

VODNA

ČASOPIS AGENCIJE ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE SARAJEVO

2012
Godina XVI
78



UVODNIK

D. Hrkaš
UVODNIK

AKTUELNOSTI

H. Milišić, H. Kalajdžisalihović
MODELIRANJE KVALITETA VODE RIJEKE NERETVE
PRIMJENOM NUMERIČKOG MODELA MIKE 11

KORIŠTENJE VODA

G. Orašanin, B. Vučijak
KVANTIFIKACIJA I POKAZATELJI STVARNIH GUBITAKA
VODE U VODOVODNIM SISTEMIMA

L. Žunić
RIJEKA DRINA – OPŠTI FIZIČKO-GEOGRAFSKI
I HIDROGRAFSKI PRIKAZ

ZAŠTITA VODA

S. Džino, A. Šljuka
REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKIH, HEMIJSKIH
I MIKROBIOLOŠKIH ISPITIVANJA POVRŠINSKIH
VODA SLIVA RIJEKE SAVE NA PODRUČJU FBiH
U 2011. GODINI

I. Štefatić
MLE PROCES ZA BIOLOŠKO UKLANJANJE DUŠIKA
IZ KOMUNALNIH OTPADNIH VODA

I. Lučić
STUDIJA UTJECAJA NA OKOLIŠ HE OMBLA

I. Silajdžić
PRIMJENA ANAEROBNE DIGESTIJE U TRETMANU
OTPADNE SIROVINE IZ TEHNOLOGIJE PRERADE
KROMPIRA SA AKCENTOM NA POVRAT RESURSA

VIJESTI I ZANIMLJIVOSTI

T. Kupusović
VODA U EU I SVIJETU 2012.

T. Kupusović
NAJAVA KONFERENCIJE O ODRŽIVOM RAZVOJU,
ENERGIJSKIH, VODNIH I OKOLIŠNIH SISTEMA



Autor kolor fotografija u ovom broju je dipl. inž. građ. Mirsad Lončarević.

Na prvoj i zadnjoj strani časopisa je zgrada nekadašnje Vodoprivrede BiH a danas sjedište AVP Sava, u sredini je sarajevska Miljacka uz Vilsonovo šetaliste a ostale velike kolor fotografije su snimljene u gornjem toku rijeke Željeznice na obroncima planine Treskavice.

"VODA I MI"

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

<http://www.voda.ba>

Izdavač:

Agencija za vodno područje rijeke Save
Sarajevo, ul. Hamdije Čemerlića 39
Telefon: ++387 33 72 64 58
Fax: ++387 33 72 64 23
E-mail: dilista@voda.ba

Glavna urednica: Dilista Hrkaš, dipl. žurn.

Ispred Savjeta časopisa: Sejad Delić, direktor AVP Sava.

Redakcioni odbor časopisa: Dilista Hrkaš, dipl. žurnalist, predsjednik; članovi: Mirsad Lončarević, dipl. ing. građ., Aida Salahović, dipl. ekonomist, Elmedin Hadrović, dipl. pravnik, dr. sci. Anisa Čičić Močić, Haris Fišeković, dipl. ing. građ. i mr. Sanela Džino, dipl. inž. hemije.

Idejno rješenje korica: DTP STUDIO Studentska štamparija Sarajevo

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

Štampa: RIMIGRAF, Sarajevo

POŠTOVANI ČITAOCI,

Mnogi od vas su vjerovatno prepoznali zgradu na fotografiji na naslovnoj strani ovog broja – zgrada nekadašnje Vodoprivrede Bosne i Hercegovine, a danas zgrada u kojoj su smještene (za sada) dvije institucije: Fond za zaštitu okoliša Federacije BiH i, od 18. juna, Agencija za “Vodno područje rijeke Save” Sarajevo. Do prije nepune dvije godine u zgradi je tokom deset godina bila smještena američka organizacija za pomoć i razvoj, poznata kao USAID, čemu se može i zahvaliti obnova ove zgrade koja je u ratu bila granatirana i zapaljena.

Dakle, jedan broj djelatnika Agencije se praktično vratio u zgradu u kojoj su radili prije 1992. godine, a svi zajedno su uselili u savremeni i širi radni prostor smješten na šestom, sedmom, osmom (kabinet direktora) i devetom spratu.

Iz tog razloga je došlo i do promjene adrese sjedišta Agencije i brojeva telefona i faksova.

Nova adresa Agencije za “Vodno područje rijeke Save” je:

Ul. Hamdije Čemerlića broj 39.

Novi telefoni su:

centrala: 033/726 400; direktor 726 444; sektor za upravljanje vodama 726 433; sektor za investicije 726 401; sektor za izdavanje vodnih akata 726 415; sektor za planiranje 726 416 i sektor za ekonomsko-finansijske poslove 726 449.

Novi brojevi za faksove su:

Direktor 033/726 420; računovodstvo 726 446; vodne naknade 726 452 i 726 455.

Toliko o novoj lokaciji AVP Sava.

A ljeto je u punom zamahu, vrelina i suše su opet glavna tema ponajprije onih koji proizvode hranu, zatim hidrologa, pa klimatologa, nas tzv. običnih ljudi, ali i vatrogasaca koji se sa požarima najčešće bore u vrućim danima ljeta, a svemu tome – voda je jedini spas. Spas je i za one koji traže osvježenje u rijekama, jezerima i moru, imamo srećom sve to, jedino je ponekad upitan kvalitet te vode. Evo, na primjer, nedavno mi priča kolegica iz naše laboratorije kako je početkom jula bila na terenu na rijeci Turiji i tamo zatekla mnogo kupaća, i djece i odraslih. Ljudi je vidjeli onako opremljenu i, naravno, radozno pitali šta to radi, a ona rekla da uzima uzorak vode radi kontrole njenog kvaliteta. Zanimalo ih je šta ona misli o kvaliteti te vode gdje se oni kupaju, a kolegica im, pomalo iznenađena, pokazala na nekoliko kanalizacionih ispusta na obalama u neposrednoj zoni njihovog kupanja i odgovorila da i sami mogu vidjeti u kakvoj se vodi kupaju.

Dakle, obzirom na nizak nivo vodostaja u rijekama u ovo doba godine i na smanjeno samoprečišćavanje vode, vodite računa da vam negdje u blizini nije kakav zagađivač voda (komunalni ili industrijski) i potražite čistija mjesta ili druge, čistije rijeke i potoke, imamo mi takvih još dosta.

Uživajte u ljetu i suncu, u našim hladnim i bistrim vodama i čuvajte ih, one su naše žile kućavice.



Autori su u cjelosti odgovorni za sadržaj i kvalitet članaka.

MODELIRANJE KVALITETA VODE RIJEKE NERETVE PRIMJENOM NUMERIČKOG MODELA MIKE 11

UVOD

Pri upravljanju i održavanju vodnih resursa i ekološkoj zaštiti, vrlo česti su problemi kako pouzdano prognozirati koncentraciju zagađenja u rijekama kao posljedicu opterećenja rijeka ispuštanjem otpadnih voda naselja i industrije. Dodatni problem predstavlja zagađenje od strane rasutih zagađivača, koje prema podacima nekih razvijenih zemalja, može iznositi 30-40% ukupne produkcije zagađenja, a ne smije se zanemariti ni trend porasta akcidentnih zagađenja.

Izražena degradacija kvaliteta vode vodotoka u posljednjim decenijama dvadesetog vijeka, čiji su uzrok različiti izvori, ranije koncentrisani, a danas sve češće rasuti, dovela je do razvoja zakonskih propisa čijom se primjenom teži očuvanju kvaliteta vode vodotoka. Ove mjere su uglavnom restriktivnog karaktera i najčešće ograničavaju ispuštanje zagađujućih materija u vodotoka, bilo da je zagađenje kvalitativno ili kvantitativno. Međutim, u mnogim slučajevima, navedene mjere nisu dovele do zahtijevanog kvaliteta voda, jer je problem mnogo kompleksniji i prevazilazi granice korita vodotoka i uskog priobalja.

Radi rješavanja navedenog problema i postizanja cilja – održivog korišćenja voda, uveden je integralni pristup pri upravljanju kvalitetom voda, koji se izričito zahtijeva Okvirnom direktivom o vodi EU (Water Framework Directive 2000, WFD Council Directive 2000/60/EC). Ovako kompleksan pristup zahtijevao je razvoj kompleksnijih oruđa koja bi se koristila pri obradi brojnih ulaznih podataka, kao i pri uspostavljanju uzročno – posljedičnih veza među različitim činiocima. Zato se savremena procjena uticaja različitih faktora na životnu sredinu, a time i vodnih resursa, bazira na primjeni numeričkih modela pronosa zagađenja, te kvaliteta vode.

Prednost modeliranja nad korištenjem eksperimentalnih metoda ogleda se u slijedećem:

- modeliranje disperzije posjeduje fleksibilnost pri planiranju (moguće je provesti mnoge “što – ako” scenarije);
- nemoguće je provoditi eksperiment za uticaje iz nepostojećih izvora;
- moguće je modelirati uticaje maksimalnih koncentracija za razna vremenska osrednjenja pod najgorim hidrološkim uslovima;

□ cijena modeliranja je mnogo manja (i vremenski i novčano).

U svijetu postoji bogato iskustvo u matematičkom modeliranju pojava nestacionarnog tečenja u otvorenim vodotocima, te procesa miješanja i transporta zagađenja. Osnovu za spomenuta modeliranja čine komercijalni programski paketi, koji su svoju primjenu našli širom svijeta. Riječ je o Danskom modelu MIKE 11, te o američkom modelu HEC RAS idr.

U ovome radu dat je prikaz razvoja, kalibracije i verifikacije jednodimenzionalnog modela MIKE 11 i to na primjeru odabranog segmenta rijeke Neretve na potezu od VS Sutina (HE Mostar) do VS Bačevići.

NUMERIČKI MODEL MIKE 11

Opis modela

Softverski paket "MIKE 11", razvijen je u Danskom Hidro Institutu DHI. To je numerički model jednodimenzionalnog neustaljenog tečenja u prirodnim vodotocima. Njegova glavna područja primjene su analiza poplava i ublažavanje šteta, analiza sloma brana, procjene kvalitete vode u rijekama i jezerima, transport nanosa, studije riječne morfologije, pojava saliniteta u rijekama i estuarijima idr. Model je jednodimenzionalni što ne umanjuje vjerodostojnost njegovih rezultata simulacija.

Temelji se na integriranoj modularnoj strukturi s različitim osnovnim i dodatnim modulima, od kojih svaki simulira određenu pojavu u riječnim sistemima. Pored osnovnog hidrodinamičkog modula (HD), nadograđen je dodatnim modulima kao što su modul za hidrologiju (RR), advekciju – disperziju (AD), kvalitet vode (WQ) i transport sedimenta (ST).

HD modul je osnovni modul koji daje rješenja hidrodinamike strujanja na modeliranom području. AD modul služi za analizu advektivno – disperzivnog pronosa toplote i mase otopljene ili suspendirane materije (bilo koje vrste), i to na osnovu dobivene slike strujanja iz HD modula.

Analiza prostorne i vremenske raspodjele koncentracija polutanta ostvaruje se modulom WQ koji se ponovno oslanja na rješenje hidrodinamike strujanja i pronosa, odnosno rješenja dobivena iz HD i AD modula. Da bi model bio implementiran na razmatranom području, potrebno je izvršiti njegovu kalibraciju te verifikaciju.

Napravljen je interface za GIS koji omogućava pripremu ulaznih podataka modela i predstavljanje izlaznih podataka modela u GIS okruženju.

To je priznati i dobro testirani softver koji se kontinuirano usavršava i proširuje, te uveliko koristi u hidrotehničkoj praksi.

Modeliranje hidrodinamičkih procesa (HD modul)

Hidrodinamički modul (HD) je srž sistema i rješava ili potpune hidrodinamičke (Saint Venantove) jednačine ili jednu od dvije jednostavnije verzije pod nazivom jednačina difuznog i kinematičkog vala [3][5].

Potpune dinamičke jednačine date su slijedećim izrazima:

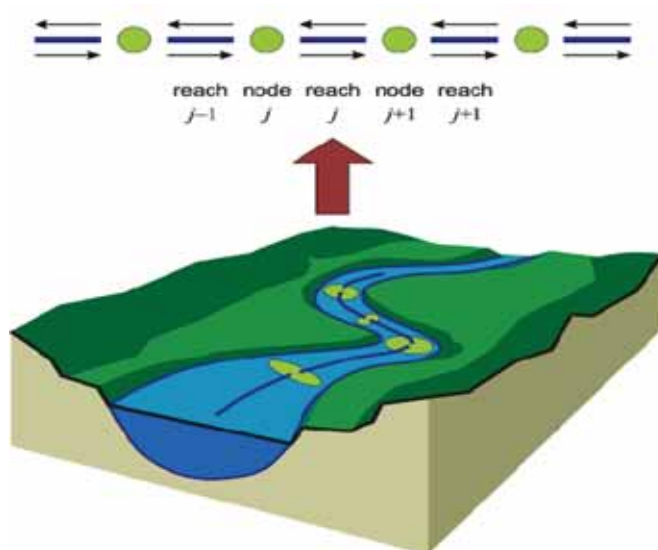
$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha Q^2}{A} \right) + g \cdot A \frac{\partial h}{\partial x} - g \cdot A (S_0 - S_f) = 0 \quad (2)$$

gdje je:

- A – površina poprečnog presjeka,
- t – vrijeme, Q - proticaj,
- x – udaljenost nizvodno,
- q – bočni dotok po dužini jedinice,
- g – gravitaciono ubrzanje,
- h – dubina,
- a – koeficijent brzine,
- S₀ – pad dna kanala i
- S_f – pad linije energije.

Softver za rješavanje jednačina (1) i (2) koristi metodu konačnih razlika i to implicitnu Abbott-Ionescu shemu (1967) dijeleći kanal na niz segmenata po dužini. Čvorovi predstavljaju granice između dionica, gdje je svaki drugi čvor dubina ili proticaj naizmjenice. Primarni granični uvjeti u oba kraja kanala, i uzvodni i nizvodni, su poznate vremenske serije dubine (nivoa) vode.



Slika 1 – Proračunska šema toka

Modeliranje transportnih procesa i kvaliteta vode (AD /WQ modul)

Advektivno – disperzni (AD) modul temelji se na jednodimenzionalnoj jednačini očuvanja mase rastvorenih ili suspendiranih tvari (npr. soli ili kohezivnih sedimenta). Ponašanje nekonzervativnih supstanci, koje linearno propadaju, se takođe može simulirati u AD modulu. Jednodimenzionalna jednačina advekcije - disperzije koja uzima u obzir i efekat razgradnje materije prvog reda data je slijedećim izrazom [2][3][4]:

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) = -AKC + C_2q \quad (3)$$

gdje je:

- Q – proticaj [L^3T^{-1}],
- C – koncentracija [ML^{-3}],
- D – koeficijent disperzije [L^2T^{-1}],
- A – površina poprečnog presjeka [L^2],
- K – linearni koeficijent raspadanja [T^{-1}],
- C_2 – izvor /izljev koncentracije [ML^{-3}],
- q – bočni dotok [$L^2 T^{-1}$],
- x – udaljenost u pravcu toka [L], a
- t – vrijeme [T].

Jednačina (3) opisuje dva transportna procesa: advektivni (ili konvektivni) i disperzivni transport i rješava se numerički primjenom implicitne šeme konačnih razlika, što dovodi do zanemarive numeričke disperzije. AD modul preuzima izlazne podatke iz hidrodinamičkog modula kao svoje ulazne podatke, dok je koeficijent disperzije (D) opisan kao funkcija srednje brzine (V) kao što je prikazano u jednačini (4).

$$D = aV^b \quad (4)$$

gdje je:

- “a” faktor disperzije i
- “b” eksponent disperzije.

Modul kvalitete vode (WQ) je vezan za AD modul i simulira reakcijske procese složenih sistema, uključujući i razgradnju organskih materija, fotosintezu, nitrifikaciju i izmjene kisika s atmosferom. Parametri njihovog masenog stanja se izračunavaju za sve mrežne tačke u svim koracima, koristeći metod racionalne ekstrapolacije u integriranom dvo-stepenom postupku s AD modulom.

Modul kvaliteta vode se sastoji od šest nivoa složenosti reakcijskih procesa i uključuje modeliranje otopljenog kisika i BPK_5 s nutrijentima, HPK s nutrijenti-

ma, eutrofikaciju, teške metale, fero-oksidaciju, proširenu eutrofikaciju i nutrijente. Fosfor i koliformne komponente se takođe mogu dodati na bilo koji nivo kompleksnosti.[3]

PRIMJENA MODELA NA RIJEKU NERETVU

Opis područja

Rijeka Neretva je najveća kraška rijeka u slivu Jadranskog mora. Njena ukupna dužina iznosi 225 km, od kojih su 203 km u Bosni i Hercegovini, dok se zadnja 22 km nalaze u Hrvatskoj. Srednji i donji dio Neretve, u kojem teče kroz Bosnu i Hercegovinu značajno doprinosi zagađenju koje ugrožava biodiverzitet delte. Neretva ima prosječni godišnji protok od 194,4 m³/s, a veličina hidrogeološke slivne površine u Federaciji BiH iznosi 5745 km².

Za Neretvu je karakteristična velika neravnomjernost proticaja u toku godine. Ljetni proticaji su niski, a zimski visoki. Vodom najbogatiji mjeseci su decembar i april, a najsiromašniji avgust i septembar, pa juli. Brojne hidrološke stanice, na čitavom slivu rijeke sa dugogodišnjim nizom sistemskih hidroloških osmatranja vodostaja i mjerenja protoka čine da je sliv rijeke Neretve hidrološki izučen [1][6].

Najveći grad na rijeci Neretvi je Mostar. Zbog proteklih ratnih dejstava broj stanovnika ove regije umanjio se sa približno 127.000 na oko 100.000, a 90 % gradskih industrijskih kapaciteta prestalo je sa radom. U Mostaru trenutno ne postoji postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda. Samo neki dijelovi grada su opremljeni kanalizacijom. Do danas je izgrađeno približno 50 km kanalizacije, i sva se izliva u Neretvu na oko 30 različitih lokacija. Glavni (i jedini) prihvat svih otpadnih i oborinskih voda je rijeka Neretva u koju se ulijevaju svi mali i veliki tokovi kao i bujice sa okolnih planina. Osnovni zagađivači vode su prevelika i nekontrolisana upotreba pesticida u poljoprivredi te neprečišćene otpadne vode naselja i industrije. Unatoč ovakvim uslovima, kvaliteta vode u rijeci Neretvi i dalje je općenito u II klasi, stim da povremeno spadne i u III klasu, u vrijeme ljetnih sušnih mjeseci.

U ranijem periodu, na slivnom području rijeke Neretve kontrole i analize kvaliteta površinskih voda su se sistematski provodile od 1965. do 1991. Godine na 4 mjerna profila. Kontrola se zasnivala na trenutnim uzorcima voda tako da su fizičko-hemijski parametri kvaliteta voda određivani tri puta godišnje (proljeće, ljeto i jesen) a biološki dva puta (ljeto i jesen). Kontinuitet praćenja kvaliteta voda je prekinut 1992. godine, da bi, nastavak organizovane kontrole kvaliteta površinskih voda uslijedio ponovo 2000. godine. U analize su uključeni, pored ranijih, i neki novi profili, tako da se monitoring kvaliteta rijeke Neretve sada vrši na sedam profila, ali bez simultanog mjerenja proticaja [1].

3.2 Kalibracija modela i analiza rezultata

U ovome radu su na odabranom segmentu rijeke Neretve (HE Mostar – Bačevići – Žitomislići) simulirana pojedina stanja kvalitete vode primjenom modela MIKE 11. Softver je modularan, te se svaki modul mora kalibrirati zasebno. U ovome radu, modelom su pokrenuti hidrodinamički (HD) modul, advekciono-disperzni (AD) modul i modul kvaliteta vode (WQ) modul. Modelirani su BPK_5 i otopljeni kisik O_2 kao ključni parametri kvaliteta vode. Modeliranje kvaliteta vode ostvareno je preko ECOLab modula u kome se mogu odabrati različiti nivoi složenosti WQ modela. U ovome radu je odabran nivo 1 (BOD – DO model sa temperaturom), uzimajući u obzir advekciju, disperziju i najvažnije biološke, hemijske i fizikalne procese.

Za formiranje računске oblasti strujanja korištene su slijedeće podloge [1][4][6]:

- ❑ Digitalizirane geodetske podloge (orto-foto snimci) u inundacijama u razmjeri 1:1000 i snimljeni poprečni profili duž toka rijeke Neretve na potezu od HE Mostar do VS Žitomislići.
- ❑ Osmotreni hidrološki podaci (proticaji i vodostaji) kao i podaci o kvalitetu vode na slijedećim mjernim stanicama:
 - Sutina – neposredno ispod HE Mostar
 - Raštani
 - Bačevići
 - Buna na rijeci Buni
 - Žitomislići

Kalibracija modela obuhvaćena ovim radom odnosi se na definiranje vrijednosti koeficijenata hrapavosti, koeficijenata disperzije, te vrijednosti relevantnih koeficijenata razgradnje organske materije i obogaćivanja vode kisikom iz atmosfere. Kalibracija modela obavljena je na osnovu raspoloživih eksperimentalnih podataka (simultano mjerenje proticaja i kvaliteta vode u junu 1979.god.) [4], a za verifikaciju modela korišteni su podaci monitoringa iz 2005. godine [1].

Tokom sprovedenih simulacija vršena je prvo kalibracija koeficijenata hrapavosti upoređivanjem proračunatih i osmotrenih proticaja vode na VS Bačevići (nizvodno od Mostara). Koeficijenti hrapavosti su tarirani duž toka i po visini poprečnog presjeka sve dok se nije dobilo dobro slaganje proračunatih i osmotrenih vrijednosti. Pošto u proračun nisu posebno unošeni objekti na toku, koeficijenti hrapavosti obuhvataju i lokalne otpore tih objekata (mostova idr.). Koeficijenti otpora dobiveni kalibracijom hidrodinamičkog modela kreću se u rasponu od $n \approx 0,03 - 0,085 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$. Na slici 3. prikazani su rezultati kalibracije hidrodinamičkog modela. Na pomenutoj slici se vidi dobro slaganje mjerenih i simuliranih vrijednosti proticaja na razmatranom kontrolnom profilu Bačevići.

