

ČASOPIS AGENCIJE ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE SARAJEVO

2009
Godina XIII

65



UVODNIK

D. Hrkaš
UVODNIK

AKTUELNOSTI

D. Hrkaš
PREKOGRANIČNE VODE – ZAJEDNIČKE
OBAVEZE I MOGUĆNOSTI

A. Mirvić
22. APRIL – DAN PLANETE ZEMLJE

ZAŠTITA VODA

I. Antunović
PRIJEDLOG NAPUTKA ZA ODREĐIVANJE
ZAŠTITNIH ZONA IZVORIŠTA PREKOGRANIČNIH
SLIVNIH PODRUČJA U KRŠU

F. Babić, A. Serdarević
POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE
PROČJEDNIH VODA SARAJEVSKOG ODLAGALIŠTA
KUĆNOG OTPADA

G. Mirković
MEĐULABORATORIJSKA POREDBENA ISPITIVANJA
OTPADNIH VODA (ILC-WW 16,17)

A. Merdan
ZNAČAJ TESTA TOKSIČNOSTI ZA ISPITIVANJE
KVALITETA VODA SA TEST ORGANIZMIMA

M. Jahić, A. Husetić
URBANI, REGIONALNI I KOMUNALNI ASPEKTI
PLANIRANJA KANALIZACIONIH SISTEMA

O. Gavrilović, D. Krčmar
ANALIZA VODE I SEDIMENTA U KRIVAJI – PODLOGA
ZA PLAN UPRAVLJANJA SEDIMENTOM

ZAŠTITA OD VODA

Ć. Ademović
ANALIZE INTEGRIRANOG POPLAVNOG RIZIKA
I ŠTETE OD POPLAVA

R. Tošić, D. Hrkalović
INOVIACIJA KARTE EROZIJE REPUBLIKE SRPSKE

VIJESTI I ZANIMLJIVOSTI

M. Gaković
VODA ZA KALIFORNIJU (III dio)



Autor kolor fotografija u ovom broju je Nenad Bužanin.

Fotografije su snimljene u gornjem toku rijeke Plive i njene desne pritoke rijeke Janj.

"VODA I MI"

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

<http://www.voda.ba>

Izdavač:

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

Glavna urednica:

Dilista Hrkaš, dipl. žurn.

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

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

Idejno rješenje korica: DTP STUDIO Studentska štamparija Sarajevo

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

Štampa: PETRY d.o.o. Sarajevo

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

POŠTOVANI ČITAOCI,

Počelo je proljeće. Ono kalendarsko već odavno, ali ono pravo, stvarno, sunčano i toplo tek na nekoliko dana prije pisanja ovog uvodnik, dakle, u prvoj dekadi aprila. Ovo je bila zima iz priča i pjesama: duga, snježna i hladna, ali uz to i skupa zbog grijanja, struje i drugih energenata koji nas griju i čije cijene neprestano rastu. Ipak, ima tu jedna značajna prednost: zbog dugih i obilnih snježnih i kišnih padavina, možemo biti sigurni da ćemo tokom ovog ljeta imati dovoljno vode za sve naše potrebe. Tu u prvom redu mislimo na vodosnabdijevanje, pa na proizvodnju energije (struje), industrijske potrebe, turizam i ... poljoprivredu. E, tu smo! Da li je u našim prilikama uopšte i bitno tu oblast spomenuti, obzirom da već godinama, barem kad se tiče dijela naše države čijim vodnim resursima upravlja Agencija za vodno područje rijeke Save, za taj oblik korištenja voda nema gotovo nikakvih aktivnosti, osim ako izuzmemo izgradnju i održavanje objekata za zaštitu od poplava uz rijeku Savu. Tim se objektima (nasipima i crpnim stanicama, prije svega), između ostalog štite i poljoprivredne površine u Posavini.

Međutim, poljoprivredna proizvodnja, koja se u razvijenom svijetu ne može ni zamisliti bez sistema za navodnjavanje i drugih hidrotehničkih objekata za te namjene (za što se troše veće količine vode nego u industriji), kod nas nije predmetom zanimanja ni poljoprivrednih proizvođača, ni odgovornih u vlasti, a hrana iz uvoza odnosi milijarde i često je vrlo upitnog kvaliteta. U isto vrijeme, desetine hiljada hektara neobrađenih površina u dolinama naših rijeka prepune su korova i sve prisutnije i opasnije ambrozije i drugih sličnih opasnih biljaka koje izazivaju sve teže alergijske i druge zdravstvene probleme našim građanima. O razvojnim mogućnostima i upošljavanju hiljada nezaposlenih, da i ne govorimo! Mogućnosti u poljoprivredi su raznolike i višestruko korisne. Potrebne resurse – zemljište, vodu i struku- imamo; viziju, plan, želju i novac- nemamo, tako se barem čini. Iako se tu i tamo pročita ili čuje kako neke domaće i inos-



Mala hidroelektrana na rijeci Jezernici kod Fojnice

Snimio: Mirsad Lončarević

trane finansijske institucije daju novčana sredstva za poljoprivredni i ruralni razvoj, na terenu, u praksi se malo šta od toga može vidjeti. Tim prije što je jedan od osnovnih preduslova tog razvoja obezbjeđenje vode za navodnjavanje, za farme, za prerađivače hrane itd. itd. Dakle, vodoprivredna infrastruktura bi trebala biti prethodnica ozbiljnijem ulaganju u ovu oblast. Kada će se i kako stvari mijenjati i dešavati, teško je i nezahvalno prognozirati, ali je više nego sigurno da će nas posljedice takvog odnosa prema poljoprivrednoj oblasti, odnosno proizvodnji hrane, za relativno kratko vrijeme svrstati među najsiromašnije zemlje starog kontinenta. U međuvremenu, dodijelile su se na desetine koncesija na vodama za proizvodnju energije, za punionice čiste i nezagađene bosanskohercegovačke vode koja će se prodavati u milionskim vrijednostima nama, jer teško ide izvoz bez određenih certificiranja, pogoršavaće se kvalitet voda zbog stalnog povećanja zagađivanja i tako će naši kvalitetni prirodni resursi (voda i zemljište) i dalje ostati samo naše neiskorištene mogućnosti.

Ipak, nikad nije kasno da se to stanje promijeni i da uspostavom i realizacijom dugoročnih razvojnih ciljeva u proizvodnji hrane značajno redukujemo siromaštvo i ekonomski ojačamo cijelo društvo.

HRKAŠ

Autori su u cjelosti odgovorni za sadržaj i kvalitet članaka.

UZ 22. MART – SVJETSKI DAN VODA

PREKOGRANIČNE VODE – ZAJEDNIČKE OBAVEZE I MOGUĆNOSTI

Već smo nekoliko puta pisali o tome da je Generalna skupština Ujedinjenih naroda razdoblje od 2005. do 2015. godine proglasila Međunarodnom dekadom “VODA ZA ŽIVOT”. U okviru ove akcije, ovogodišnje obilježavanje 22. marta - Svjetskog dana voda proteklo je u znaku fokusa na vode koje prelaze administrativne i političke granice i koje nas neminovno spajaju, te otuda i moto: PREKOGRANIČNE VODE – ZAJEDNIČKE OBAVEZE I MOGUĆNOSTI. Naravno, ovdje je riječ o slobodnom prevodu onoga što je u engleskom jeziku rečeno za Dan voda, ali je važno da poruka Ujedinjenih naroda stigne do svih nas i da je kao takvu i razumijemo.

Zašto prekogranične vode? Pa zato što oko 40% svjetske populacije živi u riječnim i jezerskim slivovima zajedničkim za dvije ili više zemalja. Na prostoru polovine Zemljine površine a u okvirima 145 zemalja nalazi se 263 prekograničnih slivova, a istovremeno ogromni rezervoari svježe vode se nečujno kreću podzemnim vodnim tokovima, “ne poznajući” pri tome nadzemne granice.

Izazovi koji su pred nama

Sve zemlje i njihove vlade žele obezbjediti svojim stanovnicima vodu za njihov zdrav, sretan i pro-

duktivan život. Kako rastu populacije i razvijaju se ekonomije, tako rastu i nacionalni zahtjevi, odnosno potrebe za svježom vodom. Ukupni resursi svježe vode na planeti mogu zadovoljiti potrebe svih ljudi, ali, kao što smo već puno puta ranije pisali, problem je u njoj neravnomjernosti u vremenu i prostoru, kao i u već prevelikom zagađivanju i neobezbjeđivanju pristupa svježoj vodi. Danas se mnoge zemlje suočavaju sa nestašicom svježe vode, a prognozeri kažu da će do 2025. godine 1,8 milijardi ljudi na Zemlji živjeti u zemljama ili regijama sa apsolutnim nedostatkom vode, dok bi čak dvije trećine svjetske populacije zbog toga mogle biti pod stresnim uslovima, odnosno imati redukcije u snabdijevanju vodom.

Nažalost, poseban problem u dostupnosti kvalitetnoj svježoj vodi predstavlja i njeno sve veće zagađivanje, bilo da se radi o bacanju našeg svakodnevnog otpada ili o industrijskom i poljoprivrednom zagađivanju. Podaci o ovome su zaista uznemiravajući jer se svaki dan od strane stanovnika jedine nam planete baci preko 2 miliona tona otpada u vodne tokove. Isto tako, u zemljama u razvoju se oko 70% neobrađenog industrijskog otpada također izbaci u vodne tokove i kad se svemu tome još doda zagađivanje preko tretiranja poljoprivrednih površina, čime se posebno zagađuju podzemne vode, onda je slika

Shared Waters - Shared Opportunities

World Water Day
2009



Transboundary Waters
22.03.2009

PRESENTED BY
 UN WATER

CO-ORDINATED BY


WITH THE ASSISTANCE OF
 UNECE
United Nations
Economic Commission
for Europe

VISUAL IDENTITY AND COMMUNICATION BY
 FAOWATER

stanja sa raspoloživom čistom vodom više nego uznemirujuća.

Uz sve ovo ide i uticaj klimatskih promjena. Stalnim rastom temperature neminovne su promjene u kišnim padavinama čime se povećavaju rizici od poplava i suša, ali i rizici topljenja glečera i ledenih oblasti kao ogromnih rezervoara i rezervi svježe vode na Zemlji.

Saradnja a ne konflikti

Zbog ranije opisanog stanja sa kvalitetnom svježom vodom, skeptici su skloni predviđati budućnost ispunjenu konfliktima i sukobima oko vode. Tim prije što su zemlje u svijetu na različitim nivoima razvoja, različitim ekonomskih i političkih interesa, a sve imaju zacilj zadovoljenje potreba za vodom, bez obzira na staro stanje sa vodama na njihovim prostorima.

Dosadašnja istorija civilizacije i ljudskog roda je pokazala da samo saradnja, a ne konflikt rješavaju probleme sa vodom. U tom smislu posebno mjesto pripada upravljanju prekograničnim vodama. Tako je i došlo do potpisivanja oko 300 međunarodnih vodnih sporazuma u zadnjih 60-ak godina, a samo je u 37 slučajeva došlo do prekršaja između zemalja zbog vode. Aktivnosti na unapređenju i punoj primjeni tih sporazuma su stalne, a potrebno je donijeti još na desetine sličnih dokumenata. Naime, 263 međunarodna riječna sliva i prekogranične vode nemaju sklopljene vodne sporazume, te tako nema ni saradnje niti zajedničkog odgovornog upravljanja.

Ovakvi sporazumi nose sobom i dodatnu dozu u izgrađivanju međusobnog poštovanja i uvažavanja, razumijevanja i povjerenja, te promovisanju mira, bezbjednosti i održivog ekonomskog razvoja.

Vode koje prelaze granicu i povezuju nas

Ove godine u okviru obilježavanja 22. marta - Svjetskog dana voda, međunarodna zajednica nas upravo podsjeća na važnost saradnje i zajedničkog upravljanja prekograničnim vodama, naglašavajući pri tome da svaka zemlja može zadovoljiti svoje potrebe za vodom ako budemo mudro dijelili to zajedničko blago i odgovorno njime raspolagali. Jer, bilo da živimo uzvodno ili nizvodno, ne smijemo zaboraviti da su vodni resursi ograničeni i ranjivi. Svi dijelimo odgovornost za gazdovanje prekograničnim vodama u svijetu, kako za sadašnje, tako i za buduće generacije.

Obilježavanje Svjetskog dana voda u Bosni i Hercegovini

U našoj zemlji su u povodu Svjetskog dana voda održane dvije velike manifestacije.

Prva je održana na planini Vlašić 17. marta u organizaciji holandske kompanije SNV i Srednjobosanskog kantona. Tom prilikom je kroz osam tema i

prezentacija bilo riječi o Bosni i Hercegovini i EU integracijama, o vodi kao faktoru povezivanja, o mogućnostima razvoja uz korištenje voda, o povezanosti voda i šuma, o vodi kao osnovi za razvoj turizma i drugo.

Druga, centralna manifestacija je održana 20. marta u Etno selu "Stanišić" kod Bijeljine, a organizirali su je nadležna entitetska ministarstva za vode RS i FBiH i agencije za upravljanje vodama također iz oba entiteta. Ovaj zajednički radni skup kome su prisustvovali "vodari" iz oba entiteta i kojih je bilo gotovo stotinu, osvrnuo se na nekoliko značajnih pitanja iz oblasti prekograničnih voda Bosne i Hercegovine.

Tako je predstavnik Međunarodne komisije za sliv Save, Dragan Zeljko prezentirao temu: Savska komisija - Prekogranična saradnja za održivi razvoj regiona, a Amra Ibrahimpašić iz Agencije za vodno područje rijeke Save temu: Prekogranična saradnja u okviru prekograničnih akcidentnih zagađenja. Dejan Hrkalović iz Zavoda za vodoprivredu Bijeljina govorio je na temu: Inovacija karte erozije na području RS i osvrt na uticaj nanosa na prekogranične vodotoke, dok je Boban Jolović iz Zavoda za geološka istraživanja RS iz Zvornika prezentirao temu: Pregled dosadašnjih aktivnosti na identifikaciji prekograničnih akvifera. Skup je radni dio završio temom: Prezentacija naputka za određivanje zaštitinih zona izvorišta u kršu prekograničnih slivnih područja, autora Ivana Antunovića ispred Agencije za vodno područje Jadranskog mora Mostar.

Uspješnosti i kvaliteti ovog skupa posebno je doprinijelo mjesto održavanja - Etno selo "Stanišić" kod Bijeljine, čiji bajkovito uređeni prostor ispresijecan potočićima i jezercima, sa objektima izgrađenim od drveta i kamena, ljubaznim i susretljivim osobljem je bio idealno mjesto da se na njemu susretne i razgovaraju ljudi čija je zadaća i odgovornost upravljanje bosanskohercegovačkim vodama.*

Završićemo ovaj tekst parafrazirajući jednu misao iz uvodnog obraćanja prisutnima ministra za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu Republike Srpske dr Radivoja Bratića koji je naglasio da u ovoj zemlji nema niko stručniji ni odgovorniji za vode nego oni koji su prisutni na skupu, odnosno svi uposlenici sektora voda u oba entiteta.

* Nekoliko fotografija iz ETNO SELA mogu se vidjeti uz tekst R. To{i}a i D. Hrkalovi}a "Inovacija karte erozije Republike Srpske".

22. APRIL – DAN PLANETE ZEMLJE

OBILJEŽAVANJE DANA PLANETE ZEMLJE U MISIJI OSCE-a U BOSNI I HERCEGOVINI

Dan planete Zemlje - Istorijat

Okoliš i njegova zaštita danas više ne predstavljaju problem samo jedne zemlje. Go ruća pitanja, poput oštećenja ozonskog omotača, emisija CO₂ i klimatskih promjena, u središtu su svakodnevnih međunarodnih diplomatskih razgovora. Iako je pojam 'žodrživi razvoj' prije svega par desetljeća predstavljao novinu, danas je to neizbježan prioritet svih, jer si nijedna zemlja koja ozbiljno pristupa svojoj sadašnjici i planira svoju budućnost, ne može priuštiti da ignorira neodvojivu vezu okoliša i kako na njega utiče ekonomski razvoj.

Iako se zaštita okoliša kroz istoriju pojavljuje u raznim oblicima u svim krajevima svijeta, savremeni pokret za zaštitu okoliša svoje korijene nalazi u Industrijskoj revoluciji, s obzirom da tada počinje nezapamćeno zagađivanje zraka sa otvaranjem velikog broja fabrika, koje u proizvodnji koriste ogromne količine fosilnih goriva. Ali, tek su se 1972, pod pokroviteljstvom Ujedinjenih nacija, svjetske vođe po prvi puta okupile da razgovaraju o međunarodnim pitanjima okoliša na Konferenciji o ljudskom okolišu (poznatoj i pod nazivom Stockholmska konferencija).

Od tada pa do danas, sklopljeno je više od 200 multilateralnih okolišnih sporazuma i ugovora.

Za razliku od međunarodnih konvencija i ugovora, koje potpisnice obavezuju na ispunjenje konkretnih zahtjeva i standarda, te čiju provedbu prati i sankcionira po potrebi čitav arsenal tematskih agencija, Dan planete Zemlje počeo je kao dobrovoljna *predanost* građana i institucija „podsjećanju na bogatstvo Planete i obnavljanju svoje posvećenosti izgradnji sigurnijeg, zdravijeg i čistijeg svijeta za sve”.

Dan planete Zemlje, koji se tradicionalno obilježava 22. aprila, utemeljio je američki senator Gaylord Nelson 1970. godine. Za života, ovaj američki senator, koji je dugo godina bio i guverner države Wisconsin, iza sebe je ostavio niz postignuća. Između ostalog, bio je jedan od predlagača Zakona o nacionalnom programu obrazovanja o okolišu, te je dao svoj izniman doprinos donošenju i drugih važnih zakonskih propisa poput onih koji propisuju obaveznu efikasnost u potrošnji goriva za automobilsku industriju, kontrolisanje površinskog iskopavanja rude, zabranu korištenja DDT-a i herbicida 245T. Prvo obilježavanje Dana planete organizirao je Dennis Hays

1970. godine u SAD-u, tada student na postdiplomskim studijama Univerziteta Harvard. Dvadeset godina poslije, 200 miliona građana u 141 zemlji svijeta učestvovalo je u raznim aktivnostima obilježavanja Međunarodnog Dana planete. Sigurno je da je i time dat bitan poticaj naporima na uvođenju praksi recikliranja diljem svijeta, a dvije godine kasnije, Ujedinjene nacije organizirale su u Rio de Janeiru prvi Samit o planeti Zemlji.

Dan planete Zemlje u svijetu

Organizatori prvog obilježavanja Dana planete 1970. godine, utemeljili su Mrežu za Dan planete (Earth Day Network - EDN) kako bi promovirali angažiranost svih stanovnika Planete na njenoj zaštiti i potakli organiziranje pozitivnih inicijativa diljem svijeta i tokom cijele godine, a ne samo na taj dan. Danas, ova Mreža obuhvata preko 15,000 organizacija u 174 zemlje svijeta. Mreža nudi programe povezivanja aktivista širom svijeta, razmjenu ideja i projekata za poboljšanje stanja okoliša i uticanje na pozitivne promjene na nivou lokalnih, nacionalnih ili globalnih politika. Zainteresirane organizacije ili grupacije tu mogu dobiti savjete kako organizirati neki događaj u svojoj zemlji ili zajednici, određeni projekat ili koncept pokrenuti ili prilagoditi političkim, okolinskim ili društvenim potrebama ili okolnostima zajednice iz koje dolaze. Danas je Dan planete jedini dan koji istovremeno obilježavaju stanovnici Planete različitih nacija i vjera u svim krajevima svijeta. Svake godine, više od milijardu ljudi učestvuje u aktivnostima unutar Mreže za Dan planete. Cilj je da sve aktivnosti, projekti ili inicijative ne završe tog dana ili traju samo jedan, da već da imaju svoju trajnu vrijednost i učinak.

Prošle godine, Mreža za Dan planete svoje aktivnosti organizirala je pod nazivom *Apel za klimu planete*, unutar kojih su stotine miliona stanovnika podigle svoj glas i uputile zahtjev za odlučnim mjerama u polju klimatskih promjena. Ove godine, Mreža će na Dan planete pokrenuti kampanju *Zelena generacija*, dvogodišnji projekat koji prati tekuće pregovore o novom svjetskom rješenju problema klimatskih promjena, a koji se trebaju okončati u decembru. Ova inicijativa zasnovana je na sljedećim principima:

- Budućnost bez ugljika, zasnovana na obnovljivim izvorima energije, okončat će našu zajedničku ovisnost o fosilnim gorivima, uključujući i ugalj.
- Obavezu svakog pojedinca da troši na odgovoran i održiv način.
- Stvaranje nove *zelene* ekonomije koja će ljude izbaviti od siromaštva otvaranjem miliona kvalitetnih *zelenih* poslova i transformirati obrazovni sistem u svijetu u sistem koji inkorporira principe zaštite okoliša.

Misija OSCE-a u BiH i Dan planete Zemlje

Prošle godine, na Dan planete Zemlje, Misija OSCE-a u Bosni i Hercegovini, pokrenula je svoju internu kampanju podizanja ekološke svijesti uposlenika Misije. Ova kampanja, u potpunosti se zasniva na dobrovoljnom učešću i usvajanju onih poslovnih navika sa pozitivnim ili umanjenim negativnim učinkom po okoliš. Ovom inicijativom, *Zelena Misija*, svi uposlenici Misije koji to žele mogu dati svoj doprinos jačanju ekološke svijesti i mijenjanjem svojih poslovnih navika. U svrhu promovisanja kampanje, u Glavnom uredu te u svim terenskim uredima, postavljeni su poster i podijeljene info-kartice sa *10 Savjeta Zelene Misije*, kojima se na jednostavan način mogu promijeniti naše poslovne navike, a time ostvariti dugotrajn i pozitivan učinak po okoliš. Savjeti posebno naglašavaju važnost smanjenja nepotrebne potrošnje papira, ponovnog korištenja papira, i u konačnici recikliranja papira i papirne ambalaže. Danas, glavni ured Misije u Sarajevu te većina terenskih ureda ima sklopljene ugovore ili aranžmane sa domaćim kompanijama za otkup i reciklažu papira i papirne ambalaže. U svim prostorijama i uredima Misije, označena su mjesta za prikupljanje takvih artikala. Na svojoj računarskoj mreži, rezervisan je poseban prostor za objavljivanje aktuelnih priča i članaka, iz zemlje i svijeta, na temu zaštite okoliša. Svi uposlenici tu mogu



objavljivati svoja opažanja, primjere dobre ili loše prakse, i potkrijepiti ih svojim fotografijama.

Na Dan planete 22. aprila 2008. godine, u glavnom uredu Misije prikazan je dokumentarac poznatog BiH televizijskog autora i reditelja Dinne Kassale *Pusti rijeku neka teče*. Kako bi potakli sve uposlene da što manje koriste plastične kese u privatnom i poslovnom životu, na taj dan podijeljene su i platnene vrećice sa porukom *Nisam od plastike*.

Ono što je ovom kampanjom započeto 2008. godine, nastavljeno je i ove godine kroz dvije paralelne inicijative. Naime, u martu je Misija objavila foto-konkurs za dodjelu nagrada za najbolju fotografiju na temu *Zaštitimo vode BiH*. Cilj ovog foto-konkursa jeste da se još jedanput javnost BiH podsjeti na važnost zaštite voda od zagađenja. Pristup i raspoloživost pitke vode drastično opada u svijetu. Komisija za održivi razvoj procjenjuje da će do 2020. godine, dvije trećine svjetske populacije živjeti u zemljama pogođenim ovim problemom. Nažalost, nebriga stanovništva i loše prakse upravljanja od strane odgovornih vlasti dovode do iznimno visokog pritiska na kvalitet vode i povećanje nivoa zagađenosti. Ovim foto-konkursom, u kojem su mogli učestvovati svi učenici i učenice osnovnih škola u Bosni i Hercegovini, Misija želi doprijeti do najmlađe generacije i naglasiti važnost očuvanja najdragocijenijeg prirodnog resursa u svijetu, a posebno u Bosni i Hercegovini.

Slanjem svojih fotografija o dobrim ili lošim primjerima zaštite voda u BiH, učenici i učenice pokazali su kako oni vide ono što se dešava u ovom neodvojivom dijelu našeg okoliša. Dobitnicima prvih triju nagrada za najbolju fotografiju kao i direktorima škole iz kojih dolaze, prigodne nagrade bit će uručene na Dan planete, 22. aprila u Glavnom uredu Misije u Sarajevu. U saradnji sa Agencijom za vodno podru-

KONKURS ZA NAJBOLJU FOTOGRAFIJU

Pozivamo učenike svih osnovnih škola da učestvuju na konkursu za izbor najbolje fotografije na temu:

Zaštitimo vode BiH!



Vašom fotografijom pokažite svima dobre ili loše primjere zaštite vodnog bogatstva naše zemlje!

Ko?

- Učenici osnovne škole

Šta?

- Izrađena fotografija 10x15 cm
- Digitalna fotografija 1600x1200 pixels

Kako?

- Navesti ime i prezime
- Razred, naziv i adresa škole
- Kontakt telefon
- Mjesto i datum fotografiranja
- Kratki opis fotografije
- Dostaviti najviše 3 fotografije

Gdje?

E-mailom na: photo.ba@osce.org
Poštom: Misija OSCE-a u BiH
(za Fotokonkurs)
Fra Andela Zvizdovića 1
71000 Sarajevo

Kada?

Konkurs je otvoren do
15. aprila 2009. godine!

Autore/ice prve tri najbolje fotografije očekuju SUPER NAGRADE!

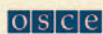
Predstavljanje pobjedničkih fotografija je 22. aprila, na Dan planete Zemlje! Pokažite svima kako treba čuvati dragocjeno bogatstvo voda od zagađenja!



čje rijeke Save, Misija je za škole iz koje dolaze dobitnici prve tri nagrade pripremila set edukativnih infografika o zaštiti vode, štednji vode, vodi i zdravlju, vodi i okolišu te o vodnim resursima Bosne i Hercegovine.

Pored foto-konkursa, a putem svog terenskog ureda u Banjaluci, Misija će organizirati, zajedno sa nevladinom organizacijom *Centar za okoliš* i biciklima *Capriolo*, biciklističku vožnju kroz osam općina u tom dijelu zemlje. Ovom vožnjom želi se promovirati svijest o potrebi zaštite okoliša i promovirati primjer dobre prakse, pritom naglašavajući bogatstvo i dragocjenost vodnih resursa u slivu rijeka Une, Sane i Vrbasa. Vožnja će početi u Martin Brodu 21. aprila a grupa od 20-25 biciklista entuzijasta zaustavljat će se u Bosanskoj Krupi, Novom Gradu, Prijedoru, Sanskom Mostu, Ključu i Mrkonjić Gradu. U saradnji sa općinama i partnerskim nevladinim organizacijama, u svim gradovima tog dana promovisat će se raniji, tekući i planirani projekti zaštite okoliša, sa posebnim naglaskom na inicijative i projekte od regionalne važnosti. Jedna od takvih je i *Inicijativa za okoliš u slivu Une i Sane*, koja predstavlja odličan primjer dobre prakse međuentitetske i prekogranične saradnje te aktivnog učešća građana i partnerstva vlasti i građana. Pod geslom, *Mijenjaj svoje navike*, biciklisti će zajedno sa domaćinima u općinama govoriti o važnosti mijenjanja navika za dobrobit zaštite okoliša.

Nisam
od
Plastike





Prikaz maršute biciklističke vožnje u čast 22. aprila

Načelnici svih uključenih općina već su potvrdili svoj interes za učešćem i finansijskim podržavanjem ove inicijative, zajedno sa angažiranim nevladinim organizacijama u tim općinama.

Vožnja će se okončati na Dan planete, 22. aprila u Banjaluci, te će upotpuniti niz drugih aktivnosti koje Grad Banja Luka planira za taj dan (Dan Grada Banjaluke), uključujući izložbu na temu zaštite okoliša, te projekcije tematskih filmova.



Ada na rijeci Savi

Snimio: M. Lončarević

PRIJEDLOG NAPUTKA ZA ODREĐIVANJE ZAŠTITNIH ZONA IZVORIŠTA PREKOGRANIČNIH SLIVNIH PODRUČJA U KRŠU*

SAŽETAK

U povodu Svjetskog dana voda u Bijeljini je održan radni sastanak na temu „Prekogrančne vode“. Jedna od izloženih tema je „Prezentacija naputka za određivanje zaštitnih zona izvorišta u kršu za određivanje zaštitnih zona izvorišta u kršu prekograničnih slivnih područja“. U radu SE daje prikaz ovog Naputka pripremljenog za tu prigodu, a koji može korisno poslužiti svima koji se bave istraživanjima i utvrđivanju mjera zaštite podzemnih voda u kršu. Zaštita podzemnih voda u krškom vodonosniku je dosta složen zadatak. Osnovna karakteristika krškog slivnog područja je relativno brzi unos vode i zagađivača sa površine u podzemlje. Duž zamršenog spleta podzemnih kanala zagađivači relativno brzo dotječu do izvora i vrela, koja se na tim prostorima najčešće koriste za vodoopskrbu. Stručno je dosta zahtjevno odrediti parametre na temelju kojih se mogu utvrditi učinkoviti načini zaštite ovih bogatih podzemnih vodnih resursa. Granice unutar kojih se formiraju krški slivovi su hidrogeološke razvodnice i najčešće se prostiru izvan granica jedne ili više država. Da bi se učinkovito pristupilo njihovoj zaštiti potrebno je imati jedinstvene

kriterije zaštite u svim državama koje se nalaze na području krških slivova.

UVODNE PRIPOMENE

Veliki dio prostora Republike BiH i Republike Hrvatske pokrivene su krškim slivovima u kojim podzemne vode gravitiraju prema Jadranskom moru i slivu rijeke Une. Da bi se na jedinstven način pristupilo zaštiti tih podzemnih voda Povjerenstvo za vodno gospodarske odnose Republike BiH i Republike Hrvatske je oformilo Radnu grupu čiji je zadatak da izradi Naputak za određivanje zaštitnih zona izvorišta u kršu prekograničnih slivnih područja.

U radu ove grupe su sudjelovali

Ispred R. BiH:

Ivan Antunović,
Petar Milanović
Slobodan Čubrilo
Roksanda Školjić

Ispred RH:

Božidar Biondić;
Ante Pavičić
Zdravko Brajković

U izradi ovog prijedloga Radna grupa se koristila iskustvima EU COST projekta, te bogatim iskustvi-

* Tema je prezentirana u povodu svjetskog Dana voda

ma u istraživanjima i provedbi zaštite u području Republike Hrvatske i Republike BiH.

U pristupu zaštite krških vodonosnika utvrđeno je da bi provedbu zaštite trebalo realizirati kroz 4 stupnja:

1. Izrada generalne karte opasnosti od onečišćenja – u kojem bi se definirale zaštitne zone i smjer zaštite krških vodonosnika;
2. Istraživanje ugroženosti visokih zona zaštite;
3. Izrada konačnog prijedloga zaštite i postupak usvajanja;
4. Provođenje mjera zaštite

Naglasak u ovom radu je dan na prve dvije točke, s obzirom da su ostale manje više regulirane postojećim zakonskim aktima. U radu su posebno naglašena potrebna istraživanja, jer samo kvalitetni i pouzdani rezultati istraživanja pružaju mogućnost učinkovite zaštite podzemnih voda u kršu

IZRADA GENERALNE KARTE OPASNOSTI OD ONEČIŠĆENJA

Pristup u nekim evropskim državama

U većini zemalja se kao temeljni kriteriji su usmjereni prema zaštiti izvorišta od bakteriološkog onečišćenja i ograničenja od 50 dana koja približno odgovaraju vremenu preživljavanja bakterija u podzemnim vodama. U okviru EU COST projekta se u svim zemljama intenzivno radi na poboljšanju i učinkovitosti zaštitnih mjera podzemnih voda, poglavito podzemnih voda u kršu.

Postoje dva načelna pristupa zaštiti podzemnih voda. Jedan pristup za temeljni kriterij uzima vrijeme zadržavanja podzemne vode u podzemlju na temelju kojeg se određuju udaljenosti granica od izvorišta za pojedine zaštitne zone. U svakoj zoni se propisuju mjere i režimi zaštite.

Drugi pristup se temelji na teoretskim pretpostavkama o dinamici različitih vrsta zagađivala kroz podzemlje i za svaku vrstu zagađenja određuju kritične udaljenosti od izvorišta.

U Velikoj Britaniji neposredna zaštita izvorišta, kao i kod većine zemalja, temelji se na udaljenosti granice od 10 do 50 m od vodozahvatnih objekata. Umjesto ostalih zona zaštite definiraju se zone ugroženosti od određenih izvora postojećih i potencijalnih zagađenja. Ovakav pristup zahtjeva vrlo detaljna i obimna istraživanja, te definiranje modela vrlo bliskog stvarnom stanju koji bi omogućio da se matematičkim simulacijama utvrđuju zone ugroženosti koje bi osigurale nužnu sigurnost za određene vrste zagađivača.

Većina ostalih evropskih zemalja za kriterij koriste vrijeme zadržavanje vode u podzemlju.

U Njemačkoj se određuju tri zone zaštite prema stupnju ugroženosti i vremenu zadržavanja vode u



Una - naša najpoznatija kraška rijeka

Snimio: M. Lončarević

podzemlju. Prva zona je neposredna zaštita vodozadržavanja – izvorišta (oko 20 m od vodozahvatnog objekta), druga zona odgovara udaljenosti koju podzemna voda pređe u vremenu od 50. dana. Treća zona odgovara području do hidrogeološke razvodnice slivnog područja. Ako je slivno područje složeno, treća zona se dijeli u **IIIA** (obuhvaća udaljenost do 2. km) i **IIIB** (udaljenost od 2 km do hidrogeološke razvodnice slivnog područja).

