

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

2006
Godina X
50



UVODNIK

D. Hrkaš

ZAŠTITA VODA

S. Skejović

PLANIRANJE PROJEKATA SISTEMA ZAŠTITE VODA

M. Šarac, S. Šarac, V. Janković

RAD I ODRŽAVANJE UREĐAJA ZA PROČIŠĆAVANJE
OTPADNIH VODA ZASNOVANIH NA
NE-KONVENCIONALNIM TEHNOLOGIJAMA (I. DIO)

K. Memić

EKOSISTEMSKE ODLIKE
HIDROAKUMULACIJE MODRAC

N. Maksumić, V. Zupković

REDOXPOTENCIJAL KAO INDIKATOR ZAGAĐENOSTI
POVRŠINSKIH VODOTOKA

KORIŠTENJE VODA

F. Alić, J. Mulabdić, J. Kovač

NOVI STANDARDI U ANALIZI GUBITAKA VODE U
VODOOPSKRBNIM SISTEMIMA

B. Cirkin

PRIMJENA UV-TEHNOLOGIJE U OBLASTI PITKIH VODA

ZAŠTITA OD VODA

H. Resulović

IDENTIFIKACIJA RAZLIČITIH UZROKA OŠTEĆENJA TLA
KAO OSNOVA ZA IZBOR SANACIONIH MJERA

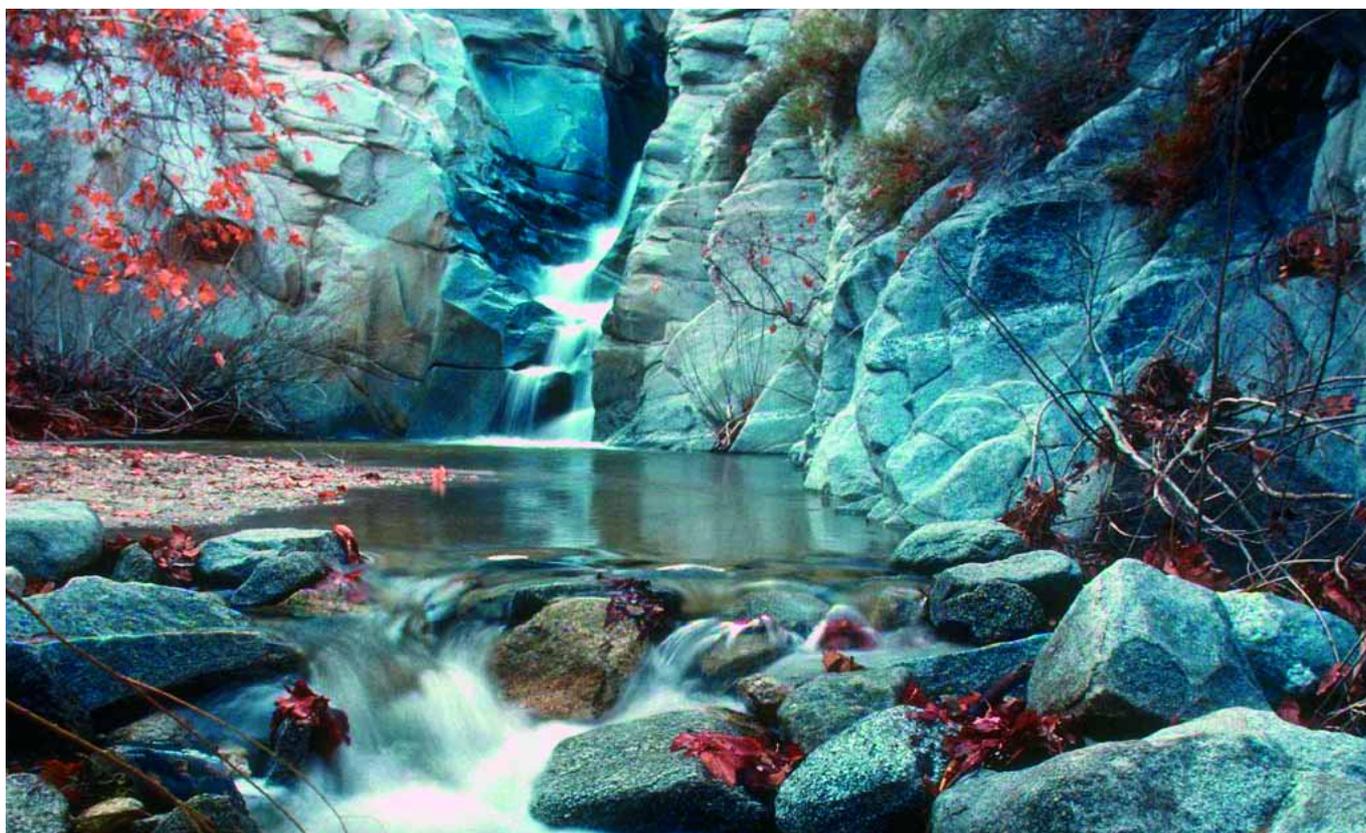
Ž. Majstorović

PROMJENLJIVOST VREMENA (OBORINA I TEMPERATU-
RA) NA PODRUČJU BIH U POSLJEDNJIH DESET
GODINA KAO POSLJEDICA KLIMATSKIH PROMJENA

Ž. Majstorović

UČEŠĆE NA BALWOIS KONFERENCIJI

Autor kolor fotografija na koricama i srednjim stranama časopisa je Mirsad Lončarević



"VODA I MI"

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

<http://www.voda.ba>

Izdavač:

JP za "Vodno područje slivova rijeke Save"
Sarajevo, ul. Grbavička 4/III

Telefon: ++387 33 20 98 27

Fax: ++387 33 20 99 93

E-mail: dilista@voda.ba

Glavna urednica:

Dilista Hrkaš, dipl. žurn.

Savjet časopisa: Predsjednik Mehmed Buturović, direktor JP; Zamjenik predsjednika: Faruk Mekić, predsjednik Upravnog odbora JP;

Članovi: Haša Bajraktarević-Dobran, Građevinski fakultet Sarajevo; Enes Sarač, direktor Meteorološkog zavoda; 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: Zoran Buletić

Štampa: S.Z.R. "Birograf" Sarajevo

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

POŠTOVANI ČITAOCI,

