

# VODNA



ČASOPIS AGENCIJE ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE SARAJEVO

2010  
Godina XIV  
70



**UVODNIK**

D. Hrkaš  
UVODNIK

**AKTUELNOSTI**

M. Lončarević, A. Prljača,  
A. Kavazović, D. Hrkaš  
O JANUARSKIM POPLAVAMA NA  
VODNOM PODRUČJU RIJEKE SAVE  
U FEDERACIJI BiH

D. Hrkalović, S. Winterfeld  
AKCIONI PLAN ZA ODRŽIVO  
UPRAVLJANJE POPLAVNIM RIZIKOM  
U SLIVU RIJEKE DUNAV SA APLIKACI-  
JOM NA PODSLIV RIJEKE SAVE

A. Pećanac  
BORBA DUGA PET HILJADA GODINA

**KORIŠTENJE VODA**

F. Jusupović, E. Brljak, A. Pašalić  
HIGIJENSKO-SANITARNI ASPEKTI  
VODOSNABDIJEVANJA NA  
PODRUČJU OPĆINE NOVI TRAVNIK

M. Bajčetić, M. Bajčetić  
JAVNI I TRŽIŠNI INTERESI U SISTEMU  
VREDNOSTI UPRAVLJANJA VODAMA

**ZAŠTITA VODA**

M. Popović  
PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA  
GRANULARNIM MULJEM

S. Džino  
OSVRT NA HISTORIJSKI RAZVOJ  
OKVIRNE DIREKTIVE O VODAMA SA  
ASPEKTA REGULISANJA ZAGAĐENJA  
HEMIJSKIM POLUTANTIMA

L. Žunić  
RIJEKA MILJACKA – OSNOVNE  
POTAMOLOŠKE KARAKTERISTIKE  
(HIDROGRAFSKI PRIKAZ)

**VIJESTI I ZANIMLJIVOSTI**

D. Hrkaš  
SAVJETODAVNO VIJEĆE AVP SAVA  
POČELO SA RADOM



**Autor kolor strana u ovom broju su: Almir Prljača, Marko Barić, Rosa Školjić, Nermine Hodžić i Jasminka Dizdarević.**

*Fotografije su nastale u toku ovogodišnjih januarskih poplava na prostoru sliva rijeke Save kojim upravlja AVP Sava iz Sarajeva. Naslovna strana je snimljena u S. Mostu (rijeka Sana) a posljednja na nasipu uz rijeku Savu u Novom Gradu.*

**"VODA I MI"**

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

<http://www.voda.ba>

**Izdavač:**

Agencija za vodno područje rijeke Save  
Sarajevo, ul. Grbavička 4/III  
Telefon: ++387 33 56 54 00  
Fax: ++387 33 56 54 23  
E-mail: [dilista@voda.ba](mailto:dilista@voda.ba)

**Glavna urednica:**

Dilista Hrkaš, dipl. žurn.

**Savjet časopisa:** Predsjednik: Sejad Delić, direktor AVP Sava; Zamjenik predsjednika: Ivo Vincetić, predsjednik Upravnog odbora AVP Sava; Članovi: Haša Bajraktarević-Dobran, Građevinski fakultet Sarajevo; Enes Sarač, direktor Meteorološkog zavoda; Božo Knežević; Faruk Šabeta.

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

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

**Priprema za štampu i filmovanje:** KKDD d.o.o. Sarajevo

**Štampa:** PETRY d.o.o. 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,

O čemu bismo započeli priču u ovom uvodniku nego o poplavama, o našim nabujalim i razlivenim rijekama, "pobjeglim" iz svojih korita zbog neuobičajeno velikih količina padavina uz naglo topljenje snijega. Stoga se valjda i sve češće čuju komentari: E, vala dosta i ove zime! I zaista, bila je ali i još jeste (barem dok pišem ovaj uvodnik) puna nekih teškoća i problema, počev od velikih snježnih padavina i hladnoća, do naglih zatopljanja i jakih kiša. No, svemu dođe kraj, što bi rekli pjesnici i mudraci, pa tako će i ovoj zimi, a on se već nazire.

Još zbrajamo štete od poplava, razmišljamo i planiramo šta uraditi u ovoj godini da se one ubuduće smanje pa čak i preduprije ako je moguće, ali generalno, sa poplavama moramo živjeti. O toj temi u ovom broju vam nudimo nekoliko tekstova, koji će, sigurna sam, pomoći u razumijevanju ovog vodoprivrednog problema.

Pred nama je i obilježavanje 22. marta – Svjetskog dana voda, o čemu smo vam nešto natuknuli u uvodniku prošlog broja, pa ćemo ovoga puta samo još jednom podsjetiti da je generalna tema UN-a za ovu godinu: **KVALITET VODA – IZAZOVI I MOGUĆNOSTI**.

Akcentira se problem zagađenih otpadnih voda iz urbanih sredina, privrede i poljoprivrede koje se ne prečišćavaju, što je isključivo »slabost« nerazvijenih i zemalja u razvoju, a na našu žalost, i Bosna i Hercegovina pripada toj grupi. Kakvo nam je stanje sa vodom, kako ćemo ga rješavati i druge slične teme biće predmetom referatskih izlaganja i diskusija na skupu koji će se organizovati 22. marta u organizaciji Agencije za Vodno područje rijeke Save Sarajevo, koja je ove godine domaćin centralne bosanskohercegovačke manifestacije obilježavanja Dana voda. Detaljnije ćemo o tome izvjestiti u narednom broju.

\*\*\*\*\*

Autori su u cjelosti odgovorni za sadržaj i kvalitet članaka.



*Vrbas kod Donjeg Vakufa*

Foto: Jasminka Dizdarević

Ovo je i prilika da se svim dragim i poštovanim čitaocima, saradnicima i prijateljima časopisa koji su uputili čestitke i najbolje želje za 2010. godinu, zahvalim i obećam da ću sa svoje strane svesrdno nastojati da ovaj časopis bude ne samo redovan, nego i bolji kako u pogledu sadržaja, tako i u njegovom grafičkom izgledu. Ali, ljudski je griješiti, pa se propusti i greške dešavaju i u ovom poslu.

Srećom, u prilici smo ispraviti ono što se daje ispraviti ili priznati počinjenu grešku.

To činimo i ovoga puta ispravljajući nenamjerno napravljene greške u prošlom broju.

Prvo, naš uvaženi čitalac dr Branko Vučijak nam je skrenuo pažnju na pogrešno prevedenu skraćenicu WWF u tekstu Brankice Stojanović. Naime, nije riječ o World Water Forum nego o **World Wide for Nature**. Izvinjavamo se autorici teksta i cijenjenim čitaocima.

Druga greška se tiče teksta autora dr Marka Bajčetića na kraju kojeg smo napomenuli da je autor tekst napravio kao skraćenu verziju svoga doktorata. Tekst je, ustvari, napravljen kao obrada magistarskog rada autora sa manjim korištenjima dijelova doktorske disertacije. Ovdje se radi o nesporazumu u komunikaciji, pa se opet izvinjavamo autoru i čitaocima.

*HRKAŠ*

# O JANUARSKIM POPLAVAMA NA VODNOM PODRUČJU RIJEKE SAVE U FEDERACIJI BiH

**O** bilne padavine i naglo otapanje snijega krajem 2009. godine i u januaru 2010. godine, usljed kojih je došlo do intenzivnijeg porasta vodostaja u vodotocima na vodnom području rijeke Save, su bile povod da se u Vodoprivrednom informacionom centru AVP Sava uvedu mjere pojačanog hidrološkog monitoringa – praćenje promjena vodostaja putem automatskih vodomjernih stanica te prikupljanje podataka putem WEB portala sa mjerodavnih vodomjernih stanica u Republici Hrvatskoj.

Naime, u drugoj polovini decembra 2009. godine gotovo čitavo područje BiH je bilo zahvaćeno vlažnim talasom koji je gotovo neprekidno trajao do 11. januara 2010. godine. Prema podacima dobijenim iz Federalnog hidrometeorološkog zavoda Sarajevo, u periodu od 15.-31. decembra 2009. godine na pojedinim kišomjernim stanicama (KS) za 15 dana registrovane su padavine visine od 7,2% (KS Zenica) do 11,6% (KS Bihać) višegodišnjeg prosjeka padavina za tu stanicu, dok su se za jedanaest dana januara (1.-11. januar) 2010. godine ti procenti kretali od 7,2% (KS Zenica, KS Tuzla) do 15% (KS Bihać).



Drvar

Foto: Marko Barić

Kišomjerna stanica	Višegodišnji prosjek padavina $H_{\text{višeg.}}$ [mm]	Visina padavina H [mm]		% od $H_{\text{višegod.}}$	
		15.-31.dec.2009.	1.-11.jan. 2010.	2009.	2010.
Sanski Most	1023	86,6	106,0	8,5	10,4
Bihać	1308	151,2	199,4	11,6	15,0
Bugojno	827	67,2	101,5	8,1	12,3
Gradačac	873	72,8	79,8	8,3	8,9
Sarajevo	932	76,1	134	8,1	14,4
Tuzla	895	72,9	64,8	8,1	7,2
Zenica	778	56,2	83,0	7,2	7,2

Decembarske padavine su izazvale pojačane doticaje vode u vodotoke tako da su već tada zabilježena izlivanja vode iz korita vodotoka koja su prouzročila plavljenja stambenih objekata kao napr. u Kulen Vakufu i Sarajevu.

Januarske padavine su "došle" na potpuno zasićeno tlo te potpomognute otapanjem snijega prouzročile velika direktna oticanja vode u vodotoke sa gravitirajućih površina. Ograničeni kapaciteti vodotoka nisu mogli primiti nadolazeće količine vode i došlo je do izlivanja vode iz korita, a time i do plavljenja stambenih i privrednih objekata, putnih objekata i komunikacija i poljoprivrednih površina uz pojavu velikih materijalnih i drugih šteta.

Neophodno je napomenuti da nagli porast vodostaja te učestala izlivanja vode iz matičnih vodotoka pored intenzivnih padavina nastaju i iz slijedećih razloga:

- ❑ usljed prekomjerne sječe šuma u slivnim područjima vodotoka površine pod šumom su znatno smanjene, što takođe doprinosi bržem otjecanju voda sa tih ogoljenih površina. Dodatni problem u tome je i to što nakon sječe na tom području ostaju veće količine granja i manjih stabala koje na kraju dospijevaju u vodotoke i uzrokuju smanjenje proticajnih profila rijeka i objekata na njima (otvori mostova, propusti i slično).
- ❑ nelegalne deponije otpada i smeće uz vodotoke također smanjuju proticajni profil korita vodotoka u blizini naselja i doprinose povećanju nivoa vode u vodotocima. Dodatno, u slučaju da se mase smeća pokrenu, zajedno sa granjem i stablima zatvaraju otvore mostova i propusta, ugrožavaju te objekte i uzrokuju poplave na uzvodnim potezima rijeka i saobraćajnica,
- ❑ izgrađeni nelegalni stambeni i privredni objekti uz vodotoke u poplavnom području, odnosno u za-

štićenom pojasu javnog vodnog dobra i vodnog dobra, također doprinose poplavama, a uz to na njima nastaju i najveće štete, pa čak i ugrožavanje života i zdravlja stanovnika.

### PRETHODNO PREDUZETE PRIPREMNE MJERE

U periodu od 1998.g. do 2009.godine izrađena je neophodna dokumentacija koja se koristi kod definisanja prioriteta i odlučivanja o prioritetima za odbranu od poplava, kao i uspostavljanje informacijskog sistema voda.

Objekti za zaštitu od poplava u vlasništvu Federacije Bosne i Hercegovine (odbrambeni savski nasipi, odbrambeni nasip uz rijeku Bosnu, crpne stanice, obodni kanali, centri odbrane od poplava, čuvarske



Sanski Most

Foto: Marko Barić



kuće) su većim dijelom rekonstruisani i dovedeni u operativnu funkciju.

Ovi objekti se nalaze na poplavnim područjima Odžačka Posavina i Srednja Posavina.

Odbrambeni savski nasip na poplavnom području Odžačke Posavine je dužine 27 km, a na poplavnom području Srednje Posavine 32,9 km. Odbrambeni nasip uz rijeku Bosnu je dužine 6,9 km. Na poplavnom području Odžačka Posavina izgrađene su crpne stanice (CS): "Svilaj" (kapaciteta 2,4 m<sup>3</sup>/s), "Zorice I" (kapaciteta 5,0 m<sup>3</sup>/s) i "Zorice II" (kapaciteta 4,0 m<sup>3</sup>/s), dok je CS "Tolisa" (kapaciteta 15,5 m<sup>3</sup>/s) izgrađena na poplavnom području Srednja Posavina.

Centar odbrane od poplava za poplavno područje Odžačka Posavina nalazi se u istoimenom objektu u naselju Prud, a Centar odbrane od poplava za poplavno područje Srednja Posavina nalazi se u objektu Vodoprivrednog preduzeća "Srednja Posavina" u Orašju.

Obodni kanali Svilaj – Potočani dužine 13,175 km, Bosna – Bukovica dužine 7,25 km, Donji obodni kanal (DOK) dužine 2,3 km i gornji obodni kanal (GOK) dužine 2,31 km nalaze se na području Odžačke Posavine.

Čuvarska kuća Novi Grad na poplavnom području Odžačka Posavina je sanirana dok je u toku sanacija čuvarske kuće Kopanice, a čuvarska kuća Grebnice na poplavnom području Srednja Posavina je sanirana, ali još nije u funkciji.

Investiciono i tekuće održavanje ovih objekata (koji su vlasništvo FBiH), kao i upravljanje njima je u nadležnosti "Agencije za vodno područje rijeke Save" - Sarajevo i obavlja se u skladu sa Planom i finansijskim planom Agencije, koji se donosi svake godine.

U cilju obezbjeđenja uslova za provođenje tekućeg održavanja na cijeloj odbrambenoj liniji uz rijeku Savu, "Agencija za vodno područje rijeke Save" je zajedno sa Međunarodnim fondom za zaštitu od mina (ITF) sufinansirala deminiranje dionica savskog odbrambenog nasipa na kojima je postojala indicija za postojanje mina i koji do sada nisu bili uključeni u tekuće održavanje. Na taj način stvoreni su preduslovi da se tekuće održavanje obavlja na čitavom potezu savskih odbrambenih nasipa koji se nalaze na teritoriji Federacije BiH (cca 60 km).

Operativne mjere odbrane od poplava u slučaju pojave poplavnih voda na poplavnom području Odžačka Posavina provodi firma Vodoprivreda "Posavina" Odžak, a na poplavnom području Srednje Posavine firma "Srednja Posavina" Orašje.

Provođenje mjera redovne odbrane od poplava na poplavnom području Odžačka Posavina uvodi se kada nivo rijeke Save na mjerodavnoj vodomjernoj stanici (VS) Slavonski Brod dostigne vodostaj od 730 cm, a na poplavnom području Srednja Posavina kada na mjerodavnoj stanici Slavonski Šamac nivo Save dostigne vodostaj od 650 cm. Provođenje mjera van-

redne odbrane od poplava na ovim poplavnim područjima se uvodi kada je vodostaj na VS Slavonski Brod 800 cm, a na VS Slavonski Šamac 700 cm.

U cilju rješavanja problematike odbrane od poplava na području Federacije BiH, odnosno smanjenja njihovog uticaja na stanovništvo, privredu i poljoprivredu, sektor voda je dao veliki značaj izradi strateško-planske dokumentacije koja obrađuje ovu problematiku. U tom pravcu je i urađena "Strategija rješavanja problema u oblasti zaštite od poplava na vodnom području rijeke Save i prijedlog plana aktivnosti za vrijeme velikih voda" ("Zavod za vodoprivredu" – Sarajevo, 2000.g.).

Tu je i drugi dokument pod nazivom "Procjena sadašnjeg nivoa zaštite od poplava u Federaciji Bosne i Hercegovine i izrada programa poboljšanja" ("Zavod za vodoprivredu" – Sarajevo, 2002.g.).

Kasnije se pristupilo i izradi "Nacrta glavnog preventivnog plana odbrane od poplava u Federaciji Bosne i Hercegovine za vodno područje rijeke Save" ("Zavod za vodoprivredu" – Sarajevo, 2008.g.), tako da su ovom dokumentacijom definisana sva poplavna područja na većim vodotocima u Federaciji Bosne i Hercegovine i na osnovu tehničke i ekonomske analize određeni prioriteti za rješavanje problema odbrane od poplava.

U okviru pripremnih mjera donesena je i Uredba o planovima odbrane od poplava ("Službene novine Federacije BiH", broj 3/02) prema kojoj se do ove godine vršilo organizaciono i operativno provođenje mjera odbrane od poplava za područje Srednje i Odžačke Posavine. (Glavni operativni plan odbrane od poplava- GOP)

U međuvremenu, donesena je nova Uredba o vrstama i sadržaju planova zaštite od štetnog djelovanja voda ("Službene novine Federacije BiH", broj 26/09) koja je na snazi i koja je usklađena sa novim Zakonom o vodama i odgovarajućom direktivom Evropske unije o poplavama.

Glavni operativni plan za područje Federacije BiH, u skladu sa odredbama nove Uredbe, donijeće se u roku od godine dana od dana stupanja na snagu nove Uredbe. Izrada glavnog operativnog plana je ugovorena i radi se. Do donošenja pomenutog plana na snazi je glavni plan operativnih mjera odbrane od poplava za 2008. godinu (Sl. novine FBiH broj 23/08).

U skladu sa aktuelnom legislativom EU koja se odnosi na poplave pristupilo se izradi "Preliminarne procjene poplavnog rizika na vodnom području rijeke Save u FBiH".

## PROVEDENE OPERATIVNE MJERE

Intenziviranjem padavina početkom 2010. godine u AVP Sava je 6. januara uvedeno dežurstvo. Dana 8. januara shodno GOP-u aktiviran je Operativni centar za koordinaciju ključnih aktivnosti odbrane od

poplava sa sjedištem u AVP Sava u Sarajevu gdje je uspostavljeno stalno dežurstvo. Operativni centar je vršio koordinaciju aktivnosti na oba vodna područja u Federaciji i vodnom području rijeke Save i vodnom području Jadranskog mora.

Na osnovu praćenja stanja na terenu Glavni rukovodilac odbrane od poplava na vodnom području rijeke Save je 9.1.2010. godine u 1200 sati uveo mjere redovne odbrane od poplava na poplavnom području Odžačka Posavina (VS Slavonski Šamac – H=653) i na poplavnom području Srednja Posavina (VS Slavonski Brod – H=733).

Nivoi rijeke Save su i dalje rasli, naročito na donici rijeke Save nizvodno od ušća rijeke Bosne, te je Glavni rukovodilac odbrane od poplava donio odluku da se za poplavno područje Srednja Posavina 10.01.2010.g. u 21,00 sati uvedu mjere vanredne odbrane od poplava pri vodostaju VS Slavonski Šamac 707 cm uz poduzimanje odgovarajućih aktivnosti.

Mjere vanredne odbrane od poplava su trajale dva dana prilikom kojih je dostignut maksimalni vodostaj na VS Slavonski Šamac 726 cm (11.1.2010. godine u 11,00 sati). Nakon opadanja nivoa rijeke Save, donesena je odluka o prestanku mjera vanredne odbrane od poplava, 12.1.2010. godine u 22,00, sati pri vodostaju 695 cm na VS Slavonski Šamac.

Na poplavnom području Odžačka Posavina kota nivoa rijeke Save, VS Slavonski Brod 800,00 cm, pri kojoj se proglašava vanredna odbrana od poplava nije dostignuta, ali je nivo rijeke Save bio veoma blizu te kote.

Za to područje naložene su samo hitne intervencije preventivnog karaktera, najviše zbog pojave rupe u nasipu koje su napravile životinje (jazavci) u cilju sprečavanja procurivanja kroz nasip i njegovu eventualnu dalju devastaciju.

Mjere redovne odbrane od poplava na poplavnom području Srednje Posavine prestale su 15.1.2010. godine u 8,00 sati pri vodostaju na VS Slavonski Šamac 645 cm kada je glavni rukovodilac odbrane od poplava na vodnom području rijeke Save donio odgovarajuću odluku.

Mjere redovna odbrane od poplave na poplavnom području Odžačka Posavina prestale su 16. 1. 2010. godine u 21,00 sati kada je vodostaj na V.S. Slavonski Brod pao ispod nivoa 730 cm.

Uposlenici Agencije su izvršili obilazak poplavnih područja Odžačka i Srednja Posavina 11. i 12. 01. 2010.godine i zaštitnih vodoprivrednih objekata na tom području: odbrambene savske nasipe, crpne stanice i obodne kanale.

Tokom poplavnog vala u periodu od 6.-11. januara uposlenici AVP Sava u koordinaciji sa predstavnicima Civilne zaštite i drugih općinskih organa vršili su obilazak poplavama najugroženijih područja uz vodotoke I kategorije – Unac, Una, Sana, Vrbas, Želje-

znica, Bosna, Krivaja i Spreča o čemu su sačinjeni i neophodni zapisnici i informisane nadležne institucije.

Poplavama su bila zahvaćena sva područja na slivu rijeke Save.

Rijeka Unac se izlila nizvodno i uzvodno od Drvara uz pričinjavanje šteta na stambenim objektima i poljoprivrednom zemljištu te putnim komunikacijama. Radi nefunkcionalnosti ispusta u tijelu brane Župica veliki dotok je prouzrokovao porast vode u akumulaciji te je evakuacija vode vršena preko oštećenog preljeva radi čega je 11. januara Općinski načelnik donio Odluku o proglašenju stanja prirodne nesreće.

Rijeka Una se izlila u području Kulen Vakufa te poplavila stambene objekte i poljoprivredno zemljište. Vode rijeke Une su poplavile i naselja Ripač, Pritoku, Golubić i Pokoj u Općini Bihać. Bihaćka naselja Golubički put, Vedro Polje, Veliki Lug, Kamenica, Čavkići su bili poplavljeni unutrašnjim vodama.

Za područja Kulen Vakufa kao i priobalna područja općine Bihać, koja se nalaze u sklopu zaštićenog područja Nacionalni park "Una", izuzetno je teško dati tehničko rješenje zaštite od poplava i izvesti zaštitne vodoprivredne objekte. Razlog tome su striktno zabrane vršenja bilo kakvih radova kojima bi se narušile karakteristike ambijenta doline rijeke Une (prirodni morfološki elementi korita rijeke, sedreni pragovi).

Za navedena područja uz rijeku Unu, jedno od tehničkih rješenja zaštite od poplavnih voda bi moglo biti formiranje uzvodnih akumulacija za transformaciju valova velikih voda. Ovim rješenjem korito vodotoka bi ostalo netaknuto i ne bi se narušile njegove prirodne karakteristike, a mogao bi biti znatno smanjen rizik od poplava – spriječene velike materijalne štete.

Izlijevanjem rijeke Sane iz matičnog korita poplavljena su područja općina Sanski Most i Ključ. Štete su registrovane uglavnom na stambenim objektima.

Za rješenje cjelovitog sistema odbrane od poplava Sanskog Mosta kroz do sada urađenu plansku dokumentaciju, predložena je kombinovana mjera zaštite, koja se sastoji od djelimičnog regulisanja protoke formiranjem akumulacije u sklopu HE Vrhpolje (višenamjenski objekat) i povećanja kapaciteta korita izgradnjom nasipa i parapetnih zidova duž obala korita gdje je to potrebno.

Sa predloženim rješenjem bila bi olakšana i odbrana od poplava na dvjema lijevim pritokama rijeke Sane - rijekama Bliha i Zdena koje protiču kroz gradsko područje, a pod usporom su velikih voda rijeke Sane. Odabrana varijanta pruža veće mogućnosti očuvanja ambijentalnih karakteristika područja.

Na gornjem toku rijeke Vrbas poplavama su bile zahvaćene općine Gornji Vakuf, Bugojno, Donji Vakuf i Jajce. Velike vode su procijenjenog ranga poja-

ve 1/80 godina. Najveće štete na stambenim, poljoprivrednim i infrastrukturnim objektima su imale općine Gornji Vakuf i Bugojno, dok su najveće štete na privrednim objektima registrovane u Jajcu.

Smanjenje poplava u gornjem toku rijeke Vrbas moguće je ostvariti formiranjem akumulacije u sklopu HE Gornji Vakuf koja u određenoj mjeri ima mogućnost transformacije vodnog vala, kao i formiranje akumulacije u sklopu HE Han Skela kod naselja Vinac koja je predviđena i Prostornim planom Federacije BiH.

Radi plavljenja stambenih objekata te putnih komunikacija, rijeka Bosna sa Željeznicom je najveće štete nanijela u Kantonu Sarajevo – naselja Doglodi, Osjek i Hendekuša. Izvjesne štete na stambenim objektima i putnim komunikacijama od poplavnih voda rijeke Bosne registrovane su na području općina Zenica, Maglaj, Žepče i Zavidovići.

Izvjesna poboljšanja u aktivnom djelovanju zaštite od poplava u slivu rijeke Bosne moguće je ostvariti formiranjem planiranih akumulacija u gornjem toku (Crna rijeka, Bijela rijeka, Misoča, Čeljigovići i Toplica).

Rijeka Spreča se izlila iz korita na dionici od ušća u rijeku Bosnu do brane Modrac gdje je uglavnom nanijela štete poljoprivrednom zemljištu (Gračanica, Doboj Istok) dok su u općini Doboj Istok registrovane štete i na stambenim objektima i putnim komunikacijama.

Rijeka Krivaja je najveće štete nanijela poljoprivrednom zemljištu, a u naseljima općine Olovo bilo je poplavljenih stambenih objekata i šteta na putnim komunikacijama.

U slivu rijeke Krivaje određeni pozitivni učinak na smanjenje velikih voda može se očekivati nakon formiranja akumulacije u sklopu HE Kruševo na Bioštici.

Najveće štete u slivu rijeke Drine su nastale od rijeke Prače koja je na području općine Pale-Prača poplavila stambene, privredne i objekte putnih komunikacija, devastirala poljoprivredne površine te potpuno urušila obale na dijelu toka od cca 500 m.

## **TROŠKOVI ODBRANE OD POPLAVA**

Provođenjem mjera redovne i vanredne odbrane od poplava u poplavnom području Srednja Posavina te mjera redovne odbrane od poplava na poplavnom području Odžačka Posavina nastali su troškovi. Prema prvim procjenama koje su urađene troškovi provedenih mjera se kreću oko 100.000,00 KM.

U toku je i analiza i evidentiranje svih troškova koji su nastali u periodu provođenja operativnih mjera odbrane od poplava na vodnom području rijeke Save, te će se u okviru ovih troškova evidentirati i utrošena sredstva.

Inače, u ovom trenutku je teško brojčano izraziti bez detaljnih analiza, koje zahtijevaju i dosta vremena, kolike su površine bile poplavljene u ovim janu-

arskim poplavama na ostalim poplavnim područjima, ali saznanja o ovoj problematici će se prikupiti, sistematizirati i analizirati i potom sačiniti konkretan prijedlog finansijskih i drugih mjera sanacije.

## **PROCJENA ŠTETA NA ZAŠTITNIM OBJEKTIMA I VODOTOCIMA TE DRUGI PODACI SPECIFIČNI ZA POJEDINA POPLAVNA PODRUČJA**

Procjena šteta na zaštitnim objektima u vlasništvu Federacije BiH u poplavnim područjima Srednja i Odžačka Posavina su u toku. Definisana su mjesta na kojima će se morati odmah intervenirati (sanacija dijelova nasipa uništenih od djelovanja divljih životinja), a registrovane su i aktivnosti na ovim objektima koje će se morati realizovati u narednom periodu (aktivnosti na pumpama i motorima u okviru pumpnih stanica).

Interventno će se morati djelovati na sanaciji ruševnih obala na gotovo svim vodotocima prve kategorije kao i na vodotocima gdje je došlo do enormne devastacije korita.

Prema dosadašnjim saznanjima interventne mjere na sanaciji odnosno uređenju vodotoka je neophodno izvršiti u općini Drvar- područje akumulacije Župica, općini Sanski Most- MZ Tomina na rijeci Sani, na rijeci Vrbas u općinama Gornji Vakuf, Bugojno, Donji Vakuf i Jajce, na rijeci Bosni u Sarajevskom polju i području općine Ilijaš, na rijeci Krivaji u općini Olovo, rijeci Spreči- općine Gračanica i Doboj Istok, rijeci Prači – Općina Pale-Prača.

## **ZAKLJUČNA RAZMATRANJA**

Provođenjem neophodnih mjera odbrane od poplava na vodnom području rijeke Save u januaru ove godine došlo se i do novih spoznaja i iskustava, odnosno uočene su kako one dobre tako i slabe tačke.

Ono što je neophodno napomenuti jeste da je vodoprivredni informacijski sistem sa mrežom automatskih stanica- 72 hidrološke i 14 meteoroloških za potrebe hidrologije na svim vodotocima prve kategorije- u potpunosti opravdao svoje postojanje i pokazao svoje prave vrijednosti. Stoga će ovaj sistem trebati i dalje usavršavati i razvijati kako bi imao punu funkciju.

Sistem veza i komunikacije sa Civilnom zaštitom na svim nivoima – federalnom, kantonalnom i općinskom je bio relativno dobar i treba nastaviti da se ubuduće još više poboljša.

U AVP Sava u narednom periodu bi trebalo izvršiti nabavku potrebne opreme za poslove i aktivnosti odbrane od poplava koja će zasigurno doprinijeti operativnijem radu i pravovremenom djelovanju u ovakvim i sličnim situacijama.



# AKCIONI PLAN ZA ODRŽIVO UPRAVLJANJE POPLAVNIM RIZIKOM U SLIVU RIJEKE DUNAV SA APLIKACIJOM NA PODSLIV RIJEKE SAVE PODRUČJE REPUBLIKE SRPSKE – PLANSKI PERIOD 2010-2021. GOD. –

## 1. MEĐUNARODNI OKVIRI

### 1.1. Opšte

**N**a Plan upravljanja poplavnim rizikom u Republici Srpskoj, bitno utiče međunarodno okruženje sa svojim dokumentima koji se odnose na sektor voda. Plan upravljanja ima karakter međunarodne konvencije, te kao takav ima karakter obaveznosti, jer je konvencija o saradnji na zaštiti i održivom korištenju rijeke Dunav („Danube river protection convention“ – DRPC), stupila na snagu u oktobru 1998. godine, a BiH je u decembru 2004. godine ratifikovala DRPC.

Na petom redovnom sastanku održanom u novembru 2002. godine, Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav (DRPC), je odlučila da uspostavi dugoročni Akcioni program za održivu prevenciju poplava u slivu rijeke Dunav. Akcioni program je pripremljen po metodi „korak po korak“. Prvi veliki korak učinjen je na Ministarskoj konferenciji u decembru 2004. godine, kada je usvojen Okvirni program, zasnovan na održivim programima odbrane od poplava pripremljenih od strane različitih podunavskih zemalja. Okvirni akcioni plan definiše osnovne principe i ciljeve da se postigne dugoročan i održiv pristup upravljanju rizicima od poplava, s ciljem zaštite ljudskih života i imovine na cijelom slivu rijeke Dunav.

Akcioni planovi za održivo upravljanje poplavama u slivu rijeke Dunav, treba da budu pripremljeni od strane osamnaest evropskih zemalja, koje dijele iste podslivove ili upravljaju cijelim podslivom, tako da ispunjavaju principe date u Akcionom programu za održivo upravljanje poplavama u slivu rijeke Dunav i da budu u skladu sa Planovima upravljanja riječnim slivovima i zahtijevanom Okvirnom direktivom o vodama (WFD). Akcioni planovi treba da služe kao esencijalna sredstva podrške i harmonizacije između zemalja datog podsliva u oblasti upravljanja rizikom od poplava, putem:

- Pripreme i održavanja strategija i metodologija zaštite od poplava i retenzija,
- Poboljšanje zaštite od poplava da bi se zaštitilo područje od poplava, fokusirajući se na zaštitu ljudskih života i sigurnosti kao i obezbijeđenju vrijednosti roba i imovine,
- Uvođenje kartiranja poplava,
- Podizanje spremnosti i odgovornosti u slučaju poplava,
- Poboljšanje bilateralne i multilateralne saradnje o ojačanju planiranja, naročito u planiranju sredstava za nepredviđene situacije,
- Uraditi podslivske Akcione planove po mogućnosti do kraja 2010. godine.

Pristup razvoju sa stanovišta održivosti je ključni razvojni strateški prilaz u svijetu u zadnjoj deceniji, a nastao je kao neizbježan odgovor deceniji na sve veći pritisak na raspoložive resurse. Taj pritisak je posebno izražen u oblasti vode, hrane, energije i životne sredine. Problem vode se u novije vrijeme posebno izdvaja, jer je pritisak na nju kao najveći resurs, pošto se preko vode dobrim dijelom prelamaju problemi i u ostala tri krizna kompleksa: proizvodnja hrane, energije i zaštita životne sredine.

Imajući u vidu činjenicu, da voda postaje ključni resurs 21. vijeka, ključni zaključak Dablinske konvencije (Development issues for the 21st century, Dublin 1992), ugrađen kasnije u Agendu 21<sup>1</sup>, bio je da je „Održivost postala bazni princip svih razvojnih strategija, posebno u domenu razvoja vodnih resursa, pa prema tome i u Planu za održivo upravljanje poplavnim rizikom u slivu rijeke Dunav, sa aplikacijom na podsliv rijeke Save i područje Republike Srpske.

Održiv razvoj Plana upravljanja poplavnim rizikom u slivu rijeke Dunav, treba da osigura kvalitet razvoja, a ne porast kvantitativnih pokazatelja. To znači da se od Plana upravljanja poplavnim rizikom očekuje povećanje stepena zaštite ljudskih života i imovine i rast usluga koje Plan upravljanja pruža. To znači, da je glavno uporište Plana, njegova stabilnost i efikasnost.

Podslivovski akcioni planovi za poplave na nivou riječnog bazena (distrikta) Dunav, su vrlo bitni za institucije nadležne za sektor voda u Republici Srpskoj, da domaće probleme vodoprivrede, pa prema tome i odbranu od poplava, propuste „kroz filter“ kriterija Akcionog programa za održivo upravljanje poplavama u slivu rijeke Dunav.

## 1.2. Konvencija za zaštitu rijeke Dunav

Konvencija o saradnji za zaštitu i održivo korištenje rijeke Dunav (Convention on Co-operation for Protection and Sustainable Use of the Danube River), potpisana u Sofiji 29. juna 1994. godine, stupila na snagu 22. oktobra 1998. godine, daje polazište za upravljanje svim rijekama u slivu Dunava. Cilj Konvencije je ostvarenje održivog upravljanja vodama u slivu Dunava, pri čemu se posebno izdvajaju ciljevi:

- ❑ očuvanje, uređenje i razumno korištenje površinskih voda sliva,
- ❑ doprinos sniženju zagađenja Crnog mora iz sliva,
- ❑ smanjenja opasnosti od incidentnih zagađenja, poplava i leda,
- ❑ saradnja u svim domenima upravljanja vodama.

<sup>1</sup> 21 - Izvještaj Komisije UN (Bruntland komisija 1987), vodič za poslovanje i donošenje odluka u 21 stoljeću



Bugojno

Foto: Marko Barić

U slučaju ove konvencije osnovni principi su:

- ❑ Princip predostrožnosti i prevencije koji vode ka ograničavanju i smanjenju prekograničnih uticaja u domenu voda, po obje komponente vodnih režima (količini i kvalitetu),
- ❑ Čuvanje ljudskog zdravlja održavanjem kvaliteta vode u rijekama i izvorištima sliva,
- ❑ Održavanje i unapređenje ekosistema.

U cilju obezbijeđenja organizacionog okvira za stalnu regionalnu saradnju podunavskih zemalja u okviru konvencije je formirana Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav (International Commission for the Protection of the Danube River – ICPDR). Komisija je pokrenula široku akciju da sve zemlje potpisnice urade Planove upravljanja poplavnim rizikom u oblasnim slivovima u sklopu Dunavskog bazena. Planovi upravljanja poplavnim rizikom moraju biti usklađeni s „Okvirnom direktivom o vodama 2000/60/EC (WFD)“, „Direktivom Evropskog Parlamenta i Savjeta o procjeni i upravljanju poplavnim rizikom“ i „Akcionim programom za održivo upravljanje poplavama u slivu rijeke Dunav“.

Priprema podslivovskih Akcionih planova, svih podunavskih zemalja, treba da bude završena do kraja 2009. godine i pripremljen obuhvatni program za cio sliv rijeke Dunav.

### 1.3. Sporazum o slivu Save

Četiri države (Slovenija, Hrvatska, BiH i Srbija), koje se nalaze u okviru riječnog pod-bazena Save, su pripremile i ratifikovale Ugovor o međunarodnom slivu rijeke Save (2002. godine) u kome su, između ostalog, dogovorile: da se slažu da usaglase pristupe za izradu plana integralnog upravljanja vodnim resursima sliva rijeke Save i sarađuju na njegovoj primjeni. Ugovorom je formirana Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, sa ciljem operacionalizacije zadataka i njihovog „uvezivanja“ sa Planom višeg nivoa uz usku saradnju sa ICPDR-om.

Sporazumom je dogovoreno:

- Uspostavljanje međunarodnog režima plovidbe rijekom Savom,
- Uspostavljanje održivog upravljanja vodama sliva,
- Preduzimanje mjera za sprečavanje ili ograničavanje opasnosti za smanjivanje i uklanjanje štetnih posljedica, uključujući i posljedice poplava, leda, suša i slučajevne ispuštanja u vodu opasnih materija,
- Stvaranje mehanizama za uspostavljanje djelotvorne multilateralne i bilateralne saradnje,
- Monitoring rijeke Save.

Republika Srpska, kao entitet koji velikom većinom izlazi na desnu obalu rijeke Save, ima poseban interes da realizuje upravljanje tim slivom u domenu zaštite voda, zaštite od poplava, uređenje režima voda i uređenje korita za plovidbu.

### 1.4. Bilateralna i multilateralna saradnja

Na području Republike Srpske, više vodotoka spada u kategoriju međunarodnih, bilo da po njima ide linija razgraničenja sa susjednim državama (rije-

ka Sava čini najveći dio sjeverne granice RS, rijeka Drina je najvećim dijelom linija razgraničenja sa Srbijom i Crnom Gorom na istoku, a rijeka Una manjim dijelom sa Hrvatskom na zapadu), ili se radi o vodotocima presječenim državnim granicom (rijeke: Lim, Čehotina, Crni Rzav).

Taj međunarodni karakter više vodotoka u RS, podrazumijeva da se proces traženja integralnih rješenja tih slivova, i kasnije, upravljanje tim sistemima, može da odvija isključivo kroz međunarodnu saradnju sa jasno definisanim ciljevima, kriterijumima i ograničenjima.

U skladu sa navedenim, BiH ima potpisan Sporazum o bilateralnoj saradnji sa Republikom Hrvatskom. Od multilateralnih sporazuma, uključujući i Međunarodnu komisiju za zaštitu rijeke Dunav (DRPC), s obzirom na plovnost i režim navigacije Dunava, postoji Forum za Tisu, Savska Komisija i Dunavska IHP/OP saradnja.

## 2. POPLAVE I ZAŠTITA OD POPLAVA

### 2.1. Stanje u podslivu rijeke Save

Rijeka Sava je najveća pritoka r. Dunav po protoku (prosjeak 1.564 m<sup>3</sup>/s) i druga najveća po slivnoj površini (95.419 km<sup>2</sup>). Po veličini, riječni bazen Dunava je drugi u Evropi, slivne površine 801.463 km<sup>2</sup> i pokriva dijelove teritorije 18 zemalja. Dunav ima prosječan protok od 6550 m<sup>3</sup>/s u ušću u delti Dunava. Slivno područje rijeke Save na teritoriji BiH je 38.719 km<sup>2</sup> ili 75.728% teritorije BiH (51.129 km<sup>2</sup>). Na području RS slivna površina r. Save je 20.903 km<sup>2</sup> ili 53.986 % ukupne slivne površine. Prosječni protok je cca 1.564 m<sup>3</sup>/s, te max protok od cca 6.408 m<sup>3</sup>/s na ušću u r. Dunav. Riječni podsliv r. Save u BiH formiraju pritoke Una, Vrbas, Ukrina, Bosna, Tinja, Drina i neposredni sliv rijeke Save.

Tabela 1: Dužine pritoka i ukupna površina podsliva rijeke Save u BiH<sup>2</sup>

SLIV DUNAVA	PRITOKE U BiH	DUŽINA (km)	POVRŠINA (km <sup>2</sup> )			PROCENAT POVRŠINA PRITOKA r.SAVE (%)
			RS	FBiH	BiH	
RIJEKA SAVA	UNA	507	3.698	5.432	9.130	23.58
	VRBAS	419	3.989	2.397	6.386	16.49
	UKRINA	373	1.500	0.00	1.500	3.88
	BOSNA	306	2.872	7.585	10.457	27.00
	TINJA	93	321	644	965	2.49
	DRINA	175	6.415	825	7.240	18.70
	NEPOSREDNI SLIV SAVE	332	2.108	933	3.041	7.86
<b>UKUPNO:</b>		<b>2.205</b>	<b>20.903</b>	<b>17.816</b>	<b>38.719</b>	<b>100</b>

<sup>2</sup> Izvor: "Institucionalno jačanje sektora vodoprivrede RS, Plancentar LTD Helsinki i Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2000. god.



Ukupna dužina rijeke Save u BiH je 332 km, od Drine (ušće km 175), pa uzvodno do Une (ušće km 507). Sve pritoke rijeke Save u Republici Srpskoj i FBiH su desne pritoke. Granica između Hrvatske na sjeveru je dijelom rijeka Sava i na zapadu je rijeka Una. Granica između Srbije i BiH na istoku je rijeka Drina i na sjeveru rijeka Sava.

Štetno djelovanje voda u slivu rijeke Save, uslovljeno je neravnomjernošću i neravnotežom brojnih prirodnih faktora (vodnog režima, klimatskih, geoloških, topografskih i sl.) i ljudskih djelatnosti. Sliv rijeke Save karakteriše razvijen reljef sa relativno velikim padavinama koje su izrazito neravnomjerno raspoređene. U skladu sa tim, protoci i vodni režim su veoma neravnomjerni, tako da veliki broj pritoka ima karakter bujičnih vodotokova. Vrijeme koncentracije u pritokama rijeke Save je dosta kratko, a uslovi za retardaciju oticaja su nepovoljni, tako da relativno male bruto padavine prouzrokuju velike oticaje. U tom pogledu posebno su kritični slivovi brdskih vodotoka sa nižih planina koji ograničavaju dolinu rijeke Save u BiH, kao i gornji (viši) dijelovi slivova direktnih pritoka rijeke Save.