U Švicarskoj su utvrđene tri zone zaštite i sektor **A**. **S1** zona odgovara neposrednoj zaštiti vodoopkrbnih objekata (udaljenost od 5 do 20 m). **S2** zona je tzv. "bliža zaštita" koja obuhvaća prostor u promjeru oko 100 m ili prostoru koji odgovara udaljenosti od izvora u kojem se podzemna voda zadržava oko 10 dana, a ima funkciju spriječiti neposredno povezivanje zagađivala s izvorištem. Treća zona **S3** je "dalja zaštitna zona" i odgovara slivnom području u kojem hidrogeološki pokazatelji upućuju na brzu komunikaciju s izvorom. Sektor **A** predstavlja ostali dio sliva i uglavnom se odnosi na krška područja.

U Hrvatskoj, koja ima veliki broj zajedničkih slivnih područja s Republikom BiH, su popisane zaštitne zone slične propisanim zonama u većini evropskih zemalja. Tako se za krške slivove utvrđuje Zona strogog režima zaštite ili **I.** zona zaštite koja obuhvaća nalazište vode (izvorište, kaptaza, crpilište **IA** zona) i zona koja obuhvaća površinski naplavno područje oko izvorišta (**IB** zona).

Svi dijelovi krškog sliva nemaju podjednaku opasnost za onečišćenje podzemnih voda. Daleko su opasniji glavni drenažni smjerovi prema krškim izvorima i ponorne zone u slivu koji su direktno povezani s vodoopskrbnim izvorima.

To je na prikazanoj shemi (sl.1) zona najgušće šrafure iznad podzemnog toka. Udaljavanjem od te zone brzine podzemnog tečenja su sve manje i vrijeme zadržavanja vode je sve duže.

Na površini krškog sliva raspored zona različitih brzina podzemnog tečenja bi približno izgledao kao što je prikazano na skici (sl 2).

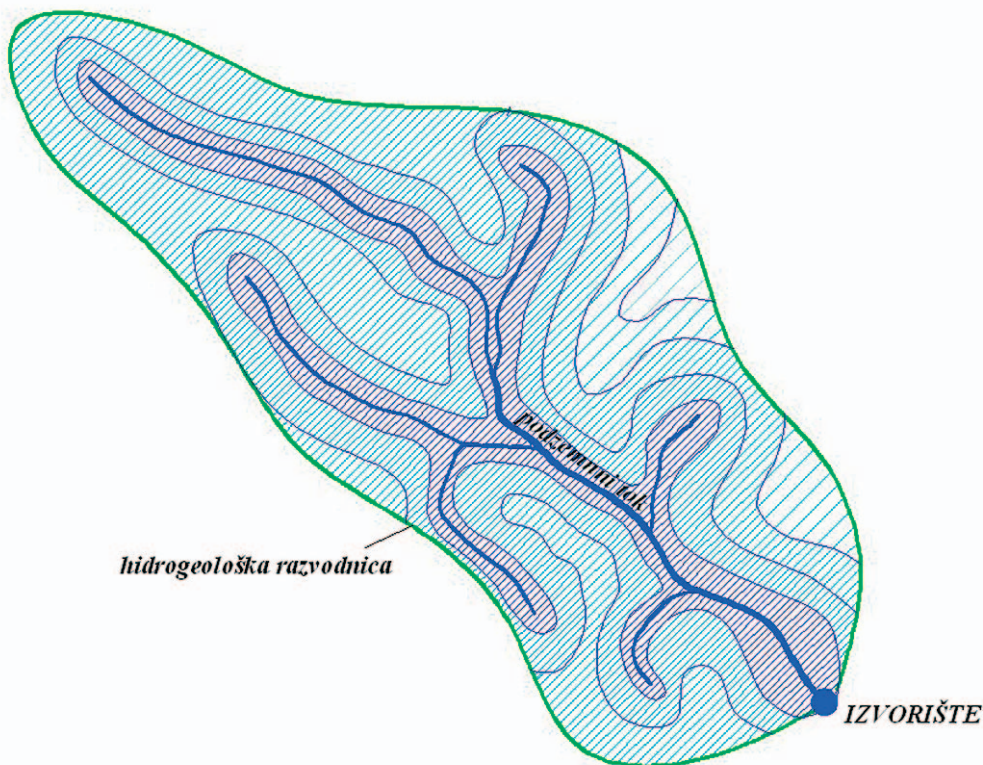
S hidrogeološkog aspekta to je najznačajniji stupanj u postupku zaštite krških vodonosnika jer treba identificirati prirodni drenažni sustav, njegovu geometriju i dinamičko funkcioniranje. Osnovni parametar kod toga trebaju biti brzine podzemnih tokova, tip infiltracije, funkcija nesaturirane zone i drugi prirodni elementi, koji mogu smanjiti visinu rizika. To je bio osnovni razlog što je u zaštitno zoniranje unesen parametar prividne brzine podzemnog toka u kombinaciju s dužinom transporta vezanu uz bakteriološko onečišćenje. Na taj način i područja transporta dužeg od 10 dana mogu se uvrstiti u visok stupanj zaštite ukoliko su prividne brzine podzemnog toka veće od 3 cm/s i to one mjerene u vrijeme povlačenja visokih vodnih valova.

Na taj način bilo je moguće postaviti i predložiti određenu shemu kriterija (Tablica 1) za zaštitu krških vodonosnika, koji tek u kombinaciji s mjerama zaštite mogu biti efikasni alat u zaštiti krških vodonosnika.



Proljeće na Uni

Snimio: M. Lončarević



Sl.2. Skica zona različitog stupnja opasnosti od onečišćenja podzemnih voda na površini krškog sliva

Tablica 1.

	<i>Zaštitne zone</i>	<i>Tok podzemne vode prema crpilištu</i>	<i>Prividna brzina podzemne vode (cm/s)</i>	<i>Potrebne hidrogeološke podloge</i>
<i>Zona strogog režima zaštite</i>	<i>Ia</i>	Neposredno područje crpilišta	Mora biti uređeno	M 1 : 1000
	<i>Ib</i>	Neposredni površinski sliv	Mora biti označeno	
<i>Zona strogih ograničenja</i>	<i>II</i>	24 sata	Zona istjecanja sliva (> 3 cm/s)	M 1 : 5000
<i>Zona ograničenja i kontrole</i>	<i>III</i>	1 – 10 dana	Pretpostavljena retencijska zona (1 – 3 cm/s)	M 1 : 25 000
<i>Zona ograničene zaštite</i>	<i>IV</i>	10 – 50 dana	(< 1 cm/s)	M 1 : 50 000
<i>Posebno zaštićene zone</i>	<i>Vodozaštitni rezervat</i>	Glavno područje prihranjivanja	Planinska područja – zona prihranjivanja	M 1 : 50 000

Zona strogog režima zaštite ili I. zona zaštite

Obuhvaća nalazište vode (izvorište, kaptaža, crpilište), crpnu stanicu, postrojenje za preradu vode i objekte neophodne za pogon, održavanje i čuvanje crpne stanice. **I.** zonu iz čisto praktičkih razloga treba podijeliti na **IA** i **IB** zonu, s time da se **IA** zona mora ograditi, dok se **IB** zona samo označava tablama. **IB** zona uglavnom ne bi trebala biti veća od 1 km². U ovim zonama ne dozvoljava se praktički niti jedna druga aktivnost osim onih vezanih za eksploataciju, preradu i transfer vode u vodoopskrbni sustav. Međutim, već se za **IB** zonu mogu načiniti izuzeci. Samo u iznimnim slučajevima, kada nema drugih rješenja, može se dozvoliti izgradnja posebno značajnih prometnica ili one već postoje, ali uz obveznu kontroliranu odvodnju izvan zone zaštite i višestruko osiguranje prometa.

Zona strogih ograničenja ili II. zona zaštite

Obuhvaća glavne drenažne smjerove u neposrednom slivnom području izvorišta ili crpilišta pitke vode s mogućim dotocima kroz krško podzemlje u uvjetima visokih voda unutar 24 sata, odnosno područja u kojima se registrirane prividne brzine podzemnih tokova veće od 3 cm/s. Na taj način mogu neki od vrlo udaljenih ponornih zona doći u visok stupanj zaštite, što je normalno za krške terena. Granice **II.** zaštitne zone bi se u principu trebale označavati tablama na terenu, međutim zbog ponekad velikih dimenzija te zone, to ne mora biti obvezna radnja, međutim ponorne zone, koje dobiju taj stupanj zaštite ponekad treba i ograditi, što može biti različito od slučaja do slučaja. Neophodno je spriječiti odlaganje otpada ili unos otpada u ponore. Generalno gledajući u **II.** zaštitnoj zoni treba izbjegavati izgradnju prometnica i planiranje urbanih i industrij-

skih sadržaja, međutim kada su izvori smješteni unutar urbanih područja, tada **II.** zone zaštite moraju dobiti prioritet u komunalnim sanacijskim zahvatima. Posebno opasni industrijski pogoni trebaju se premjestiti izvan ugroženih područja ili ih treba maksimalno sanirati i svesti negativan utjecaj industrije na minimum. Svi zahvati u prostoru **II.** zaštitne zone moraju biti u funkciji poboljšanja stanja. Nema tog industrijskog pogona, koji svojom dobiti može nadomjestiti čistu pitku vodu. Ono što mora biti strogo zabranjeno je upuštanje otpadnih ili pročišćenih otpadnih voda u podzemlje i deponiranja bilo kakove vrste otpada.

Zona ograničenja i kontrole ili III. zona zaštite

Obuhvaća dijelove krških slivova, s kojih je moguć dotok podzemne vode u uvjetima visokih vodnih valova u razdoblju između 1 i 10 dana, odnosno područja (ponorne zone) s kojeg su registrirane prividne brzine podzemnih tokova u rasponu između 1 i 3 cm/s. U ovoj zoni zaštite u bilo kojim uvjetima treba zabraniti otpuštanje otpadnih voda u krško podzemlje, lociranje sanitarnih deponija i izgradnju kemijskih industrijskih postrojenja. Za prometnice tipa autocesta i željezničkih pruga treba osigurati kontroliranu odvodnju i tek nakon pročišćavanja dozvoliti upoj u krško podzemlje. Od poljoprivredne proizvodnje tek stočarstvo treba ograničiti na individualna seoska gospodarstva.

Zona ograničene zaštite ili IV. zona zaštite

Obuhvaća preostale dijelove slivova s mogućim dotokom na izvore podzemne vode u uvjetima visokih vodnih valova u rasponu između 10 i 50 dana, odnosno utvrđenim prividnim brzinama podzemnih tokova manjim od 1 cm/s. Obvezna ograničenja ove

zone su daleko manja od **III.** zone zaštite, međutim ono što se može sugerirati je izbjegavanje formiranja sanitarnih deponija i zabrana otpuštanja otpadnih voda u krško podzemlje bez pročišćavanja. Za prometnice vrijede isti uvjeti kao i za treću zonu, jer se radi o trajnom opterećenju vodonosnika, koje makar i nakon dužeg vremena može imati negativan utjecaj na krške vodonosnike.

Vodoopskrbni rezervati

Obuhvaćaju brdsko-planinska područja, glavne zone prikupljanja i zadržavanja vode u slivovima. Zbog značaja za vodoopskrbu s jedne strane i relativno slabog poznavanja hidrogeoloških odnosa s druge strane, ta područja trebaju imati poseban status zaštite. Obzirom da pokrivaju u puno slučajeva područja strateških rezervi pitke vode, pri bilo kakvoj potrebi izgradnje infrastrukturnih ili drugih objekata, na pr. glavnih prometnica s tunelima, neophodno je izvesti vrlo detaljna hidrogeološka istraživanja već u fazi lociranja objekata, radi izbjegavanja degradacije prirodnih vodnih sustava.

Moguća odstupanja od zabrana

Za eventualnu izvedbu zahvata u prostoru koji Pravilnikom nisu dopušteni ili su uvjetno dopušteni, potrebno je načiniti projekt u sklopu kojeg treba detaljnim i namjenskim vodoistražnim radovima ispitati uži lokalitet (»mikrozona«). Na temelju rezultata ovih istraživanja utvrdit će se pogodnost terena za izvedbu predviđenog zahvata, te na osnovu njegove osjetljivosti odrediti pripadajuće mjere zaštite unutar tog prostora (»mikrozona«). Mjere zaštite se određuju u vodopravnim uvjetima za izradu tehničke dokumentacije. Izvedba takvih zahvata provodi se uz vodni nadzor, a troškove dopunskih istraživanja snosi investitor zahvata. Istraživanja mogu obavljati samo za to ovlaštene ustanove.

ISTRAŽIVANJA

Istraživanja za izradu generalne karte opasnosti od onečišćenja

Nemoguće je propisati istraživanja na području krških slivova, jer su krški tereni toliko heterogeni i nepredvidivi, da istraživačima treba ostaviti istraživačku slobodu, ali tek iznad minimalnih sadržaja. Iskustva su pokazala da je u puno slučajeva zaštitno zoniranje načinjeno temeljem samo rekognosciranja terena i pogleda na Osnovnu geološku kartu, a donošene su bitne odluke o razvoju cijelih regija. Osim toga, istraživačke metode su u posljednjih desetak godina tehnološki napredovale, posebno na području satelitske tehnologije, foto geološke obrade avionskih snimaka, geohidrokemije i interpretativnih prikaza GIS metodama, pa sve te sadržaje treba ugrađivati i u projekte zaštite voda. GIS je neophodan alat

budućnosti, jer zaštitne zone izvorišta pitke vode treba ugraditi u prostorne planove, a ti planovi u pravilu moraju biti prikazani GIS tehnologijom.

Geološke podloge trebaju se raditi na topografskim podlogama koje će svojim mjerilom dati dobar pregled rezultata hidrogeoloških istraživanja i raspored crpilišta u regiji. Za litostratigrafsku i strukturno tektonsku (geološku) analizu treba uz korištenje Osnovne geološke karte, raditi fotogeološku analizu satelitskih i avionskih snimaka u sklopu konačne strukturno-tektonske obrade terena. Posebnu treba obraditi pozicije većih sinklinalnih struktura i glavnih rasjeda, jer to su u najvećem broju slučajeva i glavna drenažna usmjerenja.

Hidrogeološke podloge trebaju biti pripremljene prema Uputama za izradu Osnovne hidrogeološke karte. Sadržaj istraživanja diktira mjerilo topografske podloge, a to znači uglavnom analiza poznatih podataka uz dodatna istraživanja regionalnih značajki. Neizostavan je prikaz hidrogeološkog modela kako cijelog sliva tako i užeg područja izvorišta.

Geofizička istraživanja moraju imati isključivo regionalni karakter, odnosno moraju biti u funkciji definiranja prostorne heterogenosti i glavnih drenažnih usmjerenja. Iskustva su pokazala da geofizička geoelektrična mjerenja mogu dati korisne rezultate kod utvrđivanja pozicije zona većih koncentracija podzemnih voda.

Određivanje hidrodinamičkih parametara i ponašanje sustava toka nije samo analiza hidroloških mjerenja na izvorima, već uključuje i trasiranja podzemnih tokova, pa djelomično i geohidrokemijska istraživanja, jer prema današnjim saznanjima voda nije više jedinstveni fluid, već mješavina vode različitog zadržavanja u krškom podzemlju, voda porijeklom s visinski različitih dijelova sliva itd. U svakom slučaju za projekt zaštite treba napraviti dobru hidrološku analizu istjecanja temeljenu na što dužem mjernom nizu. Hidrološka mjerenja i analiza organizirane mreže hidroloških mjerenja, mora biti obvezni sadržaj prve faze istraživanja, jer to su ulazne vrijednosti za izradu bilance voda prirodnih vodnih sustava.

Kod definiranja prirodnih drenažnih sustava i dinamike voda (slivova) potrebno je raditi i dio geohidrokemijskih istraživanja, koji se odnosi na analizu radioaktivnih (^{14}C , ^3H) i stabilnih izotopa ($\delta^{18}\text{O}$, δD , $\delta^{13}\text{C}$). Za potrebe regionalnih studija pojedinih područja dovoljno je obuhvatiti prosječno četiri sezonska vegetacijska i hidrološka razdoblja.

Detaljna ocjena dinamike i uvjeta obnavljanja zalih podzemnih voda, određivanje srednjeg vremena zadržavanja vode u vodonosnicima sekundarne poroznosti kakvi su krški vodonosnici zahtijeva minimalno mjesečna opažanja kroz jednu hidrološku godinu. Međutim, istraživanja u svijetu navode kao op-

timum mjesečna opažanja kroz dvogodišnje, a često i duže razdoblje. Tome govori u prilog i činjenica da uvijek jedna i više godina može biti izuzetna u hidrološkom smislu.

Ispitivanje kakvoće vode crpilišta pitke vode u krškim područjima nemoguće je raditi u sklopu studije za zaštitu voda, jer to je uobičajeno prekratko razdoblje. Za ocjenu stanja izvorišta pitke vode treba koristiti višegodišnje podatke i stanje kakvoće izražavati u obliku trendova, jer to najbolje iskazuje stanje u slivu, koji napaja to izvorište. Uobičajeno se za izvorišta pitke vode rade standardne sanitarne analize, čiji se sastav iz godine u godinu proširuje, međutim za upotpunjavanje slike o kakvoći vode treba najmanje 2 puta godišnje raditi proširene analize, a može se preporučiti multielementarne analize, koji mogu ukazati na eventualne opasnosti.

Trasiranja podzemnih tokova je obvezno istraživanje u sklopu definiranja zaštitnih zona i mjera zaštite u krškim terenima. Tehnika trasiranja podzemnih tokova je danas izuzetno razvijena, pa čak postoje specijalizirane konferencije, na kojima se razgovara samo o trasiranjima podzemnih tokova. Najviše je do sada korišten kao traser Na-fluorescein, ali brojna trasiranja su izvedena radioaktivnim tvarima, rodaminom, kuhinjskom soli itd. U svijetu su danas radioaktivni materijali zabranjeni za trasiranja, a osim toga ti materijali pokrivaju vrlo značajna ispitivanja prirodnih izotopa u sklopu hidrokijskih istraživanja voda.

Bilance voda krških slivova je jedan od najvažnijih segmenata projekta zaštite, posebice u uvjetima maksimalnih iskorištenja vodonosnika tijekom ljetnih sušnih razdoblja. Bilance treba raditi u skladu sa zahtjevima hidrologije.

Registriranje potencijalnih onečišćivača dio je ocjene rizika krških slivova, stoga sve potencijalne točke onečišćenja u slivovima, koji se štite, treba registrirati i izraditi katastar, koji se unosi u informatički sustav. Onečišćivače treba razvrstati prema njihovom izvoru, kategoriji rizika i načinu ponašanja u krškom vodonosniku. Izvori onečišćenja ukazuju na određena usmjeravanja kemijske analitike vode za piće.

Geografski informatički sustav je neizostavni standardni alat za upravljanje prirodnim sustavima, a posebice u kombinaciji s korištenjem prostora.

Istraživanja za izradu generalne karte opasnosti od onečišćenja

Istraživanja ugroženosti zona visoke zaštite predstavlja drugi stupanj istraživanja u sklopu zaštite krških vodonosnika koji znatno detaljnije i dublje ulazi u raščlambu hidrogeološke problematike i rješava-

nje problema zaštite. U svjetskoj terminologiji koristi se naziv "vulnerability mapping", termin koji se koristi za prezentaciju prirodnih uvjeta (geološke, hidrogeološke, klimatološke i vegetacijske karakteristike), a koji određuju osjetljivost krških vodonosnika na onečišćenje ljudskom djelatnošću.

Prostori zona visoke zaštite su *I*, *II* i djelomično *III* zona. Naime, *III* zona zaštite obuhvaća prostore podzemnih akumulacija i dosadašnja praksa je pokazala da prostore te zone, obzirom na ograničenja, treba svakako prikazati na topografskoj podlozi najsitnijeg mjerila 1:25.000.

Istraživanje zona strogog režima ili *I* zaštitne zone treba prikazati na detaljnoj hidrogeološkoj karti mjerila 1:1000. Temeljni zadatak mjera zaštite u toj zoni su obrana od površinskog priljeva onečišćenja u crpilište pitke vode. Samo prema potrebi (prirodni uvjeti) treba osim površinskog kartiranja, načiniti i program geofizičkih istraživanja i istražnog bušenja. U sklopu stručnog elaborata za *I*. zonu zaštite potrebno je prikazati režim crpljenja i promjene kvalitete vode u skladu sa crpnim količinama. Na detaljnoj podlozi moraju se definirati mogući izvori onečišćenja (mreža kanalizacije i dr), koji ulaze u hitni program sanacije.

Istraživanje zone strogih ograničenja ili *II* zone zaštite je najsloženiji dio istraživanja ugroženosti visokih zona zaštite. Temeljna podloga ovih istraživanja je hidrogeološka karta M 1:5000, koja uključuje detaljno hidrogeološko kartiranje glavnih drenažnih smjerova, odnosno područja najvećih prividnih brzina podzemnih tokova (> 3 cm/s), pa prema tome i zona najvećih rizika za crpilišta pitke vode. Radi se o kombiniranoj analizi prirodnih uvjeta, potencijalnih izvora onečišćenja i utjecaja mogućih onečišćenja na krške podzemne vode.

Detaljna hidrogeološka karta 1:5000 mora da sadrži:

- litostratigrafsku analizu stijena,
- strukturno-tektonska obrada temeljem analize satelitskih i avionskih snimaka u kombinaciji s identifikacijom na terenu (obrada pukotinskih sustava),
- procjenu hidrogeoloških obilježja stijena,
- analizu i raspored naslaga kvartarne starosti u funkciji identifikacije geoloških zbivanja značajnih za procese okršavanja i formiranje drenažnih sustava,
- lociranje svih vodnih i morfoloških pojava i
- prostorni prikaz pokrovnih naslaga, koje smanjuju ili sprječavaju infiltraciju s površine terena.

Geofizička istraživanja su uglavnom značajna u sklopu ove faze istraživanja. Od metoda preporučuju se geoelektrično profiliranje i sondiranje, plitka seizmička refleksija, ali i druge metode, koje mogu identificirati glavne zone pucanja struktura (fotogeološka obrada avionskih snimaka), a to su uglavnom i glavni drenažni smjerovi. Posebno je važno geofizi-

čkim istraživanjima definirati debljine pokrovnih naslaga, koje mogu znatno smanjiti opasnost od onečišćavanja dubokih krških vodonosnika.

Važno je imati barem jednu piezometarsku bušotinu za mjerenje razina podzemne vode i promjene temperature po dubini vodonosnika koje moraju biti uključene u zajedničku mrežu postaja za mjerenje podzemnih voda. Pri tome u prvom redu treba koristiti postojeći fond bušotina, ali prema potrebi izvesti i nove, jer samo direktna mjerenja daju egzaktne pokazatelje položaja glavnih drenažnih usmjerenja prema crpilištu pitke vode. Bušotine moraju imati dovoljnu dubinu za mjerenje hidrogeoloških parametara za očekivani raspon razina vode.

Kartiranju pokrovnih vodonepropusnih i slabo propusnih naslaga u područjima pokrivenog krša, treba posvetiti pažnju jer mogu znatno smanjiti mogućnost prodora onečišćenja u duboko krško podzemlje.

U sklopu ispitivanja pokrovnih naslaga treba istaći da europski stručnjaci za krš danas puno rade na istraživanju prihvatnog kapaciteta pokrova, ali i cijele nesaturirane zone. Osnovni razlog tome je činjenica da se glavnina geokemijskih promjena događa baš u sredini pokrova vodonosnika. Njegova važnost očituje se ponajprije u njegovoj mogućnosti zadržavanja, usporavanja kretanja i/ili transformaciji pojedinog onečišćenja u čemu sudjeluje čitav niz različitih geokemijskih reakcija.

Trasiranja podzemnih tokova daju važne podatke za dimenzioniranje II zone zaštite krških vodonosnika. Kao traseri mogu se koristiti klasični, danas dozvoljeni traseri kao što je Na-fluorescein, i to injektiranjem u neposrednom slivu kroz piezometarske bušotine, ili kroz jame direktno s površine terena. Problem može stvarati injektiranje u duboke aktivne tokove u zonama istjecanja krških slivova, pa se preporučuje upoj pomoću znatne količine čiste vode. Trasiranja treba raditi u vrijeme visokih voda, jer su tada i brzine najveće, a to su upravo ulazni parametri za dimenzioniranje zona zaštite.

Geohidrokemijska istraživanja trebaju imati isti sadržaj kao i pri izradi Generalne karte opasnosti od onečišćenja, ali u kraćim koracima s povremenim dnevnim, pa čak prema potrebi, i dnevnim uzorkovanjima.

Lociranje potencijalnih izvora onečišćenja je relativno najlakši dio posla, međutim vrlo je teško doći do stvarnih podataka, koji se mogu kvalitetno obraditi u sklopu analize transporta i procesa u krškom podzemlju. U svakom slučaju treba locirati sve potencijalne točke onečišćenja i dobiti barem okvirne podatke o tehnološkim procesima i načinu odlaganja otpada i otpadnih voda. Pažnju treba posvetiti svim oblicima mogućeg utjecaja ljudske djelatnosti (otpadne vode, deponije, industrija, poljoprivreda, prometnice, onečišćenje zraka i dr.).

Rezultati istraživanja II faze također moraju biti prikazani primjenom GIS tehnologije i dostupni svim zainteresiranima.

LITERATURA

Radna grupa za izradu Prijedloga napatka za određivanje zaštitnih zona prekograničnih slivova izvorišta u kršu, PRIJEDLOG SUSTAVA ZAŠTITE I METODE ISTRAŽIVANJA, 2007.

Drw D. Hötzl H, Karst Hydrogeology and Human Activities, Rotterdam, 322 p.

Kresic N, Hydrogeology and Groundwater Modeling, Second Edition, New York 807 p.

Milanović P, Water resources engineering in karst, 2004.

Milanović P. I suradnici, Fond stručne dok. istraživanja podzemnih voda krša sliva Trebišnjice, HET COST Action 620, Izvještaj Radne grupe i Odluke Upravnog odbora 3, ožujak 1998.

Biondić B I suradnici, Fond stručne dok. zaštite podzemnih voda krša Jadranskog primorja i Istre , IGI Zagreb

Fritz, F. I suradnici, Fond stručne dok. zaštite podzemnih voda krša Ravnih Kotara, IGI, Zagreb

Antunović I. Fond stručne dok. zaštite podzemnih voda krša Hercegovine, Integra, Mostar

Slišković I. Fond stručne dok. Hidrogeologije područja Hercegovine, IGI Zagreb, FZG Sarajevo



Kraška obala rijeke Plive

Snimio: M. Lončarević

POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE PROCJEDNIH VODA SARAJEVSKOG ODLAGALIŠTA KUĆNOG OTPADA

1. Opće karakteristike Sarajevskog odlagališta kućnog otpada

Otpad koji se stvara na području Kantona Sarajevo odlaže se na gradsku deponiju otpada. Deponija se koristi od 1963. godine i bila je izabrana u skladu sa opštim principima koji su tada bili uobičajeni. Međutim, lokacija nije bila tehnički niti tehnološki pripremljena za odlaganje otpada, što je dovelo do niza poteškoća i problema vezanih uz opasnosti za zdravlje ljudi kao i negativnih efekata na okolinu. Deponija je formirana u prirodnoj depresiji na lokalitetu Smiljevići koja je



Slika 1. Situacija Sarajevskog odlagališta kućnog otpada prije sanacije

udaljena 3 km od gradske zone. Lokacija se nalazi u prirodnom padu i gravitira koritu kanalisanog Lepeničkog potoka.

Od početka odlaganja 1963. pa do 1998. godine otpad se je odlagao na nesanitarni način i bez ikakvih mjera zaštite. Otpad je na deponiji gorio što je imalo za posljedicu zagađenje zraka i stalnu opasnost od eksplozije. Zbog neriješenog otplinjavanja tijela deponije 1977. došlo je do eksplozije metana i razbacani dio tijela deponije završio je u koritu Lepeničkog potoka. Nakon toga pristupilo se saniranju korita potoka, kao i izradi sistema za otplinjavanje. Također, krajem 1996. godine, pri odlaganju otpada na gornjoj plohi došlo je do zapaljenja smeća i odrona čela smetljišta koje je jednim svojim dijelom prekrilo dio pristupnog puta i novoizgrađenu sanitarnu plohu u donjem dijelu šireg lokaliteta. Stoga se 1998. pristupilo izradi i realizaciji tehničke dokumentacije „Transformacija postojećeg smetljišta u Smiljevićim u sanitarnu deponiju“.

Od proljeća 1998. godine pristupilo se realizaciji transformacije i sanaciji postojećeg odlagališta.

Deponija u Smiljevićima ima veliku potencijalnu zapreminu za dalje proširenje i zbog toga se, pravilnim upravljanjem, može koristiti još dugi niz godina.



Slika 2. Čelo odlagalište poslije sanacije

1.1. Način prikupljanja i količine otpada na Kantonu Sarajevo

Količina komunalnog otpada koja se godišnje odloži na deponiju, na bazi podataka dobijenih od firme KJKP "Rad" iznosi oko 140.000 tona, a od te količine na lokalno stanovništvo otpada cca 111.500 t komunalnog otpada.

Vrsta otpada koji se smije odlagati na deponiju Smiljevići je komunalni i proizvodni neopasni otpad. Bolnički i farmaceutski otpad se ne smije odlagati na deponiji. Građevinski otpad se kontrolisano dovozi i

koristi za prekrivanje slojeva otpada i pravljenje pristupnih puteva.

Površina dijela odlagališta sa multibarijernom zaštitom iznosi 9 ha (cca 90.000 m²).

Takođe je izrađen i proračun za proširenje kapaciteta deponije na 16 ha (dijelom zahvaćen prostor gornjeg i donjeg dijela deponije).

Na lokaciji Smiljevići primjenjena je površinska metoda odlaganja otpada. Otpad se razastire u slojevima 0,3 – 0,5 m (zbijanje do 850 kg/m³). Ukupna visina etaže iznosi 2,5m. Prekrivanje slojeva otpada je predviđeno inertnim materijalom debljine 15 cm materijalom iz iskopa, demolicijskim materijalom ili posebnom PEHD folijom.

Prosječna dnevna količina otpada za period odlaganja do kraja 2010., za Kanton Sarajevo, bez reciklaže, iznosi 540 t/dan. Mogućnost zbijanja otpada ovisi o težini mašina i o broju prelaza buldožera i kompaktora. Zbijenost otpada kreće od 250 kg/m³, a sa 4 prelaza kompaktora iznosi do 850 kg/m³.

2. Procjedne vode

Odlaganjem otpada po predviđenoj tehnologiji odlaganja u slojevima, kompaktiranje, dnevno pokrivanje, odvodnja površinskih voda i dr., gotovo na minimum je svedena mogućnost nastajanja procjednih voda.



Slika 3. Procjedne vode u tijelu odlagališta

Deponijski filtrat se skuplja drenažnim sistemima položenim ispod cijele deponije i iznad multibarijernog sloja na aktivnom dijelu deponije na koji se otpad svakodnevno dovozi i odlaže. Za prvobitno rješavanje procjedne vode i plitke i duboke drenaže, su se skupljale u bazenu i upuštale u Lepenički potok bez ikakvog tretmana. Kako su procjedne vode izuzetno zagađene to se moralo pristupiti rješavanju načina tretmana filtrata.

U nastavku se daje detaljan pregled količina i parametara kvaliteta filtrata, te izbor načina prečišćavanja.

2.1. Pregled izvedenih radova na rješavanju problema procjednih voda na sarajevskom odlagalištu kućnog otpada

Rješavanje problema procjednih voda je jedna od bitnih faza u sklopu izgradnje ili sanacije nekog odlagališta. Veoma je važno da se u projektnom zadatku definiše potreban kvalitet prečišćene vode, te da se raspolože pouzdanim podacima o količinama i kvalitetu filtrata, da bi se na osnovu tih podataka moglo pristupiti pravilnom izboru metode tretiranja otpadnih voda.

Kada se pristupilo rješavanju procjednih voda na odlagalištu Smiljevići, evidentirano je trinaest izvora, koji su godinama stvarali probleme klizanja otpada, što je sa tehnički neispravnim načinom odlaganja stvaralo dodatne probleme. Problem kod sanacije izvora je nemogućnost cjelovitog kaptiranja izvora jer su zatrpani otpadom.

U toku realizacije projekta „Transformacija postojećeg smetljišta u Smiljevićima u sanitarnu deponiju“ izvedeni su radovi na izgradnji duboke drenaže (ispod multibarijerne zaštite), plitke drenaže (iznad multibarijerne zaštite) te obodnih kanala kojima se spriječava prodiranje oborinskih i izvorskih voda u tijelo deponije otpada:

U tehničkoj dokumentaciji transformacije odlagališta Smiljevići u sanitarnu deponiju, 1998.g procjenjena je prosječna dnevna količina filtrata od 452 m³ i predviđena su i izgrađena dva bazena, zapremine po 500 m³. Izgrađeni je bazen za prihvatanje filtrata, pravougaonog oblika dimenzija 10x12 m, visine zidova H=4,6 m (visina vode H= 2,78 m) bruto zapremine V=556 m³. Osim tri ulazne cijevi i izlazne (prelivne) cijevi, bazen inače nije imao nikakve druge instalacije kojim bi se regulisalo pražnjenje, čišćenje ili dalji tretman filtrata.

Za potrebno isušivanje tijela deponije i odvodnju ujezerene vode izvršeno je bušenje vertikalnih zidova kolektora Lepeničkog i Žičkog potoka u periodu maj-juli 2000.g.

Bušenje kalote kolektora izvršeno je 1999.g. na dva mjesta na uzvodnom dijelu Lepeničkog kolektora i jedna od njih je i dalje aktivna i spojena na sistem prečišćavanja procjednih voda.



Slika 4. Bazeni za filtrat i oborinsku vodu

Pristup rješavanju problema tretmana filtrata je slijedio kroz izradu tehničke dokumentacije na nivou idejnog projekta tretmana filtrata u toku 2003. godine.