Evo nas pri malom jubileju našeg časopisa, dakle u pedesetom broju od početka izlaženja, odnosno od 1996. godine kada je u mjesecu septembru izašao prvi broj "Voda i mi".

Neki se možda neće složiti sa konstatacijom o jubileju, ali eto, u najmanju ruku, nije zanemarivo da smo u proteklih deset godina izdali 50 brojeva sa nekoliko hiljada stranica na kojima je objavljeno više stotina naslova i tekstova koji su sa raznih nivoa i aspekata obrađivali temu vode.

A sve je započelo u devastiranoj poratnoj vodoprivredi sa mnogobrojnim materijalnim i kadrovskim teškoćama i sa osnovnom zadaćom urgentne sanacije i obnove vodoprivrednih objekata. To su bili prvenstveno oni za vodosnabdijevanje i to iz finansijskih sredstava koja su imala prevashodno donatorski karakter. Dakle, nismo imali vlastitih vodoprivrednih novaca da bismo otvarali ili razvijali neke druge oblike djelovanja, ali smo znali da je i važno i potrebno da se i taj informativni segment na neki način

mora ostvarivati. Iz tog polaznog saznanja se rodila ideja o pokretanju štampanog medija u formi magazina ili časopisa, kakogod ga zvali, namijenjenog jednom određenom čitalačkom krugu. U početku je taj "krug" ispunjavalo oko dvije stotine adresa (odgovorni nivoi vlasti od države, preko entiteta, do kantona i općina, te obrazovanih institucija i projektantskih kuća), da bi danas već u adresaru za distribuciju časopisa imali preko četiri stotine adresa. Svakako da smo ponosni na tu činjenicu, tim prije što gotovo za svaki broj proširujemo distribuciju, tj. imamo nove zahtjeve za dostavu časopisa, a najnoviji je stigao upravo pred zaključenje ovog broja i to iz Slovenije od gospodina Zorana Stojiča iz firme **imos GEATEH**. Iako mi časopis postavljamo i na naš web site (naravno otkada smo ga otvorili), interes za dobijanje štampane verzije nije nimalo opao, naprotiv, kao što rekosmo, stalno raste.