Zbog relativno brze reakcije sliva na padavine manjeg intenziteta, uz kratko vrijeme putovanja poplavnog talasa, često dolazi do koincidencije poplavnih talasa rijeke Save i njenih pritoka.

## **2.2. Klimatski uslovi**

### **2.2.1. Relevantni klimatski činioci**

U slivu rijeke Save na području RS i FBiH, mogu se izdvojiti slijedeće činjenice:

- ❑ Zbog orografskih odlika terena postoje dosta nagle promjene klimatskih karakteristika na relativno malim rastojanjima,
- ❑ Na području RS uočavaju se tri klimatska područja, sa „mekim“ granicama, koje se preklapaju u vidu prelaznih zona.

Ključne odlike ta tri klimatska područja su slijedeće:

#### **a) Umjereni klimatski pojas Sjeverne Bosne i Posavine**

Odlikuje umjereni kontinentalna klima, sa oštrim zimama i toplim ljetima. Najtoplija zona tog pojasa je Posavina (prosječne julske temperature oko 21,3 °C do 21,7 °C), ali sa dosta skromnim padavinama (prosječne godišnje padavine 700 – 800 mm). U sjevernim dolinama Drine, Bosne i Vrbasa, ključnih pritoka Save, koje pripadaju tom klimatskom području, prosječne godišnje i mjesečne temperature opadaju za 2 – 3 °C u odnosu na one iz Posavine, a padavine se povećavaju na oko 800 – 1000 mm. Padavine imaju najveće vrijednosti u junu i oktobru u Posavini, odnosno, u aprilu i oktobru u planinskim, hladnijim zonama tog klimatskog područja.

#### **b) Kontinentalni planinski pojas Centralne Bosne**

Ovo područje karakteriše kontinentalna planinska klima, sa znatno oštrijim zimama (najhladniji januar, sa prosječnim temperaturama -3,5 do -6,8 °C, sa ekstremnim minimumima koji se spuštaju i ispod -30 °C), i umjerenije toplim ljetima (prosječne temperature u julu 14,8 do 18,7 °C, sa maksimumima do oko 36 °C). Prosječne godišnje padavine su veće (1000 – 1200 mm), sa nešto izraženijim varijacijama i najvećim mjesečnim vrijednostima u jesenjem i ranom proljetnjem periodu (najveće padavine u novembru, preko 90 mm).

#### **c) Maritimni pojas Hercegovine**

Ovaj klimatski pojas neznatno obuhvata slivno područje rijeke Save i nema značajnijeg uticaja na formiranje poplava u slivu. U istom preovlađuje nešto modifikovana mediteranska klima, sa blažim zimama, sa žarkim ljetima i obilnijim padavinama u hladnijem dijelu godine. Najniže prosječne januarske temperature su u opsegu 3,4 do 4,8 °C, dok prosječne julske temperature prelaze 24 °C, sa maksimumima koji prelaze 40 °C. Padavine su u opsegu 1000 mm do preko 1800 mm (Trebinje 1837 mm), pri čemu su najmanje u ljetnjim mjesecima (u julu i avgustu se spuštaju i do oko 30 mm), sa maksimumima tokom poznih jesenjih i zimskih mjeseci, kada se penju na 150 – 230 mm/mjes. Tipično za taj klimatski pojas: topla, malovodna ljeta, i vodni periodi zimi, sa padavinama velikih intenziteta koje dovode do poplava.

U svim klimatskim područjima vlada "inverzija padavina" u odnosu na potrebe - i po prostoru i po vremenu. Padavina ima najmanje u zonama u kojima su najkvalitetniji zemljišni resursi (Semberija, Posavina, gdje su prosječno oko 700 – 750 mm), i ima ih najmanje upravo u periodu velikih potreba za vodom u ljetnjim mjesecima. Taj fenomen, izražen u svim klimatskim područjima, upućuje na nužnost regulisanja voda u akumulacijama. Takođe, analize intenziteta 60-minutnih padavina ukazuje na velike intenzitete padavina (preko 60 l/s×ha za jednogodišnji povratni period, odnosno preko 100 l/s×ha za petogodišnji povratni period). Fenomen neravnomjernosti padavina po vremenu, kao i veliki intenziteti padavina ukazuju na neophodnost građenja složenih sistema za odvodnju voda, posebno u dolinskim zonama i karstnim poljima, kao i na potrebu adekvatnog dispozicionog rješavanja i dimenzionisanja kanalizacija naselja za atmosferske vode.

U svim klimatskim područjima stvarna evaporacija je u opsegu od oko 390 mm (Čemerno), do oko 600 mm na nekim područjima Hercegovine (Trebinje - oko 590 mm). Potencijalna evapotranspiracija je za oko 25% veća od stvarne, dok je evaporacija sa vodene površine za oko 25% veća od potencijalne evapotranspiracije (Trebinje 860 mm).

### 2.2.2. Klimatske promjene i poplave

Analize globalnih klimatskih promjena pokazuju da se mogu očekivati pogoršanja ekstremnih hidroloških događaja. Drugim rječima, padavine ekstremnih intenziteta će se povećavati, a produžavaće se period suša. Ti fenomeni se već naziru u nekim hidrološkim događajima u zadnje vrijeme. To će zahtijevati povećanu pripremu aktivnih mjera zaštite, akumulacija i retenzija, ali i izvjesnu revitalizaciju kanalskih zaštitnih sistema. Međutim, najbolji odgovor na takve procese je što dosljedna priprema neinvesticionih mjera zaštite (kako se obim potencijalnih šteta ne bi značajnije povećao). Ujedno se moraju u prostornim planovima sačuvati sve lokacije koje su planirane za izgradnju akumulacija u čeonim dijelovima slivova, kao i prostori planiranih retenzija za ublažavanje poplavnih talasa u ekstremnim hidrološkim situacijama.

### 2.2.3. Operativnost prognoza

Dosljedna primjena neinvesticionih mjera zaštite zaoštriće pitanje operativnosti hidroloških prognoza. Tada se postavlja pitanje „ekstrakcije“ informacija: što je bolje, veći broj informatički manje operativnih pluviometrijskih i hidrometrijskih stanica, ili manji broj veoma operativnih stanica? To pitanje je u svije-

tu izučavano i smatra se raspravljenim. Bolje je imati manji broj informatički veoma operativnih stanica, sa automatikom „on line“, dostavom informacija o padavinama i protocima, nego raspolagati sa velikim brojem, neoperativnih stanica, čije se informacije ne mogu upotrijebiti za operativna prognoziranja radi upozoravanja stanovništva. Na bazi probnih analiza (multiregresionih, kroskorelacionih, primjenom metoda za praćenje geneze oticanja), treba odabrati neophodan broj mjernih stanica, koje tokom realizacije Vodoprivrednog informacionog sistema treba tako opremiti da predstavlja osnovu za izradu matematičkih modela najoperativnijih prognoza. Do sada je pristup bio ekstenzivan, što je onemogućavalo ozbiljnije proboje na planu razvoja tog modela sistema za prognoziranje i obavještanje.

### 2.3. Stepen ugroženosti od poplava i stanje zaštitnih sistema

U pogledu zaštite od poplava u RS i FBiH, karakteristična su slijedeća područja:

#### 2.3.1. Ravničarsko područje uz rijeku Savu

Za čitavo područje priobalja rijeke Save, od Beograda (Srbija) do Jasenovca (Republika Hrvatska) usvojena je strategija zaštite priobalnih površina for-



Put za Dobroševiče

Foto: Jasminka Dizdarević

miranjem kasete. Uzvodno od Jasenovca primjenjuje se koncept rješenja sa realizacijom rasteretnih (kompenzacionih) bazena. To područje do 1992. godine bilo je dosta efikasno zaštićeno od velikih voda rijeke Save vjerovatnoće pojave  $P = 0,01$  (jednom u stotinu godina). Na velikoj dužini zaštitne linije kruna nasipa je bila za 1,20 m viša od nivoa velikih voda navedenog perioda javljanja. Obodnim kanalima područje je bilo zaštićeno od brdskih voda perioda javljanja jednom u 20 do jednom u 50 godina. Na kasetama gdje se pored značajnih poljoprivrednih površina, nalazi i više naselja, bilo je osigurano odvođenje unutrašnjih (oborinskih i procjednih) voda perioda javljanja jednom u 10 do jednom u 20 godina.

Studijom za regulaciju rijeke Save 1972. godine bilo je predviđeno da se izgradnjom nekoliko većih akumulacija u slivu poboljša prirodni hidrološki režim (u smislu zaštite od poplava) - smanje valovi velikih voda. Realizacijom tih radova povećao bi se stepen zaštite koji, pored ostalog, štiti naselja sa preko 500.000 stanovnika i izvršila bi se kompenzacija negativnih procesa u slivu koji bi mogli uticati na povećanje velikih voda rijeke Save. Budući da nema izgleda za realizaciju tih akumulacija u narednim godinama (pa i decenijama), neophodan je permanentan rad na povećanju stepena sigurnosti pojedinih građevina formiranih kasete. To je potrebno i zato što se očekuje porast vrijednosti dobara unutar kasete.

Sastavni dio sistema za zaštitu od poplava u zaštićenim kasetama čine i odgovarajući sistemi za odvodnjavanje, sa kanalskim sistemima i pumpnim stanicama, koje su neophodne da se sačuva branjeno područje, ne samo od unutrašnjih voda, koje u periodima visokih nivoa r. Save ne mogu da se evakušu na drugi način, nego i od povratnih savskih voda, koje u periodima povodnja Save ozbiljno ugrožavaju branjene kasete. Zato se pumpne stanice moraju tretirati kao dvonamjenske – jer služe i za odvođenje unutrašnjih voda, ali i za aktivnu zaštitu od poplava u periodima povodnja Save.

Za zaštitu od poplava u neposrednoj dolini Save vrlo bitnu ulogu imaju realizovane retenzije "Lonjsko polje" i "Mokro polje", na području Republike Hrvatske. Njihova je uloga da izvrše aktivnu odbranu od poplava, namjenskim plavljenjem tih retenzionih prostora, koje su za tu svrhu bile oprmljene odgovarajućim ulaznim i izlaznim ustavama (za pražnjenje tih retenzija, kada se rijeka vrati u svoje osnovno korito).

### 2.3.2. Područje u dolinama većih rijeka (Pritoke r. Save: Una, Sana, Vrbasa, Bosna, Drina)

Do sada je relativno malo urađeno na rješavanju problematike zaštite od poplava dolina rijeka u slivu r. Save u Republici Srpskoj i Federaciji BiH. U gor-

njim tokovima rijeka: Une, Sane, Vrbasa i Bosne nisu građene akumulacije, tako da ni u najmanjoj mjeri nije izvršeno korigovanje hidrološkog režima (smanjenje valova velikih voda). Izvjestan manji uticaj ima akumulacija "Bočac" na Vrbasu, ali se taj uticaj ne može tretirati kao aktivna uloga u odbrani od poplava na nizvodnom dijelu toka Vrbasa. Zbog odsustva akumulacija u čeonim dijelovima slivova, i pored toga što su vršeni neki radovi na zaštiti od poplava, danas postoji veliki rizik od poplava u dolinama tih rijeka, posebno u dolini rijeke Une.

Donji tok rijeke Une se štiti nasipima. Pošto se računalo na retenzionu sposobnost akumulacija na Sani (Ključ, Vrhpolje), nisu izvedeni adekvatni linijski zaštitni sistemi, tako da Sanski Most nije adekvatno zaštićen. Nedovoljno je zaštićen i Prijedor, čija se niža lijeva obala često plavi na dužini od oko 8 km, kao i dijelovi grada na desnoj obali (Stara Čaršija, Raškovac). Novi Grad je, uglavnom, zaštićen od poplava (s tim da je potrebna korekcija krivine na lijevoj obali), te su poplavama ugrožene poljoprivredne površine između Sanskog Mosta i Prijedora, kao i Prijedora i Novog Grada. Nasipi uz Kozarsku Dubicu pružaju zaštitu od velikih voda povratnog perioda 70-100 godina, ali se javlja specifičan problem: zbog nestabilnih obala dolazi do odrona, koji ugrožavaju stabilnost nasipa.

Situacija na r. Drini je nešto povoljnija u odnosu na prirodno stanje zato što su uzvodno, u Srbiji i Crnoj Gori, izgrađena akumulacija "Mratinje" ("Piva") na r. Pivi, koja može, uz povoljan plan pogona, da efikasno utiče na smanjenje velikih (poplavnih) voda.

Treba navesti da je u prirodnim uslovima, 1896. godine, čitava dolina rijeke Drine bila poplavljena. To je bio ekstremni hidrološki događaj, ali on rječito pokazuje kakve se nepovoljne koincidencije hidroloških i meteoroloških fenomena mogu pojaviti, koji mogu da izazovu poplave katastrofalnih razmjera. Eventualno ponavljanje neke slične hidrometeorološke situacije sada bi izazvalo poplave koje bi imale kataklizmičke razmjere, zbog intenzivnog naseljavanja i urbanizacije riječne doline, i njenog zaposjedanja vrlo značajnim privrednim i infrastrukturnim objektima i sistemima.

### 2.3.3. Uske doline uz male vodotoke

U Bosni i Hercegovini mnogi se veći gradovi, veoma značajna industrijska postrojenja i glavne saobraćajnice nalaze u relativno uskim dolinama manjih vodotoka. Ukupna dužina tih vodotoka je vrlo velika, tako da je i front za zaštitu od poplava dugačak. U dolinama ovog tipa za zaštitu od poplava uglavnom su izvođeni radovi na regulaciji (kanalisanju) vodotoka. Za povećanje kapaciteta riječnog korita vršena su povećanja proticajnih profila, smanjenje otpora tečenju (hrapavosti) i povećanje pada skraćanjem trase. Ti radovi su izvođeni isključivo na dionicama





*Doglodi*

Foto: Almir Prljača

gdje se nalaze objekti koji su se trebali štititi od poplava. Tako su značajni radovi izvođeni u Sarajevu (r. Miljacka i Željeznica), Tuzli (r. Jala i Solina), Travniku (r. Lašva), Zenici (Babina rijeka, r. Bosna i Kočeva), Tešnju (r. Tešanjka), Olovu (r. Stupčanica i Krivaja), Gračanici (r. Sokoluša) i drugim manjim mjestima.

Posebno treba istaći da su gotovo kod svih navedenih mjesta radovi izvođeni samo na dionicama vodotoka uz tada urbanizovane površine i da u mnogim slučajevima nije osiguran potreban stepen zaštite. U međuvremenu je došlo do većeg proširenja urbanih površina i radikalno je povećana vrijednost dobara na poplavama ugroženim područjima. Zbog toga je danas rizik od poplava u dolinama većine navedenih (manjih) vodotoka jako visok.

Karakteristično je da valovi velikih voda kod svih manjih vodotoka u slivu r. Save u Republici Srpskoj i zoni uticaja u Federaciji BiH imaju kratko trajanje, uz vrlo izražen vrh, što znači da se osiguranjem relativno malih zapremina prostora u akumulacijama može postići relativno veliko smanjenje vrhova povodnja. To znači da se u narednom periodu, kod rješavanja problema zaštite od poplava, u izduženim dolinama manjih vodotoka treba orjentisati na izgradnju akumulacija u čeonim dijelovima sliva. Tako na primjer, sa akumulacijom za zadržavanje velikih voda

na r. Miljacki zapremine od samo  $7 \times 10^6 \text{ m}^3$  može se garantovati da će se velike vode (proticaj) smanjiti sa  $280 \text{ m}^3/\text{s}$  na  $130 \text{ m}^3/\text{s}$  (za 54%).

## **2.4. Zaštita od štetnog djelovanja voda**

Republika Srpska, mjere zaštite od štetnog djelovanja voda provodi na način utvrđen Zakonom o vodama Republike Srpske (Sl.Glasnik RS, broj:50/06), i izvršava obaveze koje BiH ima kao međunarodni pravni subjekt. Prema Zakonu o vodama (Član 90), pod zaštitom od štetnog djelovanja voda, podrazumijeva se sprovođenje aktivnosti i mjera u cilju smanjenja ili sprečavanja ugroženosti ljudi i materijalnih dobara od štetnog djelovanja voda, i otklanjanje posljedica njihovog djelovanja, a odnosi se na odbranu od poplava i leda na vodotocima, i zaštitu od erozije i bujica.

Radi zaštite od štetnog djelovanja voda, Republika Srpska i jedinice lokalne samouprave, dužne su na ugroženom području osigurati planiranje mjera zaštite, gradnju i upravljanje vodnom infrastrukturom, naročito nasipima, branama, pregradama, objektima za stabilizaciju dna i obala i objekata za odvođenje unutrašnjih voda u skladu sa nadležnostima povjerenim ovim Zakonom.

### **2.4.1. Planiranje zaštite**

Strategija integralnog upravljanja vodama je definisana Članom 25. Zakona o vodama i istu za područje Republike Srpske usvaja Narodna skupština na prijedlog Vlade. Planove upravljanja (pa i Planove zaštite) u oblasnim rječnim slivovima izrađuju Agencije za vode i podnose ih na odobrenje resornom Ministarstvu i Vladi RS.

Tokom 2006. godine, u Republici Srpskoj, urađen je „Okvirni plan razvoja vodoprivrede Republike Srpske“, kojim su definisani strateški ciljevi razvoja sektora voda. Odlukom Vlade RS prihvaćen je ovaj plan, kao i Akcioni plan za realizaciju Okvirnog plana razvoja vodoprivrede Republike Srpske.

Potpisivanjem „Konvencije o saradnji na zaštiti rijeke Dunav- (DRPC)“ od strane BiH, donošenjem „Direktive Evropskog Parlamenta i Savjeta o procjeni i upravljanju poplavnim rizikom“, te uspostavljanje „Akcionog programa za održivo upravljanje poplavnim rizikom u slivu rijeke Dunav“ od „Međunarodne komisije za zaštitu rijeke Dunav-ICPDR“, u Republici Srpskoj je pripremljen „Plan upravljanja poplavnim rizikom u skladu sa Evropskim vodnim direktivama i Akcionim programom za održivo upravljanje poplavama u slivu rijeke Dunav“ sa ciljem da se postigne dugoročan i održiv pristup upravljanju rizicima od poplava, kako u Republici Srpskoj tako i na cijelom slivu rijeke Dunav.

Aktivnosti koje se sprovode u Republici Srpskoj na izradi „Plana upravljanja poplavnim rizikom u skladu sa evropskim vodnim direktivama i Akci-

onim programom za održivo upravljanje poplavama u slivu rijeke Dunav-ICPDR“, i u skladu sa Članom 90-108 Zakona o vodama Republike Srpske.

### 2.4.2. Sprovođenje zaštite

Već je ranije naglašeno, „Planove zaštite od voda“ pripremaju lokalne zajednice i Agencija za vode i iste usvaja Vlada Republike Srpske (Član 94-97 Zakona o vodama).

Planove zaštite od štetnog djelovanja vode sprovode nadležni organi, preduzeća i pojedinci navedeni u planovima i aktima iz Člana 96 i 97. Zakona o vodama, na prostoru na kome su određeni da postupaju.

Godišnji plan zaštite od štetnog djelovanja voda i poplava u kome su navedene osnovne mjere i aktivnosti zaštite, u skladu sa Članom 94-108 Zakona o vodama, na prijedlog Ministarstva donosi Vlada.

Agencija nadležna za oblasni rječni sliv je, u okviru svojih ovlaštenja, dužna razviti sistem za praćenje i prognozu vanrednih hidroloških stanja na odnosnom vodnom području, kao i osigurati pravovremeno upozorenje na ugroženim područjima u skladu sa Zakonom o vodama i na osnovu njega i izdatim aktima, sprovoditi mjere praćenja i osmatranja.



Naselje Bazen u Turbetu

Foto: Nermina Hodžić

Republički hidrometeorološki zavod, kao i drugi operateri, dužni su u okviru svojih ovlaštenja, razviti sistem za praćenje i prognozu vanrednih meteoroloških stanja i prognozu takvih stanja, i pravovremeno slati informacionom sistemu voda Republike Srpske.

Svi vlasnici objekata (Vodoprivredni objekti za zaštitu od poplava), odnosno operatori na objektima od značaja za zaštitu od štetnog djelovanja voda obavezni su sprovoditi praćenje stanja i dostavljati podatke u informacioni sistem voda, na način propisan vodnim aktima i Zakonom o vodama.

Za vrijeme povećanog stepena ugroženosti zbog štetnog djelovanja voda, Republika Srpska i jedinice lokalne samouprave, u skladu sa svojim nadležnostima, preko nadležnih organa, obezbjeđuju provođenje mjera i aktivnosti aktivne odbrane od štetnog djelovanja voda kao što su: mjere na ugroženim područjima i vodnoj infrastrukturi sa kojima se sprečava povećanje posljedica štetnog djelovanja voda, neprekidna dežurna služba, izvođačka operativa, povećan nadzor na zaštitnim objektima i na ugroženim područjima, odstranjivanje vodoplavnog nanosa, provođenje privremenih mjera (postavljanje odbrambenih nasipa, nasipanja i saniranje proboja).

Ministarstvo, posebnim aktom, propisuje uslove za nastanak i prestanak stepena ugroženosti i način njihove objave, te detaljne mjere i način njihovog sprovođenja i djelovanja institucija kojima su povjeren javna ovlaštenja i zaštita od štetnog djelovanja voda.

## 3. CILJEVI

Internacionalnost sliva rijeke Dunav, koji pokriva 18 evropskih zemalja, je najveći u svijetu, stoga integracija državnih planova velike raznovrsnosti prema njihovom pristupu, sadržaju i detaljima elaboracije, zahtijevaju uvođenje usaglašene metodologije u uspostavljanju ciljeva.

### 3.1. Ciljevi za slive rijeke Dunav

Za sliv rijeke Dunav, prema Akcionom planu za održivo upravljanje poplavama, ciljevi su postavljeni sveobuhvatno, uzimajući u obzir njihovu prirodu prostiranja na cijelom slivu ili podslivu s dužnim uvažavanjem principa, pristupa i obima aktivnosti. Ciljevi za cijeli sliv rijeke Dunav su:

- Poboljšanje sistema prognoziranja poplava i rano upozoravanje i međusobno povezani državni ili regionalni sistemi,
- Podrška u pripremi i koordinaciji između akcionih planova za planove cijelog podsliva,
- Kreiranje foruma za razmjenu ekspertnih mišljenja,
- Preporuke za zajednički pristup u ocjeni područja podložnih poplavama i evaluacija rizika od poplava.

### 3.2. Ciljevi za cijeli podsliv

Prema Akcionom programu za održivo upravljanje poplavama u slivu rijeke Dunav, ciljevi za cijeli (pojedinačni) podsliv su:

- ❑ Smanjenje negativnog uticaja i mogućnosti pojava u svakom od podslivova preko razvoja i implementacije dugoročne zaštite od poplava i strategije retencije bazirano na što većem ojačanju prirodnih retencija;
- ❑ Poboljšavanje sistema prognoziranja i upozoravanja na poplave smještenih na lokalnim i regionalnim nivoima po potrebi;
- ❑ Opšti cilj je da se obezbjedi pokriće cijelog sliva rijeke Dunav ili njegovih većih dijelova, uključujući modele razvijene za glavnu vodu i gornje dijelove, slivne površine pritoka, povezivanje sekundarnih pritoka primarnim i konačno njih na glavnu rijeku sa "interfejsom" ušća, kreirajući tako sistem ranog upozoravanja sa više nivoa (multilevel), sistem predviđanja i praćenja poplava za sliv Dunava.

### 3.3. Specifični ciljevi za podsliv

Specifični ciljevi za cijeli podsliv su:

- ❑ Pregledati i procijeniti postojeća rješenja i to da li oni ispunjavaju zahtjeve prema najboljim dostupnim tehnologijama,
- ❑ Razviti sistem alata za prognoziranje gdje je to potrebno i dalje razvijati i optimizirati ih kontinuirano,
- ❑ Uspostaviti informacioni sistem gdje takav ne postoji,
- ❑ Kreirati odgovarjuće interfejse, da bi se obezbjedila veza između funkcionalnog sistema za prosljeđivanje informacija,
- ❑ Kreirati regionalne virtualne centre za upravljanje poplavama gdje je to neophodno i izvodljivo,
- ❑ Povećati jačanje kapaciteta i podići nivo spremnosti organizacija odgovornih za ublažavanje poplava (savjetovanje za poplave za nepredviđene situacije, organizacije, međusobna podrška.....).

### 3.4. Strategija, principi i ciljevi u Republici Srpskoj

Za izbor strategije, principa i ciljeva zaštite od voda u Republici Srpskoj, bitna su sjedeća polazišta:

- ❑ Zbog bujičnog karaktera vodotoka, sa mogućim padavinama velikih intenziteta i kratkim koncentracijama podvodnja, problem zaštite od voda je jedan od prioriteta na svim slivovima u RS,
- ❑ Imajući u vidu da je geneza velikih voda jedinstven hidrološki proces na slivu, problemi zaštite od poplava se moraju razmatrati na nivou slivova, nezavisno od administrativnih granica entiteta,
- ❑ Uređenje vodnih režima, zaštita od poplava spoljnim i unutrašnjim vodama i regulacija rijeke su

dio jedinstvenog vodnog kompleksa, koji spada u oblast "zaštitne hidrotehnike". Zaštita od štetnog dejstva voda je nerazdvojni segment integralnog upravljanja vodama,

- ❑ Poplave kao jedna od najvećih ekoloških destrukcija kao i sve mjere zaštite, moraju se posmatrati kao nejneposredniji dio zaštite životne sredine i uređenja teritorija,
- ❑ Stepen zaštite od voda je dinamička kategorija, jer se mijenjaju: vrijednosti branjenih dobara, vodni režim, ali i kriterijumi po kojima se ocjenjuje koji je stepen zaštite prihvatljiv;
- ❑ Uređenje vodotoka, posebno onih manjih, pored rješavanja funkcionalnih zahtjeva uređenja vodnih režima, mora da ispunjava i ekološke zahtjeve očuvanja i obogaćivanja biodiverziteta;
- ❑ Uređenje vodotoka u zoni naselja mora se posmatrati sa stanovišta oplemenjavanja urbanog prostora, na način da rijeka postane najvrjedniji razvojni resurs grada;
- ❑ Među principima zaštite od voda, na najvišem nivou strateške generalizacije, posebno se izdvajaju slijedeći: radovima na slivu usporavati vrijeme koncentracije povodnja, simultano primjenjivati integralni koncept zaštite koji podrazumijeva: (a) aktivne mjere zaštite ublažavanjem poplavnih talasa u akumulacijama, retenzijama i radovima u slivu; (b) pasivne mjere-linijski sistemi zaštite (nasipi, regulacije rijeke) duž područja koja se brane, c) neinvesticione mjere - priprema teritorije za zaštitu od poplava;
- ❑ Blagovremenim radovima na uređenju teritorije (formiranje zaštitnih kaseti, vođenje komunikacija po trasi i niveleti tako da predstavljaju rezervne zaštitne linije, itd) sužavati prostore koji se mogu poplaviti;
- ❑ Ne stvarati uska grla u protočnosti vodotoka, dopustiti rijeci širenje;
- ❑ Pripremiti ljude da shvate da se rizici od plavljenja ne mogu izbjeći, te da se moraju pripremiti da žive sa rizikom od poplava;
- ❑ U skladu sa prethodnim-tokom građenja objekata u dolinskim zonama, pripremiti teritoriju za slučaj nailaska poplave;
- ❑ Ciljevi zaštite od voda moraju imati karakter stalnih zadataka;
- ❑ Upravljanje rizicima (smanjivati ih ili ograničavati na prihvatljivom nivou);
- ❑ Stepen zaštite primjeriti broju ljudi i vrijednosti dobara koja se brane od poplava, uz njihovo povremeno preispitivanje;
- ❑ Snižavati poplavne talase, ili bar ne dozvoliti njihov porast;
- ❑ Na vrijeme uspostaviti rezervne zaštitne linije i pripremiti i uvježbavati scenarije za ponašanje u uslovima povodnja.



#### 4. REVITALIZACIJA I RAZVOJ SISTEMA ZA ZAŠTITU OD POPLAVA

Planove upravljanja oblasnim rječnim slivovima na području Republike Srpske, izrađuju Agencije za vode i podnose ih na odobrenje Ministarstvu i Vladi RS.

U Republici Srpskoj, zaštita od poplava predstavlja jedan od najbolje organizovanih podsektora vodoprivrede, uprkos oštećenjima objekata nastalim u toku rata. To je posebno karakteristično za područja neposredno uz rijeku Savu, gdje su sistemima odbrambenih nasipa, obodnih kanala i pumpnih stanica, zaštićena velika naselja, poljoprivredne površine i vrlo značajni infrastrukturni objekti. Ovaj sistem je dio međunarodnog integralnog sistema zaštite od poplava područja u slivu rijeke Save, gdje se radi o vrlo značajnim objektima, čije održavanje zahtijeva izuzetno velika finansijska sredstva.

U skladu sa Zakonom o vodama RS i Okvirnim planom za razvoj vodoprivrede RS, u sistemu zaštite od poplava, predviđeno je da se uradi slijedeće:

Procjenjuje se, da je sistemima zaštite od poplava u slivu rijeke Save i njenih pritoka obuhvaćeno oko 200.000 ha poljoprivrednog i građevinskog zemljišta, čiji je rang zaštite, zbog klimatskih promjena, erozionih procesa i starosti sistema, u potpunosti neodređen i 100.000 ha poplavnog područja, za koje treba preuzeti mjere zaštite od vanjskih i unutrašnjih voda.

Prema naprijed navedenim podacima, evidentno je, da Akcionim planom za održivo upravljanje

poplavnim rizikom, na području Republike Srpske, u slivu rijeke Save i njenih pritoka, Planom upravljanja treba obuhvatiti oko 300.000 ha poljoprivrednog i građevinskog zemljišta.

#### 5. IMPLEMENTACIJA PLANA UPRAVLJANJA POPLAVNIM RIZIKOM

##### 5.1. Metodološki pristup izradi Plana

Evropska Direktiva o poplavnom riziku, donesena je kao kontinuitet Evropske Direktive o vodama, jer je uočeno da u Okvirnoj Direktivi o vodama 2000/60/EC (WFD), nije dat ni minimalni značaj ovoj važnoj i nezaobilaznoj oblasti Integralnog plana upravljanja vodnim resursima. U predloženoj Direktivi o upravljanju poplavnim rizikom, jasno je definisan pristup „tri koraka“, koji u osnovi prodrzumijeva:

1. Preliminarnu procjenu poplavnog rizika,
2. Izradu mapa poplavnog rizika,
3. Izradu planova upravljanja poplavnim rizikom.

RS ima svoj plan odbrane od poplava. Isti je urađen za vlastite potrebe sa različitim metodološkim pristupom i bez uvažavanja koncepta prostorne cijeline, odnosno koncepta integralnog pristupa izradi plana distrikta riječnog bazena, riječnog pod-bazena. Usvajanjem pristupa definisanog u prijedlogu Direktive o procjeni u upravljanju poplavnim rizikom Evropske Komisije, između ostalog, podrazumijeva primjenu metodologije „korak po korak“, i to:

Tabela 2: Obim i finansijska projekcija revitalizacije i razvoja sistema za zaštitu od poplava,

R. br.	SISTEMI ZA ZAŠTITU OD POPLAVA	REVITALIZACIJA I RAZVOJ SISTEMA			FINANSIJSKA PROJEKCIJA (10 <sup>6</sup> KM)		
		REVIT.	RAZVOJ	UKUPNO	REVIT.	RAZVOJ	UKUPNO
1	PRATEĆI NASIPI DUŽ r.SAVE I NJENIH PRITOKA (km)	204	30.60	234.60	18.50	22.90	41.40
2	ODVOĐENJE UNUTRAŠNJIH VODA:						
	- Pumpne stanice Q <sub>ins</sub> =136.40 m <sup>3</sup> /s, (kom)	21	2	23	6.60	35.50	42.10
	- kanali za odvodnju (km)	1150	115	1265			
3	OBODNI KANALI (km)	192	35	227	1.80	8.50	10.30
4	UREĐENJE RJEČNIH KORITA (km)	28.60	83.25	111.85	5.70	90.00	95.70
5	EROZIJA I BUJICE:						
	- Bujične pregrade - Kinetiranje - Tehničke mjere	-	-	-	4.80	6.30	11.10
<b>UKUPNO:</b>					<b>37.40</b>	<b>163.20</b>	<b>200.60</b>

### Prvi korak:

Predviđeno je, da se pripremi preliminarna procjena poplavnog rizika u roku koji neće biti duži od tri godine nakon usvajanja Direktive (Čl. 6 stav 1 amandmana), odnosno da će ta prva procjena biti aktuelizirana najkasnije u 2018. godini, a nakon toga u ciklusima od po šest godina,

### Drugi korak:

Izrada mapa poplavnog rizika, da se uradi najkasnije do kraja 2013.godine (Čl. 8. stav 2 amandmana),

### Treći korak:

Izrada planova upravljanja poplavnim rizikom, da se kompletiraju i planovi publikuju najkasnije do kraja 2015.godine i počnu primjenjivati od početka 2016. godine (Čl. 11 stav amandmana), odnosno da se ti planovi reviduju najkasnije 2021. godine i nakon toga aktueliziraju svakih šest godina.

## 5.2. Programski zadaci

Za izradu Plana upravljanja poplavnim rizikom u Republici Srpskoj, predviđaju se provesti sljedeći Programski zadaci:

### 5.2.1. Pripremni radovi

U okviru ovih radova, za slivna područja: Neposredni sliv rijeke Save i njenih pritoka, r.Une, r. Vrbas,

r. Ukrine, r. Bosne, r. Tinje i r. Drine, provesti sljedeće aktivnosti:

- ❑ Izvršiti analizu i utvrditi postojanje izvornih podataka o karakterističnim proticajnim profilima-poprečnim profilima vodotoka, pouzdanost podataka i vodostajima registrovanih duž vodotoka i na glavnim pritokama i njihove transformacije u hidrograme tečenja na svim hidrološkim stanicama za sliv rijeke Save, kao osnovu za uspostavljanje modela propagacije.
- ❑ Prikupiti i izvršiti sistematizaciju postojeće dokumentacije vezano za poplave (planska dokumentacija, studije i projektna dokumentacija za zaštitu od poplava, katastar vodoprivrednih objekata za zaštitu od voda, hidrološka mjerenja i obrade i drugo), te dati kritičku analizu, sugestije i zaključke, kako navedenu dokumentaciju učiniti operativnim dijelom plana upravljanja poplavnim rizikom.
- ❑ Prikupe, prouče i sa domaćom zakonskom regulativom i praksom uporede relevantne preporuke međunarodnih dokumenata i projekata s ciljem stvaranja osnova za uključivanje međunarodnih kriterijuma kao što su: usaglašavanje sa WFD, Evropskom direktivom o poplavnom riziku i drugim.

Na osnovu naprijed iznesenog, sačinice se prognoza polaznog stanja o poplavama u Republici Srpskoj, što će biti jedna od osnovnih podloga za izradu Plana upravljanja poplavnim rizikom.



Merdani 10. 01. 2010. godine

Foto: Nermina Hodžić



## 5.2.2. Podloge

Od podloga, predviđaju se pripremiti sljedeće:

### 5.2.2.1. Geodetske podloge

U okviru pripreme Geodetskih podloga, predviđaju se sprovesti slijedeće aktivnosti:

Za zaštićena i plavna područja neposrednog sliva rijeke Save i njenih pritoka (r. Una, r. Ukrina, r. Bosna, r. Tinja i r. Drina) te za njihove tokove kroz Republiku Srpsku, predviđaju se pripremiti sljedeće geodetske podloge: TK, R - 1: 200.000; TK, R - 1: 100.000; TK, R - 1: 50.000; TK, R - 1: 25.000.

Priprema poprečnih (ili uzdužnih) profilima poldera - kasete (zaštićenih zona u dolini rijeke Save) i plavnih površina duž vodotoka rijeke Save i njenih pritoka, na površinama od cca 300.000 ha. Procjenjuje se da je sistemima zaštite od poplava u slivu rijeke Save i njenih pritoka obuhvaćeno oko 200.000 ha poljoprivrednog i građevinskog zemljišta čiji je rang zaštite u potpunosti neodređen i 100.000 ha poplavnog područja, za koje treba preduzeti mjere zaštite od vanjskih i unutrašnjih voda.

Smatra se, da je potrebno ukupno obezbijediti oko 4800 poprečnih (ili uzdužnih) profila, prosječne dužine oko 2000 m i kartiranih u pogodnoj razmjeri. Ne predviđa se snimanje svih navedenih profila, već oko 60% profila (2880 profila), treba preuzeti iz postojeće vodoprivredne dokumentacije, a ostalih 40% profila (1920 profila), zavisno od potreba, direktno

snimiti na terenu.

Poprečni profili moraju da predstavljaju morfologiju riječnog korita i područja kroz koji prolazi, da su vezani za geodetsku operativnu mrežu i da se kartiraju u pogodnoj razmjeri.

- ❑ Postojeći poprečni profili (2880 profila), ukoliko nisu, moraju biti pripremljeni licenciranim softverskim i G/S paketima, dok se novi poprečni profili (1920 profila) podrazumijeva se da će biti usklađeni sa licenciranim softverskim i G/S paketima.
- ❑ Obrada geodetskih podloga treba da počiva na primjeni licenciranih softverskih paketa, koji su u direktnoj vezi sa, takođe, licenciranim G/S softverskim paketima i koji na taj način obezbjeđuju "trajno" čuvanje unesenih podataka sa fleksibilnošću u njihovoj dopuni i adaptivnosti na nove proračune.

### 5.2.2.2. Hidrološke podloge

Na osnovu hidrološkog osmatračkog sistema Republici Srpskoj, za slivno područje rijeke Save, potrebno je izvršiti analizu postojećih hidroloških obrada vodomjernih i meteoroloških stanica i obradu novoprikupljenih podataka - definisanje hidrološkog režima voda.

Ove aktivnosti podrazumijevaju:

- ❑ Prikupljanje i stavljanje na elektronske medije podataka od dosadašnjim osmatranjima na vodomjernim i hidrološkim stanicama kao i durigmjernih podataka sa hidrološkog osmatračkog sistema RS.
- ❑ Definisane linije proticaja na svim vodomjernim stanicama- Hidrološkog osmatračkog sistema za sliv rijeke Save u Republici Srpskoj, gdje za to postoje mogućnosti (izvršena hidrometrijska mjerenja).
- ❑ Izdvajanje pouzdanih podataka o vodostajima u uslovima stacionarnih stanja tečenja duž vodotoka kao i uslovima nestacionarnih stanja (vodnih valova), istovremeno registrovanih duž vodotoka i na glavnim pritokama i njihovo transformisanje u hidrograme kao osnovu za uspostavu modela propagacije.
- ❑ Izdvajanje pouzdanih podataka o vodostajima i njihova transformacija u hidrograme tečenja na pojedinim stanicama u periodima kad i ne postoje istovremeno registrovani nivogrami duž vodotoka.
- ❑ Definisane sintetičkog hidrograma proticaja na bazi podataka iz prethodne dvije tačke na svim vodomjernim stanicama gdje je to moguće i njihovih "jediničnih" (modalnih) hidrograma.
- ❑ Provjera vjerovatnoće proticaja na svim stanicama i definisanje sintetičkih hidrograma različite vjerovatnoće pojave.



Zenica

Foto: Rosa Školjić



- ❑ Prikupljanje i prikazivanje podataka o ispitivanjima fizičko-hemijskih parametara (približno 20-30 godina, po 3 ispitivanja godišnje, oko 15-20 različitih parametara, na glavnim tokovima i pritokama).
- ❑ Prikaz vremenskih serija za parametre koji definišu status vodnog tijela, izrada integralnih linija, međusobnog odnosa, trendovskih linija i dr.
- ❑ Određivanje referentnih mjesta i referentnih uslova.

### 5.2.3. Izrada plana upravljanja

Direktivom o upravljanju poplavnim rizikom, definisan je pristup izrade Plana "korak po korak" i to:

Preliminarna procjena poplavnog rizika na području Republike Srpske, podrazumijeva provođenje aktivnosti prvog koraka, datog u tački 3.2.1. Poglavlje 3.2 Preporuke za izradu Plana (Direktiva o upravljanju poplavnim rizikom, Poglavlje II, član 4, član 5 i član 6 amandmana).

Izrada mapa poplavnog rizika na području Republike Srpske, podrazumijeva provođenje aktivnosti drugog koraka, datog u tački 3.2.2. Poglavlje 3.2. Preporuke za izradu Plana (Direktiva o upravljanju poplavnim rizikom, Poglavlje III, član 7 i član 8 amandmana)

Usvajanje i implementacija Planova upravljanja na području Republike Srpske, podrazumijeva provođenje Aktivnosti trećeg koraka, datog u tački 3.2.3., poglavlje 3.2. Preporuke za izradu Plana (Direktiva o upravljanju poplavnim rizikom, Poglavlje IV, član 9, član 10, član 11 i član 12 amandmana).

### 5.2.4. Izrada Akcionog programa za održivo upravljanje poplavnim rizikom u slivu rijeke Save na području Republike Srpske

Pripreme podslivovskih Akcionih planova za poplave, planovi treba da budu usvojeni i objavljeni od strane osamnaest evropskih zemalja članica Dunavske Konvencije. Osnova za izradu Akcionog programa za održivo upravljanje poplavama u Republici Srpskoj jeste "Program zaštite od poplava ICPDR-a, Akcioni program za upravljanje poplavama u slivu rijeke Dunav.

## 5.3. Stepen zaštite

Na koje računске vode dimenzionisati sistem zaštite je ključno pitanje upravljanja poplavnim rizikom i od kojih računskih velikih voda treba štiti pojedine sadržaje. Pri izboru računskih velikih voda ne treba pretjerivati, računska velika voda mora se primjeriti ekonomskim mogućnostima, uz planiranje takvih rješenja, koja se kasnije mogu bez teškoća dograđivati, kada se steknu ekonomske i druge mogućnosti da se poveća stepen zaštite određenih područja.