Kao osnova za izradu hidrauličkog proračuna idejnog projekta poslužili su podaci iz Glavnog projekta ž'Transformacija postojećeg smetljišta u Smiljevićima u sanitarnu deponiju“ (HIS Višnjica Zagreb, 1998.), te podaci ž'Zavoda za javno zdravstvo Kantona Sarajevo“ o ispitivanju kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika otpadnih voda nastalih na odlagalištu otpada – deponiji u Sarajevu – Smiljevići, u periodu 2000-2002.g. U idejnom projektu su odabrane slijedeće vrijednosti proticaja filtrata:

- min $Q_f = 2,6 \text{ L/s}$
- srednje $Q_f = 5,23 \text{ L/s}$
- maksimalno $Q_f = 25 \text{ L/s}$

U aprilu 2005. završena je izrada glavnog projekta „Sanitarna deponija otpada Smiljevići“ – Glavni projekat“, koji je dao cjelovit pristup odlaganju otpada na nove radne plohe u skladu sa zakonskim regulativama i uvjetima sanitarne deponije. Kroz dokumentaciju, a na osnovu ranije rađenih projekata, dat je prijedlog zbrinjavanja filtrata recirkulacijom.

U jesen 2005. napravljen je projektni zadatak za ž'izgradnju uređaja za tretman procjednih voda sa sarajevskog odlagališta kućnog otpada ž'Smiljevići sa projektom izvedenog stanja“

Projektni zadatak se bazirao na podacima o kvantitativno-kvalitativnim analizama procjednih voda, a prema načina prikupljanja iz dubokih i plitkih drenaža, kao i iz kalote kolektora Lepeničkog potoka, te postojećom tehničkom dokumentacijom.

3. Rezultati kvantitativno kvalitativnih analiza procjednih voda na sarajevskom odlagalištu kućnog otpada „Smiljevići“

U realizaciji projekta pokrenute su određene aktivnosti koje se mogu svrstati u neophodne za po-

trebe početnog uspostavljanja kontinuiranog monitoringa, a to su: nabavka i instalisanje potrebne opreme za mjerenja, tariranje mjernih instrumenata i prateće opreme, pojedinačne analize količina i kvaliteta procjednih voda, plina, uzoraka tla itd.

Ulazni podaci o kvalitetu i količinama su bili obrađeni kao prosječni rezultati 12 mjesečnog monitoringa u toku 2004. – 2005. procjednih voda plitkih i dubokih drenaža, kao i voda sa kalote, te Lepeničkog i Žičkog potoka.

Posmatrajući rezultate ranijih analiza koje je vršio Zavod za javno zdravstvo Kantona Sarajevo, kao i analizirajući serije mjesečnih ispitivanja kvaliteta i tereta zagađenja voda koji se nalaze u okviru Deponije Smiljevići, došlo se do podataka i zaključaka da:

1. Deponija sa svojim procjednim vodama zagađuje prirodne vodotoke (Lepenički i Žički potok).
2. Pored zagađenja sa hemijskim materijama, procjedne vode nose i veliko mikrobiološko zagađenje.

Materije koje najviše zagađuju ove vodotoke su:

- Organske materije (HPK, BPK)
 - Nitrogene materije (ukupni nitrogen, amonijak)
 - Sumporne materije (sulfidi)
 - Suspendirane čvrste čestice
 - Teški toksični metali
 - Patogeni mikroorganizmi
3. Količine procjednih voda sa Deponije (kalota, te drenaže sa multibarjerne zaštite (plitke drenaže) i tzv. 'duboke drenažne' vode) imaju prilično konstantne količine, izuzev u periodu intenzivnih padavina, ili topljenja snijega (februar, mart, april), te ukupne količine se uglavnom kreću u rasponu 4-6 L/s.

Količina procjednih voda je proporcionalna sa ukupnim teretom zagađenja sa ova tri ispusta, koji izmjeren po važećoj Metodologiji, iznosi najčešće 20 000 ES +/- 20 %.

Procjedne vode plitkih drenaža (svjež otpad) nose najveće organsko zagađenje kao i suspendovane materije.

Poznavajući procese koji se odvijaju u tijelu deponije u toku procesa razgradnje otpada, ovakvi rezultati su očekivani.

Prosječno ukupno opterećenje u periodu od II – XI 2005. godine je pri prosječnom proticaju od 6,9 L/s, iznosilo za:

1. BPK₅ 301 kg/dan
2. HPK 705 kg/dan
3. Suspendovane materije 128 kg/dan

Pored navedenih, mjereni su još i ukupni nitrogen, ukupni fosfor, amonijak, sulfidi, toksičnost (%),

masti i ulja, teški metali i mikrobiološko zagađenje. Izmjerene su i povećane koncentracije sulfida, amonijaka, ulja i masti, teških metala, bakteriološkog zagađenja i drugih parametra, što je normalno za deponiju ovakve veličine i starosti.

Promjene u kvalitetu i količinama su izraženije u procjednim vodama plitkih drenaža u odnosu na duboke drenaže i krovinu i može se očekivati i daljna promjena kvaliteta plitke drenaže.

Na osnovu svih ispitivanja i monitoringa o procjednim vodama deponije u Sarajevu zaključilo se slijedeće:

- a) Prečišćavanje procjednih voda sa Deponije Smiljevići, u količini 4-6 litara u sekundi bi trebalo da riješi problem zagađenja otvorenog vodotoka "Lepeničkog potoka".
- b) Priliv većih količina procjednih voda bi se trebalo tretirati vraćanjem na tijelo deponije - recirkulacija.
- c) Na osnovu mjerenja i analiza podataka o kvalitetu procjednih voda sa deponije mogu se izvući slijedeći zaključci:
 - otpadne vode sadrže značajne koncentracije anorganskih materijala, prvenstveno soli natrijuma i kalijuma;
 - prisutna je značajna količina nitrogenih spojeva (amonijak, nitrati, nitriti) a prisutni su i sulfidi što ukazuje na proces raspadanja proteinskih materija,
 - kemijska i biološka potrošnja kiseonika je visoka, što ukazuje na prisustvo organskih materija, mikroorganizama i produkata njihovog raspadanja i međusobnog djelovanja,
 - bakteriološko zagađenje je vrlo visoko na svim mjestima (patogeni mikroorganizmi, fekalni indikatori, prisustvo protozoa i crijevnih parazita itd),
 - u muljevima potoka Lepenice i Žičkog potoka se evidentirala i koncentracija toksičnih metala ali u granicama koje se mogu i očekivati u ovakvim otpadnim vodama,
 - nisu zabilježene značajnije koncentracije teških metala.
- d) Sagledavajući dobivene podatke u toku monitoringa 2005-2006 godine, mjerenjem kvaliteta zraka utvrđeno je da deponija ima određeni uticaj na okoliš ali da svi parametri zadovoljavaju zakonske propise o dozvoljenim maksimalnim koncentracijama.

Rezultati monitoringa su bili dio projektnog zadatka i bili su dostupni svim ponuđačima prilikom izbora tehnologije prečišćavanje i pravljenja ponude.

4. Koncept tretmana procjednih voda odlagališta Smiljevići sa membransko-biološkim reaktorom MBR (mikro-ultra filtracija)

Nakon detaljnih analiza svih ponuda, izabrana je primjena membransko-biološkog reaktora organskih vlakana za ultra i mikro filtriranje otpadnih voda, ugrađenih u aktivni biološki bazen, te direktno filtriranje u istom bazenu. Ova tehnologija i primjena se općenito naziva Membranski bioreaktor ili MBR.

Ponudena tehnologija za tretman filtrata sa deponije otpada je najnovija tehnika u procesima prečišćavanja komunalnih, industrijskih otpadnih voda i voda sa deponija otpada.

4.1. Opis procesa primjenjenog na postrojenju sarajevskog odlagališta kućnog otpada

Osnovni princip primjene membranskog filtriranja je upotreba porozne, organske, vlaknaste membrane sa mikro porama za odvajanje čvrstih materija iz otpadnih voda. Vlakna imaju vanjske prečnike manje od 1 mm (0,3 – 0,5mm ovisno od primjene). U cilju dobijanja dovoljne površine i da bi se omogućili konstantni fluksovi (tokovi), nekoliko stotina paralelnih vlakana (dužine 1-3 m ovisno od namjene) se kombinuje u svežnjeve (snopove) i obmotavaju se oko nosećeg uložka (katridža).



Slika 5. Svežnjevi (snopova) koji se omotavaju oko nosećeg uložka (cartridge).

Ponudeni "C-MEM" sistem je potopljeni sistem sa organskim šupljim vlaknima, sa načinom rada „izvana-unutra“, koji nudi slijedeće karakteristike i prednosti ove tehnologije:

- Vlakna su zaštićena u čahurama (umetcima) i nisu podložna iznenadnim mehaničkim oštećenjima.

- Umetci (cartridges) dopuštaju više fluksova (strujanja) i štite vlakna od čestih začepljenja pomoću sistema za ispiranje zrakom.
- Sistem modula i membranske filtracije značajno smanjuje površinu i potrebe za prostorom ugradnje.

Uložak nosilac ima usisni priključak za filtriranu vodu i tlačni zračni priključak za vazdušno ispiranje koji omogućava čišćenje vlakana sa vanjske strane istovremeno sa normalnim radom.

Više takvih uložaka se kombinuju u jednom modulu gdje su dati priključci za ispiranje zrakom i filtriranu vodu, koji su spojeni na zasebne radne cijevi i ventile.

Moduli se konačno potapaju u bazen za filtriranje gdje se svježa voda filtrira kroz cjevovode sistema. Tipično, trans membranski pritisci su 200-500 mbar za normalan rad i održavanje vrijednosti protoka od 10-60 L/m²/h (u ovisnosti od kvaliteta otpadnih voda).

Na osnovu izvršenog mjerenja do augusta 2005. količina vode na izlazu iz sabirnog bazena je bila oko 2 L/sec. Ponudom je izabran konstantan doticaj od 5 L/sec, jer su to količine sa najvećim koncentracijama biološkog i organskog opterećenja. Za kišni period u kojem bi moglo biti većih doticaja, predviđena su dva rješenja. Količine vode do 25 L/s će se recirkulisati na tijelo deponije a preko 25 L/s, ispuštaće se direktno u Lepenički potok.

4.1.1. Očekivani kvalitet efluenta

Primjenom navedene tehnologije pročišćavanja otpadnih voda garantovani su izlazni parametri u skladu sa standardima za priključenje industrijskih efluenta na sistem za prikupljanje otpadnih voda grada Sarajeva, objavljenim u „Službenim novinama grada Sarajeva“ br.18/84. odnosno Pravilnikom o graničnim vrijednostima opasnih i štetnih materija Sl.Federacije BiH 50/07 za tehnološke otpadne vode prije njihovog ispuštanja u sistem javne kanalizacije odnosno u drugi prijemnik. Rješenje se baziralo na iskorištenju i primjeni postojećih bazena kao bazene za dnevnu egalizaciju dotoka i kontinualni biološki postupak tretmana (protočni sistem) primjenom tehnologije membranskog bioreaktora (MBR). Osnovu sistema bi činio bioaeracioni bazen sa aktivnim muljem u kome bi se nalazili potopljeni membranski blokovi (pore membrane su 0.1-0.6 mikrona). Tretman viška aktivnog mulja predviđen je gravitacionim zgušnjivanjem (2-3% SM), te sa povremenim odvozom na deponiju pomoću auto-cisterne ili dehidracija mulja primjenom sistema Teknobag.

4.1.2. Ocjena i izbor tehničko-tehnološkog postupka

Tehnička ponuda sa MBR tehnologijom, je ocjenjena kao racionalno koncipirano tehničko rješenje

u smislu da je predviđeno korištenje postojećih bazena, opremljenih savremenom tehnološkom opremom koja je u mogućnosti da ostvari visoke efekte tretmana procjednih voda. Osnovni postupak je baziran na biološkom tretmanu sa nisko-opterećenim aktivnim muljem u suspendiranom rastu i postupku mikrofiltracije u membranskim modulima potopljenim u bioreaktor. Membranski moduli, pored funkcije separacije viška biomase aktivnog mulja predstavljaju barijeru pomoću koje se u efluentu postrojenja značajno smanjuje koncentracija suspendiranih materija (bez primjene koagulanta), ukupnog organskog ugljika (TOC) i teških metala, kao i odgovarajuće smanjenje mikrobiološkog zagađenja (bakterije, protozoe, ciste i virusi). Primjena tzv.membranske tehnologije u tretmanu otpadnih voda omogućava vođenje biološkog postupka tretmana sa većim koncentracijama biomase u odnosu na konvencionalne postupke, što, pored značajnih operativnih prednosti, rezultira u manjim dimenzijama bioloških reaktora (bazena).

Cjelokupan postupak tretmana se relativno jednostavno može integrirati u sistem automatske kon-

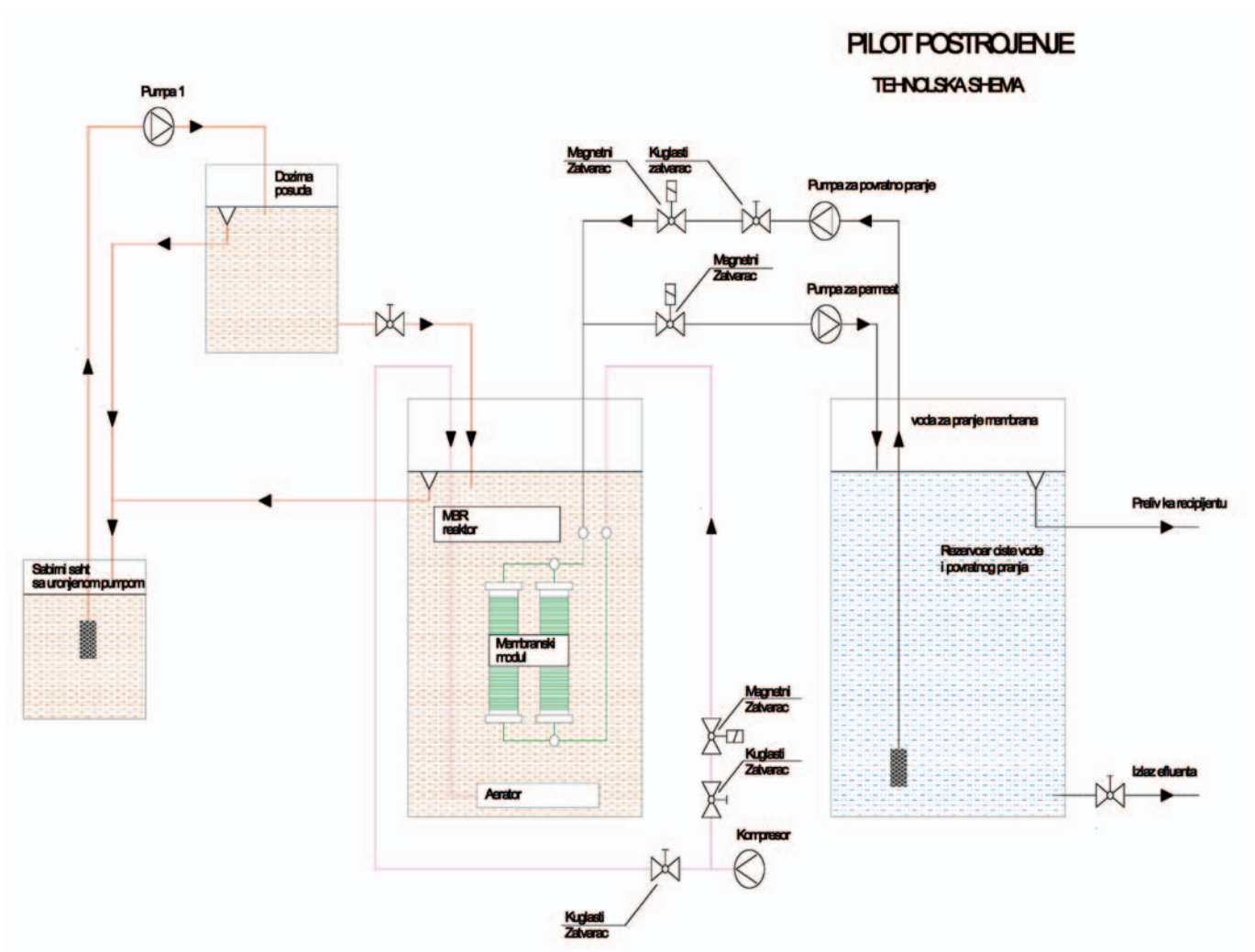
trole. Kvalitet efluenta se garantira prema uvjetima projektnog zadatka, koristeći postojeće bazene. Dispozicija objekata je maksimalno uklopljena u relativno ograničen plato za postrojenje na lokaciji Smiljevića, dok su obrada mulja i recirkulacija viška procjednih voda na tijelo deponije također uključeni u rješenje.

Tehničko-tehnološko rješenje postrojenja za tretman procjednih voda sa mebransko biološkim reaktorom je izabrano kao najracionalniji i najefikasniji tip procesa.

U sklopu ugovora i izrade projekte dokumentacije, montirano je pilot – postrojenje koje je svojim radom trebalo da potvrdi ponuđene karakteristike prečišćavanja i garantovani kvalitet efluenta (tehnološke garancije).

4.2. Pilot-postrojenje “C-MEM- MBR” Smiljevići

Nakon izbora tehnologije uslijedio je početak izvođenja građevinskih radova na lokaciji, izrada Izvedbenog projekta, kao i rad na montaži pilot postrojenja na samoj lokaciji budućeg postrojenja.



Slika 6. Šema MBR pilot postrojenja Smiljevići

Pilot postrojenje se sastojalo od 2 rezervoara (bureta zapremine po 280 l), 1 modula od 4 membrane, kompresora, komandne table, pumpi za usis i povratno pranje membrane, te sistema cjevovoda i potrebne armature (manometar, vodomjer, zatvarači). Moduli sa membranskim filterima, ukupne površine za filtriranje 3m², razvodni cjevovodi i uronjene membrane na postrojenju Smiljevići, su dati na slici 6.24. Šema pilot postrojenja Smiljevići je data na slici 6.

Dotok procjednih voda duboke i plitke drenaže je ograničen na 40 litara na dan (1,9 L/h; tj 0,0625 L/min).

Pilot postrojenje je montirano u novembru 2006. Uspostavljeni proces biološkog prečišćavanja sa uronjenim membranama, je davao dobre rezultate za relativno kratko vrijeme ali nije u cjelosti obuhvatao rad budućeg postrojenja. Nije rađeno hemijsko pranje modula niti je uspostavljen sistem recirkulacije mulja. No, za tako malo pilot postrojenje, cilje test je bio uspostava biološkog prečišćavanja i filtracije membrana veoma zagađene procjedne vode deponije.



Slika 5. Svežnjevi (snopova) koji se omotavaju oko nosećeg uloška (cartridge).

4.3. Rad postrojenja za prečišćavanje procjednih voda sa sarajevskog odlagališta kućnog otpada

Nakon urađene tehničke dokumentacije, pristupilo se izgradnji MBR uređaja.

Kompletan sistem sa uranjanjem membrana je završen i pušten u probni rad 07.07.2008.

- Tokom normalnog rada svi moduli filtriraju otpadnu vodu putem podpritiska od usisne pumpe, tj. membrane proizvode čistu vodu propuštanjem otpadne vode kroz šuplja vlakna u „radu izvan-unutra“
- Periodično se sistem ispira zrakom što spriječava začepljenje vlakana i produžava normalan način rada modula (ili grupe modula).
- U momentu kada kapacitet filtriranja jednog modula (grupe modula) spadne na određenu minimalnu

vrijednost, postupak ispiranja, koji se sastoji od ciklusa čišćenja zrakom i vodom će očistiti začepljene membrane u načinu rada ž'iznutra-izvana“.

- Jednom sedmično se membrane peru hemijskim sredstvom (NaOCl) a periodično (jednom u toku par mjeseci do jednom mjesečno) treba ukloniti istaloženi kamenac korištenjem sredstava čišćenja npr. limunsku kiselinu.

Kompletan rad postrojenja se upravlja pomoću programabilnog kontrolora pri čemu se programiraju ciklusi rada, te ciklusi čišćenja zrakom kao i ciklusi ispiranja.

U poređenju sa konvencionalnim filtracijskim ili sistemima za dezinfekciju, rad sa MBR pojednostavljuje svakodnevni pogon postrojenja, jer se filtriranje i uklanjanje bakterija, virusa sigurno provodi u jednom procesu sa istom opremom.

Sami filtracijski membranski moduli posjeduju visok očekujući vijek trajanja (5 godina u ovisnosti od rada) i ukoliko je to potrebno, moguće ih je jeftino i lako zamijeniti.

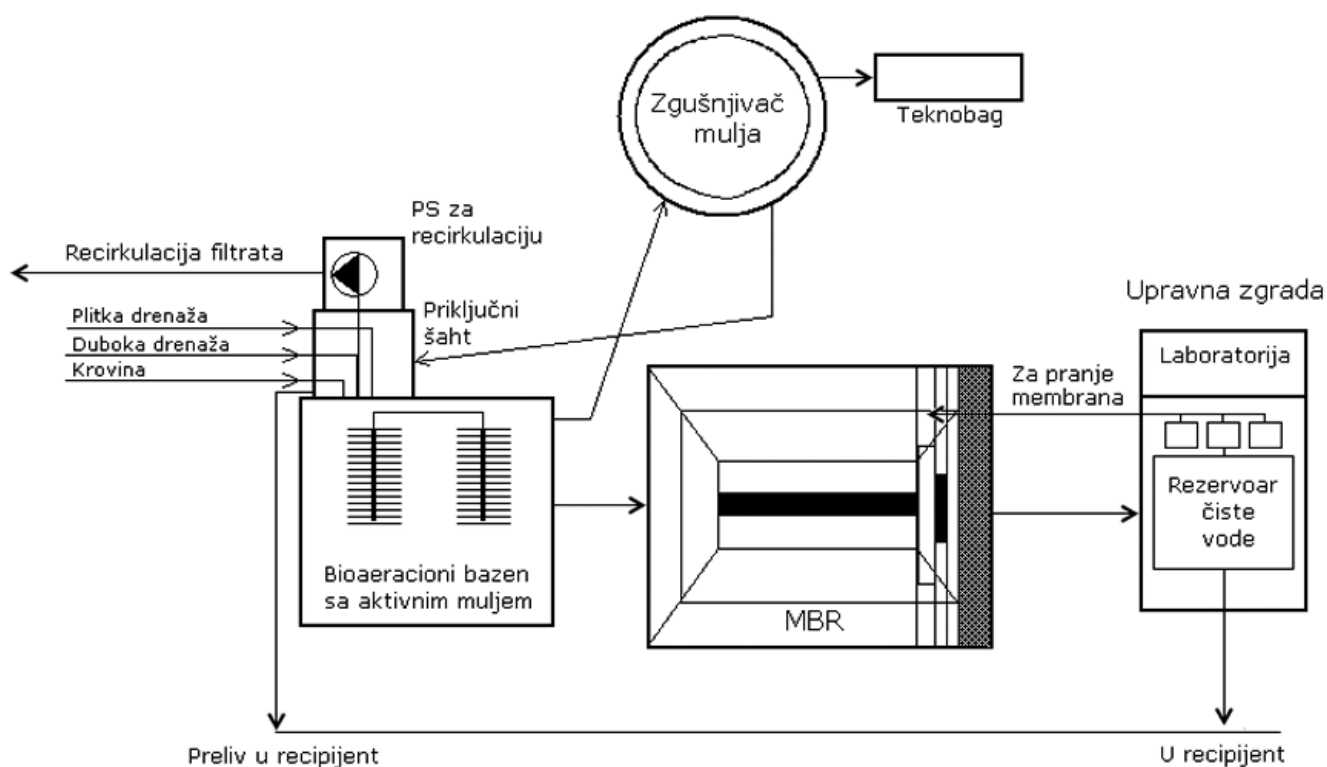
4.3.1. Izvođenje postrojenja – objekti u sastavu MBR postrojenja u Smiljevićima

Kompletno postrojenje (slika 9) se sastoji od sljedećih objekata:

- Bazeni za egalizaciju za 500 m³, blago aerisan pomoću duvaljki za grubo propuhivanje, u koji se doziraju hemikalije
1. “C-MEM” MBR bioreaktor V = 500m³, u svojoj konstrukciji obuhvata 4 registra . Svaki se registar se sastoji od međusobno povezana tri modula sa membranskim vlaknima.
 - Aeracione duvljake
 - Sistem za ispiranje zrakom
 - Sistem za ispiranje vodom
 - Selektor za recirkulaciju mulja i visak mulja
 - Pumpe za pranje
 2. Rezervoar čiste vode kao rezervoar vode za ispiranje za čišćenje membrane (1 m³)
 3. Postrojenje za doziranje i uskladištenje za:
 - NaOCl bazene za povratno pranje
 - NaOH dozirna stanica
 - Praškasti aktivni ugljik (PAC) radi smanjenja teških metala, AOX i TOC.
 - Fosforna kiselina radi povećanja bio-razgradnje
 - Rastvor za hemijsko čišćenje membrana
 4. Gravitacioni zgušnjivač mulja (novi objekat za odvoz mulja pomoću autocisterne ili Teknobag sistem za dehidraciju mulja).
 5. Automatizacija sistema i razvod niskog napona
 6. Pogonska zgrada



Slika 8. Faze monataže i postavljanja kompleta modula u bazen



Slika 9. Šema postrojenja za tretman procjednih voda primjenom MBR tehnologije

Projektni proticaj

Projektni poticaj za ponudu sa MBR tehnologijom su slijedeći:

$$Q_d = 432 \text{ m}^3 / \text{d}$$

$$Q_{\text{max}} = 18 \text{ m}^3 / \text{h}$$



Slika 10. MBR postrojenje za tretman procjednih voda na sarajevskom odlagalištu kućnog otpada- probni rad 2008. god.

5. Zaključna razmatranja o izboru tehnologije i probnom radu postrojenja za tretman procjednih voda na sarajevskom odlagalištu kućnog otpada "Smiljevići"

Generalno, sagledavši rezultate rada pilot postrojenja te tehničku dokumentaciju uređaja za prečišćavanje procjednih voda sa odlagališta kućnog otpada Smiljevići, i na temelju dosadašnjeg probnog rada, mogu se izvesti slijedeći zaključci:

- Predloženo rješenje MBR tehnologije, membranske filtracije sa istovremenim biološkim prečišćavanjem sa aktivnim muljem, bi trebalo da zadovolji zahtjeve u pogledu ukljanjanja i da koncentracije u efluentu postrojenja budu u skladu sa legislativom i Direktivama EU o upuštanju industrijskih efluenta u kanalizacione sisteme:
 - suspendirane čvrste materije < 300 mg/L
 - BPK₅ 250 mg/L
 - HPK 700 mg/L
 - Uklanjanje patogenih mikroorganizama
- Za odstranjivanje sulfida, amonijaka, organskih materija, teških metala, te sitnih čestica gline, predviđeni su slijedeći tehničko-tehnološki postupci u toku rada postrojenja:
 - Oksidacija sa zrakom (difuzna aeracija)
 - Adsorpcija uz pomoć aktivnog uglja (PAC)

- Aktiviranje membranskog biološkog tretmana (MBR),
- Eventualni dodaci nutrijenata (fosfor) za pospešavanje "biologije".

- Kako procjedne vode sadrže niske koncentracije fosfora, to je projektom predviđena stanica za dodavanje fosfora za održavanje biološkog procesa. Ukoliko se ukaže potreba za uklanjanje fosfora, stanica bi se koristila za dodavanje željeznog hlorida FeCl₃ ili aluminijumsulfata. Al₂(SO₄)₃.
- Uklanjanje amonijaka je predviđeno kroz proces nitrifikacije i aerobnom starošću mulja od 16 dana i opterećenjem mulja 0,05 kg BPK₅/ kg SM/ dan. Ukoliko bi prekoračenja u koncentracijama nitrata bila neočekivano velika te se nikakvo tehnološko rješenje ne bi moglo uklopiti u već izgrađene objekte, to bi se za rješavanje denitrifikacija razmotrila izgradnja dodatnog bazena kao anoksične zone. Takođe, moguće je razmotriti i vraćanje efluenta u prvi aeracioni bazen u kojem bi se mogao dodati metanol.
- Za proces denitrifikacije bi bilo potrebno dodati još jedan anoksični bazen sa dodavanjem metanola.
- Sa aspekta dosadašnjih rezultata uklanjanja organskog zagađenja izraženog preko BPK i HPK, može se očekivati sasvim zadovoljavajući efekti prečišćavanja i sa aspekta koncentracije nitrata. Odnosno, podešavanjem određenih parametara pri puštanju u podešavanju postrojenja za tretman procjednih voda, očekuje se postizanje kvalitativnih parametara

prema uvjetima puštanja u kanalizacione sisteme.

- Mineralna ulja i masti, sa povećanim koncentracijama u Izvještaju monitoringa 2005., nisu potvrđena ponovnim mjerenjima i analizama u toku probnog rada postrojenja. Za koncentracije ulja i masti manje od 10 mg/L, ne očekuju se poteškoće u radu membrana.
- Tretman mulja je predviđen ugušćivanjem mulja, crpljenjem mulja i odvoženjem autocisternama na deponiju ili primjenom sistema Teknobag za dehidraciju mulja do koncentracije suhe materije i do 75%. Za sada, u toku je uspostavljanje biološkog prečišćavanja i produkcija aktivnog mulja je još uvijek niža od potrebne te su koncentracije SM u bioaeracionim bazenima niže od projektovanih. Samim tim i proces izdvajanja viška mulja još nije uspostavljen.

Preliminarni rezultati probnog rada postrojenja, relativno kratak vremenski period uzorkovanja i praćenja rezultata uskraćuju potpunu statističku analizu tehničko-tehnoloških parametara i donošenje zaključaka o cjelovitom radu postrojenja.

U dosadašnjem periodu (juli 2008 – decembar 2008) može se reći da je postrojenje dalo veoma dobre rezultate u pogledu smanjenja organskog zagađenja kao i značajna smanjenja ostalih parametara koji se prate.

Ipak, rezultati se mogu posmatrati, za navedeni probni period, samo u kontekstu ocjene kvaliteta rada membranske filtracije i u veoma malom procentu rada biološkog dijela postrojenja.

I dalje je u toku uspostava biološkog dijela prečišćavanja i ushodavanje sistema u cjelini. Kako je dio probnog rada pao u zimski period, to su i uvjeti rada, održavanje i uspostave biološkog dijela postrojenja otežane.

Probni rad, u samom početku, pri uspostavljanju i uhadavanju rada, pokazao je i niz manjkavosti u tehničko-tehnološkom smislu što je djelomice posljedica prvog ovakvog postrojenja, oscilacija u količini i kvalitetu procjedinih voda. Moraju se navesti i problemi koji su posljedica ljudskog faktora i samog pristupa i organiziranosti u radu i uspostavi ovakvog postrojenja što je doprinjelo dodatno problemima u ispunjenju zahtjeva uspostavljanja tehnoloških parametara MBR postrojenja.

Neki od nedostataka u radu postrojenja i upravljanju deponijom koji su se do sada uočili i rješavaju se "u hodu" su slijedeći:

- ❑ Način upravljanja odlagalištem, vrste otpada koji se odlaže a ne spada u grupu komunalnog otpada te sam način na koji se otpad deponuje.
- ❑ Promjena i oscilacije u kvalitetu procjedinih voda kao posljedica odlaganja i razgradnje otpada koji ne smije biti deponovan na sanitarne deponije kućnog otpada. Posljedica toga su i promjene ulaznih parametara kvaliteta koji se razlikuju od onih na koje je postrojenje prvobitno dimenzionirano. Naravno, deponija kao "organizam" koji živi i čije količine i kvalitet procjedinih voda ovise o nizu faktora ne može imati garanciju na konstantne kvantitativno-kvalitativne pokazatelje procjedinih



Slika 11. Problemi u održavanju postrojenja

voda, ali se gazdovanjem deponije u tu svrhu može dosta toga učiniti i spriječiti udare u opterećenju postrojenja.

- Duži vremenski period uspostavljanja biološkog procesa od predviđenog. Projektom je predviđena koncentracija biomase 10 g/L koja je trebala biti obezbjeđena na samom početku probnog rada. Zbog opravdanih (klimatski uvjeti, nedostatak tržišta za nabavku kvalitetnog aktivnog mulja, oscilacije u kvalitetu influenta) ali i neopravdanih (ljudski faktor, otezanja u dinamici radova i prolongiranje probnog rada) razloga još uvijek nije postignuta projektna koncentracija aktivnog mulja. Kao posljedica zastoja u nabavci mulja te produžetku uspostavljanja biomase prirodnim putem, pojavljuje se i dodatno opterećenje membrana te se kapacitet rada postrojenja zadržao na 50% od projektovanog proticaja.
- Nabavka rezervnih dijelova, održavanje ili zamjena oštećenih ili pokvarenih dijelova opreme. Problemi u operativnom smislu su uzrokovani, uglavnom, na relaciji investitor- izvođač - isporučioc opreme - krajnji korisnik. Uspostavljanje, održavanje i kontrola rada ovakvih postrojenja zahtjevaju maksimalnu angažovanost i poštivanje rokova, zamjene i nabavke rezervnih dijelova iz BiH ili inostranstva. Sama tehnologija kao i rad na postrojenju zahtjevaju preciznost i tačnost svih aktera. Nazalost, usporavanja i prekidi u početnom, probnom radu su se dešavala i iz administrativnih i praktičnih zastoja u nabavci ili isporuci opreme ili dijelova opreme.
- Problem praćenja količina i kvaliteta influenta i efluenta na samoj lokaciji postrojenja. Uvjet kvalitetnog rada postrojenja je i svakodnevno praćenje kvantitativnih i kvalitativnih pokazatelja influenta i efluenta postrojenja. To je nemoguće bez prateće, pogonske laboratorije na postrojenju. Ispitivanja parametara kao što su BPK₅, KPK, NH₄, NO₃, pH, boja, mutnoća, TDS, alkalitet, sulfidi, i dr. te svakodnevna praćenja osnovnih parametara mulja i mikrobiološke slika mulja su neophodni za pravilan rad i blagovremenu reakciju na promjenu u kvalitetu influenta i efluenta postrojenja. Nažalost, finasijski problemi, visoki troškovi nabavke opreme još uvijek onemogućavaju uspostavljanje pogonske laboratorije i rad osoblja na postrojenju.
- Deficit u kadru u BiH iz oblasti mikrobiologije otpadnih voda, osobito za procjedne vode deponija.
- U toku navedenog perioda., od početka puštanja u pogon, paralelno su rađeni i dodatni građevinski radovi, ispravke uočenih nedostataka i slično.

