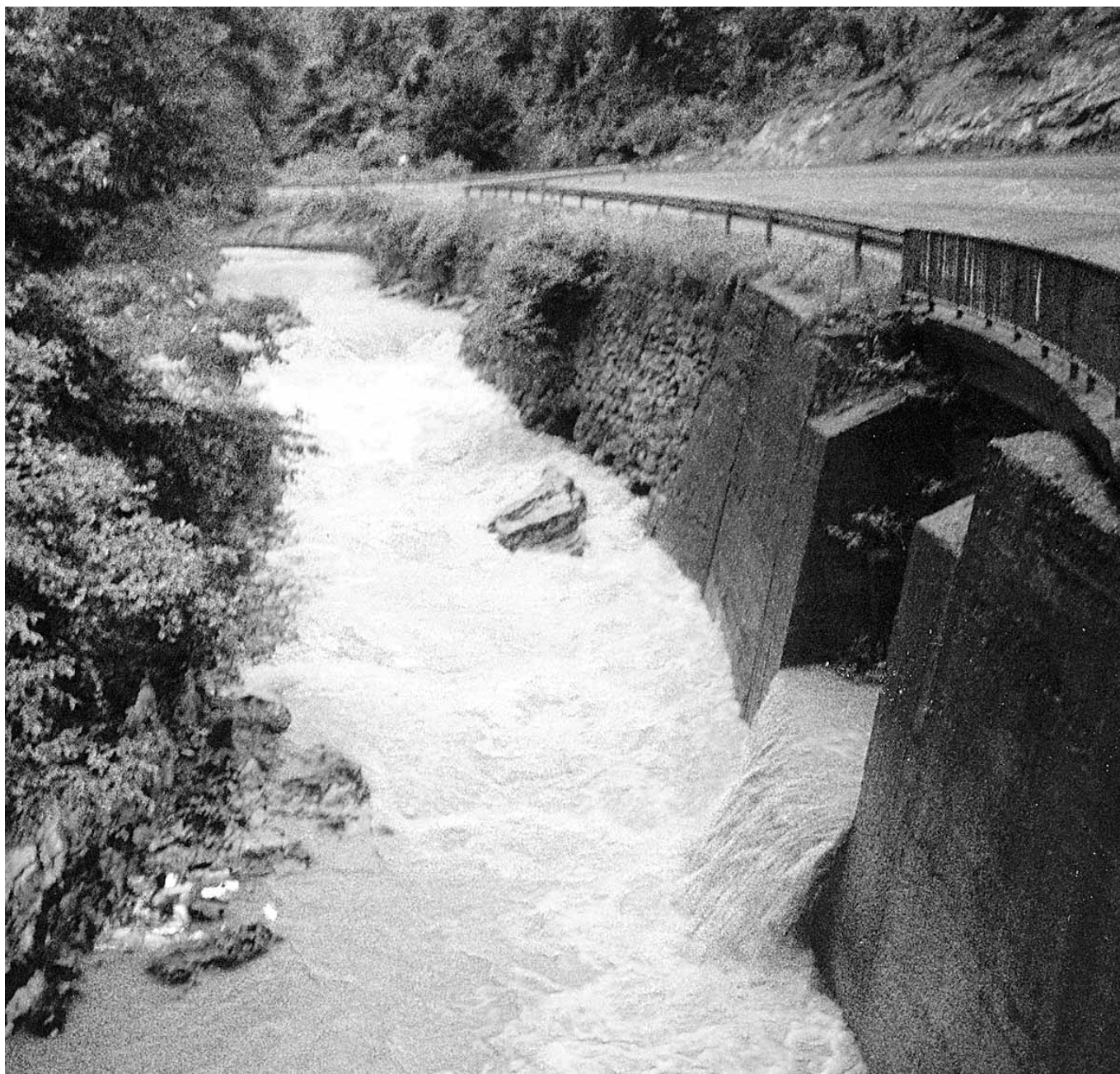
$$v_a = Q / b_m h_n = 3,63 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_1 = K_m (v_a^2/2g) = 0,33 (3,63^2/2g) = 0,23 \text{ m.}$$

## 5. ZAKLJUČCI

1. Pri određivanju uspora od mostovskih suženja na raspolaganju su tri metode: prva primjenom Bernulijeve jednačine za odgovarajuće presjeka, druga primjenom obrasca Aubuissionova i treća je tzv. "direktna" metoda.





Rijeka Gostelja - Stupari, septembra 2005.

2. Najčešće zastupljena metoda je obrazac Aubuissionova koji je takođe izveden iz Bernulijeve jednačine. Ovaj obrazac ima odgovarajućih ograničenja a to je da normalna dubina nizvodno od mosta mora biti minimalno 1,3 kritične dubine mosta. Za vrijednosti normalne dubine ispod ove vrijednosti rezultati uspora nisu pouzdani.
3. S obzirom na iterativno rješavanje jednačina u prve dvije pobrojane metode, brzo i pouzdano rješavanje je moguće primjenom direktnih metoda, kao npr. metoda Biroa za javne puteve SAD-a. Ova metoda daje niže vrijednosti uspora od vrijednosti dobijenih metodom Aubuissionova. Drugim riječima, primjenom obrasca Aubuissionova sračunata vrijednost uspora je na strani sigurnosti.

## 6. LITERATURA

- [1] **Barbalić, Z.**, *Riječna hidrotehnika, Regulacija rijeka*, (1989.g.), skripta, Građevinski fakultet u Sarajevu,
- [2] **Barbalić, Z.**, *Prilozi rješavanju problema pri izboru otvora mosta*, (1972.g.), Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu,
- [3] **Jovanović, M.**, *Regulacija reka, Rečna hidraulika i morfologija*, (2002.g.), Građevinski fakultet u Beogradu,
- [4] **Haestad Methods&Dyhouse, G.,&Hatchett, J.,&Benn, J.**, *Floodplain Modeling Using HEC-RAS*, (2003.g.), Haestad Methods, SAD.

# SIMULACIJA VELIKE POPLAVE U RIMU U DECEMBRU 1870. GODINE

## Rezime

**U** radu je dat kratak prikaz simulacije velike poplave rijeke Tevere u Rimu iz 1870. g. Korišteni dvodimenzionalni model je za naše prilike novost s obzirom da se kod nas koriste isključivo jednodimenzionalni modeli.

Na osnovu ovog modela, koristeći konstantan ulazni proticaj s obzirom da u vrijeme poplave nije bilo mjerenja proticaja, uspostavljena je plavna površina koja u mnogome odgovara stvarnim- registrovanim podacima o visini velikih voda.

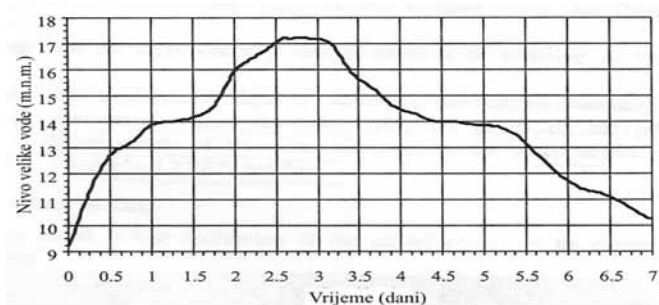
**Ključne riječi:** plavljenje urbanih područja, davne poplave, dvo- dimenzionalni modeli

## 1. UVODNE NAPOMENE

Registrovanje poplava u Rimu traje od rane Renesanse kada su nivoi voda označavani na tablama koje su potom ugrađivane u zidove kuća ili spomenika. Nakon detaljnog pregleda registrovanih nivoa, može se reći da od 30. novembra 1422. g. svi mjerdavni nivoi velikih poplava su na raspolaganju. To daje mogućnost analize trenda velikih voda kao i mogućnost određivanja odgovarajućeg nivograma. Nakon ove poplave iz 1870. g. veliko kartiranje (izrada planova) grada je urađeno, uključujući i korito rijeke, a počelo je i sa mjerenjima nivoa velikih voda duž rijeke kao i na svim plavnim površinama.

Nakon liberalizacije Rima, vlasti su odlučile da se u potpunosti riješi problem plavljenja uključujući i regulisanje trase rijeke Tevere. Iz tog vremena su poznati veliki potporni zidovi (na italijanskom "muraglioni" što bi u prevodu značilo "zidurine"), presijecanje i širenje korita, nasipi, pregrade i sl. Ovi radovi su završeni 1900. g. Svi ovi radovi su u mnogome uticali na promjenu Q-H linije u rijeci Tevere u odnosu na onu liniju iz 1870. g. Ako se tome doda i

izgradnja nekoliko akumulacija u uzvodnom dijelu sliva može se zaključiti da je riječna ravnoteža poremećena i da je pogoršano stanje erozije dna korita



Slika 1: Nivogram velike poplave iz decembra 1870.g. na V.S. Ripeta

Kako do prvog svjetskog rata nije bilo mjerenja proticaja, to ne postoji Q-H linija ove istorijske poplave iz 1870. g. U posljednjih pet godina bilo je nekoliko autora čiji su radovi analizirali ovu poplavu. Počelo se sa jedno-dimenzionalnim modelima, čija je najveća vrijednost određivanje istorijske Q-H linije iz 1870. g., pa nastavilo sa dvo-dimenzionalnim modelima sa 15.000 čvorova i 5.000 poligonskih elemenata (model SMS Verzija 6.0). U radu autora Calvani, Calenda i Mancini, posljednjem radu u analizi ove poplave, korišten je dvo-dimenzionalni model SMS Verzija 7.0 (danas je na raspolaganju i verzija 8.0) sa namjerom da se odredi vrijednost vršnog proticaja i odgovarajući koeficijent ukupnih otpora po Maningu. U slici 1 je dat nivogram istorijskog poplavnog talasa iz decembra 1870. g.

Struktura korištenog modela zasniva se na rješavanju tri jednačine: masa fluida jednaka nuli kao i rješavanje jednačina momenta duž x i y osovine. Model sadrži 78.010 čvorova i ima 22.672 poligona. Kalibra-

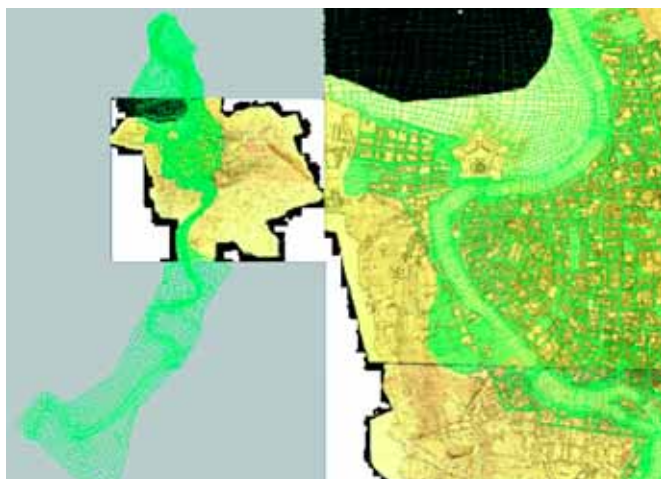
cija, u pravom smislu riječi, nije bila moguća jer nije poznat proticaj. Usvojeni Manningov koeficijent ukupnih otpora iznosi  $0,040 \text{ m}^{-1/3}$ ,s za minor korito, odnosno  $0,080 \text{ m}^{-1/3}$ ,s za inundaciju koja se sastoji uglavnom od saobraćajne infrastrukture u urbanom dijelu analizirane dionice.

## 2. REZULTATI MODELA I GRAFIČKI PRIKAZI

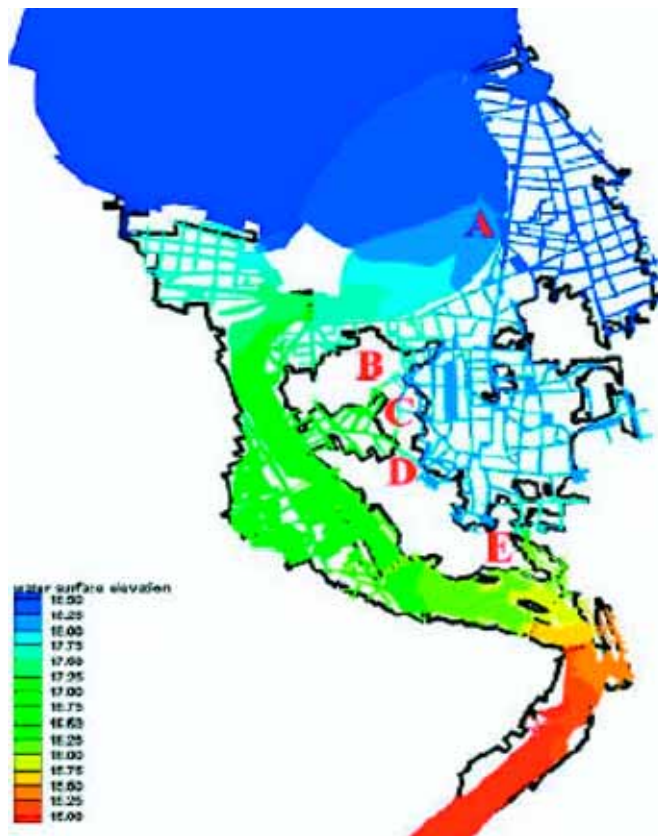
Model je rađen u stacionarnim uslovima tečenja sa konstantnim proticajem od  $Q = 3.065 \text{ m}^3/\text{s}$  (približan proticaj stogodišnjem proticaju r. Bosne na V.S. Doboj) kojem odgovara nivo od 17,22 metara na V.S. Ripeta (kota nule ove V.S. je 9,71 m.n.m.)

Sa stanovišta modeliranja, problem se sastojao u tome da su poznati nivoi na V.S. Ripeta kao i veličina i položaj plavne površine. Nisu poznati Manningov koeficijent ukupnih otpora kao i ulazni Hidrogram na uzvodnom završetku analizirane dionice.

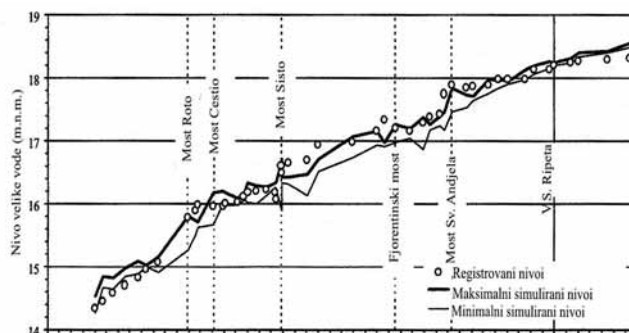
Rezultati obrade su dati u vidu digitalne situacije na kojoj su ucrtane granice plavne površine (linija crne boje). Unutar ove plavne površine, dubina pojedinih poteza je označena odgovarajućom bojom sa pripadajućom legendom (slike 2 i 3).