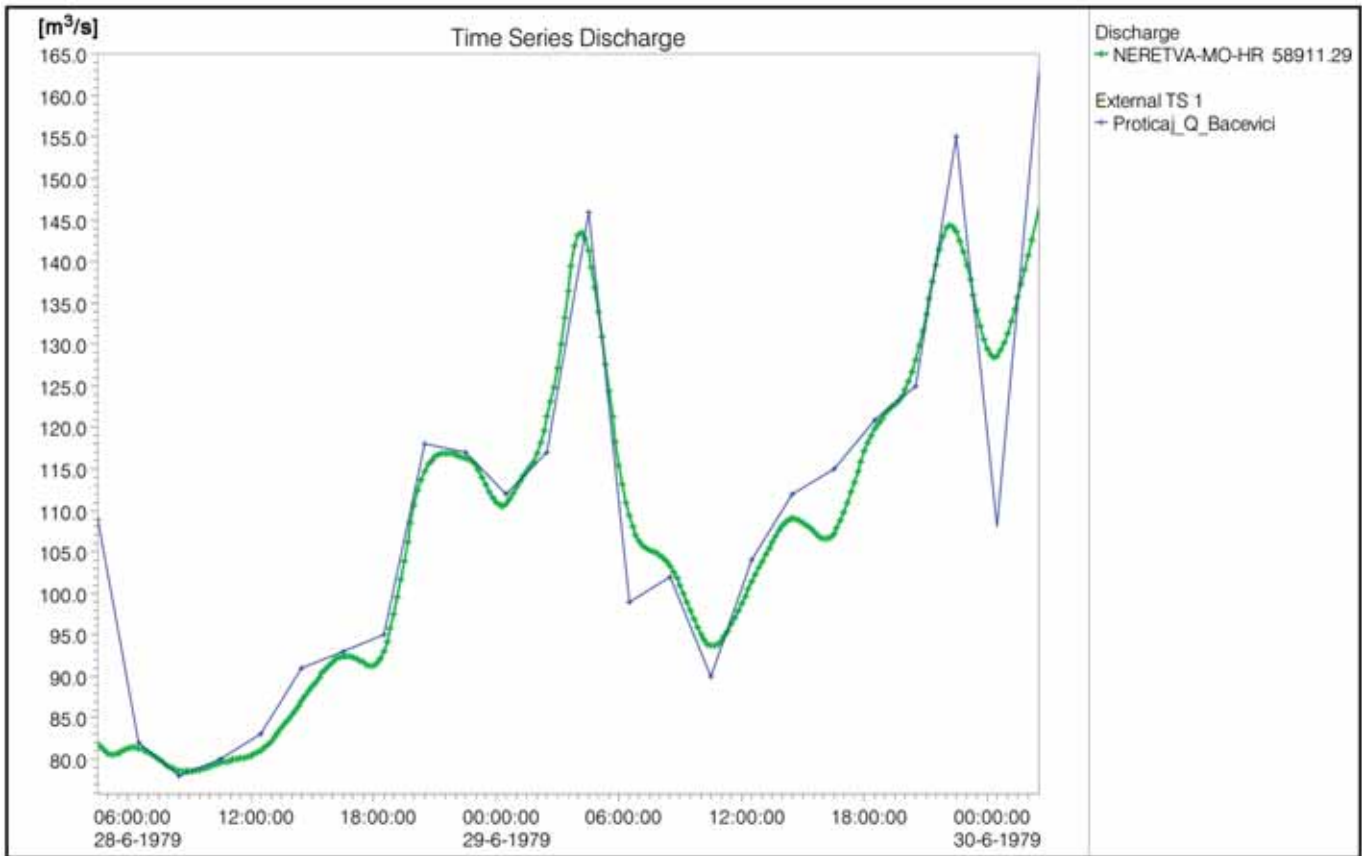
Nakon neophodne kalibracije hidrodinamičkog modela, izvršena je kalibracija AD/WQ modela. Modelom su kalibrirani koeficijent razgradnje organske materije i koeficijent reaeracije sve dok se nije dobilo približno slaganje proračunatih/simuliranih i osmotrenih koncentracija modeliranih parametara. Kako postoji veoma veliki broj faktora koji utiču na razgradnju/stvaranje razmatranih parametara, (BPK_5 i O_2) praktično je nemoguće obezbijediti toliki broj eksperimentalnih podataka koji bi opisali iste, te nije bilo moguće izvršiti precizno tariranje transportno-kvalitativnog modela. Na slikama 4. i 5. se jasno uočavaju ta odstupanja. Koeficijenti razgradnje prvog reda dobiveni kalibracijom kreću se u granicama od 1,0 – 1,5 1/dan, što odgovara vodotocima kakva je rijeka Neretva (brdski vodotok sa izrazitom turbulencijom). Po provedenoj kalibraciji, izvršena je i verifikacija modela i to hidrodinamičkog modela na vremenskoj seriji iz 2005.god. (veliki vodni val od 28.3.2005. do 31.03.2005.god.) [8]. Verifikacija transportno-kvalitativnog modela urađena na statistički obrađene (srednja vrijednost) podatke monitoringa kvaliteta iz 2005.god.

Rezultati kalibracije modela dati su na slikama 3., 4., i 5., dok rezultati verifikacije nisu priloženi.

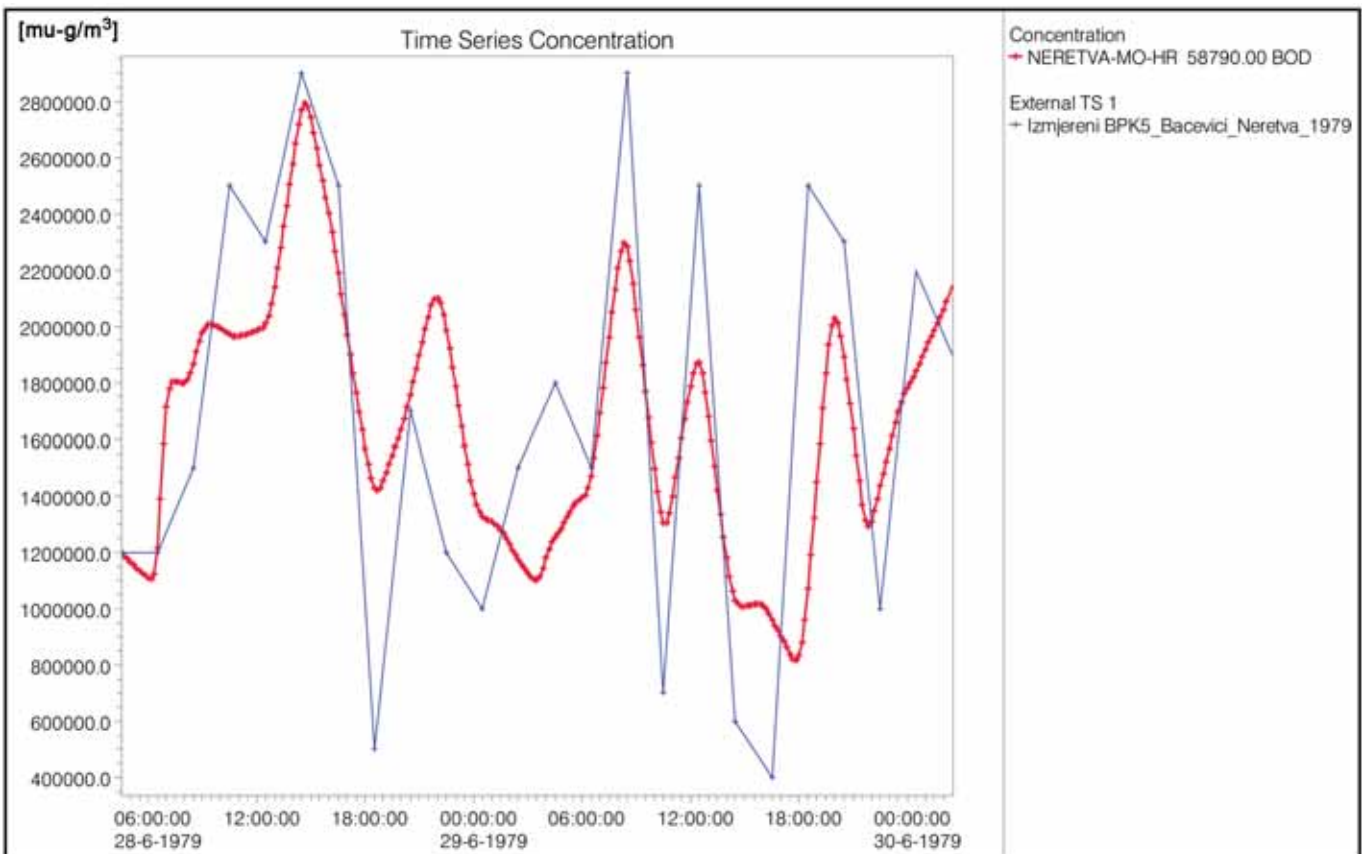


Nizvodni pogled na Jablaničko jezero

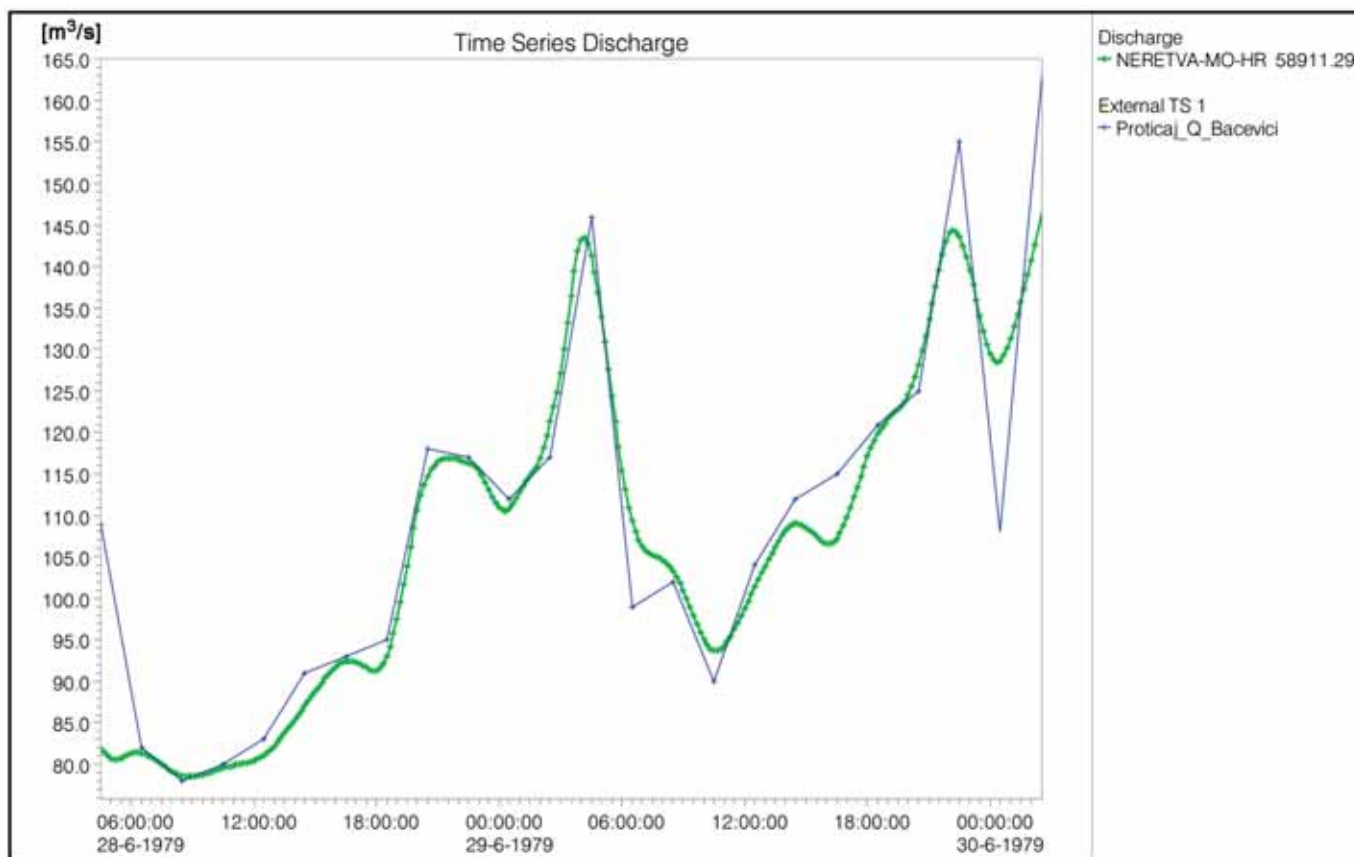
Autor: inž. M. Lončarević



Slika 2 - Kalibracija modela: Uporedni prikaz simuliranih i mjerenih proticaja tariranog modela na VS Bačevići (1979.god.)



Slika 3 - Kalibracija modela: Uporedni prikaz simuliranih i mjerenih koncentracija BPK5 tariranog modela na VS Bačevići (1979.god.)



Slika 4 - Kalibracija modela: Uporedni prikaz simuliranih i mjerenih koncentracija otopljenog kisika O_2 tariranog modela na VS Bačevići (1979.god.)

ZAKLJUČCI

Simulacije postojećih i budućih stanja kvalitete vodotoka, kao bitnih ulaznih parametara pri donošenju opće strategije upravljanja pojedinim vodnim slivovima (podslivovima), znatno su olakšani uz primjenu sofisticiranih numeričkih modela.

Kao osnova za precizan model transporta zagađenja važno je postojanje dobro uspostavljenog hidrodinamičkog modela. Iako je to uspostavljeno u modelu prikazanom u ovom radu, modeliranje transportno-kvalitativnih procesa na nestabilne parametre kvaliteta vode, kakvi su BPK_5 i O_2 , nije moguće precizno izvesti.

Modeliranje ovih nestabilnih parametara nije beskorisno, jer daje dobar uvid u promjenu istih tokom vremena i duž toka, te se mogu dati približne procjene budućih stanja kvaliteta vode u ovisnosti o promjeni vrijednosti ulaznih parametara.

LITERATURA

- [1] Agencija za vodno područje Jadranskog mora, Mostar, "Monitoring kvaliteta vode u slivu rijeke Neretve u periodu od 2005-2010. god", Mostar 2010.
- [2] Bajraktarević-Dobran, H.: "Uzdužna turbulentna disperzija u otvorenim prirodnim vodotocima brdskog tipa", Magistarski rad, Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 1979.
- [3] DHI, "Mike11: "A Modelling System for Rivers and Channels", Reference Manual, 2003.
- [4] Hrelja, H.: "Prilog metodama utvrđivanja tereta zagađenja gradskih otpadnih voda direktnim i indirektnim postupkom", Magistarski rad, Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 1981.
- [5] Jovanović, M.: "Osnove numeričkog modeliranja ravanskih otvorenih tokova", Građevinski fakultet u Beogradu, 1998.
- [6] Zavod za vodoprivredu d.d. Sarajevo, Glavni preventivni plan odbrane od poplava FBiH, Sarajevo, 2008.

KVANTIFIKACIJA I POKAZATELJI STVARNIH GUBITAKA VODE U VODOVODNIM SISTEMIMA

UVOD

Jedan od glavnih izazova sa kojima se suočavaju vodovodna preduzeća je visok stepen gubitaka vode u distributivnoj mreži. Ako je veliki dio isporučene vode izgubljen, mnogo je teže izaći u susret zahtjevima potrošača. Pošto ova voda ne donosi prihode, veliki gubici otežavaju da cijena vode bude na razumnom i pristupačnom nivou. Ovakva situacija je uobičajena u mnogim vodovodnim preduzećima u BiH i regiji.

Godišnja količina vode koja se izgubi kroz prenos i distribuciju putem svih vrsta pukotina i curenja na mreži, održavanja rezervoara i priključaka, do tačke mjerenja potrošača predstavlja stvarne gubitke vode. Količina stvarnih gubitaka vode u određenom vodovodnom sistemu je dobar pokazatelj koliko vodovodno preduzeće efikasno upravlja svojom imovinom (transportnom i distributivnom mrežom, rezervoarima, pumpnim stanicama i sl.) i svoj proizvod isporučuje potrošačima. Stvarni gubici se javljaju kao:

❑ Prijavljene pukotine i curenja: Obično imaju visoke stope protoka, evidentno su vidljivi i kratko je vrijeme curenja prije nego što je prijavljen kvar vodovodnom preduzeću od potrošača ili zaposlenika, jer one

prouzrokuju smetnje kod korisnika (pad pritiska ili prekid u snabdijevanju).

- ❑ Neprijavljene pukotine i curenja: Obično nisu vidljive, imaju umjeren protok, i dugo vremena treba vodovodnom preduzeću dok postanu svjesni curenja.
- ❑ 'Pozadinska' curenja: To su kapanja i mala curenja u koljenima cijevi i priključcima. Imaju stopu protoka obično suviše malu da bi se otkrila konvencionalnom akustičnom opremom za curenja. Ona kontinualno cure dok se postepeno pogoršaju do tačke kada mogu biti detektovani.

POKAZATELJI STVARNIH GUBITAKA VODE

Uvod

Osnovni pokazatelji stvarnih gubitaka koji se najčešće koriste u različitim dijelovima svijeta za poređenje godišnjih količina stvarnih gubitaka su:

- ❑ Procenat od ukupne količine vode koja je ušla u sistem;
- ❑ Količina izgubljene vode po dužini mreže u jedinici vremena;

Tabela 1. Da li pokazatelji stanja stvarnih gubitaka vode izražavaju ključne lokalne faktore?

Pokazatelji stvarnih gubitaka	Kontinuitet snabdijevanja	Dužina mreže	Broj priključaka	Lokacija potrošačkog mjerača od priključka	Prosječni radni pritisak
%	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
litar/domaćinstvo/dan	Ne	Ne	Samo ako je domaćinstvo = priključak	Ne	Ne
litar/priključak/dan	Ne	Ne	Da	Ne	Ne
m ³ /km mreže/dan	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
m ³ /km sistema/dan	Ne	Da	Moguće	Da	Ne

- Količina izgubljene vode po domaćinstvu u jedinici vremena;
- Količina izgubljene vode po priključku u jedinici vremena i
- Količina izgubljene vode po dužini sistema (dužina sistema = dužina mreže + dužina od priključka do potrošačkog mjerača).

Najčešće korišćeni pokazatelj stvarnih gubitaka izražen kao procenat od ukupne količine vode unijete u sistem ne uzima u obzir nijedan ključni lokalni faktor (Tabela 1). Logično je da je broj priključaka bolji pokazatelj stvarnih gubitaka od broja domaćinstava zato što na jednom priključku može biti više domaćinstava. Takođe se može pojaviti i logična pretpostavka da je dužina sistema bolji pokazatelj stvarnih gubitaka od dužine mreže, zato što uzima u obzir više ključnih lokalnih faktora. Međutim, iskustva pokazuju da se u vodovodnim sistemima curenja češće dešavaju na priključcima (osim na maloj gustini priključaka) nego na mreži. Najčešća curenja su od priključka na vodovodnoj mreži do potrošačkog mjerača.

Međunarodna organizacija za vode (eng. International Water Association - IWA), odnosno Radna grupa IWA za gubitke vode¹ (eng. Water Loss Task Force - WLTF) je preporučila pokazatelje stvarnih gubitaka i to:

- litar/priključak/dan (za gustinu priključaka veću od 20 priključaka po km mreže) i
- litar/km mreže/dan (za gustinu priključaka manju od 20 priključaka po km mreže).

¹ Od 2010. godine grupa je promijenila ime u Stručni tim za gubitke vode (eng. WLSG – Water Loss Specialist Group)

Stvarni gubici vode izraženi u procentima

Procenat gubitaka vode predstavlja procenat stvarnih gubitaka vode vezanih za ukupnu količinu vode unijete u sistem.

$$\text{stvarni gubici (\%)} = \frac{\text{godišnji stvarni gubici} \times 100}{\text{godišnja količina vode unijeta u sistem}}$$

Ovaj pokazatelj nije dovoljan za tehničko tumačenje gubitaka vode, jer se struktura sistema vodosnabdijevanja ne uzima u obzir (dužina napajanja, broj priključaka, itd.). Pored toga vrijednost unesene količine vode u sistem se mijenja svake godine, a zavisi od vremenskih uslova, ali i od potrošnje velikih potrošača (industrija). Dakle moguće je da su stvarni gubici određene godine veći od onih u prethodnoj godini dok je postotak gubitka vode manji, jer su količina vode unesena u sistem i potrošnja (npr. industrijska potrošnja) povećane (Tabela 2).

Stvarni gubici vode izraženi po dužini mreže

Za razliku od procenta gubitaka vode, ovaj pokazatelj ima veću primjenu.

$$\text{stvarni gubici} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{km mreže}} \right) = \frac{\text{godišnji stvarni gubici}}{\text{ukupna dužina mreže} \times 8760}$$

Strukturom snabdijevanja se smatra ukupna dužina mreže. Dužina napajanja je manje - više ista, pa se zbog toga ovaj pokazatelj može koristiti da se prate gubici vode u sistemu vodosnabdijevanja.

Tabela 2. Primjer poređenja postotka gubitaka vode za dvije godine

	Godina 1	Godina 0
Ulaz u sistem (m ³)	1.400.000	1.000.000
Potrošnja (domaćinstva) (m ³)	880.000	880.000
Potrošnja (industrija) (m ³)	385.000	0
Administrativni gubici (m ³)	20.000	20.000
Stvarni gubici (m ³)	115.000	100.000
Gubici vode kao postotak	8%	10%

Stvarni gubici vode izraženi po priključku

Kao glavno porijeklo stvarnih gubitaka IWA WLTF smatra broj priključaka.

$$\text{stvarni gubici} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{priključak}} \right) = \frac{\text{godišnji stvarni gubici}}{\text{broj priključaka} \times 365}$$

Što se tiče uporedivosti ovog pokazatelja stvarnih gubitaka vode je slično kao i sa pokazateljem po dužini mreže. Dakle, poređenja treba raditi u okviru vodovodnih sistema sa istom strukturom.

Infrastrukturni indeks gubitaka vode

U poređenju sa drugim pokazateljima gubitaka vode kao što su po priključku ili po dužini mreže, Infrastrukturni indeks gubitaka (eng. Infrastructure Leakage Index - ILI) uključuje osnovne faktore kao što su: prosječan radni pritisak, broj priključaka, dužina mreže i dužine priključaka. **Zbog toga je ILI jedini pokazatelj koji omogućava poređenja između različitih vodovodnih sistema.**

Da bi se izračunao ILI, potrebno je da se znaju trenutni godišnji stvarni gubici – TGSG (eng. Current Annual Real Losses) i neizbježni godišnji stvarni gubici - NGSG (eng. Unavoidable Annual Real Losses).

Trenutni godišnji stvarni gubici vode

Trenutni godišnji stvarni gubici (TGSG) su stvarni gubici koji se dobiju iz proračuna bilansa vode. Postoje dva osnovna načina prikaza ovih gubitaka i to:

- TGSG (m³/km mreže/dan) ako je broj priključaka na mreži manji od 20 priključaka po kilometru mreže i
- TGSG (litar/priključku/dan) ako je broj priključaka na mreži veći od 20 priključaka po kilometru mreže.

Neizbježni godišnji stvarni gubici vode

Neizbježni godišnji stvarni gubici vode su uglavnom curenja koji nastaju usljed isticanja vode na cje-

vovodima i priključcima, ali veoma malog intenziteta isticanja koje je gotovo nemoguće pronaći primjenom uobičajenih metoda, osim slučajno ili kada se intenzitet isticanja s vremenom poveća i curenja postanu vidljiva.

NGSG su teoretska (referentna) vrijednost koja je razvijena i kalibrisana od strane IWA WLTF na osnovu statističke analize međunarodnih podataka koji su uključili 27 različitih sistema vodosnabdijevanja u 20 zemalja.

U osnovnom obliku NGSG je:

$$NGSG \left(\frac{\text{l}}{\text{d}} \right) = (18 \times Lm + 0,8 \times Nc + 25 \times Lp) \times P$$

Gdje su:

- Lm – dužina mreže (km);
- Nc – broj priključaka;
- Lp – dužina priključka od granice privatne imovine do vodomjera (km) i
- P – prosječan pritisak (mvs)².

NGSG se izražava u litara/priključak/dan ako se osnovna jednačina podijeli sa brojem priključaka. NGSG u m³/km mreže/dan se dobiju dijeljenjem osnovne jednačine sa dužinom mreže.

Infrastrukturni indeks gubitaka

Vrijednost infrastrukturnog indeksa gubitaka ILI predstavlja odnos trenutne godišnje količine stvarnih gubitaka (TGSG) i godišnje količine neizbježnih stvarnih gubitaka (NGSG).

$$ILI = \frac{TGSG}{NGSG}$$

ILI nema jedinicu mjere, odnosno ILI je bezdimenzionalni pokazatelj efikasnosti postojećeg upravljanja

² 10 mvs = 1 bar

infrastrukturu (održavanjem, popravkom, rekonstrukcijom itd.). Pošto ILI nema jedinicu mjere, kao takav je pogodan za poređenje stanja vodovodnih sistema koji koriste različite mjerne jedinice.

Na prvi pogled ILI predstavlja složen pokazatelj, ali je našao primjenu za proračune gubitaka vode u mnogim zemljama širom svijeta. Međunarodna iskustva pokazuju da proračunom ovog pokazatelja su moguća poređenja između različitih vodovodnih sistema kao i međudržavna poređenja.

Razlika između TGSG i NGSG predstavlja maksimalni potencijal za dalje smanjenje stvarnih gubitaka vode.

Tabela 3 prikazuje kriterijume efikasnosti vodovodnih preduzeća na osnovu vrijednosti ILI i prosječnog radnog pritiska. Prosječan radni pritisak je u opsegu od 10 m do 50 m (10 metara vodenog stuba – 1 bar) i za svaki prosječni radni pritisak su prikazani gubici vode (l/priključak/dan) u ILI opsegu.

ILI ima različite vrijednosti za razvijene zemlje i zemlje u razvoju (Tabela 3). Vrijednosti pokazatelja ILI su strožije za razvijene zemlje po pitanju kategorije efikasnosti. Klasifikacija nivoa curenja u vodovodnoj mreži je podjeljena u 4 kategorije na osnovu ILI vrijednosti i to:

- Kategorija A: Dalje smanjenje gubitaka može da bude neekonomično osim u slučaju nestašice vode - pažljivim analizama je potrebno identifikovati isplativost poboljšanja.
- Kategorija B: Identifikovati potencijale za unaprjeđenje - razmotriti upravljanje pritiskom, uvesti veću aktivnost na kontroli gubitaka i bolje održavati mrežu.