Svi nabrojani problemi i nedostaci s kojima se suočavaju svi vezani za ovaj projekat su rezultat prvog MBR postrojenja za procjedne vode u BiH a i

šire u regionu. Iskustva pri uspostavljanju rada MBR postrojenja u svijetu su pokazala slične tehničko-tehnološke probleme i za manja industrijska postrojenja kao i za komunalne otpadne vode. U narednom periodu, dinamičkim planom predviđena je kontrola stanja membrana i proljetno, hemijsko čišćenja, uspostava projektovane koncentracije biomase, te uspostava pogonske laboratorije i stalno praćenje i unapređenje rada MBR postrojenja.

Postupci membranske filtracije (mikro-filtracija, ultra-filtracija i reverzna osmoza) sve više zauzimaju mjesto u postupcima prečišćavanja manjih količina otpadnih voda, osobito industrijskih ili deponijskih procjednih voda. Na osnovu daljih praćenja rada MBR postrojenja u Smiljevićima, steći će se saznanja i iskustva o primjeni MBR postupka na prečišćavanje procjednih voda što će biti od koristi i za buduću primjenu metoda filtracije u prečišćavanju otpadnih voda općenito.

Literatura:

- Babić F., "Iskustva izgradnje sarajevskog odlagališta kućnog otpada u periodu 1997 – 2003 godina" Izvještaj skupštini kantona Sarajevo, vijećnicima općina Trebinje, Bileća i Gacko, Sarajevo 2003.
- Babić F., "Izgradnja sarajevskog odlagališta kućnog otpada u periodu 1997 – 2004 godina", Zavod za izgradnju kantona Sarajevo, 2005.
- Građevinski fakultet u Sarajevu, "Monitoring rada MBR postrojenja sarajevskog odlagališta kućnog otpada", kvartalni izvještaj o radu postrojenja 2008/2009.
- IPZ Uniprojekt MCF d.o.o. Zagreb, "Sanitarna deponija otpada Smiljevići" – Glavni projekat", Zavod za izgradnju kantona Sarajevo, april 2005.
- JP "Vodno područje slivova rijeke Save", Laboratorija Butila, "Izvještaj o ispitivanjima uzoraka na pilot postrojenju Smiljevići", Sarajevo 2007.
- Serdarević A., "Otpadne vode sanitarnih deponija i postupci njihovog prečišćavanja", Magistarski rad, Građevinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2007. godine,
- SFC Umwelttechnik GmbH, Environmental Engineering, „Kleinpilotanlage C-MEM“, Micro- and Ultra Filtration for Water and Wastewater Treatment, October 2004.
- SFC Umwelttechnik GmbH, Environmental Engineering, „Kleinpilotanlage C-MEM“, "Izvještaj o rezultatima rada pilot postrojenja za tretman procjednih voda na sarajevskom odlagalištu kućnog otpada", 2007.
- "Standardi za priključenje industrijskih efluenta na sistem za prikupljanje otpadnih voda grada Sarajeva" Sl.novine Grada Sarajeva broj 18/84.
- "Pravilnik o graničnim vrijednostima opasnih i štetnih materija za tehnološke otpadne vode prije njihovog ispuštanja u sistem javne kanalizacije odnosno u drugi prijemnik", Sl.novine FBiH, br 50/07
- TA Siedlungsabfall (TASi)– Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen, Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz, Banz. Nr. 99a, maj 1993.
- "Zakon o upravljanju otpadom", Službene novine FBiH, broj 33/03

MEĐULABORATORIJSKA POREDBENA ISPITIVANJA OTPADNIH VODA (ILC-WW 16,17)

Ljubljana, februar 2008. godine

U organizaciji Kemijskog Inštituta Ljubljana u 2008. godini je organizirano međunarodno međulaboratorijsko poredbeno ispitivanje otpadnih voda u aprilu (ILC-WW 16) i septembru (ILC-WW 17). Kemijski Inštitut je imenovan za nosioca nacionalnog etalona, područje zaštite okoliša, vrste uzoraka otpadne i površinske vode, od strane Ministarstva za visoko školstvo, znanost i tehnologiju Republike Slovenije. Aktivnosti uključuju i izvođenje referentnih mjerenja i organizaciju međulaboratorijskih poredbenih ispitivanja.

Laboratorija za vode "Agencije za vodno područje rijeke Save" je 2008. godine aktivno učestvovala u obe interkalibracije, kako bi provjerila svoju sposobnost za ispitivanje otpadnih voda, posebno iz razloga što je ovlaštena laboratorija za takva ispitivanja.

ILC-WW (Interlaboratory Comparison – Waste Water) 16 je predstavljao ispitivanje slijedećih parametara kvaliteta:

A1 – sulfati	A2 – sulfat
A1 – fluoridi	A2 – fluoridi
A1N – nitratni nitrogen	A2N – nitratni nitrogen
B1 – BPK5	B2 – BPK5
K1 – Hg	K2 – Hg
N1 – suspendirane tvari	P1 – pH

A1 – hloridi	A2 – hloridi
T1 – toksičnost	T2 – toksičnost
A1 – ortofosfat	A2 – ortofosfat
K1 – Cr (VI)	

ILC-WW 17 je predstavljao ispitivanje slijedećih parametara kvaliteta:

H1 – Kjeldahl nitrogen	H2 – Kjeldahl nitrogen
H1 – ukupni fosfor	H2 – ukupni fosfor
K1 – Zn	K2 – Zn
K1 – Ni	K2 – Ni
K1 – Mn	K2 – Mn
S1 – TOC	S2 – TOC
K1 – Pb	K2 – Pb
S1 – HPK	S2 – HPK
F1 – fenoli	S1 – HPK
HTD1 – ukupni nitrogen	H1HN4 – amonijačni nitrogen
TLS1 – ulja i masti	

Napomena: isti parametar a različit predznak znači različit nivo koncentracija, što je bitno za otpadne vode.

U oba ciklusa interkalibracija učestvovao je veliki broj laboratorija, prvenstveno iz Slovenije, a zatim i iz Hrvatske, Mađarske i jedna iz Bosne i Hercegovine.

Kemijski Inštitut Ljubljana je proveo interkalibraciju po uobičajenim međunarodnim kriterijumima, vršeći test homogenosti i stabilnosti uzoraka, a tačnost rezultata je data pomoću z-skora, pri čemu je:

$|Z| \leq 2$ zadovoljavajući rezultat

$2 < |Z| < 3$ upitan rezultat

$|Z| \geq 3$ nezadovoljavajući rezultat

Učešćem u oba ciklusa interkalibracije Laboratorija za vode "Agencije za vodno područje rijeke Save" je dobila certifikat o uspješno obavljenim poredbenim ispitivanjima za većinu nabrojanih parametara kvaliteta. Određen problem je iskazan za jedan nivo koncentracije parametara: toksičnost (*Daphnia magna* Straus) zbog njegove zahtjevnosti i osjetljivosti, kao i Pb, HPK i orto-fosfat. Na osnovu dobivenih rezultata interkalibracije Laboratorija za vode je za navedene parametre napravila korektivne mjere, kako bi utvrdila i eliminirala razloge nezadovoljavajućih rezultata. Pošto je ovo bila prva interkalibracija velikog broja parametara kvaliteta otpadnih voda, što je zbog kompleksnosti ispitivanog matriksa vrlo zahtjevno, smatramo da je ukupno gledajući interkalibracija bila vrlo uspješna.

Nakon obavljenog godišnjeg ciklusa interkalibracija Kemijski Inštitut Ljubljana početkom iduće godine, organizira stručni skup u Ljubljani, na kome se prezentiraju i analiziraju rezultati interkalibracija, te prezentiraju neke stručne teme, koje su posebno bile interesantne za taj ciklus interkalibracija. Osim toga, predlaže se program novog ciklusa interkalibracija.

Zbog specifičnosti i značaja testa toksičnosti, kome je participirao relativno mali broj laboratorija, kao vjerovatno i na našu sugestiju, Kemijski Inštitut Ljubljana je upravo na skupu u februaru 2009. godine organizirao tri ekspertna predavanja iz oblasti testa toksičnosti. Razmjena takvih stručnih znanja i praktičnih iskustava je, po meni, bitan razlog za buduća učestvovanja na interkalibraciji u organizaciji Kemijskog Inštituta Ljubljana. U organizaciji nekih drugih referentnih laboratorija, u kojima je učestvovala i naša Laboratorija za vode, nismo imali ovakav kompletn pristup.

Smatram da je ovakva interkalibracija potrebna, a u bliskoj budućnosti i obavezna, i drugim laboratorijama, koje se bave ispitivanjima otpadnih voda u Federaciji Bosna i Hercegovina, pošto postojeći "Pravilnik o uslovima koje moraju ispunjavati ovlaštene laboratorije i sadržini i načinu izdavanja ovlaštenja" (Službene novine Federacije BiH, broj 54/99), osim ispunjavanja minimalnih uslova: prostora, instrumentacije i stručnih osoba, ne zahtjeva certifikate o osposobljenosti za analitička ispitivanja.

STRUČNA POSJETA AGENCIJI REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE (ARSO) Ljubljana, februar 2008. godine

Ljubaznošću dr. Janje Turšič, B. Sc., zamjenice direktora ARSO Ljubljana, prilikom spomenute posjete Ljubljani, omogućena nam je i stručna posjeta Agenciji, koja od 2002. godine u Sloveniji, između ostalog, planira, organizira i djelomično provodi ispitivanja voda.

ARSO je uspostavljena 2001. godine kao tijelo Ministarstva okoliša i specijalnog planiranja, kada je postala i član Evropske agencije za okoliš. Iste godine je obnovljena mreža za praćenje kvaliteta zraka i Kalibraciona laboratorija. Sama ARSO je i nacionalni servis za meteorologiju, hidrologiju i seizmologiju. Zapošljava preko četiristotine osoba, od čega je glavnina sa visokom stručnom spremom, 38 magistara i 19 doktora nauka (stanje 2007. godine). U svom sastavu ima hemijsku laboratoriju koja je 2003. godine akreditirana po SIST EN ISO/IEC 17025 standardu, a 2004. godine je proglašena i nacionalnom laboratorijom za ispitivanje zraka.

Jedan od važnijih zadataka ARSO je planiranje, organiziranje i u određenoj mjeri provođenje ispitivanja tla, zraka, padavina, površinskih voda općenito, površinskih voda koje se koriste za piće i podzemnih voda na području Republike Slovenije. Hemijska laboratorija u sklopu ARSO vrši prvenstveno ispitivanja kvaliteta padavina i zraka, dok glavninu ispitivanja vodnih resursa na osnovu godišnjih ugovora vrše tri laboratorije za vode: Zavoda za zdravstveno zavarovanje Maribor, Zavoda za zdravstveno zavarovanje Novo Mesto i Instituta Jožef Štefan Ljubljana. Osnovni princip ugovaranja je akreditiranost navedenih laboratorija za konkretne pokazatelje kvaliteta voda. Naime, u Sloveniji je obaveza da ispitne laboratorije moraju biti akreditirane za sve pojedine parametre kvaliteta koje ispituju.

Svi podaci ispitivanja, koje organizira ARSO, sakupljaju se u velikoj bazi podataka, koja služi za potrebe Republike Slovenije kao i za obaveznu međunarodnu razmjenu.

Prilikom posjete ARSO upoznali smo ih sa organizacijom i mogućnostima Laboratorije za vode, koja se nalazi u sklopu "Agencije za vodno područje rijeke Save" Sarajevo, s namjerom da se u budućnosti omogući daljnja raznolika stručna saradnja.

ZNAČAJ TESTA TOKSIČNOSTI ZA ISPITIVANJE KVALITETA VODA SA TEST ORGANIZMIMA *Daphina magna* Straus

Ljubljana, Slovenija, 04-05. 02. 2009.

Uvod

Kemijski Inštitut Ljubljana, Slovenija u saradnji sa Evropskom komisijom (Joint Research Centre), Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM), MIRS-om, Training in metrology in chemistry, u periodu 4. februara 2009. godine, organizovao je prezentaciju na temu "Primjenjivost mjerenja u hemiji". Cilj radnog skupa je bio upoznati učesnike sa rezultatima analize interlaboratorijskog poredbenog ispitivanja MP- Otpadne vode 16 i MP - Otpadne vode 17, organizovano u periodu aprila i septembra 2008. godine.

Na interlaboratorijskom poredbenom ispitivanju sa međunarodnim sudjelovanjem, učestvovalo je 60 laboratorija iz Slovenije, Hrvatske, a između ostalih učestvovala je i Laboratorija za vode "Agencije za vodno područje rijeke Save", Sarajevo. Sudjelovanjem laboratorije za vode na interlaboratorijskom ispitivanju postiže se potreban nivo organiziranosti i odgovornosti ispitivanja, što je bitno za akreditiranje po EN ISO/IEC 17025.

Značajno je istaći da se sudjelovanjem na radnom skupu omogućava razmjena iskustava po pitanju rezultata interkalibracije.



Prezentacija testa toksičnosti – Doc.dr.Tatjana Tišler

Posebna pažnja je bila usmjerena na nova saznanja za primjenu savremene metodologije i testova za ispitivanje toksičnosti u vodi.

Teme koje su se odnosile na toksičnost voda:

- Praktični mikrobiotestovi za detektirane toksičnosti i detektiranje bakterijske kontaminacije
- Uloga testova toksičnosti za ispitivanje kvaliteta otpadnih voda
- Ispitivanje toksičnosti otpadnih voda – Rezultati međulaboratorijske primjene

Osnove i ciljevi primjene testa toksičnosti

Za početak prvih otkrića iz oblasti toksikologije najzaslužniji je njen osnivač Paracelsus (1493-1541), koji je u eksperimentalnim studijama dokazao da je toksičnost potencijalna štetnost hemikalija da prouzrokuju štetne efekte na organizme.

Na osnovu posljednjih studija (CAS Report, januar 2009), registrirano je ukupno 42 miliona hemikalija koje direktnim ispuštanjem u vodotoke, a sa visokim koncentracijama iniciraju pojavu biološkog odgovora organizama.

Za ispitivanje testa toksičnosti mogu se primjeniti različiti test organizmi:

- Alge (72 h - test inhibicije rasta algi)
- *Daphnia* (24-48 h - test nepokretnosti *Daphnia*)
- Ribe (96 h – test smrtnosti riba)

Iz tih razloga neophodno je ispitivanje koncentracija toksičnih hemikalija u otpadnim vodama koje svojim prisustvom prouzrokuju letalne ili subletalne promjene na organizmima *Daphnia magna*.

U okviru interlaboratorijskog poredbenog ispitivanja primjenjen je test akutne toksičnosti sa test or-

ganizmima *Daphnia magna* Straus uz primjenu metodologije ISO 6341:1996 (E).

Primjena navedenog testa akutne toksičnosti omogućava cjelovit odgovor organizama *Daphnia magna* Straus na sve prisutne koncentracije hemikalija u otpadnoj vodi.

Za mjerenje akutne toksičnosti mjera je LC50/EC50.

U organizaciji programa Kemijskog Inštituta Ljubljana, predstavnici radnog skupa su imali termine za prezentacije vezane za razvijanje najnovijih metodologija po pitanju ispitivanja testa toksičnosti.

Osobito zanimljivo predavanje, iz oblasti toksikologije, je prezentirao Prof.em.dr. Guido Persoone koji je posebno ukazao na mogućnosti postupaka savremene metodologije za ispitivanje testa toksičnosti, a postupci su razvijeni u laboratoriju za toksikologiju u Belgiji (Laboratory for Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, Belgium).

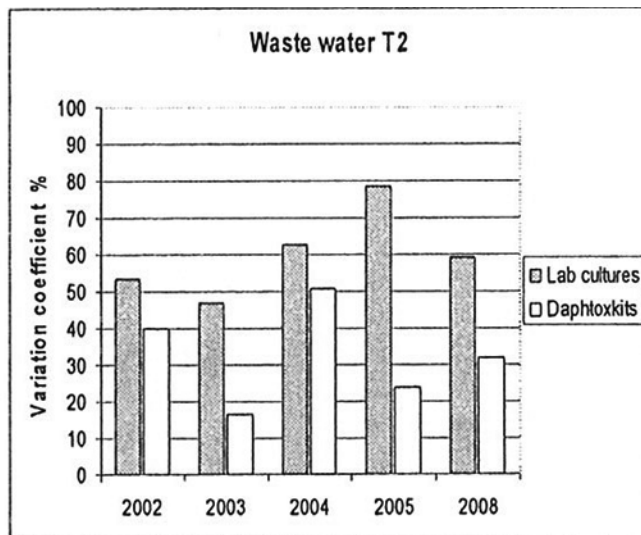
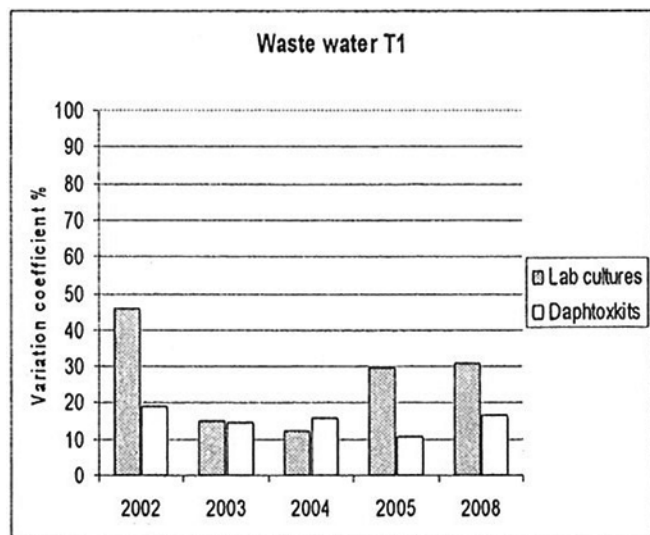
Dr. G. Persoone je za učesnike radnog skupa prezentirao najnovije testove sa kulturama Toxkit Microbiotest-a za otkrivanje toksičnosti u vodi sa primjenom Screening tehnologije.

Kultura Toxkit Microbiotest - Daphtoxkit F magna podrazumjeva jaja *Daphnia* "ephippia" iz kojih se neposredno prije izvođenja testa toksičnosti (u periodu od 72 časa) mogu "izleći" individue *Daphnia magna*.

Na osnovu svih intra - i inter-laboratorijskih komparativnih studija (testova toksičnosti) na Daphtoxkit F magna konstatirano je sljedeće:

- Osjetljivost mladih individua *Daphnia* (neonante) koje su se izlegle iz jaja (ephippia) je ista kao kod *Daphnia* iz laboratorijskih kultura
- Preciznost Daphtoxkit microbiotest – a je generalno bolja od laboratorijskih test kultura
- Poređenjem dobivenih analiza interlaboratorijskog ispitivanja testa akutne toksičnosti *Daphnia magna*

Grafikon br.1. Grafički prikaz analiza testova akutne toksičnosti – Slovenija za period od 2002. do 2008.godine - Koeficijenti varijacija na 24 h LC50



(Izvor: Kemijski Inštitut Ljubljana, Slovenija)

u Sloveniji za period od 2002. do 2008. godine saznaje se da u najvećem broju slučajeva koeficijenti varijacija Daphtoxkit testova jako su niži od testova laboratorijske kulture, (Grafikon br.1)

U oblastima (*in situ*) analiza Daphtoxkit ima široku primjenu za:

- Ispitivanje toksičnosti vode
- Analizu kontaminacije vode od bakterija i bioloških rezidua

Kroz edukativna predavanja, učesnici radnog skupa imali su priliku upoznati se sa najnovijom tehnologijom i opremom za ispitivanje toksičnosti u vodi, koja između ostalog podrazumjeva primjenu odgovarajućih instrumenata, a kojima se omogućava veoma brza detekcija kontaminacije sa toksičnim materijama.

Značajno je istaći da su učesnici radnog skupa imali priliku i praktično demonstrirati sa tehnikom primjene odgovarajućih testova:

- Daphtoxkit F magna – podrazumjeva test organizme “*ephippia*” jaja *Daphnia magna* Straus koja neposredno prije izvođenja testa toksičnosti mogu biti “oživljena”.
- Toxi-Screening Kit – za veoma brzu detekciju bakterijske kontaminacije u površinskoj vodi.
- Luminometar sa Toxi-Screening Kit-om - koji posjeduje mogućnosti za detekciju bakterijske bioluminescencije u vodi, a u vezi sa tim otkrivanje i nivoa ATP-hemijske luminescencije.
- Portabl mikroskop - dizajniran sa kamerom i software-om za direktnu observaciju iluminacije na objektu. Također, manjih je dimenzija i veoma prikladan za rad na terenskom istraživanju.

Na Kemijskom Inštitutu pored održanih predavanja i prezentacija omogućena je i posjeta Laboratoriji za otpadne vode “Kemijskog Inštituta Ljubljana” čime je postignut postavljeni cilj za razmjenu iskustava po pitanju savremene metodologije rada, kultiviranja *Daphnia magna* koja je usklađena sa najnovijim međunarodnim standardima.

Interesantno je napomenuti, da Laboratorij za otpadne vode “Kemijskog Inštituta Ljubljana” raspolaže savremenim instrumentima i stručnim kadrom za testiranje toksičnosti u otpadnim vodama, te vrši stručne edukacije studenta sa mnogih univerziteta.

Na osnovu obavljene posjete Kemijskom Inštitutu Ljubljana i njihovoj laboratoriji za otpadne vode, kao

Metod kultiviranja i reprodukcije
Daphnia magna Straus

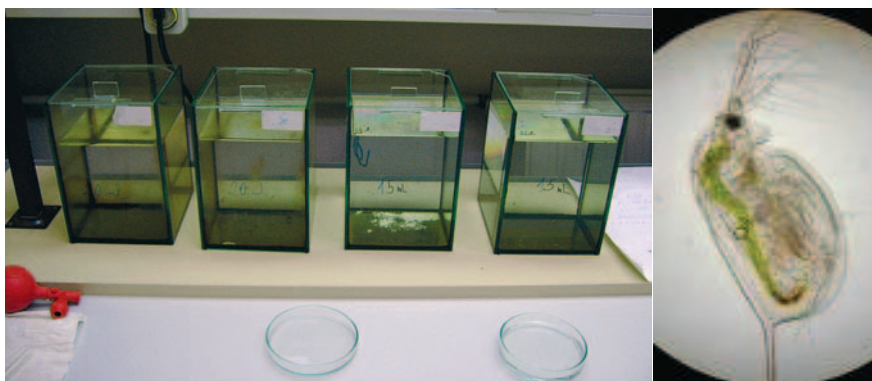
i obavljenim stručnim prezentacijama, potvrdio se značaj testa toksičnosti, posebno za laboratorije u Federaciji Bosne i Hercegovine zbog metode utvrđivanja EBS – a, odnosno naknade za ispuštanje otpadnih voda.



Tehnika primjene Daphtoxkit microbiotest -a
Prof. em. dr. Persoone



Laboratorija za otpadne vode Kemijskog Inštituta Ljubljana



URBANI, REGIONALNI I KOMUNALNI ASPEKTI PLANIRANJA KANALIZACIONIH SISTEMA

REZIME: Pri planiranju jednog kanalizacionog sistema izuzetnu važnost ima postojanje urbanističkog plana tretiranog naselja, a ukoliko je interesantan regionalni koncept, onda i prostorni plan šireg područja ili većeg broja urbanih naselja. Normalno, postoji i niz drugih uticajnih faktora kao što su vodoprivredni, topografski, geološko-geomehanički, ekonomski, pravni, aspekti zaštite okoliša i dr., ali najvažnije je usvojiti određene kriterije u vezi potrebne dužine kanalske mreže i površine zemljišta za lokaciju postrojenja za prečišćavanje zagađenih (otpadnih) voda u odnosu na odabrani sistem kanalizacije, kako bi se postigli maksimalni sanitarno-tehnički efekti za tretirano područje.

U isto vrijeme bitno je uvažiti i činjenicu da je kanalizacioni sistem ujedno i dio ukupne gradske komunalne infrastrukture i kao takav važan faktor rješavanja položaja pojedinih objekata u prostoru, shodno planiranju tzv. podzemnog urbanizma.

Proizlazi, važan zaključak, da pri rješavanju još u fazi planiranja kanalizacije, treba da postoji bliska saradnja između prostornih planova i specijalista koji se bave problematikom kanalizacionih sistema. Između ostalog, to je posebno važno zbog izbora korektnog obuhvata budućeg kanalizacionog sistema i naročito izbora lokacije postrojenja za prečišćavanje voda u odnosu na buduća proširenja sa novim stambeno-poslovnim i industrijskim objektima, koji bi se bez posebnih teškoća mogli priključiti na ključne objekte kanalizacije.

Ključne riječi: *urbanistički plan, prostorni plan, kanalizacioni sistem, postrojenje za prečišćavanje zagađenih (otpadnih) voda, komunalna infrastruktura, podzemni urbanizam, primarno prečišćavanje, sekundarno prečišćavanje, efluent*

UVOD

Osnovna problematika koja se tretira u fazi planiranja kanalizacije obuhvata razmatranje stanja sanitarno-higijenskih uslova i aspekt zdravstvene zaštite razmatranog naselja ili područja, broj i vrstu korisnika buduće kanalizacije, kvantitativne i kvalitativne karakteristike zagađenih (otpadnih) voda, vodoprivredne uslove zajedno sa hidrološkim vezano za recipijent i gravitacionu površinu, potrebe i ciljeve prečišćavanja zagađenih voda, orijentaciono koštanje kanalizacionog

sistema sa investicionog i eksploatacionog aspekta, te posebno distance fazne realizacije.

Sve nabrojano što se treba izanalizirati bazira na urbanističko-planskoj dokumentaciji tretiranog područja i rješavanju ukupne komunalne infrastrukture sadašnjeg stanja i stanja koje se planira za razvojni planski period kroz 15 pa i do 30 godina.

U fazi planiranja kanalizacije kao sastavni dio plansko-urbanističke dokumentacije trebalo bi da se uradi ili idejno rješenje ili još bolje idejni projekat kanalizacionog sistema. Na osnovu toga mogao bi se

uraditi odgovarajući tender te pružiti mogućnost obezbjeđenja finansijskih sredstava za realizaciju kanalizacionog projekta.

URBANI I REGIONALNI ASPEKTI

Urbano područje općenito utvrđuje se u svrhu formiranja i održavanja povoljnih uslova za život, rad i odmor ljudi. Ono obuhvata izgrađene i neizgrađene površine građevinskog, poljoprivrednog i drugog zemljišta. Urbano područje treba da je opremljeno odgovarajućom infrastrukturom, između ostalog i objektima kanalizacionog sistema.

Urbano područje utvrđuje se prostornim ili urbanističkim planom, pri čemu se, vodeći računa o prirodnim uslovima i potrebama stanovništva, obezbjeđuju različiti infrastrukturni sistemi, kao i mogućnosti za njihovo proširenje i dogradnju.

Za svaku administrativnu teritoriju (federacija, regija, kanton isl.) putem prostornog uređenja i kompleksnog planiranja utvrđuje se dugoročna politika izgradnje naselja i zaštita okoliša za 20-30 godina. Posebno se definišu opća namjena površina, trase infrastrukturnih objekata i lokacije primarnih objekata pojedinih tehničkih sistema, razmještaj značajnih industrijskih kapaciteta i dr.

Pri prostornom uređenju i kompleksnom planiranju širih teritorijalnih cjelina nužno je da se ostvaruje i obezbjeđuje regionalna koncepcija razvoja.

Pod regionom podrazumijeva se šira prostorna cjelina, koja obuhvata više naselja sa zajedničkim ili približno istim geografskim, demografskim, ekonomskim, infrastrukturnim i drugim karakteristikama, bitnim za skladan razvoj područja.

Pitanju formiranja regionalnih kanalizacionih sistema (za sada je to jedino sarajevski) treba posvetiti mnogo veću pažnju nego što je to do sada bilo u praksi. Gdje god je moguće i cjelishodno treba planirati regionalna postrojenja za prečišćavanje zagađenih voda. Ovakav planski pristup ima niz tehničkih, a posebno ekonomskih prednosti, u odnosu na slučaj kad imamo veći broj manjih stanica. Kod regionalnog rješavanja ostvaruju se povoljniji ne samo eksploatacioni nego i investicioni troškovi. Lakše se vrši zatvaranje konstrukcije finansiranja i obezbjeđuje prateća infrastruktura, svrsishodnije uspostavlja

vođenje i upravljanje procesom prečišćavanja, efikasnije vrši kontrola rada kanalizacionog sistema i kontrola zaštite okoliša. Pri organizovanju velikih regionalnih sistema, moguće je efikasnije obezbjeđiti kvalifikovan kadar itd.

Iz svega što je rečeno regionalizaciji kanalizacionih sistema treba posvetiti odgovarajuću pažnju, naročito u fazi izrade prostornih i regionalnih urbanističkih planova. Pri ovom, nužna je logična povezanost regionalizacije sa riječnim slivnim područjima, kao što je već započeta ideja u gornjem slivu rijeke Vrbasa (Bugojno, Donji Vakuf i dr.).

Planiranje prostora i naselja sastavni je dio jedinstvenog sistema društveno-ekonomskog razvoja, kod čega razlikujemo već spomenuti prostorni plan, zatim urbanistički plan (red) za pojedinačna naselja i regulacioni plan za dijelove naselja ili čitavo naselje. Ovim posljednjim detaljno se reguliše korišćenje zemljišta, izgradnja i uređenje prostora. U okviru regulacionog plana sadržana je komunalna infrastruktura (saobraćajnice, vodovod, kanalizacija, regulacije vodotoka, elektro i PTT mreža i dr.) na nivou idejnog rješenja ili idejnog projekta, sa detaljnim prostornim razmještajem trasa, građevina, uređaja i postrojenja sa priključcima na osnovnu mrežu. Elementi iz regulacionog odnosno urbanističkog plana (ako nema regulacionog) sadrže potrebne podatke za izradu idejnog i glavnog odnosno izvedbenog projekta svake od infrastrukturnih cjelina.

Kad je govor o kanalizaciji, onda je posebno važno stanje postojeće i plan buduće ulične saobraćajne mreže, uključivo i nivelacioni plan, jer se kanalizaciona mreža oslanja na ova dva bitna faktora urbanističkih podloga, podrazumijevajući pri tome i kvalitetne geodetske podloge.

Pri urbanističkom planiranju kanalizacionih sistema, kao orjentacioni kriterijumi za ocjenjivanje ukupne dužine kanalizacione mreže, te potrebne površine za lociranje postrojenja za prečišćavanje zagađenih voda, mogu da posluže podaci iz tabela 1. i 2.

Od svih gradskih tehničkih sistema, kanalizacioni sistem je „najkrući“ iz prostog razloga što se teži ostvariti tečenje zagađenih voda gravitacionim putem kroz njegovu mrežu, sa naglašenim imperativom da i svi priključci po mogućnosti djeluju kao gravita-

Spratnost	Ulične mreže	Kolektora	Ukupno
Jednospratna	1-1.3	0.3-0.4	1.3-1.7
Dvospratna			
Trospratna i više	0.5-0.8	0.12-0.15	0.62-0.95

Tabela 1.. Dužina kanalizacione mreže u metrima na 10m² stambene površine [4]

$Q_{sr,d}$ zagađene vode (m^3)	Primarno prečišćavanje	Sekundarno prečišćavanje	
		Biofiltri	Aerotankovi
5.000	0,6-1,0	2-3	0,2-1,25
10.000	0,9-1,5	4-6	1,5-2,0
15.000	1,2-2,0	6-9	1,7-2,5
20.000	1,5-2,5	7-12	2,2-3,0
30.000	1,8-3,0	12-18	4,0-6,0
50.000	3,0-4,0	20-30	5,0-7,5
75.000	4,0-6,0	30-45	7,5-10,0
100.000	5,5- 7,5	40-60	10,0-12,5

Tabela 2. Potrebne površine za lociranje postrojenja prečišćavanje zagađenih voda (u ha) [4]

cioni. Odatle činjenica, da se u okviru tzv. podzemnog urbanizma, objektima kanalizacione mreže daje apsolutna prednost kad je govor o postavljanju trasa u horizontalnom, a naročito u visinskom pogledu, vodeći pri tome računa i o položaju ostalih instalacija, odnosno o njihovom katastru.

Pri hidrauličkom proračunu kanalizacione mreže, zbog rečenog treba voditi računa o minimalnim računskim brzinama (kritičnim ili samoispirajućim) koje omogućuju samoprečišćavanje taloga u kanalizacionoj mreži.

Minimalna računaska brzina tečenja zagađenih voda uzima se u zavisnosti od krupnoće sadržanih primjesa u njima te od hidrauličkog radijusa ili od stepena punjenja.

Za fekalne i kišne zagađene vode minimalne brzine tečenje pri najvećem računskom punjenju cijevi mogu se primjeniti prema tabeli br.3.

Minimalna računaska brzina tečenja efluenta dozvoljena je od 0,4 m/s.

KOMUNALNI ASPEKTI

Kod planiranja kanalizacionog sistema treba naročito da se istakne komunalni aspekt ove djelatnosti, koja je, mada od posebnog društvenog interesa, još u poziciji s kojom se ne može biti zadovoljno. Naime, materijalno stanje komunalne djelatnosti kojom se opslužuje naselje, a posebno odstranjivanje čvrstih i tečnih otpadaka i njihova dispozicija, u takvom je položaju da ne omogućava ni prostu, a kamoli proširenu reprodukciju. To je osnovni razlog zaostajanja kanalizacionih sistema za drugim komunal-



Polaganje kanalizacionih cijevi

Arhiva AVP Sava

Dijametar [m]	150-200	300-400	450-500	600-800	900-1200	1300-1500	Više od 1500
Brzina tečenja [m/s]	0,7	0,8	0,9	1	1,15	1,3	1,5

Tabela 3. Minimalne računske brzine tečenja u kanalima [3]

nim djelatnostima, a posebno za vodovodnom i stambenom djelatnošću sa kojima postoji kauzalni odnos.