Možda sve rečeno može izgledati hvalisavo, ali nam se za svo ovo vrijeme nije desilo da smo dobili ozbiljniju kritiku ili neslaganje sa sadržajem ili drugim koncepcijskim elementima, iako mi dobro znamo da može i bolje i zanimljivije, ali samo u saradnji sa onim kojima je voda na ovaj ili onaj način zadaća, ljubav, zanimanje, perspektiva.

Stoga je poziv na saradnju, na iznošenje mišljenja, stavova, reakcija i svih drugih vaših stručnih i ljudskih zanimanja za vodu i sva dešavanja oko vode, stalno otvoren i dobrodošao, jer računamo na to da nam je svima stalo da ovaj "raj na zemlji", kako je jedan autor napisao u svom članku u ovom broju, a misleći prije svega na naše vodno bogatstvo, koristimo i čuvamo na najbolji mogući način.

Sa naše strane, trudićemo se da vas ne iznevjerimo ni u narednih 50 brojeva, odnosno da, koliko god to dozvole naše mogućnosti, časopis bude još zanimljiviji, korisniji i ljepši.

Hvala svim autorima na dosadašnjoj saradnji, hvala čitateljima koji su nas pratili do ovog broja i hvala svima onima koji će to tek postati.




Rijeka Una - Bihać

Autori su u cjelosti odgovorni za sadržaj i kvalitet članaka.

PLANIRANJE PROJEKATA SISTEMA ZAŠTITA VODA

1. UVOD

Voda je zajedničko prirodno dobro, neophodno za život ljudi, biljaka i životinja (čini oko 60% čovjekove težine i do 95 % težine biljaka), neophodna je za mnoge ljudske djelatnosti, i ograničena je u količini. Najveći dio raspoložive pitke vode koristi se za navodnjavanje i proizvodnju hrane. Nažalost, nedostatak političke volje doveo je do toga da je svijet suočen sa najvećom do sada zabilježenom krizom snabdijevanja vodom. Predviđanja su prilično mračna. U narednih dvadeset godina, (kako se ističe u poslednjim Izveštajima Ujedinjenih Nacija), prosječna količina vode kojom će ljudi raspolagati biće manja za trećinu. Postoji mogućnost da sredinom ovog vijeka čak sedam milijardi ljudi bude suočeno sa nedostatkom vode ukoliko se ne preduzmu hitne mjere. Sa druge strane svakog dana se u rijeke, jezera i vodene tokove baca šest miliona tona otpada. Šest hiljada djece mlađe od pet godina svakog dana umire od bolesti prouzrokovanih zagađenom vodom.

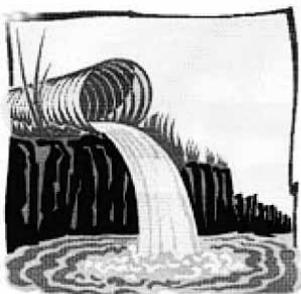
1.1. Definicija zagađenja voda

Zagađenje voda je promjena kvalitete voda koja može nastati kao prirodna pojava, ili usljed djelovanja čovjeka, zbog čega one postaju teže upotrebi-ve ili neupotrebi-ve za pojedine svrhe korištenja.

Šta je otpadna voda? To je upotrijebljena voda iz naselja i industrije kojoj su promijenjena fizikalna, hemijska i biološka svojstva tako da se ne može koristiti u poljoprivredi niti u druge svrhe. Takva voda se do postrojenja za prečišćavanje odvodi kanalizacijom.

Zagađenje dakle nastaje kao rezultat preopterećenja prijemnika–recipijenata (uglavnom površinski vodotoci), štetnim supstancama iz otpadnih voda.