Slika 2: Poligoni modela sa detaljima gradskog područja



Slika 3: Plavna površina sa ucrtanim dubinama pojedinih poteza

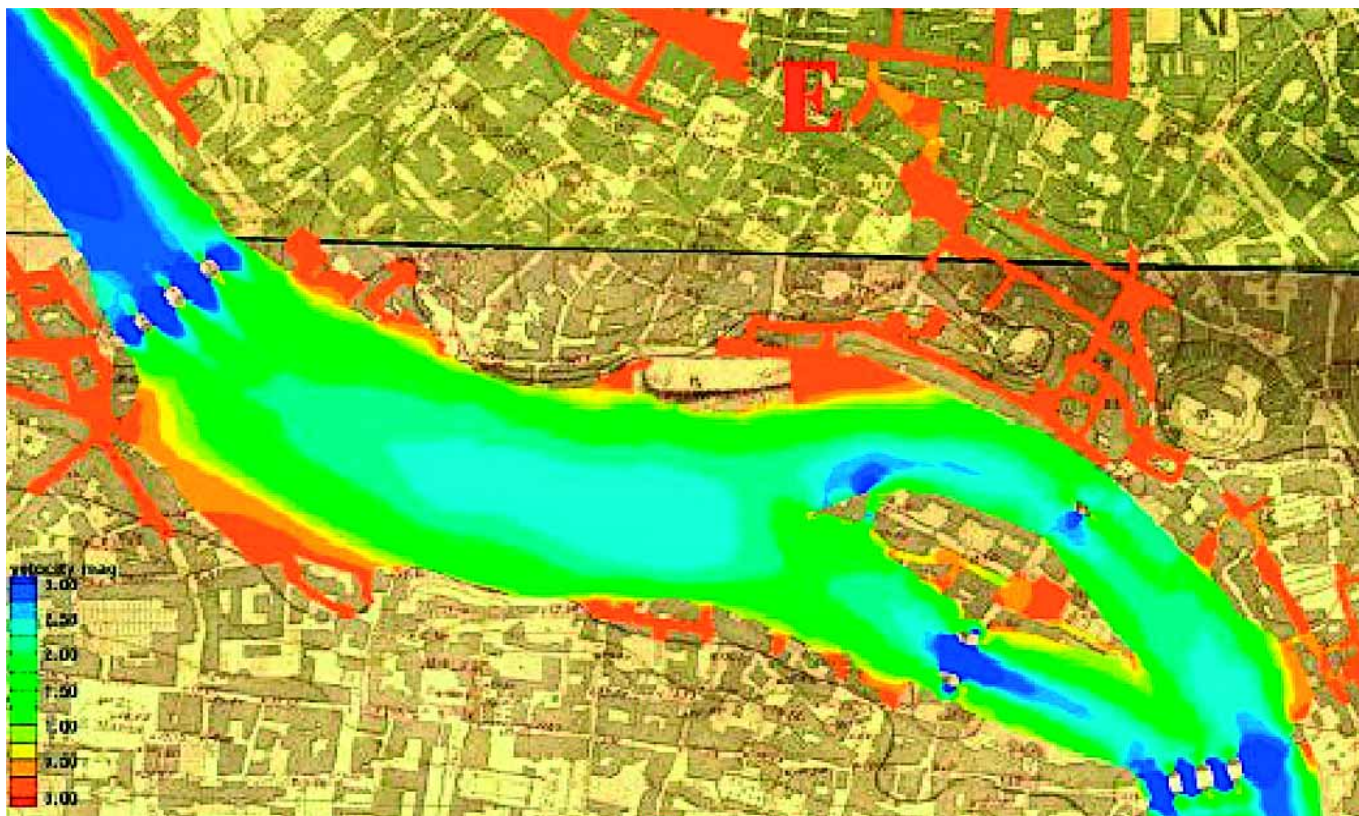


Slika 4: Uzdužni profil analizirane dionice rijeke Tevere u Rimu

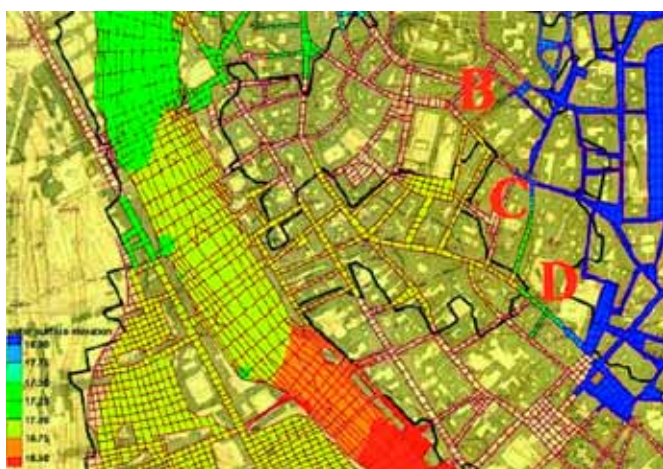


Snimio: Mirsad Lončarević

Rijeka Vrbas nizvodno od G. Vakufa u vrijeme poplava u proljeće 2004. godine



Slika 5: Distribucija srednjih profilskih brzina u blizini Ade Tiberina



Slika 6: Plavna površina između trga Navona i rijeke Tevere



Slika 7: Plavna površina na prostoru Geto

Model omogućava i prikaz hidrauličkog uzdužnog profila pri čemu se uzima u obzir i uticaj krivina tako da se daje posebno linija nivoa velikih voda uz konkavnu i konveksnu obalu, daje se matematički prikaz proticaja uz obje obale kao i veličina tečenja u smjeru y osovine (uglavnom gradske ulice) - slika 4.

Takođe, model daje i situativni prikaz rasporeda srednjih profilskih brzina (Slike 5, 6 i 7) sa odgovarajućom legendom u donjem lijevom uglu.

### 3. ZAKLJUČCI I PREPORUKE

1. U radu je dat prikaz korištenja dvo-dimenzionalnog modela tipa SMS Verzija 7.0. Naime, jedno-di-

menzionalni ili tzv. 1 D modeli su oni kod kojih je samo jedna nepoznata dimenzija (promjenjiva) i to je nivo vode po dužini strujnice velikih voda. Kod dvo-dimenzionalnih (tzv. 2 D) modela pored nepoznatog nivoa u smjeru toka postoji i nepoznata pod vertikalnim uglom u odnosu na glavni tok. Primjeri ovakvih tečenja su recimo tečenje preko bočnih preliva na većim vodotocima koji npr. nastaje usljed pucanja nasipa ili preko ustave.

2. U analiziranom slučaju, tečenje pod uglom u odnosu na glavni tok je zanemarljivo i nema veliki uticaj na nivoe velikih voda u glavnom koritu. S obzirom da se nije raspolagalo sa ulaznim hidro-



gramom velikih voda, a iz ulaznog nivograma se vidi da je trajanje tog vršnog proticaja znatno (traže i više od 12 sati) ovaj proticaj je pretpostavljen i onda se prišlo određivanju veličine plavne površine koja je unaprijed bila poznata.

3. Kod nas se koriste uglavnom 1 D modeli tipa Herheulidze, Due Flow, MIKE 11 ili HEC-RAS i slični. U većini slučajeva, ovi modeli su u stanju da uspješno simuliraju tečenje pri pojavi velikih voda u stacionarnom (ustaljenom) ili nestacionarnom (neustaljenom) tečenju. Međutim, ovi modeli nisu u stanju da simuliraju tečenje u glavnom recipientu u slučaju npr. pucanja nasipa kada se pored glavnog tečenja javlja i tečenje u vertikalnom smjeru u odnosu na glavni tok.
4. Primjenom odgovarajuće GIS opreme moguće je rezultate obrade modela dobiti u vidu situativnih prikaza datih u ovom radu. Model ima mogućnost

analize nestacionarnog tečenja pri čemu se na situaciji daje prikaz plavnih površina sa pripadajućom dubinom ili srednjim profilskim brzinama u vremenu te se može prognozirati dinamika rasprostiranja poplavnog talasa u zaobalju kao i u glavnom toku. Ovo može biti i jedan od načina blagovremenog upozoravanja i obavještanja stanovništva o propagaciji poplavnog talasa. S obzirom da na našim nasipima ima "slabih" lokaliteta možda bi primjena ovih modela imala svoju primjenjivost.

#### 4. LITERATURA

1. Privatna prepiska autora sa Italijanskim udruženjem za hidrotehniku kao i sa autorima sličnih radova pojedinih konsultantskih kuća u Italiji.



*Rijeka Vesela kod Bugojna u vrijeme poplava u proljeće 2004. godine*

*Snimio: Mirsad Lončarević*

# EKOLOŠKE OSOBENOSTI SLIVA RIJEKE LAŠVE

## UVOD

**R**ijeka Lašva je najveća pritoka sliva Bosne, koja je u prošlosti sa sapekta limnologije istraživana u više navrata (Mučibabić i sur., 1973, 1986). Prema svom rasprostranjenju i samo slivno područje po svojim specifičnostima indicira veoma povoljne ekološke uvjete. Prema dosadašnjim podacima najveći pečat u ljepotama i rarijenosti se u našoj državi posvjećuje slivovima Neretve, Une i djelomično Drine, a za rijeku Bosnu uglavnom pečat se daje na samo izvorište do Rimskog Mosta. U isticanjima značajnosti uvijek se zaobilazi sliv rijeke Lašve koja po svojoj ljepoti adekvatno može komparirati poznatim i nadasve favorizovanim dijelovima sliva Neretve i Une. Ovim radom će se na neki način pokušati ukazati i na ekološke značajnosti rijeke Lašve od izvorišta do ušća u Bosnu.

### 1.2. Fizičko-geografske karakteristike rijeke Lašve

Sliv rijeke Lašve leži između  $39^{\circ}58'$  i  $44^{\circ}24'$  sjeverne geografske širine, te  $17^{\circ}27'$  i  $18^{\circ}8'$  istočne geografske dužine. Slivno područje ove rijeke do ušća u matični vodotok rijeke Bosne iznosi  $967 \text{ km}^2$  (Mučibabić i sur. 1986). dinarski pravac ovog vodotoka koji se prostire po liniji busovačkog rasjeda dijeli slivno područje na dva dijela potpuno različitih geoloških i hidroloških karakteristika. Dio sliva koji gravitira ka desnoj obali korita izgrađen je je od starijih slobodno propusnih stijena karbonata filita, karbonata i konglomerata, dok dio sliva koji gravitira ka lijevoj obali izgrađuju mlađi kredni i oligomiocenski sedimenti koji imaju znatnu akumulacijsku sposobnost. Potoci Komaršica i Klanac smješteni su na slabo vodopropusnim serijama karbona, a samu dolinu Lašve izgrađuju sedimenti kvartara.

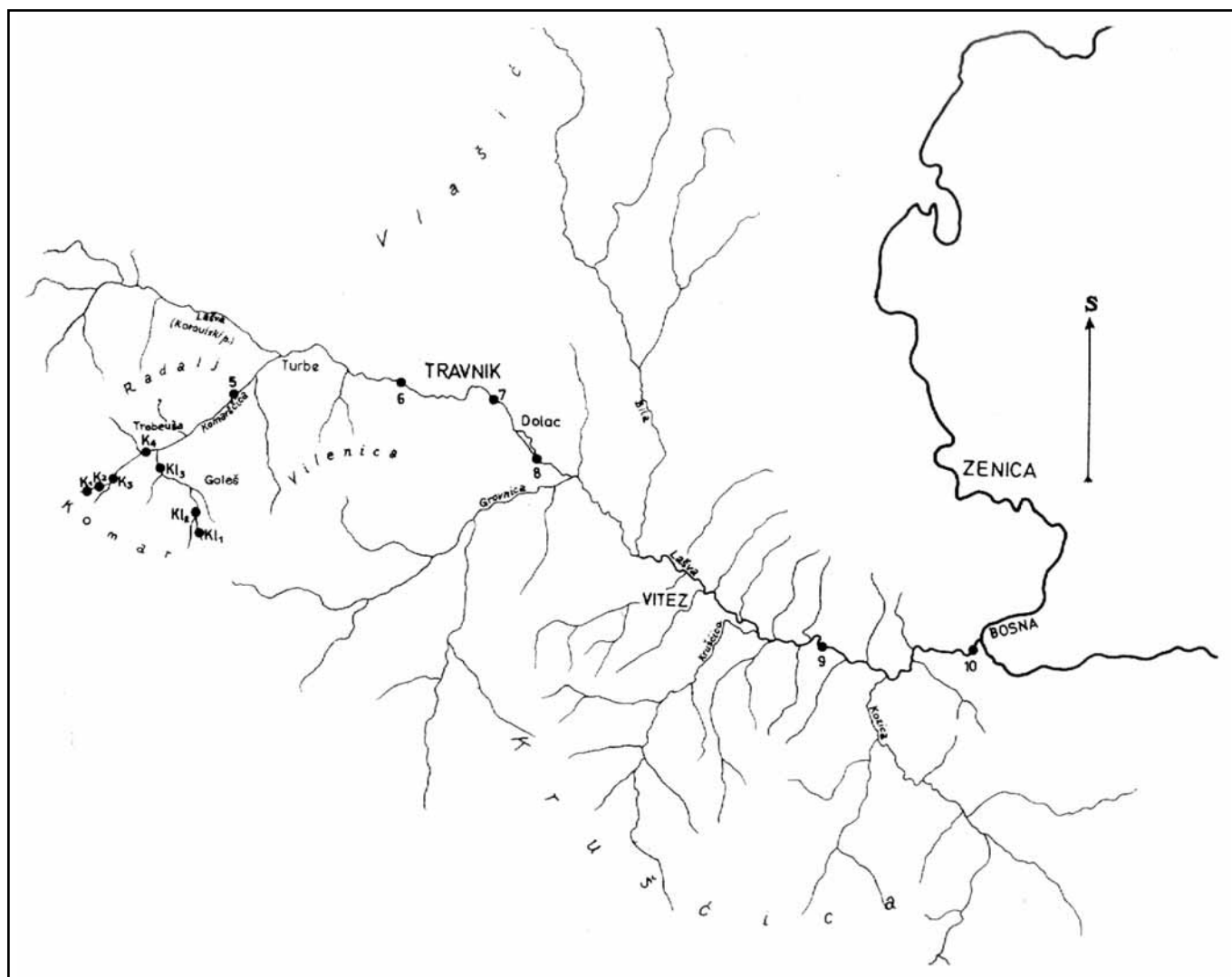
Slivno područje sastavljeno je od gornjeg, srednjeg i donjeg toka. Gornji tok čini sastavak Komaršice i Karaulskog potoka na  $1.943 \text{ m n.v.}$  dužina ovog dijela toka iznosi  $7 \text{ km}$  i prostire se do naselja Travnik. Prosječna širina korita iznosi  $6 \text{ m}$  sa površinom od  $43.000 \text{ m}^2$ . Srednji dio toka počinje u Travniku i prostire se do Viteza dug je oko  $14 \text{ km}$ , sa prosječnom čirinom korita  $15 \text{ m}$  i vodenom površinom  $210.000 \text{ m}^2$ . Donji dio toka čini prostor vodotoka od Viteza do ušća u rijeku Bosnu sa prosječnom širinom korita od  $22,5 \text{ m}$  i dužinom toka od  $15,5 \text{ km}$ . Prosječna širina korita rijeke Lašve iznosi  $16 \text{ m}$ , ukupna dužina  $36,5 \text{ km}$  i ukupna površina  $605.500 \text{ m}^2$ , te ova rijeka predstavlja najveću pritoku rijeke Bosne uopće, a uliva se u vodotok sa lijeve strane.

## MATERIJAL I METODE RADA

Detaljna analiza i samo uzorkovanje materijala na slivu rijeke Lašve vršeno je od strane članova Odsjeka za biologiju Prirodno-matematičkog fakulteta i Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu u periodu od 1971-1973 (slika 1). Istraživanja u poslijeratnom periodu zahvatila su protor ušća Lašve u rijeku Bosnu (Trožić-Borovac, 2002).

U sklopu istraživanja izvršena je analiza fizičko-hemijskih faktora na istraživanim lokalitetima, prijevod priobalne i vodene vegetacije, zajednice akvatične mikroflora, sastav zoobentosa i ihtiofauna. Svi uzorci za analizu su naknadno obrađivani od strane pojedinih stručnjaka za svaku životnu skupinu, a rezultati su detaljno obrađeni i dat je njihov faunistički prijevod i površno iznesen ekološki značaj.

U ovom radu rezultati analize prikazani su sa posebnim osvrtom na ekološki status i značajnost sliva rijeke Lašve u okvirima vrednovanja vodotoka prema standardima i propisima. Od naselja zoobentosa po-



Slika 1. Sliv rijeke Lašve sa lokalitetima uzorkovanja

seban aspekt je dat zajednicama vodenih insekata i njihovoj indikaciji u ocjeni kvaliteta vode u ovom slivnom području kao polazištu u okviru sadašnjih i istraživanja u budućnosti.

Svi rezultati su prikazani tabelarno, a shodno potrebama statistička obrada je zahvatila grupe vodenih insekata u izračunavanju saprobnog indeksa u ocjeni kvaliteta vode.

#### LOKALITETI ISTRAŽIVANJA (SLIKA 1):

- K<sub>1</sub> – izvor potoka Komaršica
- K<sub>2</sub> – izvor potoka Komaršica
- K<sub>3</sub> – izvor potoka Komaršica
- K<sub>4</sub> – potok Komaršica prije sastava sa potokom Klanac
- Kl<sub>1</sub> – izvori potoka Klanac
- Kl<sub>2</sub> – izvori potoka Klanac
- Kl<sub>3</sub> – potok Klanac prije sastava sa potokom Komaršica
- L5 – rijeka Lašva iznad Turbeta
- L6 – rijeka Lašva iznad Travnika
- L7 – rijeka Lašva nizvodno od Travnika

L8 – rijeka Lašva nizvodno prije ušća potoka Groznica

L9 – rijeka Lašva nizvodno od Viteza

L10 – ušće rijeke Lašve u matični vodotok rijeke Bosne

### 3. REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Na osnovu podataka o osnovnim karakteristikama sliva rijeke Lašve za period 1970-1973 (2002. samo zoobentos za ušće Lašve) napravljen je detaljan pregled stanja abiotičkih i biotičkih komponenata ovog vodotoka.