Nepovoljna specifičnost kanalizacionih sistema kao infrastrukturnog činioca jeste i ta što traži velika početna ulaganja, koja se ne mogu brzo amortizovati i koja ne povećavaju materijalnu proizvodnju. Sem toga, zbog dugog vijeka trajanja, kanalizacioni objekti su češće podložni rekonstrukciji, modernizaciji i dogradnji, a to zavarava i utiče da se odlaže izgradnja kompleksnih sistema (često se ide na parcijalna rješenja koja nekad i nemaju pravu funkciju).

Odatle veliki značaj i uloga planera, da kroz razne oblike razvojnih planova što korektnije i studionije, analizom nekoliko varijantnih rješenja i uvažavanjem svih raspoloživih podloga predlože takve koncepte kanaliziranja, koji će tehnički ekonomski i društveno opravdati svoju ulogu. Pri tome treba naročito posvetiti pažnju izboru sistema, te primarnim objektima- osnovnoj kanalizacionoj mreži-kolektorima, pumpnim stanicama i postrojenjima za prečišćavanje. Zbog skupoće kanalizacionog sistema (2-2,5

puta skuplji od vodovodnog sistema za isti grad-naselje) veoma je bitno racionalno planirati faznu realizaciju projekta, kako same mreže tako još i više postrojenja za prečišćavanje, idući postepeno u početku izgradnjom samo objekata za mehaničko prečišćavanje, a kasnije realizacija naknadnih faza.

Izuzetak je situacija kad se zbog uslova recipijenta ili nečeg drugog treba odjedanput sve uraditi od onog što je planirano.

LITERATURA

- [1] Bartlett E.R.: Sewage (Second Edition); AS London, 1978.
- [2] Hosang/Bischof: Abwassertechnik; B.G. taubner, Stuttgart, 1993.
- [3] Jakovlev i dr.: Kanalizacija; SI Moskva, 1975.
- [4] Jahić M.: Urbani kanalizacioni sistemi; „Geoinženjering“, Sarajevo, 1985.
- [5] Jahić M.: Komunalna infrastruktura (Sanitarno inženjerstvo), Tehnički fakultet Bihać, 2007.



Bunar za vodu se štiti izgradnjom kanalizacione mreže

ANALIZA VODE I SEDIMENTA U KRIVAJI (Srbija) – PODLOGA ZA PLAN UPRAVLJANJA SEDIMENTOM

UVOD

Krivaja nastaje od sedam manjih vodotoka u pustari Pavlovac jugozapadno od Subotice gde je veštačkim putem produžen prirodni tok prema severu (48 km) i time postignuto odvodnjavanje bara iz predela Zlatni kraj i Tavankut. Ona obuhvata teritorije opština Subotica, Bačka Topola, Mali Idoš i Srbobran pri čemu u gornjem toku prolazi pored naselja Bajmok, Stari Žednik, Mali Beograd i Zobnatica a u donjem toku pored bačke Topole, Bajše, Malog Idoša, Lovćenca i Feketića.

Vodotok Krivaja je najduže prirodno vodno telo (109 km) i celom svojom dužinom se nalazi na teritoriji Vojvodine. Podeljen je na gornji i donji tok kod naselja Zobnatica i sačinjen je od glavnog kanala K-0 koji prima veće sporedne kanale koji prima veće sporedne kanale K-18, K-23, K-26 i mnogo manjih. Regulacija ovih kanala tesno je povezana i predstavlja jednu celinu.

Važan segment vodotoka Krivaja predstavljaju i akumulaciona jezera od kojih je najveće i najznačajnije akumulaciono jezero "Zobnatica". Veštačka akumulacija je formirana u najnižem delu doline reke Krivaja izgradnjom zemljane brane dužine 296 m i visine 7 metara, čime je dobivena ukupna površina akumulacije od 4 830 000 m³ vode pri maksimalnom nivou jezera od 98.00 mnm. Snabdevanje vodom aku-

mulacije najvećim delom je od strane vodotoka Krivaje gde se iz pravca Žednika ulivaju objedinjene grane ovog kanala, a kao izvor vode značajne su i atmosferske padavine i podzemne vode. Akumulacija se koristi za navodnjavanje i sportske aktivnosti.

Na osnovu indikatora životne sredine za oblast voda koji je namenjen izveštavanju javnosti, stručnjaka i donosioca političkih odluka, voda Krivaje je veoma lošeg kvaliteta i svojim kvalitetom nepovoljno deluje na životnu sredinu. Zagađenje iz Bačke Topole je 2003. godine uništilo floru i faunu vodotoka Krivaja kod Bajše i ova pojava je proglašena ekološkom katastrofom.

Glavni cilj analize pritisaka i uticaja na vodna tela je identifikacija gde i do koje mere ljudske aktivnosti mogu dovesti u opasnost dostizanje ciljeva kvaliteta površinskih voda. U Lokalnom ekološkom akcionom planu (LEAP) Bačka Topola, navedeno je da se sistematsko ispitivanje kvaliteta i kvantiteta otpadnih voda industrijskih pogona lociranih u radnim zonama Bačke Topole, gradskih izliva u Krivaju nije vršilo od 1976. godine. Takođe, do sada nisu vršena istraživanja sedimenta u reci Krivaja u cilju karakterizacije sedimenta.

Projekat: "Analiza vode i sedimenta Krivaje" je za potrebe JVP "Vode Vojvodine" izradio Departman za hemiju, PMF Novi Sad i predstavlja osnovu za plan

upravljanja sedimentom, odnosno podlogu za Akcioni plan.

PROGRAM MONITORINGA

Redovni monitoring vodotoka Krivaja sprovodi Republički Hidrometeorološki Zavod. Na osnovu analize dosadašnjih rezultata vode, a prema Uredbi o kategorizaciji vodotoka, ustanovljeno je da vodotok Krivaja ne odgovara propisanoj kategoriji vodotoka. Krivaja od Bačke Topole do Bajše pripada III klasi, a nizvodno od Bačke Topole spada u IV klasu i van klasno (VK) stanje. Krivaja pripada IIa klasi od izvora do Bačke Topole a IIb klasu od Bajše do ušća.

Evakuacija neprečišćenih otpadnih voda industrijskih postrojenja na prvom mestu radnih zona Bačke Topole dovele su skoro do potpune degradacije rečnog sistema Krivaje nizvodno od Bačke Topole. Svoje delimično prečišćene otpadne vode direktno u Krivaju ispuštaju tri velika industrijska zagađivača: Industrija mesa "Topola", "Topiko" i "Žibel". Ove otpadne vode opterećene su prvenstveno organskim materijama. Međutim, pored otpadnih voda generisanih radom prehrambene industrije, u radnoj zoni Bačke Topole se nalaze i industrije čije otpadne vode karakteriše sadržaj cijanida, teških metala. Pored toga, sakupljena upotrebljena voda stambene zone naseljenog mesta Bačka Topola kao i atmosferska voda urbanog područja sa postojećim kanalizacionim sistemima se bez ikakvog tretmana ispuštaju u reku Krivaju. Za deo gradskog područja koji nije pokriven kanalizacionom mrežom karakteristično je prisustvo septičkih jama čiji se sadržaj prazni cisternama i takođe upušta u reku Krivaju [1]. Od 22 naseljena mesta opštine Bačka Topola, izgrađenu kanalizacionu mrežu imaju Stara Moravica, Panonija i Krivaja. Značajno je zagađenje vodotoka Krivaja kod naselja Bajša. Veštačko akumulaciono jezero "Zobnatica" takođe je pod značajnim uticajem antropogenih aktivnosti.

U cilju monitoringa hemijskog kvaliteta vode vodotoka Krivaja izvršeno je uzorkovanje površinske



vode na 7 lokacija. Monitoring sedimenta je projektovan u cilju dobijanja informacije o horizontalnoj distribuciji zagađujućih materija i obuhvatio je uzorkovanje površinskog sedimenta vodotoka Krivaja na 22 lokacije (slika 1).

U skladu sa ciljem projekta hemijska karakterizacija sedimenta obuhvatila je niz organskih i neorganskih parametara. Određeni parametri kvaliteta sedimenta su: frakcija suve materije, frakcija organske materije, granulometrijski sastav sedimenta, metali (kadmijum, hrom, bakar, nikal, olovo, cink, gvožđe, mangan), nutrijenti (azotne i fosforne materije), pokazatelji ukupnog organskog zagađenja (hemijska potrošnja kiseonika (HPK), biološka potrošnja kiseonika (BPK)), ukupni ugljovodonici i mineralne materije i specifični organski polutanti (policiklični aromatični ugljovodonici (PAH), pesticidi (organohlorni), polihlorovani bifenili).

Klasa	Napomena
0	Prirodni fon. Sedimenti mogu biti korišćeni bez posebnih mera zaštite
1 i 2	Neznatno zagađeni sedimenti. Raspodela bez mera zaštite u pojasu širine 20 m.
3	Zagađeni sedimenti. Nije dozvoljena distribucija. Čišćenje ili čuvanje u depou će biti neophodno radi zaštite okoline od zagađenja.
4 i 4+	Izuzetno zagađeni sedimenti. Obavezna remedijacija. Čišćenje i čuvanje u deponiji bi bilo neophodno radi zaštite okoline od zagađenja.

Slika 1. Mesta uzorkovanja sedimenta i površinske vode na vodotoku Krivaja

Kako Republika Srbija nema odgovarajuće propise za procenu kvaliteta sedimenta za interpretaciju rezultata korišćen je holandski sistem klasifikacije sedimenata (Vierde Nota Waterhuishouding, Ministerie V&W, December 1998) [4] koji podrazumeva četiri klase na osnovu rizika po okolinu i obuhvata teške metale i organske mikropolutante (Tabela 1.). Baziran je na tri nivoa rizika na osnovu podataka za toksičnost i ekotoksičnost. Prvi nivo rizika je "zanemarljiv rizik" (sa ovog nivoa su izvedene ciljne vrednosti). Drugi nivo rizika je "maksimalno dozvoljeni rizik" koji je vezan za koncentracije pri kojima nema efekata (NOEC). Treći nivo rizika predstavlja "izuzetno visok rizik", a izveden je na osnovu NOEC za kratkotrajne efekte na organizme i maksimalno dozvoljnog rizika za ljude. Ovaj nivo rizika odgovara interventnoj vrednosti. U skladu sa holandskim aktom o zaštiti zemljišta koncentracije iznad ove vrednosti znače da postoji obaveza remedijacije sedimenta.

Što se tiče nacionalne legislative, moguće je jedino vršiti procenu kvaliteta poređenjem za propisani kvalitet zemljišta sa maksimalno dozvoljenim koncentracijama (MDK) štetnih materija u zemljištu (Sl. glasnik RS, br. 23/1994). U daljoj diskusiji su rezultati komentarisani i u odnosu na te vrednosti.

Analizirani parametri u vodi su: metali (kadmijsum, hrom, bakar, nikal, olovo, cink, gvožđe, mangan), ukupno organsko zagađenje (HPK, BPK), ukupni ugljovodonici i mineralna ulja, nutrijenti (azotne i fosforne materije), te specifični organski polutanti

(policiklični aromatični ugljovodonici, pesticidi (organohlorni), organohlorna isparljiva jedinjenja i BTEX (benzen, toluen, etilbenzen, ksileni)). Na lokacijama 8, 9, 21 izvršena su mikrobiološka ispitivanja vode: ukupne koliformne bakterije i koliformne bakterije fekalnog porekla (*E.coli*), organotrofi i kategorizacija vode po Kohlu; fiziološka grupa bakterija (lipolitske, proteolitske, saharolitske); enzimska (fosfatazna) aktivnost. Analiziran je i organski profil uzoraka vode i sedimenta kako bi se utvrdilo eventualno prisustvo specifičnih organskih jedinjenja koja nisu obuhvaćena drugim analizama.

Za procenu kvaliteta vode korišćen je Pravilnik o opasnim materijama u vodama (Sl. glasnik RS, br. 31/82) i Uredba o klasifikaciji voda (Sl. List SFRJ, br. 6/78) i kategorizaciji vodotoka (Sl. Glasnik SRS, br. 5/68), kao i maksimalno dozvoljene koncentracije kanadskih preporuka za akvatični život u vodi (www.ccme.ca./publications/can_guidelines.html) [5].

ANALIZA PODATAKA O KVALITETU VODE I SEDIMENTA

Najveći sadržaj organskih materija u vodi je detektovan nizvodno od Bačke Topole. Vrednosti za odnos BPK_5/HPK ukazuju na prisustvo organskog zagađenja koje je teško mikrobiološki razgradivo, i detektovano je na svim profilima. Na osnovu izmerenih vrednosti biohemijske potrošnje kiseonika u vodi Krivaje ustanovljeno je da ista na svim ispitivanim lokacijama ne zadovoljava kriterijum pripadnosti odgovarajućoj klasi (Tabela 2.).

Izuzetno visoke koncentracije ukupnih ugljovodonika i mineralnih ulja u vodi na lokaciji 9 (nizvodno od Bačke Topole) svrstava vodu u vanklasnu kategoriju. Sadržaj mineralnih ulja na ostalim ispitivanim profilima ne varira značajno (Tabela 2.).

Najveća koncentracija nutrijenata po Pravilniku o opasnim materijama u vodama (Sl. Glasnik SRS 31/82) je izmerena na lokaciji 9.

Organski i ukupan azot nisu obuhvaćeni ovim propisima. Detektovani sadržaj nitrata je u dozvoljenim granicama na svim ispitivanim lokacijama. Sadržaj nitrata odgovara klasifikaciji samo na lokacijama 6 (Zobnatica) i 9 (nizvodno od Bačke Topole), dok na svim ostalim lokacijama koncentracija nitrata je iznad dozvoljenih. Sadržaj amonijaka nizvodno od Bačke Topole je 2.2 puta veći od propisanog. Na ostalim ispitivanim lokacijama sadržaj amonijaka odgovara klasifikaciji.

Za razliku od nacionalnih propisa, preporuke IC-PDR-a postoje za azotne forme i za oblike fosfora. Sadržaj azota je zadovoljavajući samo na lokacijama 6 (Zobnatica) i 21 (nizvodno od Srbobrana), dok na svim ostalim lokacijama prevazilazi ciljnu vrednost a vrednosti fosfora su daleko premašene na svim lokacijama u vodi Krivaje.



Tabela 1. Holandski sistem klasifikacije za sedimente



Prema sadržaju metala voda Krivaje se može svrstati u II klasu na svim ispitivanim lokacijama, odnosno III klasu na lokaciji 9 (nizvodno od Bačke Topole). Izuzetak čini kadmijum čije su granične vrednosti premašene na svim ispitivanim lokacijama, te se voda prema sadržaju kadmijuma nalazi van klase. Maksimalne koncentracije kadmijuma su izmerene na lokacijama 19 (nizvodno od ustave Feketić I) i 21 (nizvodno od Srbobrana).

Poređenjem detektovanih vrednosti isparljivih jedinjenja (1,2-dihloretan, bromdihlormetan i 1,4-dihlorbenzen) sa vrednostima iz našeg Pravilnika o opasnim materijama u vodama, zaključuje se da u pogledu svih detektovanih voda spada u I/II klasu na svim ispitivanim lokacijama.

Prema Pravilniku o opasnim materijama u vodama ova vrednost detektovanih policikličnih aromatičnih ugljovodonika (piren, fluoranten, fenantren i fluoren) nije prekoračena pa se voda može svrstati u I/II klasu.

Mikrobiološke analize su pokazale da je u vodi Krivaje generalno gledano prisutno biodegradabilno organsko zagađenje koje se karakteriše visokom brojnošću bakterijskih populacija (i fizioloških grupa i bakterija pokazatelja sanitarnog aspekta) kao i visokom enzimskom aktivnošću.

Kvalitet sedimenta procenjen je u skladu sa holandskom metodologijom klasifikacije (Tabela 1.). Sediment Krivaje izuzetno zagađen niklom i mineralnim uljima, koje se nalaze u koncentracijama koje predstavljaju rizik po okolinu i kvalitet površinske vode. Problem predstavljaju i povišene koncentracije kadmijuma na svim lokacijama i na pojedinim mestima povišen sadržaj cinka i bakra.

Korigovane vrednosti mineralnih ulja u sedimentu ispitivanih profila pokazuju prekoračenje holandske ciljne vrednosti od 50 mg/kg na svim ispitivanim lokalitetima. Vrednost koja zahteva intervenciju, a koja iznosi 5000 mg/kg, prekoračena je u 68% uzoraka koji su svrstani u klasu 4. Analize su pokazale

Lokacija	Klasa vode	Parametar koji određuje klasu
1	IV	BPK ₅ , mineralna ulja
2	IV	BPK ₅ , mineralna ulja
6	IV	BPK ₅ , mineralna ulja
8	IV	BPK ₅ , mineralna ulja
9	VK	BPK ₅ , mineralna ulja
19	IV	BPK ₅ , mineralna ulja
21	IV	BPK ₅ , mineralna ulja

Tabela 2. Klasifikacija vode prema Uredbi o klasifikaciji voda i Uredbi o kategorizaciji vodotoka

da je zagađenje mineralnim uljima značajno, odnosno predstavlja rizik po okolinu i značajno utiče na kvalitet površinske vode, a u pogledu njegovog uklanjanja i načinima postupanja, sediment se ne može koristiti bez posebnih mera zaštite i zahteva deponovanje pod kontrolisanim uslovima i pripada III i IV klasi (Tabela 3.).

Takođe, od specifičnih organskih polutanata treba istaći prisustvo i rasprostranjenost organohlornih pesticida koji se pojedinačno nalaze u koncentracijama kada predstavljaju rizik po okolinu.

ZAKLJUČAK

Svi ispitivani parametri ukazuju na prisutno zagađenje i ugroženost vode Krivaje, što je posledica upliva otpadnih voda različitog porekla (industrijske, komunalne, sa farme svinja i dr.)

Zagađenja vode Krivaje na teritoriji opštine Bačka Topola i Srbobran su takva da se može konstatovati prekid prirodnog lanca ishrane i kruženja materije u prirodi kao osnove ekoloških načela (visoko organsko zagađenje i velike koncentracije nutrijenata). Dodatni pritisak predstavlja ulivanje vode sa aku-

mulacije Stara Moravica čiji je kvalitet nezadovoljavajući kao i kvalitet sedimenta [3].

Na osnovu hemijskog kvaliteta vode i sedimenta zaključuje se da je vodotok Krivaja veoma lošeg kvaliteta i da ne odgovara propisanoj kategoriji vodotoka, zbog čega je neophodno hitno preduzeti aktivnosti na sprečavanju daljeg zagađenja, a potom i odgovarajuće mere sanacije postojećeg stanja.

LITERATURA

- B.Dalmacija, Projekat "Analiza otpadnih voda zagađivača u cilju identifikacije vodećih sila i značajnih pritisaka na HsDTD" (2008)
- B.Dalmacija, Projekat "Analiza vode i sedimenta Krivaja" (2008)
- B.Dalmacija, Projekat "Analiza fizičko-hemijskih parametara sedimenta i fizičko-hemijskih parametara vode AK *Stara Moravica* kod Krivaje" (2008)
- Holandski sistm klasifikacije sedimenta: Vierde Nota Waterhuishouding, Ministerie V&W, December 1998
- Canadian Environmental Quality Guidelines, dostupno na internetu:
www.ccme.ca./publications/ /can_guidelines.html

Lokacija	Klasa sedimenta	Parametar koji određuje klasu
1	4	mineralna ulja, Ni
2	3	Cu,Ni,mineralna ulja
3	4	mineralna ulja
4	4	mineralna ulja
5	4	mineralna ulja
6	3	Ni
7	3	Ni
8	4+	mineralna ulja
9	4	mineralna ulja
10	4	mineralna ulja
11	4+	mineralna ulja
12	4	mineralna ulja
13	4	mineralna ulja,Cd
14	3	Cu,Ni
15	3	Cu,Ni
16	4	mineralna ulja
17	4	mineralna ulja
18	4+	mineralna ulja
19	4+	Ni,Zn
20	4	mineralna ulja
21	4	mineralna ulja
22	4	mineralna ulja

Tabela 3. Klasifikacija sedimenta prema holandskom sistemu klasifikacije

ANALIZE INTEGRIRANOG POPLAVNOG RIZIKA I ŠTETE OD POPLAVA

Životna iskustva nas upozoravaju da u svakom trenutku moramo računati sa nastankom poplava, stoga je i upravljanje poplavnim rizicima od izuzetne važnosti za reduciranje štetnih konsekvenci na ljudsko zdravlje, okoliš, kulturno nasljeđe i ekonomske aktivnosti.

Šta je rizik (risk)?

„Poplavni rizik“¹ znači kombinaciju vjerovatnoće događanja poplava, i potencijalnih štetnih konsekvenci na ljudsko zdravlje, okoliš, kulturno nasljeđe i ekonomske aktivnosti vezane za događanje poplava.

„Risk“ ima široko značenje i višestruke dimenzije vezane za sigurnost, ekonomiju, okoliš i društvena pitanja. Najvažnija činjenica je da postoji velika razlika između „risk“-a i „hazard“-a (opasnosti). Za povećanje rizika mora postojati hazard koji se sastoji od izvora ili inicijatora događanja (visoke padavine, vjentar, talasi...) i receptora (poplavne površine, prezasićena tla, prelivanja, poplavljena inundacija), te „pathway“ – put od izvora do receptora (putovanje poplava, uključujući zaštitu, prelivanja, odronjavanja i ...).



Intervencija zbog poplave na rijeci Bunici u Hrasnici kod Sarajeva

Snimio: M. Lončarević

¹ Direktive 2007- definicija poplavnog rizika

Hazard ne vodi automatskim štetnim izhodima, ali aktuelna oštećenja zavise od izloženosti hazardu i karakteristika receptora, iz čega slijede konsekvence (gubici ljudskih života, materijalnih dobara, degradacija okoliša i...).

Za evoluciju rizika neophodno je tretirati:

- Karakter (prirodu) vjerovatnoće hazarda (p)
- Stepen izloženosti receptora (broj ljudi i dobara) hazardu (e)
- Podložnost receptora hazardu (s)
- Procjenu receptora (v),

Dakle,

Risk = funkcija (p,e,s i v,)

Što znači da je ranjivost (vulnerability) podfunkcija riska i može se izraziti kao: odnos očekivanih šteta i sistemskih karakteristika (osjetljivosti, vrijednosti elemenata riska u odnosu na cijeli niz relevantnih poplavnih hazarda) ili u obliku funkcije:

Ranjivost (vulnerability)=funkcija (s i v), odnosno:

Risk = (probability) x(consequence)

Rizik = vjerovatnoća x posljedice

U terminologiji poplava opis karaktera poplava zahtijeva procjenu potencijala posljedica nastajanja poplava. Relevantne karakteristike uključuju pitanja:

- Da li zemljište može biti plavljeno?
- Kolika je površina plavljenja?
- Kakvom brzinom je nadolazila voda?
- Šta je uzrokovalo poplavu?
- Koliko je česta pojava poplava?
- Koliko je trajala zadnja poplava?
- Kakva je bila brzina tečenja?
- Da li je bilo moguće upozorenje?



Oštećenja puta koji su "rezultat" rijeke Prače u Hrenovici

Snimio: M. Lončarević

Važno je rezumjeti i prihvatiti da su poplavni rizici u potpunosti uključeni u društveni život. Ublažavanje poplava moguće je postići kroz upravljanje bilo kojim hazardom, izloženosti riziku i ranjivosti. Poplavni hazardi mogu biti smanjeni kroz inženjerske i strukturalne mjere koje su vezane za vjerovatnoću pojave i nivoe vode u poplavljenoj površini.

Izloženost i ranjivost mogu biti ublažene (sa ciljem smanjenja gubitaka), nestrukturalnim mjerama: promjenom načina korištenja zemljišta, mogu biti ublažene kroz mjere upozorenja, konstrukcijama otpornim na poplave i...

Jedinica rizika: Generalno, rizik zavisi od vjerovatnoće i posljedica.

- Vjerovatnoća (probability) se definiše kao šansa šetnog događanja jednog slučaja upoređenog sa svim događanjima.
- Frekvencija se definiše kao: očekivani broj pojavljivanja (obično ekstremnog) slučaja u toku specifičnog broja slučajeva (obično povezan sa povratnim periodom izraženim u godinama)
- Konsekvence: reprezentuju uticaje kao: ekonomija, društvena i okolišna oštećenja (ili se izrazi kvantitativna vrijednost u moneti), preko kategorije (visoka, srednja, niska) ili opisno. Konsekvence uključuju broj smrtnih slučajeva, štete na dobrima i okolišu.

Važan dio dizajniranja procjena od rizika kako uključiti uticaje šteta na: ekonomskim aktivnostima, broju stradalih i njihovih dobara, oštećenja individua, ozljede, stres i...,oštećenja okoliša (ponekad izražena i u moneti).

Postoje četiri naučna pristupa procjene poplavnih rizika:

1. Analiza otkrivenih (revealed) postavki
2. Analiza izraženih (expressed) postavki
3. Benefit-cost analiza
4. Multi-criterija analiza

1. Proračun baziran na pretpostavci da je društvo dostiglo optimalan balans između rizika i benefita (kao osobina aktivnosti)
2. Proračun fokusiran na izraženoj želji stanovništva (kao željeni standard), a na osnovu pitanja šta je njihov prihvatljiv rizik u specifičnim rizičnim situacijama
3. Tradicionalni ekonomski pristup sa pitanjem koja očekivana korist (pri specifičnim aktivnostima na smanjenju rizika) daje očekivano koštanje. Zahtijeva analizu svih koristi i koštanja uključenih kod procjene aktivnosti u komparaciji sa čistom dobiti.
4. Metod sličan metodi 3. Identificira i kvantificira (koliko je moguće) sve koristi i koštanja aktivnosti na smanjenju rizika.

Analize poplavnog rizika: Poplave mogu zavisi-
ti od izvora – varijable „s“, sa sistemom odbrane
obuhvaćenom na putu (npr. ušće rijeke u more: va-
žan je proticaj i pojava talasa, gdje pravac i period
pojave talasa mogu uticati na povećanje hazarda).
Takve okolnosti imaju velike uticaje na receptore.

Poplavni rizik se može izraziti kao raspodjela vje-
rovatnoće za dobivanje nivoa poplave u posmatranoj
površini ili raspodjela vjerovatnoće ekonomskih šte-
ta nastalih od poplava kroz površinu. Ovakva raspo-
djela može pomoći kod određivanja kumulativnih
godišnjih šteta (EAD- expected annual damage).

Za očekivane vrijednosti može se koristiti slijede-
ći obrazac:

$$E(x) = \int x f(x) dx,$$

X = {veličina svih poplava},

X – slučajna varijabla konsekvenci od poplava,

f(x) – kontinuirana funkcija vjerovatnoće gustine
poplavnih konsekvenci.

Štete od poplava: U Holandiji je razvijen „Stan-
dard Method da mages and casualties caused by
flooding“ za evaluaciju šteta od poplava, a odnosi se
na 53 prstena nasipa. Tzv: HIS-SSM (Hoogwater In-

formatie System- HIS, Schade en Slachtoffers Modu-
le-SSM). Razvijen je softver na predmetnu temu,
gdje su štete razvrstane na:

- Direktne materijalne štete na: stanovništvu, zdrav-
lju, dobrima i okolišu (zgradama za stanovanje,
kućni inventar, nestambene zgrade, mašine i auta,
pokretna oprema, u stočarstvu, u infrastrukturi:
ulicama, željeznici, aerodromima, urbanoj infras-
trukturi, rekreacionim zonama, kontaminaciji eko-
loških sistema idr.)
- Indirektne štete: štetni uticaji poplava na društve-
no-ekonomske aktivnosti kao gubici od dodatnih
vrijednostina: poremećaji u proizvodnji, prevozu
roba, telekomunikacijama, hitnim investicijama,
prekidima u saobraćaju, smanjenju cijene nekret-
nina u inundacijama i ...
- Nematerijalne štete: smrtnost ljudi, zdravlje, de-
vastacija okoliša, gubici na rekreacionim površi-
nama, kulturološkom naslijeđu, toksifikacija i ...

Standardni metod uključuje tri dijela:

- Prikupljeni podaci o korištenju zemljišta
- Proračunate maksimalne ukupne štete po jedinici
svake kategorije
- Derivaciju funkcije šteta

Tabela 1: kategorije šteta u Holandiji

Kategorije šteta	Standard metod
Direktne materijalne štete	
Stambene zgrade	M
Gospodarski inventar	M
Mehanizacija/auta	M
Ne-stambene zgrade	M
Pokretna oprema, inventar	M
Živi inventar	M
Infrastruktura	
Ulice	M
Željeznice	M
Ostalo:	
Aerodromi	M
Druga urbana površina,infrastruktura	M
Rekreacija	M
Indirektni gubici	
Gubici na dodatnim vrijednostima	M (primarni, sekundarni)
Agro-proizvodnja	M
Vanredni troškovi (zbog opasnosti)	
Prekid saobraćaja	M
Ostalo:	
Nematerijalne štete	
Ljudi (smrtnost)	Q
Zdravlje	
Gubici na okolišu	
Gubici na rekreacionim površinama	
Kulturološko naslijeđe	
toksikacija	

izraženi u:

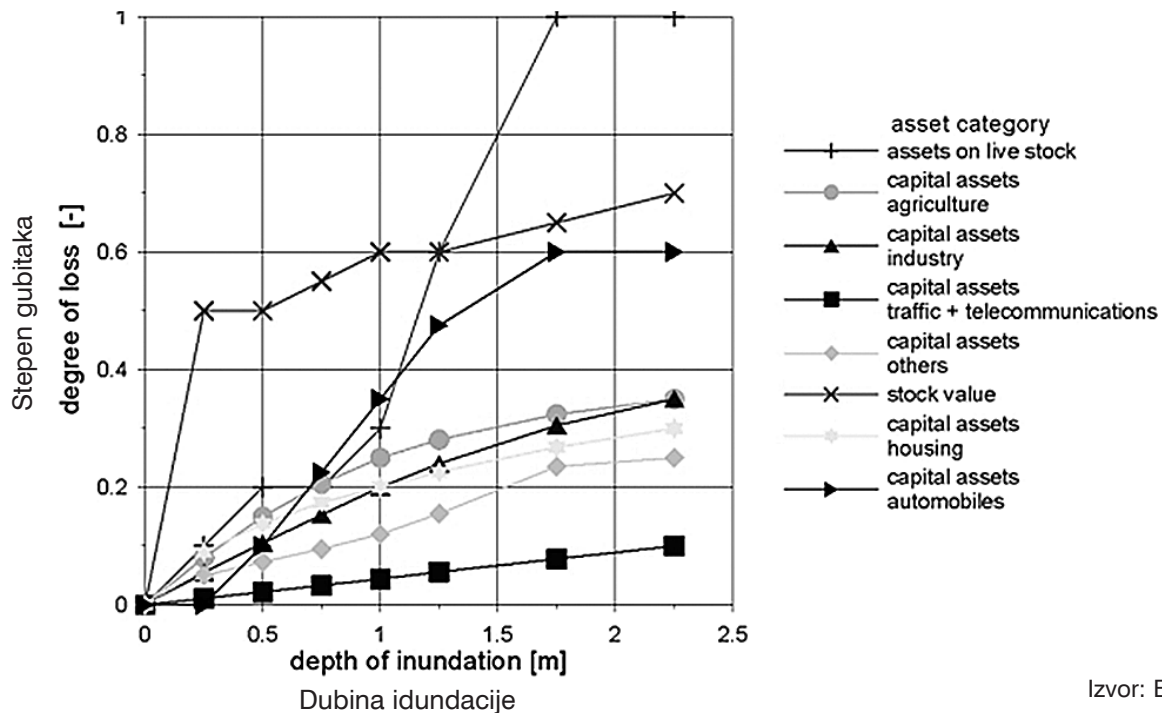
M = moneti; Q=druga kvantitativna je-
dinica; D=opisno, kvalitativna procjena.

U Njemačkoj (u Nordrhein-Westfalen) za procjenu šteta koriste HOWAS bazu podataka, gdje se u ekonomski sektor ubrajaju: privatne kuće, javna infrastruktura, servisni sektor, rudarska i građevinska industrija, proizvođačka industrija, zgrade za šumarstvo i vrtlarstvo, pojedinačne kuće sa/bez garaža, pošte, pokretan inventar i...

Funkcija šteta iz HOWAS-a bazirana je na parametrima dubine vode. Sve studije su rađene za rijeku Raj-

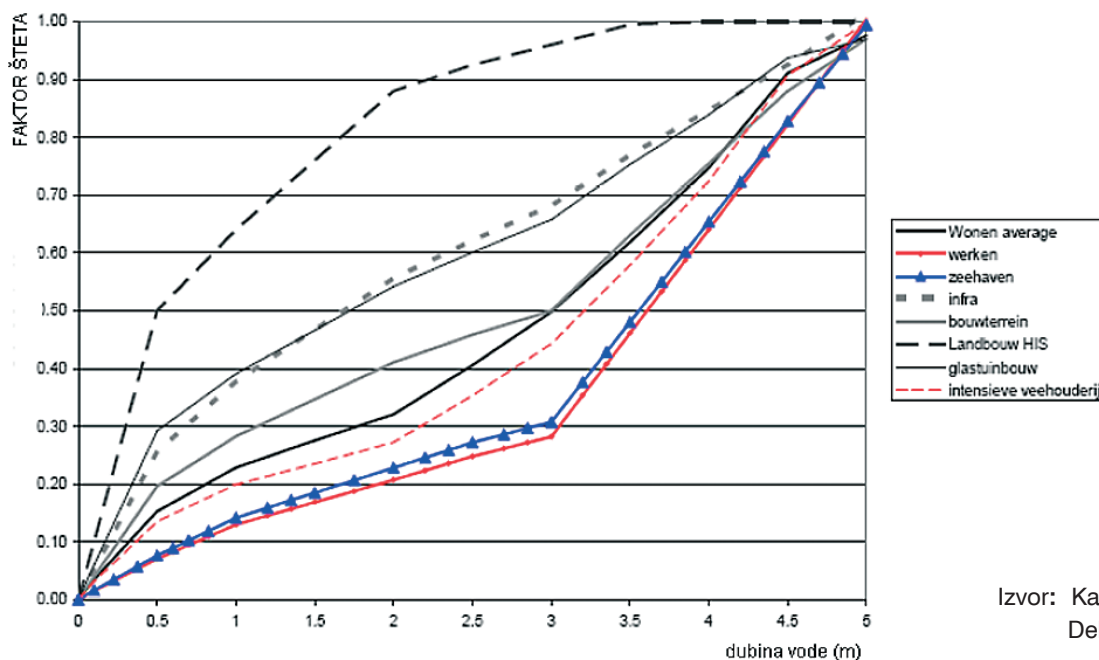
nu i urađen je Atlas Rajne iz koga je moguće dobiti informacije kao rizične plavljene površine, a korisne su za definisanje elementarnih mjera odbrane od poplava.