Ovaj dinamički proces može da poprimi beskonačan broj varijacija oblika, zavisno od prirode zagađujućih supstanci i moći vodotoka da ih snagom vlastitih prirodnih sila transformiše. Ova prirodna moć samočišćenja (autopurifikacije) igra vrlo značajnu ulogu u prirodi i u procesu zaštite voda.



Sl. 1. Zagađenje voda je kontinuiran proces

Zagađenje po vrsti može da bude : fizičko ili mehaničko, hemijsko (organsko ili anorgansko), radioaktivno, mikrobiološko ili kombinovano.

1.2. Definicija i zadatak zaštite voda

Zaštita voda je sprečavanje prekomjernog i nekontrolisanog zagađivanja voda radi očuvanja njihovog kvaliteta. U vezi zaštite vodotoka od zagađivanja, na osnovu odluka mnogih kongresa međunarodnih udruženja koja se bave problemima voda važe još preporuke koje se u principu samo modifikuju (iste su detaljno sadržane i u Direktivi 2000/60/EC Evropskog Parlamenta i Vijeća od 23. novembra 2000 kojom se uspostavlja okvir za djelovanje na području politike voda), a rezime ostaje u suštini isti i može se izraziti kroz sledeće :

- Rijeke koje su danas čiste treba zaštititi od zagađivanja.
- Rijeke koje su već zagađene ne smiju se daljim zagađivanjem učiniti još gorim, nego naprotiv, njihovo stanje treba poboljšati gdje god je to moguće.
- Zagađenost rijeka na mjestu zahvata vode ako ona prelazi određenu granicu treba smanjiti u skladu sa konačnim programom zaštite.

Pobrojano je uzrokovano sledećim činjenicama: porast stanovništva u svijetu, podizanje životnog standarda i povećanje zahtjeva za dobrom vodom neizbježno će izazvati veću potrebu zahvatanja površinskih voda za potrebe stanovništva. Razumljiva je zabrinutost do kojeg stepena se uopšte dopušta zagađivanje rijeka koje služe ili će služiti za potrebe snabdijevanja vodom za piće.

U ranijim periodima razvoja društva, sa rijetkom naseljenošću i malim brojem industrija odraz zagađivanja voda nije bio tako uočljiv. Recipijenti su najčešće bili u stanju da prirodnim putem savladavaju primljeno zagađenje. Tendencija velikog porasta potrošnje vode prisutna je kako u Evropi tako i u SAD, a takođe i u svim dijelovima ostalih kontinenata.

Istovremeno sa povećanom potrošnjom vode sve je jače zagađivanje recipijenata, koji više često nisu u stanju da sami savladavaju zagađenje koje primaju. Fenomen zagađenja voda je de facto dio cijene koje moderno društvo mora da plaća za svoj progres.

Uzimajući u obzir ovakvo stanje i tendencije u oblasti voda, naziru se dva osnovna problema koja stoje pred cijelim svijetom, a to su :

1. Osiguranje potrebnih količina vode, i
2. Opšta zaštita voda od zagađivanja.

Kada je u pitanju zaštita voda, do izražaja najviše dolazi problem zaštite otvorenih vodotoka, koji najčešće istovremeno služe (u posljednje vrijeme kod nas sve češća pojava) i kao izvori snabdijevanja vodom i recipijenti za dispoziciju otpadnih voda.

Pod uticajem zagađivanja prirodni kvalitet vode recipijenata se kvari, čime se smanjuje i njihova upotrebna vrijednost za razne svrhe korištenja. Savim je razumljivo i sa tehničkog i ekonomskog stanovišta, da nije moguće očuvati sve vodotoke ili njihove dijelove potpuno čistim. Oni će uvijek morati da primaju dio otpadnih materija. Važno je da postoje utvrđeni kriteriji koji će regulisati uslove i dozvoljeni stepen unošenja tih materija, u skladu sa prijemnom sposobnošću recipijenata i njihovom namjenom.

Zbog snažnog porasta razvoja gradova i brze industrijalizacije nakon Drugog rata, i naša bivša država osjećala je probleme koji su naprijed označeni kao svjetski.