Pošto je zaštita od poplava vremenski proces, projektna voda se mora tretirati kao dinamička kate-

gorija, koja zahtijeva povremena preispitivanja. Odnos prema poplavama, problem poplava i borba sa njima je permanentan problem, koji se nikad ne rješava definitivno, ma kako bio temeljen u našim radovima na zaštiti.

Na podslivu rijeke Save, za čitavo područje priobalja rijeke Save od Beograda do Jasenovca, usvojena je strategija zaštite priobalnih površina formiranjem kasete (poldera). Na ovom području, a u skladu sa Studijom „Regulacija i uređenje rijeke Save u Jugoslaviji“, Prag i Rim, 1972. godina, građen je i dograđivan sistem za zaštitu od poplava za rang pojave velikih voda jednom u 100 godina.

Prema Studiji, prostorna jedinica za planiranje mjera zaštite je kasete, ili zaštitni sistem u prostoru koji ima jedinstvenu hidrauličku i zaštitnu sudbinu. Za kasetu i sistem zaštite u njoj se vezuju: informacije o branjenim ljudima i njihovim nepokretnim i pokretnim dobrima, hidrološke karakteristike velikih voda i vrijednost potencijalnih šteta. Kod kasete, obodnim kanalima područje se štiti od brdskih voda ranga pojave  $p=1/20$  do  $p=1/50$ . Za odvođenje vlastitih voda iz branjenih kasete sa melioracionim sistemima, računska voda ne bi trebalo da prelazi dvadesetogodišnju veliku vodu, a za manja naselja da se štite od pedesetogodišnje velike vode.

Duž pritoka rijeke Save, industrijski centri i veći gradovi ne bi trebali da imaju veću računsku vodu od stogodišnje vode. Zaštita od stogodišnje velike vode može se primjenjivati samo izuzetno u užoj lokalizovanoj zoni najvećih gradova, kao i samo u najužoj zoni objekata izuzetnog značaja (termoelektrane, bazine industrije itd.)

Uzvodno od Jasenovca, za zaštitu priobalnih površina, primjenjuje se koncept rješenja sa realizacijom rasteretnih (kompenzacionih) bazena, gdje su realizovane retencije „Lonjsko polje“ i „Mokro polje“ i imaju ulogu da vrše aktivnu odbranu od poplava. Kod ekstremnih intenziteta – izuzetno rijetkih poplava, od takvih poplava se ne može braniti ni razumno, ni racionalno. U slučaju nailaska poplava ekstremnog intenziteta, treba imati planove i efikasnom akcijom zaštititi ljudske živote, dok je spašavanje materijalnih dobara u drugom planu koji se uz dovoljno ekonomske moći mogu nadoknaditi.

## 5.4. Finansijska projekcija

Plan upravljanja poplavnim rizikom evropskih zemalja u slivu rijeke Dunav, zbog njihove velike raznovrsnosti, sadržaja i detaljima elaboracije, te integracije državnih planova u okvirni Plan upravljanja poplavnim rizikom u slivu rijeke Dunav, zahtijevaju dugoročno planiranje i izradu, te uvođenje usaglašene metodologije na principima Akcionog programa za održivo upravljanje poplavama u slivu rijeke Dunav, „ICPDR-a“.

U okviru Programa zaštite od poplava ICPDR-a, pod tačkom 6.3. Finansijski resursi za implementaciju, navedeni su mogući izvori za finansiranje Programa kao na primjer: Državni budžeti, EU sredstva, Evropski regionalni razvojni fond, LIFE, PHARE, Evropski fond solidarnosti i drugi.

Evropska komisija je dala prijedlog Evropskom regionalnom fondu za razvoj 2007-2013 (COM (2004) 495 FINAL) i predložila da se izvrši pojednostavlјivanje finansiranja eksterne pomoći (COM (2004) 626 FINAL). Sekretariјat ICPDR-a će stalno obezbijevati informacije o novim finansijskim instrumentima, njihovoj primjenjivosti za zaštitu od poplava i uslovima korištenja.

U podslivovima od multinacionalnog interesa priprema Akcionog programa za održivo upravljanje poplavama na području RS treba da bude iskoordinirana prema postojećim okvirima radne grupe Savske komisije.

#### **– Mape šteta od poplava**

Zemlje članice će na nivou oblasti riječnog sliva ili jedinice upravljanja navedene u Članu 3, paragraf 3 tačka b, Direktive 2000/60/EC, pripremiti mape šteta od poplava i mape rizika od poplava do 22. 12. 2013. godine, u razmjeri u kojoj odgovara za oblasti utvrđene prema Članu 5(1) ove Direktive. Mape šteta od poplava i mape rizika od poplava revidovaće se i ako je potrebno ažurirati do 22. 12. 2019. godine i svakih šest godina nakon toga.

#### **– Planovi upravljanja rizikom od poplava**

Planovi upravljanja poplavama treba da se bave svim aspektima upravljanja rizikom od poplava, foku-

sirajući se na prevenciju, zaštitu, spremnost, uključujući prognoziranje poplava i sisteme ranog upozoravanja i uzimajući u obzir karakteristike riječnog sliva ili podsliva. Planovi upravljanja rizikom od poplava mogu takođe uključiti kontrolisano plavljenje određenih područja u slučaju poplava. Zemlje članice će obezbijediti da planovi upravljanja rizikom od poplava budu završeni i objavljeni do 22. decembra 2015. godine.

#### **LITERATURA**

- 1) Zakon o vodama Republike Srpske (Službeni glasnik RS, broj 50, od 31. maja 2006.)
- 2) Okvirna direktiva o vodama 2000/60/EC (WFD)
- 3) Direktiva Evropskog Parlamenta i Savjeta o procjeni i upravljanju poplavnim rizikom, Vijeće EU, 2004.
- 4) Akcioni program za održivu prevenciju poplava u slivu rijeke Dunav, ICPDR, 2004.
- 5) Okvirni plan razvoja vodoprivrede Republike Srpske, Zavod za vodoprivredu, Bijeljina, 2006.
- 6) Plan upravljanja poplavnim rizikom u skladu sa evropskim vodnim direktivama i Akcionim programom za održivo upravljanje poplavama u slivu rijeke Dunav, Republička direkcija za vode, Bijeljina, 2007.
- 7) Studija: Integralno upravljanje vodnim resursima dijela sliva Save na području BiH, Regionalni centar za okolinu za Srednju i Istočnu Evropu (REC), Banja Luka, 2004.
- 8) Akcioni plan upravljanja poplavnim rizicima za podsliv rijeke Save u BiH na području FBiH, Agencija za „Vodno područje rijeke Save“, Sarajevo, 2009.



*Nević polje*

Foto: Nermina Hodžić

Poplave: prirodan proces ili gnjevni odgovor prirode čovjeku

# BORBA DUGA PET HILJADA GODINA

**Zbog klimatskih promjena, uništavanja šuma i rasta stanovništva poplave će do 2050. ugrožavati dvije milijarde ljudi - stoji u izvještaju Ujedinjenih naroda.**

**Već sada milijarda ljudi, ili šestina svjetskog stanovništva, živi u područjima u kojima se ponavljaju poplave. U proteklom desetljeću najveći dio prirodnih katastrofa (37 posto) otpada na poplave, a slijede oluje (28 posto), suše (9 posto), itd. Klimatske promjene su stvarnost, a poplave koje pogađaju Zemlju, možda posljednje upozorenje koje nam, baš kao i učesnicima posljednjeg ekološkog samita u Kopenagenu, daje planeta Zemlja**

## Uvod

**B**orba čovjeka i prirode traje duže od pet hiljada godina, otkad datiraju pisani zapisi o poplavama, a s nesmanjenim intenzitetom i danas. Iako se čovjek od pamtivijeka, s većim ili manjim uspjehom, bori s poplavama, u posljednje vrijeme svjedoci smo mnogobrojnih vanrednih meteoroloških i hidroloških prilika širom svijeta: katastrofalnih poplava, velikih količina padavina, pi-javica i grmljavine. Ekstremni događaji kao što su tornada, oluje, cikloni, poplave, požari i suše čine godišnje blizu 75 posto svih katastrofa. Poplave, tsunami, tornada - šta nas još čeka u bliskoj budućnosti? Čini li nam se to, ili se nešto veliko poremetilo u prirodi?!

Ledenjaci se otapaju usred ljeta, plavom planetom haraju poplave ugrožavajući milione života i uzrokujući velike materijalne štete! Istovremeno, na drugoj strani planete nezabilježene suše i požari! Poplave, neobične po snazi, vremenu pojave i okolnostima koje su ih proizvele, proteklih dana punile su medije na našim prostorima. Širom Bosne i Herce-

govine, od porječja Save do Neretve, sela i gradovi pod vodom, bez struje, vanredno stanje u dijelovima urbanijih središta poput Sarajeva, Zenice, Bugojna, Mostara, Čapljine, Bileće, Metkovića, Donjeg Vakufa! Poplave, uzrokovane velikom količinom padavina i ekstremno visokim temperaturama za ovo doba godine koje naglo tope snijeg i podižu nivo vodotokova i u susjednoj Hrvatskoj, Crnoj Gori, Albaniji i Srbiji! Krajem novembra prošle godine nezapamćene poplave na sjeverozapadu Engleske i Škotske!

## Biblijske poplave

Prošlogodišnje ljeto u Britaniji najkišovitije od 1914., kada su počela takva mjerenja. Poplave u Indiji, septembra 2008. odnijele stotine života! U poplavama u novembru 2009. izazvanim najobilnijom kišom u posljednjih nekoliko godina, u saudijskom lučkom gradu Džedi život izgubilo 48 osoba! Početkom januara ove godine Albanija suočena sa mogućom katastrofom, usljed jake kiše koja je padala danima! Između jula i novembra stotine ljudi izgubilo život u tropskim olujama i poplavama u Vijetnamu! Ve-





like monsunske kiše u sjevernoj Indiji, Nepal u i Bangladešu prouzrokovale poplave u kojima je stradalo oko dvije hiljade osoba... Posebno upamćena ostala je 2002. godina u kojoj je cijeli svijet bio pogođen brojnim vanrednim meteorološkim i hidrološkim pojavama: katastrofalnim poplavama, ogromnim količinama padavina, pijavicama, grmljavinom, gradom, sušom i dr. Najekstremnije poplave pogodile su Kinu, Nepal, Vijetnam, Bangladeš, Indiju... U Evropi katastrofalne poplave bile su u Češkoj, Njemačkoj, Slovačkoj, Austriji, Mađarskoj, Italiji, Rumuniji i Rusiji. Te godine, zbog izrazito velikih i dugotrajnih količina padavina, poplavama su posebno bili pogođeni Prag, Bremen, Bratislava, Beč, Budimpešta... U glavnom gradu Češke Republike, zbog poplavnih voda Vltave evakuisano je oko 50.000 stanovnika, a širom Češke blizu 200.000. Godinu kasnije nezapamćeno visoke temperature u Francuskoj su odnijele deset hiljada žrtava, te zapalile šume u Portugalu površine Luksemburga. Gotovo sve na šta su naučnici upozoravali da će se desiti kao rezultat globalnog zatopljanja, dešavalo se i u godini iza nas, ali i u ovoj u koju smo upravo zakoračili. A skoro svi kompjuterski proračuni vremenskih nepogoda poklapaju se sa stvarnim nepogodama kakve smo imali prilike iskusiti. Poplave, tsunamiji, tornada - šta nas još čeka u bliskoj budućnosti? Čini li nam se to, ili se nešto veliko poremetilo u prirodi?!

### Britanac pobija teoriju o Nojevoj arki

Katastrofe velikih razmjera sastavni su dio ljudske historije. Jedna od najstarijih zabilježenih katastrofa je biblijska poplava koja je potopila cijeli svijet, a jedini preživjeli bili su putnici s Nojeve arke. Naučnici, posebno geolozi, uspjeli su napraviti model koji odgovara biblijskom opisu poplave. Potop nije bio planetarnih razmjera, nego se ograničio na područje

Male Azije. Kada se završilo ledeno doba, led koji je dopirao da južnih granica Evrope počeo se topiti. Većina rijeka iz istočne i jugoistočne Evrope nosila je veliku količinu vode koja je punila tada zatvoreni depresijski bazen u kojem se nalazi današnje Crno more. Voda je pritiskala okolne planine, planine su popustile, otvorio se Bosfor i cijela Mala Azija je poplavljena, sve do planine Ararat. Kontroverznim teorijama o stvarnoj lokaciji biblijske poplave zbog koje je Noa sagradio svoju arku, nedavno se pridružila još jedna. Naime, britanski morski arheolog Sean Kingsley smatra da je prava lokacija u Izraelu, u blizini planine Carmel, gdje je prije više od 7000 godina poplava progutala šest neolitičkih naselja koja, prema njegovom mišljenju, nude "prilično uvjerljiv niz sličnosti" s onim iz Biblije. Posebno je naglasio da su potopljena sela na ključnim lokacijama i da su na tom mjestu rano započela nautička istraživanja. "Šta je naučno vjerodostojnije", zapitao je, "poplava u Crnom moru, toliko daleko od Izraela i fantazija o tobožnjoj arki nasukanoj na padinama planine Ararat, ili šest potopljenih neolitičkih naselja usred biblijske zemlje?" Lokaciju potopljenih naselja na Carmelu već četvrt stoljeća iskapa izraelski arheolog, doktor EHUD Galili, koji se odmah oglasio kako bi pobio Kingsleyjevu teoriju. On objašnjava da na temelju pronalazaka njegovog tima ta sela nisu napuštena zbog iznenadne katastrofalne poplave, nego zbog sporog porasta razine mora tokom nekoliko ljudskih generacija. Kingsley, koji se deklarira kao ateist i bavi se istraživanjem porijekla priče o Noji jer ga zanima "kako nastaju mitovi", teoriju o Crnom moru ne prihvata zato što pod njegovom površinom nikada nisu otkriveni nikakvi ostaci naselja, kuća, ni grobova. Velika poplava u području Carmela ne može se tačno datirati, a Kingsley je vremenski smješta između šestog i petog milenija p. n.e. Arheolog Shimon Gibson, profe-

sor na univerzitetu Sjeverne Karoline Kingsleyjevu teoriju smatra zanimljivom, ali dvojbenom. Prema njegovom mišljenju, direktna veza između biblijske priče i potopljenog nalazišta iz neolitika nije vjerovatna, ali je nalazište važno jer pokazuje da su se u tom dijelu svijeta događale velike poplave. Općenito, ne postoje nikakvi dokazi o potapanju svijeta. Ipak, potraga za potvrdom priče o Noi potiče maštu ljudi već stoljećima, a ostaci arke "otkriveni" su nekoliko puta, najčešće na planini Ararat u Turskoj.

### Poplave i klimatske promjene

S više ili manje uspjeha, čovjek se od pamtivijeka bori s poplavama. Borba između čovjeka i prirode traje više od pet hiljada godina, otkad postoje zapisi o poplavama, ona traje i danas, a vjerovatno će trajati i u budućnosti. Česte poplave javljale su se između 12. i 15. stoljeća. Jedna od najvećih poplava iz tog razdoblja bila je 1421. u Nizozemskoj. Tada je poplavna voda uništila 72 naselja i odnijela oko sto hiljada žrtava. Jedna od najvećih poplava Dunava kod Budimpešte bila je ledena poplava 26. februara 1876., kada je izmjeren vodostaj od 867 cm. Krivca za današnje evropske poplave, smatraju neki naučnici, prije svega treba tražiti u globalnom zagrijavanju atmosfere. A krivca za globalno zagrijavanje - u ljudskom rodu. No, u mišljenju da je čovjek krivac za sve što je snašlo plavu, od sada možda i još plaviju planetu, i nisu svi složni. Razloga za to ima više, od toga da je meteorologija, odnosno klimatologija relativno mlada nauka, pa sve do optužbi da iza nekih "stručnjaka" koji javno zastupaju stav da su klimatske promjene prirodan proces, stoji moćan lobi energetičara.

### Zbogom Lijepoj Zelenoj iz 20. stoljeća

Kada su na naučnom skupu klimatologa u Španiji jednog stručnjaka pitali prihvata li tezu da je čovjek najveći uzročnik klimatskih promjena, kratko je odgovorio: "Službeno-ne, ali privatno-da!" Mnogi ugledni svjetski znanstvenici godinama upozoravaju na pogubnost klimatskih promjena. Iako se nastavlja debata o tome da li je za njih odgovorna samo ljudska aktivnost, većina se slaže da je ispuštanje ugljičnog dioksida iz fosilnih goriva jedan od glavnih krivaca. Koji god uzroci bili, posljedice zagrijavanja planeta ozbiljno prijete da unište većinu života na Zemlji do kraja ovog stoljeća. Zbog visokih temperatura neki dijelovi svijeta pretvoriće se u pustinje, a nivo mora će se podići i poplaviti druge dijelove. Kada bi svijet i našao način da smanji emisiju tih gasova na nulu, prekasno je da se Zemlja ohladi. "Ljudi treba da znaju da nema povratka onoj bogatoj, udobnoj, zelenoj i lijepoj Zemlji koju smo ostavili negdje u 20. stoljeću", kaže jedan od najpoznatijih svjetskih klimatologa, sir James Lovelock. I Rajendra Pachauri, šef UN-ovog međuvladinog klimatskog odbora i dobitnik

Nobelove nagrade za mir, upozorava svjetske lidere da svijetu prijete katastrofa ukoliko trenutno ne obuzda porast temperature Zemlje. "S jedne strane, kaže, ubrzano raste nivo mora - tokom 20. stoljeća čak 17 centimetara - dok s druge u Africi vlada nestašica pitke vode - do 2020. između 75 i 250 miliona ljudi moglo bi trpjeti zbog manjka vode." Noviji pokazatelji govore da se od Aljaske, preko Švicarske pa sve do Argentine ledenjaci rapidno smanjuju, otapa se i najdublji sloj leda, permafrost, i putuje okeanima. I ugledni britanski naučnik sir David Attenborough predviđa katastrofalne posljedice za eko-sistem Zemlje, naglašavajući da nauka jasno ukazuje da na klimatske promjene, besumnije, utječe čovjek. Ovo je prvi put da je sir David Attenborough javno iznio bojazan zbog utjecaja globalnog zagrijavanja na život na Zemlji. Donedavno su ga borci za očuvanje okoliša kritikovali što se nije javno izjašnjavao o ovom proble-

### Venecija poplavljena u 20 minuta

Krajem decembra prošle godine, u samo 20 minuta, jaka kiša i vjetar nivo mora oko Venecije podigli su na 1,56 metara, što je rezultiralo poplavom Trga Svetog Marka, ali i brojnih podruma i prizemlja domova i prodavnica. Venecijanske gradske vlasti istakle su da ovakva poplava nije zabilježena od kraja 1979. Gradonačelnik Massimo Cacciari pozvao je građane da ostanu u domovima, a onima koji su se ipak, iz nužde ili znatiželje odlučili prošetati, voda je dosegla iznad koljena. Podizanje nivoa mora između 1 i 1,3 metra nije rijetkost u Veneciji, a najveći nivo zabilježen je 1966. kada se more podiglo na 1,94 metra i kada su uništeni domovi oko pet hiljada građana. Zadnjih godina poplave su sve češće, zabilježeno ih je više od 50 u 15 godina a to, uz velike probleme građanima, nanosi štetu i turizmu. Najveća poplava u Veneciji bila je tačno prije godinu dana, kada je nivo vode bio čak 160 cm iznad nivoa mora.





mu. Iako dio stručnjaka pokušava zamagliti realnost filozofiranjem da je oduvijek bilo prirodnih promjena, dramatična događanja u prirodi ih opovrgavaju. Smanjuju se polarne kape, šumska područja, sve je više katastrofalnih požara, poplava, potresa i velikih uragana. Ono što je civilizacijski, odnosno tehnološki napredak donio čovjeku - visoka tehnologija, veliko iscrpljivanje Zemljinih resursa što se tiče fosilnih goriva, urbanizacija sa svojim posljedicama onečišćenja - ubrzalo je i njegovu propast. Bili krivci ili sukrovci za takvo stanje ili ne, ostaje činjenica da se klima sve više mijenja. A to dokazuje i ubrzano topljenje glečera, koji se svake godine tope sve više, dajući obol poplavama koje su preplavile svijet. Uzroci i tokovi prirodnih pojava često su površno objašnjeni, a u domaćoj javnosti u posljednje vrijeme češće se konstatuje da, nažalost, izostaju tumačenja hidrologa, hidrogeologa, hidrogeografa ili limnologa, stručnjaka koji daju osnovna objašnjenja o vodi, toj najkompleksnijoj i najvažnijoj prirodnoj pojavi na zemlji. Iako hidrološki grafikoni ukazuju na trostruko do peterostruko veće količine padavina od prosječnih, nema kontekstualnih tumačenja. Nema panel diskusija koje bi rasvijetlile ove pojave, a mediji u javnost plasiraju jednosmjerne informacije. O ovoj neobjašnjivo ignorantskoj praksi u eter je posljednjih dana, u povodu ponovljenih eksternih prirodnih nepogoda u našim krajevima, otišlo još riječi. Da li (opet) u vjetar, ili će se okolišni novinari napokon početi ozbiljnije početi baviti svojim poslom, pokazaće vrijeme. U tekstu pod naslovom „Poplavljeno novinarstvo“, koje su prenijele e-novine autor Ivo Lučić razmatra više aspekata ove prirodne pojave u svjetlu slabašnih in-

formacija proslijeđenih široj javnosti. „U temelju svega stoji i sve bitno određuje loše novinarsko poznavanje prirode i okoliša. Mediji uglavnom nemaju novinare koji su dovoljno obrazovani, obučeni i koji su isključivo odgovorni za praćenje okoliša, nego to često rade kao dodatak praćenju neke institucije, nerijetko energetskog sektora, i tako su hoćeš-nećeš u sukobu interesa. S druge strane, jedan ortački odnos novinara i politike, čak i kad su negativno međusobno orijentirani, omogućuje ocjenu da je politika najvažnija od svega, čija je žrtva i pisanje o prirodi. Ovakvi događaji uvijek dobro dođu kao dokaz da je priroda ipak u biti neprijatelj“. Ostaje činjenica da se o poplavama izvještava jednodimenzionalno, da se pažnja uglavnom usmjerava na nemoćne stradalnike, civilnu zaštitu, meteorologe i hidrometeorologe.

### Posljednji apel naučnika

Svjetski klimatolozi ukazuju da je neophodno brzo i efikasno djelovati u borbi protiv klimatskih promjena, jer posljedice mogu biti mnogo ozbiljnije nego što se do sada predviđalo. To se navodi i u studiji Istraživačkog instituta iz Potsdama, objavljenoj uoči konferencije o klimatskim promjenama u Kopenhagenu. Prema tim istraživanjima, prosječna temperatura vazduha mogla bi do 2100. porasti za sedam stepeni. Činjenica da su emisije štetnih gasova od 1990. do 2008. povećane za 40 posto otežava ostvarivanje postavljenih ciljeva, među kojima je i ograničavanje globalnog zagrijavanja na dva stepena. „Svaka godina kašnjenja u djelovanju povećava šanse da zagrijavanje premaši dva stepena“, upozorili

### Ko će platiti ceh...

... Pitao se liberalni dnevnik Milliyet nakon prošlogodišnjih septembarskih poplava u najvećem gradu Republike Turske. Za dramatične poplave krive su vlasti koje su bez kriterija izdavale građevinske dozvole oko vodotokova u gradu s više od 12 miliona stanovnika, piše list. Zbog velikih poplava bujice su doslovno gutale gradske četvrti, nivo vode je narastao dva metra, i voda poplavila nekoliko glavnih prometnica i autocestu do aerodroma, te prevrtala automobile iz kojih su se vozači u zadnji čas spašavali penjanjem na krov vozila ili drveće. Premijer Recep Tayyip Erdogan, bivši istanbulski gradonačelnik, poplave je nazvao „katastrofom stoljeća“. Dnevni list Vatan ironizirao je ocjenu gradonačelnika Istanbula da su poplave posljedica globalnog zatopljenja. „Eto odgovornih: građanin i priroda“ piše „Vatan“! Istanbul ima 12,5 miliona stanovnika, sa širom okolinom više od 15 miliona, ali su se vlasti oglušivale o haotičnu gradnju, praćenu uvođenjem divlje infrastrukture.





su stručnjaci. Prema riječima direktora instituta iz Potsdama Hansa Joakima Šelnhubera, taj izvještaj predstavljao je "posljednji apel naučnika" uoči konferencije u Kopenhagenu. "Oni moraju da saznaju istinu o globalnom zagrijavanju i rizicima koji su bez presedana", istakao je Šelnhuber. Jedna od najalarmantnijih posljedica klimatskih promjena jesu ekstremni meteorološki uslovi - tropske vrućine, suše i poplave. Ako se ne poduzmu efikasne mjere, više ekosistema biće zauvijek uništeno, ukazuje se u izvještaju i upozorava da bi najveća tropska šuma na svijetu, Amazonija, za nekoliko decenija mogla da se pretvori u savanu zbog uništavanja šuma i suše. Da bi se globalno zagrijavanje ograničilo na dva stepena, potrebno je da se između 2015. i 2020. zaustavi povećanje emisija štetnih gasova, kako bi se do kraja stoljeća došlo do "društva sa nula posto emisija štetnih gasova", navode naučnici.

### Voda i katastrofe

U razdoblju od 1990. do 2001. bilo je ukupno 2.200 katastrofa izazvanih vodom i to: poplava: 50 posto; bolesti koje nastaju u vodi: 28 posto; suše: 11 posto; nanosi i lavine: 9 posto; glad: 2 posto. Geografska raširenost katastrofa je: u Aziji 35 posto; u Sjevernoj i Južnoj Americi 20 posto; u Evropi 13 posto; u Africi 29 posto i u Okeaniji 3 posto. Broj mrtvih u katastrofama: 50.000 - 1999.; 40.000 - 1998. Štete od katastrofa: 70 milijardi US dolara - 1999.; 30 milijardi US dolara - 1990. Suše su izazvale 280.000 smrtnih slučajeva u razdoblju od 1991. do 2000. Poplave uzrokuju 15 posto svih smrtnih slučajeva prirodnih katastrofa, glad izaziva 42 posto smrtnih slučajeva zbog katastrofa. Približno 66 miliona ljudi trpjelo je posljedice poplava u razdoblju od 1973. do 1997. Između 1987. i 1997. 44 posto svih poplavnih katastrofa pogodile su Aziju, pri tome su odnijele 228.000 života (oko 93 posto svih smrtnih stradanja u poplavama).



Prag

### I Kopenhagen bez odgovora

Dnevnik Independent on Sunday ishod samita održanog u decembru 2009. u Kopenhagenu ocijenio je "povijesnim neuspjehom". Observer je prenio mišljenje klimatologa da ishod najvećeg ekološkog samita u 21. stoljeću samita predstavlja katastrofu za siromašne zemlje, jer nije uvažena hitnost problema s kojima je suočeno stanovništvo tih zemalja. UN-ova konferencija o klimi u Kopenhagenu završila se bez konkretnog dogovora, dokazujući da svijet nije u stanju donijeti globalnu klimatsku strategiju. Dogovoreno je jedino da se uloži više novca u borbu protiv onečišćenja, i to 30 milijardi dolara u iduće tri godine. Glavni krivci neslavnog završetka su Kina i SAD, zaključili su predstavnici Evropske unije. Barack Obama izjavio je kako je u zasebnim pregovorima s Kinom ipak postigao sporazum o smanjenju stakleničkih gasova i da je riječ o velikoj prekretnici bez presedana.

– Sporazum iz Kopenhagena pokazatelj je spremnosti da se ide naprijed - kazao je predstavnik UN-a za klimatska pitanja Yvo De Boer.

Naglasio je da da sporazum ne precizira tačna smanjenja emisije industrijskih zemalja, niti kako će biti plaćeno 30 milijardi dolara namijenjenih pomaganju siromašnim zemljama ugroženim klimatskim promjenama.

Greenpeace, pak, samit opisuje kao propuštenu priliku da se donese zakonski obavezujući sporazum.

### Do 2050. poplave će ugrožavati dvije milijarde ljudi

I pored toga što se klimatske promjene ne mogu sa sigurnošću povezati sa dugotrajnim kišama, naučnici predviđaju češće vremenske neprilike u godinama koje dolaze. Izvještaj britanske vladine agencije The Environment Agency Sustainable Development Unit iz 2001. kaže: "Velike poplave koje su se ranije događale u prosjeku svakih sto godina mogu se početi događati svakih 10 ili 20 godina. Poplave mogu postati dugotrajnije, a ugrožene oblasti znatno veće, pa čak obuhvatiti i područja za koja je do tada bilo nezamislivo da budu poplavljena. Problemi koji prijete razvijenim i nerazvijenim područjima planete su različiti, mada će i jednim i drugima stvoriti velike glavobolje. Već sada se mijenja dosadašnja praksa izgradnje stambenih i poslovnih objekata, počev od lokacija, nadmorske visine, korištenih materijala itd. Manje razvijene i nerazvijene zemlje imaju nešto „životnije“ probleme koji se, prije svega, odnose na prevenciju velikog broja žrtava zbog nabujalih rijeka. Iako je povećanje padavina izazvano globalnim otopljavanjem, glavnu ulogu kod poplava igraju i neki drugi faktori. Ogoļjavanje, tj. sječa šuma takođe ima veliki uticaj, pošto šume imaju veliku moć upijanja

vode. Ako ljudi nastave da uništavaju te površine, vodu neće upijati hiljade i milioni stabala a imaće i više prostora za prolazak, što povećava rizik za naseljena mjesta. Močvare takođe imaju veliku sposobnost upijanja vlage, ali one se danas masovno isušuju radi industrijskog razvoja. Obalna područja na cijeloj planeti prva su na udaru u slučaju podizanja nivoa mora. Štetu bi u tom slučaju pretrpjele i priobalne površine koje se koriste u poljoprivredne svrhe. Od 15 najvećih gradova svijeta čak 13 se prostire u priobalnim zonama, tako da će u slučaju povećanja nivoa mora biti neophodno izgraditi skupe odbrambene mehanizme. A svuda gdje bude ugrožen čovjek, na udaru će se naći i biljni i životinjski svijet. Zbog klimatskih promjena, uništavanja šuma i rasta stanovništva, poplave će do 2050. ugrožavati dvije milijarde ljudi u onim dijelovima svijeta koje i sada ugrožava ta prirodna katastrofa, kaže se u izvještaju Ujedinjenih

naroda  
Već sada milijarda ljudi, ili šestina svjetskog stanovništva, živi u područjima u kojima se ponavljaju poplave. Očekuje se da će se do spomenute godine broj stanovnika u svijetu popeti na devet milijardi. Trenutno u poplavnim područjima u svijetu živi oko 500.000 ljudi. Poplave svake godine odnesu 25.000 života i nanesu ogromnu materijalnu štetu. Najviše poplava bilježi Azija, gdje je poplavama ugroženo oko 400.000 ljudi. UN je prije nekoliko godina u Bonnu otvorio Sveučilišni institut za okoliš i sigurnost ljudi, koji se bavi mjerama ublažavanja uticaja prirodnih katastrofa. UN ističe da je između 2004. i 2006. udvostručen broj prirodnih katastrofa, s prosječnih 200 na 400 godišnje, što uključuje toplotne udare, suše, požare i oluje. Broj poplava u tom je razdoblju povećan sa 60 na 100 godišnje.

### **Kultura sprečavanja**

Najveći prioritet Svjetske meteorološke organizacije (SMO) sa sjedištem u Ženevi jeste sprečavanje i ublažavanje prirodnih katastrofa. Godinu 2006. SMO je posvetila upravo temi sprečavanja i ublažavanja prirodnih katastrofa. Time je istaknuta činjenica da je 90 posto svih prirodnih katastrofa vezano za vrijeme, klimu i vodu i da SMO i nacionalne meteorološke i hidrološke službe (NMHSs) u svim zemljama imaju ključnu ulogu u doprinosu sprečavanju, pripremljenosti i ublažavanju prirodnih katastrofa, kao i onih koje nastaju u urgentnim situacijama vezanim za životnu sredinu. Pregled ekstremnih pojava u nedavnoj prošlosti pokazuje njihov rastući uticaj na održivi razvoj. Naprimjer: godinu 2005. obilježile su dugotrajne poplave u dijelovima roga Afrike, Evrope i Azije, Australije i Brazila. Malavi je pretrpio najgore suše u ovoj deceniji. Velike kiše, u nekim slučajevima dotad nezabilježene, prouzrokovale su velike poplave u različitim dijelovima svijeta. Rekordan broj razarajućih uragana je zabilježen nad Atlantskim oke-

anom. Te godine ozonska rupa nad Antarktikom je bila treća po veličini ikad zabilježena nakon 2000. i 2003. Došlo je i do znatnog smanjivanja ozonskog sloja nad Arktikom. I 2004. je okarakterisana kao veoma teška u pogledu prirodnih katastrofa. Posebno je veliko bilo razaranje tsunamijem iz Indijskog okeana. U desetogodišnjem periodu, od 1992 - 2001. prirodne katastrofe u cijelom svijetu bile su vezane za više od 622.000 smrtnih slučajeva i uticale na preko dvije milijarde ljudi. Ekonomski gubici usljed hidrometeoroloških katastrofa procijenjeni su na 446 milijardi dolara, predstavljajući oko 65 posto ukupnih gubitaka svih prirodnih katastrofa u ovom periodu. Ekonomski uticaj prirodnih katastrofa je pokazao značajan trend rasta u proteklih nekoliko decenija. Ovim katastrofama bile su najviše pogođene zemlje u razvoju, naročito grupa najmanje razvijenih zemalja, čime se povećava njihova ugroženost, a njihov ekonomski i društveni razvoj vraća ih decenijama unazad.

### **Sporazumi otišli niz vodu**

U proteklih 60 godina u svijetu je potpisano gotovo 300 međunarodnih sporazuma o vodi, dok je u isto vrijeme zabilježeno 37 međudržavnih incidenata/sukoba oko vode. Najčešći uzroci bili su nestašica vode, izgradnja brana, preveliko crpljenje vode, sustavno ili iznenadno zagađenje vode, te nepoštivanje ranijih dogovora. Najveće opasnosti i mogući uzroci sukoba leže u ogromnom porastu broja stanovnika, te neodgovornom gospodarenju vodnim resursima. U obzir treba uzeti i klimatske promjene koje za posljedicu imaju nove regionalne razlike u količini i kvalitetu vodnih resursa. Klimatske promjene donose veću učestalost ekstremnih događaja (iznenadne poplave, suše, obalno poplavlivanje). Za njihovo rješavanje često je potrebna saradnja svih zemalja u porječju.

### **Valovi vrućina i poplava**

Ipak, najveća prijetnja našoj planeti nisu klimatske promjene, nego sebičnost i pohlepa. Znaju se mehanizmi, uzroci i posljedice, ali se vikanjem rana bez uklanjanja uzroka ne postižu željeni učinci. Danas i školska djeca znaju da se izgaranjem uglja, nafte i plina, intenzivnim ratarstvom i sječom šuma onečišćuje atmosfera stakleničkim gasovima, što uzrokuje zagrijavanje Zemlje.

Nalazimo se usred najtoplijeg razdoblja u posljednjih milion godina.

Ako klimatske promjene dosegnu maksimum, potpuno će promijeniti naš način života s ekstremnim i nepovratnim uticajem na okoliš.

Društvo koje samoubilački potkopava ekološke temelje svjesno srlja u propast. Ako prevlada svijest o neophodnosti očuvanja prirodnih bogatstava, bićemo nadomak manje nepovoljnog scenarija. U su-



protom, valovi vrućina ili poplava za svega nekoliko desetljeća postaću uobičajena pojava.

Evo nekoliko primjera očekivanih posljedica klimatskih promjena.

Prema studiji objavljenoj u švicarskom Journal of Geophysical Research, valovi vrućine u Evropi traju u prosjeku dvostruko duže nego prije sto godina. To potvrđuju mjerenja u 54 stanice, od Švedske do Hrvatske. Riječ je o dosad najpreciznijim dnevnim mjerenjima, što je potvrdila i Američka geofizička unija.

Autor studije Paul Della-Marta i njegove kolege sa sveučilišta Bern otkrili su u podacima iz pedesetih godina prošlog stoljeća moguće naznake klimatskih promjena. Istraživanje, uz sve više drugih dokaza,

potkrepljuje zaključak da je zapadnoevropska klima postala ekstremnija.

Kad se promijeni klima, izumiraće one vrste koje se neće moći prilagoditi ili pronaći drugo stanište. Rezultati nedavne međunarodne studije upozoravaju da će oko trećine vrsta na Zemlji nestati do 2050. Pustinje će se povećavati, ostavljajući velike dijelove planeta nenastanjivim za ljude, najviše zbog manjka vode. Ekstremne suše mogle bi djelovati na tri milijarde ljudi do 2050.

Povećanje razine mora vjerovatno je najdramatičnija posljedica globalnog zagrijavanja, a prema predviđanjima, nivo mora porašće za jedan metar do kraja 21. stoljeća, brišući s lica zemlje cijele države. I obalna područja u Evropi suočiću se s velikom opa-

### Mega poplava stvorila Sredozemno more prije pet miliona godina

Današnje Sredozemno more nastalo je zahvaljujući velikoj poplavi iz Atlantika prije 5,3 miliona godina, pokazalo je istraživanje pod vođstvom Daniela Garcia-Castellanosa iz španjolskog instituta CSIC, objavio je časopis Nature. Naučnici smatraju da je Sredozemno more ostalo bez veze sa svjetskim okeanima prije 5,6 miliona godina. Velika poplava provalila je potom kroz gibraltarski tjesnac i ponovno napunila sredozemni bazen. Poplavu su mogli izazvati tektonski poremećaji, erozija i rast nivoa mora. Bušotine i seizmički podaci otkrili su 200 kilometara dug kanal kroz gibraltarski tjesnac koji su oblikovale poplavne vode. Poplava je počela manjim prelijevanjima tokom nekoliko hiljada godina, no 90 posto vode, prema njihovom mišljenju, potom se prelilo u samo dvije godine. U ponovnom povezivanju Sredozemlja s Atlantikom moguće je da je razina mora povremeno rasla čak i više od 10 metara dnevno.



Poplave u Saudijskoj Arabiji



snošću. Najveća opasnost prijeti Nizozemskoj, čijih je 60 posto površine ispod razine mora. Zbog više temperature zraka proširiće se bolesti poput malarije koja već sad ubija milion ljudi godišnje, većinom djece.

Kada se otopi ledeni prekrivač na Grenlandu, promijeniće se nivo soli u sjevernim okeanima, i između 2025. i kraja stoljeća mogla bi nestati Golfska struja. Ta topla struja više neće prolaziti sjevernim Atlantikom, pa će se Evropa i Sjeverna Amerika suočiti s novim ledenim dobom.

Ako se ne preduzme djelotvorna akcija protiv klimatskih promjena, njemačka vlada procjenjuje da bi godišnje štete mogle dosegnuti 100 milijardi eura. Crveni križ upozorava da će sljedećih 20 godina šteta prouzrokovana klimatskim promjenama u zemljama u razvoju dosegnuti sedam do deset triliona eura.

### Šta možemo učiniti SADA?

Stvarni ekološki integritet može se postići samo zajedničkim naporima. Kriza okoliša je kriza osnovnih životnih vrijednosti. Kako bi svijet gledali na drugačiji način, treba mijenjati sebe. Uz promjene koje možemo napraviti u svakodnevnom životu, još važnije je mijenjati politiku na nacionalnom i međunarodnom nivou. Šta čovjek može učiniti? Evo nekih ideja:

- Oblikovati načine očuvanja prirodnih bogatstava.
- Usvajati zajedničke životne odluke koje vode očuvanju i recikliranju.
- Oni koji imaju spoznaju o složenosti stanja, treba da se više zalažu u promjeni političkih odluka.
- Donosioci odluka u oblasti prirodnih resursa treba, između ostalog, i da redovno kontaktiraju sa domaćim nevladinim organizacijama koje brinu o zaštiti okoliša i pomognu ostvarivanju njihovih projekata i kampanja.
- Podržavati aktiviste za zaštitu okoline kada govore u pravcu održivog razvoja lokalne zajednice.
- Razgovarati s beskućnicima, prognanicima, izbjeglicama i starosjediocima. Podupirati njihova nastojanja za povrat zemlje, vode, šume itd...

Kao pojedinac u zajednici čovjek može:

- Reciklirati sve što se može reciklirati: plastiku, ostatke voća i povrća, papir, karton, staklo i konzerve.
- Preispitati potrošačke navike. Kupovati i koristiti samo ekološki pakovane proizvode. Tražiti deterdžent, sapun i sredstva za čišćenje koja nose ekološki znak.
- Pravit prirodno gnojivo - kompost, dodajući par glista i lišća, kao i drugi otpad iz vrta. Kompost će biti prirodno i visoko djelotvorno gnojivo za zemlju.

- Poticati proizvođače na odgovornost za recikliranje potrošenih i rabljenih mašinskih dijelova u proizvodima kao što su TV i kompjuteri.
- Smanjiti potrošnju vode, korištenje automobila, paljenje nerekiclriranih tvari, ispuštanje freona, potrošnju električne energije koristeći odgovarajuće fluorescentne žarulje.
- Podsjećati mjesnu vlast na recikliranje i smanjenje otpada, kao i donošenje zakona o recikliranju,
- Podsjećati domaće proizvođače na korištenje jednostavnijeg pakovanja njihovih proizvoda,
- Podsjećati vlast na čuvanje električne energije i korištenje djelotvornijih električnih sustava,
- Podsjećati državne vlasti na izvršavanje obećanja u vezi sa očuvanjem čovjekove okoline,
- Podsjećati sve koje susrećemo u svakodnevnom životu kako živimo previše lagodno i kako za svoje potrošačke navike treba da se koristimo načelima: smanji-recikliraj-ponovo koristi-podsjeti.



# HIGIJENSKO-SANITARNI ASPEKTI VODOSNABDIJEVANJA NA PODRUČJU OPĆINE NOVI TRAVNIK

## UVOD

**V**

oda, kao neophodna i nezamjenljiva životna namirnica, ima svoj zdravstveni, fiziološki, epidemiološki i higijensko sanitarni značaj.