Kategorija C: Identifikovana mala curenja tolerisati jedino ako je voda jeftina i ima je u izobilju, ali i tada analizirati nivo i prirodu curenja i pojačati napore na smanjenje curenja i bolje održavati mrežu.

Kategorija D: Neefikasna upotreba resursa - program smanjenja curenja imperativ i prioritet

ZAKLJUČAK

Prikazivanje gubitaka vode u procentima nije pogodno za poređenje vodovodnih sistema ili podsistema u jednom vodovodnom sistemu. Takođe, nije prihvatljivo ni za poređenje dva mjerenja u vodovodnom sistemu, jer se ulazna količina vode mijenja i nije ista pri narednim mjerenjima³. To govori da procenat kao pokazatelj stanja vodovodnog preduzeća po pitanju stvarnih gubitaka vode nije adekvatan, jer ne prikazuje količine stvarnih gubitaka vode. Izražavanje stvarnih gubitaka vode u litar/priključak/dan ili m³/km mreže/dan daje poređenje gubitaka vode za vodovodni sistem kroz periode mjerenja.

Infrastrukturni indeks gubitaka (ILI) je kao pokazatelj stvarnih gubitaka podoban jer jasno pokazuje koliko puta su stvarni gubici vode veći od onih gubitaka koji su neizbježni. Na osnovu ovog pokazatelja može se za svaki vodovodni sistem odrediti i potencijali mogućeg smanjenja stvarnih gubitaka vode. Takođe, na osnovu mogućnosti poboljšanja, vodovodni sistem može da prati svoje stanje ili efikasnost kroz mjerne periode koji mogu biti mjesečni, kvartalni, godišnji i sl.

³ Osnova za određivanje procenta gubitaka vode je ulazna količina vode u vodovodni sistem ili podsistem.

Tabela 3. Kriterijumi efikasnosti za razvijene i zemlje u razvoju

Kategorija efikasnosti		ILI	Litar/Priključak/Dan				
			Kada se sistem nalazi pod radnim pritiskom od:				
			10m	20m	30m	40m	50m
Razvijene zemlje	A	1-2		<50	<75	<100	<125
	B	2-4		50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4-8		100-200	150-300	200-400	250-500
	D	>8		>200	>300	>400	>500
Zemlje u razvoju	A	1-4	< 50	<100	<150	<200	<250
	B	4-8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8-16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	>16	>200	>400	>600	>800	>1000

LITERATURA

- [1] Hamilton S., McKenzie R., Seago C., A Review of Performance Indicators for Real Losses from Water Supply Systems, UK house of commons report, Juli 2006.
- [2] Koelbl J., Process Benchmarking in Water Supply Sector: Management of Physical Water Losses, doktorski rad, Graz 2009.
- [3] Koldžo Đ., Priručnik za efikasno mjerenje i otkrivanje gubitaka u vodovodnim sistemima, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 2004.
- [4] Lambert A., Hirner W., IWA BLUE PAGES, Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures, London 2000.
- [5] Liemberger R., The new German water loss regulations in context with other international applications of the IWA water balance and real loss performance indicators. – Conference Proceedings IWA Conference Efficient 2005, Santiago de Chile, Chile 2005.
- [6] Liemberger R., McKenzie R., Accuracy Limitations of the ILI – Is it an Appropriate Indicator for Developing Countries? - IWA Leakage 2005, Conference Proceedings, Halifax, Canada 2005.
- [7] Thornton J., Sturm R., Kunkel G., Water Loss Control, second edition, McGraw – Hill 2008.
- [8] Vučijak B., Čerić A., Silajdžić I., Midžić Kurtagić S., Voda za život, osnove integralnog upravljanja vodnim resursima, Sarajevo 2011.



Akumulacija (jezero) Snježnica kod Teočaka

Autor: inž. M.Lončarević

RIJEKA DRINA

OPŠTI FIZIČKO-GEOGRAFSKI I HIDROGRAFSKI PRIKAZ

Uvod

Rijeka Drina nastaje na sastavcima dvije planinske rijeke Pive i Tare u prostoru Šćepan polja u Republici Crnoj Gori na nadmorskoj visini od 432 metra. Predstavlja desnu pritoku rijeke Save, u koju se ulijeva na teritoriji Bosne i Hercegovine kod Bosanske Rače, kota 76 metara nadmorske visine.

Etimologija imena rijeke Drine dovodi se u vezu sa turskim jezikom, pri čemu se smatra da je ovaj hidronim derivat iz turske riječi “*derin*” što znači **duboka**. Postoje mišljenja da je ime Drina derivat iz latinskog naziva za rijeku *lat. “drinus”* (English Wikipedia, 2012). Ovaj pojam sreće se i u španskom jeziku “*dri-nah*” (*izgovor: drina*) što u doslovnom prevodu znači **pomagač, odbrana ili zastupnik/pobornik čovječanstva**. Uzme li se u obzir da je turska vlast ostavila značajan trag na prostoru Bosne i Hercegovine i turcizmi su veliki dijelom prisutni, a u geografskom i hidrografskom smislu Drina jeste velika i duboka rijeka, pretpostavlja se da je hidronim ove rijeke najverovatnije turcizam koji je uz to i geografski deskriptivan.

Ukupna dužina rijeke Drine od sastavaka Pive i Tare iznosi oko 345 km i jedna je od najvažnijih pritoka rijeke Save, dok je ukupna dužina rijeke Drine sa Tarom znatno veća i iznosi 495 km.

Osnovne fizičko-geografske karakteristike sliva Drine

Sliv rijeke Drine obuhvata ukupnu površinu preko 19.000 km² i zaprema istočni prostor Bosne i Hercegovine, zapadni dio Srbije, sjeverni dio Crne Gore, te krajnji sjeverni dio teritorije Albanije. Položaj sliva Drine određen je matematičko-geografskim koordinatama: 18°22'30"-20°15'00" istočne geografske dužine i 42°28'05"-44°55'00" sjeverne geografske širine. Granica sliva uglavnom se poklapa sa planinskim morfostrukturama, dok je slabije izražena jedino u pojedinim dijelovima karstnih i ravničarskih terena slivnog area-la.

U horološkom, odnosno fizičko-geografskom pogledu, granica ili linija razvođa sliva rijeke Drine u Bosni i Hercegovini, krenuvši od izvorišta ka ušću ove rijeke (uz napomenu da joj je izvorište izvan granice državne teritorije Bosne i Hercegovine), ide na sjever-sjeverozapad preko planine Lebršnik (1859 m), sedla ili prijevoja Čemerno (oko 1300 m), Zelengore (najviša kota 2014 metara nadmorske visine), Lelije (2023 m) i Treskavice (2086 m), odavde opada i povija na istok preko sedla Rogoj (1163 m), dalje ide na sjever-sjeveroistok preko Jahorine (1910 m), Romanije (1652 m), a zatim preko prostora Glasinačke površi (900-1000 m), s tim da su u ovome sektoru pretežno karstifikovani te-



Sl. 1. Sliv rijeke Drine sa mrežom hidroloških i meteoroloških stanica

(Reizvor: Prohaska, 2006)

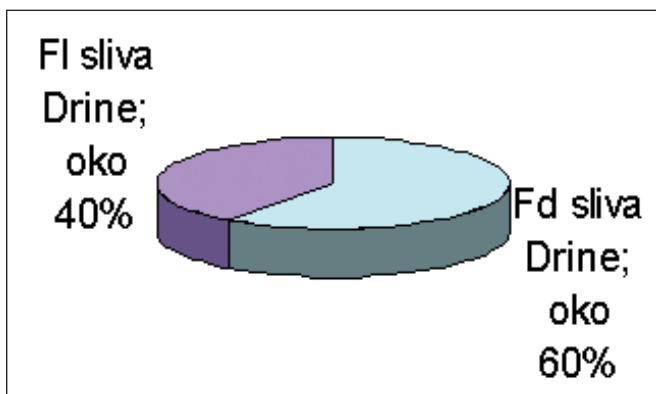
reni, odavde se granica sliva najprije uspinje na vrhove planine Devetak (1424 m), a zatim ponovo spušta preko Han- Pijeska i planinskog prijevoja Han Pogled (oko 1189 m), dalje povija na zapad i pritom ima ascendentni tok do vrha Javora (1405 m), odatle razvođe nastavlja preko planinskog prijevoja Karaule (oko 1200 m) i planine Konjuh (1320 m), dalje granica sliva povija na istok preko Javornika i prijevoja Mošulj (1020-1060 m) prema Zvorniku, a zatim ide na sjever- sjeveroistok preko obronaka Majevica (915 m) i najzad se preko Koraja spušta u ravničarski prostor Semberije gdje su elevacije manje od 100 metara nadmorske visine, a ušće Drine u Savu kod mjesta Bosanska Rača na svega 76 metara nadmorske visine.

Okvako definiran sliv rijeke Drine u Bosni i Hercegovini graniči sa slivom Trebišnjice i Neretve na jugozapadu koje inače pripadaju Jadranskom slivu, dalje graniči sa slivom rijeke Bosne na zapadu, dok se na sjeveru i sjeverozapadu dodiruje sa neposrednim slivom rijeke Save, kojoj Drina i gravitira. "Površina sliva Drine u Bosni i Hercegovini iznosi 7228 km²." (Federalni hidrometeorološki zavod).

Granica sliva Drine, van teritorije Bosne i Hercegovine, ide preko crnogorskih planina i nastavlja preko srbijanskih i na kraju se spušta u ravničarski prostor Mačve u Srbiji. Ukupna površina sliva Drine iznosi 19.226 km². (Federalni hidrometeorološki zavod)

Površina sliva predstavlja prostor sa kojeg vode površinski ili podzemno otiču u dati hidrografski sistem. (Spahić, 2002/2003). Sliv rijeke Drine hidrografski pripada slivu rijeke Save, desne pritoke Dunava, a u višoj hijerarhiji slivu Crnoga mora. Sliv rijeke Drine u ukupnoj površini sliva Save učestvuje sa oko 20%. Površina lijeve (Fl) i desne strane (Fd) sliva Drine sračunata je planimetriranjem, pri čemu Fd predstavlja područje s desne strane rijeke Drine i njene veće sastavnice- Tare. Površina desne strane sliva Drine zauzima oko 60% ukupne površine njenoga sliva.

"Srednja nadmorska visina sliva Drine je 934 metra, a visine se kreću od 75,4 metra n.v. na ušću do preko 2500 metara n.v. na najvišim planinama (na pri-



Sl. 2. Udio desne Fd i lijeve Fl strane sliva u ukupnoj površini sliva rijeke Drine

mjer Prokletije 2530 m, Durmitor 2522 m). Sastav Pive i Tare je na koti 432 metra nadmorske visine i tu počinje korito rijeke Drine. Drina sa Tarom dugačka je oko 495 km, a sama Drina oko 345 km. Hidrografska mreža sliva Drine je relativno dobro razvijena. Prosječan proticaj Drine na ušću je nešto više od 400 m³/s, a više od 60% proticaja potiče sa teritorije Republike Crne Gore, što je posljedica izuzetno velikih padavina, a samim tim i oticaja." (Prohaska, 2004)

Primarne fizičko-geografske determinante sliva Drine analizirane su preko atlasnih tematskih karata (Anđelić, 1981), rezultat čega jeste generalni ili okvirni fizičko-geografski prikaz slivnog područja koji može biti samo introdusni input kod nekih serioznijih istraživanja:

- Analizom geološke karte sliva Drine 1: 3.250.000 konstatuje se da je sliv Drine starijeg geološkog postanka jer u građi sliva dominiraju mezozojske i paleozojske formacije. Najveće rasprostranjenje ima mezozoik, naročito u gornjem i srednjem slivu, i sa desne strane Drine, koji je najšješće predstavljen trijaskim formacijama i to pretežno krečnjaci i dolomiti. Veliko površinsko rasprostranjenje u slivu rijeke Drine ima i paleozoik koji je "...zastupljen različitim škriljcima, pješčarima, škriljavim pješčarima kvarc-muskovitskog sastava; zatim filitima i tabličastim škriljcima..." (reizvor: Nurković, 2001), najviše u sektoru Goražde – Foča – Čajniče, zatim u centralnom prostoru Sandžaka, Komova (kota 2484 m) i Plava, na krajnjem istoku slivnog područja Drine u sektoru gorja Javor, kao i na potezu Srebrenica – Bajina Bašta-Užice, itd. Kvarter je najrasprostranjeniji oko donjeg toka Drine, a predstavljen je uglavnom slatkovodnim sedimentima, koji pokrivaju ravničarsko područje Semberije s lijeve, i Mačve s desne strane rijeke Drine.

U geotektonskom smislu područje sliva Drine je značajno izrasjedano, pri čemu se neki od elemenata rasjedanja i sl. pojavljuju na liniji razvođa, što je uvjetovalo prirodno izdvajanje i diferencijaciju sliva. Tako se u gornjem slivu Drine koji pripada BiH i to u području planinskih morfostrukture Zelengore i Lelije i sl. registruju elementi navlačenja i normalnih rasjedanja, a dalje duž linije Konjuha su intraformacijske navlake, u donjem tok rijeke Drine dolinom, od Zvornika na sjever do ušća rijeke u Savu, proteže se normalni rasjed, i dr.

- Analizom klimatske karte sliva Drine 1: 4.500.000 konstatuje se klimatski diverzitet, obzirom da je u prostoru sliva izdvojeno nekoliko klimatskih oblasti: planinska, umjerenokontinentalna i kontinentalna. Najveći dio slivne teritorije preko 80% ima planinsku klimu. Ovo se prije svega odnosi na gornji i srednji sliv rijeke Drine, gdje se registruju januarske izoterme

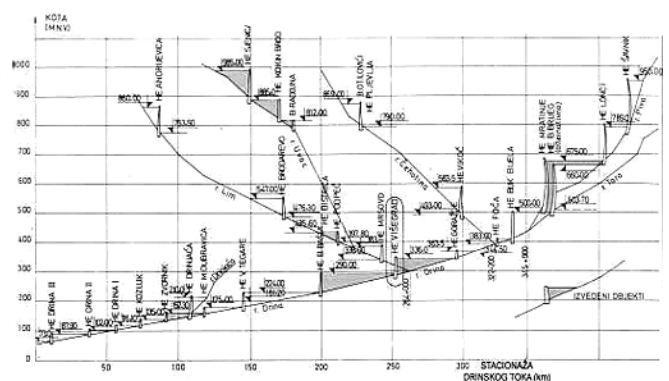
od 0°C do +4°C, dok julske izoterme 22°C do 24°C. U donjem slivu Drine (na potezu od Zvornika do Janje), gdje je hipsometrijski blago zatalasani do ravničarski teren (najviše tačke oko 800 metara n.v.), prevladava umjerenokontinentalna klima. Ovaj prostor karakterišu januarske izoterme od 0°C do +1°C, dok julska izoterma 22°C. Prostor neposrednog donjeg toka rijeke Drine (od Janje do Bosanske Rače) odlikuje kontinentalna klima, januarska izoterma 0°C, julska izoterma 23°C.

- Analizom karte godišnje količine padavina u periodu 1931-1960. godine razmjere ili mjerila 1: 4.500.000 konstatuje se da najveći udio sliva otpada na oko 800 mm padavina prosječno godišnje. Najviše padavina u prosjeku prima gornji sliv Drine oko 800-2000 mm, pri čemu se maksimum preko 2000 mm izluči na jugozapadu sliva uglavnom u predjelu Durmitora i sl., obzirom da je ovaj prostor pod specifičnim uplivom zračnih masa sa Mediterana.
- Analizom pedološke karte 1: 3.250.000 zaključuje se da je na teritoriji sliva rijeke Drine rasprostranjen široki spektar tala od planinskih crnica u gornjem toku, preko smeđih kiselih tala u srednjem toku, do pepeljuša u donjem toku Drine. Najveći prostorni areal imaju smeđa kiselaa tla- smeđa degradirana, pretežno duboka tla- smeđa beskarbonatna tla na krečnjacima i dolomitima. Ova tla pokrivaju preko 50% teritorije sliva Drine, a najrasprostranjenija su u srednjem slivu Drine.
- Analizom vegetacijske karte 1: 3.250.000 za područje sliva Drine konstatuje se da najveći dio slivne teritorije preko 40% prekrivaju listopadne bukove šume, koje su naročito razvijene u gornjem i srednjem slivu. Četinarske šume i šikare smrče, jele, bijelog bora i klekovine rasprostiru se po gornjim hipsometrijskim etažama (planinski predjeli Durmitora, Ljubišnje, Kovača, Peštera, Prokletija, Jahorine, Romanije i dr.), dok planinske rudine karakterišu najviše dijelove planina Zelengore, Maglića, Durmitora, Bjelasice, Prokletija. Šume endemičnih borova munike i molike također imaju svoj areal u slivu rijeke Drine. Značajniji areali munike su u gornjem slivu, prije svega na jugu sliva u planinskom prostoru Komova, Prokletija i Bjelasice, dok bora molike uglavnom na Bjelasici, najprije njene istočne padine. Na području sliva Drine relativno slabije su zastupljene i listopadne šume cera i crnog jasena (u dolini Lima, Pive i Tare, Čehotine, Sutjeske i sl.). Listopadne šume sladuna, cera i stepskog lužnjaka su zastupljenije oko srednjeg i donjeg toka Drine, itd.

Osnovne hidrografske karakteristike Drine

Ukupna dužina vodotoka Drine (L) iznosi 345 km, dok minimalna dužina riječnog toka (L_{min} , izmjerena

prava koja spaja izvor i ušće Drine) iznosi oko 179 km. Koeficijent razvitka riječnog toka iznosi 1,9, dakle manji je od 2, zbog čega je moguće zaključiti da je Drina pretežno planinska rijeka, uz napomenu da je kombiniranog tipa jer je i riječna dolina Drine vrlo složena. Radi se o kompozitnoj riječnoj dolini sa fluvijalnim proširenjima i suženjima, pri čemu se rijeka u pojedinim sektorima ponaša različito, kao plahovita planinska rijeka ili pak kao ravničarska rijeka koja teče kroz kotlinu. Ukupni pad rijeke Drine (h) od izvorišta, za koje se uzima područje sastavaka Pive i Tare koje obrazuju rijeku Drinu, do ušća Drine u Savu, iznosi 386 metara ($h = h_1 - h_2$). Prosječni pad rijeke (Dukić, 1984) dobija se dijelom njenog ukupnog pada sa dužinom vodotoka ($\mathcal{E} = h_1 - h_2/L$) i iznosi 1,12 m/km ili 1,12‰.



Sl. 3. Uzdužni presjek sliva Drine

(http://www.henadrini.com/stari/istrazni_radovi_i_projektovanje.html)

Uzdužni riječni profil¹ Drine može se samo uslovno posmatrati preko priložene tehničke skice (sl. 3.), pri čemu se ugrubo konstatuje da Drina ima odlike ravnotežnog riječnog profila, što znači da se uglavnom registruju kontinuirani padovi od izvora do ušća. Ovakav profil svojstven je planinskim riječnim tokovima.

“Drinska dolina počinje od Ščepan Polja i pruža se uglavnom prema sjeveroistoku. Do ušća Sutjeske lijeva obala je vrlo strma, sastavljena od trijaskih krečnjaka, a desna je blaža, uglavnom u škriljcima i isprešijecana sporednim dolinama. U dijelu sliva oko Foče ima više potoka i izvora koji stvaraju manje doline i tako omogućavaju denudaciju korita Drine. Između Foče i Ustikoline obale su blaže i takođe razuđene, sa nekoliko stjenovitih i više šljunkovitih terasa. Nizvodno od Ustikoline ka Goraždu karakteristike riječnog korita se ne mjenjaju bitno. Nizvodno od Goražda ka Višegra-

¹ Uzdužni profil rijeke predstavlja grafički prikaz ukupnog pada rijeke od izvora do ušća (Science Dictionary); Uzdužni profil je longitudinalni/ uzdužni kurs rijeke od izvora do ušća, koji pokazuje samo vertikalne promjene (Oxford Dictionary of Geography)

du se ulijeva nekoliko većih pritoka, lijeva pritoka Prača i desne pritoke Janjina, Lim i Rzav. Na ovom dijelu toka nalazi se Međedanska klisura i sve do sastava sa Limom Drina predstavlja kanjonsku dolinu. U zoni Međedanske klisure prostire se akumulaciono jezero HE "Višegrad". Odmah poslije Višegrada, na lijevoj strani je zaravan, najviša i najstarija erozionna površ u ovom dijelu drinske doline." (Prohaska, 2004)

"Iz podataka koje iznosi B.Ž. Milojević (1951) najviša registrovana šljunkovita terasa u slivu Drine je ona u Obaj- Gori kod Bajine Bašte (200 metara relativne visine). Na toj visini erozionna terasa može se pratiti sa prekidima od Foče do Ljubovije. Ispod ove šeste terase, veći kontinuitet ima još pet terasa, na 5, 10, 20, 90 i 145 m relativne visine. Prva terasa sadrži neolitski kulturni sloj (kod sela Batar južno od Janje) te pripada holocenu. Terasa kod Glavičica (13 m relativne visine) pripada gornjem pleistocenu. Preostale četiri terase također se smatraju pleistocenskim..." (Čičić, 1977)

"Od sela Štitareva nizvodno, Drina pravi veliku okuku tekući na istok, oko planine Zvijezda. Ovdje dolina predstavlja izrazit kanjon sa stranama visokim oko 850 m, a na lokaciji Klotjevačke klisure čak 1100 metara. Pogodnosti ovog dijela toka su omogućile izgradnju brane i formiranje velikog akumulacionog jezera Perućac u okviru HE "Bajina Bašta". Zapremine jezera je

oko 340 miliona m³ sa pribranskom elektranom izgrađenom 1966. godine. Reverzibilna elektrana je izgrađena kasnije, pored postojeće elektrane sa akumulacionim jezerom zapremine 170 miliona m³ u zoni izvorišnog dijela Belog Rzava. Tarski dio Drine do Bajine Bašte je raznolikog geološkog sastava sa mnogobrojnim riječnim terasama. Ljubovijski dio Drine sve do Zvornika je usječen u pješčarima i škrljicama tako da riječne terase nisu razvijene. Neposredno prije Zvornika nastaje prosek od krečnjaka sa odsjecima visokim do 250 metara. U ovom dijelu toka Drina prima lijevu pritoku Drinjaču. U zoni pomenutog prosjeka je 1955. godine izgrađena gravitaciona brana i formirano akumulaciono jezero od 89 miliona m³ za potrebe HE "Zvornik". Jezero je djelimično zasuto nanosom. Od Zvornika do Loznice pa sve do Lešnice korito Drine se usjeca u raznoliki stijenski materijal i počinje blago da se širi idući ka prostranoj aluvijalnoj ravni. U Lozničkom polju Drina pravi veliki meandar i račva se oko jedne ade. Između Loznice i Lešnice Drina meandrira. Drinske pritoke u ovom dijelu toka su Štira, Jadar, Janja i Lešnica koje imaju ravne, mirne tokove uslijed velike količine šljunka koji Drina taloži oko svog korita. Nizvodno od Lešnice Drina meandrira pri čemu pravi rukavce i starače. Neposredno nizvodno od Crne Bare Drina se ulijeva u Savu." (Prohaska, 2006)

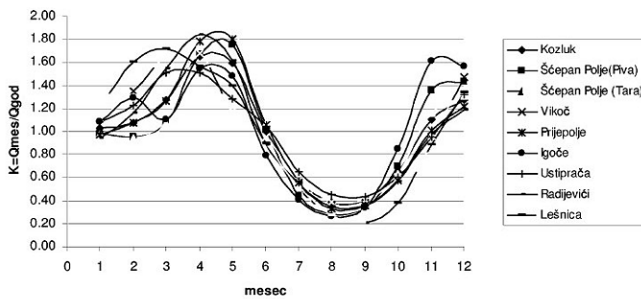


Sl. 4. Međedanska klisura i akumulaciono jezero HE "Višegrad"

(Foto: Lejla Žunić)

“Drina, Tara i Piva i više pritoke njenog gornjeg toka pripadaju rijekama sniježno - kišnog režima, a to znači da se najveći proticaji javljaju u maju i aprilu, sem Pive gdje se najveće vode javljaju u decembru. Iako je period velikih voda na Drini dugotrajan, jer se topljenje snijega na planinama vrši postepeno, katastrofalne poplave nisu česte. Visoko stanje vode može da se javi i u jesen, najčešće u novembru, usljed obilnih jesenjih padavina.