Kod evaluacije šteta od poplava u Holandiji se koristi skener šteta (damage scanner) - sl 2. Skener šteta je jednostavan model i može se koristiti kod grubih procjena. (Razlog za ograničeno korištenje je jasan, ne vidi se razlika između šteta u velikom gradu i seoskom području).



Izvor: Elsner 2003.

Sl. 1. Zavisnost gubitaka od dubine vode (bazirano na Klaus & Schmidtke 1990)



Izvor: Karin de Bruijn, Delft Hydraulics

Sl. 2. Funkcija šteta – skenera šteta

Skener šteta je podesan za buduće projekcije šteta od poplava (recimo za određivanje preliminar- nih procjena poplavnih rizika).

Upravljanje poplavnim rizicima mora biti interdisciplinarnan proces, neminovan je progres u području upravljanja i izučavanja poplavama. Progres podrazumjeva razvoj boljeg razumijevanja međusobnih veza: društvene dinamike opažanja poplavnih rizika, pripreme i ranjivosti, šteta od poplava i upravljanja poplavama, te uključivanje svih parametara kod izrade novih analiza šteta i planova upravljanja poplavnim rizicima.

Novijeg datuma je usvojena filozofija upravljanja poplavnog rizika, pri čemu se poplavni rizik definiše kao očekivana šteta u određenom vremenskom periodu (Sayers 2002).

- Upravljanje poplavnim rizikom, kao dio IWRM², nameće pitanje raspodjele naknada za zaštitu od poplavnog rizika. To dovodi do neminovnosti kalkulisanja svih koristih i koštanja pri usvajanju politike upravljanja poplavnim rizikom, kako bi se:
 - specificirala situacija rizika (koliki je risk izražen kao godišnja šteta),

- odredio potencijal redukcije rizika i njegovo koštanje (kolika je mogućnost smanjenja rizika i kolika su koštanja)
- uporediti korist i koštanje smanjenja rizika, izraženo kroz odnos B/C, i/ili neto korist (da li su koristi veće od koštanja i ...),
- uporediti B/C odnos na nekoliko oblasti koje imaju dodir sa sa smanjenjem rizika kako bi donijeli odluku o usmjeravanju sredstava od naknada.

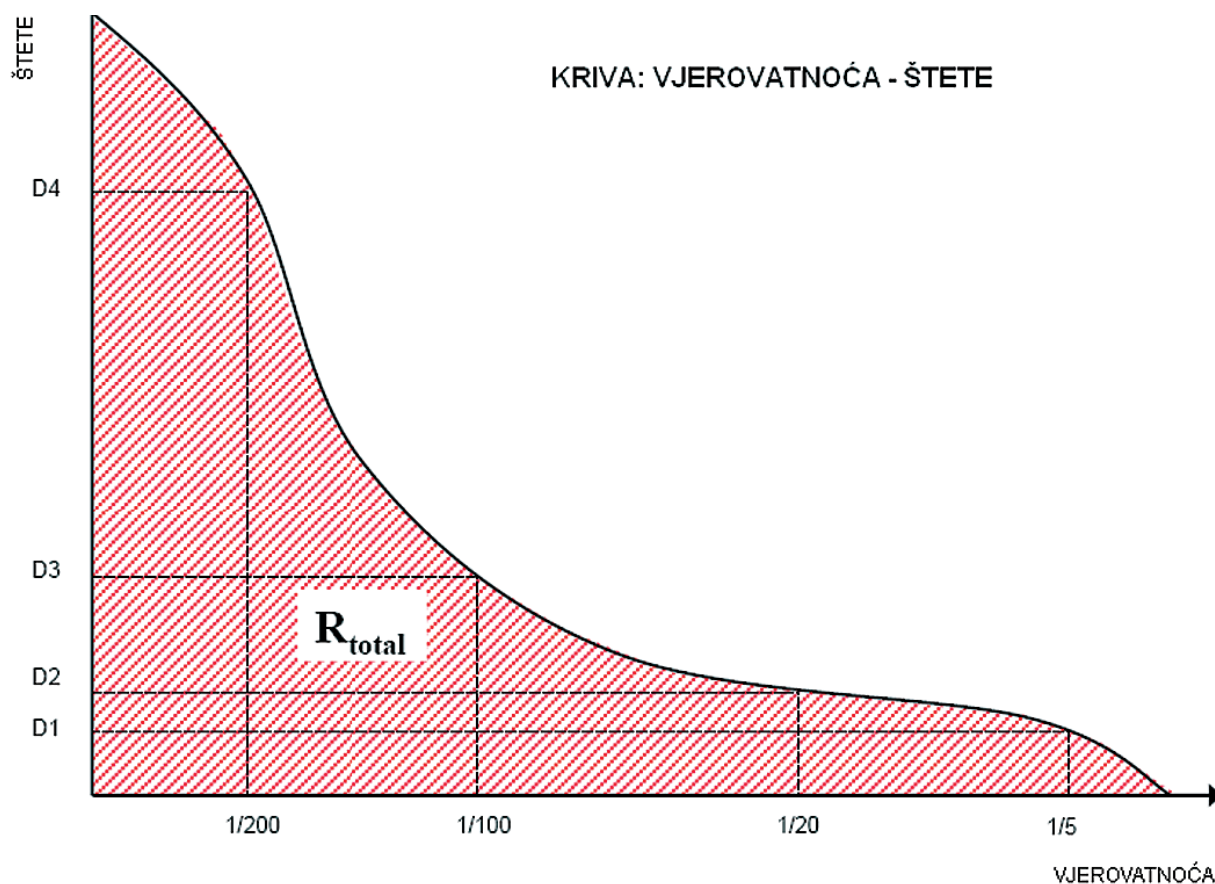
Povećan je broj metoda za proračun šteta od poplava, koje podržavaju odluke o upravljanju poplavnim rizicima (Penning-Rowsell 2003).

Za određivanje krive štete-vjerovatnoća potrebno je dobro poznavanje hidrologije (frekvencije različitih tipova događanja poplava), hidrauličkih modeliranja (informacije o zavisnosti dubine vode u inundaciji poplavnog područja i ekonomskih faktora šteta).

Slika 3. Prikazuje ukupne očekivane štete od poplava ranga pojave 1/100 godina. Ukupna površina ispod krive reprezentuje prosječne očekivane godišnje štete za sve vrste poplava³.

² IWRM –integrirano upravljanje vodnim resursima

³ Važno je odrediti očekivane godišnje štete krajnjih tačaka krive, posebno kod manje vjerovatnoće.



Sl. br: 3: Kriva: štete – vjerovatnoća

Kriva vjerovatnoća-štete sadrži važne rizike vezane za u politici upravljanja poplavnim rizicima. Kod primjene takvih informacija u politici upravljanja poplavnim rizicima moraju biti naglašeni:

- podrška odluka o finansijskoj alokaciji (distribuciji) naknada (godišnja suma očekivanih šteta od transporta, bolesti, zemljotresa i ...)
- procjena vrijednosti projekata (informacije o godišnjim očekivanim štetama, važnim za input kod odluka o mjerama i ulaganjima za upravljanje poplavnim rizicima).- slika br. 4.- DEFRA 41999
- odgovornosti: analize opravdavaju javno ulaganje i pokazuju odgovarajuću primjerenost javne potrošnje.

Funkcija šteta: se može izvesti iz stvarnih šteta (elaborirane štete) ili naučno- ekspertnim proračunima za svaki tip vlasništva ili specifične tipove locirane u poplavnoj zoni.

Postoje primjeri proračuna šteta, pored Njemačkog HOWAS-a, - baze podataka:

$$\text{Šteta} = a \sqrt{\text{dubine}}, \text{ gdje je}$$

⁴ DEFRA (Department For Environment, Flood And Rural Affairs, Flood And Coastal Defence projekt), 1999

a - parametar sa prihvatljivom željenom funkcijom, postoji i FHRC (Flood Hazard Research Centre) UK.

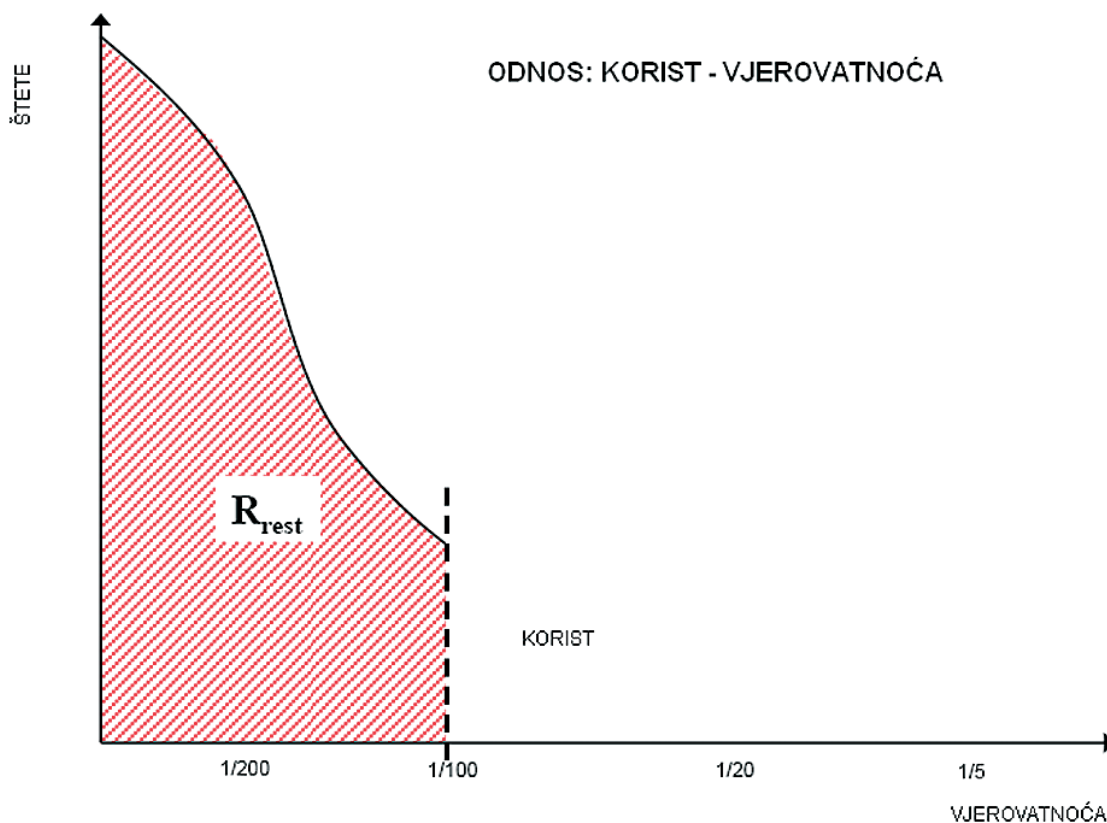
Sadašnji načini analiziranja šteta su uglavnom fokusirani na ekonomskoj evaluaciji materijalnih efekata, dok su društveni i ekološki aspekti ovisni o poplavama u potpunosti zanemareni. Porast upotrebne vrijednosti zemljišta i porast šteta povećavaju konflikt između društveno-ekonomskog korištenja zemljišta i politike zaštite od poplava.

Analizama šteta uglavnom se bave inženjeri, koji su fokusirani na tehničke i ekonomske aspekte, zanemarujući ostale aspekte (socio-ekonomske, naučne i dr.).

Ranjivosti: Aktuelni iznosi šteta od poplava zavise od ranjivosti koja pogađa društveno-ekonomske i ekološke sisteme, odnosno o njihovom potencijalu oštećenja pri hazardnim događajima.

Ranjivosti su definisane kao hazard koji obuhvata biofizičke rizike, kao i društvene odgovornosti i akcije, dakle sve vrste opasnosti na određenom prostoru (uključivo stanovništvo, imanja, firme, ekonomsku proizvodnju, javne ustanove i infrastrukturu, privatne kuće, kulturološka nasljeđa i ...).

Odnos šteta i ranjivosti prostora: Analize šteta imaju za cilj da kvantificiraju štete od poplava za buduće scenarije sa različitim poplavnim događanjima



Sl. br. 4. kriva: korist - vjerovatnoća

(Izvor: Penning-Rowsel 2003)

i politike zaštite od poplava, odnosno da se kvantificiraju koristi od mjera zaštite od poplava i podrže političke odluke.

Faktor ranjivosti se može izraziti kao empirijski podatak šteta od poplava od 0-1, vrijednost 0 - nema gubitaka; 1 - totalni gubici, kako bi se kvantificiralo očekivano umanjenje šteta za određene kategorije rizika.

Stepen ranjivosti je veći kada su stepen opažanja i pripremljenosti niži.

Primjer: Njemačka poplave 1993.g. i 1995.g. Poučeni iskustvom poplava iz 1993.g. povećanjem upozorenja i pripravnosti u slučaju poplavnih rizika, ukupne štete godine 1995, su bile upola manje.

Osnovni koraci kod proračuna šteta:

- Pronalazak odgovarajućeg pristupa za izradu studija o štetama (odrediti veličinu površine, definisti ciljeve studije, dostupnost izvora podataka, postojeći podaci i ...)
- Determinacija direktnih materijalnih šteta
- Prikupljanje neophodnih informacija (ulazni podaci o inundacijama, podaci o korištenju zemljišta, vrijednosti dobara u rizicima, funkcija šteta i ...)
- Kalkulacija i prezentacija očekivanih šteta.

Neophodno je fokusirati se na podatke koji imaju najveći uticaj na ukupne štete. Indirektne i nematerijalne štete se uzimaju u kalkulaciju.

Generalno, važni faktori koji se moraju uzeti u obzir su: veličina inundacije, broj i tip dobara pogođenih poplavama, njihova vrijednost, njihova osjetljivost na mogućnost plavljenja.

Formula (uproštena) za kalkulaciju šteta:

$$Damage_{total} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (value_{i,j} \times susceptibility_{i,j});$$

$$\text{Štete}_{ukupne} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (\text{vrijednosti}_{i,j} \times \text{osjetljivosti}_{i,j})$$

gdje su:

osjetljivosti_{i,j} = f (karakteristika entiteta_{i,j}; karakteristike inundacija_k; društveno ekonomske karakteristike)

- i = kategorija materijalnih elemenata rizika
- j = posebnosti u elementima kategorija rizika
- k = tip poplavnog (flood) scenaria
- l = tip društveno-ekonomskog sistema
- osjetljivosti - mjerene u procentima

Ovakva kalkulacija se može koristiti kod kalkucije prosječnih godišnjih šteta ili neto benefit-cost od-

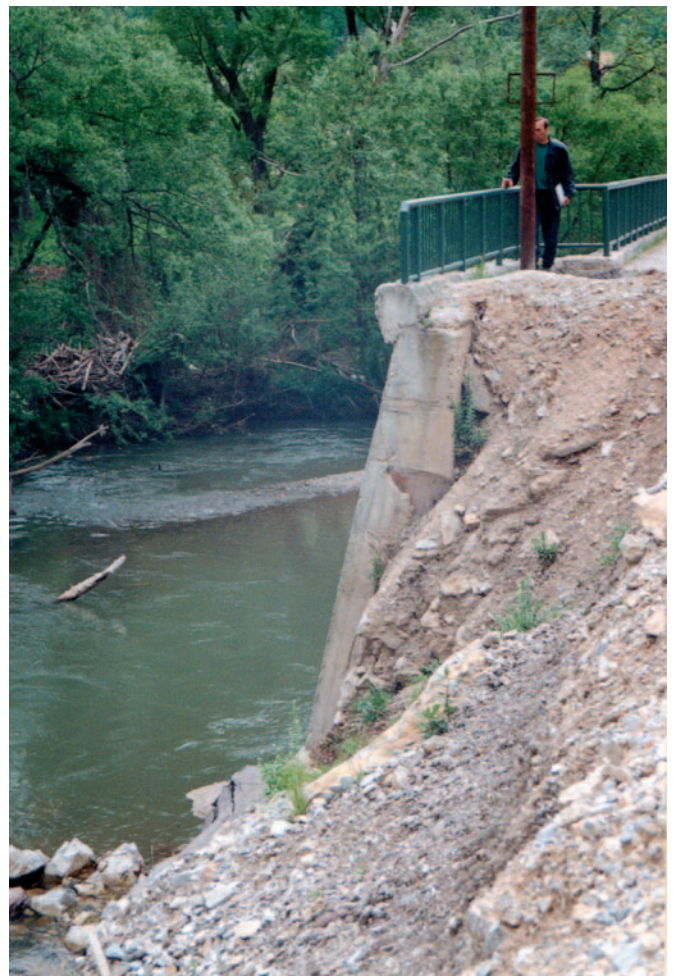
nosa kod ekonomskih procjena i mjera zaštite od poplava.

Za odabir odgovarajućeg pristupa neophodno je znati:

- Koji nivo planske dokumentacije se traži?
- Šta su ciljevi dokumentacije?
- Dostupnost izvora: koliko je vremena i novca predviđeno za izradu dokumentacije?
- Postojeće stanje: postoje li podaci neophodni za evaluaciju šteta?
- U kojoj formi su ti podaci?

Ciljevi evaluacije šteta od poplava:

- u javnoj politici koriste se za potporu odlučivanja i finansijskih alokacija - odobrenja.
- Podesni su kod definisanja poreza i naknada,
- za procjenu investicija potrebnih za zaštitu od poplava,
- Opravdanosti tih investicija i odgovornosti (accountability).
- koriste se i kod osiguravajućih društava, te
- kod informisanja firmi i vlasnika imanja (objekata i dobara) o vlastitim rizicima od poplava.



Rijeka Prača u Hrenovici je uništila most

Snimio: M. Lončarević

Štete od poplava - smjernice: Glavna svrha smjernica je da se praktičarima, vladinim institucijama i izvršnim tijelima koji rade na štetama od poplava, da pomoć kod ocjene planova odbrane od poplava ili strategije upravljanja poplavnim rizikom.

Najvažnije informacije koje se moraju imati je prije svega plavljena površina u kombinaciji sa korištenjem zemljišta - nužno je determinirati koji će elementi biti pogođeni u poplavnom riziku. Dubina i brzina vode, te trajanje poplava imaju najveći uticaj na ukupne štete. Specijalni uticaj ima trajanje velikih voda na objekta, kao i na poljoprivrednu proizvodnju. Štete se smanjuju sa povećanjem i razvojem sistema za upozoravanje. Kontaminacije: ulja, nános, slana voda (u priobalju), može povećati štete.

Za kalkulaciju izloženosti, stepena obuhvaćenosti površina, pri pojavi ekstremnih proticaja postoje različiti modeli, kao što su: Storage cell models - dijeli plavlenu površinu na ćelije; 1D models- MIKI 11 i dr.; 2 D models – MIKI 21, TRIM R2D itd.

Kalkulacije i prezentacija očekivanih šteta: na svakoj jedinici korištenja zemljišta, šteta je determinirana sa, učinkovitosti (effectedness) i osjetljivosti (susceptibility) dubine inundacije.

Suma svih šteta za svaku jedinicu korištenja zemljišta i svaki scenarij poplava se može sračunati. Čak i najdetaljniji proračuni šteta sadrže nesigurnosti dobivenih rezultata. Za dobre odluke i podršku istih nesigurnosti se moraju dokumentovati.

Postoje različiti pristupi proračunima šteta u okviru EU, koji ne predstavljaju preporuke. Svaki učesnik u određivanju šteta mora izabrati odgovarajući pristup i prilagoditi ga svojim regionalnim (lokalnim) uslovima.

Procjenu materijalnih šteta moguće je raditi kroz slijedeće korake:

▪ **Korak 1:**

Specijalna skala:

- za koje područje se procjenjuje šteta?;
- da li je područje lokalno, regionalno ili državno?

Ciljevi:

- šta su ciljevi studije?
- da li se zahtijevaju detaljni ili aproksimativni pristupi za postizanje ciljeva?

Dostupnost

Izvora:

- Koliko vremena i novaca je predviđeno za izradu studije?

Postojeći podaci:

- koji postojeći podaci su dostupni (podaci o inundaciji, korištenju zemljišta, procjenjena vri-

jednost, funkcija šteta i...), u kome obliku su podaci, mogu li se kombinovati, grupisati?

▪ **Korak 2:**

Kategorije šteta:

- da li se kategorije glavnih šteta podrazumijevaju; osobine nastanjenost: zgrade, gazdinstva; osobine nenastanjenosti: zgrade, mašine i oprema, inventar, infrastruktura (putevi, željeznice), auta, agroprodukti; poljoprivredni usijevi, stočarstva i...

▪ **Korak 3:**

Karakteristike inundacije:

- minimalno zahtijevana površina i dubina; više dataja kao: brzine i trajanje poplava su dragocijeni; sračunate godišnje štete za najmanje tri ranga pojave velikih voda (Q1/10; Q1/100 i Q1/200)

Podaci o korištenju zemljišta:

- podaci o broju, lokaciji i tipu dobara u riziku (mogu biti ukalkulisani iz sekundarnih izvora ili iz sažetih mapa o korištenju zemljišta; provjera da li se iz dostupnih izvora sve štete uključuju u obradu; kategorije korištenja zemljišta moraju biti prilagođene kategorijama dobara i funkciji šteta.

Determinacija vrijednosti dobara:

- ako su korištene relativne vrijednosti šteta, mora se ukupna vrijednost šteta determinirati; uključuje se i amortizovana vrijednost dobara; mogući izvori .druge studije, statistički podaci ili procjene na sličnim objektima;

Funkcija šteta:

- postoje li odgovarajuće ili pouzdane funkcije šteta za svako korištenje zemljišta/kategorije dobara; mogući izvori, podaci o štetama, studije, transferi iz drugih studija ...

▪ **Korak 4.**

Kalkulacija i prezentacija šteta:

- vrijednosti šteta moraju izražavati i amortizovanu vrijednost, a ne punu zamjensku vrijednost. Nesigurnosti rezultata moraju biti dokumentovane.

Preporuke kod upravljanja poplavnim rizici-

ma: Upravljanje poplavnim rizicima je veliki izazov za praktičare, političare (donosioce političkih odluka) i istraživače, koji će sve više zahtijevati da pričaju sa ljudima pogođenim (izloženim) poplavnim rizicima. Važno je slušati te ljude, izuzetno je važno uključiti ih u sveobuhvatno upravljanje poplavnim rizikom.



„Pejzaž“ nakon poplave rijeke Stavnje u Varešu

Arhiva AVP Sava

„Preporuke“ su adresirane prije svega profesionalcima u upravljanju poplavnim rizicima, kao vršiocima zaštite od poplava i tvorcima politike u, državnim regionalnim i lokalnim nivoima. Kod razgovora sa stanovništvom i osobama odgovornim za upravljanje poplavnim rizicima, sa naučnicima, neophodno je istaći:

- šta EU formulacija upravljanja poplavnim rizicima (Directive 2007), uz poštovanje državne politike, znače za ljude pogođene poplavnim rizicima (u koji sektor će oni biti uključeni i sl.)
- da li su uključeni u procjeni poplavnih rizika i na koji način
- realno očekivane uloge stanovništva u upravljanju poplavnim rizicima
- šta su limiti personalnih mjera u upravljanju poplavnim rizicima i učešću ljudi u rizicima
- kako se priprema državnih i personalnih mjera može kombinirati

Upravljanje poplavnim rizicima je cjelokupan hazard-ni ciklus: prije, za vrijeme i nakon dešavanja poplavnih rizika.

Preporuke, koje se iznose baziraju se na vremenskom intervalu „without water“- bez vode, odnosno periodu prije i poslije poplava.

Preporuke su:

- Značaj (svjesnost) poplavnog rizika

- Spremnost (za poplave)
- Veze (priopćenja) s poplavnim rizikom
- Učešće u upravljanju poplavnim rizikom
- Društvene ranjivosti

Značaj (svjesnost) poplavnog rizika: Otvoreno ili prećutno povećavati stepen svjesnosti i začaj poplavnog rizika, preporuka : aktualizirati teme u vremenu kada nema poplava, naći načina da se ponavljanjem teme, pronalaženjem različitih metoda i medija (recimo TV-emisije, pisanjem u štampi, internet-mape poplavnog rizika i mape hazarda i sl.), poveća značaj poplavnog rizika.

Spremnost – pripremljenost (za poplave): Stanovništvo u poplavnom riziku je stalno poticati da poboljšavaju spremnost za poplave, preuzimajući lične mjere kao: gradeći objekte za zaštitu kuća, uzimajući osiguranja i ...

Preporuke: imati realne pretpostavke o volji i interesu ljudi za uključivanje u pripreme aktivnosti; koristiti „window of opportunity“- period odmah nakon događanja poplava, za ubjeđivanje ljudi za primjenu gradnje objekata i mjera prikladnih njihovim kućama i budžetu; naći regularne i odgovorne načine informisanja o različitim tipovima pripremnih mjera; koristiti razne načine informisanja (štampa, TV, radio, internet i...); istražiti finansijske i druge mehanizme pomoći za ljude sa nižim prihodima.

Postoji široka lepeza pripremljenih mjera kao što su: mjere vezane za zgrade i namještaj (nadvišavanje zaštitne građevine, zaštita sa vodnim barijerama, vododrživim brtvljenjem, zaštita podruma i temelja, sigurno čuvanje opasnih materija i ...); mjere kao posjedovanje: medicinske prve pomoći, dovoljno hrane, vreća za pijesak, odgovarajućeg broja telefona za dobivanje informacija; po mogućnosti osiguranje od poplava.

Pogrešan osjećaj sigurnosti: ovakve pojave su veoma česte i kontraproduktivne, preporuke: Obratiti pažnju na stanje zaštitnih objekata - mogu biti na najvećem stepenu sigurnosti ili u stanju rizika; demonstrirati mogućnosti maksimalne sigurnosti i njihove granice izdržljivosti; ne pretpostavljati da su stanovnici prihvatili činjenicu da su u riziku, uključiti sve ovo u kampanju povećanja mjera pripravnosti u zaštićenim područjima.

Preporuka je: transparento i kreativno limitirati radove na zaštiti, ali istovremeno upoznati stanovništvo sa činjenicom kao recimo prelivanje preko nasipa, na koji stepen sigurnosti mogu računati i ..., na taj način biće lakše razumijevanje "residual - risk", preostalog rizika od poplava.

Jedna od mjera, neposredno poslije katastrofalnih poplava, je i rekonstrukcija i sanacija objekata za zaštitu od poplava⁵.

Veze (priopćenja) s poplavnim rizikom: Dužnost profesionalaca (koji se bave poplavnim rizicima) je da blagovremeno informišu populaciju koja živi na rizičnim površinama, da ih upoznaju sa ponašanjem u slučaju opasnosti, da ih upoznaju sa mjerama koje mogu poduzeti za ublažavanje posljedica od katastrofe i...

Preporuke: komunicirati sa populacijom u riziku na razumljiv način učiniti razumnijim svijest populacije da je u opasnosti, izbjegavati tehničko i statističko objašnjenje (kao povratni period 1:50g i sl.); upoređivati poplavne rizike, kao mogućnosti dobitaka na lotu, bez matematičkih izraza, dakle na pristupačniji, za "običnu" populaciju - shvatljiviji način objasniti vjerovatnoću pojave velikih voda. Pričati o poplavama koje su se dešavale ranije njihovim roditeljima i precima ili događanjima u susjedstvu i ...

Problem pri izražavanju kod "risk language"- jezika rizika, stoga su preporuke da se: priča i o riziku i o sigurnosti; moguće je pričati o riziku, jer ljudi preuzimaju rizik kod mnogih životnih odluka; i pored toga često pozitivne poruke mogu isprovocirati poziti-

vno ponašanje npr. poduzimaju mjere predostrožnosti ljudi koristeći izraz "sigurnost" umjesto rizik.

Preporuke" su rađene sa željom da: istraživači, rizikom pogođeni i svi oni koji su uključeni u upravljanje poplavnim rizicima poboljšaju znanje i kvalitet procjena rizika, te odgovornosti za poplavne rizike.

Takođe je bitno napomenuti da postoje i zamke za sličnosti i standardizaciju pristupa upravljanju poplavnim rizicima u Evropi.

Naravno, da postoji međukulturalna, međudržavna, regionalna i lokalna razlika, stoga je glavna preporuka da strategija upravljanja poplavnim rizikom mora biti urađena lokalno i "dotjerana" po zaključcima lokalnih učesnika-zainteresiranih za poplave.

Reference:

1. *Integrated Flood Risk Analysis and Management Methodologies*; Autori: Ben Gouldby and Paul Samuels HR Wallingford UK; (Analize i upravljačke metodologije integriranog poplavnog rizika – mart 2005);
2. Evaluating flood damage: guidance and recommendations on principles and methods januar 2007;
3. Flood damage vulnerability and risk perception (hronologija, opažanje)-challenges for flood damage research (Frank Mesner, Volker Mayer – april 2005);
4. PHILIP BUBECK - Štete od poplava „Flood damage evaluation method“;
5. Recommendation For Flood Management Communities at Risk, Decembar 2007;
6. Floodsite.



Nabujale vode Gostelje u Olovu

⁵ Dresden nakon poplava 2002g izvršena regulacija i uređenje obala Elbe

INOVACIJA KARTE EROZIJE REPUBLIKE SRPSKE*

Izvod: Erozioni procesi u Republici Srpskoj i Bosni i Hercegovini, njihova kompleksnost, te vodoprivredni i ekološki aspekti eroziona problematike, nameću potrebu značajnijeg naučno - istraživačkog i projektnog pristupa ovoj oblasti. Vodoprivredni aspekt se odnosi na transport i akumulaciju erozionog materijala koji ugrožava brojne vodoprivredne objekte, dok ekološki aspekt obuhvata fenomene koji su vezani za površinsko spiranje tla i za kvalitet vode u riječnim tokovima. Iskustva brojnih istraživanja koja tretiraju ovu problematiku u svijetu, a u skladu sa dominantnim fizičko i društveno geografskim procesima današnjice, nameću potrebu odlučnijeg pristupa eroziji u cilju očuvanja prirodnih resursa i zaštite životne sredine.

Ključne riječi: Erozijska, transport nanosa, kartiranje intenziteta mehaničke vodne erozije, upravljanje nanosom.

Uvod

O gromna pažnja posvećena je zemljištu u trenutku kada se uvidjelo da je ono prirodno dobro koje se veoma teško i sporo obnavlja, ali i kada se došlo do saznanja, da je zemljište osnovni objektivni uslov procesa biljne proizvodnje. Tada se pristupa njegovom detaljnijem izučavanju s ciljem povećanja njegove plodnosti u namjeri da se značajno doprinese rješavanju problema ishrane stanovništva, čiji je broj rastao iz godine u godinu. Potreba zaštite i fizičkog očuvanja zemljišta ne proizilazi samo iz narasle potrebe proizvodnje hrane koja je potrebna za sve veći broj ljudi na našoj planeti, već i zbog industrijskog i tehnološkog razvoja, koji sa sobom nosi odlike sve snažnijeg i

učestalijeg zagađivanja zemljišta brojnim otpadnim materijama, teškim metalima i drugim hemijskim polutantima. Posljedica ovog procesa je smanjenje površina kvalitetnog zemljišta, a ako se tome doda neprestana uzurpacija poljoprivrednog zemljišta od strane urbanog širenja, izazvana depopulacijom i napuštanjem sela, odlaskom u gradove, širenjem sve većeg broja industrijskih kompleksa i saobraćajnica, evidentno je smanjenje ukupne proizvodne površine zemljišta po stanovniku.

Danas, u svjetlu novih društveno - ekonomskih procesa, problem erozije zemljišta pored poljoprivrednog posmatramo i sa vodoprivrednog i ekološkog aspekta. Vodoprivredni aspekt erozije zemljišta je daleko poznatiji, vezan je za transport nanosa u riječnim tokovima, odnosno za problem akumulacije erozionog materijala. Budući da erozioni proces u slivu prevazilazi transportnu snagu vodotoka dolazi do za-

* Tema je prezentirana u povodu svjetskog Dana voda



sipanja vodoprivrednih objekata od kojih su akumulacije najugroženije. Međutim, ekološki aspekt problematike erozije i transporta nanosa manje je poznat. Erozijska zemljišta imaju novu „dimenziju“ jer je erozivni materijal sa poljoprivrednog zemljišta koje je pripremljeno za sjetvu ili je površina zasijana, obogaćen velikom količinom nitrata i pesticida. Unošenjem u vodotoke postojeći nitrati i pesticidi smanjuju upotrebnu vrijednost vode u konvencionalne svrhe, a u vodotocima uslovljavaju promjene biološke ravnoteže. Dakle, erozivni materijal predstavlja medij kojim se prenose hemijske materije nastale u procesu prihranjivanja zemljišta za poljoprivrednu proizvodnju, ali i u prirodnim procesima raspadanja. U tom smislu, istraživanje erozije zemljišta jedan je od brojnih zadataka kojem se mora posvetiti daleko veća pažnja u Bosni i Hercegovini.