Sa higijensko- sanitarnog aspekta, veoma je važan način vodosnabdijevanja koji može biti: individualni i javni (organizovani) način sanbdijevanja pitkom vodom.

Općina Novi Travnik koja zauzima površinu od 233 km<sup>2</sup> i u kojoj živi 30 624 stanovnika, a od čega 12 000 u gradu, ima svoje sanitarno higijenske osobitosti snabdijevanja vodom.

Preduzeće koje upravlja vodosnabdijevanjem na području Općine Novi Travnik jeste Javno komunalno preduzeće "Vilenica Vodovod".

Prvi stari gradski vodovod koji je izgrađen 1951. god. sa vodotoka Jaglenica, svojim kapacitetom od 30 l/s već nakon 10 godina nije mogao podmiriti potrebe grada za vodom. Vodovodni sistem Novog Travnika trenutno dobija vodu gravitaciono sa izvorišta Dusina, Lupežovac i zatim usputnim vrelima na lokalitetima postojeće hlorne stanice, izvorištu P.K. Točak

i izvorištu Oparac. Zbog povećanog sadržaja sulfata voda sa izvorišta Oparac se ne pušta u vodovodni sistem.

Izvorište Dusina zahvaćeno je sa dva, a izvorište Lupežovac sa tri kaptažna objekta. Srednja izdašnost ovih izvorišta je sljedeća: Dusina QSR = 40 l/s, Lupežovac Qsr = 18 l/s, P.K. Točak QSR = 7 l/s i postojeće hlorne stanice QSR = 5 l/s što ukupno za sva izvorišta iznosi QSR = 70 l/s.

## CILJEVI RADA

1. Utvrditi (na osnovu lokalno inspekcijskog nalaza) higijensko-sanitarne osobitosti izvorišta centralnog vodovoda „Opštine Novi Travnik“.
2. Analizirati fizičko-hemijske karakteristike vode iz centralnog vodovoda općine Novi Travnik u periodu od 2005-2008. godine.
3. Analizirati mikrobiološke karakteristike vode iz centralnog vodovoda općine Novi Travnik u periodu od 2005-2008. godine
4. Dati procjenu stanja vodosnabdijevanj iz lokalnih i individualnih vodnih objekata na području općine Novi Travnik.



## REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu **lokalno inspekcijskog nalaza** na terenu je utvrđeno postojanje sve tri zaštitne zone sanitarnog režima oko izvorišta Dusina.

Sastavni dio vodovoda je i sabirni rezervoar. Sabirni rezervoar nalazi se u selu Petaci. U tom rezervoaru spajaju se dva glavna dovoda, odnosno dvije glavne cijevi od dva najveća izvorišta, izvorišta Dusina i izvorišta Lupežovac. Objekat je širine 3m a dužine 6m i ma samo uži zaštitni pojas.

Izdašnost izvorišta Točak iznosi  $Q=7$  l/s. Ono je posljednje izvorište koje je pripojeno glavnom dovodu prije hlorne stanice.

Hlorna stanica nalazi se 500m nizvodno od izvorišta Točak. Izgrađena je 1963. godine a posljednja rekonstrukcija izvršena je 1985. godine kada je ugrađen i automatski gasni hlorinator. Oko hlorne stanice postoji uži zaštitni pojas. Rad u hlornoj stanici vrši se na propisan i odgovarajući način. Stražarska služba u hlornoj stanici je stalno organizovana.

### Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja vode iz centralnog vodovoda općine Novi Travnik u periodu 2005-2008 god.

Da bi sagledali zdravstvenu ispravnost vode za piće neophodno je predstaviti rezultate laboratorijskih analiza (fizikalno hemijske i mikrobiološke).

U navedenom četvorogodišnjem periodu (2005-2008. godina) ukupno je urađeno 36 fizičko hemijskih analiza što nije veliki broj. Iz tabele je uočljivo da rezultati urađenih fizičko-hemijskih analiza voda iz centralnog vodovoda općine Novi Travnik pokazuju

odstupanja od normalnih vrijednosti u 15% slučajeva u odnosu na ukupni broj izvršenih analiza, što je predstavljeno i na sljedećem grafikonu (grafikon. 1.).

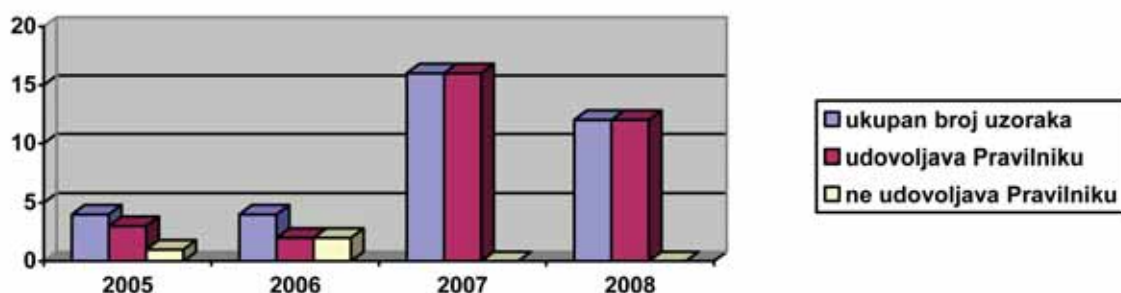
U 2005-oj i 2006-oj godini broj izvršenih analiza je po 4, dok je taj broj u 2007. godini četverostruko veći (16) u odnosu na period u predhodne dvije godine, a u 2008. godini taj broj se trostruko povećao (12) u odnosu na navedeni period. Takođe vidimo da se kvalitet vode znatno poboljšao u 2007. i 2008. godini u odnosu na 2005. godinu gdje je bilo odstupanja 10% od uslova koje zahtijeva Pravilnik, a u 2006. godini odstupanje je bilo 50% od uslova koje zahtijeva Pravilnik.



Tabela br. 1. Rezultati fizičko-hemijskih analiza vode iz centralnog vodovoda općine Novi Travnik u periodu 2005-2008 godine.

GODINA	UKUPNO UZORAKA	FIZIČKO-HEMIJSKA ANALIZA			
		UDOVOLJAVA PRA.		NE UDOVOLJAVA PRA.	
2005	4	3	90%	1	10%
2006	4	2	50%	2	50%
2007	16	16	100%	-----	-----
2008	12	12	100%	-----	-----
UKUPNO	36	33	85%	3	15%

Grafikon br. 1. Rezultati fizičko-hemijskih analiza vode iz centralnog vodovoda općine Novi Travnik u periodu 2005-2008 godine.





Rezultati bakterioloških analiza prikazani su na sljedećoj tabeli (tabela br. 2.)

Iz tabele je uočljivo da je ukupni broj bakterioloških analiza koje su izvršene u periodu od 2005-2008.godine iznosio 418 analiza. Od tog broja 397 izvršenih analiza (96%), udovoljava Pravilniku dok 21 izvršena analiza (4%) ne udovoljava, što je predstavljeno i grafički (grafikon br. 2.)

### Stanje vodosnabdijevanja iz lokalnih i individualnih vodnih objekata na području općine Novi Travnik

Na području općine Novi Travnik postoji 17 mjesnih zajednica. U tim mjesnim zajednicama nalazi se naseljeno ukupno 51 seosko naselje u kojim postoje lokalni i individualni vodni objekti čiju evidenciju posjeduje Higijensko epidemiološka služba Doma zdravlja Novi Travnik.

Na području općine postoji 100 manjih izvorišta iz kojih se snabdijeva vodom lokalno, seosko stanovništvo.

Kako se radi o velikom broju izvorišta, predstaviti ćemo neke veće koji snabdijevaju veći procenat seoskog stanovništva, a to su: **Surduk, Brus, Zekin potok, Brizanac i Sinjski brijeg.**

**Izvorište Surduk** nalazi se u mjesnoj zajednici Kasapovići. Sa izvorišta Surduk ukupno se snabdijeva vodom 569 stanovnika. Izvorište sa kaptazama nalazi se iznad naselja. Oko izvorišta postoji uža zaštitni pojas dok širi ne postoji. Kaptaze se nalaze u šumi a sabirni bazen ispod šume. Ukupna zapremina sabirnog bazena iznosi 60 m<sup>3</sup>. Uređaji za preradu

vode sa izvorišta ne postoje. Dezinfekcija vode se ne vrši. Redovna higijenska kontrola vode se neradi, povremeno se provodi bakteriološka analiza vode.

**Izvorište Brus** nalazi se u mjesnoj zajednici Orašac. Sa izvorišta Brus ukupno se snabdijeva 449 stanovnika. Lokalni vodni objekat izgrađen je 1979. godine. Izvorište se nalazi 500m udaljeno od kuća korisnika. Oko izvorišta postoji uža zaštitni pojas dok širi ne postoji. Teren oko kaptaze i sabirnog bazena je brdovit, kamenit a cijelom dužinom oko tog područja nalazi se šuma. Ukupna zapremina sabirnog bazena iznosi 30 m<sup>3</sup>. U širem pojasu od izvorišta nalaze se nužnici. Uređaji za prečišćavanje vode ne postoje, dezinfekcija vode se ne vrši. Redovna higijenska kontrola vode se ne radi.

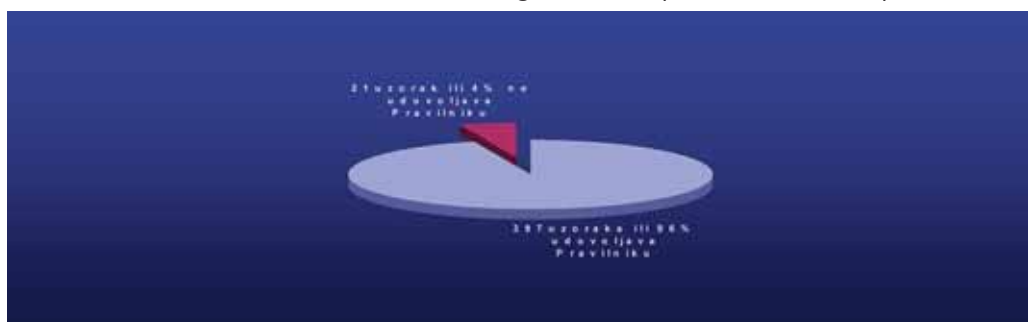
**Izvorište Zekin potok** nalazi se u mjesnoj zajednici Rat. Sa izvorišta Zekin potok ukupno se snabdijeva 540 stanovnika. Lokalni vodni objekat na izvorištu izgrađen je 1979.godine. Izvorište se nalazi udaljeno 1000m od prvih potrošačkih kuća. Oko izvorišta postoji samo uža zaštitni pojas. Teren oko izvorišta je šumovit a dva sabirna bazena nalaze se na livadama i njihova ukupna zapremina iznosi 20 m<sup>3</sup>. U širem pojasu od izvorišta nalaze se nužnici. Uređaji za prečišćavanje vode ne postoje, dezinfekcija vode se ne vrši. Redovna higijenska kontrola vode se ne radi.

**Izvorište Brizanac** nalazi se u mjesnoj zajednici Bučići. Sa izvorišta Brizanac ukupno se snabdijeva vodom 312 stanovnika. Lokalni vodni objekat na izvorištu izgrađen je 1973. godine. Izvorište se nalazi pored potoka, ispod puta. Teren oko kaptaze kamenit. Izvorište posjeduje sabirni bazen čija ukupna zapremina iznosi 30 m<sup>3</sup>. Oko izvorišta postoji samo

Tabela br. 2. Rezultati mikrobioloških analiza vode iz centralnog vodovoda općine Novi Travnik u periodu od 2005-2008. godine

GODINA	UKUPNO UZORAKA	BAKTERIOLOŠKA ANALIZA VODE			
		UDOVOLJAVA	PRAV.	NE UDOVOLJAVA	PRA.
2005	54	54	100%	0	0%
2006	52	50	96%	2	4%
2007	202	187	93%	15	7%
2008	110	106	96%	4	4%
UKUPNO	418	397	96%	21	4%

Grafikon br. 2. Rezultati mikrobioloških analiza vode iz centralnog vodovoda općine Novi Travnik u periodu od 2005-2008. godine





Detalj sa pumpne stanice lokalnog vodovoda

Foto: Arhiva AVP Sava

uži zaštitni pojas. U širem pojasu od izvorišta nalaze se nužnici. Uređaji za prečišćavanje vode ne postoje, dezinfekcija vode se ne vrši. Redovna higijenska kontrola izvorišta se neradi nego povremena.

**Izvorište Sinjski brijeg** nalazi se u mjesnoj zajednici Šenkovići. Sa izvorišta Sinjski brijeg ukupno se snabdijeva vodom 504 stanovnika. Izvorište se nalazi iznad naselja u šumi. Udaljenost izvorišta od naselja iznosi 4000m. Oko izvorišta postoji samo uži zaštitni pojas. Izvorište posjeduje sabirni bazen čija ukupna zapremina iznosi 50 m<sup>3</sup>. U širem pojasu od izvorišta nema nužnika. Uređaji za preradu vode ne postoje, dezinfekcija vode se ne vrši. Redovna higijenska kontrola vode se ne radi.

Osnovni problem lokalnih vodnih objekata na području općine Novi Travnik je taj, što su oni briga lokalnog stanovništva i što se ne vrši redovna kontrola vode na zdravstvenu ispravnost, kao ni dezinfekcija vode. Provode se povremene bakteriološke kontrole vode većinom na zahtijev mještana, i povremene kontrole od strane HES-a Doma zdravlja Novi Travnik.

U 2007. godini provedena je prva poslijeratna planska akcija kontrole vode u lokalnim vodnim ob-

jektima, a vršena je mikrobiološka kontrola. U toj akciji obuhvaćeno je svih 100 izvorišta, i od tog broja na 90 izvorišta voda je udovoljavala Pravilniku dok na 10 izvorišta nije udovoljavala Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode zbog izolovane *Escherichia coli*.

## ZAKLJUČCI

1. Na osnovu lokalno inspeksijskog nalaza stanje centralnog vodovoda općine Novi Travnik je zadovoljavajuće (Oko glavnih izvorišta postoje zone sanitarne zaštite, kaptaze zadovoljavaju higijensko-sanitarne uslove, hlorna stanica propisno ograđena i zaštićena, a voda se redovno hloriše uz stručni nadzor).
2. Rezultati fizičko-hemijskih analiza vode iz centralnog vodovoda općine Novi Travnik u periodu 2005-2008. godine u 4% slučajeva ne zadovoljavaju uslove koje zahtijeva Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće.
3. Rezultati mikrobioloških analiza vode iz centralnog vodovoda općine Novi Travnik u periodu 2005-2008. godine u 15% slučajeva ne zadovoljavaju uslove koje zahtijeva Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće.
4. Stanje vodosnabdijevanja iz lokalnih i individualnih vodnih objekata nije zadovoljavajuće (ne vrši se redovna kontrola vode na zdravstvenu ispravnost, niti dezinfekcija vode ni u jednom individualnom ili lokalnom vodnom objektu na području općine Novi Travnik).

## LITERATURA

1. Golaš E. (1998) Vodovodni sistem Novog Travnika, Novi Travnik, 2, 3;
2. Jusupović F. (1999) Higijena i zdravstvena njega, JU Biblioteka, Lukavac, 63, 64;
3. Jusupovic F. (2008) Higijena pitke vode. Univerzitet u Sarajevu, Fakultet zdravstvenih Studija.
3. Petrešin E. (1989) Vodovod 1, Ljubljana, 80, 81;
4. Salihović H. (2002) Kvalitet vode, zraka i tla kao osnova za kvalitet življenja i zdravlja stanovništva, Neum, 31, 32;
5. Višo S., Matić M., Kovačević A., Poljarević M. i saradnici (1989) MMK Bratstvo, Novi Travnik, 9, 11.

Grafikon br. 3. Rezultati mikrobiološke kontrole vode lokalnih vodnih objekata na području općine Novi Travnik



# JAVNI I TRŽIŠNI INTERESI U SISTEMU VREDNOSTI UPRAVLJANJA VODAMA

## UVOD

**U**mešovitoj ekonomiji koja je preovlađujuća, tržište nije isključivi mehanizam koordinacije privrede zbog čega se pojavljuje potreba angažovnja države da pored tržišne uspostavi birokratsku koordinaciju i sa uslovima za obavljanje aktivnosti zasnovanih na dobrovoljnoj osnovi (altruistički). Delatnost upravljanja vodama pripada javnom sektoru pod kojim podrazumevamo sistem angažovanja države u oblastima voda sa određenim brojem podsistema različitih karakteristika.

Vodeći podsistem u upravljanju vodama je raspolaganje (korišćenje) voda koji čine vodne usluge i aktivnosti koje imaju značajan uticaj na status i stanje voda na rečnom slivu. Osnovne aktivnosti u podsistemu su donošenje zakona, strategija upravljanja vodama, planova i programa upravljanja rečnim slivovima i vodnim područjima, donošenje pravila, instrumenta i mera raspolaganja (korišćenja) voda sadržanih u vodnom i vodoprivrednom bilansu i režimu. Podsistem funkcioniše na osnovama birokratske koordinacije i principima budžeta i novčanih fondova sa porezima, naknadama, taksama i drugim javnim prihodima.

Drugi podsistem upravljanja vodama su vodne usluge koje se odnose na usluge izvlačenja, zahvatanja, prihvatanja, zadržavanja, akumuliranja, skladi-

štenja, prečišćavanja i distribucije površinskih i podzemnih voda zajedno sa prikupljanjem otpadnih voda i postrojenjima za prečišćavanje i osmatranje, opažanje, identifikovanje, sprečavanje i sprovođenje poplavnih talasa, leda i suvišnih voda. Podsistem karakteriše monopolsko ponašanje subjekata na osnovama tržišne koordinacije sadržanih u ponudi, tražnji, troškovima, cenama, kvalitetima i kanalima distribucije. Pružanje vodnih usluga direktno zavisi od obezbeđenosti infrastrukturnim objektima i sistemima, primene fizičkih i hemijsko-bioloških mera za ostvarivanje „dobrog“ statusa i stanja voda i stabilnosti funkcionisanja sistema. Vodnim uslugama zadovoljavaju se javni i privatni interesi sa ciljem postizanja ekonomičnosti i efikasnosti.

Treći podsistem u upravljanju vodama su aktivnosti koje nisu ni korišćenje vode ni vodne usluge ali imaju uticaj na upravljanje putem određenih udruženja (za ribarstvo, ekologiju i dr.) koji u dužem periodu korišćenja voda mogu i promeniti stanje i status voda.

Osnovni zadatak upravljanja vodama nije oslanjanje na formalni odnos u izgradnji i održavanju objekata i sistema već u povećanju efikasnosti, ekonomičnosti i efektivnosti. Upravljanje vodom je struka i zanimanje koja se u prošlosti orjentisala na zadovoljavanje minimalne funkcionalne sposobnosti



sistema, a ne i na stimulisanje raspolaganja (korišćenja) voda (zaštiti od voda, zaštiti i upotrebi vode) i pokretanje razvoja aktivnosti u oblastima koje ne mogu da opstanu, privređuju i razvijaju se bez vode.

## UPRAVLJANJE VODAMA

Upravljanje vodama po svom značaju i važnosti stavlja se u istu grupu delatnosti, a i ispred njih, kao što je proizvodnja hrane, sirovina i energije. Ovo zbog toga jer je nemoguće zamisliti ljudski život i privredne aktivnosti bez vode. Za uspešan život stanovnika i privređivanje privrede odnosno za njihov razvoj, veliki uticaj imaju vodni sistemi koji se sastoje iz prirodnih (izvori voda) i veštačkih (objekti) elemenata. Izbori najpovoljnijih struktura i odnosa elemenata su kompleksni i složeni problemi koji su povećani tranzicionim i integracionim procesima.

Dobro je kada mnogi ljudi javno govore ili pišu o vodi i uče druge o njoj. Naročito za zaposleni koji u vodnoj delatnosti ispoljavaju posebna znanja i verovanja o vodi jer ta saznanja o vodi, aktivnostima oko nje i vodnoj delatnosti postaju jaka sa utiskom da su nepoznata i neostvarljiva običnim ljudima. Tada oni ispoljavaju i odaju stanja neke vrste „opijenosti“ jer istraživanja i dolaženja do cilja – efikasnog upravljanja vodama su naporna i puna zamki koje je potre-

bito izdržati i prevazići. Zbog toga je potrebno odrediti i definisati upravljanje vodama i pri tome identifikovati osnovne uticajne elemente iz integracionih i tranzicionih procesa. Jer upravljanje vodama nije ništa što svako od nas ne može shvatiti ukoliko se zainteresuje i ispolji motiv za saznanje. Spoznaja o vodi nije ništa više ni manje nego ono ŠTO je, šta svako od nas o NJOJ mislio odnosno ono što se obično ZAHVATA (ČUVA), RASPOLAŽE I KORISTI (SPROVODI) sa jednog mesta na drugo u (ne)određenom vremenskom trenutku i periodu.

Sadašnja vodna politika predstavlja skup tradicionalnih principa, ciljeva, nosilaca zadataka i mera u novim društveno-ekonomskim uslovima. Ova politike je u oblastima istraživanja i razvoja izvorišta vode i prirodnih resursa, prijema, skladištenja i distribucije vode, zaštite vode i zaštita od nje same sa značajnim uticajem na životnu okolinu i okruženje.

Savremena politika upravljanja vodama ima svrhu i cilj da na sistematizovan i organizovan način uspostavi smernice i okvire za zaštitu svih površinskih i podzemnih voda, mešoviti i priobalnih voda planiranjem i preduzimanjem mera za osiguranje zaštite i održivog raspolaganja i korišćenja voda na rečnom slivu. Za takav pristup savremena politika, sadržana u direktivama EU, uvažila je različita rešenja iz država članica. Ciljevi politike o vodama su u sprečavanju pogoršanja kvaliteta voda i postupnost u primeni mera koji određuju puteve za postizanje potpune zaštite voda i integralno upravljanje u rečnom slivu. Poseban značaj direktiva je uvođenje ekonomskih instrumenata za racionalno korišćenje voda kroz uspostavljenu potpunu i kvalitetnu vodnu uslugu uz uključivanje javnosti u planiranje i odlučivanje. Zbog toga je danas potrebno izgraditi shvatanje o upravljanju vodom u novim uslovima sa ciljem da se uspostavi efikasna, ekonomična, efektivna i pravična vodna delatnost. Određivnje može da bude da je upravljanje vodama ono koje se obavlja na organizovan i sistematizovan način u ostvarivanju zaštite od štetnog dejstva voda, zaštite voda, iskorišćavanja i upotrebe voda i zaštite životne sredine i okruženja.

Određivanje upravljanje vodama može biti i da je to proces donošenja odluka u raspolaganju (korišćenju) vodama, o vodnim uslugama i ostalim aktivnostima u oblastima zaštite od voda, zaštiti voda, korišćenja voda i zaštiti životne sredine i okruženja u faza planiranja, organizovanja i vođenja, kontrole, analize i informisanja o vodama i vodnim sistemima.

## SEGMENTI U UPRAVLJANJU VODAMA

U procesima upravljanja vodama određeni su elementi i međusobni odnosi u vodnom sistemu. Elementi se odnose na različiti kvalitet i kvantitet voda, vodne objekte i sisteme, izgradnju i rukovanje objektima do uticaja korisnika ili obveznika. Svaki element ima različite karakteristike koji određuju gra-



*Hidrološka stanica na rijeci Unac*

Foto: M. Lončarević

nice uticaja na upravljanje. Ovo određivanje polazi od osobina i vrsta dobara, načina funkcionisanja dobara sa iskazivanjem u raznim tehničkim, fizičkim, hemijskim, pravnim i ekonomskim veličinama i vrednostima. Osobinama, vrstama, veličinama i vrednostima elementi se analiziraju i identifikuju u segmentima upravljanja vodama koji se odnose na (1) raspolaganje (korišćenje) voda, (2) vodne usluge i (3) ostale aktivnosti.

### (1) Raspolaganje (korišćenje) voda

Raspolaganje (korišćenje) voda čine sve promene stanja i statusa voda, vodne usluge i aktivnosti koje se odnose na analize i strategije upravljanja vodama sa određenim karakteristikama rečnog sliva. Raspolaganje (korišćenje) vode se odnosi i na vrste i načine uticaja ljudskih aktivnosti na površinske i podzemne vode sa kategorijama prihoda, izvora sredstava i sredstva za investiciona ulaganja. U upravljanju rečnim slivom polazi se od analize karakteristika vodnih tela za reke, jezera, prelazne vode, vode obalnog mora i veštačka tela. Tipovi vodnih tela razvrstavaju se prema ekoregionima, specifičnim referentnim uslovima, identifikaciji pritiska i uticaja i procesni usluga.

Osnovni parametri raspolaganja (korišćenja) voda su u: potpunom obuhvatanju svih voda na rečnom slivu koji je osnovna jedinica za upravljanje vodama; strateškom pristupu za transparentne i efikasne postupke i načine raspolaganja (korišćenja) voda; obezbeđivanju održivog razvoja; unapređenju kvantitativnog i kvalitativnog stanja i statusa voda koji odgovaraju ljudskoj i privrednoj upotrebi. Pri tome za upravljanje vodama bitni su principi raspolaganja (korišćenja) voda koji se odnose na:

- ❑ *održivi razvoj* koji podrazumeva zadovoljavanje sadašnjih generacija za vodom koje neće ugroziti mogućnost budućim generacijama da zadovolje svoje potrebe za vodom;
- ❑ *integralnost i integrisanost* ili određivanja granica vodnih tela (celina) i u vodnim telima, gde se raspolaganje (korišćenje) voda povezuje sa vrstama vodnih usluga i ostalim aktivnostima u pravcu zadovoljavanja potreba korisnika, ostvarivanja koristi i profita i potpunog upravljanja na celom rečnom slivu.
- ❑ *supsidijarnost* koja podrazumeva upravljanje i raspolaganje (korišćenje) vodama na različitim hijerarhijskim nivoima. Pri tome se u postupcima odlučivanja povećava transparentnost i obezbeđuje uzajamna koordinacija nivoa.
- ❑ *predostrožnost* odnosno da svaka aktivnost u raspolaganju (korišćenju) voda bude sprovedena na način da se spreči ili smanji negativan uticaj i minimiziraju rizici na zdravlje ljudi, materijalna dobra, proizvodnju i životnu sredinu.

- ❑ *fleksibilnost* koja podrazumeva automatsko usklađivanje količine i kvaliteta voda prema pritiscima i uticajima na vodu. Ono se vrši prema programu koji se tokom realizacije može menjati prema promeni finansijskih i dugih uslova u realizaciji postizanja "dobrog" stanja i statusa voda.
- ❑ *javnost* se odnosi na informisanje, konsultovanje i angažovanju javnosti pri usvajanju i donošenju odluka za buduća delovanja, obezbeđivanje otvorenosti prema javnom mnjenju u pripremi planova, vođenju, analizi, kontroli i informisanju o raspolaganju (korišćenju) voda.

### (2) Vodne usluge

Vodne usluge uključuju sve javne i privatne usluge koje se odnose na crpljenje, zahvatanje, zadržavanje-akumuliranje, skladištenje, odvođenje, prečišćavanje i distribuciju površinskih ili podzemnih voda, zajedno sa prikupljanjem otpadnih voda i uslugama postrojenja za prečišćavanje. Sa dodatkom u posebnim uslugama osmatranja, opažanja, identifikovanja, sprečavanja i sprovođenja poplavnih i bujičnih talasa i suvišnih voda sa zemljišta. Vodne usluge su posrednik između okoline i raspolaganja i korišćenja voda, a glavna svrha je:

- ❑ da ne budu izmenjene ključne karakteristike prirodnih voda i da se osigura zadovoljavanje zahteva dobro identifikovanih korisnika;
- ❑ da budu izmenjene ključne karakteristike voda „ispuštenih“ od strane korisnika tako da se mogu vratiti u prirodnu okolinu, a da ne pričinu štetu;
- ❑ da ključne karakteristike vode kao „velike“, nastale prirodnim i/ili veštačkim uticajima budu takve da se vrate na nivo koji obezbeđuje stabilnost i sigurnost življenja i privređivanja.

Vodne usluge ne upotrebljavaju vodu, ne proizvode zagađenja i ne povećavaju količine velikih voda, ali mogu direktno uticati na promene u vodnom sistemu. Karakteristike vode koje se menjaju vodnom uslugom uključuju: prostornu distribuciju; vremensku distribuciju; visinu; biološki, fizički i hemijski sastav i uticaje temperature na vodu.

Za razliku od drugih proizvoda i usluga, vodne usluge sadrže specifičnosti:

- ❑ predmet usluge je voda različitih oblika (visoka i niska, površinska, podzemna, poplavna, dovoljna, nedovoljna, dobrog statusa kvaliteta, modifikovana, itd.),
- ❑ usluga je u direktnoj korelaciji sa upravljivim i neupravljivim vodnim režimom,
- ❑ zbog neopipljivosti pružanje usluge se vrši putem ugovora kojima se regulišu odnosi između različitih pojedinačnih i pomoćnih usluga (informacije i radovi),





*Brana na akumulaciji Snježnica*

Foto: M. Lončarević

- ❑ neposredna su veza između korišćenja vode, stanovništva i privrede (proizvodnje),
- ❑ novčani izraz je u specifičnoj najčešće monopolskoj ceni,
- ❑ zbog složenosti davalac i korisnik usluge upućeni su na relativno visok stepen stručnog znanja iz oblasti hidrograđevinske, ekonomske, ekološke, poljoprivredne, pravne i drugih struka,
- ❑ usluge poseduju individualne specifičnosti koje se ispoljavaju u marketinškim odnosima, odnosno u elementima i instrumentima odnosa sa javnošću,
- ❑ usluge pripadaju podsystemu javnog sektora koji za osnovu i primenjuje principe i elemente iz tržišne koordinacije,
- ❑ pojedinačne i pomoćne usluge (u vodnoj usluzi) su različite (heterogene), sa kvalitetom koji varira u razlici između standardnog izvršenja i zahteva korisnika,
- ❑ ne mogu se odlagati (ni skladištiti) jer postaju „kvarljive“ čime stvaraju uslove za štete ili umanjenu korist (dobit i dobrobit) korisniku,
- ❑ zasnivaju se na međusobnom poverenju davaoca usluge sa korisnicima vode, iz čega proističe da na formiranje i razvoj imidža vodne delatnosti presudan uticaj imaju usluge.

Za vodne usluge je karakteristično da korisnik usluge ne postaje vlasnik usluge, iako je platio za uslugu, jer je on praktično platio vršenje usluge. Između pružanja i vršenja vodne usluge postoji razlika. Pružanje usluge je proces uspostavljanja zahtevanog korisničkog nivoa količine i kvaliteta voda putem vodnih objekata i preuzetih fizičkih, hemijskih i

bioloških mera u određenom prostoru i vremenu. Sa duge strane vršenje usluge je operativni postupak sadržan u pojedinačnim i pomoćnim uslugama odnosno u radovima, informacijama, angažovanim sredstvima i radu (npr. pogon objekata, iskop, refulisanje, tretiranje zemljišta, obilazak itd.).

Osnivni principi vodne usluge u upravljanju vodama su:

- ❑ *maksimalna racionalnost* odnosno da se angažovanim sredstvima ostvari maksimalna vodna usluga;
- ❑ *produktivnost rada* kao odnos obima ili vrednosti odnosno rezultata vodne usluge uz minimalne utroške i troškove radne snage. Rezultat vodne usluge je fizička i vrednosna razlika između stvarnog, potrebnog i ugrađenog kapaciteta objekta ili razlika mogućeg obima korišćenja količine i kvaliteta voda na početku i na kraju određenog vremena;
- ❑ *ekonomičnost usluge* je odnos rezultata pružene usluge prema ukupnim troškovima (može se iskazivati i parcijalno, ekonomičnost nabavke, ekonomičnost osnovnih sredstava i dr. prema razrađenom upravljačkom računovodstvu);
- ❑ *rentabilnost poslovanja* kao odnosa ostvarene dobiti od vodne usluge prema angažovanim sredstvima;
- ❑ „*zagađivač plaća*“ i „*korisnik plaća*“ praktično za vodnu uslugu koja je za korišćenu vodu kvalitativno, kvantitativno i cenovno određena.
- ❑ *efikasnost* odnosno sposobnosti da se vodnom uslugom postavljeni cilj stanja i statusa voda za korišćenje voda odnosno pranja usluga ostvari



uz što racionalniju upotrebu resursa i meri se odnosom outputa ( kapaciteti za korišćenje i korišćenje ) i inputa (sopstveni troškovi i troškovi pomoćnih usluga).

- ❑ *efektivnost usluge* koja predstavlja stepen ostvarenja cilja u pružanju usluga.

### (3) Ostale aktivnosti

Ostale aktivnosti nemaju uticaja na stanje i status voda, ali utiču na upravljanje vodama preko javnosti i posebno udruženja građana putem predlaganja mera za efikasnije upravljanje vodama. Cilj aktivnosti udruženja je da:

- ❑ kod stanovništva posebno u privredi aktiviraju i razvijaju svest o vodi i upravljanju vodama i stimulišu učešće u održavanje određenog kvaliteta voda,
- ❑ propagiraju racionalnost korišćenja voda putem javnih tribina, manifestacija ili posebnim akcijama,
- ❑ popularizuju vodnu delatnost publikovanjem časopisa, prospekata, brošura i putem sredstava javnog informisanja,
- ❑ promovišu otvorenost vodnih sistema ukazujući na značaj upotrebe i zaštite voda i posebno korišćenja vodnih sistema,
- ❑ preduzimaju akcije i predlažu mere za unapređenje stručnog rada u upravljanju vodama i vodnoj delatnosti.

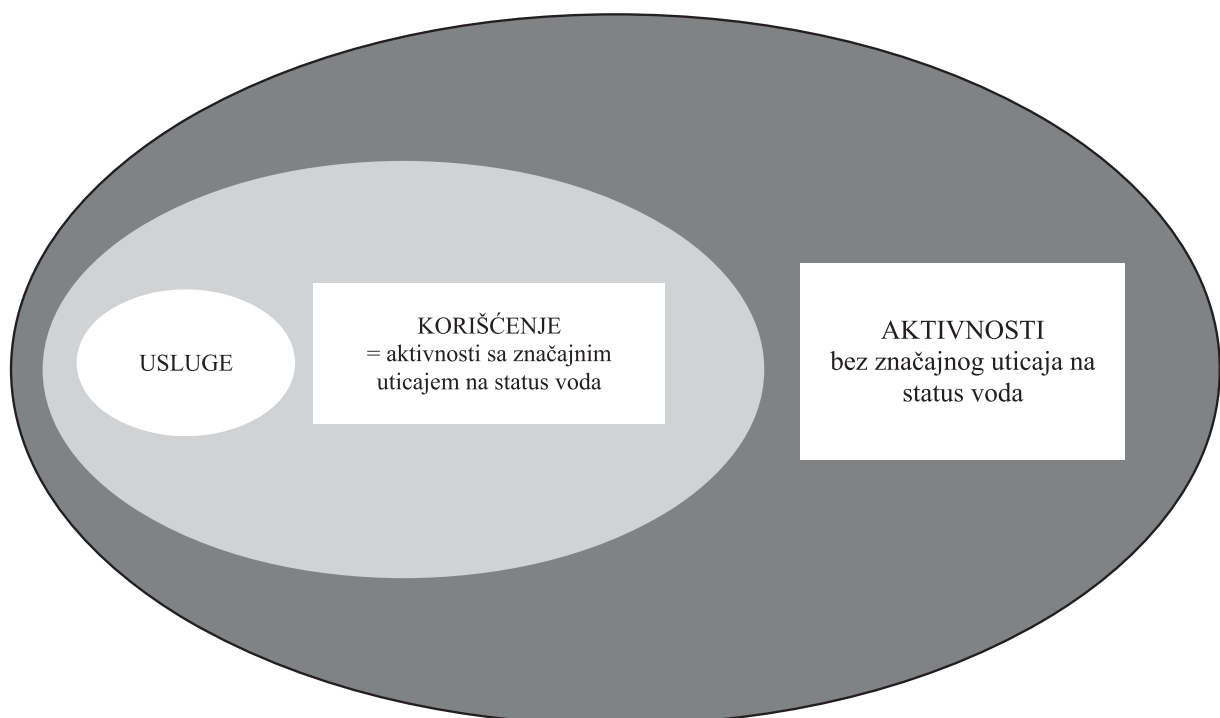
U poslednjih petnaest godina sistem udruženja se razvijao. Aktivnosti se obavljaju na dobrovoljnoj osnovi u komorama, udruženjima ili u drugim organi-

zovanim oblicima, gde članovi određuju prava, obaveze i zadatke koji se odnose na upravljanje vodama. Želja je da se ostvari pravo na mišljenje u predlaganju očuvanja kvaliteta upravljanja vodama i za izvršavanje zadataka iz strategija i akcionih programa. Aktivnosti udruženja su vezane za vodnu delatnost, vodne sisteme, vodno pravo, ekonomiku vodne delatnosti, kvalitet upravljanja vodama, očuvanje voda, održivi razvoj i sl. Predlozi udruženja sadržani su u analizama, kritikama i idejama za povremena i privremena delovanja u vodnim subjektima. Intenzitet uticaja udruženja na politiku upravljanja vodama je na niskom nivou, jer su aktivnosti uglavnom jednosmerne bez interakcijskog delovanja sa vodnim subjektima i državnim organima. Posebne vrste aktivnosti su one iz proaktivnih delovanja države.

Osnovni principi delovanja u ostalim aktivnostima su:

- ❑ *dobrovoljnost* odnosno slobodan izbor fizičkih i pravnih lica da organizovano deluju;
- ❑ *neutralnost* jer se aktivnostima direktno ne utiče na promene stanja i statusa voda niti na vodne usluge;
- ❑ *transparentnost* u pokretanju i sprovođenju aktivnosti;
- ❑ *zajedništvo* odnosno zajedničko delovanje na dogovorenoj ekološkoj, hidrograđevinskoj, ekonomskoj, pravnoj i drugim osnovama;
- ❑ *kontinuiranost* u delovanju bez obzira na stanje i status voda.

Grafički prikaz vodnih usluga, raspolaganja (korišćenja) voda i ostalih aktivnosti daje se u slici broj 1.



Slika broj 1: Upravljanje vodama

## ODREĐIVANJE VRSTA VODA KAO DOBARA U UPRAVLJANJU VODAMA

U određivanju vrsta voda u upravljanju vodama polazi se od klasifikacije voda koje mogu biti:

- čisto javno dobro (pure public goods),
- javno dobro (impure public goods),
- mešovito dobro (mixed goods),
- meritorno dobro (merit goods) i
- privatno dobro (private goods)

### Voda kao čisto javno dobro

Voda kao čisto javno dobro je ona za koju je karakterističan nerivalitet i neisključivost u potrošnji. Ona se može u istoj količini upotrebljavati od strane svih članova zajednice, pri čemu svaki član može uživati u istoj količini koja ne mora biti i željena količina. Niko od potrošača neće biti oštećen ako se, pri datoj količini vode pojavi novi korisnik. Tada nema dodatnih troškova zbog povećanja obima korišćenja vode za jednu dodatnu jedinicu, što znači da su marginalni troškovi jednaki nuli.

### Voda kao javno dobro

Dok se kod vode kao čistog javnog dobra podrazumeva da nema rivaliteta i isključivosti u potrošnji, kod vode kao javnog dobra, postoji mogućnost isključenja pojedinih korisnika. U pitanju je voda koja se, može obezbediti na tržišnim osnovama, ali uz prisutan interes države za korišćenje vode od strane stanovnika. Vodu kao javno dobro obezbeđuje država, ali može i privatni subjekt u veštačkim sistemima, koji kroz „ponudu“ pokriva troškove koji nastaju u vezi sa „proizvodnjom“ vode.

### Voda kao mešovito dobro

Voda kao mešovito dobro uzima u obzir svojinski odnos, broj korisnika, mesto, prostor i vreme obezbeđenja voda. Broj korisnika vode može biti ograničen, i moguće je u određenim slučajevima uspostaviti privremeni rivalitet i isključivost u korišćenju. Tada voda dobija karakteristike privatnog dobra. Tako na primer, voda u hidrosistemu je javno dobro, ali brodari moraju da plate cenu za korišćenje (naknadu). Mogućnost isključenja iz korišćenja hidrosistema postoji kada lađari ne žele da plate cenu. Uvođenjem cene koja se naplaćuje za korišćenje vode, potrošač koji ne želi da je plati tada ne može vodu da koristi, i voda gubi karakter javnog i postaje privatno dobro.

### Voda kao meritorno dobro

Utvrđivanjem pravih (stvarnih) potreba i želja stanovništva za vodom se upoređuju sa mogućnostima države i tada voda postaje meritorno dobro. Želje stanovništva za vodom dolaze do izražaja u procesima demokratskog izražavanja volje na referen-

dumima ili u političkim izborima. Tada voda odnosno mogućnosti korišćenja kvalitetne i dovoljne vode postaju meritorne za izjašnjavne glasača. Za vodu kao meritorno dobro, potrebno je imati poseban prilaz, jer iz državnog sektora se iskazane želje stanovništva često ispravljaju u zavisnosti od raspoloživih resursa, finansijskih sredstava i kriterijuma za određivanje prioriteta.

### Voda kao privatno dobro

Ova vrsta vode nastaje kada pojedinci (npr. na zemljištu gde se nalazi izvor vode) ispoljavaju svojinski odnos u raspolaganju, posedovanju, korišćenju voda i pravu da ostvaruju prihode. Pojam svojine se može posmatrati u ekonomskom smislu (odnos u prisvajanju i korišćenju voda) i pravnom smislu (pravni izraz zaštite ekonomskog prisvajanja i korišćenja vode) koje može biti u privatnom odnosu.

## OSNOVE JAVNOG I TRŽIŠNOG INTERESA - EKONOMSKE KARAKTERISTIKE DOBARA U UPRAVLJANJU VODAMA

U upravljanju vodama su dobra različitih ekonomskih karakteristika koja se mogu podeliti na čisto javno dobro, javno dobro i privatno dobro. Čisto



Mjerne letve za vodostaj na r. Unac

Foto: M. Lončarević

javno dobro je voda čija potrošnja, odnosno korišćenje je jednako za sve gde ne postoji rivalna potrošnja i mogućnost isključivanja u korišćenju. Za vodu kao čisto javno dobro karakteristično je:

- opšte i zajedničko korišćenje i potrošnja bez konkurencije;
- učešće troškova kod potrošača/obveznika je posredno;
- sposobnost za stvaranje dobiti ne postoji;
- merenje količine i kvaliteta učinaka (koristi-dobiti) je teško;
- mogućnost izbora za potrošača/obveznika ne postoji;
- za korišćenje vode iz vodnih objekata i sistema potreban je visok finansijski kapital;
- period povraćaja sredstava je dug i posredan.