Izgradnjom brojnih vodenih akumulacija u slivu Drine prirodni režim rijeka je znatno izmijenjen. Povećane su dubine, smanjene su brzine vode, kao i oscilacije vodostaja i proticaja tokom godine, odnosno vodni režim je postao ujednačeniji. Od ukupne dužine toka od 344 km, Drina je na oko 115 km ili 1/3 jezero.” (Agencija za vode oblasnog riječnog sliva Save Biljeljina)



Sl. 4. Unutargodišnja raspodjela proticaja u slivu rijeke Drine

(Prohaska, 2004)

Grafički prikaz toka modulnog koeficijenta ($Q_{mes}/Q_{god} = K$) po mjesecima za odabrane hidrološke stanice i vodotoke:

Q_{mes} – prosječni višegodišnji mjesečni proticaji

Q_{god} – prosječni višegodišnji proticaji

Prosječni proticaj Drine na ušću u Savu iznosi 395 m³ tako da je Drina po količini vode najveća desna pritoka Save.

Na osnovu tab.1. zaključuje se da su karakteri režima pojedinih voda u slivu rijeke Drine sa izrazitom prostornom heterogenošću od brdsko-ravničarskog (Lim, rijeka Drina) do izrazito planinskog karaktera formiranja riječnog oticaja (gornji tok Pive i Tare).

Hydroenergetski potencijal Drine je izuzetno veliki. “Tome doprinose veliko vodno bogatstvo, ujednačen godišnji i višegodišnji proticaj, značajan pad uzdužnih rječnih profila i kanjonasto – klisurast sklop nekih riječnih dolina pogodnih za izgradnju moćnih betonskih brana, iza kojih se formiraju vještačka jezera. Osim onih koje su već izgrađene postoje i projekti za izgradnju novih. Njene ekonomski iskoristive vodne snage procjenjene su na 14,4 milijardi kWh, a do sada je iskorišteno nepunih 5 milijardi kWh ili oko 35%. Sagrađeno je 9 velikih hidroelektrana na Drini, Pivi, Limu i Uvcu od mogućih 40-tak.” (Agencija za vode oblasnog riječnog sliva Save Biljeljina 2007-2010)

Reka	Hidrološka stanica	\bar{Q} (m ³ /s)	\bar{q} (l/s/km ²)	$\bar{Q}_{min,95\%}$	$Q_{max,1\%}$	$Q_{max,1\%} / \bar{Q}_{min,95\%}$
Drina	Kozluk	370.7	21.2	54.9	5831	106.2
Drina	Bajina Bašta	342.9	23.2	49.8	4990	100.2
Drina	Foča –most	213.6		30.9	2323	75.2
Drina	Bastasi	154.0	41.8	19.1	3800	199.0
Piva	Šćepan Polje	749	42.0	9.22	1246	135.1
Piva	Duški most	15.1	31.8	0.96	719	749.0
Tara	Šćepan Polje	79.4	39.6	10.2	1465	143.6
Tara	Đurđevića Tara	58.7	42.5	7.13	1175	164.8
Tara	Bistrica	34.2	43.8	2.96	984	332.4
Tara	Trebaljevo	25.0	49.4	0.75	844	1125.3
Tara	Crna Poljana	12.1	49.0	0.90	454	504.4
Čehotina	Vikoč	18.5		2.69	326	121.2
Čehotina	Pljevlja	6.73	17.1	0.60	170	283.3
Čehotina	Gradac	13.4	16.5	185	493	266.5
Lim	Strmica	112.5		24.3	1961	80.7
Lim	Priboj	95.8	26.0	19.8	1261	63.7
Lim	Prijepolje	79.0	29.0	12.3	1179	95.9
Lim	Brodarevo	72.1	26.1	10.9	1099	100.8
Lim	Bijelo Polje	65.4	29.4	9.71	1128	116.2
Lim	Zaton	55.1	30.7	7.50	893	119.1
Lim	Berane	46.2	36.0	6.25	835	133.6
Lim	Andrijevića	24.8	43.8	3.56	539	151.4
Lim	Plav	19.3	53.0	2.85	298	104.5
Sutjeska	Igoče	14.6		2.08	295	141.8
Prača	Ustiprača	16.3		0.93	602	647.3

Tab.1. Kvantitativne karakteristike vodnog režima u slivu rijeke Drine¹

(Prohaska, 2004)



Rijeka Drina u Ustikolini kod Foče

Autor: D. Hrkaš

Zaključak

Rijeka Drina je jedna od najvažnijih pritoka rijeke Save. Drina sa Pivom i Tarom predstavlja važnu hidrografsku okosnicu regiona JI Evrope. Sliv Drine odlikuje se velikom prostornom heterogenosti, čiji areal prema teritorij većeg broja zemalja JI Evrope. Drina je i pogranična rijeka Bosne i Hercegovine, Srbije i Crne Gore, posjeduje ogromni hidroenergetski potencijal, itd., zbog čega su istraživanja ove rijeke od posebne važnosti. Ovaj rad je kratki prikaz Drine u cilju spoznavanja njenih osnovnih fizičko-geografskih i hidrografskih karakteristika.

Literatura:

- Anđelić, M., Kurtović, P., Bjeletić, M. (1981):** Geografski atlas. Svjetlost, Sarajevo
- Čičić, S., Pamić, J. (1977):** Geologija Bosne i Hercegovine. "Geoinžinjerin" – Sarajevo

Dukić, D. (1984): Hidrologija kopna. Naučna knjiga, Beograd

Grupa autora (1998): Atlas Svijeta. Sejtarija, Sarajevo

Grupa autora (1998): Geografski atlas Bosne i Hercegovine. Geodetski zavod BiH, Sarajevo

Nurković, S. (2001): Regionalna geografija Bosne i Hercegovine, I dio. Univerzitetski udžbenik. Federalno ministarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta, Sarajevo

Prohaska, S., Simić, Z., Orlić, A., Ristić, V. (2004): Osnovne hidrografsko- hidrološke karakteristike sliva Drine i hidrometeorološki podaci. Pregledni članak, Vodoprivreda vol. 36, br. 1-2, str. 21-38

Spahić, M. (2002/2003): Predavanja iz np. Opšta hidrografija. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2003

Internetski izvori

REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKIH, HEMIJSKIH I MIKROBIOLOŠKIH ISPITIVANJA POVRŠINSKIH VODA SLIVA RIJEKE SAVE NA PODRUČJU FBiH U 2011. GODINI

UVOD

Ispitivanje površinskih voda na području sliva rijeke Save u Federaciji Bosni i Hercegovini u 2011. godini je vršeno shodno Zakonu o vodama FBiH (Službene novine FBiH, 70/06) i preporukama Okvirne Direktive o vodama 2000/60/EC (u daljem tekstu ODV), a na osnovu Plana i finansijskog plana "Agencije za vodno područje rijeke Save" Sarajevo za 2011. godinu.

Za program monitoringa u 2011. godini odabrana su vodna tijela površinskih voda na vodotocima čija je površina sliva veća od 1000 km². Sva vodna tijela za koja je procijenjeno da su pod rizikom ili vjerovatno pod rizikom odnosno za koja je procijenjeno da su pod pritiskom od tačkastog ili difuznog zagađenja istraživana su operativnim monitoringom.

Vodna tijela koja nisu ili vjerovatno nisu pod rizikom i koja nisu pod pritiskom od tačkastog ili difuznog zagađenja odnosno vodna tijela za koja nema dovoljno podataka na osnovu kojih bi se vršila procjena rizika istraživana su nadzornim monitoringom.

Program monitoringa u 2011. godini obuhvatio je ispitivanje na jezerima i akumulacijama, koja je prvi put radila Laboratorija za vode Agencije za vodno područje

rijeke Save (AVP Sava). Ispitivana su Plivska jezera (Veliko i Malo jezero - 2 mjerna mjesta) i akumulacija Modrac (4 mjerna jesta). Ispitivanja svakog mjernog mjesta vršena su po vertikali, a broj uzoraka ovisio je od eufotične zone utvrđene mjerenjem prozirnosti vode uz pomoć Secchi ploče (eufotična zona je 2,5 x Secchi dubine). Od uzoraka uzetih po dubinama pravljani su kompozitni uzorci koji su analizirani 12 puta godišnje, dok su se u periodu uzorkovanja fitoplanktona (vegetacijski period) na svakoj dubini analizirali određeni fizičko-hemijski parametri (režim kisika, nutrijenti i opći parametri koji se mjere na terenu) bitni za evaluaciju ovog biološkog parametra.

U toku 2011. godine vršeno je dvanaest serija uzorkovanja na 53 mjerna mjesta, na 43 odabrana vodna tijela. U okviru toga dvanaest puta godišnje vršena su terenska mjerenja fizičko-hemijskih parametara te ispitivanja prioriternih supstanci. Ostali fizičko-hemijski parametri rađeni su frekvencijom četiri do dvanaest puta godišnje u ovisnosti od tipa monitoringa mjernog mjesta (operativni ili nadzorni). Osim toga, izvršene su i dvije serije ispitivanja bioloških elemenata kvaliteta vode (preporučenih ODV-om 2000/60/EC) fitobentos, makroinvertebrata i makrofite u periodu maj – juli i sep-

tembar – oktobar, dok je fitoplankton praćen u četiri serije u periodu april – septembar. Kvalitet površinskih voda ispitivan je i sa mikrobiološkog aspekta u dvije serije uzorkovanja (maj/juni i septembar 2011. godine). Za potrebe redovnog monitoringa mikrobiološka ispitivanja su obuhvatala određivanje broja kolonija aerobnih organotrofa, ukupnog broja koliformnih bakterija na 37 °C, ukupnog broja koliformnih bakterija fekalnog porijekla na 44 °C i ukupnog broja fekalnih streptokoka. Monitoring površinskih voda u 2011. godini obuhvatio je fizičko-hemijske i hemijske elemente kvaliteta koji omogućavaju praćenje termičkih uslova, uslova režima kisika, acidifikacije, hranjivih supstanci, prisustva odabranih specifičnih supstanci (mineralna ulja, anionski deterdženti, fenoli, željezo, hrom, bakar, mangan i cink) i velikog broja prioriternih supstanci.

Nabrojana grupa specifičnih supstanci je identificirana prema evidentiranoj pojavi ovih supstanci u povišenim koncentracijama u odnosu na dozvoljene vrijednosti prema Pravilniku o opasnim i štetnim materijama u vodama (Službene novine FBiH, br.43/07), a na osnovu dugogodišnjih ispitivanja površinskih voda na slivu rijeke Save na teritoriji FBiH. Na 28 mjernih mjesta su ispitivane specifične supstance četiri puta godišnje (mart, juni, septembar i decembar).

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

Hidrološka mjerenja za potrebe monitoringa Agencije za vodno područje rijeke Save, Sarajevo u 2011. godini obavljena su jednim dijelom od strane uposlenika AVP Sava, a drugim dijelom angažovanjem vanjskog izvršioca. Hidrometrijska mjerenja su vršena u različitim hidrološkim uslovima prema dinamici planiranog monitoringa.

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

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

REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKIH I MIKROBIOLOŠKIH ISPITIVANJA

Kada se govori o fizičko-hemijskim i hemijskim parametrima važno je uočiti razlike u prirodi i razlogu ispitivanja pojedinih fizičko-hemijskih, odnosno hemijskih parametara. Temperaturni uslovi, uslovi režima kisika, hranjive supstance i acidifikacijski status čine grupu fizičko-hemijskih parametara koji prate biološke parametre jer njihove koncentracije u optimalnom području omogućavaju funkcionisanje ekosistema. Specifični zagađivači obuhvataju toksične supstance koje se ispuštaju u velikim količinama – specifične supstance i prioritne supstance. Specifične supstance se moraju definirati unutar svake zemlje odnosno na području svakog sliva sa obavezom praćenja njihovih koncentracija na tačkama gdje je utvrđeno njihovo ispuštanje (premašena polovina EQS). Agencija za vodno područje rijeke Save je identificirala 8 specifičnih supstanci koje su tokom 2011. godine praćene frekvencijom propisanom prema ODV-u.

Prioritetne supstance su definisane na nivou EU, a Direktivom 2008/105/EC koja dopunjava ODV definirani su okolišni standardi kvaliteta za ove supstance, koji predstavljaju granicu između dobrog i umjerenog statusa. Dugogodišnjim ispitivanjima i prikupljanjem podataka utvrđena je njihova toksičnost i štetan uticaj na živi svijet i čovjeka pa se njihova emisija mora smanjiti, a za prioritne hazardne supstance u potpunosti prekinuti. To su supstance sa kancerogenim svojstvima, endokrini disruptori – supstance koje ometaju rad žlijezda sa unutrašnjim lučenjem, a u tu grupu supstanci spadaju teški metali, pesticidi, komponente nafte, plastifikatori itd.

Specifične i prioritne supstance, obzirom na toksičnost i dokazani štetni uticaj na živi svijet imaju jedinstvene granične vrijednosti, koje nisu tip specifične. Ukoliko te supstance nisu sintetske potrebno je utvrditi vrijednosti prirodnog fona.

Za ocjenu kvaliteta ispitivanih mjernih mjesta, sa hemijskog aspekta, kao relevantni uzeti su fizičko-hemijski i hemijski elementi kvaliteta koji ulaze u procjenu ekološkog statusa: uslovi režima kisika (otopljeni

Redni broj	Sliv rijeke	Broj mjernih mjesta
1.	Rijeka Sava	2
2.	Una	10
3.	Vrbaš	6
4.	Bosna	19
5.	Tinja	3
6.	Drina	7
7.	Plivsko jezero	2
8.	Akumulacija Modrac	4

Tabela 1. Pregled učešća mjernih mjesta po slivovima rijeke

kisik, zasićenost kisikom, BPK₅, HPK-dihromat i HPK-permaganat), acidifikacije (pH), hranjive supstance (N-nitritni, N-nitratni, N-amonijačni, ukupni N, orto-fosfat i ukupni fosfor) i prisustvo odabranih specifičnih supstanci (mineralna ulja, anionski deterdženti, fenoli, željezo, hrom, bakar, mangan i cink). Ocjena kvaliteta analiziranih mjernih mjesta vršena je i na osnovu koncentracija prioritetnih supstanci (hemijski status). Kao relevantna uzeta je prosječna godišnja vrijednost navedenih parametara, a za prioritetne supstance razmatrana je i maksimalna godišnja vrijednost (kako bi se utvrdilo da li je prekoračen prag akutne toksičnosti prioritetnih supstanci – MAC-EQS).

Klasu kojoj pripada određeno mjereno mjesto prema fizičko-hemijskim i hemijskim parametrima koji ulaze u procjenu ekološkog statusa odredio je najlošiji element kvaliteta, dok je za prioritetne supstance stanje nezadovoljavajuće ukoliko samo jedna od ispitivanih prioritetnih supstanci i/ili grupa prioritetnih supstanci prelazi okolišne standarde kvaliteta.

Status vodnih tijela, prema zahtjevima ODV-a, određuju lošiji parametri ekološkog i hemijskog statusa. Zbog nepostojanja tip-specifičnih kriterija za ocjenu ekološkog statusa, u ovom izvještaju nije utvrđen status ispitivanih vodnih tijela. Umjesto toga utvrđena je klasa ispitivanih mjernih mjesta tako da je najlošiji fizičko-hemijski i hemijski parametar koji ulazi u procjenu ekološkog statusa odredio kojoj klasi pripada dato mjereno mjesto. Također je utvrđeno stanje (hemijski status) na osnovu okolišnih standarda kvaliteta za svako ispitivano mjereno mjesto, sa izuzetno dobrim stepenom pouzdanosti procjene obzirom na broj i u potpunosti ispoštovanu frekvenciju ispitivanja prioritetnih supstanci. Na slikama 1 i 2 prikazano je utvrđeno stanje kvaliteta mjernih mjesta u slivu rijeke Bosne zasnovano na statističkoj obradi rezultata analize prioritetnih supstanci u 2011. godini.



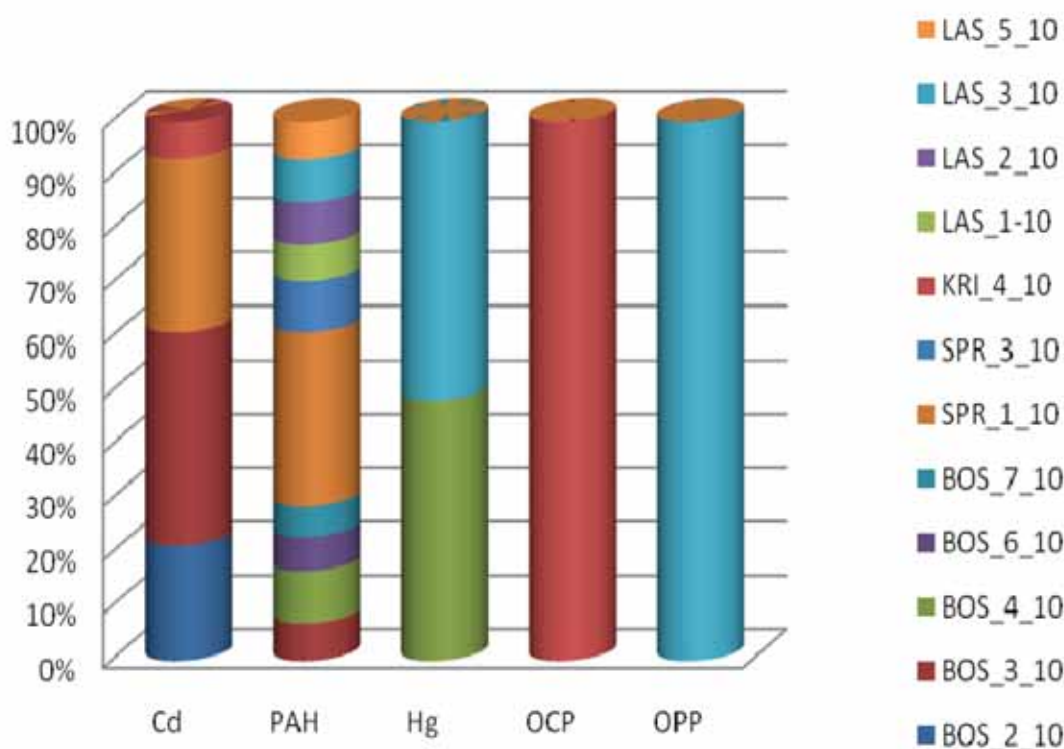
Slika 1 prikazuje procentualnu zastupljenost mjernih mjesta na kojima su zadovoljeni okolišni standardi kvaliteta za sve ispitivane prioritetne supstance u odnosu na zastupljenost mjernih mjesta na kojima neke od prioritetnih supstanci prekoračuju okolišne standarde kvaliteta u slivu rijeke Bosne.



Rukavac na rijeci Krušnici

Autor: inž. M. Lončarević

Relativna zastupljenost prioritetnih supstanci u slivu rijeke Bosne



Na slici 2 prikazana su mjerna mjesta na kojima su koncentracije prikazanih prioritetnih supstanci povećane dajući uvid u veličinu razlike u koncentracijama navedenih prioritetnih supstanci između mjernih mjesta sliva rijeke Bosne

U tabeli 2 dat je pregled utvrđenih klasa na osnovu fizičko-hemijskih i hemijskih parametara koji ulaze u procjenu ekološkog statusa zajedno sa utvrđenim stanjem za prioritetne supstance prema okolišnim standardima kvaliteta.

Tabela 2.: Rezultati procjene ispitivanih mjernih mjesta prema fizičko-hemijskim i hemijskim parametrima za procjenu ekološkog statusa i prioritetnim supstancama

Red. broj	Mjerno mjesto	Zahtijevana klasa	Utvrđena klasa po parametrima za procjenu ekološkog statusa	Utvrđeno stanje na osnovu EQS-a za prioritetne supstance
RIJEKA SAVA				
1.	Sava –naselje Vidovice	II	II	Ne zadovoljava
2.	Sava – HS Svilaj	II	II	Zadovoljava
SLIV RIJEKE UNE				
3.	Una – nizv. od Bosanske Otoke	II	II	Zadovoljava
4.	Una – nizv. od Bosanske Krupe	II	II	Zadovoljava

5.	Una – uzv. od Bosanske Krupe	II	II	Zadovoljava
6.	Una – nizv. od Bihaća	II	II	Ne zadovoljava
7.	Una – nizv. Od Unca	II	II	Zadovoljava
8.	Una- uzv. od ušća Unca	II	II	Zadovoljava
9.	Sana – nizv. od Sanskog Mosta	II	II	Zadovoljava
10.	Sana –poslije ušća Sanice	II	II	Zadovoljava
11.	Sana – nizv. od Ključa	II	II	Zadovoljava
12.	Sana – uzv. od Ključa	II	II	Zadovoljava
SLIV RIJEKE VRBAS				
13.	Vrbas – nizv. od HE Jajce II	II	III	Ne zadovoljava
14.	Vrbas – nizv. od Jajca	II	II	Ne zadovoljava
15.	Pliva – ušće	II	II	Zadovoljava
16.	Vrbas – uzv. od Jajca	II	II	Ne zadovoljava
17.	Vrbas – nizv. od Bugojna	II	II	Ne zadovoljava
18.	Vrbas – uzv. od Jelića	I	II	Zadovoljava
SLIV RIJEKE BOSNE				
19.	Bosna – nizv. od Maglaja	III	III	Ne zadovoljava
20.	Bosna – uzv. Od Zavidovića	III	III	Ne zadovoljava
21.	Krivaja – ušće u rijeku Bosnu	II	II	Zadovoljava
22.	Krivaja – HS Maoča	II	III	Zadovoljava
23.	Krivaja – Solun	II	II	Zadovoljava
24.	Krivaja – ispod Olova	II	II	Ne zadovoljava
25.	Bosna – nizv. od Zenice	III	III	Ne zadovoljava
26.	Bosna – uzv. Od Zenice	III	III	Zadovoljava
27.	Lašva – ušće u rijeku Bosnu	II	II	Ne zadovoljava
28.	Lašva – naselje Donja Rovnja	II	III	Ne zadovoljava
29.	Lašva – naselje Mali Mošunj	II	II	Ne zadovoljava
30.	Lašva – crkva Gospino Vrilo	II	III	Zadovoljava
31.	Lašva – izvor	I	II	Ne zadovoljava
32.	Bosna – nizv. od Zgošće	III	III	Zadovoljava
33.	Bosna – Reljevo	III	V	Ne zadovoljava
34.	Bosna – nizv. od Željeznice i Zujevine	II	II	Ne zadovoljava
35.	Bosna – izvor	I	I	Zadovoljava
36.	Spreča – uzv. od Modraca	II	V	Ne zadovoljava
37.	Spreča – ušće	III	V	Ne zadovoljava
SLIV RIJEKE TINJE				
38.	Tinja – naselje Skakava Donja	II	II	Ne zadovoljava
39.	Tinja – nizv. od Špionice Gornje	II	III	Zadovoljava
40.	Tinja – Duboki Potok	II	III	Ne zadovoljava

SLIV RIJEKE DRINE				
41.	Drinjača – naselje Turalići	II	III	Zadovoljava
42.	Drinjača – naselje Podprijedor	II	III	Ne zadovoljava
43.	Drinjača – uzv. od Kladnja	II	III	Ne zadovoljava
44.	Drinjača – izvor	II	II	Ne zadovoljava
45.	Prača – poslije ušća Čemernice	II	II	Zadovoljava
46.	Drina – nizv. od Goražda	II	IV	Ne zadovoljava
47.	Drina - Vitkovići	II	II	Zadovoljava
PLIVSKO JEZERO				
48.	Plivsko jezero/akumulacija – Malo jezero	II	II	Zadovoljava
49.	Plivsko jezero/akumulacija – ispred motela	II	II	Zadovoljava
AKUMULACIJA MODRAC				
50.	Akumulacija Modrac – u blizini brane	II	III	Ne zadovoljava
51.	Akumulacija Modrac – ispred Prokosovića	II	III	Zadovoljava
52.	Akumulacija Modrac – sredina jezera	II	III	Ne zadovoljava
53.	Akumulacija Modrac – u blizini ušća Spreče	II	IV	Zadovoljava

U tabeli 3 prikazan je stepen zadovoljena zahtijevane klase mikrobiološkog monitoringa površinskih voda.