#### 3.1 Fičko-hemijske karakteristike vode u slivu rijeke Lašve (1970-1973)

##### Fizičke karakteristike

**Srednja godišnja temperatura** vazduha u vrijeme uzorkovanja iznosila je 6,8° C, srednja januarska -3,7° C, a srednja julska 16° C. prosječna količina padavina iznosila je 1.022 mm. Na ušću u Bosnu Lašva je imala prosječan proticaj 18,7 m<sup>3</sup>/s, a minimalan 3,90 m<sup>3</sup>/s dok je maksimum iznosio 300 m<sup>3</sup>/s.

Zabilježena su mala tepretna variranja u gornjim tokovima, kao i blagi porast amplitudnih variranja temperature, vazduha i vode idući nizvodno ka ušću rijeke u Bosnu.

### **Hemijske osobnosti vode sliva rijeke Lašve**

U vrijeme istraživanja vrijednosti zasićenosti kisikom kretale su se od 80-110%, samo na dva lokaliteta zasićenost je u toku godine iznosila ispod 80%. Relativno male vrijednosti BPK<sub>5</sub> i potrošnje kisika iz KMnO<sub>4</sub> ukazuju na izostanak većeg zagađivanja i malu količinu organske materije u slivnom području rijeke Lašve. Maksimalna vrijednost BPK<sub>5</sub> iznosila je 4 mg/l odmah na izlazu iz Travnika, a na ostalim lokalitetima u granicama za čiste vode i nikad nije prelazio 3 mg/l.

Voda Lašve je kalcijum bikarbonatnog tipa, sa blagim odstupanjim u izvoru Komaršice gdje je voda nešto mekša.

Na prostoru rijeke Lašve zabilježeni su uticaji podzemnih mineralnih voda koji dovode do blagog povećanja koncentracije ugljen dioksida i količine magnezijuma.

### **3.2 Osnovne karakteristike priobalne i vodene vegetacije sliva**

Izvršena je analiza submerzene, floatantne, emerzne, priobalne (poplavne i apojasne, pojasne) vegetacije koja presjeca rijeke i potoke. Makrovegetacija sliva rijeke Lašve analizirana je metodom *Braun-Blanquet* (1964) kojom su obuhvaćeni kvalitativni i kvantitativni odnosi biljnih populacija u fitocenozi (Mučibabić i sur.).

Submerzna vegetaciju je predstavljena vegetacijom iz klase *Potametea* TX. Et PRAG.42 i redu *Potametalia* W.KOCH 26, a razvijene su zajednice sveze *Ranunculion fluitantis* ALL. 22 i *Fontinalidion antipyreticae*.

Lokalitet 7 i 8 – razvijena je zajednica *Ranunculetum fluitantis dinaricum*, a na lokalitetu nizvodno od Viteza *Ranunculetum paucistaminei*.

Flotantna vegetacija: koja je predstavljena sa svezom *Nimphaeion* OBERD.57 nije razvijena niti u jednom lokalitetu zbog relativno brzog protoka.

Emerzna vegetacija: predstavljena je zajednicama klase: *Phragmitetea* TX et PRAG.42 redu *Phragmitetalia eurisibirica* (W. KOCH 26) TX et PRAG. 42, tj.asocijacijama : *Sparganio-Glicerietum fluitans* BR.-BL. 25 (K1,K2,K4, K13, L5, L7), *Veronicetum becabungae* LAKUŠIĆ 67 (K1, K2, K4, K11, K12, K13, L5, L8), *Veronicetum anagalis-aquaticae* LAKUŠIĆ 67 (L7, L8, L9), *Chaerophylletum hirsuti* LAKUŠIĆ 69 (K4).

Obalna i priobalna vegetacija: na lokalitetu izvora Komaršice na 1.000 m nadmorske visine razvijen je pojas degradirane bukovo-jelove šume sa smr-

čom (*Abieti-Fagetum moesiaca piceetisum abietis sillicolum* LAKUŠIĆ et al. 82). Na nižoj nadmorskoj visini razvijen je pojas montanih šuma sa mezijском bukvom (*Fagetum moesiaca montanum sillicolum basifera* STEF. 67) gdje se nalaze lokaliteti istraživanja K2, K3, K4 i K11, K12. Na karstificiranim krednim sedimentima sliva Lašve na sjevernim ekspozicijama montane bukve – *Fagetum moesiaca montanum* BLEČIĆ et LAKUŠIĆ 70, spušta se sve do ušća Lašve u rijeku Bosnu. Na južnim ekspozicijama gdje su razvijena plića karbonatna tla, iznad krednih sedimenta javljaju se fragmenti termofilnih bukovih šuma sa bosanskim javorom gluhačom (*Aceri obtusati-Fagetum moesiaca* FUK. Et al. (63( 67), a još južnijim i jugu nagnutnim staništima i fragmenti zajednice *Seslerio-Ostryetum carpinifoliae* H-T et H-TĆ, 50 na lokalitetu ušća Lašve u rijeku Bosnu.

Pojas mezofilnih hrastovo-grabovih šuma (*Carpinion betuli illiricum* HT počinje od lokaliteta na Lašvi (L5) i spušta se do L8 sa asocijacijom *Quercocarpinetum betuli illyricum* H-T.38, a na lokalitetima iznad ušća prelazi u mezohigrofilnu šumu lužnjaka i običnog graba – *Carpino betuli – Quercetum roboris* RAUŠ. Na najnižim tačkama sliva rijeke Lašve na oglejnim tlima javljaju se poplavne šume lužnjaka sa žutilovkom (*Genisto alatae-Quercetum roboris* H-T 38), koje stvaraju kontinuitet sa razvijenim poplavnim šumama i šikarama vrbe i joha (Lakušić, 1986).

### **□ Sastav mikroflora u vodi sliva rijeke Lašve**

Prema rezultatima analize u uzorcima sastava perifitona i bentosa konstatovano je 90 taksona *Diatomea*, *Cyanophyta* - 23 (tabela 1) a, najmanji broj vrsta je iz grupe *Rhodophyta* (3).

U čitavom periodu istraživanja dijatomeje su najbrojnije u svim uzorcima i sa svih istraživanih lokaliteta, a odmah iza njih po raznovrsnosti i broju jedinki su cijanoficeje (Blagojević, Remeta, 1983).

Tabela 1. Broj taksona pojedinih grupa makroflora u uzorcima perifitona i bentosa na lokalitetima sliva rijeke Lašve, 1971-1973. godine

TAKSON	BROJ VRSTA	%
<i>Diatomeae</i>	90	65
<i>Cyanophyta</i>	23	16
<i>Chlorophyta</i>	15	11
<i>Chrysophyta</i>	8	6
<i>Rhodophyta</i>	3	2
<b>ukupno</b>	139	100



Detalj sa nabujalih voda r. Lašve

Snimio: Mirsad Lončarević

Prema prostornom rasporedu (Blagojević, Remeta, 1973) navodi se da su cijanofite brojnije u izvorišnim dijelovima i da prema ušću Lašve brojnost opada, a broj dijatomeja raste idući od izvora prema ušću. Za izvorišne potoke (Komarišica i Klanac) vezane su vrste oligosprobnih voda koje su osjetljive na mala kolebanja koncentracije kisika (npr. *Diatoma hiemale*). Logtidunalana distribucija algi i cijanoficeja u slivu rijeke Lašve pokazuje jasnu tendenciju porasta raznovrsnosti nizvodno, što je povezano sa jačim variranjem osnovnih abiotičkih faktora. U sastavu algoflore izvorišnih potoka dominiraju ksenosaprobni i oligosaprobni indikatori, a u planinskom dijelu rijeke Lašve registrovana je dominacija betamesosaprobni indikatora dijatomeja sa manjim brojem oligosaprobni indikatora. Porast organskog onečišćenja i autopurifikacije registrovan je na lokalitetu 7 što je

uslovalo gust razvoj *Phormidium uncinatum* koji indicira organsko onečišćenje.

#### **Sastav vodenih insekata u zoobentosu sliva rijeke Lašve**

Prema rezultatima analize sastava zoobentosa na lokalitetima sliva rijeke Lašve od njenog izvorišnog dijela do ušća u rijeku Bosnu, posebna pažnja je posvećena sastavu vodenih insekata iz redova *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera* i *Diptera* (tabela 2). U sastavu faune vodenih cvijetova (*Ephemeroptera*) u toku istraživanja od 1971-1973 god. registrovano je 17 vrsta sa jasnom dominacijom vrsta roda *Baetis*.

*Plecoptera* ili kamenjarke se javljaju u uzorcima bentosa sa 11 vrsta koje su distribuirane različitim

brojem jedinki u bentosu istraživanih lokaliteta. U izvorišnim dijelovima dominiraju stenovalentne vrste, a idući nizvodno javljaju se vrste sa širom ekološkom valencom iz familija *Nemouridae* i *Leuctridae*. Od konstatovanih vrsta kamenjarki najveći broj su oligosaprobnih indikatora kvaliteta vode, te su registrovani daleko gušćim populacijama u izvorišnim potocima nego u samoj rijeci Lašvi.

Shodno specifičnostima geoloških karakteristika vodotoka rijeke Lašve rezultat je i visoka raznovrsnost faune vodenih moljaca - *Trichoptera*. Konstatovano je 30 vrsta, a najveću raznovrsnost pokazuju vrste roda *Rhyacophyla*, registrovane su četiri vrste od kojih su *Adicella syriaca*, *Synafophora intermedia*, *Berea myiasqamosa* i *Synagapetus krawanui* konstatovane jedino u ovom vodotoku.

Kao rezultat izlova imaga na području obala rijeke Lašve registrovane su 52 vrste reda *Trichoptera*, što daje posebnu osobenost ovom vodotoku (Marinković-Gospodnetić, 1973).

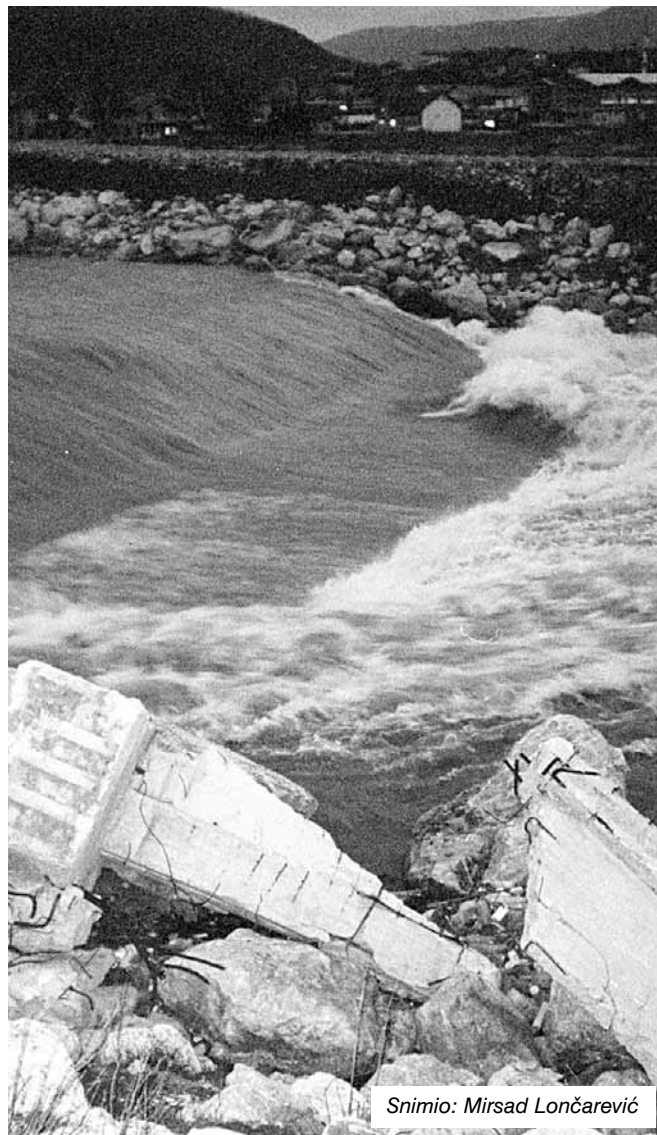
Fauna dvokrilnih insekata (preimaginalni stadiji) u uzorcima bentosa sa istraživanih lokaliteta sliva rijeke Lašve predstavljena je sa 11 familija. *Chironomidae* su prisutne na svim lokalitetima sa najvećim brojem jedinki. Većim zastupljenosću izdvajaju se jedinke familije *Simuliidae* koja je registrovan na pet lokaliteta, a jedinke iz familije *Limoniidae* u uzorcima svih lokaliteta sa različitom gustinom svojih populacija.

### □ VRIJEDNOTI SAPROBNOG INDEKSA ZA FAUNU VODENIH INSEKATA SLIVA RIJEKE LAŠVE

Prema sastavu faune akvatičnih insekata u zajednici zoobentosa na 13 lokaliteta sliva rijeke Lašve (1971-1973) uvažavajući njihove saprobnost i indikatorske vrijednosti i relativnoj abundanci prema Pantell-Bucku, 1955, izračunat je saprobnostni indeks u ocjeni kvaliteta vode. Dobivene vrijednosti se kreću intervalu od 1,32 do 1,74 aplicirano na bonitet označava vodu oligosaprobnog do betamesosaprobnog karaktera. Izrazit porast betamesosaprobnih indikatora registrovan je na lokalitetu L6 što ukazuje na prelaz ritrona na potamon i pojačan upliv otpadnih voda u korito rijeke Lašve.

### □ Sastav ihtipopulacija sliva rijeke Lašve

U sastavu ihtiofaune, a kao rezultat prijeratnih istraživanja od izvorišnih potoka do ušća u Bosnu u



Detalji sa nabujalih voda r. Lašve

Lašvi je registrovano 11 vrsta riba i paklara. Prema rezultatima istraživanja navodi se da je rijeka Lašva salmonidna voda sa jasno izraženim regionom potočne pastrmke i lipljena (Mučibabić i sur., 1983, 1986). U regiji potočne pastrmke živi sedam vrsta riba: potočna pastrmka, kalifornijska pastrmka, lipljen, sapača, gagica, klen i peš.

U zoni lipljena živi 10 vrsta, pored vrsta koje se javljaju i u prethodnoj regiji ovdje žive: mladica, škobalj i pliska.

**Tabela 3.** Vrijednosti saprobnog indeksa za uzorke vodenih insekata u sastavu zoobentosa sliva rijeke lašva

VRIJEDNOST	K1	K2	K3	KI1	KI2	KI3	KI4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
SAPROBNI INDEKS	1,32	1,36	1,54	1,53	1,39	1,38	1,43	1,42	1,74	1,58	1,60	1,58	1,69
BONITET	I	I	I/II	I/II	I	I	I	I	I/II	I/II	I/II	I/II	I/II

Treća regija prema sastavu ihtiopopulacija ide nizvodno bliže ušću u rijeku Bosnu, a čini gornjomrenski region sa prisutnim svim vrstama kao i prethodne dvije regije ali manjim brojem jedinki. Pored njih samo u ovoj regiji se javlja mrena, potočna paclara (*Lamperta planeri* Bloch.).

Prema sastavu ihtiopopulacija za regiju potočne pastrmke možemo reći da indicira oligosaprobnu vodu, lipljenski regiona sa prisustvom betamesosaprobni indikatora (oligo/betamesosaprobna) i sastav riba u gornjomrenskoj regiji ukazuje i pored prisustva oligosaprobni indikatora betamesosaprobni karakter sa prisutnim organskim onečišćenjem koji je rezultat izlivanja otpadnih voda gradova Travnik i Vitez.