Voda kao čisto javno dobro je u javnoj svojini za koja se sredstva obezbeđuju u budžetima gde se stvaraju uslovi za ostvarivanje funkcija upravljanja vodama uključivanjem u:

- regulativnu funkciju*, koja se sastoji u određivanju i uređivanju normi u sektoru upravljanja vodama putem donošenja zakona (normativna regulativa), podzakonskih akata, uredbi, pravilnika, strategija o upravljanju vodama (diskreciona regulacija) i pravila ponašanja pojedinih subjekata i resursa u funkcionisanju vodne delatnosti (pojedinačna regulacija);
- alokativnu funkciju*, kojom se obezbeđuje podela resursa odnosno izgradnja i održavanje vodnih objekata i sistema koji menjaju strukturu privrede u regionu;
- funkciju ekonomske stabilizacije*, odnosno uticaja održivog razvoja upravljanja vodama na uravnotežen privredni razvoj i određivanje koristi vodne delatnosti u društvenoj, privrednoj i ekonomskoj stabilnosti i uticaja izdataka za upravljanje vodama na ekonomsku stabilnost;
- funkciju redistribucije*, jer država putem javnih prihoda stiče sredstva od privrednih subjekata koja vraća kroz sredstva za izgradnju i funkcionisanje vodnih objekata.

Vodni interesi ne mogu se ostvarivati bez uključivanja u sistem javnih prihoda koji podrazumeva odnos korelacije raspolaganja (korišćenja) voda i usluga sa fiskalnim (obezbeđenje sredstava za zadovoljavanje opštih i zajedničkih (javnih) potreba) i vanfiskalnim ciljevima (ujednačavanje uslova privređivanja i za podsticajni razvoj putem izgradnje vodnih objekata i sistema). Ostvarivanje fiskalnih i vanfiskalnih ciljeva, postiže se porezima kao osnovnim instrumentima države za prikupljanje sredstava.

Drugu vrstu dobara u upravljanju vodama čini javno dobro koje pored nerivalne potrošnje ima osobinu da se voda može isključiti iz korišćenja. Za ova

dobra, država uvodi posebno novčano prisvajanje putem naknada za pokriće troškova korišćenja vode od onih koji koriste pogodnosti vode. Naknade predstavljaju novčani izraz za pokriće graničnih troškova korišćenja javnog dobra i za očuvanje vode u dobrom stanju i statusu.

Naknade karakteriše:

- davanje pod uticajem upravne procedure,
- davanje za administrativnu direktnu protivnaknadu i pokriće troškova vodnih i drugih usluga,
- plaćanje za administrativne i vodne usluge i rizike,
- posredan povraćaj novčanih davanja,
- korišćenje za pokriće iskorišćavanja i upotreba voda ostvarivanjem vodnih usluga,
- sprečavanje rizika za vode i vodne objekte,
- pojedinačna, zajednička i kolektivna potrošnja,
- prosečan period nadoknade troškova vodnih usluga i povraćaj uloženog kapitala,
- ostvarivanje viška prihoda nad rashodima,
- mogućnost merenja kvaliteta i kvantiteta voda i u vodnim sistemima.

Korisnik, pojedinac ili grupa, plaćaju specifičnu cenu javnog interesa u zadovoljavanju potreba za vodom putem naknada. Naknade se mogu podeliti na neto i bruto naknade koje sadrže sredstva za pokriće troškova vodnih usluga i za investiciona ulaganja, odnosno sadrže sve troškove za javne i privatne usluge, izdatke za represivne i stimulativne mere, za ekonomsku ekvivalenciju vode, kapitalnu izgradnju,

Između vode koju obezbeđuje država i korišćenja postoji razlika. Obezbeđenje vode je moguće uz izgradnju vodnih objekata, a korišćenje uz vodnu uslugu. Država i korisnici praktično grade objekte i kupuju specifičnu uslugu, vodnu uslugu kao privatno dobro sa karakteristikama:

- lako se može isključiti u procesu upravljanja i korišćenja voda,
- može se uspostaviti konkurentnost,
- postoje uslovi za ostvarivanje dobiti,
- merljivost kvaliteta i kvantiteta učinaka je moguća,
- postoji mogućnost izbora potrošača / korisnika,
- odluke upravljanja se zasnivaju na tržišnim osnovama i elementima.

Karakteristike privatnog dobra u upravljanju vodama vezani su za vodnu uslugu koja novčani izraz ima u ceni. Načini i metode za određivanje i uspostavljanje cena mogu biti različiti od kojih su u primeni one koje se zasnivaju na troškovima, vrednovanju od strane korisnika i one koje nastaju iz konkurencije (za pomoćne građevinske, mašinske elektro, biološke i druge usluge). Najprihvatljiviji način određivanja i primene cena vodnih usluga obuhvata troškove i dobit davaoca usluge. Troškovi vodoprivredne uslu-





- ❑ regulativna praksa koja upućuje na asimetrične informacije o korisnicima (potrošačima) naročito za one koji teško dolaze do vode ;
- ❑ načine korišćenja zagađenih voda i posledice od korišćenja,
- ❑ pojave i egzistiranja eksternalija kao eksternih efekata koji su sastavni deo za rešavanje u institucionalnoj strukturi i upotrebi državne, političke i ekonomske moći posebno kod privrednih subjekata,

Specifičnost upravljanja vodama kao izraza javnog i tržišnog interesa je zbog sledećeg:

- ❑ raspolaganje (korišćenje) vodama, vodne usluge i ostale aktivnosti su delovi jedinstvenog sistema upravljanja vodama,
- ❑ dobra upravljanja vodama su karakteristika čistih javnih dobara, javnih dobara i privatnih dobara sa modalitetima zajedničkog delovanja u različitim društveno-ekonomskim sistemima,
- ❑ u prošlosti zakonska i institucionalna struktura i sistemi upravljanja vodom su evoluirali,
- ❑ primaran zadatak upravljanja vodama je dostupnost i korist od vode za stanovništvo,
- ❑ raspolaganje (korišćenje) vodama je dominantan u upravljanju vodom što je uzrokovalo direktan uticaj države na upravljanje vodnim uslugama, finansiranje i organizaciono uređenje,
- ❑ promene nastale uvođenjem vodnoredžimske regulacije, kao instrumenta vodne usluge, stvorili

su se uslovi za stvaranje osnova za novi i efikasniji način upravljanja vodama,

- ❑ na promene stanja i statusa vode, u vremenu i prostoru, utiče dinamika društvenog i privrednog razvoja koja menja način raspolaganja i korišćenja voda koji zahteva razvoj institucionalne, javne i tržišne vodne infrastrukture,
- ❑ razgraničenja upravljanja na kratkoročnoj i dugoročnoj osnovi određuju sadržaj i funkcije upravljanja vodama i
- ❑ potrebna je stalna interakcija upravljanja vodama sa društvenim i ekonomskim promenama u sistemu, a posebno u bližem okruženju.

Javni interes se, pored navedenog, ostvaruje i na osnovu toga što je:

- ❑ voda čisto javno ili javno dobro,
- ❑ regulisanje voda i rešavanje problema značajnih promena količina, modifikacija i zagađivanja voda na rečnom slivu mogu izazvati međudržavne sporove što se izbegava uspostavljanjem odnosa između više država,
- ❑ istovremenost u korišćenju i prostorna razudnost stvaraju konfliktna stanja kod korisnika koje se javno ispoljavaju, posebno između korisnika koji snose troškove i onih koji imaju korist,
- ❑ jer je složeno precizno merenje koristi (dobiti), troškova resursa i životne okoline,
- ❑ nepostoji mogućnost upravljanja sistemima zbog uticaja stohastičkih procesa,



Detalj sa CS Đurići na Savi

Foto: M. Lončarević

- značajna vremenska razlika se pojavljuje između efektiviranja i izvršenih aktivnosti za korišćenje voda kod pojedinačnih, kolektivnih i zajedničkih korisnika, a i za ukupno društvo.

Tržišni interes u upravljanju vodama je odnos između vlasnika i upravljača kapitala i korisnika. Vrsta korisnika zavisi od predmeta korišćenja odnosno od vrste voda koja je vodnom uslugom dostupna. Ona je sastavljena od velikog broja pojedinačnih usluga koje različito ispunjavaju zahteve korisnika, a odnose se na: (1) vodne objekte, postrojenja i opremu koji su osnovni resurs za pružanje usluga; (2) procese pružanja usluga koji su usaglašeni, planirani i organizovani prema potrebama korisnika; (3) uspostavljanje i održavanje uzajamno razumevanja i stvaralačku atmosferu između davaoca i korisnika usluge i (4) stvaranje i izgradnja razumevanja, zajedništva i podrške između korisnika i davaoca vodne usluge je u ostvarivanju zajedničkog interesa gde su mesto i vreme pružanja usluga tačno određeni prema vodnim uslovima i pravilima (standardi, norme).

Iz predmeta vodne usluge i odnosa sa korisnicima moguća je podela korisnika na opšte, zajedničke, kolektivne, pojedinačne, stalne, povremene, privremene, pravna i fizička lica, iz raznih delatnosti i dr. Zbog toga se analiziraju i određuju karakteristike ukupnih i pojedinih vodnih usluga. Prirodno dobrovoda, veštačka dobra i interesi su osnova za različitost korisnike vode i vodnih usluga koje poseduju zajedničke osobine:

1. *Neopipljivost i kompleksnost vodne usluge* je svojstvo da se ne može fizički ili na drugi način opipati, iz čega proističu osobine da se ne mogu skladištiti i stvarati zalihe, zakonski patentirati, teško se mogu pokazati korisnicima (kupcima) za određivanje kvaliteta, i smatraju se glavnom i pojedinačnom kada su samo u jednoj usluzi.
2. Za vodne usluge karakteristična je *promenljivost korišćenja* koja nastaje iz odnosa davaoca i korisnika u uslovima i situacijama korišćenja voda, kada se ispoljava zadovoljstvo koje zavisi od odnosa sa davaocem usluge, a ostvarivanje kvaliteta je pod uticajem neočekivanih faktora (prirodni činioci, prirodni događaji, vreme promena voda i sl.) ili kada je teško utvrditi da planirane usluge odgovaraju korisniku.
3. *Pružanje usluge je istovremeno sa korišćenjem vode* čiji su korisnici učesnici u isporuci usluge i kada utiču na davaoce usluge.
4. *Vremenska dimenzija* se ispoljava u vršenju usluge u tačno određenom periodu ili prema zahtevu, zbog toga se usluga ne može skladištiti, čuvati, vratiti, preprodavati i sl. Primenom informatičke tehnologije i automatizacije, nastaje mogućnosti za brzo reagovanje u funkcionisanju objekata,

postrojenja i uređaja pa će vremenska dimenzija dobiti novi kvalitet.

5. Zbog neopipljivosti i nemogućnosti čuvanja *usluga nije trajnog karaktera*.

Korisnici vode i vodne usluge i kada steknu dovoljna znanja o usluzi, nisu u stanju da u potpunosti procene vrednost, predmet, sadržaj i obim usluge. Zbog toga što voda i vodne usluge imaju i posebna svojstva u *verovanju i doživljavanju*. Prvo je svojstvo da se usluga ne može odrediti čak ni posle korišćenja. Najbolji primer je izgradnja ili pogon objekata za zaštitu od jednog procentnih poplavnih voda. Verovanje može, a i ne mora nastati, odnosno nastaje kada se steknu uslovi da velike vode neće poplaviti, a to je kada odgovaraju dimenzijama objekata i usluga. Svojstvo doživljavanja je u zadovoljstvu koje nastaje posle korišćenja, odnosno procesa gde su za korisnike ostvaruju pozitivni efekti.

Svojstva i odnosi oko usluga stvaraju okvir u kojem se postavljaju tržišni ciljevi. Određivanje tržišnosti vodne usluge u upravljanju vodama bazira se na:

- (1.) *oskudnosti*: određene količine i kvaliteta vode za korišćenje, potpune i stabilne zaštite voda i zaštite od štetnog dejstva voda na određenom prostoru i vremenu,
- (2.) *proporcionalnosti troškova i koristi*,
- (3.) *oportunitetnosti troškova*,
- (4.) *eksternalijama*,
- (5.) *marginalnim troškovima i marginalnim koristima*.

- (1) Oskudnost za određenu zahtevanu količinu i kvalitet (zaštitu) vode, kao i za zaštitu od štetnog dejstva voda je hipotetičko stanje u situaciji kada potrebe za vodom ili zaštita od vode prevazilaze punu raspoloživost vode ili sigurnost zaštite. Oskudnost podstiče mere za obezbeđivanje voda koje zadovoljavaju potrebe i omogućavaju korist. U određivanju oskudnosti se polazi od karakteristika dobara (vode, objekata i usluga) za upravljanje vodama i postojanju određene tražnje. Zadovoljavanje tražnje vrši se izgradnjom i funkcionisanjem vodnih objekata odnosno sistema. Izgradnja objekata za upravljanje vodama, za ispunjenje uslova raspolaganja (korišćenja) pored vode i vodotoka, obuhvata ekonomske resurse: zemlju, kapital, rad i preduzetništvo. Zemlja obuhvata zemljište, šume, mineralne i prirodne resurse koji su potrebni za izgradnju i funkcionisanje objekata. Kapital je izraz ljudskog i materijalnog resursa u sposobnostima zaposlenih i vodnih objekata. Radna snaga je skup fizičkih i umnih sposobnosti, umešnosti i stručnosti zaposlenih, čiji rad utiče na upravljanje vodom u svim i pojedinim oblastima upravljanja vodama. Preduzetništvo je sposobnost kombinovanja proizvodnih faktora vode, zemlje, rada i kapitala



u upravljanju, koji traži nove puteve i postupke za ostvarivanje ekonomičnosti, efikasnosti i efektivnosti vodne delatnosti.

- (2) Troškovi vodne usluge i korist od vodne usluge je odnos proporcionalnosti između visine ulaganja ili trošenja (kapitalnih i operativnih sredstava) za jedinicu usluge i koristi (dobiti). Troškovi u upravljanju vodama nastaju zbog sigurnosti i stabilnosti objekata i kvaliteta i količine vode za različite namene. Posebno se zato analiziraju stanja i procesi koji donose korist (dobit) u rastu proizvodnje i nižim cenama koštanja proizvoda kod korisnika.
- (3) Oportunitetnost troškova upravljanja vodama je vrednost najboljeg rešenja ili alternativno najmanjeg gubitka pri izboru vodnog projekta. Ukoliko se u upravljanju vodama odluči za održavanje ustave umesto održavanja crpne stanice tada je oportunitetni trošak ustave, trošak odražavanja crpne stanice. U upravljanju vodama oportunitetni troškovi se koriste u izboru vrste i visine ulaganja ili korišćenje sredstava sa ciljem da se postigne optimalno rešenje.
- (4) U upravljanju vodama su prisutne eksternalije odnosno pozitivni i negativni eksterni efekti, izraženi u količini i kvalitetu vode za određeni prostor, vreme i nepoznate korisnike (obveznike, „besplatne jahače“).
- (5) Marginalni trošak nastaje kada korišćenje dodatne jedinice vodne usluge povećava dodatnu jedinicu proizvoda ili usluga korisnika, što je bitno u određivanju visine i obima sredstava za ulaganje u izgradnju objekata ili pružanju usluga.

Ostvarivanje tržišnih interesa u vodnoj delatnosti ne može se posmatrati kao ciljno opredeljenje za profitom već se moraju uvažavati karakteristike predmeta poslovanja – vode. Tržišni interesi u upravljanju vodama ispoljavaju sledeće karakteristike:

- transparentnost i efikasnost vodne usluge je obaveza, u skladu sa važećim pravnim normama poštujući javni interes,
- zainteresovanost institucionalnih subjekata i posebno korisnika da deluju u participativnom svojstvu jer su zainteresovani da stanje i status voda omoguće poslovanje bez sukoba u materijalnim interesima,
- ravnopravna i efikasna zaštita interesa različitih vlasnika kapitala,
- razvijanje potencijala vodnih usluga u stvaranju vrednosti vodne delatnosti,
- uređivanja sistema za najefikasnije korišćenje materijalnih i ljudskih resursa.

Za vodu nije moguća tržišna instrumentalizacija jer nije tržišna roba (komercijalni proizvod) već dobro koje se javno ispoljava. Vodnim uslugama je mo-

guće uspostavljanje tržišta koji odražavaju troškove funkcionisanja, okoline i resursa odnosno cenu oskudnosti, Pored toga, faktori poput poslovne etike i zajedničke svesti o vodi, zaštiti voda i zaštiti životne sredine sa društvenim interesima zajednice su nezostavni za reputaciju i dugoročni uspeh vodne delatnosti. Tržišni interes valorizuje se na globalnom tržištu koji je moguće ostvariti bez obzira što za vodu ostaje primaran javni interes koji ostvaruje država.

## JEDINSTVENI SISTEM VREDNOSTI U UPRAVLJANJU VODAMA

Date osnove sadržane su u elementima jedinstvenog sistema vrednosti u upravljanju vodama koji se sastoji u povezivanju promenljivih elemenata:

- tipu korisnika-obveznika u upravljanju vodama,
- tehnološkoj osnovi upravljanja vodama,
- prihodima i izvorima sredstava za upravljanje vodama,
- efikasnosti javnih preduzeća, vodnih preduzeća (privrednih društava), agencija, direkcija i drugih institucija u upravljanju vodama,
- nauke, naučno-istraživačkog rada i struke u upravljanju vodama,
- određivanju uloge i značaja privatnog sektora u upravljanju vodama,
- multidisciplinarnosti i razvoju ljudskih resursa u upravljanju vodama i
- strateškom public vs private menadžmentu u upravljanju vodama.

Nastanak sistema vrednosti u upravljanju vodom može biti različit sa legalističkim i funkcionalnim pristupom. Prvi se zasniva na fokusiranju aktivnosti na informacijama o raspolaganju voda, čija svrha je stvaranje uslova za uspostavljanje odnosa između vodnih subjekata. Drugi pristup polazi od alternati-



Izvor Krušnice

Foto: M. Lončarević

vnih načina raspolaganja i korišćenja resursa u ostvarivanju optimalnih vodnih i ekonomskih učinaka uz primenu normativne regulative. Oba pristupa su međusobno zavisna i ne isključuju se, već su elementi svesnog upravljanja u pravcu ostvarivanja op-timuma.

Sistem vrednosti može se posmatrati sa stano-vništa formalnih i suštinskih vrednosti. Formalne vre-dnosti su one koje su same po sebi vrednost i nisu integrativno usmerene ka ostvarivanju ciljeva. Ako je cilj obezbeđivanje određene količine kvalitetne vode na određenom mestu u određeno vreme onda samo kopanje ili refulisanje kanala je formalna ili uslovljena vrednost. Suštinske vrednosti upravljanja vodom su identifikovani elementi sistema, kojima prethodi ana-liza i proučavanje procesa, koji su doveli do situacija sadržanih u različitim pisanim i usmenim izveštajima, anketama, zapisnicima, ponašanjima i aktivnostima osnivača, menadžmenta i korisnika za koje se pos-tavljaju nove performanse.

Određivanje osobina i uticaja elemenata u jedin-stvenom sistemu je odgovor na pitanje kome služi upravljanje vodama, kako se razvija, šta je misija upravljanja vodama i kako se ostvaruju ciljevi. Među odgovorima su i oni koji se odnose na javni i tržišni interes u upravljanju vodama.

## ZAKLJUČAK

Odnosi javne i privatne vlasti, javnog i privatnog sektora, javnog i privatnog dobra, javnog i privatnog izbora, javnog i privatnog interesa određuju i ograni-čavaju javni i tržišni interes u upravljanju vodama. Oni se pojavljuju u raspolaganju i korišćenju voda, vodnim uslugama i ostalim aktivnostima u svim vo-dnim oblastima i elementima sistema vrednosti. Odnosi utiču na shvatanje, politiku i praksu razvoja uprav-ljanja vodom. Odnos javnog i privatnog uticaja u upravljanju vodama danas nije na tradicionalnom odnosu, suprotstavljenih i protivrečnih javnih i tržišnih interesa na neusaglašenoj osnovi. Tranzicioni procesi ukazuju na potrebu za kooperativnim i kom-plementarnim odnosima sektora iz kojih se za javni i tržišni (privatni) interes preuzimaju karakteristike i prednosti koje se suprotstavljaju nepoželjnim, neže-ljenim i štetnim događajima. U javnom i privatnom sektoru razvijaju se sposobnosti i nadležnosti, odgo-vornosti i obaveze za raspolaganje i korišćenje voda u otklanjanju rizika i izbegavanju konflikta. Nosioci jedinstvenog upravljanja vodom odnosno javna administracija, ne može biti usamljena, već sa javnim i privatnim preduzećima i privrednim društvima pru-ža i vrši usluge u upravljanju vodom. Sa druge strane ni privatni sektor nije usamljen kao primalac infor-macija ili posmatrač promena oko vode jer kroz vrše-nje usluga nije samo zainteresovan za funkcionisa-nje objekata i sistema, već želi i da bude uključen u planiranje i odlučivanje o upravljanju vodama.

Sistem vrednosti zavisi od ponašanja države prema upravljanju vodom, koji se ogleda u tome da ne bude administratorska i političko-pravna tvorevi-na, koja isključivo brine o zaštiti od voda i snabdeva-nju vodom stanovništva, a ostale oblasti usmerava van svoje nadležnosti u privredne tokove. U zavi-snosti od pravaca razvoja političkog i privrednog sis-tema, država utiče na vlasnički odnos i oblike svoji-ne, podstiče ili sputava javni i tržišni interes, privati-zaciju, stimuliše ili destimuliše zajednička ulaganja, javno-privatna partnerstva, udruživanje ili razdruživa-nje sredstava odnosno ukupno upravljanje vodom.

## LITERATURA

- Adžić Sofija, (2006.), Privredni sistem i ekonomska politika, Subotica, Ekonomski fakultet, Subotica,  
Bajčetić Marko, (2008.), Ekonomija vodoprivrede u partnerstvu privatnog i javnog sektora, Prometej, Novi Sad,  
Blang Ricardo, Horner louise, Lekhi Rohit, (2006), Public value, politics and public management, The Work Foundation, London,  
Dess Lumpkin Eisner, (2007), Strategijski mena-džment, Data status, Beograd,  
Dinar Ariel, (2000), The Political Economy od Water Pricing Reforms, Oxford University Press, United States,  
Josifidis Kosta, Lošonc Alpar, (2007), Neoliberalizam-sudbina ili izbor, Graphic, Novi Sad,  
Josifidis Kosta, Lošonc Alpar, (2007), Principi ekono-mije, Stylos, Novi Sad,  
Đorđević Branislav (1990.), Vodoprivredni sistemi, Naučna knjiga, Beograd,  
Europen Communities, (2004.), Zajednička strategija za implementaciju Okvirne direktive o vodama, CIRCA,  
Ljubojević Lj. Čedo (1995): Marketing usluga., Eko-nomski fakultet, Subotica,  
Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivre-de-Republička direkcija za vode, (2005.), Okvir-ne direktive EU o vodama, Udruženje za tehnolo-giju vode i sanitarno inženjerstvo, Beograd,  
Penezić Nenad, (2005.), Ekonomika preduzeća, FTN, Novi Sad,,  
Potkonjak Svetlana, (1991.), Ekonomika vodoprivre-de, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad,  
Raičević Božidar, (2005), Javne finansije, Ekonomski fakultet, Beograd,  
Ristić Žarko, (2002.), Fiskalni menadžment, Savre-mena administracija, Beograd,  
Studija, Voda za XXI vek (2005.), Institut „Jaroslav Černi“, Beograd,  
Stiglic E. Džozef, (2004), Ekonomija javnog sektora, Ekonomski fakultet Beograd,  
Vasiljev Stevan, (2001.), Principi marketinga, Biro-grafika, Subotica,  
Veljković Saša (2006), Marketing usluga, Ekonomski fakultet, Beograd.

# PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA GRANULARNIM MULJEM

U SPOMEN NA Dr IVANKU BRKOVIĆ-POPOVIĆ

## Prvi dio

**Napomena:** Dužni smo se zahvaliti našem stalnom saradniku inž. Miloradu Gakoviću na prijedlogu i svesrdnoj pomoći da se članci dr Mirka Popovića iz Beograda objave u našem časopisu u nekoliko brojeva. Ujedno obavještavamo čitaoce da je ovaj stručni članak objavljen u časopisu "Voda i sanitarna tehnika" broj 4-5, 2007. godine)

**SAŽETAK:** Osnovni cilj ovog rada je sumiranje znanja poznatih svjetskih autora o procesu prečišćavanja otpadnih voda koje sadrže biorazgradljive materije pomoću granularnog mulja, postupku koji je relativno nov i kod nas vrlo malo poznat, a u odnosu na druge procese znatno jeftiniji. Pored Uvoda, rad obuhvata sledeća poglavlja: 1. Osnovne karakteristike procesa, 2. Faktori koji utiču na anerobnu granulaciju i tehnologiju uklanjanja organskih materija, 3. Primjena procesa sa granularnim muljem za prečišćavanje gradskih otpadnih voda, 4. Primjena procesa sa granularnim muljem za prečišćavanje industrijskih otpadnih voda, 5. Produkcija metana, 6. Aerobna granulacija, 7. Literatura.

### UVOD

**P**rema podacima saopštenim na "8th International Conference on Anaerobic Digestion" održanom 1997. godine u Sendai, Japan (Anonymus, 1997), u svetu je do tog perioda u pogonu bilo ukupno 1066 anaerobnih postrojenja. Od toga, 956 (89,7%) odnosi se na tretman industrijskih efluenata, 78 (7,3%) na postrojenja za obradu gradskih otpadnih voda i 32 (3,0%) na čvrsti otpad. Prema istom izvoru, oko 250 mega tona metana oslobodi se u atmosferu naše planete iz nekontrolisane metanogene fermentacije organskih materija. Energetska vrednost ovog procesa iznosi 16% energije koja je bila potrošena u toku 1990. godine u SAD. Uzimajući u obzir navedeno, korišćenje organskih otpadnih voda i čvrstog otpada za produkciju goriva i hemikalija moglo bi se postići 20%-tno smanjenje opšteg zagrevanja planete.

Prema tome, prečišćavanje gradskih i industrijskih otpadnih voda ne treba ceniti samo sa stanovi-

šta zaštite voda od zagađivanja nego i kao načina da se i deo troškova za prečišćavanje smanji korišćenjem metana nastalom u toku obrade otpadnih voda za energetske potrebe.

Anaerobni tretman je najstarija metoda za tretman otpadnih voda. Lujis H, Mouras, francuski inženjer, je 1860. godine napravio instalaciju koja je bila upotrebljena za tretman staloženih čvrstih materija iz otpadnih voda, a Donald Camenon je prvi utvrdio da gas koji pri tome nastaje predstavlja metan. On je konstruisao i prvi napravio septičku jamu za otpadne vode grada Exter u Engleskoj 1895. godine. Proizvedeni gas se koristio za osvetljenje okoline postrojenja (Wang, 1994).

Dalji razvoj načina prečišćavanja otpadnih voda koje sadrže organske biorazgradljive materije (gradske otpadne, otpadne vode prehrambenih industrija, kao drugi biorazgradljivi efluenti) kretao se u pravcu razvoja aerobnih procesa od kojih su najčešće primenjivani aktivni mulj i biofiltracija. Anaerobni proces



se koristio za stabilizaciju aktivnog mulja, uglavnom sa postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda.

Prema Lettinga i Hulshoff Poll (2002), moguće malo interesovanje za anaerobne procese prečišćavanja prouzrokovao je interes za konvencionalna anaerobna postrojenja koja su komercijalno bila interesantnija zbog obimnih građevinskih radova i velikog udela elektromašinske opreme u sistemu prečišćavanja.

Interes za anaerobne procese porastao je posle pionirskog rada Young-a i McCarty-a (1969) koji su u Južnoj Africi, ispitujući anaerobni proces u Dorr Oliver-taložniku sa ulaznim tokom otpadne vode, zapažili "pojavu penjućih gasnih mehurova prouzrokovanih česticama mulja koji imaju granularna struktura" (Lettinga i Hulshoff Poll, 2002).

Pri poseti industrijskoj instalaciji koja je tretirala otpadne vode od proizvodnje vina i ispitujući prisutan mulj iz reaktora u Južnoj Africi 1979. g., holandski stručnjaci su uočili prisustvo granularnog mulja u tom reaktoru. Čak ni inženjeri koji su bili uključeni u rad ovog sistema nisu bili svesni jedinstvene osobine ovog mulja. Najverovatnije je da se to desilo zbog nedostatka razumevanja principa anaerobnog digestorskog procesa, tj. mikrobiologije, biohemije i reaktorske tehnologije. Slabo zanimanje za ovaj proces možda je prouzrokovao i veliki komercijalni interes za konvencionalni aerobni proces sa aktivnim muljem. Prema tome, navedena istraživanja anaerobnih procesa mogu se smatrati pretečom anaerobnih reaktora sa granularnim muljem (Lettinga i Hulshoff Poll, 2002).

Zainteresovani opažanjima u Južnoj Africi, u laboratoriji Univerziteta u Wageningen-u je 1974. godine prvi put dobijen granularni mulj u pilot-postrojenju zapremine 6 m<sup>3</sup> u kome je tretirana otpadna voda od proizvodnje šećera i šećerne repe (Lettinga et al., 1997). Nekoliko godina posle toga isti granularni mulj se pokazao efikasnim pri obradi otpadnih voda od prerade krompira sa opterećenjem od 45 kgHPK m<sup>3</sup>dan<sup>-1</sup> (Hulshoff Pol, 1989).

Tako je, zahvaljujući holandskim stručnjacima na čelu sa profesorom dr. Lettinga-om, osamdesetih godina dvadesetog veka lansiran novi biološki proces prečišćavanja biorazgradljivih otpadnih voda pomoću granularnog mulja.

Inače, biološki procesi prečišćavanja su najrasprostranjeniji i najekonomičniji načini tretmana otpadnih voda koje sadrže biorazgradljive materije (gradske otpadne vode i mnogi industrijski efluenti). Za prečišćavanje ovih otpadnih voda do nedavno su se najčešće koristili sledeći procesi:

- aktivni mulj,
- lagune (aerobne, anaerobne i fakultativne),
- biološka filtracija,
- anaerobna stabilizacija mulja.

Anaerobni proces prečišćavanja nije se smatrao pogodnim za tretman otpadnih voda zbog male brzine rasta anaerobnih bakterija i do nedavno se primenjivao samo u anaerobnim digesterima za stabilizaciju mulja iz primarnog taložnika i viška aktivnog mulja iz sekundarnih taložnika, uglavnom, pri prečišćavanju gradskih otpadnih voda.

Posle energetske krize sedamdesetih godina prošlog veka raste interesovanje za ovaj proces iako se do tada nije smatrao pogodnim za prečišćavanje otpadnih voda zbog male brzine rasta anaerobnih bakterija. Interesovanje za ovaj proces naročito je porastao posle pionirskog rada Young-a i McCarty-a (1969) sa anaerobnim filtrom kada je prvi put zapaženo prisustvo granularnog mulja. Autori ovih istraživanja nisu tada tome poklonili odgovarajuću pažnju. Oni navode "pojava penjućih gasnih mehurova prouzrokovanih česticama mulja koji ima granularnu formu" (Lettinga i Hulshoff Pol, 2002).

Granularni mulj prvi put je svesno razvijen 1974. g. u laboratoriji Univerziteta u Wageningen-u u pilot-postrojenju zapremine 6 m<sup>3</sup> u kome je tretirana otpadna voda od proizvodnje šećera iz šećerne repe (Lettinga et al., 1977). Tako je, zahvaljujući holandskim stručnjacima pod rukovodstvom prof. Dr. Lettinga, osamdesetih godina dvadesetog veka lansiran biološki proces obrade biorazgradljivih otpadnih voda pomoću granularnog mulja.

Prema podacima Frankin (2001), više od 900 postrojenja sa granularnim muljem bilo je do 2001. godine izgrađeno za tretman različitih vrsta otpadnih voda koje su sadržavale organske biorazgradljive materije.

Kassam et al., (2003) su analizirali globalan trend u industrijskoj primeni anaerobnih sistema za tretman otpadnih voda. Njihovi podaci pokazuju eksponencijalni rast upotrebe industrijskih anaerobnih sistema tretmana otpadnih voda do sredine 1990. g. Posle 1994. g. broj godišnjih instalacija opada, ali ostaje relativno konstantan.

Biofilm i granularni mulj su sa mikrobiološke tačke gledišta veoma slični, ali sa tehnološkog stanovišta postoji velika razlika. Biofilm (biofiltri) i granule imaju zajedničko sa flokulisanim muljem da postoji gradijent koncentracije koji utiče na konverziju organskih materija iz otpadne vode. Biofilm i granule imaju stabilnu strukturu gde pozicija bakterija ostaje stalna u vremenu. Flokulisani mulj (aktivni mulj) ima promenljive karakteristike koje se odnose na biomasu. Granule se dobijaju kad flokulisana i suspendovana biomasa (aktivni mulj) ne može da se zadrži u sistemu zbog svoje male gustine i kratkog hidrauličkog vremena zadržavanja.

Na kraju ovog uvodnog dela treba napomenuti da su prema Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 i ostalim pratećim zakonskim propisima regulisani svi aspekti zaštite voda u zemljama članicama i da su navedeni rokovi ispunjenja tih zahteva. Između mno-

gih propisa koje moraju poštovati članovi Evropske Unije definisani su i rokovi izvršenja, a suština je da do 2016. godine svi osnovni vodotoci moraju zadovoljavati propisane klase vode i da sve industrije i naselja veća od 2000 stanovnika moraju izgraditi postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.

## 1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PROCESA

Anaerobna razgradnja organskih materija, uključujući i suspendovane, je trostepeni proces koji obavljaju mikroorganizmi u tri sledeće faze:

- ❑ Prvi stepen obuhvata hidrolizu jedinjenja velike molekulske mase kao što su proteini, ugljeni hidrati, lipidi i druga jedinjenja koja mikroorganizmi mogu koristiti kao izvor ugljenika i energije,
- ❑ Drugi stepen je acidogeneza koja predstavlja konverziju nastalih jedinjenja u prvom stepenu u manje molekulske tvorevine kao što su volatilne masne kiseline, alkoholi, vodonik dr.,
- ❑ Treći stepen se sastoji od acetogeneze i metanogeneze, tj. prevođenja intermedijarnih jedinjenja u metan i CO<sub>2</sub>, procesima koji su spori i predstavljaju ograničavajući stepen u anaerobnoj razgradnji organskih jedinjenja.

Anaerobni granularni mulj je gusta mikrobiološka zajednica koja uključuje veliki broj mikroorganizama. Ni jedna pojedinačna vrsta nije sposobna da potpuno razgradi kompletan sastav otpadne vode. Potpuna razgradnja jedinjenja iz otpadnih voda uključuje interakciju između prisutnih vrsta.

Znatno veća gustina granularnog mulja u odnosu na pahuljice aktivnog mulja omogućuje korišćenje znatno većeg opterećenja u odnosu na proces sa aktivnim muljem. Dva su osnovna faktora koji dozvoljavaju veće opterećenje:

- ❑ brzina taloženja granularnog mulja iznosi i do 60 m h<sup>-1</sup>, a aktivnog mulja – 2 m h<sup>-1</sup>, ova činjenica omogućuje da starost mulja (vreme zadržavanja mulja u sistemu) ne zavisi od hidrauličkog vremena zadržavanja otpadne vode, i
- ❑ velika specifična metanogena aktivnost granularnog mulja koja omogućuje da se postiže zapreminsko opterećenje od preko 50 kg HPK m<sup>-3</sup> dan<sup>-1</sup>, a organsko opterećenje mulja je za najmanje deset puta veće nego kod aktivnog mulja.

Pre uvođenja otpadne vode u reaktor u kome se nalazi granularni mulj potrebno je u peskolovu ukloniti mineralne čestice velike gustine i eventualno smanjiti količinu suspendovanih materija, naročito ako su mineralnog porekla.

Proces prečišćavanja sa granularnim muljem obuhvata:

- ❑ predtretman za uklanjanje krupnih i suspendovanih materija (rešetke, taložnici),

- ❑ egalizator za ujednačavanje protoka i sastava otpadne vode, ako je potrebno,
- ❑ podešavanje pH i dodavanje nutrijenata da se obezbede optimalni uslovi za razvoj bakterija granularnog mulja, ako je potrebno,
- ❑ distributivni sistem za uvođenje influenta na dno reaktora mora da obezbedi ravnomeran dovod otpadne vode po širini reaktora,
- ❑ reaktor (kolona sa uzlaznim tokom otpadne vode) u kome se obavlja proces razgradnje organskih materija pomoću granularnog mulja,
- ❑ sistemi za sakupljanje biogasa i efluenta,
- ❑ posttretman, ako je neophodno da se postignu lokalni standardi kvaliteta efluenta.

Prednosti ovog procesa u odnosu na druge biološke postupke tretmana otpadnih voda jesu:

- ❑ jednostavnost konstrukcije i pogona,
- ❑ minimalna upotreba mehaničke opreme koja je, inače, vrlo jednostavna,
- ❑ postrojenje zauzima mali prostor,
- ❑ mali energetska zahtjevi u odnosu na aerobne biološke procese,
- ❑ mala produkcija mulja koji ima veliku brzinu taloženja i lako se odvaja od vode,
- ❑ aktivnost granularnog mulja se lako i dugo bezbedno održava na temperaturama koje se postižu u standardnim frižiderima,
- ❑ granule imaju tržišnu vrednost za puštanje u pogon novih postrojenja,
- ❑ primenjuju se visoka hidraulička i organska opterećenja koja su znatno veća od svih varijanti procesa sa aktivnim muljem,
- ❑ za razliku od procesa sa aktivnim muljem, nije potreban sekundarni taložnik, jer se ceo proces obavlja u reaktoru,
- ❑ produkcija biogasa koji se može koristiti za energetske potrebe,
- ❑ mogućnost decentralizovane primene čime se izbegavaju troškovi za gradnju kanalizacionog sistema,
- ❑ smanjenje veličine reaktora i potrebnog prostora za tretman zahteva manje investicije i redukuje radne troškove zbog odsustva aerizacije,
- ❑ nutrijenti za irigaciju su sačuvani,
- ❑ iz višaka mulja lako se uklanja voda,
- ❑ novija istraživanja su pokazala da se razgrađuju mnoge toksične supstancije.

Nedostaci su:

- ❑ efekti uklanjanja organskih materija (70 – 90% prema HPK i 70 – 80% prema BPK<sub>5</sub>) i suspendovanih materija obično ne zadovoljavaju norme za direktno ispuštanje u površinske vode, pa je neophodan dopunski obično aerobni biološki posttretman,
- ❑ ne uklanjaju se nutrijenti,

- ❑ proces je osetljiv na niske ambijentalne temperature, (optimum je 30°C) i osetljiv je na njene promene; ali, novija istraživanja su pokazala da proces može biti efikasan i na temperaturama od 4° do 10°C (Rebac, 1998),
- ❑ visoke koncentracije suspendovanih materija nepovoljno deluju na hidrolizu i kinetiku prenosa mase,
- ❑ proces se sporo oporavlja posle toksičnog šoka,
- ❑ projekti i radna iskustva sa izvedenih postrojenja su relativno ograničena,
- ❑ početni start bez upotrebe postojećeg granularnog mulja iznosi nekoliko meseci (4-6), zavisno od kvalitativnih karakteristika otpadne vode.

Dva osnovna faktora omogućuju primenu velikog organskog opterećenja granularnog mulja (Hulshoff Pol et al., 2002):

- ❑ velika brzina taloženja granularnog mulja od oko 60 m h<sup>-1</sup>, a uzlazna brzina toka vode u reaktoru je obično manja od 2 m h<sup>-1</sup>,
- ❑ veliko zapreminsko opterećenje od preko 50 kg HPK m<sup>-3</sup>d<sup>-1</sup> može se postići sa specifičnom metanogenom aktivnošću većom od 2 kg HPK kg<sup>-1</sup> VSS na dan.

Prema Uyanik et al. (2002 a i b), proces granulacije je efikasan jer:

- ❑ omogućuje visoku koncentraciju biomase u reaktorima,
- ❑ vodi do internog fizičko-hemijskog gradijenta unutar agregata,
- ❑ dovodi do heterogene strukture populacije sintrofnih organizama,
- ❑ omogućuje da reaktor radi kontinualno bez iznošenja biomase,
- ❑ omogućuje manipulaciju biomase kao jedne faze,
- ❑ omogućuje da efluent ima malu koncentraciju suspendovanih materija.

Collivignarelli et al. (1990) su, upoređujući anaerobno-aerobni tretman sa procesom aktivnog mulja, zaključili da je anaerobni tretman sa granularnim muljem uz posttretman sa aerobnom biološkom fil-

tracijom efikasniji i jeftiniji postupak prečišćavanja biorazgradljivih otpadnih voda.

Ne računajući izvesne modifikacije, naročito u konstrukciji gornjeg dela reaktora koji služi za odvajanje granula od efluenta i biogasa, najčešće se koriste dve vrste reaktora koji se praktično razlikuju samo po primenjenom opterećenju i ostalim parametrima procesa koji su uslovljeni tehnološkim zahtevima:

- ❑ UASB (upflow anaerobic sludge bioreactor) i
- ❑ EGSB (expanded granular sludge bed).

Versprile (2002) je prikupio i obradio podatke 92 uzorka sa 34 postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda pomoću granularnog mulja (51 sa UASB i 41 sa EGSB postrojenja). Rezultati su pokazali da mulj iz EGSB reaktora ima veću specifičnu aktivnost nego mulj iz UASB reaktora (1,08 u odnosu na 0,72 HPK po kg VSS na dan). Specifična aktivnost i brzina taloženja pozitivno su zavisni od mase volatilnih materija granularnog mulja. Prema istom autoru, tipični radni uslovi za oba tipa procesa daju se u tabeli 1.