Tabela 3.: Stepen zadovoljenja zahtijevane klase mikrobiološkog monitoringa površinskih voda (majljuni i septembar 2011. godine)

Red. broj	Lokalitet	Zahtijevana klasa	Zadovoljava	Ne zadovoljava
1.	Sava - naselje Vidovice	II	+	
2.	Sava - HS Svilaj	II	+	
3.	Una - nizv. od Bos. Otoke	II	+	
4.	Una - nizv. od Bos. Krupe	II	+	
5.	Una - uzv. od Bos. Krupe	II	+	
6.	Una - nizv. od Bihaća	II	+	
7.	Una - nizv. od Unca	II	+	
8.	Una – uzv. od ušća Unca	II	+	
9.	Vrbas-nizv.od HE Jajce II	II	+	
10.	Vrbas-nizv. od Jajca	II	+	
11.	Vrbas-uzv.od Jajca	II	+	
12.	Vrbas – nizv.od Bugojna	II		+

13.	Vrbaš – uzv. od Jelića	I		+
14.	Bosna – nizv. od Maglaja	III	+	
15.	Bosna - uzv. od Zavidovića	III	+	
16.	Bosna – nizv. od Zenice	III	+	
17.	Bosna – uzv. od Zenice	III	+	
18.	Bosna – nizv. od Zgošće	III	+	
19.	Bosna - Reljevo	III		+
20.	Bosna – nizv. od Željeznice i Zujevine	II		+
21.	Bosna - izvor	I	+	
22.	Drina-nizv. od Goražda	II	+	
23.	Vitkovići	II	+	
24.	Tinja - naselje Skakava Donja	II	+	
25.	Tinja – nizvodno od Špionice Gornje	II		+
26.	Tinja – Duboki potok	II		+
27.	Sana – nizvodno od Sanskog Mosta	II	+	
28.	Sana – poslije ušća Sanice	II	+	
29.	Sana – nizv. od Ključa	II	+	
30.	Sana – uzvodno od Ključa	II	+	
31.	Pliva – ušće	II	+	
32_1.	Plivsko jezero/Akumulacija*-Malo jezero	II	+	
32_2.	Plivsko jezero/Akumulacija**-ispred Motela	II	+	
33.	Spreča - ušće	III	+	
34_1.	Akumulacija Modrac* +* * u blizini brane	II	+	
34_2.	Akumulacija Modrac* +* * ispred Prokosovića	II	+	
34_3.	Akumulacija Modrac* +* *sredina jezera	II	+	
34_4.	Akumulacija Modrac* +* * - u blizini ušća Spreče	II	+	
35.	Spreča - uzv. od Modraca	II		+
36.	Krivaja - ušće	II	+	
37.	Krivaja - HS Maoča	II	+	
38.	Krivaja - Solun	II	+	
39.	Krivaja - ispod Olova	II	+	
40.	Lašva - ušće	II		+
41.	Lašva - naselje Donja Rovnja	II		+
42.	Lašva - naselje Mali Mošunj	II		+
43.	Lašva - crkva Gospino Vrilo	II		+
44.	Lašva - izvor, naselje Hatarići	I		+
45.	Prača - prije ušća Čemernice	II	+	
46.	Drinjača - naselje Turalići	II		+
47.	Drinjača - naselje Podprijedor	II		+
48.	Drinjača - uzv. od Kladnja	II	+	
49.	Drinjača poslije spoja rijeka Miljevica i Haluga	II	+	



Zgrada vodoprivredne laboratorije u Butilama kod Sarajeva

Autor: Mr. sci. G. Mirković

Važno je napomenuti da će se ispitivanje značajnog broja mjernih mjesta, na osnovu rezultata monitoringa provedenog 2011. godine nastaviti ispitivati i 2012. godine sa parametrima i odgovarajućom frekvencijom koja će zavisiti od utvrđenog pritiska, odnosno uticaja na vodna tijela. Ekološki status vodnih tijela će se moći utvrditi donošenjem odgovarajućih podzakonskih akata sa definisanim kriterijima i metodologijama za ocjenu statusa, odnosno donošenjem Plana upravljanja, a podaci prikupljeni tokom 2011. godine čine izuzetno dobru osnovu za proces ocjene statusa ispitivanih vodnih tijela.

ZAKLJUČAK

Analizom rezultata fizičko-hemijskih i hemijskih elemenata kvaliteta koji ulaze u procjenu ekološkog statusa i prioriternih supstanci utvrđeno je da je na 19 kontroliranih mjernih mjesta (36 %) u potpunosti zadovoljen zahtijevani kvalitet prema oba kriterija, dok je na 12 mjernih mjesta (13 %) zahtijevani kvalitet narušen prema oba kriterija. Na preostala 22 mjerna mjesta jedan od navedenih kriterija nije zadovoljen, u zavisnosti od toga da li je određeno mjerno mjesto pod pritiskom od organskog zagađenja (najčešće netretiranih komunalnih otpadnih voda) ili pak od nekih od prioriternih supstanci.

Važno je napomenuti da se samo sedam od dvadeset analiziranih prioriternih supstanci i/ili grupa supstanci javlja u koncentracijama koje prelaze okolišne standarde kvaliteta. To su: PAH (policiklični aromatski ugljikovodici), živa, kadmij, olovo, nikel, organohlorni i organofosforni pesticidi.

Koncentracija PAH-ova je povećana samo za sumu benzo (g,h,i) perilena i indeno (1,2,3-cd) pirena i

uglavnom se nalazi skoro na granici dozvoljene prosječne godišnje koncentracije AA-EQS, koja je izuzetno niska (2 ng/L).

Koncentracija organohlornih pesticida i to sume izomera heksahlorcikloheksana je prekoračila okolišni standard kvaliteta izražen preko maksimalno dozvoljene koncentracije MAC-EQS na mjernim mjestima Krivaja – ispod Olova i Tinja – naselje Duboki Potok, dok je koncentracija organofosfornih pesticida i to hlorspirifosa prekoračila maksimalno dozvoljenu koncentraciju MAC-EQS samo na mjernom mjestu Lašva – naselje Mali Mošunj. Triazinski pesticidi ni na jednom od ispitivanih mjernih mjesta nisu prekoračili okolišne standarde kvaliteta. Na osnovu ovakvih rezultata ispitivanja pesticida u toku jedne godine može se zaključiti da **na ispitivanim mjernim mjestima** ne postoje značajniji problemi vezani za difuzno zagađenje pesticidima koje potiče od poljoprivrede.

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

U tabeli 4 sumirani su pritisci kojima su izložena mjerna mjesta unutar slivova rijeka ispitivanih 2011. godine, na osnovu koje se može uočiti koji su slivovi izloženi većem broju toksičnih supstanci, odnosno koji fizičko-hemijski i hemijski parametri neophodni za održavanje strukture i funkcionalnosti vodenih ekosistema prekoračuju zahtijevane granične vrijednosti.

Tabela 4.: Pritisci identificirani na osnovu monitoringa provedenog 2011. godine

Sliv	Profili	Vrsta pritiska
Rijeka Sava	Sava naselje Vidovice	PAH
Una	Una nizv. od Bihaća	PAH
Vrbas	Sva mjerna mjesta osim Pliva -ušće	Kiseonički režim PAH i živa
Bosna	Sva mjerna mjesta na Lašvi, Bosna – nizv. od Maglaja, uzv. od Zavidovića, nizv. od Zenice, Reljevo, nizv. od Željeznice i Zujevine, Krivaja ispod Olova, HS Maoča, Spreča ušće u r. Bosnu i uzv. od akumulacije Modrac	Kiseonički režim, nutrijenti, specifične supstance, metali, organohlorini i organofosforni pesticidi
Tinja	Tinja Duboki Potok Tinja nizv. od Špionice Gornje, Tinja Skakava Donja	Nutrijenti, specifične supstance, metali i organohlorini pesticidi
Drina	Drina – nizv. od Goražda; Drinjača – naselje Podprijedor, uzv. od Kladnja, naselje Podprijedor, poslije spoja r. Miljevica i Haluga	Specifične supstance, kiseonički režim, nutrijenti, PAH, metali
Plivska jezera	-	-
Akumulacija Modrac	Sva četiri mjerna mjesta	Kiseonički režim i PAH

Prema dozvoljenim graničnim vrijednostima parametara za ocjenu mikrobiološkog kvaliteta površinskih voda na osnovu izvršene mikrobiološke analize rezultata utvrđeno je da je na 39 mjernih mjesta u potpunosti zadovoljen zahtijevani kriterij klase kvaliteta vode. Na preostalih 14 mjernih mjesta jedan ili više mikrobioloških parametara ne zadovoljava zahtijevanu klasu kvaliteta vode.

LITERATURA:

Agencija za vodno područje rijeke Save (2012), IZVJEŠTAJ O ISPITIVANJU POVRŠINSKIH VODA SLIVA RIJEKE SAVE NA PODRUČJU FEDERACIJE BOSNE I HERCEGOVINE U 2011. GODINI.



Detalj iz vodoprivredne laboratorije u Butilama

Autor: Mr. sci. G. Mirković

MLE PROCES ZA BIOLOŠKO UKLANJANJE DUŠIKA IZ KOMUNALNIH OTPADNIH VODA

Uvod

Smanjenje unosa spojeva dušika je jedan od prioriteta pri dispoziciji komunalnih otpadnih voda u prirodni prijemnik (vodotoke i jezera). Ovakav pristup je usvojen i u primjeni u Europskoj Uniji, tako da će i u našim uvjetima to postati imperativ, posebno u slučaju relativno većih urbanih aglomeracija i vodnih resursa namjenjenijih vodoopskrbi. Raspoloživi tehnološki postupci pročišćavanja komunalnih otpadnih voda omogućavaju provođenje odgovarajućeg sustava zaštite vodotoka, te se mogu koncipirati i realizirati u fazama, odnosno u skladu sa mogućnostima i potrebama.

U suvremenoj praksi sanitarnog inženjerstva, jedan od često primjenjenih tehnoloških postupaka za uklanjanje dušika iz komunalnih otpadnih voda je tzv. *MLE* proces (modificirani Ludzak-Ettinger proces). Zbog svoje relativne jednostavnosti u operativnom smislu, postupak se može preporučiti za primjenu i u našim uvjetima, posebno u slučaju postrojenja koja su u području planiranih kapaciteta od 10.000 do 50.000 ekvivalentnih stanovnika (ES). Posebno je značajno je da se *MLE* proces može unaprijediti u smislu daljnjeg povećanja efekata pročišćavanja, odnosno u cilju:

- Postizanja većeg stupnja uklanjanja dušika,
- Biološkog uklanjanja fosfora,
- Korištenja pročišćenog efluenta za pojedine namjene u poljoprivredi ili industriji.

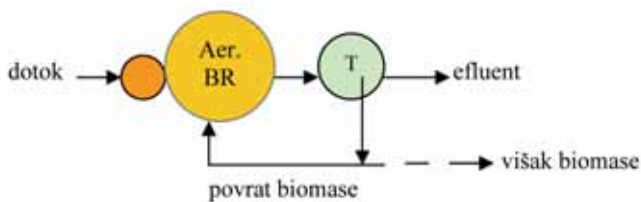
Pored toga, ukoliko na nekom postojećem postrojenju postoji odgovarajuća zapremina u smislu potrebnog hidrauličkog zadržavanja dotoka komunalnih otpadnih voda (ili mogućnost povećanja zapremine) i odgovarajući kapacitet aeracione opreme (ili mogućnost adekvatnog povećanja toga kapaciteta), *MLE* proces se može primijeniti uz minimalne zahtjeve u smislu modifikacije postojećeg postupka pročišćavanja.

Konfiguracija *MLE* procesa

Ovisno o vrsti energetskog izvora za rast biomase aktivnog mulja, te u slučaju primjene jednostrukog sustava procesa nitrifikacije-denitrifikacije, postoje u principu dvije osnovne konfiguracije, i to: (1) sustav koji koristi karakteristike komunalne otpadne vode u dotoku kao energetski izvor i (2) samo-generirajući sustav. Sustav (1), koji koristi biorazgradivi supstrat u dotoku otpadnih voda za proces denitrifikacije, prvi su predložili Ludzak i Ettinger (Slika 1). U početnom konceptu (*LE* proces), anoksični bioreaktor je predviđen da bude djelimično u kontaktu sa aerobnim bioreaktorom u kome se provodi proces nitrifikacije, pri čemu je miješanje tokova između ova dva bioreaktora u značajnoj mjeri neodređeno, što je za posljedicu imalo veoma promjenljiv stupanj provođenja procesa denitrifikacije u anoksičnom bioreaktoru.

Sustav (2), zbog niske razine oslobađanja energije pri odumiranju dijela biomase i procesa lize, ostvaruje nizak stupanj denitrifikacije, što je uvjetovalo po-

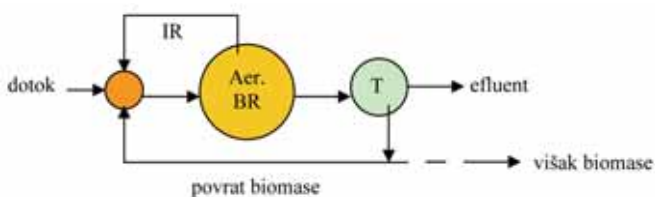
trebu postojanja velikog dijela anoksične biomase. Međutim, ovo bi bilo nepovoljno za efikasnost procesa nitrifikacije, s obzirom da su nitrifikanti striktno aerobni mikroorganizmi. U slučaju kratkog vremena zadržavanja nitrifikanta u aerobnoj zoni, smanjila bi se njihova reprodukcija, što bi dovelo do odsustva procesa nitrifikacije. Uobičajeno, za svaku «starost» biomase (prosječno vrijeme boravka u bioreaktoru), zahtjev za nitrifikacijom postavlja donju granicu za aerobni dio biomase aktivnog mulja, što dalje predstavlja ograničenje u smislu količine nitrata koja se može denitrificirati. U tome smislu, samo-generirajući sustav se ne primjenjuje u praksi.



Slika 1 – Ludzak-Ettinger proces (LE)

Poboljšanje LE procesa u smislu povećano uklanjanja dušika predložio je Barnard (tzv. *MLE proces*), i to u smislu slijedećeg (Slika 2):

- ❑ Potpunog razdvajanja dva bioreaktora, odnosno uspostave samostalnog anoksičnog bioreaktora (denitrifikacioni bioreaktor),
- ❑ Uvođenja kontroliranog povratnog toka biomase aktivnog mulja iz aerobnog bioreaktora (Aer.BR) u anoksični bioreaktor, i
- ❑ Povrata istaložene biomase aktivnog mulja iz taložnika (T) u anoksični bioreaktor.



Slika 2 – Modificirani Ludzak-Ettinger proces (MLE)

Dakle, MLE proces u osnovi čini jedan anoksični bioreaktor, jedan aerobni bioreaktor (Aer.BR) i taložnik (T) iz koga se odvodi pročišćena otpadna voda (efluent) i provodi postupak povrata biomase (uz povremeno odstranjivanje viška biomase iz sustava). Pomoću interne recirkulacije (IR) nitrati stvoreni u procesu nitrifikacije se odvođe u anoksični bioreaktor, odnosno u anoksičnu zonu gdje se provodi proces denitrifikacije. Intenzitet procesa denitrifikacije je direktno u funkciji stupnja interne recirkulacije (IR), pri čemu se taj intenzitet povećava pri povećanju stupnja recirkulacije.

Praktična primjena *MLE* procesa je potvrdila poboljšane i konzistentne performanse toga procesa u odnosu na originalni koncept LE procesa. Pri tome, potrebno je imati u vidu da *MLE* proces nema mogućnost postizanja kompletnog uklanjanja stvorenih nitrata. Osnovni razlog za to je postojanje dva posebna toka sa određenom koncentracijom nitrata – povratni tok u anoksični bioreaktor i odvodni tok u naknadni taložnik.

U cilju daljnjeg poboljšanja *MLE* konfiguracije, u smislu postizanja manjih koncentracija nitrata u pročišćenom efluentu (odvod iz naknadnog taložnika), Barnard je predložio postavljanje sekundarnog anoksičnog bioreaktora iza aerobnog bioreaktora (Aer.BR), te reaktor za dodatnu aeraciju prije uvođenja otpadne vode u naknadni taložnik. Tako je nastao tzv. *Bardenpho* proces za biološko uklanjanje dušika, u kome je, pored malih koncentracija nitrata u efluentu, utvrđeno i povećano, inducirano biološko uklanjanje fosfora u pojedinim dijelovima procesa gdje su se stvorili anaerobni uvjeti. Ova konfiguracija je kasnije razvijena u cilju efikasnijeg uklanjanja fosfora, na način da je predviđen poseban anaerobni bioreaktor na samom početku procesa - tzv. *Phoredox* proces. Na taj način je praktički objedinjen postupak biološkog uklanjanja dušika i fosfora iz komunalnih otpadnih voda. Iz *Phoredox* procesa su dalje nastale brojne nove procesne konfiguracije, između ostalih i modificirani *Phoredox* proces i *UCT* proces (University of Cape Town proces).

Karakteristike i efikasnost *MLE* procesa

Primarni koncept je korištenje procesa nitrifikacije i denitrifikacije, dok je asimilacija dušika u biomasu aktivnog mulja za rast iste sekundarnog značaja (oko 12-14% od težine biomase). Dakle, u aerobnom bioreaktoru potrebno je ostvariti uvjete za proces nitrifikacije, a uklanjanje nitrata stvorenih u tome procesu i recikliranih u anoksični bioreaktor je u funkciji zapremine toga bioreaktora, odnosa tereta nitrata prema biomasu i odnosa tereta organskog onečišćenja (BPK) u dotoku otpadnih voda u taj bioreaktor prema biomasu.

Uklanjanje nitrata u procesu denitrifikacije je u funkciji slijedećeg:

- ❑ Zapremine anoksičnog bioreaktora,
- ❑ Odnosa koncentracije nitrata u povratnom toku i koncentracije biomase aktivnog mulja u anoksičnom bioreaktoru, i
- ❑ Odnosa organskog onečišćenja u dotoku otpadnih voda (BPK) prema koncentraciji biomase aktivnog mulja u anoksičnom bioreaktoru.

Pored toga, za kraće hidrauličko zadržavanje dotoka otpadnih voda, veći je odnos BPK/biomasi aktivnog mulja u anoksičnom bioreaktoru. Svakako, veoma je važno da je organski supstrat u otpadnim voda-

ma (BPK) lako bio-razgradiv, te da je odnos toga supstrata prema ukupnom sadržaju dušika (BPK/TKN) u rasponu od 4:1 do 8:1. U komunalnim otpadnim vodama je praktički prisutan ovaj raspon odnosa, što omogućava da se primjenom *MLE* procesa ukloni od 65-85% prisutnog dušika. Pri tome, stepen uklanjanja nitrata moguće je procijeniti na osnovi slijedeće relacije:

$$\text{Uklonjeni NO}_3\text{-N} = V_{\text{ANOX}} \times \text{NO}_3\text{-N/biomasi} \times \text{x koncentracija biomase}$$

Gdje je: Uklonjeni NO₃-N izražen u kg NO₃-N/dan

V_{ANOX} – izražen u m³

NO₃-N/biomasi – izražen u kg NO₃-N/kg biomase, dan koncentracija biomase izražena u kg/m³

Specifično opterećenje biomase aktivnog mulja u anoksičnom bioreaktoru izraženo sa NO₃-N/biomasi, praktički definira stupanj denitrifikacije (SDN), te ovisi o opterećenju biomase organskim supstratom (BPK/biomasa) i temperaturi pri kojoj se *MLE* proces provodi. Ovisnost stupnja denitrifikacije (SND) od temperature pri kojoj se provodi *MLE* proces prezentirana je u tablici 1.

Na osnovu empirijski utvrđene relacije: $\text{SND} = 0,03 \text{ BPK/biomasa} + 0,029$, te za minimalnu temperaturu pri kojoj je moguće provoditi proces nitrifikacije od 10°C, (vrijednost $\text{SND} = 0,035$), a organsko opterećenje biomase (BPK/biomasa) u anoksičnom bioreaktoru iznosi:

$$0,035 = 0,03 \text{ BPK/biomasa} + 0,029 \text{ slijedi} \rightarrow \text{BPK/biomasa} = (0,035 - 0,029)/0,03 = 0,20$$

S obzirom da se process nitrifikacije u aerobnom bioreaktoru provodi pri opterećenju BPK/biomasa od 0,05, korespondentno opterećenje u anoksičnom bioreaktoru je četiri puta veće ($0,20/0,05 = 4$). To znači da bi zapremina anoksičnog bioreaktora (denitrifikacija) mogla biti četiri puta manja od zapremine aerobnog bioreaktora (nitrifikacija). Međutim, s obzirom da se u *MLE* procesu oba povratna toka (recirkulacije) uvode u anoksični bioreaktor, ta zapremina treba da obezbjedi odgovarajuće hidrauličko vrijeme retencije, tako da se praktički koristi zapremina koja je oko tri puta manja od zapremine aerobnog bioreaktora.

Sustavi sa jednostrukom anoksičnom zonom mogu da ostvare koncentracije dušika u efluentu od

manje od 10 mg TN/L. Pri tome, **dugoročno i pouzdano se mogu postizati koncentracije u efluentu od 5-8 mg TN/L**. Manje koncentracije bi zahtjevale dodatne anoksične zone ili poseban stupanj denitrifikacije. Zbog činjenice da se samo nitrati u povratnom toku iz aerobne zone mogu denitrificirati, te da je maksimalni kapacitet denitrifikacije oko 80% pri visokom internom povratnom toku (IR), *MLE* proces nema mogućnost postizanja veoma malih koncentracije nitrata u biološki pročišćenom efluentu.

S obzirom da je **15 mg TN/L** dopuštena, granična koncentracija ukupnog dušika u pročišćenim komunalnim otpadnim vodama koje se ispuštaju u prirodni prijemnik iz postrojenja kapaciteta od **10.000 do 100.000 ES** (*Uredba o uslovima ispuštanja otpadnih voda u prirodne recipijente i sisteme javne kanalizacije*, Tabela 2.3 Službene novine FBiH br. 04/12), *MLE* proces se može preporučiti za primjenu u našoj praksi sanitarnog inženjerstva.

Tipični projektni kriteriji i moguća efikasnost uhodanog *MLE* procesa su slijedeći:

- Prosječno vrijeme zadržavanja biomase aktivnog mulja pri 10°C iznosi: 10 do 20 dana
- Prosječno vrijeme zadržavanja biomase aktivnog mulja pri 20°C iznosi: 6 do 12 dana
- Interni stupanj povratnog toka (IR): 1-4 dotoka komunalnih otpadnih voda na postrojenje
- Hidrauličko zadržavanje dotoka otpadnih voda u anoksični bioreaktor: 0.5 do 2 časa
- Hidrauličko zadržavanje dotoka otpadnih voda u aerobni bioreaktor: 2.5 do 6 časova

Praktički raspon koncentracija u biološki pročišćenom efluentu postrojenja:

- Koncentracija nitrata: 5-7 mg NO₃-N/L
- Koncentracija amonijaka: 0.1 – 1 mg NH₄-N/L
- Koncentracija ukupnog dušika: 6-10 mg TN/L

Pored relativno jednostavnog pogona, potencijalni nepovoljni utjecaji i operativni problemi u vođenju *MLE* procesa su slijedeći:

- Nedovoljna koncentracija organskog supstrata (BPK) u dotoku komunalnih otpadnih voda na postrojenje.
- Nepovoljan odnos BPK/TN u dotoku komunalnih otpadnih voda na postrojenje (za komunalne otpadne vode odnos treba da je u području odnosa 4:1 do 8:1).