1. Percepcija erozije zemljišta u svijetu i Bosni i Hercegovini

Pored brojnih definicija eroziju zemljišta možemo definisati i kao odvajanje i translociranje dijelova zemljišta radom erozivnih agenasa sa svojih izvornih lokacija na novu lokaciju, gdje se otkinuti ili raspadnuti materijal taloži. Pored vode, vjetra, i drugih erozionih agenasa, eroziju može izazvati intenzivno ko-

rištenje zemljišta: oranje, pretjerana ispaša, kao i nekontrolisana sječa šume. Ljudi su u eroziji prepoznali stvarni problem i počeli posmatrati eroziju kao prijetnju održivoj poljoprivrednoj proizvodnji i produktivnosti zemljišta. Da je ovaj problem od ranije prisutan svjedoče i saznanja nekih ranijih civilizacija koje su eroziju zemljišta posmatrale kao prijetnju razvoju poljoprivrede. Prema Bennett-u (1939) postojale su terase napravljene i prije Hrista da bi se sačuvala stabla maslina od erozije na Mediteranu (Benett, 1939). Loudermilk (1953) je otkrio da su poljoprivredne površine, koje su bile razvijene 10.000 godina p.n.e. u Mesopotamiji, preobražene u pustinju premještanjem pješčanih nanosa uzrokovanih ogoljavanjem šuma i erozijom zemljišta. Njihova ravna zemlja je bila plodna, ali još jednom je zemljište popustilo pred nekontrolisanim iskorištavanjem i erozijom, te postalo neproduktivna pustinja. Navedeni primjeri govore da problem erozije nije novijeg datuma, te da se njemu posvećivala velika pažnja i u prošlosti.

Erozija zemljišta predstavlja opasnost za proizvodnju hrane, produktivnost zemljišta, površinsko oticanje, kvalitet vode, zasipanje akumulacija, estetske karakteristike pejzaža i dr. Prepoznavanje problema erozije zemljišta na globalnom nivou je privuklo pažnju naučnika i istraživača, naročito u posljednjih nekoliko decenija. Mnogo je urađeno i postignuto u istraživanju i kontrolisanju erozije u svijetu, ali većina korištenih metoda je više rasvjetljavala i određivala gubitke zemljišta nego ukazivala na prostore koji su pogodni za razvoj erozivnih procesa. Dakle, više su ulagani napor u zaštitu zemljišta na prostorima koji su već pod izraženim erozionim procesima, nego napor da se naučnim istraživanjima definišu potencijalni prostori za razvoj erozionih procesa i odrede načini korištenja prostora od čega u velikoj mjeri zavisi geneza i razvoj erozionih procesa. Budući da su prirodni resursi ograničeni, nezaobilazan je racionalan pristup problemu erozije jer neodgovorno korištenje prirodnih resursa predstavlja lošu osnovu za ukupan društveno - ekonomski razvoj jednog društva.

Iako je proces erozije bio prisutan na našoj planeti i prije pojavljivanja čovjeka kao normalan geološki proces, on nije predstavljao opasnost kao što to danas predstavlja. Antropogena erozija je do sada nepovratno uništila 430 miliona hektara poljoprivrednog zemljišta, odnosno oko 30% ukupnih obradivih površina naše planete. Prirodna produkcija nanosa prema posljednjim procjenama iznosi 9,9 milijardi tona godišnje, dok je antropogenim djelovanjem proizročena 2,5 puta veća erozija ili produkcija nanosa, odnosno 26 milijardi tona godišnje (Lal, 1990).

Van Camp (2004) u svojim istraživanjima upućuje na procjene da će do 2010. godine, ukoliko se ne pristupi mjerama i tehnikama zaštite od erozije, sa površina afričkog i azijskog kontinenta biti odnijeto

oko 149 miliona hektara visokokvalitetnog zemljišta, što je s obzirom na broj stanovnika i potrebe za hranom krucijalan problem. Dakle, problem antropogene erozije proporcionalan je gustini populacije na pojedinim kontinentima (Van Camp et al. 2004). U skladu sa trendom ovog procesa, na što ukazuju prezentovani kvantitativni pokazatelji, brojne državne institucije problem erozije zemljišta sve češće stavljaju u prvi plan. Naravno, razlog je potpuno drugačiji pristup ovom problemu koji je nekad tretiran samo kao proces nepovratnog gubitka plodnog zemljišta.

Dakle, još jedan problem kojem se veoma malo pažnje posvećuje u Bosni i Hercegovini je percepcija poljoprivrednika o eroziji zemljišta. U toku terenskog istraživanja koje je sprovedeno u posljednje četiri godine na teritoriji Republike Srpske u projektu Inovacije Karte erozije, pokazalo se da gotovo nijedan poljoprivrednik ne prepoznaje pojavu deplesija, erozivnog pločnika, denudacionih terasa i brazdica, kao erozivnih oblika površinske vodne erozije. U anketi koja je provođena na terenu utvrđeno je da su oni svjesni brazda i vododerina, što je i razumljivo jer su one uočljive u prostoru. Vododerine se iz tog razloga smatraju najopasnijim i najgorim oblikom erozije, pa su i poslovi na zaštiti zemljišta koje sprovodi individualni proizvođač usmjerene upravo na vododerine i jaruge.

Gubitak kvalitete zemljišta prouzrokovan površinskom vodom erozijom često ostaje neprimijećen, ili se razlozi u gubitku kvaliteta zemljišta vide u drugim uzrocima kao što su preveliko iskorištavanje zemljišta, suša ili desertifikacija. Neophodno je, dakle, podići svijest o tome kakvi sve erozivni procesi postoje, kako ih prepoznati, te kako ih spriječiti ili umanjiti njihove negativne efekte.

Pored navedenog, problem koji je dugo okupirao naučnu javnost je pitanje matičnosti, odnosno, da li se problemom erozije i bujica trebaju baviti poljoprivrednici, šumarski ili hidrotehnički inženjeri. U svjetlu problema koji su vezani za bujice i proces erozije, a koji su dobrim dijelom vezani za uništavanje šuma i krčenje šumskih površina, te za specifičan način korištenja prostora, problem erozije i bujica pronašao je svoje mjesto unutar djelokruga šumarskih inženjera. Međutim, geomorfologija s obzirom na svoju definiciju, odnosno definiciju po kojoj je "geomorfologija matična nauka o tektonskim i erozivnim procesima i oblicima stvorenim njihovim radom", zapravo plebira da sa mjesta "matične nauke o eroziji postane stvarna nauka o eroziji, odnosno njena teorijsko - praktična okosnica" (Lazarević, 2000). S obzirom da su šumarski inženjeri u najvećoj mjeri usmjereni na probleme projektovanja u oblasti erozije i bujica, geomorfolozi ostaje širok prostor djelovanja na polju naučno - istraživačkog rada (kartiranja i dr.) jer za analizu primarnih faktora erozije od kojih zavisi erozioni proces, geomorfolozi imaju s

obzirom na obrazovanje i stručno usavršavanje najpotpuniju stručnu i naučnu podlogu. Naravno, to ne isključuje ostale discipline koje se bave erozijom zemljišta, ali geomorfologiji ostavlja širok prostor djelovanja, jer niko tako koncizno ne izučava endogene i egzogene procese i rezultate njihovog djelovanja. U prilog tome, govori i činjenica da i pored značajnog učešća inženjera šumarske struke, Kartiranje intenziteta mehaničke vodne erozije ipak obavljaju geomorfolozi, odnosno Kartu erozije SR Srbije, Kartu erozije SR Bosne i Hercegovine, Kartu erozije slivova na teritoriji SR Hrvatske, Kartu erozije slivova na teritoriji SR Makedonije, Kartu erozije slivova na teritoriji SR Slovenije, te inoviranu Kartu erozije Republike Srpske uradili su geomorfolozi.

Obzirom na geološke, geomorfološke, hidrološke, klimatološke, biogeografske, društveno-geografske i druge specifičnosti prostora Bosne i Hercegovine, može se reći da erozija zemljišta predstavlja naučni problem kojem se istraživači moraju ozbiljno posvetiti. Istovremeno, rješavanje problema vezanih za eroziju i transport nanosa predstavlja i potrebu u cilju racionalnog korištenja resursa i održivog razvoja.

Geoprostor Bosne i Hercegovine se odlikuje prisustvom velikog broja bujica i površina pod erozijom. Preduslovi za razvoj ovih pojava i procesa su geološko - geomorfološke specifičnosti, pedološke i klimatološke karakteristike, te načini korištenja zemljišta i stanje šumskog fonda. Bosnu i Hercegovinu odlikuju erozioni procesi različitih kategorija i intenziteta, ali i značajno prisustvo bujica. Prema podacim Karte erozije SR Bosne i Hercegovine iz 1985. godine, od cjelokupne površine prostora Bosne i Hercegovine 89.01 % je zahvaćeno erozivnim procesima različitih kategorija, dok je bujičnim tokovima zahvaćena površina od 12 970 km² ili 25,4 % teritorije Bosne i Hercegovine.



Tabela 1. Stanje erozije po kategorijama prema Karti erozije SR Bosne i Hercegovine - 1979 - 1985 (Lazarević, 1985).

Kategorije erozije	Fe (km ²)	% od Fe	% od F
V kategorija	36.016,83	79,03	70,34
IV kategorija	4.402,54	9,66	8,60
III kategorija	3.843,52	8,43	7,50
I kategorija	716,74	1,57	1,41
II kategorija	594,92	1,31	1,16
Ukupno:	45.574,55	100,00	89,01
Akumulacija nanosa	5.629,58	-	10,99
Ukupno :	51.204,13		100,00

Kao direktna posljedica djelovanja erozionih procesa izdvajaju se produkcija i transport nanosa. Prema Karti erozije SR Bosne i Hercegovine produkcija nanosa iznosi 16.518.030,89 m³/god. ili 322,59 m³/km²/god, a transport nanosa 8,805.286,42 m³/god nanosa ili 193,21 m³/km²/god (Lazarević, 1985). Predstavljani rezultati stanja erozije, produkcije i transporta nanosa, nekontrolisana sječa šuma u proteklom periodu kao i činjenica da su na uređenju bujica i zaštiti zemljišta od erozije najviše realizovane tehničke mjere zaštite u koritima, te biotehničke mjere na svega 10 000 ha, nameću zaključak da problem erozije nije samo tehnički problem, već potreba društva u cjelini. Stoga, donošenje određenih mjera i njihova realizacija mora biti u skladu sa naučno - istraživačkim studijama koje su proizvod naučnog pristupa eroziji i tretiranja erozije kao naučnog problema, ali i potrebe Bosne i Hercegovine, u cilju zaštite njenog prirodnog potencijala i očuvanja životne sredine.

2. Dosadašnja istraživanja na postoru Bosne i Hercegovine

Pažnja posvećena problemu erozije u Evropi i svijetu dokumentovana je kroz brojne istorijske zapise, zabilješke koje je u svojim posljednjim radovima u časopisu "Voda i mi" veoma koncizno, sistematski i hronološki predočio Boško Čavar. Međutim, sa aspekta istraživanja u oblasti erozije i bujica na teritoriji Bosne i Hercegovine, a ne samo projektnog rada u oblasti erozije i bujica, moguće je izdvojiti nekoliko perioda.

Prvi period, u kojem se ovoj problematici posvećuje pažnja, vezuje se za početak sedamdesetih godina prošlog vijeka, odnosno za istraživanja prof. ing. Sergija Lazareva i ing. Vojislava Lubardića koji u studiji Zavoda za vodoprivredu iznose podatke o stanju erozije i broju bujica u BiH. Prema ovoj studiji iz 1970. godine od ukupne površine SR Bosne i Hercegovine,

erozijom je zahvaćeno 40 392 km² ili 79 %, dok je ukupna produkcija nanosa iznosila 21.387,261 m³/god ili 417 m³/km²/god. Registrovano je 927 bujica, koje su zauzimala 12.883 km² ili 25 % površine SR Bosne i Hercegovine (Lazarević, 1985).

Drugi period u kojem se ovoj problematici posvećuje značajnija pažnja vežemo za kraj sedamdesetih godina i početak osamdesetih u kojem je inicijator izrade Karte erozije za prostor Bosne i Hercegovine ing. Sergije Lazarev, savjetnik u Upravi za vodoprivredu SR Bosne i Hercegovine. Nakon brojnih konsultacija sa prof. dr Radenkom Lazarevićem koji je u saradnji sa kolegama sa Instituta za šumarstvo i drvnu industriju Beograd vodio izradu Karte erozije SR Srbije, godine 1979. započinje izrada Karte erozije SR Bosne i Hercegovine. Izrada Karte erozije Bosne i Hercegovine, od pripremnih do završnih radova trajala je od 1979 - 1985. godine, od čega je punih šest godina trajalo terensko kartiranje i obrada materijala. Karta erozije SR Bosne i Hercegovine urađena u razmjeri 1 : 25 000 predstavljala je strateški dokument, odnosno osnovu brojnim projektima koji su posredno ili neposredno vezani i za problem erozije i transport nanosa. Međutim, u periodu devedesetih godina Karta erozije SR Bosne i Hercegovine je uništena i ne postoji sačuvan niti jedna primjerak Karte erozije koja je urađena pod vodstvom Prof. dr Radenka Lazarevića.

Treći period u kojem se ovoj problematici ponovo posvećuje pažnja vezujemo za 2004. godinu kada se u organizaciji Zavoda za vodoprivredu Bijeljina, odnosno pod idejnim i organizacionim vodstvom mr Uroša Hrkalovića i mr Branislava Blagojevića počinje raditi na prikupljanju podataka o Karti erozije SR Bosne i Hercegovine, uništenoj u periodu 1992 - 1995. godine i izradi Programa za revitalizaciju i inovaciju Karte erozije Republike Srpske. Zavod za vodoprivredu uputio je dopis svim relevantnim institucijama u namjeri da se utvrdi sudbina ovako značaj-

nog dokumenta. No, nakon izvršene korespondencije i saradnje sa svim institucijama koje su bile direktno ili indirektno vezane za izradu Karte erozije SR Bosne i Hercegovine, ponovo je potvrđeno da je Karta erozije SR Bosne i Hercegovine uništena. Međutim, srećna okolnost je činjenica da je autor Karte erozije SR Bosne i Hercegovine Prof. dr Radenko Lazarević sačuvao terenske zapisnike u svojoj privatnoj arhivi, što je omogućilo da se uz ogroman napor autora Karte erozije SR Bosne i Hercegovine, te učešće Dr Radislava Tošića, doc., Dejana Hralovića, dipl. ing. građ., i drugih saradnika Zavoda za vodoprivredu Bijeljina, rekonstruiše Karta erozije SR Bosne i Hercegovine, ali samo za prostor Republike Srpske.

Pored privatne arhive Prof. dr Radenka Lazarevića korišteni su i pisani izvori koje je autor Karte erozije SR Bosne i Hercegovine objavljivao u stručno - informativnom biltenu "Erozija", ali i drugi izvori koje je objavljivao u drugim naučnim i stručnim časopisima.

Dakle, problem erozije i bujica na teritoriji Republike Srpske nije posmatran samo kao tehnički problem, već kao proces koji je s obzirom na položaj Republike Srpske i slivova na njenoj teritoriji, neophodno pratiti radi donošenja brojnih administrativnih i zakonskih mjera, te u cilju zaštite zemljišta od erozije, ali i korita rijeka čija se ušća nalaze na teritoriji Republike Srpske. U tom smislu, preduzete su brojne aktivnosti kako bi se senzibilizirala stručna ja-

vnost, a posebno onaj dio stručne javnosti koji je vezan za vodoprivredu (Tošić, 2007).

3. Metodološki pristupi istraživanju erozije zemljišta u svijetu

U svijetu danas postoje brojne metodologije za istraživanje erozije zemljišta, a rezultati tih metodologija pružaju različite mogućnosti u smislu njihovog funkcionalnog korištenja.

Prema Baver-u (1939), nosilac prvih naučnih istraživanja erozije bio je njemački naučnik, pedolog Wollny između 1877. i 1895. godine. Prva organizovana naučna istraživanja započela su u Sjedinjenim Američkim Državama, kada su institucije vlade definisale oficijalnu politiku zaštite zemljišta. Rezultati eksperimenata prvi put su objavljeni 1923. godine, a dugogodišnja istraživanja obuhvatala su samo istraživanja polja. Prvo detaljnije istraživanje uticaja kiše izvršio je Laws 1941. godine, dok je prve analize mehaničkog uticaja kišnih kapi izvršio Ellison 1944. godine i tako postao prvi istraživač koji je shvatio da su padajuće kišne kapi jedinstven fizičko - geografski faktor. Ellison-ov koncept se smatra pretečom za diferenciranje erozije na linijsku i površinsku.

Prvi matematički izraz za izračunavanje erozijskog nanosa definiše Cook (1936), dok Zingg (1940) ispisuje jasnije upute za upotrebu te jednačine pri primjeni konzervacijskih načina obrade zemljišta. Smith (1941) je predstavio koncept dopuštenog gu-



bitka zemljišta i procijenio uticaj faktora načina korišćenja zemljišta kao i uticaj mehaničke zaštite od erozije.

Smith i Whitt (1947) dopunjuju Zingg - ovu jednačinu novim vrijednostima vezanim za : upravljanje tlom, djelovanjem biljnog pokrivača, te različitim načinima obrade. Musgrave (1947) radi na istraživanjima u kojima uzima u obzir erodibilnost različitih zemljišta, te uticaj usjeva u plodoredu na erodibilnost zemljišta. Browning (1947) i njegovi saradnici istražujući erodibilnost pedološkog pokrivača procijenili su uticaj izmjene načina korišćenja zemljišta i pravovremenog upravljanja erozijom i time stvorili uslove za uvođenje Browningovih pokazatelja koji se sastoje od tabela i grafika na osnovu kojih je bilo moguće izračunati eroziju vodom.

Zapravo, prvu verziju prognostičke jednačine pod imenom USLE (Universal Soil Equation - Wischemier i dr. 1958) za prognozu erozije zemljišta vodom dali su stručnjaci iz USDA (The United States Department of Agriculture), Službe za zaštitu zemljišta američkog ministarstva poljoprivrede i to na osnovu empirijskih istraživanja koja su trajala nekoliko desetljeća. Ova jednačina je nastala kao produkt podataka sakupljenih sa 10 000 pokusnih parcela na 47 reprezentativnih lokacija u istočnim dijelovima Sjedinjenih Američkih Država.



Različiti modeli razvijeni su na bazi USLE, podešeni različitim zahtjevima u periodu kasnih 1980 - ih i ranih 1990 - ih godina. Primjeri ovih modela su: SLEMSA – (Soil Loss Estimation Model for Southern Africa) (Elwell, 1981) u Južnoj Africi, INDEROSI (Gnagey, 1991), u Indoneziji i SOLOSS (Rosewell, 1993) u Australiji. Poboljšanja u postojećim modelima istraživanja procesa erozije sve su više napredovala, Mayer i Wischrmeier (1969) došli su do novih spoznaja o erozionom procesu na osnovu kojih su Foster i njegovi saradnici razvili novi model CREAMS (1980), dok se u Evropi u isto vrijeme razvijao EUROpen Soil Erosion Model (EUROSEM). Poučeni iskustvima USLE jednačine Renard i dr. (1989 i 1997) razvili su RUSLE model koji se odlikovao promjenama vezanim za tipologiju zemljišta zapadnog dijela SAD, ali i promjenama koje su bile vezane za vrijednost pokazatelja erodibilnosti zemljišta. Nedugo potom, jednačina USLE prilagođena je i uslovima korištenja u Njemačkoj i tako se 1987. godine pojavljuje nova jednačina pod nazivom MUSLE (Modifizierte USLE).

Model WEPP (Water Erosion Prediction Project) razvio se kombinacijom USLE i CREAMS modela, glavnu primjenu imao je u procjeni erozije na manjim slivnim površinama koje su po prvi put tretirane kao održive jedinice korištenja prostora. Pored navedenih prognostičkih modela erozionog procesa važno mjesto zauzima CORINE (Co-ordination of Information on the Environment - CORINE 1992), SEMMED (Soil erosion Model of Mediterranean Areas - Morgan 1995), naravno i druge koje su razvijene u proteklih desetak godina i čija je primjena dala odlične rezultate na području Evrope. Navedeni modeli i brojne metodologije istraživanja erozionih procesa razvijane su u namjeri da se omogući prostorno i vremensko modeliranje erozionog procesa, uključujući proces spiranja, transporta i akumulacije nanosa (Tošić, Blagojević, 2008).

Većina modela pokazala je dosta uspješnosti na prostorima gdje su i nastali obrasci za njihovo istraživanje, ali već u drugim fizičko - geografskim uslovima njihova efikasnost je izostala. Dakle, tradicionalne metode za izračunavanje erozije zemljišta, u koje sa pravom možemo svrstati model Univerzalne jednačine gubitka zemljišta (USLE) i Gavrilovićevu metodu kvantitativne klasifikacije erozije iz koje je poslije razvijena i Metoda potencijala erozije (MPE), dobra su osnova za istraživanje erozionih procesa, ali i osnova za razvoj brojnih prognostičkih modela.

U većini slučajeva je pretpostavljeno da se erozivni procesi odvijaju uniformno, bez obzira o kojoj prostornoj jedinici je riječ, pa su zbog toga podaci dobijeni istraživanjem jednog područja bili primjenjeni i na druga područja gdje istraživanja i prikupljanja podataka nije ni bilo, ali gdje su fizičko-geografski uslovi isti kao i na parcelama gdje je vršeno eksperimentalno istraživanje. Naravno, to je razlog zašto su

podaci koji su dobijeni na oglednim parcelama korišteni i prilikom proučavanja erozivnih procesa u nekim slivovima. Pojedini autori koristili su USLE formulu da bi modelirali erozivne procese na pojedinim površinama, iako su autori formule (Wischmeier i Smith) govorili da se to ne treba činiti jer je uočeno da dolazi do pogrešaka u proračunima prilikom korištenja ove formule i izračunavanja stepena erozije zemljišta izvan prostora gdje je za parametre ove metodologije vršeno eksperimentalno istraživanje.

Svakako da postoji mogućnost primjene ove formule (USLE) i to za proračun gubitka zemljišta sa poljoprivrednih površina, ali tek nakon što se parametri koje treba uvrstiti u ovu formulu (metodu) prilagode podneblju u kojem se misli primjeniti ova metodologija i formula za izračunavanje gubitka zemljišta sa topografske površine. Dakle, ova je metoda ograničena na poljoprivredne površine i daje pouzdane podatke o gubicima zemljišta i hranjivih materija, na terenima sa padom topografske površine manje od 15 %, ali uz napomenu da se za njeno korištenje moraju prethodno prilagoditi parametar erozivnosti kiše, parametar erodibilnosti tla, parametar dužine i nagiba topografske površine, parametar vegetacijskog pokrivača i prirodne zaštite tla, te parametar mjera i zaštite tla od erozije. Zbog obimnog posla koji je dobrim dijelom vezan za laboratorijske analize tla, te statističke obrade intenziteta padavina urađeno je samo nekoliko pedoloških karata sa potpunim podacima potrebnim za USLE metodu, međutim, svaka simplifikacija ove metodologije neminovno dovodi do grubih grešaka koje rezultiraju vrijednostima i do 2,5 puta većim nego što to prikazuju mjerenja gubitka nanosa na određenim referentnim profilima. U tom smislu, nastojanja da se ova metodologija primjeni za proračun globalne erozije, a ne samo za proračun produkcije i gubitka nanosa sa poljoprivrednih površina nije uspjela, jer proračuni produkcije nanosa sa topografske površine i transport nanosa u vodotocima, te mjerenja koja su vršena na nultim profilima (nisu dala zadovoljavajuće rezultate tačnosti koje bi praksa mogla prihvatiti. Pokušaji da se ulazni parametri usvoje na drugačiji način od eksperimentalnog, su prema autorima ove metodologije nedozvoljeni jer dovode do rezultata koji nisu prihvatljivi. Pored toga, potrebno je napomenuti da je ova metoda namijenjena isključivo za proračun prosječnih godišnjih erozionih gubitaka zemljišta na poljoprivrednom zemljištu, gdje su dominantni procesi površinskog spiranja i brazdaste erozije (sheet and rill erosion), te da ju je nemoguće koristiti za bilansiranje erozionog materijala kod primjera linijske erozije (Wischmeier W.H., Smith D.D., 1965, Đorović M., 2005.).

Stoga, svjesni ograničenja koje nosi ova metodologija, kao i spoznaje da je na prostoru bivše Jugoslavije egzistirao veliki broj eksperimentalnih stanica



sa periodom osmatranja od 20 i više godine, odlučeno je da se koristi kvalitativno - kvantitativna metodologija S. Gavrilovića (1965, 1972) i R. Lazarevića (1971, 1974), kao metodološke osnove za izradu Karte erozije SR Bosne i Hercegovine, ali i inovirane Karte erozije Republike Srpske. U prilog tome, govori i činjenica da se navedena metodologija koristi gotovo više od 40 godina, ali i da je danas vodeća metodologija kako kod nas, tako i u zemljama neposrednog okruženja.

4. Metodologija inovacije Karte erozije Republike Srpske

Najkompleksnija istraživanja na prostoru bivše Jugoslavije prema nekoj od metodologija započela su davne 1966. godine u Institutu za šumarstvo i drvnu industriju po koncepciji Prof. dr R. Lazarevića. Metodologija erozivnih parcela, kojom su u Institutu za šumarstvo i drvnu industriju Beograd po koncepciji dr R. Lazarevića vršena istraživanja intenziteta mehaničke vodne erozije, primjenjivala se na parcelama različitih dimenzija sa namjerom da se utvrdi produkcija nanosa sa tih parcela. S obzirom da vodna erozija zavisi od velikog broja faktora čiji je uticaj različit, izvršena je diferencijalna genetska analiza fizičko-geografskih faktora: klime, geološkog i pedo-

loškog sastava, reljefa, te načina iskorištenja zemljišta, koji kao primarni faktor intenziteta erozije utiče na pojavu vodne erozije. Uvažavajući genetsku diferencijaciju navedenih faktora stvorena je osnova za postavljanje mreže eksperimentalnih stanica za ispitivanje intenziteta vodne erozije. Pored eksperimentalnih stanica na teritoriji SR Srbiji, postavljene su i eksperimentalne stanice na teritoriji SR Bosne i Hercegovine i to ogledna stanica "Radobolja" - Radobolja kod Mostara i eksperimentalna stanica "Snagovo" - Snagovo kod Zvornika.

Eksperimentalna istraživanja prema opisanoj koncepciji, omogućila su da se nakon dugogodišnjeg perioda osmatranja, formuliše jednačina erozije ($z = y \cdot x \cdot (\varphi + \sqrt{I_{sr}})$), koja se veoma uspješno može primjeniti i u drugim oblastima sa sličnim fizičko-geografskim uslovima. Sliv koji je predmet istraživanja potrebno je svesti na parametre koji su bili relevantni na eksperimentalnoj stanici, a zatim iz tabela koje su produkt eksperimentalnih istraživanja pročitati parametre i koristiti ih u kartiranju intenziteta mehaničke vodne erozije. Na temelju ovih istraživanja i rezultata koji su proizvod veoma konciznog eksperimentalnog istraživanja, prihvaćena je empirijska metodologija S. Gavrilovića i dopunjene i izmjenjene tablice za određivanje parametara koje ulaze u sastav obrasca za proračun koeficijenta erozije i novi postupak za određivanje koeficijenta erozije R. Lazarevića kao osnova za kartiranje intenziteta erozije na prostoru SR Bosne i Hercegovine.

Dakle, kartiranje intenziteta mehaničke vodne erozije zasnovano je na određivanju osnovnih parametara od kojih zavisi proces erozije, ali i na njihovom dimenzioniranju kako bi se proračunao intenzitet mehaničke vodne erozije i bilansirao erozioni materijal koji se gubi iz sliva. U tom smislu, na terenu se određuju koeficijent otpora zemljišta od erozije (y), koeficijent zaštićenosti zemljišta od atmosferalija (x) i koeficijent vida erozije za svaku erozionu parcelu (φ). Po završetku terenskog rada slijedi određivanje koeficijenta erozije (z) za svaku erozionu parcelu kojoj su određeni navedeni parametri. Poslije prikupljanja podataka na terenu i njihove obrade slijedi izrada Karte erozije koja sadrži 11 intenziteta erozije podijeljenih u pet kategorija i jedan intenzitet akumulacije nanosa. Metodološki pristup u pomenutoj metodologiji S. Gavrilovića i R. Lazarevića bazira se na analizi erozivnih procesa koji su istraživani na oglednim parcelama, da bi se dobijeni podaci potom mogli ekstrapolirati na mnogo veće prostorne jedinice kao što je slivno područje. U većini slučajeva je pretpostavljeno da se erozivni procesi odvijaju uniformno, bez obzira o kojoj prostornoj jedinici je riječ, pa su zbog toga podaci dobijeni istraživanjem jednog područja bili primjenjeni i na druga područja gdje istraživanja i prikupljanja podataka nije ni bilo, ali gdje su fizičko-geografski uslovi isti kao i na parcelama gdje

je vršeno eksperimentalno istraživanje. Naravno, to je razlog zašto su podaci koji su dobijeni na oglednim parcelama korišteni i prilikom proučavanja erozivnih procesa u nekim slivovima.

Obzirom na činjenicu da na prostoru Bosne i Hercegovine danas ne postoje eksperimentalne stanice i rad na eksperimentalnom istraživanju intenziteta erozije, kao ni izražena potreba naučno - istraživačkog rada u oblasti kartiranja intenziteta mehaničke vodne erozije, R. Tošić (2002 - 2009) radi na unaprijeđenju metodologije kartiranja intenziteta mehaničke vodne erozije R. Lazarevića.

Osnovna namjera je da se naučna i stručna javnost dodatno senzibilizira za problem erozije, koji s obzirom na vrijednosti intenziteta erozije, produkcije i transporta nanosa prema posljednjoj Karti erozije SR Bosne i Hercegovine predstavlja ne samo naučni problem već i potrebu Bosne i Hercegovine u smislu racionalnog korištenja prirodnih resursa i održivog razvoja.

Trenutna dostignuća u tehnologiji geografskih informacionih sistema omogućuju formiranje modela i predstavljanje realnog okruženja u računarskim prostornim podacima, pomoću kojih oni mogu biti pohranjeni, analizirani i prikazani. Korištenje geografskih informacionih sistema uključuje i analize korištenja zemljišta, modelovanje erozije kao i modelovanje životne sredine. Dakle, jedan od brojnih GIS - ovih naučnih zadataka je i izdvajanje značajnih informacija iz beskonačno kompleksnih međudnosa prirodno-geografskih pojava i procesa, jer GIS pruža postepenost i postavljanje hijerarhijske analize realnog okruženja upravo onako kako mi to zahtijevamo. Modelovanje uključuje izdvajanje i pojednostavljenje geografskih varijabli i uspostavljanje njihovih odnosa bilo kao zasebnih objekata u nekom budućem prostoru ili pomoću funkcionalnih algoritama ili procesa međudnosa za uspostavljanje veza i dobijanje pojedinačnog željenog rezultata. Stoga, prostorni modeli mogu biti ostvareni izvan GIS - a ili povezani sa GIS-om bilo u širokoj ili uskoj vezi. Upotrebu geografskih informacionih sistema u kartiranju intenziteta mehaničke vodne erozije moguće je dvojako posmatrati. Prvo, geografski informacioni sistemi mogu se koristiti kao alat za prikupljanje i vizualizaciju podataka, te drugi aspekt, u kojem se geografski informacioni sistemi mogu posmatrati kao baza podataka koja omogućuje skladištenje podataka, njihovo ažuriranje, mogućnost poređenja sa drugim podacima, kao i osnovu da se kroz izradu tematskih slojeva i korištenjem funkcije preklapanje slojeva, dođe do tematske podloge Karte erozije. Shodno tome, korištenje geografskog informacionog sistema olakšava postupak kartiranja jer se korištenjem usvojenih lejera geografskog informacionog sistema, koji sadrže brojne prostorne podatke, sam postupak skraćuje, pojednostavljuje i time povećava preci-



znost i kvalitet kartografske podloge. Primjena geografskog informacionog sistema pojednostavila je postupak kartiranja u segmentu određivanja parametara na terenu jer se korištenjem tematskih slojeva geografskih informacionih sistema parametri mogu lako definisati za bilo koji dio površine koju kartiramo. Međutim, daleko važniji aspekt geografskog informacionog sistema je kreiranje baze podataka u koju se unose svi podaci, odnosno novi parametri koji će omogućiti definisanje koeficijenta erozije za svaku erozionu parcelu.

Predočena metodologija kartiranja erozije R. Lazarevića, unaprijeđena korištenjem geografskih informacionih sistema, u osnovi je ista kao i metodologija izrade Karte erozije SR Bosne i Hercegovine, s tim što je tehnološki pristup samom procesu kartiranja erozije i obrade materijala u najvećoj mjeri izmijenjen. Ovako definisana metodologija korištena je prilikom inovacije Karte erozije Republike Srpske (2005 - 2008) u namjeri da se podaci do kojih se dolazi u izradi nove Karte erozije mogu porediti sa podacima sa zapisnika kartiranja erozije u periodu 1980 - 1985 koji su sačuvani. Poređenjem podataka do kojih se dolazi tokom novog kartiranja i podataka koji su sačuvani u zapisnicima ostvaruje se uvid u karakter erozionog procesa koji je veoma važan pokazatelj prirode samog erozionog procesa u različitim fizičko - geografskim uslovima. Saznanja do kojih se došlo tokom kartiranja slivova na teritoriji Republike Srpske nemaju samo praktični već i naučni značaj, jer predstavljaju osnovu za eroziono modeliranje koje se mo-

že koristiti kao mjera predviđanja i upravljanja erozionim procesima i to posebno u segmentu integralnog upravljanja erozijom i nanosom, te u segmentu upravljanja rizikom od erozije. Stoga je ovakav pristup rezultirao novom Kartom erozije urađenoj u GIS okruženju, što podrazumijeva erozionu bazu podataka i brojne mogućnosti koje proističu iz GIS aplikacija.

Primjena savremenih tehnoloških dostignuća u kartiranju intenziteta mehaničke vodne erozije, te rezultati tog geomorfološkog rada postali su dostupni brojnim strukama : od hidroinženjera, prostornih planera, šumarskih inženjera, agronoma, te stručnjaka iz oblasti zaštite životne sredine, do svih onih struka kojima su podaci o geografskom prostoru i geomorfološkim procesima nezaobilazan dio u istraživanju i projektovanju.