UASB reaktori se upotrebljavaju za tretman koncentrovanih otpadnih voda pri temperaturama koje su bliske optimalnim za ovaj proces.

U umerenim klimatskim zonama većina otpadnih voda ima nisku temperaturu (sladare, punionice pića, pivare). HPK tih voda je relativno nizak (<1500 g m<sup>-3</sup>). Niske koncentracije zagađenja u influentu rezultuju u vrlo maloj koncentraciji organske materija u reaktoru i maloj produkciji biogasa. Intenzitet mešanja je slab, kao i kontakt supstrat – biomasa. Zato je, kada se tretiraju razblažene otpadne vode, potrebna velika zapremina reaktora radi ostvarenja potrebnog hidrauličkog vremena zadržavanja a ne radi organskog prostornog opterećenja. U protivnom, mulj bi se smanjivao u reaktoru.

Razmatranja optimizacije kontakta mulj – otpadna voda dovela su do razvoja ekspanovanog granularnog mulja u EGSB reaktoru koji je sličan sistemu s fluidizovanim slojem. Međutim, i EGSB-u se koristi granularni mulj a reaktor sa fluidizovanim slojem inertni materijal za pričvršćavanje aktivne biomase.

Tabela 1. Tipični radni uslovi za UASB (Upflow Anaerobic Sludge Bed) i EGSB (Expanded Granular Sludge Bed), prema Versprile (2002)

Parametri	UASB	EGSB
Organsko opterećenje (kgHPK m <sup>-3</sup> d <sup>-1</sup> )	5 – 12.5	15 – 25
Opterećenje mulja (kgHPK kg VSS d <sup>-1</sup> )	0.3 – 0.6	0.3 – 1.0
Zapremina reaktora (m <sup>3</sup> )	do 5000	do 2000
Visina reaktora (m)	5.5 – 7	12 – 18
Visina sloja mulja u reaktoru (m)	1 – 3	3 – 9
Uzlazna brzina u reaktoru (m h <sup>-1</sup> )	0.3 – 1	3 – 6
Uzlazna brzina u taložniku (m h <sup>-1</sup> )	0.5 – 1.5	10 – 15
Ulazna brzina gasa (m h <sup>-1</sup> )	0.25 – 1.5	1 – 6



Velika uzlazna brzina može se postići recirkulacijom efluenta i povećanjem visine reaktora. Zato EGSB reaktori imaju manji prečnik a veću visinu od UASB reaktora. Mulj EGSB reaktora ima za oko 50% veću metanogenu aktivnost nego mulj UASB reaktora.

Prema Grangrekar et al. (2005), osnovne karakteristike procesa koje omogućuju razvoj granularnog mulja u anaerobnim reaktorima su sledeće:

- ❑ hidrodinamički uslovi unutar reaktora imaju osnovnu ulogu u formiranju anaerobnih granula,
- ❑ karakteristike mulja unutar reaktora zavise od radnih uslova za vreme starta i granulacije nezavisno od kvaliteta otpadne vode i upotrebljenog inokuluma,
- ❑ organsko prostorno opterećenje ( $\text{kg HPK m}^{-3}\text{dan}^{-1}$ ) i organsko opterećenje granula, ( $\text{kg HPK kg}^{-1} \text{kg}^{-1} \text{VSS d}^{-1}$ ) primenjeno za vreme starta i formiranja granula su važniji parametri od karakteristika samog mulja. Ova dva parametra definišu kapacitet reaktora po jedinici zapremine i kapacitet mikroorganizama po jedinici prisutne mase u reaktoru,
- ❑ za reaktore koji su startovali s organskim prostornim opterećenjem manjim od  $4.88 \text{ HPK m}^{-3}$  na dan i organskim opterećenjem granula manjim od  $0.3 \text{ kg HPK po kg VSS na dan}$ , efekat uklanjanja HPK veći je od 90%. Efikasnost je manja kad reaktori startuju sa većim opterećenjem,
- ❑ granulacija je spora u eksperimentima kod kojih se u početnom periodu primeni veliko opterećenje (prostorno opterećenje veće od  $6 \text{ kg HPK m}^{-3}$  na dan i opterećenje granularnog mulja veće od  $0.3 \text{ kg HPK po kg VSS na dan}$ ); reaktori zahtevaju 25-30 dana da se uspostave ravnotežni uslovi i da počne formiranje granula,
- ❑ postoji zavisnost efekta uklanjanja HPK od organskog prostornog opterećenja ( $\text{mg HPK m}^{-3}$  na dan); u provedenim ispitivanjima koeficijent korelacije između ovih parametara iznosio je 0.862 (srednja vrednost organskog prostornog opterećenja je bila 4.63 a efekat uklanjanja HPK 82%),
- ❑ povećanje odnosa VSS/SS mulja se dobija pri povećanju opterećenja. Lin i Chen (1999) su izvestili da su imali odnos 0.78 pod sličnim uslovima opterećenja. Generalno, odnos VSS/SS za granularni mulj između 0.6 i 0.85 su naveli Lin i Yang (1991); Yan i Tay (1997); Lin i Chen (1999),
- ❑ razvoj granularnog mulja sa dobrim karakteristikama, kao što je indeks mulja manji od 16 mL po gramu, prosječna brzina taloženja veća od  $36 \text{ m h}^{-1}$ , visoka koncentracija mulja u reaktoru i čvrstina (kompaktnost) razvijenih granula rezultuju u velikoj efikasnosti uklanjanja HPK (više od 90%), što je osnovni cilj svakog procesa prečišćavanja. Da se ovo postigne, preporučljivo je da reaktor radi sa prostornim opterećenjem  $2.0 - 4.5 \text{ kg HPK m}^{-3}$  na dan i opterećenjem granularnog mulja od  $0.1 - 0.25 \text{ kg HPK kg}^{-1} \text{VSS na dan}$  za vreme starta i početka granulacije. Kad se granulacija obavi

pod ovim opterećenjem moguće je njegovo postepeno povećavanje prema projektnim kriterijumima.

Kim i Speece (2002) su kao i Noyola i Moreno (1994) upotrebili aktivni mulj za razvoj anaerobnih granula. Oni zaključuju da flokulentni mulj iz procesa sa aktivnim muljem može biti preveden u relativno aktivni anaerobni granularni mulj pojačavanjem aglomeracije hidrauličkim stresom u trajanju od 8 časova. Granule dobijene po opisanoj metodologiji održavaju granulaciju i daju dobar kvalitet efluenta. Autori zaključuju da produkcija anaerobnog granularnog mulja pod navedenim uslovima može biti pogodan način za brzo dobijanje granula.

Prema Pereboom (1997), u kolonama sa mehurovima zapaža se površina erozija, ili smicanja a u bazenima sa mešanjem vrši se lomljenje. Optimalna veličina granula nije uslovljena samo svojim osobinama nego zavisi i od ukupnog stanja sistema. Male granule su efikasnije, ali zadržavanje biomase sedimentacijom povoljnije je za veće čestice. Veličina granula zavisi od bioloških (rast, ugibanje) i fizičkih (abrazija, taloženje, ispiranje) procesa. Brzina abrazije određena je intenzitetom smicanja i čvrstinom granula. Abrazijom se veće čestice (1-3 mm) prevode u male (0.2 mm). U kolonama sa mehurovima primarna je površinska erozija ili smicanje a u bazenima sa mešanjem čestice se lome. Jačina različitih mikrobioloških granula pozitivno je korelisana sa srednjim vremenom zadržavanja u sistemu.

Granularni mulj je gusta multispecijska mikrobiološka zajednica, ali ni jedna od pojedinih vrsta nije u stanju da potpuno razgradi sve komponente otpadnih voda. Odsustvo granulacije se dešava kad je snaga smicanja suviše slaba. Mehanizmi ovih hidrodinamičkih smicanja i samoimobilizacija mikroorganizama nisu potpuno shvaćeni i protumačeni. Za razliku od procesa sa aktivnim muljem, uzlazna brzina toka otpadne vode i hidrauličko vreme zadržavanja nezavisni su u procesu sa granularnim muljem. Gotovo svi anaerobni i aerobni granularni muljevi stvoreni su u reaktorima za uzlaznim tokom otpadne vode i sa velikim odnosom visine prema prečniku. Na taj način uzlazni tok vode stvara cirkulacioni tok po celoj visini reaktora i mikrobiološki agregati su pod uticajem kružnog hidrauličnog delovanja. Takav fenomen sličan je formiranju oblutaka u rečnim koritima. Ovo potvrđuje praksa sa procesom aktivnog mulja. Jer, iako se ovaj proces primenjuje već skoro 100 godina, granulacija nikad nije konstatovana u bazanima sa aktivnim muljem. Izgleda da ne samo jačina hidrodinamičke snage smicanja nego i interakcija između toka otpadne vode i mikrobioloških agregata ima efekta na formiranje granularnog mulja (Liu i Tay, 2002).

Prema Li i Yuan (2002), poroznost granula opada s porastom njene veličine a brzina taloženja ima

suprotan trend. Ekstracelularne polimerne supstance koje proizvode anaerobni mikroorganizmi mogu da zapeše pore u granulama smanjujući poroznost.

Na osnovu ispitivanja granulacije u anaerobnom sekvencijalnom reaktoru sa diskontinualnim dozira-

njem dezintegrisanog aktivnog mulja, Park et al. (2005) su odredili prosečni rast granula u toku 360 dana trajanja eksperimenta (tabela 2), udeo osnovnih hemijskih elemenata u granulama (tabela 3) i približne formule hemijskog sastava.

Tabela 2. Distribucija veličine granula

Prečnik granula, mm	Udeo granula (%)			
	60 dan eksper.	120 dan eksper.	240 dan eksper.	360 dan eksper.
<0.5	57.7	27.8	23.4	5.3
0.5 – 1	37.1	48.8	50.8	29.0
1 – 1.5	5.2	11.7	15.9	34.5
1.5 – 2	0	7.9	6.0	13.3
2 – 2.5	0	3.8	3.1	5.8
2.5 – 3	0	0	0.8	5.7
3 – 3.5	0	0	0	4.3
>3.5	0	0	0	2.1

Tabela 3. Udeo osnovnih hemijskih elemenata u vrstama muljeva koji se primenjuju u procesima prečišćavanja otpadnih voda

	Aktivni mulj	Dispergovani mulj	Granularni mulj
Ugljenik (%)	48.1	40.9	40.2
Vodonik (%)	6.9	6.8	7.0
Kiseonik (%)	15.5	10.2	10.9
Azot (%)	8.5	7.7	8.1

Autori su ocenili da se hemijski sastav može izraziti sledećim formulama:

- Aktivni mulj –  $C_3 H_{8.6} O_{1.2} N_{0.8}$
- Dispergovani mulj –  $C_5 H_{10} O_{0.9} N_{0.8}$
- Granularni mulj –  $C_5 H_{10.4} O_{1.0} N_{0.9}$

Usvajajući da se sastav bakterija može predstaviti opšte usvojenom formulom  $C_5 H_7 O_2 N$  proizlazi da su digestorski i granularni mulj mešavina ostatka digestije i anaerobnih bakterija. Specifična metanogena aktivnost (SMA) granularnog mulja iz UASB reaktora za različite tipove otpadnih voda pokazale su da svaki gram mulja proizvodi 0.39 g metana na dan iz acetata. Posle razvoja granulacije SMA raste do 1.1 g  $CH_4 \cdot HPK g^{-1}$  VSS na dan koliko su utvrdili i Fang i Zhou (1997). Autori navode da su u njihovom UASB reaktoru karakteristike granulacije uz upotrebu aktivnog mulja kao inokuluma slične onom koji je prethodno dobijen iz anaerobne digestije gradskih otpadnih voda.

Mu et al. (2006) su ispitivali karakteristike granularnog mulja koji je razvijan u laboratorijskom modelu sa influentom koji je sadržavao šećer (tabela 4).

Tabela 4. Neke karakteristike granularnog mulja koji je razvijan u laboratorijskom modelu sa influentom koji se sastojao od konzumnog šećera

Prečnik granula (cm)	Učešće u %	Sadržaj pepela	Specifična masa	Poroznost
0.06 – 0.17	21.8	27.6 +/- 2.0	1.028 +/- 0.08	0.90
0.17 – 0.35	49.1	35.3 +/- 1.0	1.050 +/- 0.005	0.71
0.35 – 0.50	29.1	22.5 +/- 1.5	1.075 +/- 0.006	0.64

Brzina taloženja granula varirala je od 0.37 do 6.60 cm sek<sup>-1</sup> što je znatno veća vrednost nego kod aktivnog mulja (0.17 – 0.42 cm sek<sup>-1</sup>).

Porastom veličine granule imaju tendenciju flotacije. Ona je prouzrokovana zadržavanjem biogasa u ulegnućima jezgra granula koje su stvorena ugibanjem i lizom bakterija zbog nedostatka supstrata. Mrvljenje granula sprečava ovu pojavu, a FeS pojačava vezu između slojeva granula (Yoda i Nishimura, 1997).

Hien et al. (1999) saopštavaju da su dobili granularni mulj veličine 0.1 – 0.2 mm u toku 30 dana rada pri organskom opterećenju od 26.5 – 33.5 kg HPK m<sup>-3</sup>dan<sup>-1</sup> sa produkcijom metana od 4.4 – 4.6 m<sup>3</sup> po m<sup>3</sup> otpadne vode.

Transport mulja je skup. Zato količina mulja za početak procesa mora biti usklađena između potrebne mase i nabavne cene. Preporučuje se da minimalna količina za start UASB reaktora treba da iznosi jedan metar visine u reaktoru, a za EGSB – 4 m.

Da bi se ćelije u kulturi spojile i pričvrstile na površinu inertnog ili aktivnog materijala moraju biti ispunjeni brojni uslovi među kojima sile smicanja imaju najvažniju ulogu. Tendencija granula ka flotiranju povećava se s porastom njene veličine. Regeneracija ovakvih granula postiže se mehaničkim drobljenjem. Proteini se sporije razgrađuju od ugljenih hidrata pod acidogenim uslovima o čemu treba voditi računa pri projektovanju procesa prečišćavanja.

Prema Yakselen (1998), upotreba granularnog mulja u poljoprivredi mala je u odnosu na komercijalne fertilizere. Osim toga, višak granularnog mulja koristi se za puštanje u pogon novih postrojenja.

Prema Hulshoff Poll, (1989), postupak pri puštanju postrojenja u rad sa granularnim muljem iz nekog drugog postrojenja treba da bude sledeći:

- ❑ Početno opterećenje mulja treba da iznosi 0.1 – 0.2 kg HPK kg<sup>-1</sup>VSS d<sup>-1</sup>,

- ❑ Sledeće opterećenje povećava se za približno 80% specifične aktivnosti posevnog mulja,
- ❑ Dalje povećavanje opterećenja sledi ako se za vreme dva uzastopna dana održava već postignuta efikasnost.

Količina i kvalitet inokuluma vrlo su važni za početak rada postrojenja i značajno utiču na potrebno vreme za uspostavljanje optimalnih uslova procesa prečišćavanja. Iako ima veliki broj postrojenja u svetu, nije lako dobiti dovoljnu količinu granularnog mulja dobrog kvaliteta. Osim toga, transport ovog mulja je komplikovan i skup. Zato se količina mulja za početak rada mora uskladiti sa tržišnom cenom, predviđenim vremenom za start i njegovom raspoloživošću na tržištu.

Upotrebom sitnijih granula i male uzlazne brzine vode u reaktoru od 1.8 m d<sup>-1</sup> poboljšava se uklanjanje suspendovanih materija. Akumulacija suspendovanih materija raste s opadanjem temperature. Osim toga, brojna istraživanja su pokazala da male granule imaju veću metanogenu aktivnost nego krupnije (Elmitwalli et al., 1999).

Granularni mulj sa postrojenja na kome su prečišćavane pivarske otpadne vode koji je bio održavan 3 godine na temperaturi od 4°C brzo se aktivirao u prisustvu hranljivog supstrata (Liu et al., 2002).

Karakteristike granularnog mulja uslovljene su radnim uslovima za vreme početka rada, kao i karakteristikama otpadne vode i upotrebjenim inokulomom. Organsko prostorno opterećenje (kg HPK m<sup>-3</sup> na dan) i organsko opterećenje granularnog mulja (kg HPK po kg VSM na dan) su dva osnovna parametra koji definišu kapacitet reaktora po jedinici zapremine reaktora i volatilnoj masi granularnog mulja.

U odnosu na aktivni mulj i biološku opnu u biofiltrima granule imaju znatno manji prirast (tabela 5).

Tabela 5. Prirast mulja na postrojenjima za prečišćavanje različitih vrsta otpadnih voda pomoću granularnog mulja (Versprille, 2002)

Tip industrije	Tip procesa	Prirast mulja u odnosu na uklonjeni HPK (%)	Opterećenje mulja (kg HPK kg <sup>-1</sup> VSS d <sup>-1</sup> )
Hemijska industrija	UASB	0.5	0.50
Prerada krompira	UASB	5	0.30
Proizvodnja kvasca	UASB	1.5	0.34
Hemijska industrija	EGSB	1.8	0.39
Hemijska industrija	EGSB	1.5	0.70
Mlečna kiselina	EGSB	2.75	0.39
Proizvodnja kvasca	EGSB	0.6	1.00



Prema ispitivanju Karim i Gupta (2006), granularni mulj dobro podnosi šok-opterećenja, što u domenu tretmana, naročito industrijskih otpadnih voda, predstavlja vrlo pozitivnu osobinu. Za razliku od granularnog, aktivni mulj je znatno osjetljiviji na kvalitativne karakteristike otpadnih voda, kao i na nagle promene sastava otpadnih voda.

Za razliku od aktivnog mulja, granule imaju mali prirast i ako se postrojenje pušta u pogon sa nekim inokulumom od toga treba da se razvije granularnu mulj potrebno vreme za razvoj tehnološki povoljne količine granula iznosi oko 100 dana. Zato se u praksi obično kupuju granule sa nekog postrojenja koje tretira istu ili sličnu otpadnu vodu. Međutim, transport mora da obezbedi anaerobne uslove i po mogućnosti ne visoku temperaturu, što zahteva znatne materijalne troškove (Grangrekar et al., 2005).

Prema Yoda i Nishimura (1997), flotacija i iznošenje granula iz reaktora jedan je od problema u radu sa granularnim muljem. Flotacija mulja prouzrokovana je zadržavanjem biogasa u ulegnućima u jezgru granula koje je stvoreno ugibanjem i lizom bakterija zbog nedostatka supstrata. Ako postoje šupljine u unutrašnjosti, granula će flotirati, naročito ako je prečnik šupljine veliki. Ovo se posebno odnosi na vrlo zagađene i dobro razgradljive otpadne vode. Da se spreči flotacija treba izmrviti granule.

Na kraju uvodnog dela smatramo da je vrlo korisno parafrazirati stav jednog stručnjaka koji je, možda, najviše doprineo razvoju i popularizaciji ovog ekonomičnog i vrlo efikasnog načina prečišćavanja otpadnih voda koje sadrže biološki razgradljive materije. Naravno reč je o holandskom profesoru Dr Gatzte Lettinga (Letinga, 2006):

Građani i državne institucije neopozivo postaju svesne da život naše okoline mora biti zaštićen jednostavnim i održivim konceptom koji se osniva na prirodnoj biološkoj mineralizaciji otpadnih voda i decenralizovanoj sanitaciji i ponovnim korišćenjem resursa, ali bez primene ekstremno strogih standarda za ispuštanje efluenta.

## 2. FAKTORI KOJI UTIČU NA ANAEROBNU GRANULACIJU I RAZGRADNJU ORGANSKIH MATERIJA

Posljednjih dvadesetak godina predloženi su mnogobrojni modeli za anaerobnu granulaciju sa ciljem poboljšanja razumevanja mehanizama ovog procesa. Ovi modeli razmatraju se u radu Liu et al. (2003).

Kao što je već navedeno, anaerobna razgradnja organskih materija, uključujući i suspendovane, trostepeni je proces koji obuhvata tri sledeće faze:

□ prvi stepen je hidroliza složenih jedinjenja (proteini, ugljeni hidrati, lipidi i druga jedinjenja) koju mikroorganizmi mogu koristiti kao izvor ugljenika i energije,

□ drugi stepen predstavlja acidogeneza (konverzija jedinjenja nastalih u prvom stepenu u volatilne masne kiseline, alkoholi itd),

□ treći stepen obuhvata acetogenezu i metanogenezu, to jest prevođenje intermedijarnih jedinjenja u metan i ugljen-dioksid, procesima koji su ograničavajući stepen u anaerobnoj razgradnji organskih jedinjenja.

Anaerobna mikrobiološka granulacija je osnovni proces od koga zavisi uspešan rad reaktora sa granularnim muljem. To je prirodni proces koji se spontano dešava pod povoljnim uslovima zbog tendencije bakterija ka samoimobilizaciji i koji, kao i svaki prirodni fenomen, zavisi, u većoj ili manjoj meri, od raspoloživih abiotičnih uslova od kojih su najvažniji:

- temperatura,
- pH,
- kiseonik
- sastav i koncentracija organskih materija,
- hidrodinamički uslovi,
- prisustvo multivalentnih katjona i ostalih hemijskih jedinjenja koja pozitivno utiču na granulaciju,
- mikrobiološka ekologija,
- produkcija egzocelularnih polimernih supstancija anaerobnih bakterija,
- uzlazna brzina tečnosti i hidrauličko vreme zadržavanja vode u reaktoru,
- organsko opterećenje reaktora,
- posevni mulj, inokulum.

Detaljni pregled mehanizma granulacije su dali Schmidt i Ahring (1996).

### 2.1. Temperatura

Rast metanogenih bakterija vrlo zavisi od temperature. Tako, generaciono vreme za metanogene bakterije na 35°C iznosi 3 dana, a na 10°C – 50 dana (Bitton, 1999). U praksi se najčešće primenjuje temperatura od oko 30°C. Ispiranje mulja i smanjenje uklanjanja HPK dešava se pri temperaturama između 37 i 55°C (Fang i Lau, 1996). Metanogene bakterije rastu sporo i njihovo generaciono vreme zavisi od temperature i iznosi 3 dana na 35°C do 50 dana na 10°C. Kad je reaktorska temperatura ispod 30°C metanogena aktivnost je znatno smanjena. To je razlog što se za uspešan proces u UASB reaktorima mora održavati temperatura od 30 do 35°C. Pri višim temperaturama (37° do 55°C) pogoršava se uklanjanje HPK (Fang i Lau, 1996).

Visoka temperatura poboljšava rast granula. Međutim, ekstremno visoka temperatura ga inhibira. Termofilni UASB reaktori (temperatura iznad 35°C) nisu praktični zbog dopunske energije koja se mora trošiti i relativno lošeg kvaliteta efluenta. Osim toga, teško je održavati i kontrolisati proces na visokim temperaturama, pa se njegova primena preporučuje

samo za efluente za koje bi dovođenje na temperaturu od oko 30°C zahtevalo znatne materijalne troškove.

Prema Banik i Dague (1997), tretman otpadnih voda na visokim temperaturama pogodna je alternativa za jako zagrejane otpadne vode jer se na taj način štedi energija za hlađenje.

Nagle promene temperature nepovoljno djeluju na organizme granularnog mulja. Termofilni proces zahteva dugo vremena za formiranje granula. Pri nižoj temperaturi dvofazni sistem je bolji a pri višoj jednofazni.

Od nedavno je pažnja usmjerena na ispitivanje delovanja niskih temperatura na performanse reaktora sa granularnim muljem (Rebac, 1998. Lettinga, 1997). Efekat uklanjanja HPK od 70 – 90% postignut je u UASB reaktoru koji je radio pri temperaturi od 11°C sa hidrauličkim vremenom zadržavanja od 6h. Slično, u EGSB reaktoru je uspešno obavljen tretman, uglavnom rastvorenih materija, na temperaturama od 5° do 10°C (Angenent et al., 2001, Lettinga et al., 2001).

Rebac (1998), na osnovu detaljnih istražnih radova, konstatuje da se relativno malo zagađene (HPK < 1000 MG l<sup>-1</sup>) i hladne otpadne vode (8-12°C) mogu uspešno prečišćavati u jednostepenom visokopterećenom EGSB reaktoru sa organskim opterećenjem od 12 kg HPK m<sup>-3</sup>dan<sup>-1</sup>.

U EGSB reaktoru moguć je tretman uglavnom rastvorenih materija na temperaturama od 5 do 10°C. Obavljen je veći broj ispitivanja mogućnosti i uslova za primenu granularnog mulja za prečišćavanje otpadnih voda čak i na temperaturama ispod 10°C (Rebac, 1998).

Prema Elmitwalli et al. (1999), izbor jedno ili dvofaznog sistema, uglavnom, zavisi od temperature i njene fluktuacije. Za tretman otpadnih voda pri niskoj temperaturi dvofazni sistem je bolji, a pri višoj – jednostepeni. Uklanjanje i razgradnja koloidnih čestica kojih u domaćim otpadnim vodama ima 20-30% ukupnog HPK limitirajući su faktor uklanjanja pri niskim temperaturama.

Prema Banik et al. (1997), psihofilne temperature nemaju dramatičan efekat na mikrostrukturu granula, sa mogućim izuzetkom slojevite strukture pri 5°C. Granule koje rastu na odmašćenom mleku na 15 i 25°C imaju uniformnu strukturu. Ovo potvrđuje hipotezu da mikrostruktura granula u velikoj meri zavisi od prirode supstrata. Varijacija u mikrostrukturi granula koje rastu na 5°C, međutim, sugerise da temperatura ima odlučujuću ulogu u sastavu granula. Granule se na svim temperaturama sastoje od predominantno Methanothrix-u sličnim mikroorganizmima što sugerise da ovaj organizam ima važnu ulogu u granulaciji i visokom efektu anaerobnog procesa. Specifična metanogena aktivnost granula koje rastu pri psihofilnim temperaturama je nešto manja nego kod granula koje se razvijaju pri mezofilnoj

temperaturi. Produkcija metana na 35°C kod granula koje rastu pri psihofilnim temperaturama pokazuje postojanje mezofilnih i/ili psihofilnih mikroorganizama koji mogu rasti pri tim temperaturama. Egzistencija obligatnih psihofilnih mikroorganizama nije potvrđena.

Efikasnost anaerobne razgradnje organskih materija zavisi od koordinacije metabolizma bakterija koje stvaraju kiseline i metan. Debalans u brzini metabolizma ove dve grupe bakterija odgovoran je za nestabilnost anaerobne digestije jer akumulacija intermedijera prve grupe bakterija može inhibirati metanogene bakterije. Smanjenje temperature vodi do opadanja brzine korišćenja supstrata, odnosno specifičnog rasta.

Niža temperatura i manja koncentracija supstrata utiču na smanjenje brzine razgradnje. Pored temperature i opterećenja, efikasnost anaerobnog tretmana zavisi i od karakteristika otpadne vode, biorazgradljivosti polutanata i taloživosti suspendovanih materija (Banik i Dague, 1997).

Visokopterećeni bioreaktori obično se primenjuju na temperaturama od 25 do 40°C. Tretman na nižim temperaturama pokazao se uspešnim ako se primeni povećana uzlazna brzina od 10 m na čas pri temperaturi koja je niža od 15°C (Rebac et al., 1996).

Prema Cha i Noike (1997), na efikasnost razgradnje supstrata u acidogenezi jako utiče brzi pad temperature, naročito pri kratkom vremenu zadržavanja i nižoj temperaturi od optimalne. Anaerobna digestija organskih materija zavisi od aktivnosti 4 metabolične grupe bakterija, tj. hidrolitičkih, obligatno proton-redukujućih, homo-acetogenih i metanogenih bakterija. Kad je proces pod uticajem iznenadnih promena temperature uslovi u digestoru postaju neuravnoteženi pošto pojedine metabolične grupe odgovaraju na različite načine.

Ispitujući stvaranje granularnog mulja u termofilnim uslovima, Syutsubo et al. (1998) su utvrdili da je potrebno oko 200 dana dok ceo mulj nije postao granularan, što je znatno duže vreme nego što je to potrebno za mezofilni UASB proces. I to je jedan od razloga što je u funkciji mali broj postrojenja sa granularnim muljem koja rade pod termofilnim uslovima.

Prema Van Lier et al. (1997), visoko opterećeni anaerobni reaktori se primenjuju u temperaturnom rangu od 25 – 40°C. Uspešna primena na nižoj temperaturi, tj. od 5-20°C zahjeva adaptaciju konvencionalnog visokopterećenog reaktora. Najvažniji faktor koji pozitivno utiče na efekat uklanjanja organskih materija je stepen mešanja između metanogene biomase i otpadne vode, pošto je specifična produkcija gasa relativno mala pod psihofilnim uslovima. Efikasno mešanje može se postići povećanjem uzlazne brzine tečnosti (Rebac et al., 1995 i Rebac et al. 1998). Poslednji koncept je nedavno studiran upotrebom reaktora sa ekspanovanim granularnim slojem

mulja (EGSB) koji radi sa uzlaznom brzinom od 10 m na čas. Rezultati su pokazali visok efekat tretmana uprkos niskoj temperaturi koja je bila manja od 15°C.

## 2.2. Uticaj pH

Vrednost pH takođe deluje na brzinu rasta, pa njegove promene mogu uticati na morfologiju i strukturu granula. Tretman otpadnih voda koje sadrže mnogo proteina izaziva formiranje pene koja se akumulira u reaktoru što doprinosi ispiranju mulja iz reaktora. Ove pojave stvaraju dosta teškoća pri anaerobnom tretmanu otpadnih voda mlekara i klanica. Jer, proteini se sporije razgrađuju od ugljenih hidrata pod acidogenim uslovima (Yu i Fang, 2003).

Na osnovu anaerobnih reakcija mikrobiološke vrste mogu biti podeljene u sledeće tri kategorije:

1. bakterije koje obavljaju hidrolizu,
2. bakterije koje proizvode kiseline i
3. bakterije koje proizvode metan.

Bakterije koje proizvode kiseline podnose nizak pH (pH od 5.0 do 6.0). Međutim, većina bakterija koje proizvode metan mogu optimalno funkcionisati u vrlo uskom dijapazonu vrednosti pH (6.7 – 7.4) (Bittonn, 1999). Ovo objašnjava zašto je pH štetniji za bakterije koje proizvode metan nego za acidogene bakterije. Kada je pH u reaktorima izvan dijapazona 6.0 i 8.0 aktivnost bakterija koje stvaraju metan se smanjuje što dovodi do manjeg efekta uklanjanja organskih materija. Pod normalnim radnim uslovima smanjenja pH usled metabolizma bakterija koje proizvode kiseline puferuje se bikarbonatima koje proizvode bakterije koje stvaraju metan.

## 2.3. Kiseonik

Pošto je koncentracija rastvorenog kiseonika u tečnosti mala, a koncentracija supstrata velika, malo je verovatno da se kiseonik detektuje u gasnoj fazi digestora. Kiseonik prodire u unutrašnjost granule samo nekoliko mm (mikrometara) zbog njegove potrošnje fakultativnim anaerobima i ograničenja malom brzinom penetracije. Na taj način unutrašnji deo granule koji naseljavaju anaerobne bakterije zaštićen je od toksičnog delovanja kiseonika. Osim toga, kiseonik i drugi gasovi mogu prouzrokovati flotaciju granula. Postoje tri uzroka koji su odgovorni za ovu pojavu:

1. zadržavanje gasa unutar granula,
2. pričvršćivanje gasa na granule i
3. prisustvo gasa u filamentoznom materijalu.

Da se izbegnu ove pojave mogu se primeniti sledeće akcije: smanjenje organskog opterećenja i visine reaktora, kao i izdvajanje filamenata pre uvođenja otpadnih voda u reaktor ili preacidifikacija da bi se izbegao razvoj filamentoznih i acidifikacionih bakterija.

Toksičnost kiseonika ne ispoljava se u anaerobnim reaktorima kad je njegova koncentracija manja od potrebne vrednosti stehiometrijskog odnosa da se zadovolji hemijska potrošnja kiseonika. Pošto je koncentracija rastvorenog kiseonika u reaktoru znatno manja od 10 mg L<sup>-1</sup>, a otpadne vode sadrže najmanje nekoliko stotina HPK mg L<sup>-1</sup>, tj. ako je odnos koncentracije kiseonika i HPK manji od 1 neće biti inhibicije mikroorganizama od prisustva kiseonika.

Prema Kato et al. (1997), rezultati ispitivanja uticaja kiseonika na metanogenezu granularnog mulja pokazali su da mulj ima visoku toleranciju na kiseonik. Najvažniji mehanizam koji omogućuje ovu toleranciju jeste respiraciona brzina fakultativnih bakterija u granularnom mulju. Odsustvo supstrata za fakultativne bakterije drastično smanjuje toleranciju na kiseonik. Tada kiseonik može dublje da prodre u granule nepovoljno delujući na anaerobne bakterije. De Beer (1990) je utvrdio da kiseonik penetrira u granule samo do dubine od 100-300 mm. Kada nema dovoljno supstrata za fakultativnu respiraciju, kiseonik može da prodire dublje u granule što omogućuje njihov kontakt sa metanogenima čime se smanjuje ukupan efekat prečišćavanja. Zato je za tretman otpadnih voda sa niskom vrednošću HPK potrebno adekvatno mešanje. Turbulencija je vrlo jaka pri tretmanu jako zagađenih otpadnih voda zbog velike produkcije gasa.

Anaerobni tretman razblaženih otpadnih voda je uzrok ozbiljnih problema zbog mogućeg prisustva rastvorenog kiseonika. Kiseonik se smatra kao toksična supstancija pošto različita ispitivanja izveštavaju o štetnim efektima, naročito za metanogene za koje se smatra da su striktni anaerobi.

Rezultati toksičnosti kiseonika na metanogenezu granularnog mulja u diskontinualnim eksperimentima pokazuju da metanogeneza u granularnom mulju ima visoku toleranciju na kiseonik. Najvažniji mehanizam tolerancije na kiseonik je respiraciona brzina fakultativnih bakterija prisutnih u granularnom mulju, pošto od toga zavisi tolerancija granula.

Pogodnost EGSB za tretman razblaženih otpadnih voda pokazana je visokim performansama sa HPK uklanjanjem od 80% - 97% pri 12 g COD m<sup>-3</sup>. Visoka performansa tretmana u EGSB reaktoru zavisi od 3 osnovna parametra: uzlazna brzina toka influenta, organsko opterećenje i HPK influenta. Performanse tretmana su optimalne kada se primeni  $V_{uz}$  između 2.5 i 5.5 m h<sup>-1</sup> (recirkulacioni odnos 8). Pri ovim uslovima postiže se adekvatan odnos otpadna voda – biomasa. Zahtev za visokim zadržavanjem biomase je ispunjen. Pri vrednosti  $V_{uz}$  manji od 2.5 m na čas efekat uklanjanja HPK opada jer je transport mase supstrata u granule limitirajući.

Pri vrednosti uzlazne brzine veće od 5.5 m h<sup>-1</sup> dolazi do ispiranja mulja. Da se ovaj slučaj izbegne, potrebno je da uzlazna brzina bude manja od 5.5 m h<sup>-1</sup>. Količina proizvedenog gasa nije dovoljna da se



dobije prirodna turbulencija. Međutim, podižuća snaga mehurova gasa pričvršćena na biofilm flotira mulj. Ovaj problem se sprečava sa organskim prostornim opterećenjem od 7 g COD L<sup>-1</sup> čime se smanjuje produkcija biogasa. Ako se želi veće organsko prostorno opterećenje potreban je bolji sistem za zadržavanje mulja. To zahteva poboljšanje separatora gas – čvrste materije – tečnost ili razvoj novog tipa imobilizacije biomase prilagođavajući se hidrodinamici EG-SB reaktora.

Primena UASB i EGSB reaktora za tretman mlažagađenih otpadnih voda je ispitivana da se utvrdi efekat rastvorenog kiseonika na metanogenu aktivnost granularnog mulja, kao i uticaj koncentracije supstrata i niže temperature u odnosu na performanse tretmana. Rezultati su pokazali da metanogeni smešteni u granularni mulj imaju visoku toleranciju na kiseonik. Mnoga ispitivanja su potvrdila u praksi da rastvoreni kiseonik nema bitan štetan efekat na performanse tretmana.

#### **2.4. Sastav i koncentracija organskih materija**

Praksa sa izgrađenih postrojenja, kao i laboratorijska ispitivanja pokazala su da granularni mulj, zahvaljujući svojoj strukturi, ima znatno veću sposobnost biološke razgradnje specifičnih jedinjenja u odnosu na standardni aerobni proces sa aktivnim uljem.

Tako, na primer, najveći deo boja (60-70%) koje se primenjuju u tekstilnim industrijama su azo-jedinjenja koja se u aerobnim uslovima prečišćavanja ne mogu ukloniti. Naprotiv, u anoksičnim uslovima se razgrađuju stvarajući bez boje aromatske amine koji se zatim mogu ukloniti u aerobnim uslovima (Van der Zee et al, 1994).

#### **2.5. Hidrodinamički uslovi**

Hidrodinamički uslovi u reaktoru vrlo su važni. Jer, kako je već ranije navedeno (Noyola i Moreno, 1994), flokulentni mulj iz procesa sa aktivnim muljem može se prevesti u relativno aktivni anaerobni granularni mulj pojačanom aglomeracijom pomoću hidrauličkog stresa za manje od 8 h.

Proces zahteva dugo vreme zadržavanja biomase i dobar kontakt biomase i dobar kontakt biomasa – otpadna voda. Oba zahteva su zavisna od intenziteta mešanja. Adekvatno mešanje može biti postignuto dobrom hidrauličkom turbulencijom i ekspanzijom sloja mulja. Treba da se obezbedi kompromis između zadržavanja biomase i dobrog kontakta otpadna voda – biomasa.

Anaerobna tehnologija pokazala se uspešnom u tretmanu koncentrovanih otpadnih voda. Jedan od glavnih nedostataka anaerobne tehnologije jeste dug period potreban za razvoj i održavanje visoke koncentracije aktivne i dobro izbalansirane biomase

u reaktoru. Ovo se obično postiže progresivnim povećanjem organskog opterećenja do projektovane vrednosti. U početku organsko prostorno opterećenje mora biti malo, reda veličine 1 kg COD m<sup>-3</sup> na dan, prouzrokujući slabo hidrauličko mešanje, naročito u UASB reaktorima i ugrožavajući prenos mase između tri faze u reaktoru. Primena spoljne energije u pilsirajućoj formi je uobičajena praksa za poboljšanje prenosa mase u hemijskim inženjerskim jedinicama, uključujući i biohemijske reaktore. U ovom poslednjem slučaju izbegava se zadržavanje gasa između biočestica, čime se smanjuje reaktorska zapremina i ugrožava efikasan kontakt između rastvorenih organskih materija i bakterija (Franko, 2002).

Liu i Tay (2002) su utvrdili da hidrodinamički uslovi unutar reaktora imaju osnovnu ulogu u formiranju anaerobnih granula.

Pereboom (1997) navodi da optimalna veličina granula nije određena samo svojim osobinama nego ukupnim delovanjem. Male granule su efikasnije za uklanjanje organskih materija, ali za zadržavanje biomase u reaktoru povoljnije je za veće čestice. Dinamička distribucija prečnika granula u reaktoru određena je biološkim (rast, ugibanje) i fizičkim procesima (abrazija, taloženje, ispiranje). Brzina abrazije određena je brzinom smicanja i čvrstinom granula. U kolonama sa mehurovima primarna je površinska erozija, a u tanku sa mešanjem vrši se lomljenje.

Prema Tiwari et al. (2005), reaktori sa pregradama imaju prednost u odnosu na ostale modele anaerobnih reaktora sa granularnim muljem, posebno ako otpadne vode sadrže inhibitorne materije. Prvi odeljak služi kao puferna zona za toksične i inhibitorne materije čime se omogućuje sigurniji rad sledećih odeljenja koja imaju bolje uslove za razvoj osetljivih metanogenih bakterija. U drugom odeljku granule su boljeg kvaliteta i produkuju više metana. U prvom odeljenju se dobija oko 30% ukupno proizvedenog metana a u ostalim oko 70%.

Uyanik et al. (2002 a i b) navode da se povećanje učinka anaerobnih digestora može postići stvaranjem optimalnih fizioloških uslova za anaerobne mikroorganizme. Ovo podrazumeva upotrebu digestije u dva stepena: prvi – acidogeneza (hidroliza, fermentacija i acidifikacija) koju sledi acetogeneza i metanogeneza.

Nedavno je saopšteno da reaktor sa pregradama (anaerobic baffled reactor – ABR) koju čini seriju UASB reaktora predstavlja najbolje konstrukciono rešenje. Ovaj reaktor radi kao dvofazni digestor pošto pregrade odvajaju odeljenja u kojima se separiše biomasa specijalizovana za pojedine vrste supstrata. Acidifikacija dominira u prvim a zatim sledi metanizacija u narednim sekcijama. Dodavanje polimera pokazalo je pozitivne efekte na zadržavanje i formiranje granula, kao i efekte prečišćavanja. ABR reaktor je pokazao dobre efekte pri prečišćavanju otpadnih voda od proizvodnje sladoleda.

## 2.6. Prisustvo multivalentnih katjona i ostalih hemijskih jedinjenja koji pozitivno utiču na granulaciju

Eksterni aditivi u formi multivalentnih katjona kao što su gvožđe i aluminijum poboljšavaju granulaciju u jako zagađenim otpadnim vodama. Mnogi prirodni i sintetički polimeri su upotrebljavani za poboljšanje granulacije pri prečišćavanju otpadnih voda granularnim muljem.

Liu i Tay (2002) su utvrdili da hidrodinamički uslovi unutar reaktora imaju osnovnu ulogu u formiranju anaerobnih granula. Osim toga, ispitivali su efekte dodavanja jeftinih i lokalno raspoloživih polimernih supstancija u UASB reaktore koji tretiraju slabo zagađene sintetičke otpadne vode. Chitosan je katjonski bipolimer koji se dobija deacetilacijom hitina i kao aditiv rezultuje u znatnom poboljšanju granulacije.