## ZAKLJUČCI

Prema rezultatima analize fizičko-hemijskih i bioloških faktora sliva rijeke Lašve u periodu od 1970-1973. godine može se zaključiti:

- ❑ Vrijednosti temperature u ljetnjem i zimskom periodu u vrijeme uzorkovanja kretale su se od 16 °C u julu do -3,7°C u januaru mjesecu, a vrijednosti zasićenosti kisikom od 80-110% što je karakteristično za vodotoke sa stabilnim (visokim) kvalitetom vode;
- ❑ Vrijednosti biološke potrošnje kisika za pet dana  $BPK_5$  su se uklapale u vode oligo/betamesosaprobne do betamesosaprobni sa pojačanim uplivom otpadnih voda iz grada Travnika;
- ❑ U samom vodotoku sa manjim stupnjem razvoja (zbog brzog protoka i nagiba terena kojim prolazi korito) zastupljena je submerzna (potopljena) i emerzna vegetacija, dok prestavnici plutajuće ili flotantne vegetacije nisu registrovani niti na jednom lokalitetu sliva rijeke Lašve;
- ❑ Obalna i priobalna vegetacija se ukcesivno smjeњуje idući od izvorišnog dijla prema ušću Lašve u rijeku Bosnu shodno smanjenju nadmorske visine i izmjenama osnovnih ekoloških faktora, a i promjenjenom intenzitetu antropogenog uticaja:
  - degradirane bukovo – jelove šume sa smrčom (1.000 m);
  - pojas mezijske bukve – na nižim nad.vis.,
  - termofilne bukovo šume sa bosanskim javorom gluhačem;
  - zajednica sa crnim grabom;
  - pojas mezofilnih hrastovo-grabovih šuma,
  - mezohigrofilna sastojina hrasta lužnjaka i običnog graba.
- ❑ U sastavu mikrofitata registrovano je 90 taksona diatomeja, 23 taksona cijanofita, hrisofita osam taksona i tri Rhodophytae, u općem priegledu i aplikaciji na kvalitet vode dominiraju oligosaprobni indikatori, a idući nizvodno prema ušću povćeva se broj betamesosaprobni indikatora i vrsta koje su karakteristične za organski onečišćene vode;
- ❑ Rezultati analize sastava vodenih insekata u zajednici zoobentosa uzoraka sliva rijeke Lašve u periodu od 1970-1973 godine pokazuju visoku brojnost jedinki (2.474) kao i raznovrsnost (71 takson).



Detalj sa nabujalih voda r. Lašve

Snimio: Mirsad Lončarević

- ❑ Prema vrijednostima saprobnog indeksa (izračunatog na nivou jedinki vodenih insekata) voda sliva rijeke Lašve od izvorišta do ušća u Bosnu kreće se u dijapazonu oligosaprobnih do betameso-saprobnih tj. Čistih do malo do srednje organski onečišćenih voda. Porast organskog onečišćenja evidentiran je u rijeci Lašvi nakon prolaska kroz urbana i ruralna područja grada Travnika i Viteza što se najbolje preslikava na ušću u rijeku Bosnu.
- ❑ Sastav ihtiopopulacija karakteriše 11 vrsta riba sa paklarom, te se vodotok diferencira u region pas-trmke, lipljena i ušće u gornjomrenski region;
- ❑ Sagledavajući abiotičke i biotičke karakteristike sliva rijeke Lašve prije tri decenije možemo zaključivati o relativnoj ekološkoj stabilnosti i povoljnosti. Specifičnost rijeke Lašve zahtijeva naknadna sveobuhvatna istraživanja, a u cilju njene zaštite i kontrole korištenja kako prostora priobalja tako i samog korita. Uzimajući u obzir porast naseljavanja

na ovom području, izgradnju hotela, motela, porast izgradnje malih privrednih objekata zaštita sliva rijeke Lašve je urgentna i svako dalje odlaganje donošenja zakonskih propisa zabrane uzurpiranja obala ove rijeke nesumnjivo će dovesti do degradacije ovo jedinstvene pritoke rijeke Bosne. Rijeka Lašva prema hidrobogastvu svog korita, specifičnosti geološke podloge, biljnoj i životinjskoj komponenti je i najvažniji i najljepši dio sliva rijeke Bosne.

#### LITERATURA:

1. Mučibabić, S., i sur. (1973): Kompleksna limnološka ispitivanja sliva rijeke Bosne (Lašva).Elaborat, Biološki intitut Univerziteta u Sarajevu, 200 pp
2. Mučibabić, S., i sur. (1986): Ekosistem rijeke Bosne. Zbornik radova Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine – Odjeljenje tehničkih nauka. Sarajevo, 57-80.



*Detalj sa nabujalih voda r. Lašve*

*Snimio: Mirsad Lončarević*





Tabela 2. Kvalitativno-kvantitativni sastav vodenih insekata u uzorcima bentosa sliva rijeke Lašve u periodu od 1971-1973.

TAKSON	K1	K2	K3	KL1	KL2	KL3	KL4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
	B.J. r.a.	B.J. r.a.	B.J. r.a.	B.J. r.a.	B.J. r.a.	B.J. r.a.	B.J. r.a.	B.J. r.a.	B.J. r.a.	B.J. r.a.	B.J. r.a.	B.J. r.a.	B.J. r.a.
INSECTA													
Ephemeroptera													
<i>Betis</i> sp.												101	61
<i>Baetis alpinus</i>	11	31	41	31	52	183	41						
<i>Baetis fuscatius</i>								71		182	101		
<i>Baetis lutherii</i>										51			
<i>Baetis muticus</i>	21	1	31				41	3	2				
<i>Baetis rhodani</i>	61	81	252	41	62	11	302	201	282	504	484	152	31
<i>Centroptilum luteolum</i>								3					
<i>Thytrigena</i> sp.											6	14	12
<i>Rhythrogena semicolorata</i>	152	453	252	51	41	62	91	61	2				
<i>Ecdyonurus</i> sp.	41	21		61	31	31					41	51	61
<i>Epeorus asimilis</i>		1	51				31						
<i>Ephemerella ignita</i>													
<i>Ephemerella unicolorata</i>		1	61		21	31	41	61	101	81	31		71
<i>Ephemera danica</i>													
<i>Ephemera helenica</i>	11	1	51				41	3	101	1			122
<i>Habroleptoides modesta</i>	21	51	21	21			51	3					
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>								4	2				





# KAMEN, ZEMLJA, DRVO, VODA I KAMEN

## Uvod

**S**ve što se dešava u prirodi podložno je kružnom toku, te tako i materija koja se izlaže u ovom tekstu. Ovo gradivo se odnosi prije svega na medijum koji direktno utiče na stabiliziranje i destabiliziranje ekosistema. Već iz ove dvije rečenice vidljivo je da se radi o promjenama koje su pod uticajem jednog medijuma. Progresivna promjena ide vrlo sporo. Da bi nastao 1 cm zemljišta potrebno je da prođe preko 10.000 godina, da se desi retrogradna promjena dovoljno je nekoliko sekundi. Interesantno je primjetiti da je glavni medijum tih promjena voda, što je i glavna teme ovih naših razmatranja.

## Voda

Voda je jedna od najjednostavnijih i najrasprostranjenijih tvari u prirodi, čije su fizičke i kemijske osobine dobro poznate. Iako je po svom kemijskom sastavu, kao što rekosmo jednostavna još je nije moguće na sintetički način dobiti. Osnovni razlog je u tome što su pojedine karakteristike vode jedinstvene i baš zbog toga joj daju veliku važnost u održanju života na Zemlji.

### 1. Kakvu ulogu voda igra u životu čovjeka?

Da bi se za nekoga moglo kazati da ima kvalitetan život mora raspolagati sa dovoljno kvalitetne pit-



Snimio: Mirsad Lončarević

Rijeka Stupčanica - Olovo

ke vode. Taj značaj proizilazi prije svega iz već poznate na više mjesta spomenute sintagme da je voda osnovna životna komponenta bez koje čovjek umire poslije tri do pet dana.

Voda kao medijum od kojeg ovisi opstanak mora imati upotrebnii kvalitet koji je karakteriziran fizičkim ili organoleptičkim (temperaturom, mirisom, okusom, bojom i transparentnošću), kemijskim i bakteriološkim svojstvima.

Ovdje treba napomenuti da su osim organoleptičkih svojstava kemijska puno važnija i raznovrsnija te se prema prisustvu otpoljenih mikroelemenata u njoj (neophodnih tvari koje imaju biološki značaj za organizam čovjeka) cijeni i prirodni kvalitet vode u kemijskom smislu.

Osim toga što je voda prirodno i gospodarsko dobro, životni prostor za bilje i životinje, živežna namirnica, sirovina, transportni medij, sredstvo koje grije, hladi, medij za rekreaciju, voda igra ulogu u održavanju higijenskih prilika.

Na puno mjesta u Kuranu se spominje voda, pri čemu se naređuje i stavlja kao obaveza čovjeku da ne može bez obrednog čišćenja (u rijektim slučajevi-



*Rijeka Stupčanica - Olovo*

*Snimio: Mirsad Lončarević*

ma bez vode) pristupiti molitvi, uzeti, listati i čitati sveta knjiga ili čak bilo koja druga u kojoj se spominje svevišnji.

U islamu a i ostalim religijama voda igra vrlo značajnu ulogu u pravilnom obavljanju molitve.

## 2. Koliko vode ima?

(2/3 Zemlje je prekriveno vodom pa je zato zovemo plava planeta, a od toga je samo 2,5% slatke vode)

Zalihe vode na planeti su 1.348 mil km<sup>3</sup>, od čega je slatkih voda 2,6%, a dostupno je svega 0,015%.

Od ove pomenute količine slatke vode 77,2% svježe vode na zemlji se nalazi u ledenim brijegovima i glečerima.

Osnovni način obnove zalihe terestričnih voda na zemlji su oborine, koje se već pri kondenziranju zagađuju, pri čemu sa istima na površinu zemlje dolazi do oko 10 mld tona soli godišnje.

Osim ovako na ovaj način nastalih onečišćenja, treba imati u vidu usmjereno zagađenje voda što je

vrlo interesanrno iznačajano imati u vidu. Prema određenim podacima je ustanovljeno da grad koji troši 600.000 m<sup>3</sup> vode u toku dana proizvodi oko 500.000 m<sup>3</sup> otpadnih voda.

Kao treća kategorija najvažnijeg zagađenja okoline i kao potencijalni zagađivači dugotrajnijeg karaktera. Te se tako u svijetu proizvede 310 mld tona čvrstog otpada godišnje. Pluvijalna erozija prenese u more oko 77 mld tona čvrstog materijala što je 571 t/km<sup>2</sup> spiranja.

Vrlo je interesantno vidjeti da se kao poseban fenomen pojavljuje kategoriziranje voda. Smatramo da je vrijedno pomenuti podjelu koja uči da se vode u islamu kategoriziraju i dijele na dvije vrste i to „Prave vode“ (kiša, snijeg, grad, vode potoka, mora, jezera, izvorske i bunarske vode), za koje se kaže da su vode za šoroku upotrebu od pranje, pijenja, kuhanja pa do pranja u pripremi za obavljanje molitve, te „umjetne vode“ koje su sastavni dio nekog organizma ili je proizvodi ili pušta neko biće. Zadnje navedena voda se može jedino koristiti da se „prljavština očisti“.

### *Pregled količina vode na Zemlji*

<i>vode</i>	<i>KOLIČINA KM<sup>3</sup></i>	<i>UDIO (%)</i>
<i>Mora</i>	<i>1 348 000 000</i>	<i>97,39</i>
<i>Led (polarni, ledenjaci..)</i>	<i>27 820 000</i>	<i>2,01</i>
<i>Podzemlje i voda tla</i>	<i>8 062 000</i>	<i>0,58</i>
<i>Jezera i rijeke</i>	<i>225 000</i>	<i>0,02</i>
<i>Atmosfera</i>	<i>13 000</i>	<i>0,001</i>
<b><i>Ukupno</i></b>	<b><i>1 384 120 000</i></b>	<b><i>100</i></b>
<i>Slatka voda</i>	<i>36 020 000</i>	<i>2,6</i>

*Izvor: Die Umwelt des Menschen, Mannheim, 1981.*

<b><i>Raspodjela slatke vode na Zemlji u procentima</i></b>	
<i>Led (polarni ledenjaci...)</i>	<i>77,23</i>
<i>Podzemna voda do dubine od 800 m</i>	<i>9,86</i>
<i>Podzemna voda od 800 do 4000 m</i>	<i>12,35</i>
<i>Vlaga tla</i>	<i>0,17</i>
<i>Jezera (slatkovodna)</i>	<i>0,35</i>
<i>Rijeke</i>	<i>0,003</i>
<i>Hidrirani zemni minerali</i>	<i>0,001</i>
<i>Biljke, životinje, čovjek</i>	<i>0,003</i>
<i>Atmosfera</i>	<i>0,04</i>

*Izvor: Die Umwelt des Menschen, Mannheim, 1981.*

### 3. Kakve su posljedice ukoliko je nema?

Prema svjetskim statistikama dnevno se stanovništvo na Zemlji uvećava za 220.000 osoba ili je to 150 novih osoba. I baš radi toga postavlja se temeljno pitanje: da li će biti dovoljno hrane, pitke vode i čistog zraka za življenje svih ljudi na zemlji (prema optimističkoj varijanti ima mišljenja da će na Zemlji živjeti između 14 i 16 mld ljudi), jer poznati ekolog Ehrlich Paul smatra da Zemlja ne bi mogla izdržati više od 12 mld ljudi. Već današnji signali upozoravaju na mobilnost, jer više od 20% svjetskog stanovništva živi bez pitke vode.

Ovdje se treba još jednom podsjetiti da 90% pitke vode na Zemlji dobijamo iz podzemnih voda. Ali s druge strane podcrtavamo da je ove vode vrlo lako zagađivati. Mnoštvo tekućina o kojima se vrlo malo vodi računa svakodnevno se izlijevaju onečišćavajući podzemne vode, jer je zemlja medijum koji „upija“ sve kao spužva. Smatramo da je dovoljno kazati da 1 litra motornog ulja učini 1 milion litara pitke vode neupotrebljivom i da se relevantni faktori pobrinu da ograniče ili čak potpuno zabrane upotrebu mehanizacije

koja troši tu vrstu goriva i maziva. Kroz već izrečeno treba pooštriti način upotrebe i drugih otrova (pesticida) kojim seljaci i vrtlari tretiraju uši, insekte, korov, i gljivična oboljenja, što trenutno upija zemlja, i to sve ulazi u podzemne vode čime se vrlo intenzivno smanjuje opskrba vodama iz podzemnih zaliha.

Stoga se na osnovu zakonskih odredaba propisuju zone sanitarne zaštite, pa se npr. kaže da je za svaki vodni objekat potrebno imati (a) zonu strogog režima zaštite. Ta zona obuhvata pojas prostora oko izvorišta u širini od 6-10 metara gdje nije dozvoljena nikakva djelatnost koja nije u funkciji zahvata vode.

**Druga zona** se nadovezuje na ovu prvu i zove se zona ograničenja, na kojoj ne smiju da postoje objekti koji zagađuju izvorište i podzemne vode (štale, klozeti, septičke jame i sl.), a obuhvataju pojas širine 50-100 metara. **Treća kategorija** je tzv. zona posmatranja stanovništva koje se snabdjeva vodom sa tog izvorišta i prati epidemiološka situacija.

I uistinu vrlo često se postavlja pitanje ispravnosti vode kroz jedan duži period. Nekada se govorilo da određeni izvor vode može prepoznati po kvaliteti svoje vode. U današnje vrijeme to vrlo često nije slu-



Slika 1: Samo stabilni šumski ekosistemi imaju potpuno blagotvorno djelovanje

Foto: Mekić F., Igman, 04. juni 2005.g

čaj jer se prevelikim prisustvom zagađivača smanji autopurifikaciona sposobnost vode. Radi toga je potrebno uvesti stalno osmatranje bilježeći promjene. Dešava se u zadnje vrijeme da se pomenute promjene nisu susretale u zadnjih 50-tak godina (prisustvo teških metala u vodi, različita otapala, pesticidi i sl.). Ukoliko ne utvrdimo o kojim zagađivačima se radi može se desiti da ostanemo duži period bez vode. Svaki pokušaj utvrđivanja pojedinačnog zagađivača osuđen je na neuspjeh (jer ih ima bezbroj), odnosno ekonomski i tehnološki je sve teže. Naš zadatak u rješenju navedenog problema se ogleda na razvoju brzih i preciznih metoda za što ranije otkrivanje promjena u vodenim ekosistemima što ih uzrokuje zagađenje. Stoga kao što rekosmo potrebno je kod svakog izvorišta uvesti monitornig.