Tablica 1.: Ovisnost stupnja denitrifikacije (SND) od temperature

Temperatura ⁰ C	10	12	14	16	18	20	22	24
SND	0,035	0,042	0,052	0,063	0,076	0,091	0,110	0,132



Postrojenje sa **MLE** procesom kapaciteta 30.000 m³/dan

- ❑ Nedovoljan unos rastvorenog kisika potrebnog za proces nitrifikacije u aerobnom bioreaktoru. Teoretski, za proces nitrifikacije/denitrifikacije je potrebno 2.86 mg O₂/mg NO₃-N stvorenog i uklonjenog, pri čemu «povrat» alkaliteta u procesu denitrifikacije iznosi 3.6 mg/mg uklonjenog NO₃-N (oko 50% alkaliteta iskorištenog u procesu nitrifikacije).
- ❑ Nedovoljan/nepovoljan stupanj interne recirkulacije toka (tok koji se zahvata u krajnjem dijelu aerobnog bioreaktora). S obzirom da je MLE proces koncipiran tako da se stvoreni nitrat (NO₃-N) u aerobnoj zoni koristi kao izvor kisika za fakultativne bakterije u anoksičnoj zoni, ovo je veoma važan operativni uvjet za pravilnu provedbu procesa. Praktički, stupanj procesa nitrifikacije se kontrolira stupnjem recirkulacije biomase aktivnog mulja u anoksičnu zonu.
- ❑ Nedovoljna/niska koncentracija biomase aktivnog mulja u internom recirkulacionom toku (IR) i/ili u povratnom toku iz taložnika (T).
- ❑ Prevelika koncentracija rastvorenog kisika u internom recirkulacionom toku (IR), koji, pored nepovoljnog utjecaja na stupanj anoksičnosti, nepovoljno djeluje na enzime koje koriste denitrificirajuće bakterije.
- ❑ Nepovoljan utjecaj niske ambijentalne temperature na rast biomase aktivnog mulja, posebno na sporo-rastuće nitrificirajuće bakterije.

Aspekti optimiranja **MLE** procesa

Teorijska efikasnost jednostrukog anoksičnog bioreaktora može se izvesti iz analize bilansa tereta nitrata za datu konfiguraciju procesa. Nitrati stvoreni u aerobnoj zoni, pod pretpostavkom potpune nitrifikacije raspoloživog TKN, većim dijelom se recikliraju u anoksičnu zonu, a dijelom odlaze u taložnicu i efluent. Minimalna koncentracija nitrata u efluentu je u funkciji količine nitrata koji nisu reciklirani u anoksičnu zonu. Prema tome, ukupni dio stvorenih nitrata u aerobnoj zoni koji će biti uklonjeni u sustavu sa prethodnom denitrifikacijom je u funkciji stupnja interne recirkulacije iz aerobne zone, kao i biomase aktivnog mulja u tome povratnom toku, što je i osnovni način optimiranja **MLE** procesa.

Ciljevi optimiranja uklanjanja dušika u **MLE** procesu su slijedeći:

- ❑ Postizanje kvaliteta pročišćenog efluenta sa najmanjom mogućom koncentracijom ukupnog dušika (TN).

- ❑ Provođenje procesa uklanjanja dušika sa najmanjim troškovima izgradnje i pogona postrojenja za pročišćavanje.

S obzirom na navedene ciljeve, u slučaju *MLE* procesa, potrebno je imati u vidu nekoliko ograničenja, i to:

- ❑ Postoje dva neovisna kriterija u smislu ograničenja anoksičnog dijela biomase aktivnog mulja: (a) efikasnost nitrifikacije mora biti velika, što implicira izvjesni minimum aerobne biomase u aerobnoj zoni i korespondentni maksimum za anoksični dio biomase, i (b) utjecaj na mehaničke i kinetičke konstante biomase može biti nepovoljan u slučaju prevelikog udjela anoksičnog dijela biomase. U tome smislu, praktički je potrebno da anoksični dio biomase bude manji od 60% ukupne biomase (npr. u Nizozemskoj rijetko prelazi 40%).
- ❑ S obzirom na potrebu efikasnog korištenja energije, oba recirkulaciona toka u anoksični bioreaktor potrebno je optimirati u tome smislu. Interni povratni tok (IR) karakteriziraju veći protok i manja visinska razlika crpljenja, dok povratni tok iz taložnika (T) ima manji protok i veću visinsku razliku. Pored toga, stupanj povratnog toka iz taložnika (T) u funkciji je efikasnog taloženje biomase aktivnog mulja, što prak-

tički implicira da je stupanj tog povratnog toka u rasponu od 50-100% dotoka komunalnih otpadnih voda na postrojenje.

- ❑ Potreban/optimalan stupanj povratnog toka iz aerobnog bioreaktora u anoksični bioreaktor (IR) je teže procijeniti. Idealno bi bilo da je taj stupanj takav da sadržaj nitrata u tome toku odgovara kapacitetu denitrifikacije anoksičnog bioreaktora. Međutim, taj stupanj treba ograničiti u smislu da ne unosi preveliku koncentraciju rastvorenog kisika iz aerobne zone, odnosno iz aerobnog bioreaktora (gdje proces nitrifikacije zahtjeva značajan unos kisika pomoću aeracione opreme), te da je za ostvarenje i održavanje toga stupnja povratnog toka potrebna značajna energija.

Literatura

1. Nutrient Control Design Manual, EPA 600/R-10/100, August 2010.
2. Municipal Nutrient Removal Technologies, Vol.1-Technical Report, EPA 832-R-08-006, Sept.2008.
3. Nutrient Control Design Manual, *State of Technology Review Report*, EPA/600/R-09/012, Jan.2009.
4. *Optimization of Nitrogen Removal in the Single Activated Sludge Process*, A.C. Van
5. Haandel, P.L.Dold, G.v.R.Marais; *Water Sci.Tech*, Vol.14, Capetown, 1982.



Faza u izgradnji uređaja za tretman komunalnih otpadnih voda u Odžaku

Autor: inž. Almir Prljača

STUDIJA UTJECAJA NA OKOLIŠ HE OMBLA

STUDIJA KOJA TO NIJE U CJELOSTI

Uvod

Tehničko-tehnološko rješenje HE Omble, kao podzemne akumulacije predstavlja smjelu i kreativnu ideju, koja u odnosu na površinske akumulacije donosi i neke prednosti: manje vidljivih zahvata u prostor, manje troškove rada, očuvanje krajolika, i sl.

Međutim, praćenje teksta Studije utjecaja na okoliš nalazi da izrađivači projekta nisu vodili računa o mnogo važnih problema, kao da će ih sama ideja kompenzirati, te da su se usmjerili uglavnom samo na hidrotehničke i energetske teme, što na važnim pitanjima čini studiju fatalno defektnom, a sami projekt čini neozbiljnim i neizvedivim.

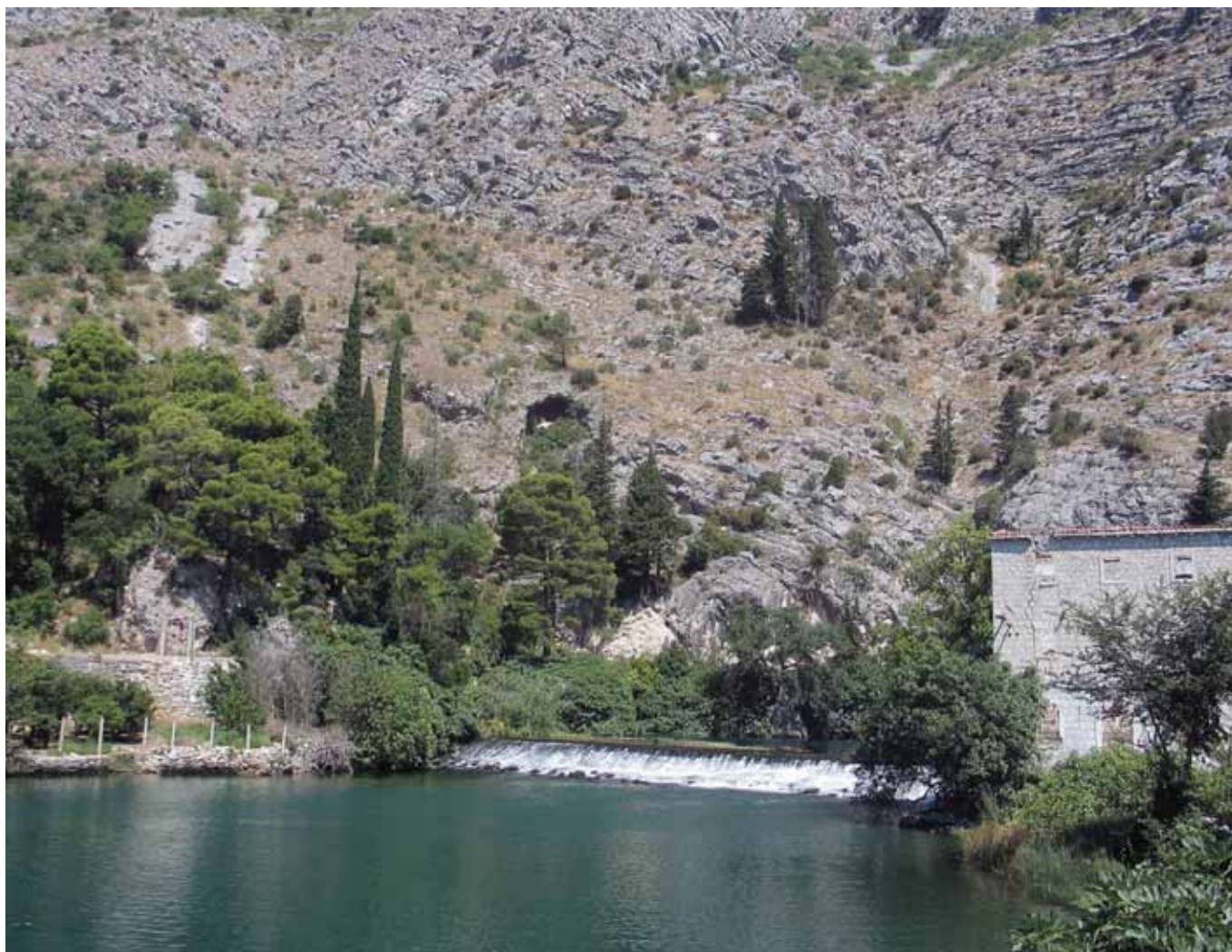
To se podjednako ogleda u dijelovima Projektne knjige koja se odnosi na opis lokacije (poglavlje A.3), opis zahvata (A.4), vrednovanje prihvatljivosti zahvata (B.1), obrazloženje najprikladnije varijante (B.2), pregleda mjera zaštite (B.3), prikaz utjecaja zahvata na okoliš (C.2), pregled mjera zaštite okoliša (C.3), program praćenja stanja okoliša (C.4), izvora podataka (E), itd.,

Pored svega, dosadašnji komentari polaze iz pozicije koja zanemaruje da je Ombla prekogranični vo-

donosnik, i obrnuto, minornom površinom na strani zemlje koja namjerava poduzeti zahvat. Naime, od oko 600-900 četvornih kilometara površine sliva, Ombla je gotovo neznatnim dijelom izvan Bosne i Hercegovine. To nameće bitno drukčiji pristup problemu, a od Bosne i Hercegovine traži angažiraniji pristup.

Osvrt na tekst Studije utjecaja na okoliš HE Ombla

U uvodnom dijelu teksta se kaže da Studija utjecaja na okoliš pokazuje sve koristi i štete od gradnje HE, što nije točno, jer se moguće štete prikrivaju i zanemaruju. Najbitnije, projekt se u pogledu odnosa prema cjelini zahvata doima parcijalnim, a u tehničkom smislu nedovršenim. Na otvorena pitanja o vodrživosti akumulacije prema slivu Palata, lakonski se kaže da prisutne dileme ne dovode u pitanje mogućnost uspostavljanja uspora u zaleđu Omble na +130 mnnv, već da mogu biti samo predmet eventualnih dodatnih radova na injektiranju u navedenom području (B1.1). To je neprihvatljivo, jer je poznato da je u kršu zbog anizotropnosti vodonosnika svaka situacija autohtona i endemična. Stoga se u predloženo-



Slika 1. Izvor Omble u Rijeci dubrovačkoj

Snimio: Ivo Lučić

nom obliku ne može smatrati riješenom. Kad je u pitanju vrlo ozbiljan projekt s nizom mogućih reperkusija, nužno je temeljito istražiti prostor, dati tehničko-tehnološko rješenje koje će proći recenziju i izraditi adekvatan troškovnik.

Ova činjenica dobija posebno svjetlo kada se dovede u vezu s podacima o prelijevanju u susjedne vodonosnike i pojavi njezinih voda na izvorima Palata u Zatonu (SZ) i Zavrelje u Mlinima (JI). To se događa kad u bušotini broj 9, udaljenoj od izvora oko 1600 m voda dostigne 75 metara visine, u bušotini broj 6, udaljenoj od izvora oko 4300 metara dosegne visinu 135 m, a bušotini broj 18 udaljenoj od izvora oko 7500 metara 165 m visine (Bonacci 2004). Na ove podatke, objavljene u uglednim indeksiranim časopisima s recenzijama i izrađivači studije se nisu znanstveno osvrnuli ni opovrgavali.

Kod opisa temeljnog ispusta (A.4.3.7) ističe se da ja važan kriterij da se ne smije narušiti postojeći okoliš izvora Omble. Pri tome se misli na fizički izgled koji je, kao što ćemo vidjeti u nastavku, jedini kriterij.

O potapanju špiljskih kanala govori se kao o čisto tehničkom i hidrotehničkom pitanju, bez uvažavanja ekoloških kriterija.

Kod režima rada HE (A.4.6) ističe se kako je osnovno pravilo da se uvijek ispušta prirodni dotok, odnosno onoliko vode koliko u tom trenutku dotječe iz podzemlja. Logično je pitanje kako bi se onda uopće napunila akumulacija, ako bi se uvijek ispuštao prirodni dotok. Inače, s obećanjima o održanju protoka do sada postoje loša iskustva. Isti investitor, HEP, primjerice, ima obavezu protok r. Cetine održavati na tzv. biološkom minimumu od $8 \text{ m}^3/\text{s}$, ali dijelovi toka povremeno padaju na $2\text{-}3 \text{ m}^3/\text{s}$ - priopćenje O. Bonacci). Također, na dijelu sliva Trebišnjice na području BiH, slivu kojem pripada i Ombla, protok spada na $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Kad su u pitanju suprotne prirodne okolnosti, visoke vode, hidroelektrane malo mare za potrebama stanovništva, pa puštaju velike količine vode koje plave ne samo poljoprivredne površine, nego i naselja, kuće i imanja, iako su akumulacije projektirane da izravnavaju dotok velikih voda.

inače, protok Omble se mjeri na prelijevnom pragu nizvodno od izvora još od pedesetih godina 20. stoljeća, a sada bi protok bio kontroliran preko turbina, odnosno preko temeljnog ispusta.

Podneseni troškovnik (A.4.7) govori o konačnom iznosu od 532.792.119. kn, ili 147.997.810 DEM, dok se u aktualnoj javnosti iz izvora bliskih vlasti barata već s tolikim iznosom eura, što je otprilike dvostruki iznos prikazanog troška. Od toga 15.530.619 je potrošeno za konzalting i istraživanja, što je 35 puta manje od cjeline fonde, a od 28 navedenih elaborata samo je jedan i to koji očigledno ne zadovoljava kriterije ozbiljnog istraživačkog rada, posvećen pitanjima koja se zanimaju za iznimnu ekologiju krškog i tranzitnog područja Omble (E.2.22). To je rad koji se odnosi na biološke značajke (samo!) izvorišnog djela Omble (PMF Zagreb 1998).

Studija utjecaja ističe da će uloga hidroakumulacije biti višenamjenska, pri čemu se spominje hidroenergetika i vodoopskrba. Treba istaći da je Dubrovnik optimalno opskrbljen vodom, te da baštini iskustvo vodovoda starije od 650 godina. To vodoopskrbno iskustvo je postalo i istaknuta kulturna baština, koje je vremenom nadograđivano i uglavnom pratilo potrebe Grada za vodom. U svakom slučaju, vodoopskrba Dubrovnika nije razlog da se ulazi u toliko skupe i ekološki neprihvatljive zahvate. Jednako tako se provlači lažni argument da bi se izgradnjom HE Omble poboljšala opskrba Dubrovnika strujom. To je uopće slučaj sa slivom Trebišnjice. Županija dubrovačko-neretvanska i Dubrovačko primorje proizvode struje više od svojih potreba. Točno je da na dubrovačkom području nema dovoljno skrbi oko energetske, vodovodne i kanalizacijske mreže (u proljeće 2011. bilo je više ekoloških incidenata s kanalizacijom u samoj Rijeci dubrovačkoj), što HE sama po sebi neće poboljšati.

Kad je riječ o višenamjenskoj ulozi akumulacije, treba podsjetiti da je projekt HE Trebišnjice, koji je počeo s realizacijom sredinom šezdesetih prošlog stoljeća, također isticao svoju višenamjensku ulogu: poljoprivrednu i vodoopskrbnu. Što se tiče vodoopskrbne, za Herceg-Novi, ona je bila u suštoj suprotnosti s praksom, jer je Bilećka akumulacija redovito služila za ispiranje sirovine za tvornicu tepiha u Bileći, s vrlo otrovnim supstancama, od kojih je tokom osamdesetih zabilježeno najmanje pet velikih pomora riba, koji su svaki put zataškani jer navodno nije pronađen uzrok. U pogledu poljoprivrede treba reći da je obećano iz tog sustava na dubrovačka područje dovesti vodu kanalima i navodnjavati oko 5000 hektara zemlje, što nije urađeno.

Navodi se kako se posebne koristi od HE ogleđaju u poboljšanju uvjeta za razvoj turizma kroz poboljšanje uvjeta opskrbe energijom i vodom na širem dubrovačkom području (B.1.2). Kad je u pitanju turizam, prije treba očekivati štete jer će radovi, tran-

sport i gradnja pristupnih cesta degradirati iznimni krajolik Rijeke dubrovačke. U Studiji se tvrdi da pristupne ceste neće imati negativnog utjecaja na izgled krajolika, što je nemoguće. One će se vrlo vidljivo i trajno urezati u stjenoviti amfiteatar iznad izvora, čija padina ima veliki nagib i traži velika usijecanja. Uz to, padine su bez vegetacije, što povećava vizualne utjecaje. Pri tome, one čine glavnu viziru i zaštićenog krajolika Rijeke Dubrovačke, i pupak su toga krajolika. Takve manipulacije se ponavljaju na više mjesta (B.1.3.; B.1.4.14).

Dapače, time će oslabiti uvjeti za razvoj turizma. Naime, poznato je da najvažniji motiv za odabir destinacije u Hrvatskoj čine prirodni resursi (Kušen 1999), koji će na ovaj način biti bitno degradirani kroz izgled zaštićenog krajolika i kroz nasilne izmjene prirodnog ritma.

Također, nevjesto se prikriva, odnosno prilično otvoreno laže, da su eventualni utjecaji tijekom gradnje mogući samo na zajednicu izvorišnog dijela i to zbog njegova ujezerjenja (B.1.3.2) Od okoliša i od zaštićenih vrsta kaže se da su mogući negativni utjecaji buke na kolonije šišmiša u Vilinoj špilji zbog čega će oni potražiti novo sklonište tijekom gradnja pa se vratiti (B.1.3.3; B.1.4.8).

Tvrđnja da je utjecaj HE na vodu, tlo, floru i faunu „sveden na najmanju moguću mjeru“ (B.1.4.8) je besmislen. Ona se, pored inog, temelji na tvrdnji: „U sustavu Omble nisu nađene zakonom zaštićene biljne i životinjske vrste, ili ako su nađene to nije bilo njihov trajno stanište, već su ovdje dopremljene bujičnim vodama iz slivnog područja Trebišnjice“ (B.1.4.9) – što ne odgovara činjeničnom stanju. To se ponavlja: „U vodenim ekosustavima nisu nađene rijetke, ugrožene i zakonom zaštićene vrste (vidjeti dalje analizu ekoloških pitanja), pa za njihovu zaštitu nije potrebno provoditi specifične mjere zaštite uobičajene prilikom poduzimanja većih hidrotehničkih zahvata kao što je Ombla“ (B.3.2.6). O tome ćemo detaljno odgovoriti u nastavku, i to većim dijelom s podacima koji su naručeni za ovu studiju.

Kad s govori o namjeni zemljišta, ističe se da će upravljačka zgrada i pristupne ceste zauzeti male površine na neobrađenom području, uglavnom *kamenjaru* (B.1.3.4). Kamenjar je zapravo pejorativni izraz za krš, nastao u arsenalu industrijskih šumarsko-poljoprivrednih pristupa, i predstavlja upotrebnu degradaciju prirodnih vrijednosti i njihovo svodenje na industrijsku upotrebu, što je daleko od njegove stvarne vrijednosti.

Pitanja seizmike (B.1.3.7) i stabilnosti flišnih padina (B.1.3.6) u svjetlu prethodnih šarlatanskih odgovora lebde kao prijetnja nad Rijekom dubrovačkom. Tko može sa sigurnošću tvrditi da će padine jednako izdržati maksimalno opterećenje kad ono traje nekoliko mjeseci u godini i kad traje čitavu godinu i više desetaka godina zaredom. Također, nije nužno da

seizmika izazove vidljive lomove ili smicanja tla pa da bude opasna. Treba znati da je prostor Omble nastao snažnim rasjedima koji su i dalje aktivni pa je pod predviđenim tlakovima sasvim normalno očekivati širenje mreže pukotina koje prvo pod korozivnim, a potom pod turbulentnim djelovanjima voda mogu biti snažan propagator pravaca i dinamike speleogeneze.

U pasusu o utjecaju na fizikalno-kemijska svojstva voda kaže se da će akumulacija bitno smanjiti brzinu tečenja podzemnih voda (B.1.4.4), želeći istaći da će se time smanjiti zamućivanje voda koje dubrovačka javnost doživljava kao vodoopskrbni problem. I ovdje je vidljiva druga strana medalje, za kojom investitor ne haje. Naime, promjena tih svojstva znači ekološke promjene koje se negativno održavaju na stabilnost i opstanak životinjskih zajednica Omble.

Zanimljivo, priznaje se ograničenost u istraživosti, ali se ono odnosi na područje BiH za određivanje sanitarnih zona. Kao prvo, sanitarne zone su u tome pogledu nedjeljive po državnim teritorijima, a drugo, sliv Omble na području BiH je značajno istražen, pa čak su i predložene određene sanitarne zone Omble (Milanović 2006). Barata se i sa zastarjelim podacima: navodi se da do 2002. odlagalište otpada grada Dubrovnika na lokalitetu Grabovica kod sela Osojnik, koje izravno ugrožava vodonosnik Omble, treba dovesti u propisanu tehničku razinu sanitarnog odlagališta (B.3.2.2). Iznose se i tvrdnje da se u slivu ne očekuju veći izvori otpadnih tvari, koje su paušalne i stvarnost ih svakodnevno demantira. Naime, u naseljenom području Trebinja postoje nebrojene septičke jame, o kojima postoji ciničan atribut da su patentirane da se same prazne. Naravno, u podzemne vode Omble. S druge strane granice, u Popovu polju poljoprivreda koristi velike količine kemijskih sredstava koje nitko ne nadzire. Također, nad Omblom nastaje veliko naselje Ivanica (BiH) bez riješenih urbanističkih standarda i prava je ekološka bomba. Dubrovačko odlagalište Grabovica nije potpuno riješeno iako se to zaboravlja, čak štoviše, naknadno je dokazana podzemna veza između lokaliteta Grabovica i izvorišta Ombla, koja se nalazi u drugoj vodoopskrbnoj zoni!

Izrečena je tvrdnja da HE Ombla neće imati utjecaja na susjedne vodonosnike (B.3.4.1), što je, kako smo već rekli, netočno.

Vrlo je problematična procedura kroz koju je prošla studije (B.3.1). Kaže se da je, nakon pozitivne ocjene komisije koju imenuje Vlada RH da studija sadrži sve elemente bitne za donošenje ocjene o prihvatljivosti zahvata, studija u sažetom obliku upućena na javni uvid kojeg provodi nadležno županijsko tijelo. O meritornosti rada rečene komisije govori činjenica da je njezin član Ognjen Bonacci, uvaženi stručnjak svjetskog glasa za pitanja hidrologije krša

(vidi Bonacci 1987), izrazio višestruke ozbiljne zamjerke studiji, nakon čega su ga prestali pozivati na sudjelovanje, uz lažno obrazloženje da je sam napustio rad. Što se tiče javne rasprave, nitko se ne sjeća da je ona održana, ali je izrečena manipulacija da je organizator pozivao jednu nevladinu udrugu iz Mokošice čiji su predstavnici taj dan bili odsutni. Zanimljivo se niz članaka u kojima je stručna i medijska javnost izrazila protivljenje ovim namjerama.

Sve su svemu, čini se da je Studija pisana tako kao da nikada neće ugledati javnost niti biti podvrgnuta kritici, jer se njezin sadržaj ne može braniti.