5. Razvoj institucionalnog okvira zaštite od erozije i koncepta "upravljanja nanosom"

Zaštita od vodne erozije i bujica važan je segment zaštite od štetnih djelovanja voda, ona obuhvata primjenu mjera integralnog uređenja sliva i stvaranje uslova za racionalno korištenje i zaštitu voda. Zbog svoga značaja, ali i međusobne uslovljenosti što je naglašeno u vodoprivrednom i ekološkom aspektu ovog procesa, zaštita od erozije i bujica sastavni je dio zakonske regulative u oblasti voda. Prema aktuelnom Zakonu o vodama Republike Srpske, odnosno u njegovom VI poglavlju Uređenje

vodotoka i drugih voda i zaštita od štetnog djelovanja voda, definisano je erozivno područje kao "zemljišni prostor na kome nastaju promjene na površinskom sloju zemljišnog reljefa, erozijom ili denudacijom, odnosno ogoljavanjem, kao posljedica djelovanja kiše, tekuće vode, leda ili sniježnih lavina".

Prema odredbama ovog zakona Ministarstvo provodi mjere i radnje na izradi dokumentacije kojom se utvrđuju erozivna područja, sa vrstama erozije, intenzitetom i drugim karakteristikama, u skladu sa čl. 85. i 94. ovog Zakona. Radi zaštite od štetnog djelovanja voda, Republika Srpska i jedinice lokalne samouprave "dužne su na ugroženom području osigurati planiranje mjera zaštite, gradnju i upravljanje vodnom infrastrukturom, naročito nasipima, branama, pregradama, objektima za stabilizaciju dna i obala i objektima za odvođenje unutrašnjih voda u skladu sa nadležnostima povjerenim im ovim zakonom". Odredbe ovog zakona takođe definišu zabrane na erozivnom području, zabranjeno je "izvoditi zahvat u prostoru na način koji pojačava eroziju i stvaranje bujičnih tokova, ogoljavanje-denudacija površina, krčenje šumskih površina koje sprječavaju klizanje zemljišta i sniježne naslage, izravnavaju protoke ili na drugi način štiti nizvodna područja od štetnih uticaja erozije, zatrpavanje izvora, skupljanje ili odvođenje sabranih voda preko erozivnih ili kliznih zemljišta bez nadzora, ograničavanje protoka bujičnih tokova, jačanje erozivne snage vode i slabljenje uravnoteženih odnosa, izvlačenje, odlaganje ili skladištenje drva i drugih materijala, zatrpavanje sa otkopanim ili otpadnim materijalom, skupljanje plavnog nanosa sa dna korita, osim zbog osiguranja propusne moći korita vodotoka". Iz navedenih odredbi Zakona o vodama Republike Srpske jasno se uočava da je problemu erozije i bujica posvećena posebna pažnja i to u skladu sa posljedicama koje mogu nastati ukoliko se ovom problemu ne pristupi sistemski.

Problem nanosa i njegovog eksploatacija uređen je Zakonom o vodama, odnosno članom 66. Dislokacija i vađenje materijala. Prema odredbama ovog člana "Dislokacija i vađenje materijala u koritima i vodnom zemljištu dozvoljeni su samo u obimu i na način kojim se uređuje korito i vodno zemljište ili ako to služi provođenju mjera zaštite, a u skladu sa posebnim elaboratima i projektima i na osnovu njihovih izdatih vodopravnih akata, na način koji bitno ne mijenja prirodne procese, ne remeti prirodnu ravnotežu ekosistema ili ne pospješuje štetno djelovanje voda". U cilju realizacije aktivnosti eksploatacije erozionog materijala, a u skladu sa stavom 1. Člana 66. nadležna institucija "donosi pravilnik o uvjetima i načinu realiziranja aktivnosti iz stava 1. ovog člana, adekvatno primjenjujući pravila korištenja i za vodno zemljište, kojim se obrađuju hidrološki, bujični i erozioni elementi, a naročito oni koji se odnose na : zaštitu od poplava, sprječavanje stvaranja uspora,

sprječavanje nekontroliranog i štetnog smanjenja ili povećanja proticajnih profila različitih od optimalno potrebnog, uklanjanje ili smanjenje mogućnosti od meandriranja rijeke, sprječavanje nekontroliranog mijenjanja toka rijeke i nanošenja štete za obale i okolni prostor, sprječavanje erozija stvorenih vodom, neželjenog taloženja nanosa na pojedinim dionicama rijeke, sigurnije odvođenje voda u recipient i drugo".

Kako se iz predhodnog prikaza može vidjeti oblast zaštite od erozije i bujica, kao i uslovi eksploatacije erozionog materijala precizno su definisani okvirima Zakona o vodama Republike Srpske. Značajno je i to što su eksplicitno iskazane obaveze koje je neophodno ispuniti u cilju zaštite od erozije i bujica, ali i uslovi pod kojima se može vršiti dislokacija i vađenje materijala u koritima i vodnom zemljištu, čime su stvorene osnove za izradu Studije integralnog uređenja sliva i Studije upravljanja nanosom. U prilog ovakvom pristupu ide i uspostavljanje Republičkog Vodnog informacionog sistema kao sastavnog dijela informacionog sistema Republike Srpske sa ciljem korištenja savremenih metoda komunikacija i odlučivanja, racionalizacije, integracije i optimizacije odlučivanja u sektoru voda, razmjene i sintetizacije informacija unutar sektora voda, te razmjene sa vanjskim i međunarodnim institucijama.

Sadržaj Vodnog informacionog sistema definisan je članom 112. Zakona o vodama, a u skladu sa odredbama ovog zakona sadrži najmanje dvije grupe podataka : podatke u nadležnosti institucija u sektoru voda i podatke u nadležnosti institucija koje su van sistema sektora, a od značaja su za upravljanje vodama. Osnovnu grupu podataka iz stava 1. tačka a) člana 112. čine: vodni katastar i vodna knjiga. Prema člani 113. Vodne katastre čine: katastar voda, katastar vodnog dobra i vodnih građevina, katastar ure-



đenja i zaštite od štetnog djelovanja voda, katastar korištenja voda, katastar zaštite voda, te katastar ostale vodne infrastrukture.

Iako je u okviru informacionog sistema za vodoprivredu, a u cilju upravljanja vodama definisano šta on treba da sadrži, način organizacije i upravljanje informacionim sistemom, obaveze ustupanja podataka za informacioni sistem, kao i mogućnosti pristupa informacijama informacionog sistema, može se primjetiti nedostatak katastra - registra ili baze podataka bujičnih slivova i tokova i erozionih područja kao modula Vodoprivrednog informacionog sistema Republike Srpske. Potreba za modulom koji će obuhvatiti registar erozije i bujičnih tokova nije samo u činjenici da nam on omogućava uvid u trenutno stanje erozije ili uvid u istorijske promjene, već da nam pruža mogućnost permanentnog ažuriranja u skladu sa stvarnim promjenama koje se dešavaju na terenu. Dakle, institucionalni okvir zaštite od erozije i upravljanje nanosom u Republici Srpskoj postoji, u ovom izlaganju analiziran je samo okvir definisan aktuelnim Zakonom o vodama Republike Srpske kako bi se istaknuo značaj ove problematike, ali i iskazala spremnost i odgovornost institucija sistema da ovom problemu posvete adekvatnu pažnju.

U cjelini posmatrano, moguće je zaključiti da su institucije Republike Srpske pravovremeno sagledale sve aspekte ovog problema i da su shodno obavezama nastalim potpisivanjem Direktive o vodama Evropske Unije i prihvatanjem drugih propisa Evrop-

ske Unije, pristupile ovom problemu u cilju postizanja dobrog statusa voda s jedne strane, ali i zaštiti zemljišta od erozije u cilju usklađivanja vodoprivrednog razvoja sa gazdovanjem šumama, razvojem poljoprivrede i održivog razvoja brdsko - planinskih područja koja su odlika teritorije Republike Srpske.

Osnovna karakteristika morfoloških procesa rijeke čija se ušća nalaze na teritoriji Republike Srpske (Una, Sana, Vrbas, Ukrina, Bosna, Drina i dr.) određena je meandriranjem i "lutanjem" riječnog korita, a oba procesa odvijaju se kroz mehanizam fluvijalne erozije. Djelovanjem fluvijalnog procesa erodira se obala i pomijera riječna trasa, prilikom čega se ako posmatramo neki profil erodira samo jedna (konkavna) riječna obala, dok se druga (konveksna) obala zasipa. U dužem vremenskom periodu na nekim dijelovima uzdužnog riječnog profila dolazi do promjene položaja matice i konkavnih obala, a riječno se korito u dužem vremenskom periodu pomjera u jednom pravcu kroz mehanizam razvijanja meandra. U ovom fluvijalnom procesu erodirani materijal riječnih obala dopijeva u vodotok koji ga pomjera u pravcu pada uzdužnog profila, usljed čega se formira interakcija između procesa bočne erozije korita i psamološkog procesa vodotoka, dok je odvijanje procesa determinisano intenzitetom fluvijalne erozije i transportnom sposobnošću toka. U slučaju manjeg intenziteta fluvijalne erozije i velikog transportnog kapaciteta toka, sav se erodirani materijal riječnih obala odnosi ka nizvodnom dijelu sliva i toka. Međutim, u slučaju velikog intenziteta fluvijalne erozije i manjeg transportnog kapaciteta toka, rijeka ne odnosi odmah sav erodirani materijal već samo jedan dio, dok drugi dio zadržava na lokalitetu ruševne obale i tokom vremena ga polako pomjera nizvodno. Budući da se riječni nanos tretira kao značajni prirodni resurs, odnosno građevinski materijal nezaobilazna je i eksploatacija materijala iz korita i priobalja rijeke. Intenzivno korištenje riječnog nanosa usko je povezano sa povećanim potrebama za izgradnju u posljednjih desetak godina. Međutim, uslovi bagerovanja - eksploatacije duž toka su različiti kako u pogledu potencijalnih rezervi tako i u pogledu kvaliteta materijala koji se eksploatiše. U sadašnjim uslovima eksploatacija erozionog materijala vrši se uglavnom iz major korita, odnosno inundacionog pojasa koji se plavi samo pri velikim vodama, ali i koji je i u drugim dijelovima godine dostupan za eksploataciju. Međutim, kvaliteta materijala iz major korita je heterogen i često ne zadovoljava kriterijume za građevinske materijale, što upućuje na nove lokacije za eksploataciju.

Formiranje novih lokacija koje nisu u saglasnosti sa morfološkim procesima uzrokuje pojave koje ostavljaju daleko veće posljedice u prostoru, nego što je ukupna ekonomska vrijednost izvršene eksploatacije, stoga je neophodno jasno definisati uslove i



lokacije za eksploataciju riječnog nanosa na određenom dijelu uzdužnog profila rijeke.

Sintezom svih aspekata geneze i transporta nanosa, ali i problematike eksploatacije riječnog nanosa u riječnom koritu i priobalju, moguće je definisati određene preporuke u cilju upravljanja nanosom, odnosno formirati na temelju integralnog upravljanja slivom "Studiju upravljanja nanosom (sediment management)". Sa aspekta upravljanja nanosom posebno je značajno definisanje ukupnih eksploatacionih rezervi duž toka rijeke, ali i definisanje preciznih uslova eksploatacije iz riječnog korita ili priobalja, odnosno minor ili major korita. U ovom razmatranju posebno je važno obratiti pažnju na obnavljanje eksploatacionih rezervi gdje je veoma važno razlikovati spoljno obnavljanje od unutrašnje preraspodjele rezervi. Spoljno obnavljanje rezervi duž toka rijeke vrši se ulazom nanosa iz sliva posredstvom hidrografske mreže, dok se unutrašnja preraspodjela vrši preko mehanizma fluvijalne erozije.

Na osnovu sadašnjeg stanja erozionih procesa u slivovima na teritoriji Republike Srpske i prosječne vrijednosti transporta nanosa u hidrografskoj mreži, što je rezultat određenog odnosa prirodnih i antropogenih faktora, moguće je zaključiti da će se taj odnos mijenjati i to u prvom planu zbog permanentnih varijacija antropogenih uticaja i određenih oscilacija jednog prirodnog faktora. U tom smislu, neophodno je razmotriti trendove procesa geneze i transporta nanosa u slivovima na teritoriji Republike Srpske i teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine, i to na bazi kartiranja erozije kao i projekcije uticaja efekata antropogenog faktora u budućem periodu.

Dakle, problem upravljanja nanosom vezan je za integralno uređenje i upravljanje slivom, jer su slivovi rijeka koje se nalaze na teritoriji Republike Srpske samo jednim dijelom (srednji ili donji dio toka) sliva na teritoriji Republike Srpske, a drugim na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine. U interesu integralnog uređenja sliva i upravljanja nanosom neophodna je obostrana saradnja na ovom polju jer je to jedini način kontrole erozionih procesa, pravovremenog sagledavanja štetnih djelatnosti koje utiču na razvoj i intenziviranje erozionih procesa, ali i način da u cilju optimalnog upravljanja nanosom izvršimo procjenu rezervi materijala i potreba za materijalom, imajući u vidu kvalitet materijala, odnosno kvalitet alternativnih resursa pijeska i šljunka što je gotovo najvažnija karakteristika i uslov eksploatacije.

6. Zaključna razmatranja

Erozija vodom predstavlja kompleksan prirodni proces koji zavisi od velikog broja faktora. Rezultat tako složenog prirodnog procesa je produkcija nanosa u riječnim slivovima i transport nanosa u vodotocima, što zapravo predstavlja dvije komponente erozionog procesa. Obzirom na specifičnosti geo-

prostora Bosne i Hercegovine, odnosno na stanje i karakter erozionih procesa, neophodno je poduzeti sve radnje u cilju izrade jedinstvene Karte erozije Bosne i Hercegovine, kako bi se u cjelini sagledalo stanje erozije, intenzitet erozije, te prostorni razmještaj pojedinih kategorija jačine erozionih procesa.

Karta erozije Bosne i Hercegovine predstavljala bi kao što je to bila i osamdesetih godina prošlog vijeka, kapitalni - strateški dokument BiH i osnovu za izradu "Katastra bujica i bujičnih slivova", "Karte identificiranih erozionih područja", osnovu za implementaciju koncepta "upravljanja nanosom", ali i osnovnu podlogu u projektovanju akumulacija, hidroelektrana, sistema za navodnjavanje i drugih objekata čija se izrada planira na prostoru Bosne i Hercegovine. Takođe, posebnu pažnju treba posvetiti ekološkom aspektu erozione problematike, čije su aktivnosti usmjerene na postizanje "dobrog" statusa voda - prekograničnih voda.

Dakle, Karta erozije Bosne i Hercegovine pored navedenog, omogućava definisanje potencijalnih prostora u kojima bi erozioni procesi različitog intenziteta mogli predstavljati ogroman problem u smislu adekvatnog korištenja prostora i prirodnih resursa. Stoga, sagledavši u cjelini sve aspekte erozije i pratećih procesa, neophodan je značajniji angažman svih relevantnih institucija na teritoriji Bosne i Hercegovine u cilju rješavanja postavljenih zadataka koji proističu iz ove oblasti, a koji su i dio obaveza koje je neophodno ispuniti na našem putu ka Evropi.

7. Literatura i izvori

1. Bennett, H.H. (1939): Soil Coversation, Mc Graw - Hill, New York, NY. U.S. A.
2. Lowdermilk, W.C. (1953): Conquest of the land through seven thousands years. SCS Agricultural Information Bulletin 99., Washington.
3. Lal, R. (1990): Soil Erosion and Land Degradation, The Global Risks, Advances in Soil Science, Soil Degradation.
4. Van Camp et all. (2004), Reports of the tehcnical working groups established under the thematic strategy for soil protection, Eur 21319EN/2.
5. Middleton, N. Thomas, D. (1997): World Atlas of Desertification, Published for UNEP by Arnold Publ. 2 nd edition, London.
6. Stott D.E., Mohtar R. H., Steinhardt G. C. (2001): Sustaining the global farm. International soil conseravtion organization meeting - held May 24 - 29 1999 at Purdue.
7. Lazarević R., (1985): Karta erozije SR Bosne i Hercegovine, RO "Vodoprivreda" BiH - Sarajevo, Institut za šumarstvo i drvnu industriju Beograd, Beograd,
8. Lazarević R., (2000): Geomorfologija, Prirodno - matematički fakultet Banja Luka, Banja Luka.
9. Čavar B., (2008): Kraći istorijski prikaz borbe protiv erozije i bujičnih nepogoda, Časopis Agencije za vodno područje rijeke Save Sarajevo br. 60, Sarajevo.

10. Tošić R., (2007): Problem erozije i upravljanje nanosom u Republici Srpskoj, Zbornik radova sa naučnog skupa "Srbija i Republika Srpska u regionalnim i globalnim procesima", Beograd - Banja Luka.
11. Tošić R., (2006): Erozijska u slivu rijeke Ukrine, Geografsko društvo Republike Srpske, Banja Luka.
12. Tošić R., (2007): Erozijski procesi u slivu akumulacije Drenova, Glasnik Geografskog društva Republike Srpske, br. 10, Banja Luka.
13. Tošić R., (2007): Bilans nanosa u slivu rijeke Ukrine, Glasnik Geografskog društva Republike Srpske, br. 10, Banja Luka.
14. Tošić R., Petrović, D., (2007): Digitalni visinski model u geomorfološkim analizama, Glasnik Geografskog društva Republike Srpske br. 11., Banja Luka.
15. Tošić R., (2007): Geomorfološka baza podataka i njena primjena u kartiranju erozije, Međunarodni naučni skup "Srbija i Republika Srpska u regionalnim i globalnim procesima", Trebinje, 2007.
16. Tošić R., Hrkalović D., (2006): Geografski informacijski sistem i njegova primjena u hidrologiji, Zbornik radova "Prvi međunarodni kongres Ekologija, zdravlje, rad, sport", Banja Luka.
17. Tošić R., Blagojević B., (2008): Savremene tehnologije u istraživanju erozijskih procesa, Zbornik radova "Drugi međunarodni kongres Ekologija, zdravlje, rad, sport", Banja Luka.
18. Lal R., Pierce F.J., (1991): Soil Management for Sustainability, SWCS.
19. Lal R., (1988): Soil erosion research methods, Soil and water Conservation Society, Ankeny.
20. Wischmeier W.H., (1962): Rainfall Erosion Potential, Agricultural Engineering vol. 43., No.4.
21. Wischmeier W.H., Smith, D.D., (1965): Rainfall - erosion losses from cropland east of the rocky mountains, Agricultural handbook No. 28/2, Washington D.C.
22. Wischmeier W.H., Smith, D.D., (1978): Predicting rainfall erosion losses, Agricultural handbook No. 537, Washington D.C.
23. Moran R.P. C., (1995): Soil Erosion and Conservation, Longman House.
24. Đorović M., (2005): Vodna i erozijska erozija zemljišta, Acta Biologica Jugoslavica, Beograd.
25. Đorović M., Kadović R., (1997): Perspektive i razvoj konzervacije zemljišta i voda, Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta, JDPZ, Novi Sad.
26. Zachar D., (1982): Soil erosion, Elsevier, Amsterdam.



VODA ZA KALIFORNIJU

(treći dio)

(Napomena: Iz razloga tehničke prirode ovaj tekst objavljujemo u ovom, umjesto u ranijem broju 63. Hvala na razumijevanju.)

KOLORADO RIVER AKVADUKT

Na Koloradu su formirane još tri akumulacije sa glavnim namjenama za navodnjavanje i snabdijevanje vodom. Najveća i najpoznatija od njih je jezero Powell, formirano izgradnjom čuvene Glen Canyon brane.

Ali za Kaliforniju je najvažnija najnižvodnija, nazvana jezero Havesu na granici sa Arizonom, zapremine 799.000.000 m³ sa Parkerovom branom.

Ovdje je zahvat vode za Kolorado River Akvadukt dug 392 km, koji se završava u akumulaciji Matthews, iz koje se voda isporučuje za Los Anđelos, ali i dalje razvodi za više opština Južne Kalifornije. Kapacitet mu je 1,6 km³/god ili 51 m³/s i na većem dijelu svoje dužine ima gravitacioni tok vode. Pumpanje vode je bilo nužno na pet mjesta sa ukupnom visinom dizanja od 563 m. Pored rekordne dužine bio je jedini veliki akvadukt koji je prešao jedan planinski vijenac.



Parkerova brana sa zahvatom vode za Kolorado River akvadukt

Sastoji se od dvije akumulacije, pet pumpnih stanica, 101km otvorenih kanala, 148 km tunela i 135



Kolorado River akvadukt



Kolorado River akvadukt

km ukopanih cjevovoda i sifona. Poprečni presjek, osim na dijelu otvorenog kanala, je armirano betonski sanduk 4,6 i 4.9 m širine i visine.

Na tri mjesta cjevovod prelazi aktivne seizmičke rasjede, pa je monolitna konstrukcija prekinuta dionicama sa specijalnim spojnicama, koje mogu da podnesu smicanje.

Prvih 320 km prolazi kroz bezvodne predjele pravih pustinja Mojave i Colorado, pa je za potrebe gradilišta bilo neophodno izgraditi 240 km puteva. Za obezbjeđenje vode izbušeno je niz bunara povezanih cjevovodom duž trase Akvadukta. Gradnja je trajala od 1933. do 1941. godine.

Već je u uvodu istaknuto da Kolorado River Akvadukt proglašen za jedno od sedam inženjerskih čuda Amerike.

MAKSIMALNO KORIŠĆENJE VLASTITIH VODNIH RESURSA

Kalifornija bi, da je samostalna država, bila sedma u svijetu po privrednoj razvijenosti. Njena intenzivna poljoprivreda daje 55 procenata ukupne američke produkcije voća i povrća i šesti je svjetski izvoznik poljoprivrednih proizvoda. Sa 33 miliona stanovnika najnaseljenija je od svih sjedinjenih američkih država, a zbog dinamičnog ukupnog razvoja, koji bez prekida traje već decenijama, i dalje je vrlo atraktivna za nova doseljavanja.

Ako se, uz ove impresivne pokazatelje, ne zaboravi navedeni podatak o padavinama, onda se sa još više razloga postavlja pitanje kako je to postignuto.

U Kaliforniji je, uz dovode sa udaljenijih područja, izgrađeno 1250 akumulacija različitih zapremina, većinom srednjih i manjih, jer većih rijeka malo ima. Praktično teško da bi se na nekoj rijeci ili potoku mogao naći neki slobodan profil i prostor za neku novu. Kada se zna da se one uglavnom pune topljenjem snijega na Siera Nevadi, da bi obezbijedile vodu i za četiri do pet mjeseci po pravilu bez kiše, onda je opravdanost njihove realizacije još jasnija.

U školskim udžbenicima i edukativnim brošurama često je pojam izvorišta vode sistema za snabdjevanje vodom stanovništva, industrije i poljoprivrede zamjenjen pojmom akumulacija. To najbolje pokazuje koliko akumulacije kao tip izvorišta dominiraju u odnosu na malobrojne zahvate podzemne vode ili na izvore, vrela ili direktna zahvatanjanja voda rijeka i potoka, kojih vjerovatno nema nikako.

Zaključak je jasan. Vlastiti vodni resursi se uz izravnavanje voda koriste maksimalno. Ali da bi se to postiglo, nije bilo dovoljno izgraditi akumulacije. Prostorni raspored izdašnijih resursa u sjevernom dijelu države u odnosu na sušna južna područja i u planinskim istočnim oblastima u odnosu na zapadna, uz izrazito veću koncentraciju potrošnje upravo u tim vodom siromašnim regionima nametnuli su potrebu za dovodima vode dugim i do 200 km.



U Kaliforniji je izgrađeno 1250 akumulacija



To su Hetch-Hetchi Akvadukt za područje San Franciska, Mokelumne Akvadukt za Okland i okolinu, South Bay Akvadukt za područje San Hosea uz već opisana dva Los Angeles Akvadukta za šire područje ovog tromilionskog grada.

KALIFORNIJA AKVADUKT

Ali najveći je Kalifornija Akvadukt, ključni vodo-privredni sistem za transport vode u pravcu sjever-jug. Dug je 715 km i počinje u delti rijeke Sakramento pumpanjem vode u akumulaciju Bethany, a završava se sa dva kraka, zapadni u akumulaciji Perris i istočni u akumulaciji Castaic Lake, obadje u regiji Los Anđelosa.

Transportni sistem, uz više akumulacija i pumpnih stanica, je ustvari kombinacija otvorenih kanala sa gravitacionim tečenjem, ukopanih cjevovoda i tu-



Kalifornija akvadukt

nela, jer mu je trasa položena samo dijelom ravničarskim, a dobrim dijelom i brdovitim i planinskim terenom.

Kapacitet mu varira po pojedinim dionicama, na početku je 292 m³/s, a najveći je 371 m³/s. Tipičan poprečni presjek trapeznog korita betonskog kanala ima u osnovi širinu 12 m, a dubinu vode 9m. Od pumpnih stanica najveća ima kapacitet instaliranih pumpi od 437 m³/s, a najveća visina dizanja je 600 m. Za iskorišćavanje "viška pada" izgrađena je jedna hidro-elektrana, uz još dvije pumpno- akumulacione.

SUKOBI INTERESA

Realizacija ovako velikih sistema i objekata nije bila bez problema, teškoća i zastoja. Ako se imaju u vidu njihova složenost i nepovoljni uslovi u kojima su građeni, to je i razumljivo. Ali najvažnije je da su oni uspješno riješeni.

Međutim, jedan ozbiljan problem prisutan od samog početka radova a traje i danas, su sukobi interesa na korišćenim resursima.

U sjevernom dijelu Kalifornije smatraju da je odvođenje "njihovih voda" na Jug jedan od glavnih razloga relativno slabijeg razvoja u odnosu na dinamični južni dio.

A ima i mjerljivih negativnih posljedica kao što je povećani salinitet rječne vode Sakramenta u zoni delte i ušća u Tihi okean, kao i prateći ekološki problemi. Ideje da se vode na Sjeveru koje "još neiskorišćene" ističu u okean zahvate i dodaju u transportni sistem za Jug, zbog ove izražene netrpeljivosti, se u novije vrijeme odmah odbijaju.

Stalno je prisutan i tihi sukob interesa između pojedinih namjena u korišćenju voda. Već je opisano da je jednom čak eskalirao do sabotaza ogorčenih farmera na objektu prvog od dovoda vode za Los Anđelos, koji su smatrali da ta voda treba da se i dalje koristi za navodnjavanje.

Bilo je slučajeva da su farmeri prodavali svoje pravo na vodu gradovima, jer im se to više isplatilo nego poljoprivredna proizvodnja uz navodnjavanje.

Najveći su sukobi interesa na vodama rijeke Kolorado. Oni se ispoljavaju i u odnosima sa Meksikom, a još više između zainteresovanih američkih saveznih država.

Stalne su optužbe Meksika da se u SAD navodnjavaju pustinje i vodom pune fontane i bazeni Las Vegasa i Los Anđelosa, a njima isporučuju količine manje i od ugovorenih minimalnih i uz to još nezadovoljavajućeg kvaliteta za korišćenje u poljoprivredi. Tako se plodna Meksička dolina pretvara u pustinju.

Nekoliko puta su međudržavnim ugovorima utvđene obaveze SAD o kvantitetu i kvalitetu vode na ulazu u Meksiko. Međutim, iako ni one nisu zadovoljavale meksičke potrebe, ni ti uslovi nisu potpuno ispoštovani.

Navedeni sukobi interesa nisu riješeni, ali su uglavnom "zamrznuti" izgrađenim objektima i sistemima i tako stečenim pravima ili u sporu sa Meksikom realnim odnosom snaga dvije države.

Međutim raspodjela voda rijeke Kolorado unutar SAD predmet je stalnih sukoba i zahtjeva za izmjenu ranije utvrđenih odnosa.

Sa slivom od 632.000 km² i prosječnim godišnjim proticajem od 17,28 milijardi m³, u velikoj mjeri izravnatim u akumulacijama, Kolorado je moćan resurs, utoliko dragocjeniji što je dobrim dijelom okružen vodom siromašnim pa i pravim pustinjским područjima.

Prema demografskim prognozama od deset američkih država sa najvećim očekivanim rastom stanovništva do 2025. godine, pet se nalazi u slivu Kolorada. A već danas se njegovim vodama snabdjeva preko 30 miliona stanovnika.

Sadašnja, prethodno više puta korigovana raspodjela ovog resursa obuhvata pored favorizovane Kalifornije i države Arizonu, Kolorado, Utah, Wyoming, Novi Meksiko i Nevadu.

Zanimljivo je da su ovi odnosi, povremeno jako zaoštreni, jednom prilikom za malo doveli do oružanog konflikta. Naime, za vrijeme izgradnje Parkerove brane i Kolorado River Akvadukta za Kaliforniju 1944. godine, Arizona je optužila ovu državu da "krade njihovu vodu". Kulminacija sukoba je bilo upućivanje jedinice Nacionalne garde Arizone pod punom ratnom spremom i naoružanjem na gradilište i prekid radova.

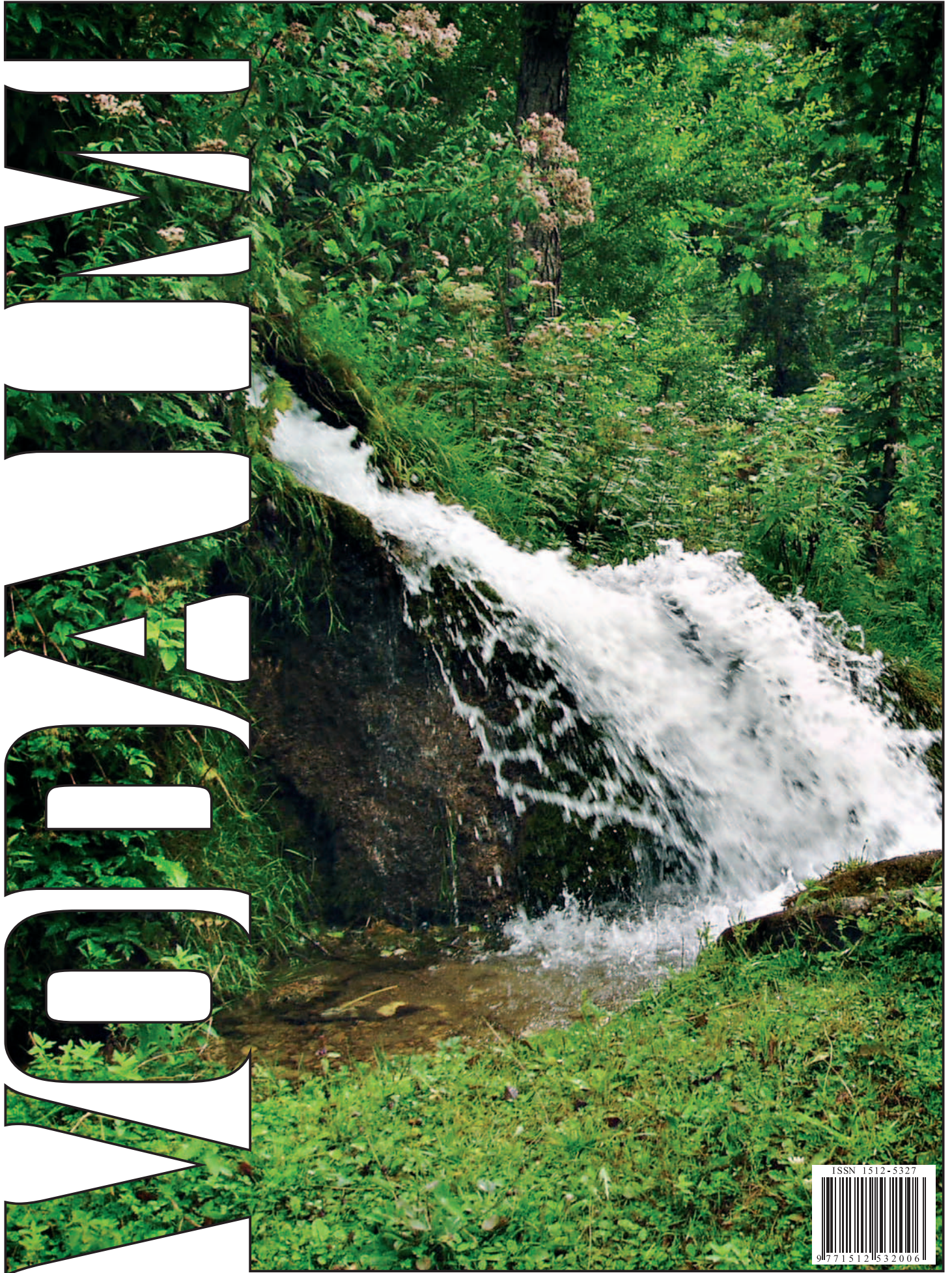
Vrhovni sud SAD je presudio da je Kalifornija postupila protuzakonito bez prethodne saglasnosti i dozvole Arizone. Ali Kongres je naknadnim donošenjem zakona sa retroaktivnim dejstvom legalizovao izgradnju i tako okončao ovaj slučaj, ali ne i stalnu netrpeljivost i nezadovoljstvom opterećene međusobne odnose.

80.-ih godina prošlog vijeka pojačane su aktivnosti pokreta za zaštitu životne sredine, koje su ukazivale i na negativne posljedice izgrađenih objekata i sistema, a posebno akumulacija. Njihovi argumenti često su takvi da se moraju respektovati, pa će se i ovi različiti interesi morati usklađivati.

Literatura:

- R.S. Kirby, S. Withington, A.B. Darling, F.G. Kilgour "Engineering in History", McGraw-Hill, New York, 1990.
- M. De Villiers "Water-The Fate of our most precious Resource", Mariner Books, Boston-New York, 2001.
- M. Black "The no-nonsense guide to Water", Ni, Verso, London 2004.
- M. Reisner "Cadillac Desert – The American West and its Disappearing Water", Penguin Books, 1993.





WORLDWIDE

ISSN 1512-5327
9 771512 532006