#### 4. Kakve su štete ukoliko vode ima previše i njezina snaga nije usmjerena?

Voda u većim količinama izaziva prije svega degradaciju tla na kojem nije moguće brzo usposativiti stabilan biljni ekosistem.

Da bi lakše razumjeli posljedice nepravilnog gospodarjenja šumama neke zemlje u te svrhe angažiraju i preko 100 mld US\$.

Ukoliko nema šumskih ekosistema da spriječe i usmjere veliku količinu akumulirane kinetičke energije na tom staništu razorna snaga vode dobija oblik nekontrolirane bujice koja razara sve pred sobom. Novčani iznos naveden u gornjoj rečenici je samo početak gomilanja troškova prouzrokovanih ne blagovremenim djelovanjem. Izgled Sahare, stare Mesopotamije, naseobine Maja u Srednjoj Americi, mnogi dijelovi Evrope (Dalmacija, Italija itd), Kina, Bangladeš, i još mnogi drugi primjeri ukazuju na katastrofalne posljedice uništavanja šuma.

Vrlo često u razmatranju erozije kao pojave zaboravlja se na činjenicu da se na fluvijalnu nastavlja

eolska erozija. Primjera radi poznate su tzv. „crne bure“, pri čemu se ogromne mase najfinijih čestica premešta na velike udaljenosti.

Bez obzira o kojoj vrsti ili tipu erozije se radi jedna od najstarijih, najboljih i najčešće korištenih metoda u zaštiti i ograničavanju šteta od erozije je uspostavljanje snažnog biljnog pokrivača u obliku šumske vegetacije, a tehnička sredstva su samo dopunska mjera.

Određena istraživanja koja navodi *Pintarić* (2002) govore da je na pošumljenom zemljištu došlo do dramatičnih promjena u pozitivnom smislu. Naime, samo pet godina nakon podizanja šumske kulture štete od erozije smanjene su za 90%, od 24 t/acri godišnje na 2,5 t/acri godišnje. Nakon 10 godina, dalje navodi *Pintarić*, da se površinsko oticanje oborina smanjilo za 30%, a gubici zemljišta su se sveli na samo 3-4%.

Ovakve i slične rezultate spominje i navodi *Casparis* (*Leibnudgut*, 1985) tvrdeći da nije dovoljno samo izvršiti pošumljavanje, nego se treba gledati i kako. Te tako on tvrdi da je na slabo pošumljenom zemljištu u odnosu na potpuno pošumljenom odnošenje zemljišta intenzivnije i veće za 80%.

#### 5. Zašto je sve ovo potrebno znati?

Navedeno je potrebno znati jer sve prijetnje koje dolaze do nas su vrlo realne i lako ostvarljive. To se da uz prisutne činjenice bez problema i dokazati. Prema nalazma stručnjaka Zemlja je bila pokrivena prije 8.000 godina sa 6,2 mld ha prirodnih šuma. Određene studije pokazuju da se svakim danom površine pod šumama smanjuju bez intenzivnijih pokazatelja zastavljanja tog trenda. Naime, koliki je to stepen uništavanja najbolje će nam pokazati podatak koji govori da je u 15 godina prošlog milenija (1980-1995) uništeno oko 180 milona ha šuma. Današnji

*Uticao šume na smanjenje erozije najbolje se može pokazati na zemljištu vrlo lako podložnom eroziji, a u području bogatom oborinama.*

KULTURA	GODIŠNJE ODNOŠENJE ZEMLJIŠTA	
	Tona/ha	%
<i>Oranica</i>	10,00	100.000
<i>Pašnjak</i>	0,80	8.000
<i>Ugar</i>	0,07	700
<i>Šuma lišćara</i>	0,05	500
<i>Kultura bora</i>	0,01	100

Izvor: *Pintarić K.: Značaj šume za čovjeka i čovjekovu okolinu*



podaci govore da je Zemljsko kopno prekriveno sa svega 26% (odnosno da šume i šumsko zemljište prekriva 40,6 mil km<sup>2</sup>-*Velašević 1989-ostatak čine 14,5 mil je obradivo zemljište, 26,0 stepe, pašnjaci i livade, pustinje 54,2 i na kraju polarni ekosistemi 12,7 mil km<sup>2</sup>*), odnosno da je do danas (za 8000 godina) uništena polovica svih šuma (oko 3 mld ha). Još ilustrativniji podatak je ako kažemo da danas, ne samo da nestaju šumske površine (svake sekunde se posijeće šume površine jednog fudbalskog igrališta), nego je u zemljama jugoistočne Azije i Južne Amerike iz upotrebe potpuno u zadnjem desetljeću prošlog milenija, isključeno 10-30% površine iz bilo kakve upotrebe.

Kakvu to katastrofu može izazvati i da su posljedice nemjerljive. Treba znati da šume predstavljaju životni prostor za 50-90% svih kopnenih životinja i biljaka. I kada gore navedeno imamo u vidu saznaćemo da smanjenje životnog prostora nekom od njih za 90% odmah ugiba polovica živih vrsta.

Ovom trendu treba dodati i „umiranje šuma“ usljed uticaja novih šteta na šumu od imisije različitih polutanata kao produkata pretjerane industrijalizacije. Vrlo su ilustrativni fakti koji kažu da je na osnovu informacija svjetskih međunarodnih udruženja (FAO, ECE, ILO i druge) u zemljama Evrope 1988. godine bilo ugroženo preko 56 miliona hektara šume (ili 39% šuma Evrope) sa tendencijom uvećanja, odnosno kako to navodi Pintarić (2002) ne može se sagledati budući trend. Da se navedeno može uistinu pripisati polutantima od industrije dokazuje vrlo visoka procentualna zastupljenost uništenih šuma u najrazvijenijim zemljama evropskog zapada (Njemačka, Poljska, Češka, Slovačka) u iznosu od preko 20%.

S druge strane šume predstavljaju izvredna puffer za ublažavanje ekstremnih klimatskih pojava (smanjuje u zadnje vrijeme vrlo često pominjan fenomen staklenika sa svim nje-govim posljedicama), gdje neracionalna upotreba različitih freonskih jedinjenja i dru-gih hemikalija čine glavne katalizatore uništenja kiseonika i povećanja temperatura. I

to tako da niko ne može realno pretpostaviti šta će se desiti ako se nastavi trend povećanja temperature za svako desetljeće od 0,1°C. Za sada se to reflektira na taj način da se svake godine nivo mora podiže za 2 mm (od čega 1 mm od zagrijavanja mora i topljenja glečera, a drugi od topljenja leda na Antarktiku.

I ustvari ukoliko ovo ne zaustavimo doći će do katastrofalnih poplava na zemlji nepredvidivih razmjera, što će imati za posljedicu pomjeranje granice vegetacije, a što će sa današnjim uništavanjem tropskih šuma povećati migracije (u 1996 je bilo 26 miliona migranata čiji su pokreti izazvani baš nestankom šuma) stanovništva vrlo brzo na broj od 173 miliona ljudi. Da klimatske promjene treba shvatiti sasvim ozbiljno poručuje i Endrju Maršal (uticajni Pentagonov savjetnik za odbranu) koji kaže da „njih treba di-

gnuti izvan naučne debate i postaviti ih kao problem nacionalne sigurnosti SAD.a“. Slično govore i upozoravaju i druga dvojica Amerikanaca Piter Švarc (savjetnik CIA-e) i Dag Randal (suosnivač Global Business Networka), da se usljed promjena smanjuje mogućnost ishrane ljudi na Zemlji (planeta Zemlja već uzdržava više ljudi nego što to omogućavaju prirodni resursi).

Šume ovdje imaju vrlo značajnu ulogu u stabilizaciji navedenoga. Naime, biljke isparavaju vodu kroz metabolički proces evapotranspiracije. Tokom ciklusa kruženja, voda dospjeva u zemljište provodi se kroz biljku i isparava kroz lišće. Procjenjeno je da će na taj način, tokom jednog ljetnjeg dana, oko 0,4 ha površine pod travnjakom izgubiti više od 9000 l vode. Posebna vrijednost drvenastih vrsta se ogleda kroz proces transpiracije jer iste pomažu da se kontrolira i regulira vlažnost zraka i temperatura. Primjera radi jedno drvo može da putem transpiriranja emitira u zrak oko 400 l vode dnevno. Izvršeno je poređenje efektivnost procesa evaporacije jednog stabla sa vještačkom klimatizacijom prostora:

*„Vještačkom klimatizacijom zatvorenog prostora toplota se samo prebacuje u spoljašnju sredinu. Mehanički ekvivalent drvetu koje transpirira oko 400 l vode dnevno predstavlja 5 prosječnih sobnih klima uređaja, od kojih svaki ima kapacitet 2500 kcal na sat i koji radi 19 sati dnevno. Drvo koje zasjenjuje kuću efikasnije je. Ono ne stvara neželjene otpadne produkte procesa rashlađivanja, ne koristi električnu energiju i radi sve bolje kako godine prolaze. Rezultati istraživanja su pokazali da se tamo gdje je bar 20% gradskog prostora u srednjim geografskim širinama pokriveno biljkama, više prispjelog sunčevog zračenja troši na isparavanje vode nego na zagrijavanje zraka.*

Posebna uloga šume je primjećena u filtriranju prašine u gradovima i dugo vremena se koristi. Istraživanja iz oblasti fiziologije su pokazala da biljke čine više od filtriranja zraka. Površina drveta je razvijena da može do maksimuma da uveća razmjenu svijetla i gasova. To će nam biti jasno ako samo kažemo da drveće ima deset puta veću površinu u odnosu na površinu zemljišta koje zauzima. Stotinu godina stara bukva, na primjer, procjenjeno je da ima oko 800 000 listova; površinu lišća od 16 000 kvadratnih metara prema 160 kvadratnih metara koje zauzima osnova biljke. Proračuni pokazuju da međucelijski prostori lisnog tkiva (suma ćelijskih zidova) uvećavaju ukupnu lisnu površinu na 160 000 kvadratnih metara po gruboj procjeni.

Šta bi se desilo da nema šuma i da svojom izvanrednom sposobnosti amortizira emitovanje polutanata u atomsfere koju proizvodi 8 mld tona naftnih jedinca godišnje (prvi put zabilježena rekordna potrošnja 1996.).

To je u direktnoj vezi i sa ulogom šume i u obezbjeđenju dovoljnih količina kiseonika. Prema istraži-



*Slika 2: Zasigurno da bi šumska fitocenozna djelovala na ovakve načinjene „spomenike“ od strane ljudi*

*Foto: Mekić F., Gradac, 02. maj 2005.g*

vanjima Duvinja i Ting-u (Velašević 1989) jedna hras-tovo- bukova šuma u starosti od 120 godina proizve-de 74 tone biomase po 1 ha (4 t lišća, 30 tona grana i 40 tona deblvine, pri čemu vezujući 1.83 tone CO<sub>2</sub> za jednu tonu proizvedene suhe supstance drveta, oslobađa 1.34 tone kiseonika.

Ovdje treba naglasiti da šuma ima izvanrednu termičku funkciju koja se sastoji u tome da drveće svojim krošnjama zadržava toplotu zraka sunca, te je tako zapažena zakonitost da je u toku dana u šumi hladnije za 5 stepeni, a u toku zime toplije. U određenim periodima godine razlika u temperaturama u šumi i van nje zna biti i (prema Pintariću) 22,7°C.

Tu svoju osobinu (sa različitim temperaturama) šume prenose i na okolinu, pri čemu hladniji zrak iz šume struji u otvorene toplije prostore i rashlađuje ih. Iz ovoga se izvlači zaključak gdje god smo u prilici treba u blizini naselja podizati zelene pojaseve.

## 6. Kako je sačuvati od zagađenja i u dovoljnoj količini za današnje potrebe?

Prije svega treba znati da šuma predstavlja glavni stabilizator svih procesa na zemlji koji se zahvaljujući tome odvijaju u harmoniziranom stanju. Stoga je potrebno sve snage usmjeriti na očuvanje šumskih ekosistema.

Prema rezultatima određenih istraživanja izračunato je da suhozemni i vodeni biljni svijet vezuje toliku godišnju količinu sunčeve energije i pretvara je u hemijsku koliko je proizvelo za isto toliko vrijeme pri stalno jednakoj proizvodnji 200.000 elektrana kapaciteta od oko 2 hiljade mld Kwh.

Kroz definiranje onečišćenost voda u islamu na isti način se govori i u svakodnevnom životu da ako smo sigurni da je voda prljava, ili ako se osjeti da u tekućim vodama nešto smrdi, te da se voda promje-

nila ili joj se promijenio okus, ona se smatra onečišćenom vodom i ne dozvoljava se njezina upotreba za šišćenje. Na sličan način se tretiraju i vode u kojima se nađe leš krepane životinje ili čak ako je prethodno neka životinja koristila tu vodu. Pa se npr. kaže „vodom iza magarca se ne može abdestiti, ali se može nešto prljavo oprati“. Poseban je tretman stajaćih voda.

Ovdje treba u ovom odjeljku spomenuti da se prilikom očuvanja vodnih sistema i pored stalnog monitoringa desi određena devijacija čiste vode. Naime, otpadne materije-zagađivači mogu dospjeti u navedeni medijum na dva načina i to nekontrolirano (taloženje organske i anorganske materije i mulja koji vodni tok donosi iz gornjih tokova, ispiranje okolnog terena kišnicom) i kontrolirano (ispusti kanalizacija naselja i industrijskih pogona duž vodnog toka).

### 7. Kako je sačuvati za buduće generacije u smislu održivog razvoja?

Pretpostavlja se (prema Pintariću) da se sadašnjom tehnologijom može koristiti samo ona voda koja se prirodnom cirkulacijom obnavlja. Ali vjerovatno i to je moguće činiti samo do određene granice njezine opterećenosti polutantima. Naime, porast standarda ljudi ujedno traži i poboljšanje higijenskih uslova kroz veću potrošnju vode, Pintarić (2003) navodi da se za relativno kratko vrijeme (od oko 60 godina) u Njemačkoj potrošnja vode udvadesetostručila. Ove činjenice prate i strukturu potrošene vode. To jeste kako se mijenja količina potrošene vode iz izvora, površinskih vodotok i sl. Npr. u 1976. godini od ukupno potrošene količine vode oko 57% otpada na podzemne, 16% na izvore i oko 27% na površinske vode. U tekstu koji slijedi prikazana je brzina obnavljanja vode na zemlji.

Već naprijed navedene količine u suštini ostaju konstantno prisutne na Zemlji, ali ponekad voda promijeni kategoriju u kojoj se pojavljuje. Naime, voda nakon upotrebe biva sprovedena do nekog prirodnog prečištača i vraća se manje ili više obogaćena određenim kompartimentima, koji joj daju posebno

upotrebnu vrijednost. Ovo sprovođenje se odnosi na kruženje vode u atmosferi. Brzina njezinog kruženja u ovisnosti je od toga u koji izvor je dospjela, pri čemu nekada voda dospjela kao vodena para transpiracijom biljaka biva prenesana do lednjaka i zarobljena za narednih 60.000 godina (prosječno).

Na osnovu određenih razmatranja i datih pregleda poznato je da je udio biosfere u sklopu ukupnih biokemijskih ciklusa vrlo malen, ali na vodu koja se najviše troši (atmosferska) uticaj je vrlo značajan i stoji u vrlo uskoj vezi sa obraslošću zemljišta.

Tako Pintarić (2003) navodi da se voda na obrasloj i neobrasloj površini različito ponaša prema tlu. Na više mjesta i u literaturi, i u praksi je potvrđeno da trajne višegodišnje trave livada, pašnjaka i djetelišta dobro štite tlo. Odnosenje zemljišta se najjače razvija na golim tlima, na vrlo eksploatiranim pašnjacima, ogoljelim šumskim površinama i na tlima koja se nalaze na ugaru. Vrlo ilustrativan je podatak da je površinska erozija zemljišta na teškom ilovastom zemljištu nagiba 12%, pod šumom neznatna, odnosno nema je uopće, a s druge strane na neobrađenom zemljištu 512 puta intenzivnija, što vrlo zorno prikazuje donja tabela.