Karstološki pogled na Omblu: okršavanje i istraženost

U pogledu upotrebe prostora, Ombla je središnje mjesto krajolika tijekom cijele njezine poznate povijesti. U 15. stoljeća na njezinu izvoru bilo je izgrađeno više od deset mlinova, te crkvice koja posvećuje taj izvor, a koja i danas ondje postoji. Iz izvora u Šumetu, koji je na višoj koti, tijekom 14. stoljeća napravljen je 11,6 km dug vodovod za Dubrovnik, koji je završavao s dvije Onofrijeve česme na glavnoj gradskoj ulici, Stradunu. Duž toka Rijeke dubrovačke bilo je izgrađeno više ljetnikovaca dubrovačke gospode. Ukratko, zbog svojih prirodnih vrijednosti, prostor Omble je smatran rajem na zemlji, pa nije čudo da su prve pastorale na slavenskim jezicima (prvi poetski radovi koji nisu sakralne tematike) one dubrovačkih renesansnih pisaca, koje su prikazivale idiličan život na proplanku dubrave uz izvor ili potok – nadahnute prostorom Omble.

I sa stanovišta istraživanja krša Ombla je rano zapažena kao znanstvena tema prvog reda. U počecima modernog istraživanja krša, postavljena je teza o Omblu kao najdužoj podzemnoj rijeci u svijetu (Absolon 1916). Potom je izvršeno trasiranje voda koje izvire na Omblu, primjenom jednog tradicionalnog trasera – pljeve (Lazić 1926). Veliki istraživački za-



Slika 2. Zračni pogled na izvor Omble i zaleđe sa Trebinjskom šumom i Humom

mah poduzet je u četiri zadnja desetljeća 20. stoljeća, čiji su prvenstveni hidrogeološki nalazi (Milanović 1979) višestruko citirani u svjetskoj literaturi. Međutim, Studija utjecaja ne prati razvoj recentne karstologije i ne prakticira neke ključne pristupe u istraživanju krša, osobito iz područja speleogeneze.

To je vrlo važno iz nekoliko razloga. Krš sliva Omble je iznimno razvijen, osobito u završnom dijelu. Naime, široke rasjedne zone presijecaju karbonatni paket stijena dublje od 400 m, znatno ispod morske površine (Milanović 2006), a dobar dio stijena su većim dijelom čisti karbonati s malo primjesa netopivih minerala, a sliv je izložen velikoj količini oborina.

Dakle, na Omblu su prisutni brojni uvjeti okršavanja koje istražuje fizika fluida u pukotinama stijena, i fizikalna kemija u pogledu otapanja vapnenca zbog CO₂ kojeg sadrži agresivna voda (o pregledu suvremenih istraživanja speleogeneze vidjeti: Dreyrodt & Gabrovšek 2003) stijene su velikim dijelom zahvaćene mrežom pukotina, postoji snažan vodeni tok sa snažnim probojnim djelovanjem, hidraulički tlak prirodno akumulirane vode, precipitacija meteorske vode duž cijelog vodonosnika koja sa sobom donosi otopljeni CO₂, spajanje različito zasićenih voda kojima tako raste stupanj agresivnosti, itd. I dok rane faze razvoja krškog vodonosnika karakterizira sporo laminarno tečenje kroz sitne pukotine i dugo vrijeme proboja, stijene, u vodonosniku Omble zasigurno postoje nemjerljive dužine pukotina koje dopuštaju turbulentno tečenje koje dovodi do eksplozivnog povećanja brzine okršavanja.

Dio okolnosti koje su do toga dovele, nastavit će igrati progresivnu ulogu u daljnjoj speleogenezi, i izravno utjecati na stanje vododrživosti stijena i sudbinu moguće akumulacije. Neki od tih uvjeta mogao bi se izgradnjom HE mijenjati, i potrebno je istražiti kakve će to posljedice izazvati na razvoj karstifikacije, odnosno širenja podzemnih šupljina. Zbog toga bi jedan ozbiljan projekt hidroelektrane trebao imati studiju procjene razvoja krša. Stoga tražimo da se provode procjena razvoja krša s obzirom na moguću vododrživost akumulacije, i to pod stručnim nadzorom karstologa koji u tome predstavljaju referentnu svjetsku skupinu (Dreyrodt, Klimčuk, Gabrovšek).

Analiza podataka 20 pijezometrijskih bušotina u zaleđu Omble, pokazuje bogatstvo krške hidrologije. Krški vodonosnik Omble dinamičan je prostor u kojem se hidraulički gradijenti i smjer toka brzo mijenjaju i ovisi o vremenu (Bonacci & Roje-Bonacci 2000). Podzemna razina vode se znatno jednoličnije diže nego spušta. U nekim bušotinama voda za 10 sati naraste 94 metra. Tijekom podizanja prevladavaju turbulentni tokovi, a kod snižavanja prevladavaju laminarni vodeni tokovi. Ima presjeka stijena u kojima se vodonosnik ponaša po zakonima tečenja u kršu, dok na nekim drugim pijezometrima ponašanje vode

više podsjeća na homogeniji akvifer. Pri tome, deset pijezometara je izbušeno u čvrstoj stijeni koja nema nikakve hidrološke veze s akviferom (Bonacci & Roje-Bonacci 2000). Stoga, nije moguće reći kako će se u tako izmijenjenim uvjetima dalje razvijati krš, ali nedvojbeno će doći do značajnih promjena.

Akumulacija Omble imala bi oblik površinskih akumulacija, tj. podsjećala bi u poprečnom profilu na obrnutu nepravilnu piramidu. Ispod visine od 65 m imala bi mali akumulacijski kapacitet, ali veliku prohodnost. Na koti od 100 metara zapremina podzemnog rezervoara iznosila bi oko 4,8 milijuna m³, a maksimalna zapremina iznosila bi oko 12 milijuna m³ (Milanović 1999). Operativno bi najzanimljivije bilo gornjih 25 m podzemne akumulacije, što bi svakako predstavljalo veliki izazov za obećanje da će se uvijek ispuštati prirodni protok.

Također, podizanje podzemne razine vode, uključujući i efekt retardacije u zaleđu, dakle višu razinu podzemnih voda od one koja je nominalno na brani, imalo bi utjecaja i na upravljanje poplavama. Naime, razina podzemne vode u zaleđu približila bi se topografskoj površini na nekoliko desetaka metara, što bi kod velike količine oborina smanjilo mogućnost podzemne evakuacije. Poznato je da zadnjih petnaestak godina klimatske prilike sve više kreću u ekstremnim odstupanjima od prosjeka, što bi zacijelo imalo negativne multiplikativne učinke kad je u pitanju Ombla. Posljednjih godina mediji redovito javljaju o poplavama u Trebinju.

Ekološki pogled, biodiverzitet Omble i njegova istraženost

Navedeni fizikalni parametri čine životne uvjete brojnim specifičnim živim organizmima koje Studija utjecaja hladno prezire. Naime, Ombla pripada Dinarskom kršu, koji po podzemnom biodiverzitetu u prosjeku dvostruko premašuje sve druge dijelove krša u svijetu (Culver & Sket 2000). K tome Ombla pripada njegovu dijelu koje je utvrđeno kao jedno od dva najvruća mjesta podzemnog biodiverziteta u svijetu.

U Dinarskom kršu zabilježeno je više od 790 kopnenih pećinskih vrsta, a kad bi uključili vodenu faunu i kopnene podzemne podvrste, broj taksona bio bi najmanje dvostruko veći (Sket, Paragamian & Trontelj, 2003). Oko 45% opisanih kopnenih vrsta su kukci dvije skupine Cholevidae - Leptodirinae i Carabidae - Trechinae. Niti jedna od te dvije skupine u Omblu nije istraživana. Među vodenom faunom Dinarskog krša najčešći su rakovi. Pored morfološke raznolikosti podzemnih vrsta, prisutna je visoka ekološka raznolikost. Samo u 20 podzemnih lokaliteta u svijetu zabilježeno je po više od 20 podzemnih vrsta, a u 10 njih više od 25 podzemnih vodenih vrsta. Među posljednjima, čak 6 njih je u Dinarskom kršu (Culver & Sket 2000). U tom popisu značajno sudjeluju

pećine koje su barem jednim dijelom stalno saturirane vodom, i velike duge pećine. Svih šest iz Dinarskog krša je sa stalnom vodom. To sugerira da u njima ima mnogo neistraženih vrsta (Culver & Sket, 2000). Sedam najbogatijih pećina u svijetu (Mammoth Cave, Buso della Rana, Križna jama, Sistem Postojna-Planina, Vjetrenica, Reseau Trombe, i Gua Salukkan Kallang—Towakkalak) su duže od 5 km, i one obično imaju veći broj različitih staništa (Culver & Sket 2000).

Ombla se nigdje ne spominje! Da stvar bude još interesantnija, Vjetrenica u Popovu polju, s više od 100 podzemnih vrsta, je pećina s najvećim biodiverzitetom u svijetu (Ozimec & Lučić 2010). Ombla i Vjetrenica su dio istoga sliva, čak što više, najpopularnija istraživačka hipoteza za Vjetrenicu nazvana je Paleoombla (Absolon 1916). Krajnje jednostavnim rječnikom rečeno, Vjetrenica i Ombla su dvije sestre, od kojih je Vjetrenica starija, a Ombla mlađa (Lučić 2007). To znači da u njima u značajnoj mjeri vladaju slični ekološki i povijesno-geološki uvjeti. Također, to znači da bi ove dvije pećine mogle imati sličan biodiverzitet.

Pored svih navedenih razloga, u prilog tome govore zaključci istraživanja prema kojima je brojnost pećina na nekom području povezana s bogatstvom i raznolikosti podzemne faune (Culver et al., 2004). Naime, to govori o poroznosti krša, odnosno veličini i prostornosti podzemnih šupljina.

Činjenica da Studija utjecaja za HE Omblu predviđa podzemni biodiverzitet stoga je prvorazredni stručni, upravni i moralni skandal. Tvrditi da u Omblu nema podzemne faune obična je laž, budući da je Studiji utjecaja na web stranici priložen elaborat *Fauna šišmiša u Vilinoj špilji iznad izvora Omble*, koji je dao dovoljno podataka da se sustav 2007. uvrsti u Ekološku mrežu Hrvatske. Elaborat su radili stručnjaci Prirodoslovnog muzeja iz Zagreba, kako bi dali sugestiju za zaštitu šišmiša. Oni su istraživali Sustav Vilina špilja – Ombla i još 17 pećina i jama dubrovačke okolice.

Faunistički rezultati kazuju da sustav Vilina špilja – Ombla nastanjuje ukupno 7 vrsta šišmiša i 55 drugih vrsta, od kojih su za 33 vrste pronađeni živi primjerci, te za 22 vrste ostaci ljuštura u nanosu izvora. Među tih 55 vrsta 35 ih je podzemnih vrsta, što ovaj sustav čini među najvažnijim u Hrvatskoj po biološkoj raznolikosti.

U sustavu Ombla-Vilina špilja pronađeno je ukupno 49 vodenih vrsta, 9 vrsta više od istraživanja koje je za projekt Omble nešto ranije provela ekipa s PMF-a iz Zagreba (Mraković).

Također, pronađeno je 28 kopnenih vrsta (21 beskralješnjak) od čega 15 troglobionata. Treba reći da su te vrste usput istraživane, dok su istraživani šišmiši, te da među njima nema vrsta koje su iznimno brojne u dinarskom podzemlju, kao kukaca koleop-

tera, lažištipavaca, itd, čak ni kompleksna gaunofauna nije istražena. To je svakako iznadprosječno i dosta za neistraživanu pećinu, kaže se u elaboratu.

Dalje, za 5 životinjskih vrsta sustav Vilina špilja – Ombla je mjesto nalazišta, *locus typicus*. Takvi bi lokaliteti morali biti posebno zaštićeni, što je i predviđeno Nacionalnom strategijom zaštite biološke raznolikosti Hrvatske.

Od šišmiša, zimi su zabilježeni pojedinačni primjerci pet vrsta, a od svibnja do rujna se zadržavaju porodiljne kolonije četiri vrste. Podaci iz okolnih istraživanih pećina pokazuju da je fauna šišmiša Viline špilje izuzetno značajna za faunu južne Dalmacije, te da za neke vrste, kao za globalno ugroženog *Rhinolophus euryalea* predstavlja jedino uporište h Hrvatskoj južnije od Neretve.

U Hrvatskoj su sve vrste šišmiša iz sustava Vilina špilja – Ombla zaštićene zakonom, a plus toga šišmiši koji nastanjuju Vilinu špilju su sve odreda vrste s Dodatka II i IV Direktive o staništima. Kao članica potpisnica Europskog sporazuma o zaštiti šišmiša (EUROBATS Agreement) Hrvatska je uz pravnu zaštitu dužna davati godišnja izvješća o napretku poznavanja stanja populacije pojedinih vrsta i i akcijama zaštite, za one s dodatka voditi posebne mjere zaštite, a za one s Dodatka 2 treba osigurati očuvanje kritičnih staništa organiziranjem zaštićenih područja. Vilina špilja je na popisu najvažnijih pećina u Hrvatskoj za šišmiše, za koju je izriekom zatraženo da se utvrde mjere zaštite, a preko realizacije akcijskih planova i ostvare.

Za popovsku gaovicu koja je zaštićena i izrazito ugrožena (globalno ugrožena (IUCN 2000) Ombla je jedino nalazište u Hrvatskoj.

Na temelju rezultata predstavljenog istraživanja, stručnjaci Prirodoslovnog muzeja iz Zagreba ocjenjuju da predviđeni zahvat s aspekta zaštite biološke raznolikosti nije prihvatljiv. Vodena špiljska fauna na hrvatskoj strani bi vjerojatno bila u potpunosti eliminirana, izravno injektiranjem pukotina ili neizravno prevođenjem ili isušivanjem voda iz podzemnih staništa, skretanjem u tunele i sl. Zahvatom bi se izgubio jedini hrvatski lokalitet s ugroženim popovskom gaovicom, te čak 13 potencijalnih podzemnih endemičnih vrsta puževa, odnosno vjerojatno 20 vodenih podzemnih vrsta među kojima i čovječja ribica. Za vodenu podzemnu faunu nije moguće dati mjere zaštite ili kompenzacije jer nije dovoljno poznat prostorni raspored i ekologija podzemne vodene faune čitavog špiljskog sustava. Zbog svojih vrijednosti okoliš Rijeke dubrovačke 1964. proglašen je Zaštićenim krajolikom, a na temelju gornjih podataka, Ombla je 2007. upisana u Ekološku mrežu koja je osnova za proglašenje Europske ekološke mreže Natura 2000.

Ta je fauna, usprkos velikom zanimanju znanstvenika, još uvijek nedovoljno istražena. Još nije bi-

lo projekta sustavnog zoološkog istraživanja podzemne faune, naglašava se u elaboratu, iako se ulazi u tako korjenit zahvat podzemnih uvjeta života. Tako, npr. većina poznatih puževa poznata je po nalazima praznih kućica, ne zna se kakva su njihova stvarna staništa. Potrebna su cjelovita speleološka istraživanja, za koja ovaj projekt nije imao smisla, ali je naveo da ništa od te faune nema u podzemlju Omble. I to u međunarodnoj godini šišmiša.

Studija utjecaja potpuno previđa ekološke aspekte podzemlja koji ih svrstavaju u ekoton. Ekoton je zona tranzicije između dva tipa staništa odnosno životne zajednice, što je najlakše uočiti na morskoj obali. Razlika između plime i oseke čine ekoton morske obale. Obalni strmac izložen različitim utjecajima potapanja i povlačenja vode, nije ni kopneno ni vodeno stanište, nego ima jedinstvena obilježja (Moseley 2009). Ekoton je odavno primijećen kao područje povećane različitosti i gustoće vrsta, odnosno, područje koje omogućuje jedinstven genotip ili posebne vrste. On je ekološki filter koji selektivno pripušta vrste u ta staništa, te biva barijera za izolaciju vrsta. Ekotoni su samostalna staništa za sebe.

Dugo se ekoton povezivalo uglavnom s izrazito kontrastnim površinskim staništima koja povremeno dijele isti prostor. Međutim, ekoton postoji i u podzemlju, čak štoviše, smatra se da su sve pećine ekotoni (Moseley 2009). Nbrojene male pukotine u podzemlju, povezane u jednu mrežu, čine srce podzemnih staništa, dok su veliki kanali, kojima čovjek zbog pristupačnosti pridaje veliku važnost, prijelazni marginalni habitat između površine i sitnih pukotina. Gradijent staništa unutar špilje određuje razina svjetla, temperatura, relativna vlaga, koncentracija ugljičnog dioksida, cirkulacija i razina voda itd. Sve to na ogromnom sustavu Omble očituje izuzetno bogatstvo. Dok se kod nas razina mora podiže i spušta u pravilu najviše jedna metar, oscilacije podzemne razine vode u Omble variraju između 52 i 128 metara. Neki pijezometri rastu od 7,50 mnv do 125 mnv. Više pijezometara doseže razinu podzemne vode 186-198 mnv, a neki čak 207 mnv (Bonacci 1995). Razina podzemne vode u Omble diže se 94 metra u jednom danu! Hrvatska je, usklađujući akte prema Direktivi o staništima EU, u određivanje podzemnih staništa unijela ekoton (Gottstein 2010).

Očigledno da pristupi koje demonstrira Studija utjecaja predstavljaju ugrozu biodiverziteta Omble. Ugroženost podzemne faune Dinarskog krša manifestira se na više načina. Općenito visok biodiverzitet ovisan je o diverzitetu staništa i rezultira velikom ugroženosti vodene faune (Sket 2004). Zbog sporog metabolizma, podzemna fauna ovisi o stabilnosti okoliša. To postaje posebno problematično kad se zna da je njezino kretanje prilično ograničeno. U Dinarskom kršu najčešće opasnosti po podzemnu faunu su procjeđivanje zagađivala s površine, otpadne

vode ili hidrotehničke intervencije. Krš ima slabu sposobnost purifikacije. Podzemna fauna može biti ugrožena ako u njezin životni prostor dođe znatno kompetitivnija površinska fauna, koja zalazi u podzemlje s organski zagađenim staništima. Isušivanje staništa posebno u slivu Trebišnjice, promijenilo je površinska i podzemna staništa, i podzemnu hidrologiju, da su neka staništa temeljito degradirana, a neke vrste, kao serpulid *Marifugia cavatica*, uništen u svom nalazištu (Sket 2004).

Dosadašnjim promjenama (urbanizacijom, izgradnjom cesta i mostova, kanalizacijom tokova, isušivanjem polja i sprječavanjem normalnog kruženja tvari u okoliš, poribljavanje tokova, itd) prilično je osiromašena i ukupna fauna dubrovačkog područja. Na užem području promatranja, na samom izvorištu Omble i njenom toku, 1962. je izgrađen preljevni prag / brana nizvodno od izvorišta, koji je onemogućio prirodnu vezu faune vanjskog toka rijeke i s podzemnim u smjeru podzemlja. Jadranska magistrale 1963. značajno je degradirala prirodu ali i kulturnu baštinu uništenjem niza vrhunskih renesansnih ljetnikovaca, što je nastavljeno urbanizacijom i industrijalizacijom Rijeke dubrovačke.

Nedovoljna istraženost Omble kao ozbiljan problem Studije uticaja na okoliš

Iz navedenog je vidljivo da je Studija utjecaja na okoliš HE Omble višestruko manjkava te da takva nije adekvatan dokument ne samo za utjecaj na živi svijet, nego i na sigurnost i održivost akumulacije. U istraživanju je davana prednost geofizičkim i tehničkom disciplinama, osobito hidrogeologiji, seizmici i hidrotehnici. Sve drugo je zanemareno, a osobito biologija, istraživanja staništa i inventarizacija živog svijeta, te kulturna geografija. Studija kompleksan skup odnosa svodi na lažan problem smanjenja vidljivog utjecaja. To je dovelo do potpuno krive slike lokaliteta, kao i posljedica koje mogu proizići iz navedenog zahvata.

Čak i kad se radi o fizičkim geoznanostima, na koje investitor poklanja veću pažnju, istraženost je uistinu nedopustivo mala. Veličina akumulacije od 12 km³ upućuje na veliku prostornost podzemnih kanala Omble. Do sada je istraženo tek nešto više od 3 km ukupne dužine kanala sustava, koji su smješteni u podzemlju i koje se može projicirati vjerojatno na manju topografsku površinu od jednog četvornog kilometra. Radi usporedbe, Vjetrenica je istražena u ukupnoj duljini od oko 7 km, čija se mreža kanala proteže na prostoru koji odgovara topografskoj površini od 4 km². Ako takvu gustoću kanala projiciramo na površinu sliva Omble, koji zahvaća između 600 i 800 km², ili barem na danas poznate podzemne veze s ponorima u zaleđu, udaljene zračnim li-



Slika 3. Ilustracija podzemne hidroelektrane s tri razine injekcijskih zavjesa

nijama od 16 do 18 km, vidjet ćemo da je istražen tek minimalan dio Omble, koji možda ne prelazi ni jedan promil. Kad se to usporedi s dinamikom istraživanja susjedne Vjetrenica, koja intenzivno traje dulje od 120 godina, s pravom se može reći da će mnogo neotkrivenog biti izloženo uništenju, a koje ima vrhunsku prirodnu vrijednost.

U biološkom pogledu stvar je još neugodnija. Istraženost je još manja, podaci s dva istraživanja, kao i teorijska iskustva upućuju na vrlo bogat i zanimljiv sustav, koji bi po podzemnom biodiverzitetu zacijelo mogao biti najznačajniji u Dinaridima. (Treba imati na umu da je značajan dio podataka o podzemnoj fauni korišten iz rada koji je objavio njemački malakolog Schütt (2000) bez ikakvog poticaja domaćih institucija. On je uzeo uzorke riječnog sedimenta Omble i analizirao ih te u njima našao više od 23 vrste, pretežno eukavalnih, većinom endemičnih puževa i jednog endemični slatkovodnog školjkaša, zajedno s mnogo cijevi sesilnog mnogočetinaša *Marifugia cavatica* (Schütt 2000)).

Osim teorijskih načela o tome govore i iskustva susjedne Vjetrenice. Godine 1962. imala je 36 poznatih podzemnih vrsta, 2003. dvostruko više, a danas više od stotinu vrsta. Zbog toga je susjedna Vjetrenica kandidirana za Popis svjetske baštine, a Studija tobožnjeg utjecaja zanemaruje postojanje i već istraženih vrsta Omble.

Izvođačima Studije ostalo je nepoznato mnogo pitanja koja su nužna za ispravno postavljanje proje-

cta upravljanja okolišem. Oni ne znaju ni osnovne članove ekološkog sustava Omble, pa je bespredmetno govoriti o eventualnim kalkulacijama pravedne raspodjele vode za svakoga od njih.

Izvođači studije nisu upućeni u konceptualne holističke pristupe istraživanju krša i ne mogu zahvatiti smisao cjeline krša. To je pitanje holističke karstologije, koja objedinjuje sve discipline koje se bave istraživanjima u topivim stijinama (Panoš 1995). Drugi mogući holistički pristup, koji je dominantan u suvremenoj znanosti o okolišu, jest ekosistemska teorija. Ona vodi računa o odnosima u ekosistemu. Bez ovih pristupa lako je pobrkati kriterije valjanosti zahvata na kršu kakav bi trebao biti HE Ombla. Ali, upozoravamo, problem Studije je mnogo veći, i glavni uzrok problema krije se iza tendenciozne ideje izgradnje vrlo riskantna zahvata potiskujući sve znanstvene rezultate koji ne idu u prilog gradnji. To je metodološki jednostrano i površno, u smislu realizacije istraživosti premalo, uz potpuno zakazivanje stručne recenzije.

Društveni i pravni kontekst

Projekt HE Ombla je tehničko-tehnološki zanimljiva ideja i tu, čini se, prestaje svaka pozitivna primjedba. Nije jasno kako bi se jedan projekt s toliko dubokim ekološkim promjena mogao uklopiti u Ekološku mrežu (sutra Natura 2000) što uostalom nije ni bio cilj ove Studije, iako bi se morao vrednovati utjecaj na Ekološku mrežu.

Nadalje, cijeli upravni postupak Studije utjecaja, kao i pripreme za njega, tekao je prilično tajnovito i javnost nije imala mogućnosti upoznati se s njegovim pojedinostima.

Općenito, u stručnoj javnosti ovaj projekt je tako kotirao da je malo tko očekivao da će se i realizirati. Ravnatelj Energetskog instituta «Hrvoje Požar» kazao je jednom autoru ovoga teksta da nitko nije ni tražio mišljenje te ugledne energetsko-stručne ustanove.