Wirtz i Dague (1997) navode da katjonski polimeri poboljšavaju stvaranje granula. One se razvijaju u toku 4 mjeseca od početka rada. Pri uzgonskoj brzini od  $1 \text{ m h}^{-1}$  veličina granula je 1-3 mm, a pri brzinom od  $1 \text{ m h}^{-1}$  veličina granula raste. Metanogene bakterije rastu sporo i njihovo generaciono vreme se kreće od 3 dana na  $35^\circ\text{C}$  do 50 dana na  $10^\circ\text{C}$ .

Kad je reaktorska temperatura ispod  $30^\circ\text{C}$  metanogena aktivnost je znatno smanjena. To je razlog što temperatura u UASB reaktorima treba da se održava između  $30$  i  $35^\circ\text{C}$ . Ispiranje mulja i pogoršanje uklanjanja HPK u UASB reaktoru se dešava i pri temperaturama od  $37$  do  $55^\circ\text{C}$  (Bitton, 1999).

Park et al. (1977) su utvrdili da inokulacija alga iz jezerskog sedimenta znatno poboljšava proces granulacije u UASB reaktoru. Osim toga, povećava se efekat uklanjanja HPK ne samo u početnom nego i kasnije u stabilnom periodu rada. Osim toga, isto vredi i za povećanje sadržaja metana u biogasu. Pri organskom opterećenju od  $10 \text{ kg m}^{-3}$  na dan u UASB reaktoru se postiže efekat uklanjanja HPK veći od 90%. Više od dva puta je veća brzina redukcije nitrata u reaktoru koji sadrži jezerski sediment, dok je sulfatna redukcija u reaktorima slična. *Mathanobacterium* i *Mathansaeta* kao metanogene bakterije su stalno bile u granularnom mulju.

Prema Imai et al. (1997), jedan od važnih faktora za razvoj granularnog mulja je prisustvo nukleusa za mikrobiološki rast. Dodavanje internih čestica zeolita veličine  $100 \text{ }\mu\text{m}$  u inokulisani mulj potpomaže granulaciju. Autori su razvili adsorptivni polimer (WAP) čiji je osnovni sastav akrilna komponenta. Prečnik WAP-a je  $100\text{-}200 \text{ }\mu\text{m}$  i ima kompleksnu strukturu i veliku specifičnu površinu za pričvršćavanje mikrobiološkog rasta. Anaerobne granule prečnika  $0.5\text{--}1.5 \text{ mm}$  javljaju se u reaktorima posle 40 dana rada a sav mulj postaje granularan posle 30 dana. U periodu od 40 do 70 dana od početka primene zapaža se razgradnja WAP-a i njegovo potpuno nestajanje.

Mnogi autori su ispitivali efekte internih čestica na razvoj granularnog mulja (Hulshof Pol, 1989). Dodavanje internih čestica zeolita veličine  $100 \text{ }\mu\text{m}$  u inokulisani mulj potpomaže granulaciju. Čestice veće gustine nisu pogodne za razvoj granula jer imaju veliku gustinu i zadržavaju se pri dnu.

Adsorpcioni polimer WAP promovisan u Japanu pokazao je dobre osobine za poboljšanje granulacije. Po osnovnom sastavu je akrilna komponenta čiji prečnik iznosi  $100\text{-}200 \text{ }\mu\text{m}$ .

El-Mamouni et al. (1998) su ispitivali Perkol 763 (Allied Colloids, Inc, Ontario, Kanada), katjonski sintetički akrilamidni polimer sa dozom od  $2 \text{ mg}$  i chitosan (Fluka, SAD) sa dozom od  $25 \text{ mg}$  po gramu suspendovanih materija. Optimalne doze su ukupno 4 puta injektirane za vreme celog eksperimenta koji je trajao 5 nedelja. Rezultati su pokazali da dodavanje oba polimera znatno ubrzavaju formiranje granula. Veća granulacija je dobijena sa prirodnim chitosan-polimerom u odnosu na sintetički Percol 763. Chitosan daje granulaciju od  $49 \text{ }\mu\text{m}$  na dan u odnosu na  $32$  sa Perkolom. Superiornost prirodnih polimera nad sintetičkim potvrdili su i drugi autori. Eksperimentalni rezultati pokazuju da dodavanje polimera u reaktoru (chitosan ili Percol 763) znatno ubrzava formiranje granula. Anaerobna granulacija uz upotrebu polimera znatno smanjuje startni period procesa prečišćavanja otpadnih voda sa granularnim muljem.

Twari et al. (2005) su ispitivali efekat dodavanja prirodnih jonskih polimera na granulaciju u laboratorijskom UASB reaktoru koji je tretirao malo zagađene sintetičke otpadne vode (HPK  $750\text{--}850 \text{ mg/L}$ ). Organsko opterećenje je bilo  $1477 \pm 118 \text{ kg HPK m}^{-3}$  na dan. Pod identičnim uslovima su radila 4 istovetna reaktora paralelno sa sledećim aditivima: kontrolni bez aditiva, anjonski deo Reetha ekstrakta, i Chitosan. Utvrđeno je da Chitosan kao aditiv produkuje najveće granule sa srednjom veličinom od  $0.15 \text{ mm}$ , katjonska frakcija ekstrakta Reetha sa srednjom veličinom od  $0.144 \text{ mm}$  i anjonska frakcija Reetha ekstrakt sa  $0.139 \text{ mm}$ . Kontrolni reaktor bez aditiva imao je najmanju srednju veličinu granula od  $0.128 \text{ mm}$ . Frakcija granula u mulju veličine  $>0.1 \text{ mm}$  pokazuju sličan trend. Najveća veličina granula u reaktoru sa aditivima iznosila je  $4\text{-}5 \text{ mm}$  u odnosu na  $2 \text{ mm}$  u kontrolnom reaktoru. Efekat uklanjanja HPK od 95% postignuto je u svim reaktorima. Prema tome, katjonski polimeri su efikasni aditivi za poboljšanje granulacije. Autori u zaključku tvrde da Chitosan kao aditiv rezultuje u maksimalnom poboljšanju granulacije.

Hulshoff Poll (1989) navodi da start UASB reaktora sa muljem iz digestora za obradu gradskih otpadnih voda kao inokulumom može trajati dugo pre nego što se uoče sitne čestice granularnog mulja. Ovo je posledica male količine metanogene biomase digestorskog mulja (oko 2% metanogenih bakterija u volatilnoj masi dugestorskog mulja), spo-

rog rasta metanogenih bakterija i ispiranja mulja u početnoj fazi gajenja granularnog mulja. Autor predlaže dve strategije za ubrzanje stvaranja dovoljne mase granula:

1. Dodavanje malih količina isitnjenog granularnog mulja čime se stvaraju povoljni uslovi za rast i
2. Dodavanje inertnih nosača čime se omogućuje da granulacija započinje priljublivanjem bakterija na inertni materijal koji se nalazi u digestorskom mulju gradskih otpadnih voda. Kad se iz materija za inokulaciju uklone čestice veličine 44 – 100 mm granulacija se ne obavlja.

Inertni nosači treba da imaju sledeće karakteristike: velika specifična površina, specifična masa kao anerobni granularni mulj, dobar hidrofobicitet i sferična površina. Međutim, otpadne vode sa vrlo dispergovanim suspendovanim materijama dovodi do pričvršćivanja bakterija na dispergovane čestice i ispiranje iz sistema. Čestice aktivnog uglja deluju kao dobar nukleus za formiranje granula.

Prisustvo adekvatnog nosivog materijala za pričvršćavanje bakterija važno je za početak i stimulaciju bakterijskih agregata. Dodavanje malih količina izmrvljenog granularnog mulja poboljšava proces granulacija. Bitno je da se uklanja pahuljičasti mulj. Velika snaga smicanja favorizuje formiranje mnogo gušćeg biofilma.

Mnogi autori ispitivali su efekte dodavanja jefinih i lokalno raspoloživih polimernih supstancija u UASB reaktore koji tretiraju slabo zagađene sintetičke otpadne vode. Katjonska i anjonska frakcija Reetha (*Sapindus trifoliata*) i polimerni aditiv Chitosan, katjonski polimer životinjskog porekla, su najviše ispitivani jer su jeftini i lako se nabavljaju.

Wirtz i Dague (1997) su na osnovu laboratorijskih ispitivanja utvrdili sledeće:

- ❑ granulacija je postignuta u laboratorijskom sistemu ASBR reaktora za oko 4 meseca posle starta,
- ❑ katjonski polimeri poboljšavaju efekte rada ASBR reaktora; granule se razvijaju u toku 30 dana od starta i HPK opterećenje je mnogo veće od 6 g L<sup>-1</sup> dan<sup>-1</sup>, a efekti traju 2 meseca od starta,
- ❑ granulacija u ASBR uređaju koja je postignuta u ranoj fazi omogućuje veće opterećenje.

Prema Lettinga et al. (1980), jedan od važnih faktora za razvoj granularnog mulja je prisustvo nukleusa za mikrobiološki rast. Autori su razvili poboljšanje granulacije dodavanjem polimera (pulverziona smola kompleksne strukture) čiji je osnovni sastav akrilna komponenta.

Park et al. (2005) su ispitivali uticaj dodavanja jezerskog sedimenta i čestica sintetičke keramike na poboljšanje procesa granulacije u sintetičkoj otpadnoj vodi u laboratorijskim UASB reaktorima zapremine 5.5 L. Utvrđeno je da dodavanje jezerskog se-

dimenta i sintetičke keramike značajno poboljšavaju proces granulacije, sadržaj metana u biogasu je veći a efekat uklanjanja HPK prelazi vrednost od 90% pri prostornom opterećenju reaktora od 10 kg HPK m<sup>-3</sup> dan<sup>-1</sup>. Dispergovane čvrste materije kao što su acidogena biomasa i fibrozni materijal sprečavaju granulaciju. Visoke koncentracije kalcijuma i magnezijuma dovode do taloženja soli kalcijuma i magnezijuma usled čega granularni mulj sadrži mnogo mineralnih materija.

Wirtz i Dague (1997) navode da su postigli granulaciju u laboratorijskom uređaju posle 4 meseca pogona i da katjonski polimeri poboljšavaju rad ASBR reaktora oko 4 meseca posle starta.

Sintetički i prirodni polimeri se primenjuju za koagulaciono/flokulacione procese. Ovi polimeri stvaraju aglomerizaciju i upotrebljavaju se za poboljšanje formiranja anaerobnih granula. Chitosan (polimer sličan po strukturi sa polisaharidima) znatno poboljšava formiranje anaerobnih granula u UASB reaktorima. Na primer, granulaciona brzina u reaktoru sa chitosan-om je za 2,5 puta veća nego u kontrolnom reaktoru bez polimera. Granule uz dodatak polimera imaju istu produkciju metana kao i granule bez polimera. Utvrđeno je znatno smanjenje startnog perioda kada se dodaju polimeri (Uyanik et al. 2002 a i b). Dva mehanizma su uključena u poboljšanje granulacije polimerima: menjaju se površinske karakteristike bakterija i polimeri mogu formirati čvrste i stabilne trodimenzionalne matrikse unutar kojih se bakterije i razmnožavaju. Dodavanje polimera ima izgleda istu ulogu kao i prirodni sekretori (EPS-ekstracellular polymeric substances) u agregaciji anaerobnog mulja.

Prisustvo dvovalentnih i trovalentnih katjona, kao što su Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup> i Fe<sup>3+</sup> pomažu negativno nabijenim ćelijama da se granulišu. Mnogi autori izveštavaju da Ca u koncentraciji od 100 mg L<sup>-1</sup> znatno poboljšava granulaciju. Pri visokim koncentracijama kalcijum se taloži na površinu granula i akumulira unutar granule čime se smanjuje mikrobiološka aktivnost.

Prema Chanc i Lin (2006), joni aluminijuma, gvožđa i kalcijuma imaju važnu ulogu u mikrobiološkoj agregaciji procesa prečišćavanja sa granularnim muljem.

## 2.7. Mikrobiološka ekologija

Banik et al. (1997) smatraju da anaerobni biokonverzioni kompleks organskih materija u metan i CO<sub>2</sub> zahteva sledeće funkcionalno različite trofične grupe bakterija: hidrolitičke, fermentativne, sintrofnoacetogene i metanogene. Granule industrijskog reaktora pokazuju znake integracije posle 4-6 nedelja od početka rada.

Granularni mulj je sastavljen od različitih vrsta anaerobnih bakterija. Zato je znatno pažnje posvećivano mikrobiološkoj strukturi i sastavu granularnog



mulja. Granule imaju kompleksnu slojevitú strukturu. Fermentacione bakterije i hidrogenotrofni metanogeni su na spoljnoj površini a aceticlastic metanogeni i H<sub>2</sub> producenti zauzimaju unutrašnje slojeve. Takva skupina je stabilan metabolički aranžman koji stvara optimalne uslove za sve članove lanca ishrane. Sam mehanizam granulacije mulja još nije dovoljno ispitán i jasan.

Ne postoji velika razlika između suspendovanog i granularnog mulja u bakterijskom sastavu. Formiranje granula zavisi isključivo od organizacije i rasporeda bakterija. Bakterijska populacija za sve tri grupe anaerobnih bakterija je slična. Fermentativne bakterije, H<sub>2</sub>-produkujuće acetogene bakterije i metanogeni se javljaju u mikrokolonijama i njihova distribucija ima specifičnu arhitekturu. Do danas nije potpuno jasan mehanizam granulacije. Schmidt i Ahring (1996) navode rezultate različitih ispitivanja i predlažu 4 faze za proces granulacije: 1. transport ćelija do površine nekolonizovanog inertnog materijala ili drugih ćelija, 2. početna reverzna adsorpcija na supstratu fizičkohemijskim silama, 3. ireverzibilna adhezija ćelija mikrobiološkim vezivanjem i/ili pričvršćivanjem polimerizacijom na supstrat, 4. umnožavanje ćelija i razvoj granula.

Prema Jianrong et al. (1997), produženi proces podopterećenja vodi ka formiranju anaerobnog naduvanog mulja koji se sastoji od filamentoznih bakterija *Methanotrix soenngeni*. Obligatne anaerobne bakterije, za razliku od aerobnih i fakultativnih, mogu se definisati kao organizmi koji ne mogu da oksidišu organsku materiju do CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O sa kiseonikom kao terminalnim akceptorom elektrona.

Prema Zeeuw, 1984 i 1988 (citirano prema Hulshof, 1989), aktivni mulj sadrži 10<sup>8</sup> metanogenih bakterija u gramu a digestorski sadrži 10<sup>8</sup> u mL. Autor opisuje 3 tipa granula: tip A – kompaktne sferične bakterije oblika koji liči na *Methanotrix soenngeni*; tip B – sferičnog oblika koje sadrže i filamentozne bakterije obično pričvršćene na interne delove, organizmi pretežno kao kod tipa C; tip C – sferične i sastoje se od *Methanosarina*, sitne su D < 0,5 mm. Pod mikroskopom se vidi veliki varijetet morfologije granula. Kod otpadnih voda od prerade krompira granule su glatke i sferične. Velike granule imaju tendenciju flotiranja zbog gasa u unutrašnjosti. Mineralni sastav granula uslovljen je: sastavom otpadnih voda, pojavom precipitacije Ca i Mg karbonata i prisustvom neorganskih mineralnih materija u otpadnoj vodi i njihova ugradnja u granule, kao i starošću mulja. Mineralni sadržaj varira od 8 do 65%. Organske materije sadrže 11-12% proteina i 10-12% ugljenih hidrata.

Posmatranjem granularnog mulja pod elektronskim mikroskopom (Park et al., 2005) uočavaju se mešavine različitih mikroorganizama u unutrašnjosti granule koja ima neregularan oblik sa glatkom površinom. Filamentozna bakterija, izgleda da je *Methanospirillum* sp., često se javlja u unutrašnjosti gra-

nula. Mnogo štapićastih mikroorganizama se nalazi na unutrašnjim površinama. To su verovatno *Methanosaeta* sp. i *Methanosarcina*, sudeći po morfologiji – mešavina *Methanosaeta* i *Methanosarcina* sp. izgleda da postoje u unutrašnjoj površini granula. Filamentozne bakterije koje mogu podržavati strukturu granula vide se kao dugi lanci, dok se štapićaste bakterije nalaze na unutrašnjoj površini granula koje mogu imati ulogu u početnom stadijumu formiranja granula. Granularni mulj se lako formira sa česticama veličine 0,5 do 3 mm navedenim tretmanom od aktivnog mulja (hidraulički stres). Uopšteno posmatrano, granule čine mešavina mikroorganizama i produkata digestije.

Prema Hulshoff Pol et al. (2002), ključni organizam pri granulaciji anaerobnog mulja je *Methanosaeta concilli* sa čim se slaže većina istraživača.

Prema Jianrong et al. (1997), granularni mulj je sastavljen od različitih vrsta anaerobnih bakterija. Zato je mnogo pažnje posvećivano mikrobiološkoj strukturi i sastavu granularnog mulja. Granule imaju kompleksnu slojevitú strukturu. Fermentacione bakterije i hidrogenotrofni metanogeni su na spoljnoj površini a aceticlastic metanogeni i H<sub>2</sub> producenti zauzimaju unutrašnje slojeve. Takva skupina je stabilan metabolički aranžman koji stvara optimalne uslove ishrane za sve članove. Mehanizam granulacije mulja još nije u potpunosti jasan.

## **2.8. Uzlazna brzina tečnosti i hidrauličko vreme zadržavanja**

Granulacija u UASB reaktorima je favorizovana kombinacijom velike uzlazne brzine i kratkim hidrauličkim vremenom zadržavanja. Obično se efekat uzlazne brzine tečnosti na anaerobnu granulaciju objašnjava pomoću teorije selekcionog pritiska. Dugo hidrauličko vreme zadržavanja, praćeno malom uzlaznom brzinom, omogućuje disperzni bakterijski rast i povoljno je za razvoj aktivnog mulja. Naprotiv, kratko hidrauličko vreme zadržavanja kombinovano s velikom uzlaznom brzinom tečnosti dovodi do ispiranja negranulisanih bakterija i tako se favorizuje granulacija mulja.

Kao što je već ranije navedeno, podaci istraživanja pokazuju da flokulentni aerobni mulj može biti preveden u relativno aktivni anaerobni granularni mulj pomoću hidrauličnog stresa. Granule sa poboljšanim indeksom mulja i povećanom brzinom taloženja razvijaju se kad se uzlazna brzina poveća (Noyola i Moreno, 1994). Uzlazna brzina toka u reaktoru ima pozitivan efekat na prosečnu veličinu čestica jer se tada ispiru sitnije čestice i pahuljice mulja.

## **2.9. Organsko opterećenje**

Anaerobna granulacija se postiže postepenim povećanjem organskog opterećenja za vreme starta (Hulshoff Pol, 1989). Važno je da se izabere rezonski



Detalj iz vodoprivredne laboratorije u Butinama kod Sarajeva

Foto: Goran Mirković

visoko opterećenje za vreme starta da bi se obezbedila brza granulacija i stabilan proces tretmana. Jednostavna strategija za brz start anaerobnog granularnog mulja je da se postepeno povećava organsko prostorno opterećenje koje iznosi 80% biorazgradljivog HPK uz monitoring suspendovanih materija u efluentu. Međutim, ako se za vreme starta primeni suviše veliko organsko opterećenje, produkcija biogasa raste u reaktoru što može prouzrokovati hidrodinamičku turbulenciju i ispiranje posevnog mulja iz reaktora. Ovo dovodi do neuspešnog starta reaktora. Za razliku od aerobnog aktivnog mulja, granularni mulj podnosi promene organskog opterećenja. Ovo je verovatno posledica različitih karakteristika rasta aerobni i anaerobnih bakterija.

Karim i Gupta (2006) su u eksperimentima u laboratorijskim modelima pokazali da granularni mulj dobro podnosi šok opterećenja.

### 2.10. Karakteristike infulenta

Karakteristike posebnog materijala su ključni faktor koji utiče na formiranje, sastav i strukturu anaerobnih granula. Za vreme startnog perioda UASB-a visokoenergetski ugljeni hidrati mogu podržati acidogenezu i poboljšati formiranje ekstracelularnih polimera. Brzi rast acidogena zbog prisustva visokoenergetskog supstrata u influentu olakšava ukupan proces granulacije mulja u UASB reaktoru.

Iskustva sa industrijskih postrojenja potvrđuju da se granulacija anaerobnog mulja dešava sa različitim tipovima otpadnih voda. Zbog ekstremno male brzine rasta anaerobnih bakterija, sadržaj energije u supstratu je važan za anaerobnu granulaciju.

### 2.11. Posevni mulj, inokulum

Teorijski, svaki medijum koji sadrži odgovarajuće bakterije može biti upotrebljen kao inokulum za anaerobni reaktor. Potencijalni posevni materijali uključuju: đubre, mulj septičkog tanka, digestorski mulj i naročito mulj iz anaerobnog postrojenja. Start industrijskih UASB reaktora sa digestorskim muljem kao posevom može trajati nekoliko meseci. Startni period je glavni problem kod UASB sistema. Što se tiče upotrebe digestorskog mulja, smatra se da je teži, relativno neaktivniji mulj, bolji od lakog, mnogo aktivnijeg zbog teškoće u ispiranju. Premda je digestorski mulj občno upotrebljavan za start UASB reaktora, drugi tipovi posevnog mulja mogu se upotrebiti kad granularni mulj za posevnije na raspolaganju. Dodavanje malih količina granula u negranularni inokulum stimuliše granularni proces (Hulshoff Pol et al., 1983). Kad nema dovoljno granula preporučuje se njegovo sitnjenje i dodavanje u digestorski mulj.

(nastavak u slijedećem broju)

# OSVRT NA HISTORIJSKI RAZVOJ OKVIRNE DIREKTIVE O VODAMA SA ASPEKTA REGULISANJA ZAGAĐENJA IZAZVANOG HEMIJSKIM POLUTANTIMA

## 1. Uvod

**T**okom posljednjih deset godina Europa je ekstenzivno modificirala oblast politike voda zemalja članica. Počeci temeljite promjene politike voda Zajednice datiraju iz 1995. godine kada je Europska komisija, koja je već razmatrala potrebu za globalnijim pristupom politici voda, prihvatila zahtjeve Komiteta za okolinu Europskog parlamenta i Vijeća ministara okoline. Akcije Europske Unije provedene u prošlosti, poput Direktive o vodi za piće (98/83/EC) i Direktive o gradskim otpadnim vodama (91/271/EEC) se definitivno smatraju prekretnicama u politici voda Europe. Zbog potrebe za povećanjem svijesti građana i ostalih uključenih stranaka o vodi koju koriste, nova europska politika voda je razvijena u otvorenom konsultacijskom procesu uz uključenje svih zainteresovanih strana. Komunikacija Komisije je formalno adresirana na Vijeće i Europski parlament, ali je istovremeno zahtijevala komentare svih zainteresovanih strana poput lokalnih i regionalnih organa vlasti, korisnika vode i nevladinih organizacija (Gourbesville, 2008).

Navedeni otvoreni proces rezultirao je dvodnevnom konferencijom o vodama koja je održana u maju 1996. godine. Na konferenciji je prisustvovalo 250 delegata uključujući predstavnike zemalja članica EU, predstavnike regionalnih i lokalnih vlasti, izvršnih agencija, industrije, poljoprivrede, potrošača i ekologa. Održana konferencija je rezultirala opšteprihvaćenim zaključkom o tome da je postignut napredak u rješavanju pojedinih pitanja, ali i da je politika voda fragmentirana. Sve strane su se saglasile da postoji potreba za definisanjem okvirne legislativne kojom će se riješavati ključni problemi.

Kao odgovor na iskazane zahtjeve Komisija je dostavila prijedlog za definisanje okvirne direktive o vodama sa slijedećim ključnim ciljevima, koji danas čine esencijalne komponente Okvirne Direktive o vodama (Water Framework Directive 2000/60/EC):

- Proširenje opsega zaštite voda na sve vode, površinske i podzemne vode;
- Postizanje "dobrog statusa" za sve vode uz definisanje roka za ostvarenje tog cilja;
- Upravljanje vodama zasnovano na riječnim slivovima;



- ❑ “Kombinovani pristup” graničnih vrijednosti emisije i standarda kvaliteta;
- ❑ Uspostavljanje realnih cijena vode;
- ❑ Uključivanje javnosti u cjelokupni proces;
- ❑ Povećanje efikasnosti legislative.

Okvirna Direktiva o vodama podcrtava da je najbolji model za upravljanje vodama onaj zasnovan na upravljanju riječnim slivom kao prirodnoj geografskoj i hidrološkoj jedinici, umjesto upravljanja na osnovu administrativnih ili političkih granica (Gourbesville, 2008).

Iako određeni broj zemalja primjenjuje pristup upravljanja zasnovan na riječnom slivu, trenutno se takav pristup ne primjenjuje u svim zemljama. Za svaki okrug riječnog sliva – od kojih neki prelaze nacionalne granice – potrebno je uspostaviti Plan upravljanja riječnim slivom (RBMP) i ažurirati ga svakih šest godina, što postavlja osnovu za ispunjavanje zahtjeva međusobne koordinacije.

U tabeli 1. su predstavljeni rokovi za dostizanje glavnih ciljeva definisanih Okvirnom Direktivom o vodama (2000/60/EC).

## 2. Direktiva 76/464/EEC kao osnova za definisanje prioriternih supstanci

Prema članu 16 Okvirne Direktive o vodama Europska Komisija je obavezna dostaviti Prioritetnu

listu opasnih supstanci koje predstavljaju značajan rizik za vodenu sredinu i koje treba kontrolirati širom Europe. Unutar navedene Liste potrebno je identificirati prioriternu opasne supstance na osnovu njihove toksičnosti, perzistentnosti i sposobnosti bioakumulacije.

Europska Komisija je sačinila listu od 33 prioriternu supstance uz pomoć stručnjaka iz oblasti hemije i pomorskog zagađenja, delegata zemalja članica i europskih poduzeća i Europske agencije za okolinu. Prema Okvirnoj Direktivi o vodama emisija prioriternih supstanci se treba postepeno smanjivati, a emisija prioriternih opasnih supstanci eliminirati ili postepeno ukidati.

Potrebno je poduzeti specifične mjere na nivou Europe u cilju smanjenja i uklanjanja zagađenja voda polutantima ili grupama polutanata koji predstavljaju značajan rizik za vodene ekosisteme i vodu koja se koristi za piće. Cilj mjera je postepeno smanjenje stepena zagađenja koje potiče od 33 prioriternu supstance, koje predstavljaju prijetnju za zdravlje ljudi i opstanak ekosistema. Teži se smanjenju koncentracija polutanata prirodnog porijekla do nivoa fona, a sintetskih polutanata do vrijednosti bliskih nuli. Potpuno uklanjanje emisije iz svih potencijalnih izvora je nemoguće za supstance koje nastaju prirodnim procesima, ali se uspostavljanjem pravnih okvira želi spriječiti emisija i ispuštanje prior-

**Tabela 1. Glavni rokovi uspostavljeni Direktivom 2000/60/EC (Gourbesville, 2008)**

Godina	Stavka	Referenca
2000	Direktiva stupila na snagu	Član 25
2003	Transpozicija u nacionalno zakonodavstvo	Član 23
	Identifikacija okruga riječnih slivova i ovlaštenja	Član 3
2004	Karakterizacija riječnih slivova: pritisci, uticaji i ekonomska analiza	Član 5
2006	Uspostavljanje monitoring mreže	Član 8
	Početak konsultacija javnosti (najkasnije)	Član 14
2008	Predstavljanje nacrtu Plana upravljanja riječnim slivom (RBMP)	Član 13
2009	Finalizacija RBMP-a uključujući i program mjera	Članovi 13 i 11
2010	Uvođenje politike utvrđivanja cijene vode	Član 9
2012	Uspostavljanje operativnih programa mjera	Član 11
2015	Dostizanje ekoloških ciljeva	Član 4
2021	Završetak prvog ciklusa upravljanja vodama	Članovi 4 i 13
2027	Završetak drugog ciklusa upravljanja vodama, krajnji rok za dostizanje ekoloških ciljeva	Članovi 4 i 13

itetnih supstanci koje nastaju kao posljedica ljudskih aktivnosti.

Osnova za identifikaciju prioriternih supstanci u politici voda regulisanom Okvirnom Direktivom o vodama je Direktiva 76/464/EEC koja je modificirana i trenutno nosi naziv Directive on pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment of the Community (2006 /11/ /EC).

Direktiva 76/464/EEC Europskog parlamenta i Vijeća "o zagađenju uzrokovanom određenim opasnim supstancama ispuštenim u vode Zajednice" usvojena je 4. maja 1976. godine. Jedna je od prvih usvojenih direktiva koje se odnose na vode, sa ciljem regulisanja potencijalnog zagađenja voda hiljadama, u to doba u Europi proizvedenih hemikalija. Direktiva 76/464/EEC odnosi se na ispuštanja hemikalija u kopnene površinske vode, teritorijalne vode, priobalne i podzemne vode. Zaštita podzemnih voda je izuzeta iz navedene Direktive 1980. godine i regulisana zasebnom Direktivom Vijeća 80/68/EEC "o zaštiti podzemnih voda od zagađenja uzrokovanog određenim opasnim supstancama" (koja je dopunjena Direktivom 2006/118/EC).

Direktiva 76/464/EEC je uvela koncept liste I i liste II supstanci, koje su navedene u Aneksu I Direktive, sa ciljem eliminiranja zagađenja koje potiče od supstanci sa liste I i smanjenja zagađenja koje potiče od supstanci sa liste II.



Na listi I nalazi se veliki broj grupa i porodica polutanata iz kojih je trebalo izdvojiti zasebne supstance na osnovu svojstava perzistentnosti, toksičnosti i bioakumulacije, uz izuzeće supstanci koje nisu štetne ili koje se brzo prevedu u supstance koje nisu štetne. Grupe supstanci sa liste I su:

1. organohalogeni spojevi i supstance koje mogu formirati takve spojeve u vodenoj sredini;
2. organofosfatni spojevi;
3. organokalajni spojevi;
4. supstance za koje je dokazano da su kancerogene u vodenoj sredini ili to postaju putem vodene sredine;
5. živa i njeni spojevi;
6. kadmij i njegovi spojevi;
7. perzistentna mineralna ulja i ugljikovodici naftnog porijekla;
8. (u svrhu implementacije članova 2, 8, 9 i 14 Direktive 76/464/EEC) perzistentne sintetičke supstance koje mogu plutati, ostati u suspenziji, a koje ometaju upotrebu vode.

Komisija je 1982. godine dostavila Vijeću listu (OJ C 176 od 14 jula 1982, p. 3) koja je sadržavala 129 zasebnih supstanci kandidata za listu I. Naknadno su ovoj listi dodane još 3 supstance, pa su se na potencijalnoj listi I našle 132 supstance. U slijedećoj fazi je pomoću pet specifičnih Direktiva (tzv. direktive "kćerke") regulisano 17 zasebnih supstanci sa potencijalne liste I postavljanjem graničnih vrijednosti emisije i ciljeva kvaliteta na nivou Zajednice. Ove direktive su sadržavale prve obavezujuće minimume zahtjeva za pristup temeljen na najboljim tehničkim sredstvima (kasnije poznat kao najbolje raspoložive tehnike ili BAT – best available techniques).

Regulisanje ostalih supstanci sa potencijalne liste I je obustavljeno početkom devedesetih godina prošlog vijeka zbog pripreme sveobuhvatnijeg i integrisanog sistema za izdavanje dozvola za industrijske instalacije. Direktiva o integrisanom spriječavanju i kontroli zagađenja IPPC (96/61/EC) usvojena 1996. godine (kodificirana kao Direktiva 2008/1/EC i trenutno pod revizijom), sadrži granične vrijednosti emisije za 18 supstanci sa liste I u vidu minimalnih zahtjeva za velike instalacije.

Lista II uključuje grupe i porodice supstanci sa štetnim učinkom po vodenu sredinu. Pored toga, uključuje sve supstance sa liste I koje još uvijek nisu regulisane na nivou Zajednice. Obzirom da postoji samo 17 "stvarnih" supstanci sa liste I, sve ostale (114 supstanci) se moraju razmatrati kao supstance sa liste II. Zemlje članice imaju obavezu uspostavljanja programa redukcije zagađenja za sve relevantne polutante sa liste II uključujući ciljeve kvaliteta vode u skladu sa članom 7 Direktive 76/464/EC.





Zasebne supstance i kategorije supstanci koje pripadaju porodicama i grupama supstanci sa štetnim učinkom na vodenu sredinu, koji zavisi od osobina i lokacije vode u koju su ispuštene, kao kandidati za listu II su:

1. Slijedeći metali i metaloidi i njihovi spojevi: cink, bakar, nikl, hrom, olovo, selen, arsen, antimon, molibden, titan, kalaj, barij, berilij, bor, uran, vanadij, kobalt, talij, telur i srebro;
2. Biocidi i njihovi derivati koji se ne nalaze na listi I (uključujući pesticide);
3. Supstance koje imaju štetan uticaj na okus i/ili miris produkata koje koriste ljudi, a koji su bazirani na vodi i spojevi koji mogu dovesti do stvaranja takvih supstanci;
4. Toksični i perzistentni organski spojevi silicija i supstance koje mogu dovesti do povišenja koncentracija takvih spojeva u vodi, isključujući one koji su bezopasni ili se brzo prevode u bezopasne produkte u vodenoj sredini;
5. Anorganski spojevi fosfora i elementarni fosfor;
6. Neperzistentna mineralna ulja i ugljikovodici naftnog porijekla;
7. Cijanidi, fluoridi.
8. Supstance koje mogu imati nepovoljan uticaj na ravnotežu kisika, posebno: amonijak, nitriti.

Napredak u pravilnoj implementaciji supstanci sa liste II koja je regulisana članom 7 Direktive se po-

kazao kao veoma spor proces. Početkom 1990-ih godina, Komisija je odlučila pokrenuti postupke protiv većine država članica zbog kršenja procedure. Većina slučajeva se nalazi pred Europskim sudom pravde, gdje protiv država članica već postoji nekoliko rješenja.

Komisija je nedavno ocijenila programe redukcije zagađenja u svim zemljama članicama. Inicijalni izvještaj je pripremljen 2001. godine pod naslovom "Procjena programa regulisanih članom 7 Direktive Vijeća 76/464/EEC".

Dostupna su još dva izvještaja, a odnose se na implementaciju Direktive 76/464/EEC u prelaznom periodu: "Programi redukcije zagađenja u Europi: ažurirani izvještaj" i "Dostignuća i prepreke u provedbi Direktive Vijeća 76/464/EEC o kontroli zagađenja voda opasnim supstancama (1976-2002)".

### **3. Prenos Direktive 76/464/EEC u Okvirnu Direktivu o vodama**

Direktiva Vijeća 76/464/EC je integrisana u Okvirnu Direktivu o vodama.

Članom 22, zajedno sa članom 16 Okvirne Direktive o vodama (2000/60/EC) utvrđene su prelazne odredbe za postojeću Direktivu o ispuštanju određenih opasnih supstanci (76/464/EEC).

Sumarno, prelazne odredbe Direktive 2000/60/EC su slijedeće:



- ❑ Član 6 Direktive Vijeća 76/464/EEC o graničnim emisijama i standardima kvaliteta za listu I je ukinut stupanjem na snagu Direktive 2000/60/EC;
- ❑ Od 13. januara 2009. godine Aneks X Okvirne Direktive o vodama je zamijenjen Aneksom II Direktive 2008/105/EC (član 10 Direktive 2008/105/EC). Novi Aneks X zamjenjuje prvu listu prioriteta supstanci (Decision 2455/2001/EC), a samim tim i potencijalnu listu I;

U Aneksu II Direktive 2008/105/EC dvadeset supstanci i/ili grupa supstanci je identificirano u vidu prioriteta supstanci – alahlor, atrazin, benzen, hlorfenvinfos, hlorpirifos, 1,2-dihloretan, dihlormetan, di(2-etilheksil)ftalat (DEHP), diuron, fluoranten, izoproturon, olovo i njegovi spojevi, naftalen, nikl i njegovi spojevi, oktifenoli, pentahlorfenol, simazin, trihlorbenzeni, trihlormetan i trifluralin.

Trinaest supstanci i/ili grupa supstanci je definirano u vidu prioriteta opasnih supstanci – antracen, pentabromodifenileter, kadmij i njegovi spojevi, C<sub>10-13</sub>-hloralkani, endosulfan, heksahlorbenzen, heksahlorbutadien, heksahlorcikloheksan, živa i njeni spojevi, nonilfenoli, pentahlorobenzen, poliaromatski ugljikovodici (PAH) i tributilkalajni spojevi.

U Aneksu III Direktive 2008/105/EC navedeno je jedanaest supstanci koje se razmatraju radi identifikacije u vidu prioriteta ili prioriteta opasnih supstanci – AMPA, bentazon, bisfenol-A, dikofol, EDTA, slobodni cijanid, glifosat, mekoprop, musk ksilen, perfluorooktan sulfonska kiselina i kvinoksifen, dioksini, PCB.

- ❑ Od 13. januara 2009. godine standardi kvaliteta okoline (EQS – environmental quality standards) uspostavljeni u specifičnim direktivama (tzv. direktivama “kćerkama”) i navedeni u Aneksu IX Okvirne Direktive o vodama su ukinuti i zamijenjeni standardima kvaliteta okoline navedenim u dijelu A Aneksa I nove direktive (član 11 Direktive 2008/105/EC);
- ❑ Preostali dijelovi direktiva navedeni u Aneksu IX Okvirne Direktive o vodama će se ukinuti nakon 22. decembra 2012. godine, prema članu 12 (1) Direktive 2008/105/EC;
- ❑ Standardi kvaliteta okoline uspostavljeni u prvom Planu upravljanja riječnim slivom (RBMP) trebaju biti najmanje onoliko strogi koliko to zahtijeva implementacija Direktive 76/464/EEC (član 22 (6) Okvirne Direktive o vodama);
- ❑ Do 22. decembra 2012. godine, monitoring i obaveze izvještavanja se mogu provoditi u skladu sa članovima 5, 8 i 15 Okvirne Direktive o vodama (član 12 (2) Direktive 2008/105/EC).

Prema Okvirnoj Direktivi o vodama zemlje članice EU trebaju uspostaviti standarde kvaliteta (prema Aneksu V tačka 1.2.6) za polutante specifične za dati riječni sliv (navedene u Aneksu VIII tačkama 1-9) i poduzeti akcije kako bi se postigli navedeni standardi kvaliteta do 2015. godine kao dio ekološkog statusa (član 4, 11 i Aneks V tačka 1.3 Okvirne Direktive o vodama). Kako bi se navedeni ciljevi ostvarili (prema članu 11) potrebno je uspostaviti program mjera do 2009. godine, koji će postati operativan do 2012. godine, čime će se zamijeniti Direktiva 76/464/EEC uz njeno potpuno ukidanje u decembru 2013. godine.

Važno je napomenuti da se rokovi predstavljeni u tabeli 1 ne odnose na Bosnu i Hercegovinu, odnosno da su znatno pomjereni. Rok za punu transpoziciju Okvirne Direktive o vodama u zakonodavstvo Bosne i Hercegovine je 2012. godina. Primjera radi, prema Strategiji upravljanja vodama Federacije Bosne i Hercegovine rok za finalizaciju, odnosno izradu i javnu prezentaciju Planova upravljanja vodama za Vodna područja rijeke Save i Jadranskog mora je 2015. godina, dok je isti rok za zemlje članice bila 2009. godina.