Pregled gubitka tla u tonama po 1 ha u ovisnosti od obraslosti zemljišta vegetacijom

VRSTA KULTURE	GUBITAK TLA U TONAMA PO 1 HA	OTICANJE U %
Šume	0	0,1
Trajne trave i djetelišta	4,0	6,5
Plodored, kukuruz, pšenica, djetelina	34	16,9
Pšenica svake godine	98	25,2
Kukuruz svake godine	263	27,4
Neobrašeno zemljište	512	48,8

Izvor: Mekić F: Rasadnici i nasadi, Sarajevo, 1998

Već je na više mjesta pomenuto, ali i naučno dokazano da mrtva šumska prostirka ima izvanredno veliku ulogu u usporavanju oticanja površinskih voda (Pintarić navodi da 1 m<sup>3</sup> bukovog lista upije 176 l vode, a ista tolika količina iglica smrče upije 248 l vode), kroz što se spriječava pojava poplava, a posebno to što šuma postaje jedan izvanredno veliki aku-

### Vremena potrebna za sudjelovanje ukupne količine vode iz pojedinih izvora u kružnom toku

izvor	VRIJEME (GODINA)
Atmosferska voda	0,028 (10 dana)
Rijeke	0,033 (12 dana)
Jezera	0,1-10
Ledenjaci	10.000-100.000
Vlaga tla	0,9
Podzemna voda	10-10.000.000
Oceani	2.600

Izvor: V.P.Zverev, Rola podzemnih voda v migraciji hemičeskih elementov, Izdateljstvo „Nedra“, Moskva, 1982. str. 8.

mulator površinske vode koja se pojavljuje u vidu izvora.

Vrlo ilustrativan primjer u kojoj mjeri šuma utiče na akumulaciju vode Ugrenović (1928) navodi slijedeće: Prije pošumljavanja u Senjskoj Dragi malo je bilo živih vrela, a ako je ih bilo oni su bili kratkog vijeka, nakon pošumljavanja javila su se nova vrela dugog vijeka čak i u najsušnijem dijelu godine. Sličnu situaciju navodi i Izetbegović (1980-„Šuma kao faktor očuvanja zdrave životne sredine“) sa područjem Romanije, gdje je u periodu od drugog svj. rata presušilo na desetine izvora, što je posljedica požarom uništenih šuma na površini većoj od 6.000 ha. S druge strane to obešumljeno stanište je pod vrlo velikim pritiskom oborina. Kakve su to relacije i koje su to količine vode koje treba sanirati vidljivo je iz obračuna. Prosječna godišnja količina oborina od 1000 mm što na 6.000 ha iznosi 60.000.000 m<sup>3</sup> vode, predstavlja često snagu koju nije moguće kontrolirati ukoliko površina nije privedena šumskoj kulturi, koja će usporiti brzinu kretanja vode i akumulirati je za jedna duži period.

Kakva je vodna snaga ukoliko nije kontroliran njezin tok, Vjekoslav Glavač („Uvod u globalnu ekologiju“-2001) navodi da čovjek vjekovima svojim djelovanjem (najčešće krčenjem šuma, pretjeranom pašom ili lošim gospodarenjem ratarstvom) mjenjajući biljni pokrov direktno utiče posredno ili neposredno na građu tla i njegova dejstva. Te stoga nije ni čudo da danas na svijetu 15% (ili 2 mld ha) od cjelokupne površine kopna zemljište pokazuje znakove degradacije.

Određene institucije Njemačke (kako navodi Glavač - 2001) za globalne promjene okoliša istraživale i identificirale 12 glavnih uzroka rastuće degradacije pedosfere, odnosno dvanaest globalnih „bolesti“ iste, nazvanih sindromima. Uzroci se uglavnom odnose na promjenu tradicionalnog korišćenja zemljišta, degradacija tla industrijskim načinom poljoprivredne proizvodnje, preklomjerna poljoprivredna obrada siromašnih staništa, prekomjerno iskorištavanje šuma, pogrešno planiranje velikih poljoprivrednih projekata, unos atmosferskih polutanata zračnim strujanjima, nezbrinjavanje otpada, neplanska urbanizacija, veliki površinski kopovi ruda, degradacije tla zbog turizma i na kraju posljedice ratnih razaranja.

Osim toga što je šuma dobar akumulator vode, ona je također i vrlo veliki potrošač iste (smrča za

svoje potrebe prosječno troši 1.500 m<sup>3</sup>/ha, bukva 1.600, a obični bor tek 336 m<sup>3</sup>/ha). U skladu sa tim potrebno je biti vrlo obazriv prilikom odabira vrste drveta u provođenju silvikulturnih mjera u vodopokrbrnoj zoni (slivnom području), pri čemu se preporučuju vrste koje su skromne u potrošnji vode (Prema Pintariću to su crni bor, crnograbić, bjelograbić, crni jasen).

Očito da je ovdje vrlo važna uloga šumskih ekosistema i da je smatramo najvažnijim faktorom opstanka mnogih drugih medijuma. Ali ovdje želimo još jednom potrcrtati način uništavanja šuma koji se nalazi na prvom mjestu kada je u pitanju brzine realiziranja te nakane. To su požari. V. Glavač (2001) navodi da je glavni način proši-renja poljoprivrednog zemljišta u Amazoniji Brazila požarima i to brzinom od 1,5 do 2 miliona ha godišnje. Samo u Indoneziji požarima je uništeno u periodu 1997/1998 tristo hiljada hektara šume u području sa vrlo visokim biološkim diverzitetom. Važno je kazati da su sve te požare (do 80%) postavljali uz prešutnu toleranciju vlasti vlasnici plantaža koji žele proširiti svoje kulture palmi za dobivanje ulja.

Posebno mjesto zauzima nevjerovatna informacija koju prenosi V.Glavač (2001) da je u godini velikih požara (1997/1998) samo u četrdeset dana prijavljeno 24.549 požara, što je zabilježeno slično i u Meksiku.

## 8. kakav je naš zadatak u svemu tome?

Imajući u vidu činjenicu da u Bosni i Hercegovini polovicu njezine površine čine šume i šumska zemljišta i to oko 1,07 mil ha najvrijednijih prirodnih visokih-ekonomskih šuma, želimo ovim prikazom sve nas informirati o postojećem fondu šuma i stanjem u njima. Navedene šume su sastavljene iz dvije osnovne kategorije s obzirom na građu listova i to u odnosu 60%: 40% u korist lišćara. Godišnji zapremisni prirast procjenjen je na cca 8 miliona m<sup>3</sup>, a pred rat se sjeklo 7,2 mil m<sup>3</sup>.

Postavlja se pitanje u čemu se sastoji naš zadatak u hitnom djelovanju i međusobnim odnosima. Potrebno je prije svega, povećati postojeće površine pod šumama sa ciljem stabiliziranja ekosistema koji zavise od šuma. Naime, u stručnim raspravama šumama se daje (ili imaju) nekoliko zadataka koje trebaju ispuniti kroz proizvodnu, zaštitnu i socijalnu funkciju. Sve spomenute funkcije su vrlo intenzivno is-

## Šume i šumska zemljišta u Bosni i Hercegovini

POVRŠINE	UKUPNA U HA	DRŽAVNIH ŠUMA U HA	PRIVATNIH ŠUMA U HA
Obrasla površina šumama	2.209.732	1.806.495 (82%)	403.237 (18%)
Sva produktivna šumska zemljišta	2.601.991	2.078.554 (79%)	523.437 (21%)
Sva šumska zemljišta	2.709.769	2.186.332 (81%)	523.437 (19%)

Izvor: K.Pintarić: šume i ekologija, Sarajevo 2002.

prepletene da ih je vrlo teško pojedinačno posmatrati. Ali radi lakšeg shvatanja više ćemo svjetla dati ovim zadnje spomenutim dvjema funkcijama da bi smo odgovorili šta to šuma i u kojoj mjeri može doprinijeti u održanju postojećeg i poboljšanju snabdjevanja kvalitetnom pitkom vodom raznih potrošača.

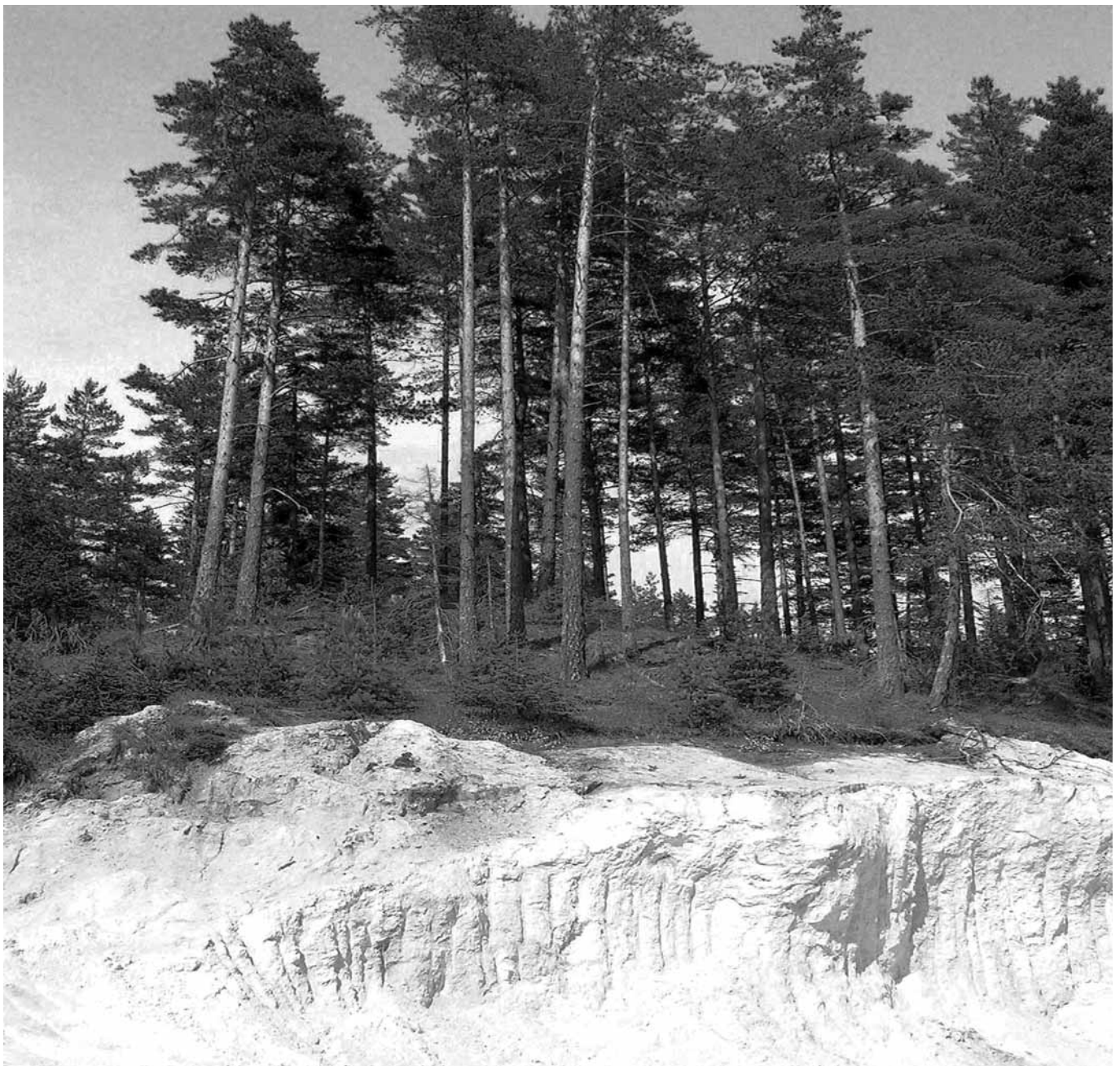
Na osnovu ranijih istraživanja šume ne utiču na povećanje ukupne količine oborina, nego indirektno utiče na bolje korištenje.

Treba znati da su skoro svi uticaji kojima šuma ispunjava svoju zaštitnu i sociološku funkciju kroz različite naučno-istraživačke radove osvijetljeni.

Primjera radi, iako je količina padavina koja dopire do površine zemljišta u šumi manja za 1/3 (zadržuje se na krošnjama drveća i prizemnoj vegetaciji, a

odatle kasnije ispari) gubici su usljed određenih karakteristika šume manji u njoj nego na otvorenim prostorima (jače strujanje zraka, niža zračna vlažnost te više temperature su uzrok intenzivnijeg isparavanja).

Naš je zadatak da očuvamo šume i da podižemo nove, jer se zna da voda koja protiče kroz zemljište u šumi dobija karakteristike vode (temperatura i kvalitet) upotrebljive pitke vode. To se može vidjeti iz primjera koji navodi Ruppert (1960-prema Pintariću 2002) Frankfurtu (na Majni) je trebalo 1965. godine 66 miliona m<sup>3</sup> vode za normalno snabdjevanje stanovnika, od toga 80% je namirivano iz izvora, podzemnih voda i vo-dotoka, a nedostajućih 13 miliona kubnih metara vode namirivano je prečišćavanjem već upotrebljene industrijske otpadne vode. Nakon



Slika 3: Samo je tanki sloj pedosfere medijum koji harmoinizira stanje između šumskih ekosistema i stijena

Foto: Mekić F., Kupres, 01. juni. 2005. g.

svih prečišćavanja i filtriranja sistemom cijevi voda je transportirana pumpama u šumu, gdje ona ponire i miješa se sa podzemnim vodama. Ponirući kroz slojeve šumske zemlje voda dobija ukus i čistoću kao i podzemna voda. Iz ovoga je vidljivo da šuma, odnosno šumsko zemljište godišnje prečisti 20% ukupnih godišnjih potreba Frankfurta.

Smatramo i preporučujemo da svaki građanin vrati prirodi ono što uzima od nje i to na jedan prikladan način. Da to uzimanje iz prirode predstavlja ipak narušavanje prirodne ravnoteže pokazano je na primjeru šumarstva. Svaki Nijemac godišnje potroši u obliku papira, kartona, ljepenke, stolice i ormara po pet stabala. To je ukupno 400 miliona stabala godišnje ili je to površina visokih, najproduktivnijih šuma u Bosni i Hercegovni (cca 1 milion hektara) koja se poseje svake godine. Stoga se ovdje i zalažemo da svako onaj ko poštuje zakon o održivom razvoju vrati prirodi ono što uzme od nje ni manje ni više. Ukoliko bi smo poštovali samo ovu činjenicu nikada ne bi došao u pitanje opstanak civilizacija na određenim geografskim lokalitetima.

#### 9. Propisivanje stanarda odnosno zakonskih rješenja za one koji se ne pridržavaju općeg propisa o održivom životu i racionalnom utrošku vode.

Ali ne smije se ni jednog momenta zaboraviti da je čovjek biće koje je u stanju svojom pameti i stras-

ti obezbijediti sredstva da upotrebljava svijet oko sebe. Osim toga on je biće koje potčinjava svoju i druge vrste, kroz što čini greške, a to je objašnjenje dijela tajne zašto Svete knjige insistiraju na njegovim dobrim djelima.

Na kraju želimo još jednom naglasiti da je čovjek insaan, ili biće zaborava i da stalno treba imati na umu jednu misao koja glasi: "Sveta knjiga je tu da ga na njegove dužnosti prema Bogu opominje, ali i na dužnosti prema drugim stvorenjima, biljkama, životinjama. Taj zov da čovjek poštuje cjelinu ovog svijeta čini ga krunom Božijeg stvaranja i karkaterizira kao najsavršenije Božije stvorenje. Pa zar to nećemo da budemo?" (E. Karić: *Prijedvod Kurana na Bosanski jezik, Sarajevo 1995.*)

Treba imati u vidu da se šumartstvo ne može posmatrati samo kao privredna već i kao djelatnost od općeg društvenog interesa. Stoga se šumarstvo uistinu razlikuje od ostalih privrednih grana jer je to jedina struka koja ima razrađenu teoriju i praksu za proizvodnju sirovine na takav način da istovremeno doprinosi jačanju i proširenju prirodnih potencijala očuvane-prirodne i zdrave životne okoline. Proizvodnja drveta je proizvodnja bez štetnih rezidijuma kao i jedna grana koja ima vrlo dobro izbalansiran-harmoničan odnos ljudske djelatnosti sa aktivnostima prirodnih procesa.