Investitor ističe da je obavijestio lokalnu nevladinu organizaciju o javnoj raspravi ali da ta nije mogla sudjelovati na uvidu jer je navodno taj dan bila odsutna. Istodobno, previđa činjenicu da je član Povjerenstva za studiju utjecaja na okoliš, prof dr. Ognjen Bonacci, vodeći svjetski stručnjak za pitanja krške hidrologije i autor zaglavne monografije o hidrologiji krša (1987), te suutemljitelj krške ekohidrologije (Bonacci et al. 2009), izrazio svoje neslaganje sa Studijom utjecaja, nakon čega je izbačen iz povjerenstva.

Također, otvara se niz problema oko prekograničnog upravljanja vodonosnikom Omble, koji se većinom nalazi u BiH, a da o tome nije bilo riječi. Nakon što je Speleološka udruga Vjetrenica – Popovo polje iz Ravnoga 25. 8. 2011. zatražila od niza nadležnih u BiH da reagiraju pred Europskom bankom za obnovu i razvoj, i nakon što je ANUBiH po-

držala zabrinutost Speleološke udruge, mediji su za-
bilježili taj problem a Ministarstvo vanjske trgovine i
ekonomskih odnosa BiH uputilo je 12. 9. 2011. pi-
smo EBDR-u kojem se kaže da se mogu očekivati
problemi u implikaciji projekta ako bi ga EBDR pri-
hvatio za kreditiranje.

Pored studije o šišmišima, koja daje podatke o
podzemnoj fauni Omble, koja odlučno odbacuje pro-
jekt HE Ombla, protiv njega se izjasnilo i nacionalno
strukovno društvo za podzemnu biologiju, Hrvatsko
biospeleološko društvo (HBSD) (Zahvat izgradnje
HE Ombla – Stručno mišljenje, 29. 11 2008).

Također, u lokalnim medijima i strukovnim časo-
pisima izišla je serija članaka koja se kritički osvrta-
la na položaj krške prirode u dubrovačkom primorju i
slivu Trebišnjice, osobito o mogućoj upotrebi Omble,
koju investitor zanemaruje.

Zaključak

Zbog svega toga, temeljeći zaključke na dostu-
pnim informacijama i teorijskim načelima, odlučno
odbacujemo ovaj projekt smatrajući da je višestruko
nepovoljan i opasan za jedinstvenu prirodu Dubrova-
čkog primorja i sliva Omble prije svega zbog nedo-
voljne istraženosti i shodno tome neutemeljenih tvrd-
nji i procjena. Također odbacujemo Studiju utjecaja
koja može dovesti u zabludu nedovoljno stručnu ja-
vnost. Nažalost, zbog iskustva kojeg imamo s izbjeg-
avanjem istraživanja, prešućivanjem, falsificiranjem
i manipuliranjem podacima, mi teško možemo imati
povjerenja i u druge dijelove projekta, kojima je kre-
dibilitet nužno potreban.

Literatura:

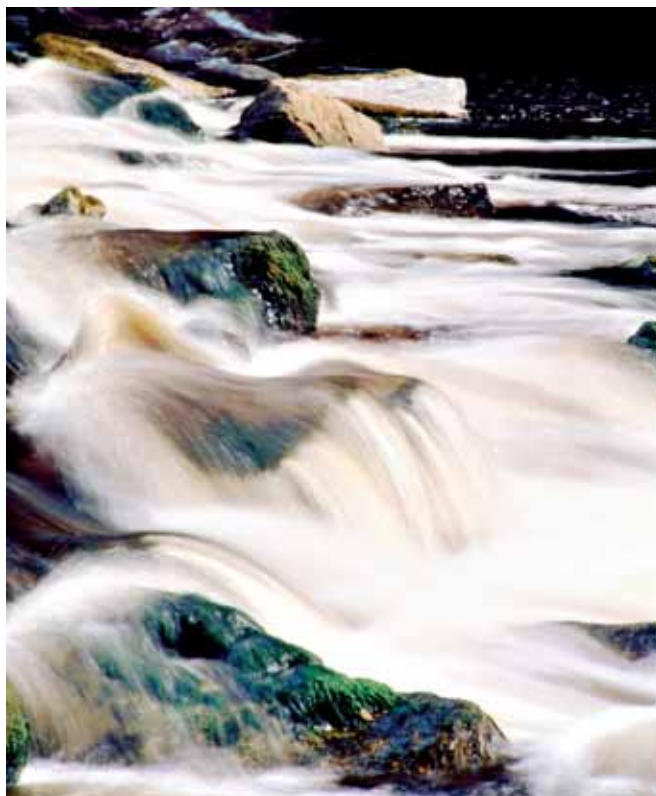
- Absolon, Karel 1916b. Výsledky Výskumných cest
po Bžlkaně. Časopis Morav. Mus. Zemsk, XV, 2,
Brno, str. 245–249.
- Bonacci, O. 1987. Karst Hydrology: With Special Re-
ference to the Dinaric Karst Springer-Verlag, Ber-
lin New York. 184 p.
- Bonacci, Ognjen 1995. Ground water behaviour in
karst: example of the Ombla Spring (Croatia),
Journal of Hydrology 165, 1-4 : 113-134.
- Bonacci, O. 2004. Hazards caused by natural and
anthropogenic changes of catchment area in
karst. Natural Hazards and Earth System Scien-
ces (2004) 4: 655–661 © European eosciences
Union 2004)
- Bonacci, Ognjen & Roje-Bonacci, Tanja 2000. Inter-
pretation of groundwater level monitoring results
in karst aquifers: examples from the Dinaric karst.
Hydrological Processes, 14, 14: 2423–2438.
- Bonacci, O, Pipan, T, And Culver, D.C. (2009): A fra-
mework for karst ecohydrology. Environmental
Geology, 56/5: 891-900.
- Culver, D.C. & Sket, B. 2000. Hotspots of subterranean
biodiversity in caves and wells. Journal of Cave
and Karst Studies, 62(1):11–17
- Culver, D., Trontelj, P., Christman, M., Sket, B. 2004.
Sampling adequacy in an extreme environment:
species richness patterns in Slovenian caves. Bi-
odiversity and Conservation 1209–1229, 2004.
- Gottstein, Sanja 2010. Priručnik za određivanje pod-
zemnih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o
staništima EU. Zagreb : Državni zavod za zaštitu
prirode, 2010 (handbook).
- Dreybrodt, W., Gabrovšek, F. 2003. Basic processes
and mechanisms governing the evolution of karst.
Speleogenesis and Evolution of Karst
Aquifers 1, January 2003, p.1-26. (Re-published
by permission from: Gabrovšek, F. (Ed.), Evolu-
tion of karst: from prekarst to cessation. Postoj-
na-Ljubljana, Založba ZRC, 115-154.)
- Schütt, Hartwig 2000: Podzemni mekušci izvora Om-
ble. Natura Croatica, Vol. 9, No. 3., 203–215, Za-
greb.
- Kušen, E. 1999. Metodologija prostorne valorizacije
turističkih privlačnosti, doktorska disertacija, Ar-
hitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Za-
greb.
- Lazić, Antonije 1926. Podzemna hidrografska veza
Trebišnjice i Dubrovačke Rijeke. Glasnik Geo-
grafskog društva, Beograd, 12, 1926, 136-138.
- Lučić, Ivo 2007. Vjetrenica i Ombla – prezrene sestre
u kršu. Hrvatska vodoprivreda, kolovoz 2007.
175/176 Zagreb, 22-30.
- Milanović, T. P. 1999. Geološko inženjerstvo u karstu.
Energoprojekt, Beograd, 291.
- Milanović, T. P. 2006. Karst istočne Hercegovine i du-
brovačkog priobalja. ASOS, Beograd, 362.
- Moseley, Max 2009. Are all caves ecotones? Cave
And Karst Science Vol. 36, No. 2, 53-58
- Ozimec, R. & Lučić. I. 2010. The Vjetrenica cave (Bo-
snia & Herzegovina) – one of the world's most
prominent biodiversity hotspots for cave-dwel-
ling fauna. Subterranean Biology 2009 (2010), 7:
17-23.
- Panoš, Vladimir 1995. Karstology, an integrated sys-
tem of sciences on karst. Acta carsologica, XXIV
(1995), Ljubljana, 43-50.
- Sket, Boris 2004. Dinaric Karst: Biospeleology.
Encyclopedia of Karst and Caves Sciences. Lon-
don.
- Sket, B., Paragamian, K. & Trontelj, P. 2003. A census
of the obligate subterranean fauna in the Balkan
Peninsula. In Balkan Biodiversity: Pattern and
Process in Europe's Biodiversity Hotspot, edited
by H.I.Griffiths & B.Krystufek, Amsterdam:
Kluwer.

PRIMJENA ANAEROBNE DIGESTIJE U TRETMANU OTPADNE SIROVINE IZ TEHNOLOGIJE PRERADE KROMPIRA SA AKCENTOM NA POVRAT RESURSA

– KRATKI PRIKAZ DOKTORSKOG RADA –

Tretman anaerobnom digestijom se može smatrati jednom od najperspektivnijih metoda za obradu bio-otpada. Kao nusprodukt anaerobne digestije nastaju tečni, čvrsti i gasoviti ostaci, koji predstavljaju korisne resurse. Tečni i čvrsti ostaci u vidu digestata se nakon kompostiranja prihvaćaju kao đubrivo u organskoj proizvodnji, dok se nastali biogas iskorištava za proizvodnju toplotne i električne energije. Pri tome su prednosti veće ukoliko se dobivena energija iskorištava da bi zamijenila energiju dobivenu sagorijevanjem fosilnih goriva. Sve to anaerobnu digestiju svrstava među najbolje raspoložive tehnike/tehnologije za tretman otpada, jer zadovoljava evropske principe i načela upravljanja otpadom, te ide u skladu sa zacrtanim principima i ciljevima postavljenim EU zakonodavstvom i strategijama.

Na pet međunarodnih simpozijuma o anaerobnoj digestiji čvrstog otpada održanim u Veneciji 1992, Barceloni 1999, Minhenu 2002, Kopenhagenu 2005 i Hammametu 2008, primjena anaerobne digestije u tretmanu čvrstog otpada je dobila svoj kredibilitet, potvrđena je od najvećih imena naučne zajednice, a podršku je dobila kako od industrije tako i od političkih zvaničnika EU.



Tretman anaerobnom digestijom je veoma malo ili gotovo nikako zastupljen u Bosni i Hercegovini. Od primjera primjene anaerobne digestije može se navesti postojanje anaerobnog digestora za tretman muljeva sa postrojenja za prečišćavanje komunalne otpadne vode u Trebinju, koji nije u funkciji, te anaerobni bioreaktor za tretman otpadne vode u Grudskoj Pivovari. Primjena anaerobne digestije u tretmanu čvrstog otpada ne postoji.

U okviru laboratorijskog istraživanja, izgrađena su tri modela anaerobnih bioreaktora (standardni protični kotlasti bioreaktor sa stalnim miješanjem, kontinuirani kolonski cijevni bioreaktor i dvofazni bioreaktor), te analizirani rezultati njihovog rada sa ciljem identifikacije onog koji daje najbolje rezultate u biorazgradnji otpadne sirovine iz tehnologije prerade krompira.

Istraživanje je nastavljeno eksperimentima na prototip bioreaktoru, čija konfiguracija je odabrana na osnovu rezultata laboratorijskog istraživanja i pregle-

da literaturnih podataka o istraživanjima na različitim tipovima bioreaktora. Efikasnost rada i stepen stabilizacije anaerobnog procesa u prototip bioreaktoru su praćeni u zavisnosti od različitog organskog opterećenja.

Na kraju istraživačkog perioda, izvršena je ocjena kvaliteta efluenta (digestata) iz pilot postrojenja. Vršena je analiza kvaliteta i biološke stabilnosti digestata i ocjena mogućnosti njegove direktne aplikacije na zemljište.

Svi dobiveni rezultati su analizirani i izvedeni su odgovarajući zaključci o uspješnosti primjene anaerobne digestije u tretmanu otpadne sirovine iz tehnologije prerade krompira i mogućnosti povrata resursa u formi biogasa (energije) i đubriva.

Doktorat je uspješno odbranjen 2010. godine na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu Univerziteta u Sarajevu, te se može pogledati u Biblioteci Instituta za hidrotehniku, te biblioteci Fakulteta.



Pjeskolov na uređaju za tretman komunalnih otpadnih voda u Odžaku

Autor: inž. Almir Prljača

VODA U EU I SVIJETU 2012.

Kao što krvni sistem čovjekovog tijela osigurava integritet funkcionisanja različitih organa, u EU i svijetu je prepoznato da je dobar sistem upravljanja vodama ključan za održivost svih sektora društva (World Water Week, 2012). Voda je kritična za sigurnost proizvodnje hrane i energije, osiguranja zdravlja ljudi i ekosistema, a i ključne dimenzije demokratije, ljudskih prava i jednakosti, povezane su s vodom.

Ugledni časopis za evropske politike „Europe’s World“, u broju 21 (Ljeto 2012), posvetio je 18 strana (od ukupno 150) specijalnom prilogu „Voda“. Autori su ključne evropske i svjetske ličnosti, između ostalih komesar za okoliš EU Janez Potočnik, direktor za vode Njemačke Helge Wendenburg, ministrica za okoliš Danske Ida Auken, izvršna direktorica Evropske agencije za okoliš Jacqueline McGlade, direktorica Odjela za tehnologiju, industriju i ekonomiju u UNEP-u Sylvie Lemmet, generalni sekretar OECD-a Angel Gurría te izvršni direktor za razvoj u Svjetskoj Banci Mahmoud Mohieldin. U nastavku je dat sažet prikaz ovog priloga.

Godina 2011. je u EU bila godina resursne efikasnosti, razvoja nisko-karbonske ekonomije bazirane na znanju, te razvoja sposobnosti za održive odgovore na

izazove, s kojima se EU suočava na svjetskom tržištu. Ova, 2012. je godina voda (www.water/blueprint). Razumijevanje važnosti i ozbiljnosti vodnog stresa u EU, u posljednjih par godina proširilo se na sve njene institucije i politike povezane s vodom. Kao svjetski izazovi posebno relevantni za Evropu, iskristalisali su se:

- Globalizacija, sve više i praktično svega;
- Globalno zagrijavanje i klimatske varijacije;
- Povećavanje međuzavisnosti snabdijevanja energijom, vodom i hranom;
- Starenja stanovništva;
- Javno zdravlje; te
- Sigurnost i zaštita ljudi i dobara.

Na bazi ovoga, i bazirajući se na svojoj poznatoj strategiji EU2020, u EU je u toku:

- Preispitivanje dosadašnje vodne politike, kao dijela razvoja resursne efikasnosti i zaštite evropskih vodnih resursa. Analizira se dosadašnja implementacija postojećih EU vodnih politika, posebno Okvirne direktive o vodama (WFD iz 2000), te sve ostale legislative povezane s WFD, uključujući i Zajedničku poljoprivrednu politiku (CAP – podsticaje u poljopri-

vredi, jer se tu radi o najviše novca, kako na nivou EU, tako i u svakoj zemlji članici i potencijalnoj članici);

- Za osiguranje „mudrog i održivog rasta“, kao vrhunskog općeg cilja EU2020, Evropska komisija intenzivno radi na formulisanju i podsticanju uspostavljanja „Inovativnih platformi“ za mudrije, efikasnije i održivo korištenje i zaštitu vodnih resursa. Ovo je najnoviji proces optimizacije korištenja postojećih naučnih i istraživačkih instrumenata i potencijala, podsticanja prekogranične saradnje u oblasti voda i okoliša, te osiguranja sinergije među državama i sektorima neposredno povezanim sa okolišem i vodama. Osim poljoprivrede, težište je i na unapređenju upravljanja vodama u industriji, vodosnabdijevanju i tretmanu otpadnih voda, a sve radi povećanja konkurentne sposobnosti EU ekonomije na globalnoj sceni;
- Općeprihvaćeni principi „zagađivač plaća“ i „korisnik plaća“ povezuju se s pravom pristupa vodi i vodnim servisima svih kojima je voda potrebna - ljudima i ekosistemima, posebno naglašavajući princip tretiranja zagađenja na mjestu nastanka, integralno upravljanje vodnim resursima na nivou riječnih slivova, te opcije mjera mitigacije i adaptacije na klimatske promjene.



Detalj na uzvodnom toku Plive

Autor: inž. M. Lončarević

Komesar Potočnik naglašava da sve EU zemlje moraju u potpunosti primjeniti EU vodnu legislativu. Kroz „Plavu knjigu“, koja, nakon širokih konsultacija unutar institucija EU, izlazi u novembru ove godine, sve politike i finansiranja u EU integrisaće se sa vodnom politikom. To uključuje poljoprivredu, transport, energiju, ribarstvo, turizam, kao i strukturne i kohezione fondove. Dakle, ništa bez vode – a vrijeme je da postignemo konkretne rezultata, zaključuje komesar Potočnik.

Direktor Wendenburg naglašava da se konziistentna EU politika u oblasti voda ne može ograničiti samo na sektor voda. Postalo je potpuno jasno da se moraju uzeti u obzir industrije koje u Evropi dominantno determiniraju korištenje voda, kao i druge aktivnosti koje opterećuju vodne resurse. To znači da efikasno korištenje voda mora biti u središtu poljoprivredne politike, energetike, transporta i ribarstva, te u nešto nižem stepenu u politici istraživanja, upravljanja hemikalijama i zaštiti mora. Plava knjiga će u osnovi biti bazirana na analizi:

- Planova upravljanja vodama prema WFD za nacionalne i međunarodne riječne bazene;
- Rezultata provedbe Strategije za smanjenje nestajanja vode i suša iz 2007. godine; te
- Procjene ranjivosti vodnih resursa na klimatske promjene i druge pritiske.

Danska ministrica Auken vjeruje da se svijet suočava sa dvostrukom krizom: finansijskom i okolišnom. Misli da je jedini način da se krize riješe tako da se rješavaju zajednički. Inače će se prirodni resursi ubrzano trošiti, uz eskaliranje njihovih cijena i nestajanja alternativa. Kao vitalan prirodni resurs, smatra vodu, koja je esencijalna za budućnost. Zato su nacionalni i međunarodni naponi za njeno efikasnije korištenje neophodni, kako za okoliš, tako i za globalnu ekonomiju. Misli da je apsolutno krucijalno za Rio+20 da ponudi „održiviji“ razvoj, ali takođe i da doprinese ekonomskom rastu.

Jacqueline McGlade, izvršna direktorica Evropske agencije za okoliš, naglašava da se voda mora gledati u širem kontekstu resursno efikasne, nisko-karbonske, zelene ekonomije. Održivo upravljanje vodama moguće je samo uzimajući u obzir sve glavne korisnike: poljoprivredu, industriju, energetiku, javno vodosnabdijevanje, transport, te turizam i rekreaciju, a posebno interakcije vode, zemljišta i energije. Lanac voda – energija – hrana znači da je za efikasno korištenje vodnih resursa neophodno redizajnirati evropske energetske, transportne i poljoprivredne politike, kao i upravljanje vodama u gradovima.

Sylvie Lemmet, direktorica u UNEP-u smatra da Evropa treba politiku koja će razdvojiti ekonomski rast od potrošnje vode i energije. Naglašava da zahvatanja voda za ljudske aktivnosti, globalno, još uvijek rastu dvostruko brže od porasta populacije. Nametanje stvarne ci-



Dio HE na Plivi sa "pripadajućim" otpadom

Autor: inž. M. Lončarević

jene vode može biti samo dobar prvi korak – da se na primjer podstakne sakupljanje kišnice i recirkulacija u industriji i gradovima, da se smanje gubici vode u gradskim vodovodnim mrežama i sistemima za navodnjavanje, te da se podstakne ponovno korištenje tretirane komunalne otpadne vode. Za dostizanje održivog razvoja, neophodno je sagledavati cjelokupnu sliku upravljanja onoga što imamo danas, da to imamo i sutra. Zato je važno u cjelokupnom lancu hrana – voda – energija i predviđati konzekvence pojedinih politika u budućnosti.

Generalni sekretar OECD-a, Angel Gurría, iznosi podatak iz njihove studije „Pogled na okoliš 2050“, da će bez odlučne političke akcije potražnja za vodom porasti za 55%, a za energijom masivnih 80%. Povećana populacija će povećati konkurenciju za vodom između ekosistema, navodnjavanja, domaćih potreba, privrede i posebno energetike. Zato je urgentna nova politika upravljanja ovim trendovima. Kao prvi korak, OECD predlaže eliminiranje podsticaja koji ohrabruju akcije koje štete okolišu (npr. podrška proizvodnji i korištenju fosilnih goriva). Sljedeći korak je, po OECD-u, integrisanje politika o vodama, energiji, klimatskim promjenama, poljoprivredi i okolišu. Za to će biti neophodna mnogo bolja koordinacija resornih ministarstava i organa vlade, kao i nadležnih agencija za vode, energiju i drugih. Sinhroniziranje vodne, energetske i po-

ljoprivredne politike EU je, po OECD-u, preduslov da se kreira održiva budućnost i izbjegnu greške iz prošlosti.

Na kraju, izvršni direktor za razvoj u Svjetskoj Banci Mahmoud Mohieldin apostrofira da više nije dovoljno omogućiti zdravu vodu i sanitarije siromašnim. Klimatske promjene i porast populacije sve više vrše pritisak na vodne resurse, dok ubrzana urbanizacija, posebno u zemljama u razvoju, sve više poskupljuje osnovne komunalne servise. Vlade tih zemalja mogu uraditi tri stvari da transformišu upravljanje vodama. Prvo, da vodama upravljaju kao što bi investicijom. To znači da se ima dugoročni, srednjeročni i kratkoročni pogled, da bi se lakše identificirali problemi u infrastrukturi, uslugama, produktivnosti i obučenosti osoblja, te omogućilo razvojnim agencijama da finansijske i tehničke resurse usmjere najefikasnije. Drugo, zemlje moraju uzeti u obzir enormne mogućnosti informacionih tehnologija. Danas u zemljama u razvoju više ljudi ima mobitele, nego pristojne toalete! Moraju se iskorištavati mogućnosti novih tehnologija za bolje upravljanje vodama. I treće, zemlje i razvojne agencije moraju ozbiljnije sagledavati „soft“ stranu vodne infrastrukture – upravljačke sisteme i kulturne navike, stanovišta ljudi i posebno žena, zatim institucija i neformalnih ili formalnih grupa, kao i regionalni kontekst. Sve to je na Rio+20 potrebno pretočiti u jasne ciljeve održivog razvoja.

NAJAVA KONFERENCIJE O ODRŽIVOM RAZVOJU
ENERGIJSKIH, VODNIH I OKOLIŠNIH SISTEMA
SUSTAINABLE DEVELOPMENT
OF ENERGY, WATER AND
ENVIRONMENT SYSTEMS
SDEWES 2013

SEPTEMBER 22-27, 2013, DUBROVNIK, CROATIA

Organizatori ove konferencije, već 8. po redu, su Univerziteti iz Zagreba i Lisabona, a ko-organizatori eminentni Univerziteti i Instituti iz Danske, Francuske, Njemačke, Mađarske, Holandije, Španije, Slovenije, Makedonije i Srbije. Konferencija je posvećena unaprjeđenju i razmjeni znanja o metodama, politikama i tehnologijama za povećanje održivosti razvoja i raskidanju veze između ekonomskog rasta i uništavanja prirodnih resursa, te zamjenjivanja ekonomijom na bazi znanja, uzimajući u obzir ekonomske, okolišne i socijalne aspekte, kao i metode za procjenu i mjerenje održivosti razvoja, koje se tiču sistema energije, transporta, vode, okoliša, proizvodnje hrane i mnogih njihovih kombinacija.

Neke od tema, odnosno sesija posebno interesantnih ljudima iz sektora voda su:

- Vodna politika i interakcija voda-energija;
- Vodna i okolišna politika;
- Poljoprivreda i voda;
- Održivi i eko-turizam;
- Analiza vodnih (vodoprivrednih) sistema i procjena uticaja na okoliš;
- Nano i mikrotehnologije i nauka za energijski, vodno i okolišno održive sisteme;
- Tretman vode i otpadne vode;
- Recirkulacija;
- Modeliranje zagađivanja, itd.

Rok za slanje abstracta 15.2.'13, a punih članaka 15.5. Konferencijski prilozi do 15.9.'13.
Više informacija na <http://www.dubrovnik2013.sdewes.org>



NOVA



ISSN 1512-5327



9 771312 532006