#### Literatura:

1. EU (1976) Council Directive 76/464/EEC of 4 May on pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment of the Community. Official Journal of the European Communities
2. EU (2000) European Parliament and the Council of the European Union Directive 2000/60/EC of 23 October establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities Brussels
3. EU (2008) European Parliament and the Council of the European Union Directive 2008/105/EC of 16 December on environmental quality standards in the field of water policy amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union Brussels
4. Gourbesville P. (2008) Integrated river basin management, ICT and DSS: Challenges and needs. Physics and Chemistry of the Earth 33: 312-321
5. [http://ec.europa.eu/environment/water/water\\_dangersub/76\\_464.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/water_dangersub/76_464.htm)
6. [http://marbef.org/wiki/list\\_of\\_priority\\_substances](http://marbef.org/wiki/list_of_priority_substances)
7. <http://wfdvisual.com>

# RIJEKA MILJACKA – OSNOVNE POTAMOLOŠKE KARAKTERISTIKE (HIDROGRAFSKI PRIKAZ)

## 1. Uvod

**R**ijeka, tekućica ili vodeni tok<sup>1</sup> koji se sa potamološkog odnosno hidrografskog i geografskog aspekta tretira u ovome radu je rijeka Miljacka. Miljacka predstavlja desnu pritoku rijeke Bosne, jedne od najvažnijih hidrografskih okosnica na teritoriji Bosne i Hercegovine. Rijeka Miljacka nastaje sutokom Paljanske Miljacke i Mokranjske Miljacke u naselju Dovlići kod Sarajeva (kota 595 m) odakle dalje teče kroz gradsko područje Sarajeva i ulijeva se u rijeku Bosnu kod mjesta Butile (kota 487 m). Ukupna dužina Miljacke (od sutoka do ušća) iznosi oko 25 km, odnosno sa većom sastavnicom- Mokranjskom Miljackom duga je približno 53 km. Njeno slivno područje, čija površina zaprema oko 352 km<sup>2</sup>, drenira planinske terene sjevernog dijela Ravne planine i Trebevića, jugozapadne padine Romanije, te južne padine Bukovika i Crepoljskog. Sliv Miljacke je ograničen orografskim razvođem uz napomenu da se zbog složenih litološko-petrografskih karakteristika terena ne može sa sigurnošću ut-

vrđiti da se razvođe u svim segmentima u potpunosti poklapa sa vododjelnicom. Ovo se prevashodno odnosi na karbonatne dijelove terena (naročito u JI sektoru) u kojima eventualno mogu postojati posebni režimi podzemnog oticanja u karstu. Osnovna koncepcija rada bazirana je na rezultatima dobijenim uglavnom kabinetskim istraživanjima najvažnijih potamoloških karakteristika rijeke Miljacke. Za potrebe analize morfometrijskih karakteristika sliva rijeke Miljacke korištene su topografske i tematske karte po kojima su vršena mjerenja i matematičkim (hidrografsko-statističkim) putem izračunati najvažniji pokazatelji, dok su za potrebe istraživanja riječnog režima korišteni osnovni hidrološki podaci, kao i meteorološki podaci koji se prevashodno odnose na termički i pluviometrijski režim. Terenskim radom uočeni su osnovni fluvijalni i morfološki procesi u slivu i upotpunjen vizuelni efekat rada. Reprezentativni podaci<sup>2</sup> za sliv rijeke Miljacke preuzeti su iz hidroloških godišnjaka registrovanih na vodomjernoj stanici Sarajevo u periodu 1965.-1974. godine. "Vodomjerna

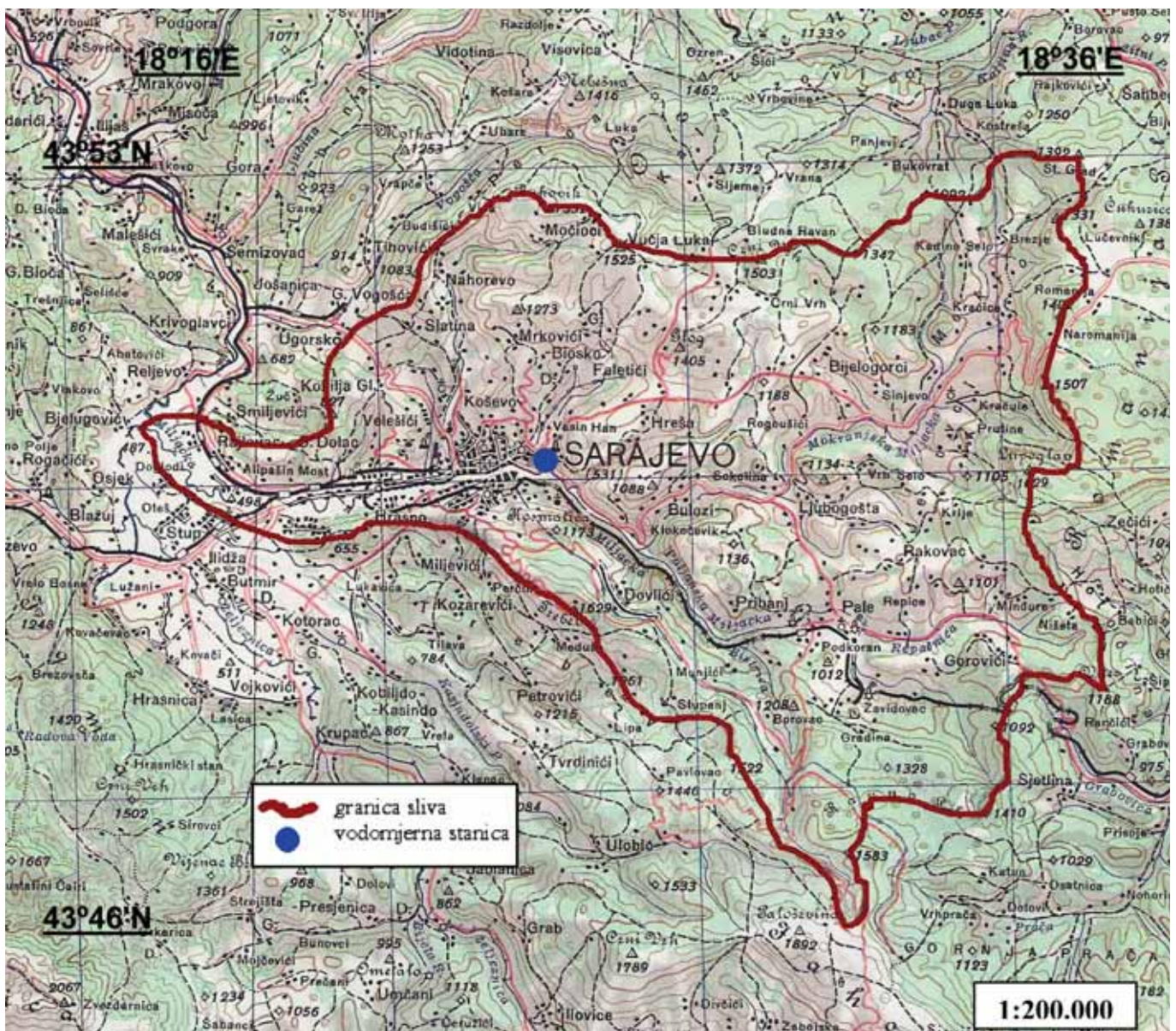
<sup>1</sup> Rijeka ili tekućica predstavlja veliki i prirodni vodom ispunjeni žlijeb koji ima stalan tok i koji otiče prema moru, jezeru ili drugoj rijeci u koju se ulijeva. (Parker, 1997)

<sup>2</sup> Reprezentativnim klimatološkim i hidrološkim podacima za potrebe manjih istraživanja smatraju se oni čiji je period osmatranja i mjerenja minimalno deset godina (Spahić, 2002/2003)



stanica Sarajevo nalazi se na odstojanju 16 km od ušća rijeke Miljacke (kota vodomjera 538,90). Tip stanice je letva. Pod ovim se podrazumijeva stanica na kojoj osmatrač vrši jednokratna osmatranja vodostaja u jutarnjem terminu i, eventualno, za vrijeme trajanja velikih voda. Vodomjerna stanica Sarajevo je u funkciji od 1892. godine i do danas nije prestajala sa radom. Mjere se vodostaj, proticaj i temperatura vode.” ([www.fhmzbih.com](http://www.fhmzbih.com)) Kako je vodomjer uzvodno od meteoroloških stanica Bjelave i Butmir, za tumačenje osnovnih klimatskih i u skladu s tim hidrografskih prilika u slivu rijeke Miljacke, korišteni su podaci iz referalnih meteoroloških godišnjaka za period 1971.-1982. godine za tri meteorološke stanice: Bjelave, Butmir i Pale. Prilikom obrade hidroloških i klimatoloških podataka za potrebe ovoga rada korišteni su hidrografsko-statistički i klimatološko-statistički metodi obrade suma, srednjih i ekstremnih vrije-

dnosti, a za potrebe potamološke morfometrije kartografski metod. Pri interpretaciji i tumačenju podataka vodeći je metod geografske analize i sinteze. Kod determinisanja klime i klimatskog tipa za slivno područje Miljacke korišten je klasifikacioni metod, itd. Izučavanje hidrografskih karakteristika i analiza potamoloških elemenata je od velikog praktičnog značaja i zauzima posebno mjesto u prostornom planiranju. Kod istraživanja riječnih tokova za različite potrebe, između ostalog, važno je upoznati se sa osnovnim fizičkogeografskim karakteristikama sliva i važnijim morfometrijskim potamološkim indikatorima razvijenosti vodotoka. Glavni dio rada popraćen je tabelarnim i grafičkim prikazima, i po potrebi fotografijama, a kod obrade osnovnih fizičkogeografskih karakteristika sliva (geoloških, geomorfoloških, klimatskih, hidrografskih, pedogeografskih i vegetacijskih) dat je i kartografski-topografski prikaz sliva rijeke



Sl.1. Sliv rijeke Miljacke sa položajem vodomjerne stanice Sarajevo



Miljacke u razmjeri 1:200.000 sa ucrtanim razvođem i označenim položajem vodomjerne stanice Sarajevo. U radu je obrađena glavina potamoloških elemenata ili morfometrijskih pokazatelja vezano za riječni tok, riječni sistem i riječnu mrežu: dužina vodotoka  $L$ , koeficijent razvitka riječnog toka, ukupni  $h$  i prosječni  $\lambda$  pad rijeke, čestina vodotoka na slivnoj površini  $D_f$ , gustina riječne mreže  $D$ , dužina površinskog oticanja  $l_0$ , odnosno u kontekstu riječnog sliva i razvođa: dužina  $S$  i koeficijent razvitka razvođa  $m$ , srednja visina razvođa  $H$ , površina sliva  $F$ , dužina sliva  $L_s$ , širina sliva  $B$ , koeficijent asimetričnosti sliva  $k_a$ , koeficijent punoće sliva  $k_p$ , koeficijent pošumljenosti sliva  $k_g$ , prosječna visina sliva  $H_{sr}$ , oblik i tip riječnog sliva. Analizirani su i elementi riječnog režima i vodnog bilansa, i to vodostaj i vodostanje, proticaj i oticaj, te determiniran tip riječnog režima. Ovime je formirana osnovna hidrografska (geografska) slika rijeke Miljacke.

## 2. Osnovne fizičkogeografske karakteristike sliva Miljacke

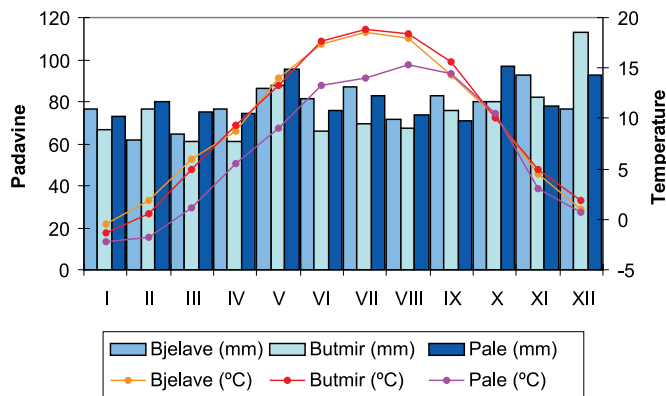
Sliv rijeke Miljacke hidrografski pripada slivu rijeke Bosne. Granica sliva Miljacke predstavljena je orografskim razvođem koje je uslovno određeno na bazi topografske situacije. Pritom se razvođe rijeke Miljacke uglavnom poklapa sa brojnim planinskim morfostrukturama oko grada Sarajeva. Linija razvođa, od ušća rijeke- sa zapada na istok, ide preko Rajlovca i vrha Okruglog brda (827 m), Hotonja (oko 640 m) i Nahoreva (kota 1083 m) do vrha Bukovika (1532 m). Odatle opada preko Crepoljskog (1525 m) i Crnog vrha (1503 m) do Bukovrata (1092 m), a zatim se penje na vrh St. Grad (1392 m) odakle naglo skreće na jug dižući se preko Romanijske visoravni (1402 m) na vrh Lupoglav (1629 m). Preko Lupoglava se spušta u prostor Pala (k. 1092 m) i potom uzdiže preko Ravne planine (1380 m), gdje je zbog karsta uglavnom pretpostavljena, do svoje najviše tačke ili vrha Dreninog Kamena (1699 m) u prostoru Jahorine. Dalje povija u pravcu sjeverozapad preko Crnog vrha (1522 m) do planinskog vrha Trebevića (1629 m), a potom se spušta preko Studenog brda (1432 m) i Mojmilova brda (655 m) u urbano područje Sarajeva (oko 500 m) i završava kod Butila. U visinskom pogledu sliv Miljacke prostire se od 487 do 1699 m nadmorske visine i ima sve prelaze od ravninarskog, brežuljkastog do brdskog i planinskog karaktera. Površina sliva rijeke Miljacke unutar ovdje opisane granice iznosi oko 352 km<sup>2</sup>.

Prema osnovnim geološkim kartama, listovi Sarajevo, 1:100.000, u površinskom rasporedu geoloških formacija najviše su, uglavnom u gornjem dijelu sliva, rasprostranjeni mezozojski- trijaski krečnjaci i dolomiti, laporci i pješčari, i na njima plitka zemljištalitosoli; u središnjim dijelovima sliva po višim etažama su trijasko karbonatne stijene, ali i jursko-kredni

sedimenti (sjeverni obod) i na njima kalkokambisoli te mjestimično crvenica, dok su niže (do  $\approx 700$  m) rasprostranjeni kenozojski- mioceni sedimenti, konglomerati i pješčari, na kojima su razvijeni luvisoli, uz napomenu da je unutrašnje centralno uravnjeno područje sliva zasuto kvartarnim sedimentima- aluvijumom, gdje su i tla najviše antropogenizirana; donji sliv (prostor ušća) karakterišu neogeni i kvartarni sedimenti i na njima razvijeni fluvisol. Na karakterističnom geološko-morfološkom i pedološkom fonu sliva Miljacke razvili su se oblici fluvio-denudacione (najveći dio slivnog područja, glavne doline i doline pritoka), fluvio-akumulativne (uglavnom oko središnjeg i donjeg toka primarnog i sekundarnih vodotoka) i fluvio-krške morfoskulpture (karstificirani tereni tj. dijelova gornjeg sliva i lokalno središnjeg sliva). Rijeke Miljacka izgradila je kompozitnu, polimorfnu i poligenetsku dolinu što potvrđuju klisurasta dolina u njenom gornjem toku, fluvio-erozivne terase usječene u kompaktniju osnovu uzvodno, odnosno fluvio-akumulativne terase u miocenu nizvodno, pojava meandara (uz napomenu da je veći dio korita nizvodno od Bentbaše antropogeno predisponiran), i prostrana aluvijalna ravan u središnjem i donjem toku rijeke. Sliv rijeke Miljacke uglavnom pripada ekosistemu bukovo-jelovih šuma i tamnih četinarskih šuma (gornje slivno područje), zatim ekosistemu hrasta medunca, kitnjaka i graba (srednji sliv), te ekosistemu umjerenovlažnih šuma vrbe i topole (donji sliv). Determinacija klimatskog tipa za područje sliva Miljacke u kojem su smještene tri meteorološke stanice (sl. 2.) izvršena je na osnovu Kepenove klasifikacije klimata<sup>3</sup> uz uvažavanje karakteristika termičkog i pluviometrijskog režima. Prema vrijednostima osnovnih parametara slivno područje Miljacke primarno pripada **Cfb** klimatu, dok hipsometrijski više cijeline u slivu najvjerovatnije pripadaju Cfc ili Dfb klimatu.

Hidrografske karakteristike Miljacke uvjetovane su prije svega klimatskim karakteristikama terena (Cfb klimati sa karakterističnim godišnjim tokom padavina i temperatura), heterogenom geološkom gra-

<sup>3</sup> **C** klima (umjereno topla i vlažna klima) odlikuje se prosječnom godišnjom temperaturom najhladnijeg mjeseca nižom od 18°C, a višom od -3°C; **f** označava da najsušniji mjesec prosječno u godini prima više od 60 mm padavina, nema suše; **b** označava toplo ljeto sa temperaturom najtoplijeg mjeseca nižom od 22°C, a najmanje 4 mjeseca imaju temperaturu iznad 10°. (Spahić, 2002) Izračunate parametri pokazuju da je prosječna temperatura najhladnijeg mjeseca tokom godine- januara, u sva tri slučaja (Bjelave -0,4°C, Butmir -1,4°C, Pale -2,2°C), viša od -3°C; prosječno najsušniji mjesec tokom godine prima više od 60 mm padavina (Bjelave- februar 61,5 mm, Butmir- april 60,8 mm, Pale- septembar 70,9 mm); na sve tri meteorološke stanice evidentirano je pet (Pale), odnosno šest mjeseci (Bjelave i Butmir) sa temperaturama višim od 10°C (VI-X odnosno V-X mjesec)



**Sl. 2. Kumulativni klimadijagram za tri meteorološke stanice: Bjelave, Butmir i Pale**

(Podaci iz Meteoroloških godišnjaka 1971-1982. god.)

dom, pedološkim i vegetacijskim pokrovom, te antropogenim uticajem. U skladu s ovim postoje u velikoj mjeri izražene razlike između gornjeg, srednjeg i donjeg dijela sliva. Hidrografija u gornjem slivu Miljacke je značajno uslovljena karakterističnom lokalnom geološko-tektonskom situacijom i velikom energijom reljefa, a u hidrogeološkom smislu značajni su česti kontakti vodopropusnih karbonatnih naslaga (krečnjaci i dolomiti) sa naslagama vodoraznog verfena. Rasprostranjenost hidroloških kolektora u širem prostoru središnjeg sliva uglavnom je uvjetovala rijetku pojavu slabijih izvora i površinskih tokova. Osnovne hidrografske karakteristike donjeg dijela sliva Miljacke su oligomiocenski sedimenti i aluvijalni nanosi, ali i veliki udio antropogenog faktora. Veliki dio riječnog korita Miljacke, od Bentbaše do Alipašino polja, je hidromelioracionim radovima uređeno, a sa-

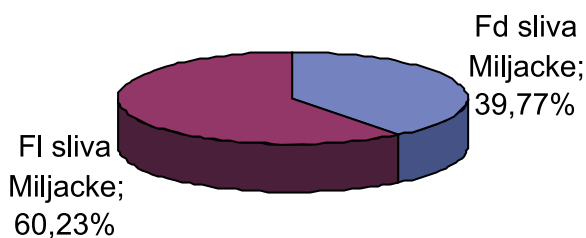


**Sl. 3. Na aluvijalnoj ravni rijeke Miljacke leži glavna urbana jezgra Sarajeva, dok su po fluvijalnim terasama usječenim na dolinskim stranama Miljacke podignuta prigradska naselja. Rijeka Miljacka teče kroz grad svojim antropogeno predisponiranim koritom (na slici je prikazan sektor u području Otoke; foto autora)**

mo dno korita izbetonirano. Veće pritoke su za potrebe proširenja urbanog prostora Sarajeva betonskim cijevima kanalisane i podzemnim putem provedene do samog korita Miljacke. Većina tih uključena je u sistem kanalizacione gradske mreže.

### 3. Morfometrijski potamološki indikatori za rijeku Miljacku

Rijeku Miljacku, kako je prethodno rečeno, obrazuju dva hidrografska sistema: Paljanske i Mokranjske Miljacke čiji je sutok u naselju Dovlići na nadmorskoj visini od 595 m. Najmanja moguća dužina Miljacke  $L_{min}$  (od sutoka 595m do ušća 487m) iznosi oko 17 km, dok stvarna dužina rijeke Miljacke  $L$  (od sutoka do ušća) iznosi približno 25 km. Hidrografska stvarna dužina rijeke Miljacke- $L$  (od izvora njene duže sastavnice- Mokranjske Miljacke do ušća Miljacke) iznosi oko 53 km, pri čemu najmanja dužina iznosi 26 km. Koeficijent razvitka riječnog toka Miljacke (od sutoka do ušća) iznosi 1,47. Smanjena vrijednost koeficijenta u ovom slučaju rezultat je naglog laktastog skretanja rijeke Miljacke u sektoru Darive ka zapadu. Koeficijent razvitka riječnog toka- $K$  Miljacke (od veće sastavnice- Mokranjske Miljacke do ušća Miljacke)- $K$  iznosi 2,0. Ova vrijednost koeficijenta uglavnom je modifikovana zbog oštih meandara i naglih skretanja rijeke u pojedinim sektorima (izraženo kod glavnog toka i veće sastavnice). Izračunati ukupni pad na profilu izvorište Mokranjske Miljacke-ušće Miljacke iznosi 533 m, dok ukupni pad rijeke Miljacke od sutoka (kota 595 m) do ušća (kota 487 m) iznosi 108 m. Prosječni pad rijeke Miljacke (kada se za njen izvor uzme izvor Mokranjske Miljacke) iznosi 10,05 m/km ili 10,05‰ te indicira planinski karakter rijeke. Prosječni pad Miljacke (od sutoka do ušća) iznosi samo 4,32 m/km ili 4,32‰. Broj vodotoka na slivnoj teritoriji rijeke Miljacke iznosi najmanje 25, a čestina vodotoka- $D_f$  iznosi 0,071/km<sup>2</sup>. Gustina riječne mreže Miljacke izračunata je po Neumannovom obrascu:  $D = \sum L/F$  (7), pri čemu ukupna dužine  $\sum L$  svih vodotoka na slivnom području Miljacke iznosi 226 km, površina sliva  $F$  oko 352 km<sup>2</sup>, a gustina riječne mreže  $D$  iznosi 0,64 km/km<sup>2</sup>. Ovakva vrijednost ukazuje na brdsko-planinsku morfologiju sliva čiji teren karakterišu uglavnom procesi normalne erozije. Dužina površinskog oticanja  $l_0$  na slivnom području Miljacke iznosi 0,32 m/km<sup>2</sup>. Razvođe  $S$  Miljacke je orografskog tipa i ima dužinu oko 109 km. Koeficijent razvitka razvođa  $m$  Miljacke je relativno povišen (1,64), pa naglašava nešto mirnije povodnje na njoj i ravnomjernije oticanje vode. Prosječna visina granice sliva Miljacke po kotama iznosi 1285,57 m, dok sedla oko 1100 m. Aritmetička sredina njihove sume ili srednja visina razvođa- $H$  Miljacke je približno 1193 m, što ga svrstava u red visokih orografskih razvođa. Prosječna visina ( $H_{sr}$ ) sliva Miljacke je oko 1040 metara.



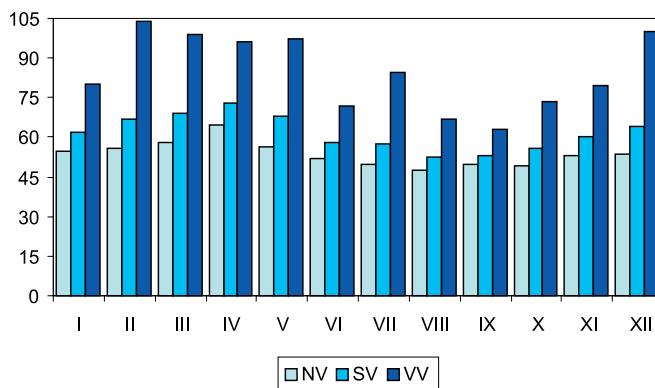
Sl. 4. Udio desne Fd i lijeve Fl strane sliva u ukupnoj površini sliva rijeke Miljacke

Površina sliva F rijeke Miljacke iznosi 352 km<sup>2</sup>, i učestvuje sa svega 3,4% u ukupnoj površini sliva rijeke Bosne. Površina desne strane- Fd sliva (područje s desne strane rijeke Miljacke i njene veće sastavnice- Mokranjske Miljacke) je za oko dva i po puta manja od vrijednosti Fl (212 km<sup>2</sup>) i iznosi 140 km<sup>2</sup> ili oko 40% ukupne površine sliva Miljacke. Koeficijent asimetričnosti-  $k_a$  ( $>1$ ) sliva iznosi približno 4,8 što je rezultat kompaktnije geološke građe u g. toku Mokranjske Miljacke, koja manje-više teče meridijalnim pravcem, te naglog skretanja rijeke Miljacke nizvodno od Bentbaše ka zapadu, gdje se usjekla u mekše sedimente, a dalje teče uporedničkim pravcem. Vrijednost dužine sliva-  $L_s$  rijeke Miljacke iznosi 30 km. Maksimalna širina  $B_{max}$  sliva Miljacke izmjerena na potezu St. Grad, k. 1392-Drenin Kamen, k. 1699 iznosi 26 km. Minimalna širina  $B_{min}$  sliva izmjerena je u donjem sektoru Miljacke, gdje iznosi samo 1,6 km. Prosječna širina sliva  $B_m$  iznosi 11,73 km, a pošto je manja od njegove dužine za očekivati je ravnomjerniji proticaj povodnja. Koeficijent punoće ili koeficijent razvijenosti sliva-  $k_p$  Miljacke iznosi 0,391, što upućuje na umjerenu razuđenost sliva, koja uslovljava nešto izražajniji nadolazak poplavnih talasa na profilu ušća u rijeku Bosnu. Koeficijent pošumljenosti  $k_g$  slivnog područja Miljacke ima srednju vrijednost tj. 0,545.

#### 4. Elementi i tip riječnog režima Miljacke

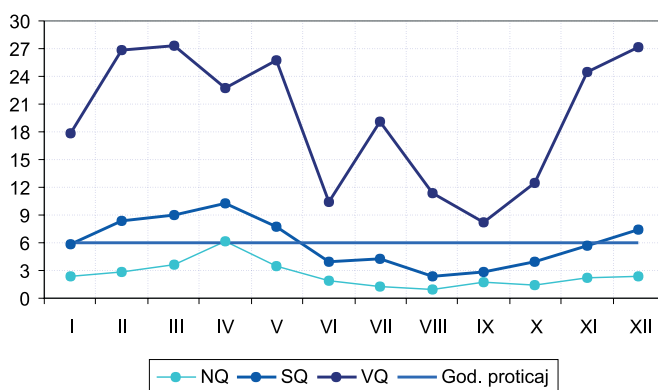
Riječni režim Miljacke određen je preko najvažnijih kategorija: vodostaja i vodostanja, proticaja (proticanja), oticaja (oticanja) ili doticaja (doticanja), osmatranih u periodu 1965.-1974. godine na vodomjernoj stanici Sarajevo. Najniži srednji (SV) vodostaji evidentirani su tokom hidrološkog ljeta (sezonski prosjek: 54,3 cm) i hidrološke jeseni (sezonski prosjek: 60 cm). Ovo je posljedica najjačeg prigrivanja tokom ljetne i jesenje sezone koje uzrokuje brzo isparavanje padavina koje se uglavnom (naročito tokom ljeta) izlučuju u vidu pljuskova i naglo otiču preko podloge pa malo vode dotiče do rijeka. Najviši vodostaji na rijeci Miljacki su tokom hidrološkog proljeća (66,3 cm) i hidrološke zime (66,1 cm). Povišena vrijednost proljetnog u odnosu na zimski vodostaj rezultat je snježnih padavina koje tokom zimskog peri-

oda učestvuju u stvaranju snježnog pokrivača, a u proljeće se otapaju, pa snježnica izaziva porast vode u rijekama.



Sl. 5. Hidrogram godišnjeg hoda vodostaja (cm) na rijeci Miljacki za period 1965.-1974. godine

U značajnoj vezi s faktorima vodostaja je i proticaj: najniži srednji proticaji (SQ) rijeke Miljacke su tokom ljeta (sezonski prosjek: 3,5 m<sup>3</sup>/s) i jeseni (4,2 m<sup>3</sup>/s), dok su najviši srednji proticaji tokom proljeća (sezonski prosjek: 9 m<sup>3</sup>/s) i zime (7,2 m<sup>3</sup>/s). Prosjek zimske sezone je nešto manji i uslijed izvjesne "zamrznutosti" sliva.



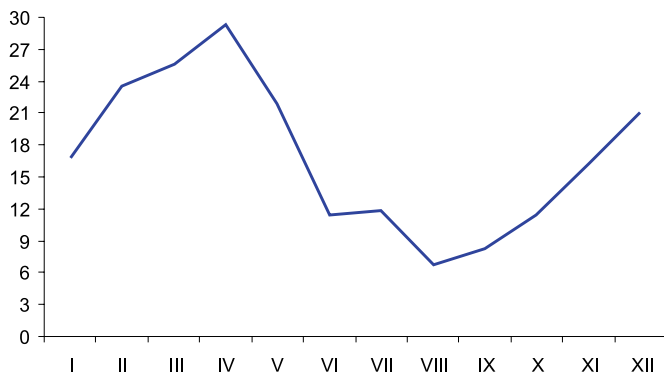
Sl. 6. Grafikon godišnjeg hoda proticaja (m<sup>3</sup>/s) za sliv Miljacke

(Podaci iz Hidroloških godišnjaka za niz 1965-1974. god.)

Prosječna godišnja vrijednost proticaja je 6,0 m<sup>3</sup>/s, dok specifičnog oticaja ( $q$ ) 17 l/s/km<sup>2</sup>, što znači da u slivu rijeke Miljacke svake sekunde sedamnaest litara vode otiče sa kvadratnog kilometra slivne površine. Maksimalne vrijednosti  $q$  su tokom proljetne (sezonski prosjek: 25,6 l/s/km<sup>2</sup>) i zimske sezone (20,5 l/s/km<sup>2</sup>), a minimalne tokom ljetne (sezonski prosjek: 10,0 l/s/km<sup>2</sup>) i jesenje sezone (11,9 l/s/km<sup>2</sup>). Sniženu vrijednost specifičnog oticaja uprkos povećanom izlučivanju padavina (naročito kišnih) tokom jesenjih mjeseci, u izvjesnom smislu, mogu uzrokovati povišene temperature s početka jesenje sezone,



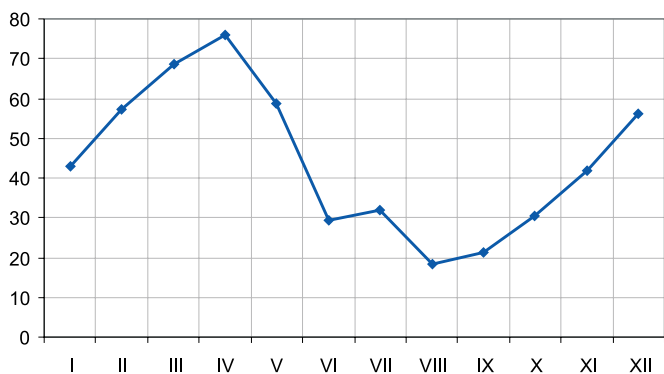
ali i mjestimično karstna građa sliva rijeke Miljacke, uslijed čega se dio vode gubi poniranjem.



**Sl. 7. Grafikon god. hoda  $q$ - specifičnog oticaja (l/s/km<sup>2</sup>) za sliv Miljacke u periodu 1965.-1974. godine**

(Specifični oticaj izračunat preko obrasca  
 $q = Q_{sr. proticaj} \cdot 1000 / F_{slivna\ površina}$ )

Za potrebe računanja visine oticaja u slivu Miljacke iskorišteni su podaci o specifičnom oticaju. U godišnjoj raspodjeli visine oticaja- y maksimumi se javljaju tokom proljeća (sezonski prosjek: 67,7 mm) i zime (52,1 mm), na što utiče karakter izlučivanja padavina (umjerenije kišenje) i njihova struktura (pretežno snježne padavine). Izrazitiji sezonski prosjek ponderira mjesec mart sa uočljivo najvišom vrijednosti y i to 68,6 mm. U ovo vrijeme se proticaj značajno hrani od snježnog pokrivača u slivu rijeke Miljacke.



**Sl. 8. Grafikon godišnjeg hoda  $y$ - visine oticaja (mm) za sliv Miljacke u periodu 1965.-1974. godine**

Koeficijent ( $k$ ) oticanja<sup>4</sup> je relativno povišen i iznosi 57%, što je uslovljeno pretežito brdsko-planinskom konfiguracijom terena, klimom i drugim speci-

fičnim fizičkogeogr. uslovima u slivu rijeke Miljacke. Vrijednost koeficijenta oticanja u slivu Miljacke može se uzeti i kao reprezent riječnog režima, pri čemu "rijeke u čijem proticaju učestvuju snježnica i kišnica, odnosno vodotoci nivalno-pluvijalnog i pluvio-nivalnog režima, imaju manje koeficijente oticanja 50-80%." (Dukić, 1984) Sliv rijeke Miljacke je značajno uplivan klimatskim prilikama i godišnjim tokom kišnih i snježnih padavina, pa vode rijeke Miljacke potiču kako od kišnice, tako i od vode nastale otapanjem snježnog pokrivača, zbog čega se zaključuje da rijeka Miljacka ima pluvio-nivalni režim.

### Literatura i izvori:

- Dukić, D. (1984): Hidrologija kopna. Univerzitetska knjiga Beograd
- Grupa autora (1998): Atlas Svijeta. Sejtarija. Sarajevo
- Kicošev, S. (1998): Geografske osnove prostornog planiranja. Novi Sad
- S. Parker (1997): Dictionary of Earth Science. United States of America
- Savezni hidrološki godišnjaci: 1965, 1966, 1967, ... 1974. godine (niz od 1965 do 1974.). Beograd
- Savezni meteorološki godišnjaci: 1971, 1972, 1973, ... 1982. godine (1971.-1982. godine). Beograd
- Spahić, M. (2002): Opća klimatologija. Geografsko Društvo Federacije Bosne i Hercegovine. Sarajevo
- Spahić, M. (2002/2003): Predavanja iz np. Opšta hidrografija. Prirodno-matematički fakultet Sarajevo.
- Tematska karta sliva Miljacke na bazi topografske karte Sarajeva 1:200.000. Izrada: Lejla Žunić, autor
- Tematske karte Sarajeva: R=1:100.000; 1:500.000: geološka, geomorfol., hidrološka, vegetacijska, pedološka
- Topografske karte Sarajeva: R=1:200.000; 1:100.000; 1:50.000. Vojno-geografski institut Beograd
- Tumač osnovne geološke karte/list Sarajevo/1:100.000. Savezni geološki zavod Beograd (1978.)
- Internet izvori: [www.fhmzbih.com](http://www.fhmzbih.com)

<sup>4</sup> Koeficijent oticanja ( $k$  ili  $C$ ) za sliv Miljacke izračunat je prema obrascu  $k = y / x_{visina\ padavina} \cdot 100$  (Dukić, 1984), a na osnovu podataka iz meteoroloških i hidroloških godišnjaka korištenih za potrebe ovoga rada i u vezi sa specifičnim oticajem, visinom oticaja i visinom padavina u slivu

# SAVJETODAVNO VIJEĆE AVP SAVA

**P**rema obavezi iz člana 164. Zakona o vodama FBiH, Vlada Federacije BiH je u novembru prošle godine donijela odluku o formiranju savjetodavnih vijeća agencija za vode u Sarajevu i Mostaru.

U Savjetodavno vijeće Vodnog područja rijeke Save imenovani su: Zijada Redžić iz Federalnog ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, Tomislav Lukić iz Federalnog ministarstva okoliša i turizma, Slavenko Šehović iz Federalnog ministarstva zdravstva, Admir Karišik iz Federalnog ministarstva prostornog uređenja, Hilmo Šehović iz Federalnog ministarstva energije, rudarstva i industrije, Senad Tutić iz Unsko-sanskog kantona, Zrinka Bilušić iz Posavskog kantona, Subhija Hukić iz Tuzlanskog kantona, Senada Malićbegović iz Zeničko-dobojskog kantona, Medžida Raščić iz Bosansko-podrinjskog kantona, Abdulah Burek iz Srednjobosanskog kantona, Nedžad Mekić iz Sarajevskog kantona, Tihomir Milanović iz Zapadno-hercegovačkog kantona, Muamera Srna iz KJKP Vodovod i kanalizacija Sarajevo, Sead Džambić iz JKP Vodovod i kanalizacija Tuzla, Ekrem Kahrman iz JP Vodovod i kanalizacija Zenica, Vlado Franjić iz JP Vodovod Bihać, Milutin Lukač iz JP Komunalac Drvar, Kemal Baltić iz JKP Bašbunar Travnik, Sadik Silajdžić iz JKP 6. mart Gorazde, Kadira Močević iz JP Elektroprivreda BiH Sarajevo, Ivanka Barić iz JP Elektroprivreda HZHB



*Radno predsjedništvo prve konstituirajuće sjednice Savjetodavnog vijeća*

Foto: Danita Karkin



Na prvoj sjednici članovima Savjetodavnog vijeća je prezentiran prijedlog Strategije upravljanja vodama FBiH

Foto: Danita Karkin

Mostar, prof.dr Husno Hrelja sa Građevinskog fakulteta Sarajevo, prof.dr Muriz Spahić sa Prirodno matematičkog fakulteta Sarajevo, dr.sci. Midhat Suljkanović sa Tehnološkog fakulteta Tuzla, prof.dr Šefket Goletić sa Mašinskog fakulteta Zenica, Rijad Tikveša iz Udruženja za zaštitu i unapređenje okoliša, prirode i zdravlja "Ekotim" iz Sarajeva, Elmira Šehić iz Udruženja građana "Prijatelji prorode-eko element" iz Bugojna, prof.dr Vildana Alibabić, iz "Ekološke koalicije Unskog sliva" iz Bihaća, Latif Hubanić iz "Drinskih bisera" Goražde i Dragoslav Popović iz Općine Drvar.

O Savjetodavnom vijeću AVP Mostar ćemo pisati nekom drugom prilikom.

Uloga i zadaci vijeća su regulisani članom 165. Zakona o vodama FBiH, a ovom prilikom spomenućemo samo neke od njih kao što su: učestvovanje u pripremi nacrtu plana upravljanja vodama i strategije upravljanja vodama, razmatranje i davanje mišljenja o strateškim dokumentima iz nadležnosti drugih federalnih i kantonalnih ministarstava koja se odnose na upravljanje vodama, razmatranje i davanje mišljenja o pitanjima od interesa za riječni bazen ili podsliv u sklopu vodnog područja, a koje se tiče međuentitetske saradnje, razmatranje i davanje mišljenja o pitanjima upravljanja vodama koja su od značaja za međuentitetsku saradnju, za Bosnu i Hercegovinu u cjelini i međunarodne obaveze Bosne i Hercegovine, te niz drugih što bi trebalo doprinositi kvalitetnijem i prema javnosti još otvorenijem djelovanju u sektoru voda.

Prva, konstituirajuća sjednica Savjetodavnog vijeća AVP Sava održana je 27. januara ove godine i tom prilikom su članovi vijeća usvojili Poslovnik o radu Vijeća, izabrali predsjedavajućeg Vijeća prof. Dr

Husnu Hrelju i dopredsjedavajućeg dipl. inž. građ. Subhiju Hukić, te razmatrali prijedlog Strategije upravljanja vodama u Federaciji BiH.

Nakon što su izrađivači Strategije iz Zavoda za vodoprivredu Sarajevo izvršili prezentaciju ovog obimnog i nadasve veoma važnog dokumenta za sektor voda u FBiH i po okončanju diskusije, Savjetodavno vijeće je zaključilo da nije bilo dovoljno vremena da se svi članovi Vijeća dovoljno upoznaju sa prijedlogom Strategije, pa shodno tome da se do kraja februara održi još jedna sjednica Vijeća na temu Strategije, a da članovi Vijeća u međuvremenu dostave svoje pismene prijedloge, mišljenja, primjedbe i analize, kako bi se i izrađivači Strategije pripremili za tu sjednicu.

Druga sjednica Savjetodavnog vijeća je održana 23. februara ove godine i na njoj su članovi Vijeća zaista iscrpno razmatrali prispjele, kao i usmeno izrečene prijedloge i mišljenja o prijedlogu Strategije, čime je ovaj dokument praktično okončao svoju javnu raspravu (ranije je to obavljeno u kantonima i određenom broju stručnih i javnih prezentacija), nakon čega slijedi njegovo usvajanje u najvišim organima Federacije a potom početak primjene prije svega kroz izradu planova upravljanja slivnim područjima.

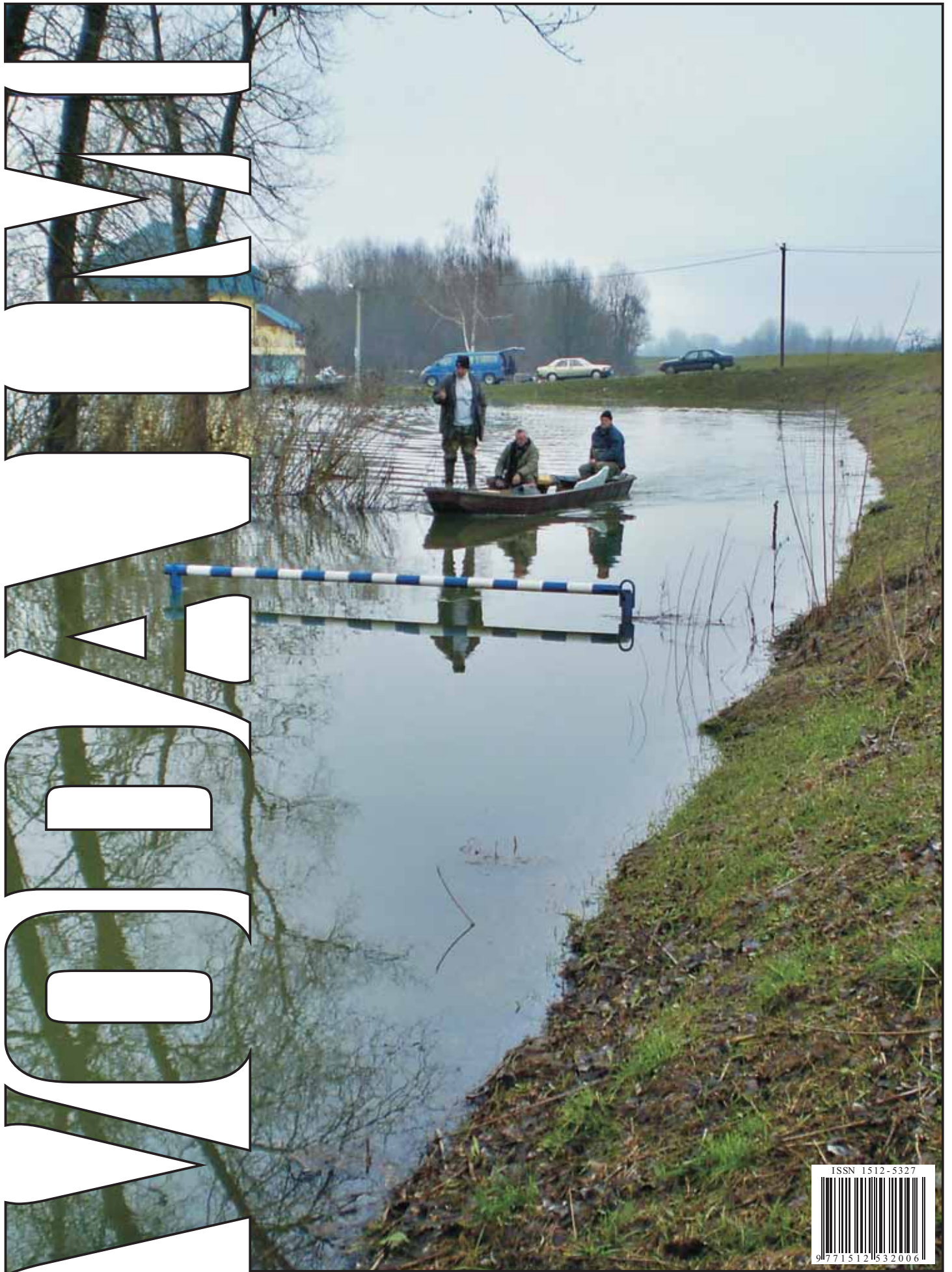
Možda je na kraju važno istaći i to da je formiranjem tijela kao što je Savjetodavno vijeće i njegova struktura (zastupljenost kantona, federalnih ministarstava, korisnika voda, naučnih institucija i nevladinih organizacija) dobar iskorak u procesu konsultacija i učešća javnosti u donošenju odluka u oblasti voda, odnosno upravljanja vodnim resursom u Federaciji BiH u narednom periodu.





Gruba rešetka na CS Zorice na Savi zatrpana plavnim nanosom





# WODNA

ISSN 1512-5327



9 7715 12453 2006