Sartr: "Čovjek je ono što od sebe čini".



Regulacija rijeke Sapne u Sapni

Foto: Mirsad Lončarević

# O NEKIM POJAVAMA ZAGAĐIVANJA POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA

**V**oda je temelj života jer ulazi u sastav svakog živog bića. Neki jednoćelijski organizmi su 99% od vode. Ljudska ćelija u prosjeku sadrži 70 % vode. Vrlo često najmoderniji "Hi Tec" procesi zahtijevaju kao radni medijum vodu. Čovjek vodu koristi u svakodnevnom životu, a posebno u radnom procesu. Čovjek vodu pije i to je njegov najintimniji kontakt sa njom... Broj stanovnika na našoj planeti se velikom brzinom povećava, tako da i potreba za vodom postaje sve veća, a količine vode za piće su, nažalost, sve manje, jer čovjek zaboravlja da ne može piti svaku vodu. Pretpostavlja se da će već 2009. g. većina stanovništva osjetiti ozbiljan nedostatak pitkih voda. Procjene stručnjaka su u tom pogledu poražavajuće. Naime, prema tim procjenama 1,1 milijarda ljudi danas nema pristup pitkoj vodi, dok 2,5 milijarde ljudske populacije nema obezbijeđene ni osnovne sanitarne uslove, a više od 5 miliona ljudi godišnje umire od bolesti koje su uzrokovane zagađenom vodom. Stalni zagađivač voda je čovjek i njegova životna i tehnološka aktivnost.

## VODA U PRIRODI

Vodni resursi dok su nezagađeni su obnovljivi, zagađeni postaju neiskoristivi i ako su to akviferi, ugrožene su i površinske i podzemne vode. No čovjek koji je uveliko izgubio kontakt sa prirodom obično i ne razmišlja logično, smatrajući da su prirodni resursi neuništivi, pa ih iskorištava bezočno a ne na način im obezbjeđi odživost.

Reverzibilni procesi samoprečišćavanja i obnove kvaliteta mogući su samo do izvjesne granice. Priroda koja umire iz bilo kojeg razloga, pa i zbog nedostatka vode je neobnovljiva. Svaki put kad se zagađenje dovede na nivo pokretanja ireverzibilnih procesa

moguće su takve promjene gdje slobodno možemo reći da se čovjek mora prilagođavati sasvim novim uvjetima života.

Stoga je posebna obaveza stručnih lica da se što aktivnije uključe u borbu za očuvanje čovjekove okoline, te da ukažu na izvore zagađivanja kao i na posljedice svih nivoa i pravaca zagađenosti.



*Snimio: Mirsad Lončarević*

## NARUŠAVANJE RAVNOTEŽE U PRIRODI

Borba za očuvanje prirode danas, kad je njena ravnoteža uveliko narušena, kad reverzibilni procesi u prirodi uveliko teže ka ireverzibilnim procesima, je stanje koje zahtijeva multidisciplinarni pristup i angažman društvene zajednice na čijem prostoru se želi i može poboljšati stanje na očuvanju prirode. Tehnološki napredak je narušio prirodnu ravnotežu, tako da su razmišljanja naučnih i stručnih lica danas uglavnom usmjerena ka iznalaženju odgovora na pitanje, kako očuvati prirodu a ipak osigurati razvojne procese društva i optimalne životne uslove za buduće naraštaje. Pošto je to veoma kompleksan problem i upravo njegovo rješavanje zahtijeva stručnjake raznih profila, od neprocjenjive je važnosti stvoriti pretpostavke koje će omogućiti relevantne odgovore na pitanja od kojih nam zavisi opstanak.

Zagađivanje voda je vrlo prisutno i po načinu i po količini, a naročito je često unosom okolinskog zagađenja u nju. Nivo zagađenja je najviše određen proticajem i vodostajem, kao i vrstom i koncentracijom zagađivača.

## ZAGAĐENA ATMOSFERA – “MODERAN” OBLIK ZAGAĐIVANJ VODA

Da zagađena atmosfera ima znatan uticaj na kvalitet kako površinskih, tako i podzemnih vodotoka, pokazuju analize kišnice i snijega, pa i samog tla. Jasnno je da su industrijski proizvodni procesi kao što

su: obrade nafte (rafinerije), prirodnog zemnog plina i plina iz plinara, koksara i plina od proizvodnje željeza, obojenih bijelih metala i drugi, značajan zagađivač atmosfere (uglavnom na regionalnom prostoru). Međutim, plinovi sa termoenergetskih objekata (prije svega iz termoelektrana, ali i dobrim dijelom od velikih gradskih toplana), ne poznaju regionalne granice i zahvaljujući sistemima za disperziju zagađenja (sve vrste srednjih i visokih dimnjaka), dosežu takve razdaljine da se može govoriti i o hiljadama kilometara uticaja u prostoru kruga koji je opisan iz tačke čiji je centar dimnjak termoenergetskog objekta, ili kakve ogromne spalionice smeća koja se ponosi svojom recirkulacijom toplotne energije. Zagađenje ovog prijekla spada u nekontrolisana zagađenja koja je stvarno veoma teško kontrolisati, a mnogo ih je lakše spriječiti.

U posljednje vrijeme javlja se ozbiljan problem visokog nivoa zagađenja od transportnih sredstava (kamiona i luksuzni vozila), zbog nevjerovatne ekspanzije gradskog i međugradskog saobraćaja i mreže saobraćajnica.

## PRIMJER ZAGAĐIVANJA POVRŠINSKIH VODA PREKO ZAGAĐENE ATMOSFERE U KANTONU SARAJEVO

Na području Kantona Sarajevo prema podacima AMS BiH registrovano je i u prometu oko 120.000 motornih vozila (ne računajući stotine vozila koja su



*Snimio: Mirsad Lončarević*



dnevno prisutna iz drugih dijelova države, pa i regije). To otvara pretpostavku kojim intenzitetom se zagađuje prostor u Kantonu, posebno na području grada, naročito ako imamo na umu i podatak da je najveći broj vozila (oko 70%), stariji od sedam godina.

Stoga, obzirom na nađene koncentracije SO<sub>x</sub>, Cl, NO<sub>x</sub>, HC, možemo govoriti o kiselim kišama. Međutim, u ovom slučaju nalazimo i visoke koncentracije alkalnih i zemnoalkalnih metala i olova (Na<sup>+</sup>, Ca<sub>2</sub><sup>+</sup>, K<sub>1</sub><sup>+</sup>, Mg<sub>2</sub><sup>+</sup>, Pb n<sup>+</sup>), koji u jedinjenju sa vodom daju jake baze, tako da ipak za sada nemamo problem kiselih kiša, jer dolazi do neutralizacije, što i potvrđuje nađena pH vrijednost (6, 8-7, 4).

Međutim, nivo drugih zagađivača u analiziranim uzorcima je i dalje značajan. Pored podataka koje je dao AMS, nužno je napomenuti da se ne smiju zanemariti drugi izvori zagađenja gradske (lokalne) atmosfere putem ložišta toplana i domaćinstava.

Iako su se ranije radile analize plinova i analize atmosferilija u cilju kontrole i eventualnog preduzimanja potrebnih mjera, analize zagađenja voda od zagađenih atmosferilija se nisu radile prije rata 1992., tako da nemamo mogućnost komparativnog izučavanja ovih uticaja.

Ako i kada u vodu dospiju razni toksici ili bakterije opasne po ljudsko zdravlje u prekomjernim količinama, voda kao moćan rastvarač to lako prenosi u okruženje u kojem se nalazi. Ti uzročnici dopijevaju u vodu najčešće iz procjernih voda nesređenih deponija, iz izmetine i mokraće bolesnih ljudi i životinja, iz površinskih slojeva tla, naslaga ruda u podzemnim vodonosnim slojevima i na druge načine.

#### Najopasniji i najčešći zagađivači voda su:

**Procjedne vode sa neuređenih deponija,  
Termalna kontaminacija i otpadne vode (koje uzrokuju industrijska postrojenja),  
Aero zagađenja,  
Kontaminacija tla,  
Otpad kao izvor zagađivanja površinskih vodotoka.**

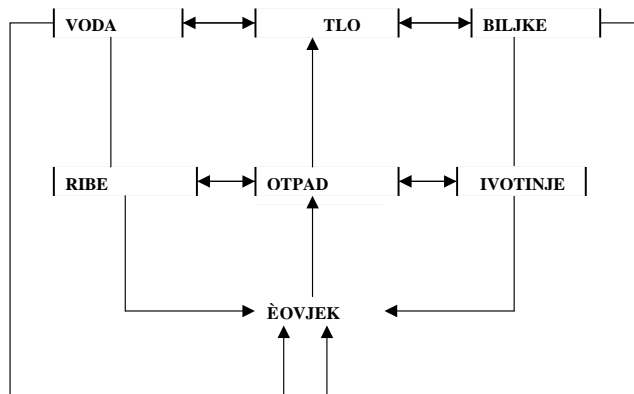
#### Problemi dispozicije otpada u svijetu i kod nas

Dispozicija otpadnih materija u čitavom svijetu, naročito u onom manje razvijenom, gdje smo danas, nažalost, i mi u Bosni i Hercegovini, težak je i kompleksan problem. Zbog važnosti i težine ovog problema mnoga su istraživanja provedena u razvijenom svijetu, nakon kojih je definisano da su najznačajniji izvori zagađenja industrija, gradski čvrsti otpad, kanalske vode, rudarstvo, tretiranje poljoprivrednih površina raznim hemijskim đubrivima i mnogo drugih ljudskih djelatnosti čija je svrha profitabilna zarada.

Problem dispozicije otpadnih materija u Bosni i Hercegovini je u stanju velikog zaostatka u odnosu na savremene tehnologije koje se u ovoj oblasti primjenjuju u razvijenim zemljama.

Kod nas je još uvijek uobičajena zastarjela tehnologija uklanjanja otpada, bilo krutog ili tečnog i uglavnom se obavlja preko deponovanja odnosno dispozicija u vodene recipijente, naravno bez prethodnog tretmana.

Kako izgleda grafički ovaj proces zagađivanja putem otpada, dato je u slijedećem šematskom prikazu:



Iz ovog prikaza se vidi tzv. kružni proces u kojem je osnovni zagađivač čovjekova djelatnost, gdje nažalost nismo svjesni činjenice da u isti mah čovjek ponovo preuzima te štetnosti kroz druge oblike.



Snimio: Mirsad Lončarević

## Značaj monitoringa kopnenih i podzemnih vodotoka

Vode su bez obzira na porijeklo ili tip veoma kompleksan sistem, promjenljiv u fizičkom, hemijskom ili pak biološkom pogledu. Već sama prirodna sredina (atmosfera, biosfera) mijenjaju osobine voda, tome treba dodati uticaj živih organizama, pa i djelovanje čovjeka koji sve više narušava, a često i ruši prirodnu ravnotežu u njima.

Praćenje parametara karakterističnih za ocjenu kvaliteta voda jedan je od prvenstvenih zadataka stručnjaka koji rade na ovim pitanjima.

Samo na taj način može se utvrditi stanje u pogledu kvaliteta voda u datom trenutku i poredeći ga sa nekim drugim stanjem u prošlosti, ( naravno tamo gdje postoje podaci), ocijeniti trendove promjena u pozitivnom ili negativnom smjeru i u skladu s tim dati određene prijedloge mjera i aktivnosti za postizanje veće upotrebljivosti voda, odnosno uspješnog poboljšanja i očuvanja kvaliteta kako površinskih, tako i podzemnih voda.

Najvažniji parametri koji se analiziraju i na osnovu kojih se vrši kategorizacija voda su;

- Vodostaj
- Proticaj
- Temperatura vode
- Temperatura zraka



Snimio: Mirsad Lončarević

- Miris
- Vidljiva otpadna materija
- % kiseonika
- rastvoreni kiseonik mg/l
- BPK-5
- HPK
- Ukupna tvrdoća
- Suspendovane materije
- pH
- Teški metali (olovo, arsen, fluor, bakar ,cink, željezo, silicijum)
- Nitrati
- Nitriti
- Hloridi
- Sulfati
- Fosfati
- Fenoli

### Biološki parametri:

- Koli index (količina crijevnih bakterija u 1000 ml vode)
- Koli – titar (najmanja zapremina vode u kojoj se nalazi jedna crijevna bakterija)/ml
- Voda ne smije da sadrži nikakve štetne organizme vidljive golim okom itd.

## REZULTATI ANALIZA RAĐENIH U POSLJEDNJIH NEKOLIKO GODINA

Pošto je svaka atmosferilija, konstatovano na osnovu analiza, jako zagađena, (naročito u prvim nalletima, kiša ), koja može direktno da utiče na kvalitet vode prijemnika, preporučuje se da se redovno vrše analize kišnice i snijega.

Da bi ovu konstataciju pokrijepili činjenicama navesti ćemo neke primjere naših analiza kišnice na području Kkantona Sarajevo rađenih u nekoliko zadnjih godina. Rezultati ispitivanog kvaliteta kišnice daju nam odgovor o zagađenosti atmosfere (tabela br. 1.).

Tabela br. 2., može se komparirati, u pogledu zagađenosti, sa podacima kvaliteta voda površinskih vodotoka za periode kada je kiša padala nekoliko dana.

Tabela 1.: Rezultati polutanata kišnice

nitrati	nitriti	sulfati	kloridi
mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
8,051	0,172	14,251	1,716
7,112	0,196	11,306	1,166
6,781	0,034	10,574	0,674
3,045	0,021	6,96	0,54
2,012	0,017	4,784	0,492
1,682	0,016	3,542	0,082
1,137	0,07	1,189	0,033
1,221	0	0,668	0,021



Snimio: Mirsad Lončarević

Dakle u prvim naletima kiše, zagađenje je najintenzivnije, što je logično jer sa dužim izapiranjem atmosfere koncentracije zagađivača srazmjerno intenzitetu kiše i trajanju sedimentiranja, značajno opadaju.

Statistički gledano u uzrocima kišnice, za posmatrani period kiša, koncentracije su se kretale za nađene minimume sukcesivno: nitrat, nitrit, sulfat, hlorid kako slijedi:

1,137 (mg/l), 0,001 (mg/l), 0,668 (mg/l) i 0,021 (mg/l): sa maximumima uglavnom u prvom danu osmatranja kako slijedi sukcesivno: 8,051 (mg/l), 0,196 (mg/l), 14,251 (mg/l) i 1,716 (mg/l). Prosjek nađenih koncentracija sukcesivno prema navedenoj tabeli br. 1. bio je: 3,88 (mg/l) za nitrate, 0,055 (mg/l) za nitrite, 6,659 (mg/l) za sulfate i 0,591 (mg/l) za hloride.

Koeficijenti varijacija vrijednosti nađenih koncentracija, gledano sukcesivno po ispitivanim parametrima bili su:

Cv za nitrate + -2,97, za nitrite + - 3,13;  
za sulfate + -2,4; hloride + -2,93.

U tabeli broj 2 prezentirani su rezultati nekih parametara karakterističnih za kvalitet površinskih voda (vodotoka) i voda atmosfjerilija koji se mogu upoređivati iz perioda jakih kiša.

Tabela br. 2.

Rijeka	elek.prov	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	pH	RastO <sub>2</sub>	BPK-5
	nS	mg/l	mg/l		mg/l	mg/l
Zujevina	428	0,262	3,98	8,58	10,54	1,92
	149	0,091	2,87	8,7	10,25	0,89
	398	0,163	0,62	8,23	8,61	0,91
Miljacka	421	0,189	1,34	7,28	8,67	0,98
	321	0,423	3,72	7,66	10,03	9,64
	430	0,602	2,44	8,15	4,17	3,99
	409	1,239	2,63	8,47	7,31	2,72
	448	8,287	5,69	7,4	4,17	3,49

Tabela i dijagram broj 2 pokazuju kvalitativne i kvantitativne karakteristike površinskih vodotoka u periodu kada je kiša padala nekoliko dana.

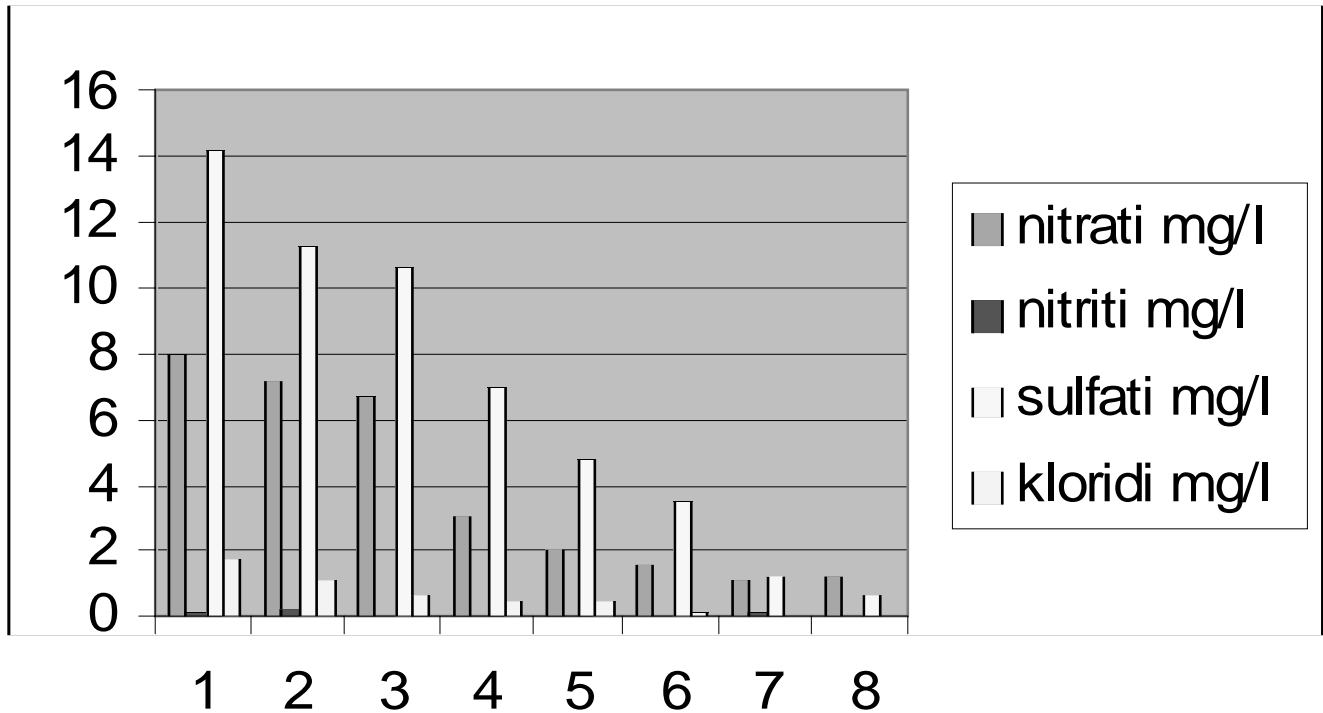
Maximalne vrijednosti nađenih koncentracija za nitrate i nitrite u rijeci Miljacki bile su 5,690 i 8,287 (mg/l);, a u rijeci Zujevini 1,340 i 0,189 (mg/l).

Minimalne vrijednosti nađenih koncentracija nitrata i nitrita u istim uzorcima su bile za rijeku Miljacku 2,44 i 0,423 (mg/l) a za rijeku Zujevinu 0,620 i

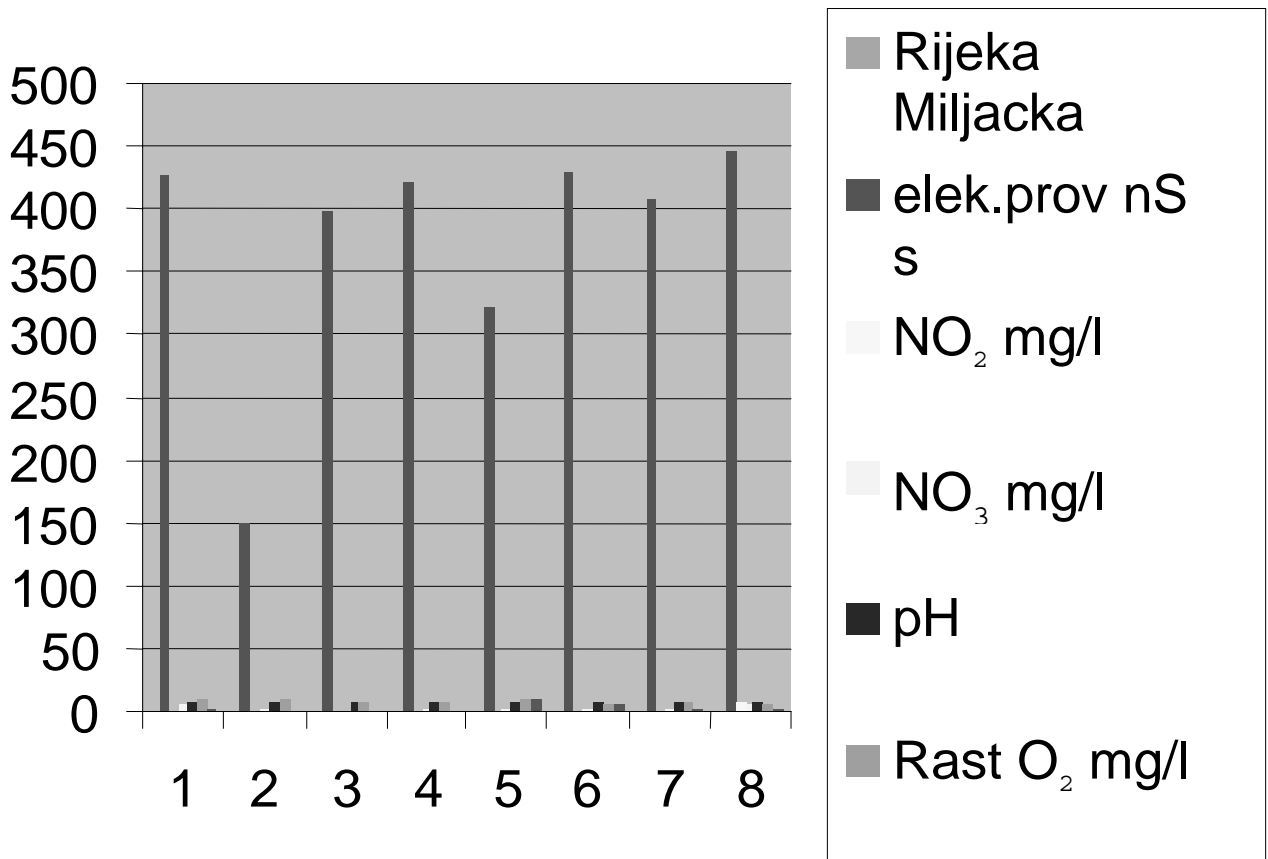
0,091 (mg/l). Kiselo bazni karakter ovih uzoraka je bio za rijeku Miljacku između 4,17 i 10,03, odnosno za rijeku Zujevinu 8,61 i 10,54 pH jedinica. Ove vrijednosti su zaista alarmantne i bilo bi itekako važno i

potrebno istražiti uzroke ovih pojava i u skladu s njima i važećim zakonskim propisima poduzeti odgovarajuće radnje za saniranje ovakvog stanja i istovremenog sprječavanja ovih pojava ubuduće.

DIJAGRAM 1



DIJAGRAM 2



## Zaključak

Bilo bi neophodno izraditi programe za dugoročna komparativna ispitivanja i monitoring karaktera i kvaliteta atmosferilija i njihovog uticaja na površinske i podzemne vode u svim sezonskim uslovima, naročito na kritičnim tačkama u Bosni i Hercegovini za koje danas znamo na osnovu nekih širih podataka, a i te tačke bi trebalo preciznije formulisati kroz konkretno istraživanje. Na ovaj način bi se pomoglo i olakšalo dugoročno planiranje zaštite kvaliteta voda u Bosni i Hercegovini, o čemu ćemo svakako morati voditi računa obzirom da ulazak u evropske integracije a i naša pripadnost Crnomorskom i Jadranskom slivu podrazumijevaju postizanje propisanog kvaliteta voda koje puštamo nizvodno.

## LITERATURA:

1. Zupković, Sh.B.G., Maksumić, N. et al.: "Index ekoloških promena [IEC] u ukupnom sistemu zivotne okoline", Vodoprivreda BiH, Sarajevo, 2003., BiH.
2. Patil, U. Shirish, R., Kaushal, A.: "GIS based Air Pollution Surface Modeling", the Annual Informational Conference, New Delhi, 2003.
3. Zupković, V., Zupković, M.: "An Outline of Organization and Management of Ecosystem" Safety, 16, 67 (4) pgs. 70 – 76., Univerzitet u Sarajevu, 1990., Sarajevo, BiH.
4. Zupković, V., Maksumić, N. et al.: "La qualite' des eaux de la riviere Neretva et ses hidroaccumulations – etat zero", II Congres Yougoslave des viviers en hidroaccumulations, Mostar, 1989., Recueil des travaux, pgs. 45 – 62., BiH.
5. Zupković, V., Maksumić, N. et al.: "Les caracteristiques qualitatives – quantitatives des eaux d'hydroaccumulation Konjic – Rama et la de'finition de la teneur du biomasse", II Congres Yougoslave des viviers en hidroaccumulations, Mostar, 1989., Recueil des travaux, pgs. 63 – 74, BiH.



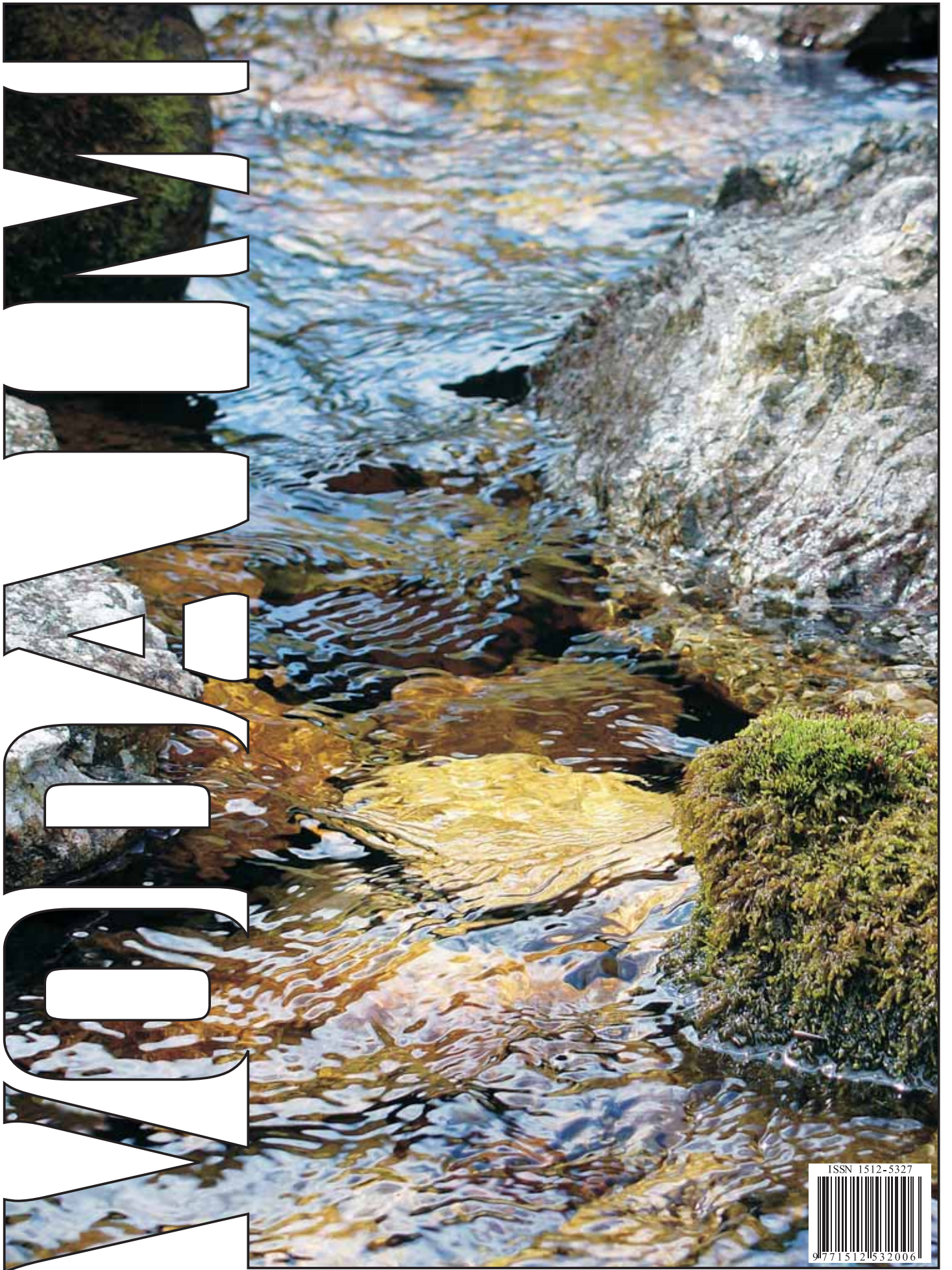


*Sretna Nova godina!*

# 2006.

JANUAR		FEBRUAR		MART		APRIL		MAJ		JUNI	
P	2 9 16 23 30	6 13 20 27	6 13 20 27	3 10 17 24	1 8 15 22 29	5 12 19 26	1 8 15 22 29	2 9 16 23 30	6 13 20 27	5 12 19 26	5 12 19 26
U	3 10 17 24 31	7 14 21 28	7 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30	6 13 20 27	2 9 16 23 30	3 10 17 24 31	7 14 21 28	6 13 20 27	6 13 20 27
S	4 11 18 25	1 8 15 22	1 8 15 22 29	5 12 19 26	3 10 17 24 31	7 14 21 28	3 10 17 24 31	4 11 18 25	8 15 22 29	7 14 21 28	7 14 21 28
Č	5 12 19 26	2 9 16 23	2 9 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25	1 8 15 22 29	4 11 18 25	5 12 19 26	6 13 20 27	8 15 22 29	1 8 15 22 29
P	6 13 20 27	3 10 17 24	3 10 17 24 31	7 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30	5 12 19 26	6 13 20 27	7 14 21 28	2 9 16 23 30	2 9 16 23 30
S	7 14 21 28	4 11 18 25	4 11 18 25	1 8 15 22 29	5 12 19 26	3 10 17 24	1 8 15 22 29	2 9 16 23 30	3 10 17 24	3 10 17 24	3 10 17 24
N	1 8 15 22 29	5 12 19 26	5 12 19 26	2 9 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25	2 9 16 23 30	3 10 17 24	4 11 18 25	4 11 18 25	4 11 18 25
JULI		AUGUST		SEPTEMBAR		OKTOBAR		NOVEMBAR		DECEMBAR	
P	3 10 17 24 31	7 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25	2 9 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25	4 11 18 25	4 11 18 25
U	4 11 18 25	1 8 15 22 29	5 12 19 26	3 10 17 24 31	7 14 21 28	5 12 19 26	3 10 17 24 31	7 14 21 28	5 12 19 26	5 12 19 26	5 12 19 26
S	5 12 19 26	2 9 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25	1 8 15 22 29	6 13 20 27	4 11 18 25	1 8 15 22 29	6 13 20 27	6 13 20 27	6 13 20 27
Č	6 13 20 27	3 10 17 24 31	7 14 21 28	5 12 19 26	2 9 16 23 30	7 14 21 28	5 12 19 26	2 9 16 23 30	7 14 21 28	7 14 21 28	7 14 21 28
P	7 14 21 28	4 11 18 25	1 8 15 22 29	6 13 20 27	3 10 17 24	5 12 19 26	6 13 20 27	3 10 17 24	4 11 18 25	8 15 22 29	1 8 15 22 29
S	1 8 15 22 29	5 12 19 26	2 9 16 23 30	7 14 21 28	4 11 18 25	3 10 17 24	7 14 21 28	4 11 18 25	5 12 19 26	2 9 16 23 30	2 9 16 23 30
N	2 9 16 23 30	6 13 20 27	3 10 17 24	1 8 15 22 29	6 13 20 27	4 11 18 25	1 8 15 22 29	5 12 19 26	6 13 20 27	3 10 17 24 31	3 10 17 24 31





# WATER

ISSN 1512-5327  
9 771512 532006