Mnoge općine u B&H de facto sada imaju kanalizacione sisteme, ali oni služe samo za prikupljanje i ispuštanje fekalnih voda direktno u otvorene kanale ili rijeke. Pretpostavlja se da je na kanalizacione sisteme povezano oko 57% gradskog stanovništva. Praktično svi kanalizacioni sistemi su gravitacioni bez pumpnih stanica. Samo šest općina u BiH imaju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Zbog kolapsa velikih preduzeća koji je došao kao posljedica ratnih razaranja (uništeni ili devastirani industrijski kapaciteti, koji nisu obnovljeni - industrija degradirana u procentu od 80%), zagađivanje iz industrijskih izvora je značajno opalo, ali je problem zagađivanja iz komunalnih sistema i dalje ostao. Prije rata postojala su 122 industrijska postrojenja za tretman otpadnih voda, od kojih je 40% radilo veoma dobro, ali je danas u pogonu samo njih nekoliko. Neminovnim ponovnim razvojem industrije, potrebom za pitkom vodom koje je sve manje, problem zaštite vodotoka ponovo postaje aktuelan.

Evropskom direktivom o vodama regulisano je da sva naselja preko 2.000 stanovnika moraju imati uređaj za prečišćavanje otpadnih voda i ova direktiva je obavezujuća za sve članice Evropske Unije, kao i za buduće članice, kao što je nadamo se Bosna i Hercegovina.

Vrlo rijetki su primjeri o izgradnji nekog sistema za zaštitu voda u skorijoj prošlosti.

U sklopu pridruživanja naše zemlje Evropskoj Uniji obaveza je i prihvatanje Direktive o Vodi kao i potpisivanje mnogih konvencija koje u biti zahtijevaju i poseban odnos prema ovom problemu zahtijevajući temeljitiije provođenje aktivnosti planiranja održivog sistema zaštite voda.

1.3. Proces planiranja održivog sistema zaštite voda

Pojam održivog razvoja u oblasti vodoprivrede podrazumijeva povećanu brigu o vodama, kroz osnovne tri oblasti vodoprivrede i to: zaštita od štetnog djelovanja voda, planskim korištenjem vodnih resursa i zaštita kvaliteta voda.

U okviru procesa planiranja održivog sistema zaštite voda potrebno je analizirati i organizovati brojne faktore, finansijske, prostorne, energetske, faktore koji utiču na okoliš itd.

U nastavku će se ukratko obrazložiti ono što je bitno za jedan projekat zaštite voda u toku njegove realizacije, počev od perioda planiranja pa zaključno sa fazom eksploatacije.

Ovdje ćemo se bazirati na postrojenje za prečišćavanje otpadne vode i prateći sistem prikupljanja – kanalisanja otpadnih voda.

Proces provedbe projekta zaštite voda (Sl. 2.) će se pojasniti kroz sledeće naslove:

- Glavne faze realizacije projekata zaštite voda
- Troškovi i izvori financiranja
- Potrebna veličina lokacije i potrebna energija
- Upotreba efluenta i mulja kao resursa
- Uticaji na okoliš
- Potrebni kadrovi za rad na sistemu
- Metode za donošenje odluka
- Saradnja sa javnošću

2. Glavne faze provedbe projekta

Uobičajeni način provedbe projekta zaštite voda može se podijeliti na sledeće faze:

- Planiranje
Izvođenje neophodnih istražnih radova i izrada

preliminarnih (idejnih) rešenja kao i izrada idejnih varijantnih rešenja .

- Osiguranje sredstava

Nakon izrade idejnih projekata traže se i prikupljaju potrebna sredstva, uključujući sve moguće izvore finansiranja.

- Izrada glavnih projekata

Izrada glavnih projekata i bliža procjena troškova za sve vrste radova.

- Ponudbena (Tender) i Ugovorna dokumentacija

Izrada ponudbene i ugovorne dokumentacije, koja sadrži opće članove ugovora, specifikaciju potrebnog materijala i radnog vremena te prikaz količina.

- Prikupljanje Ponuda

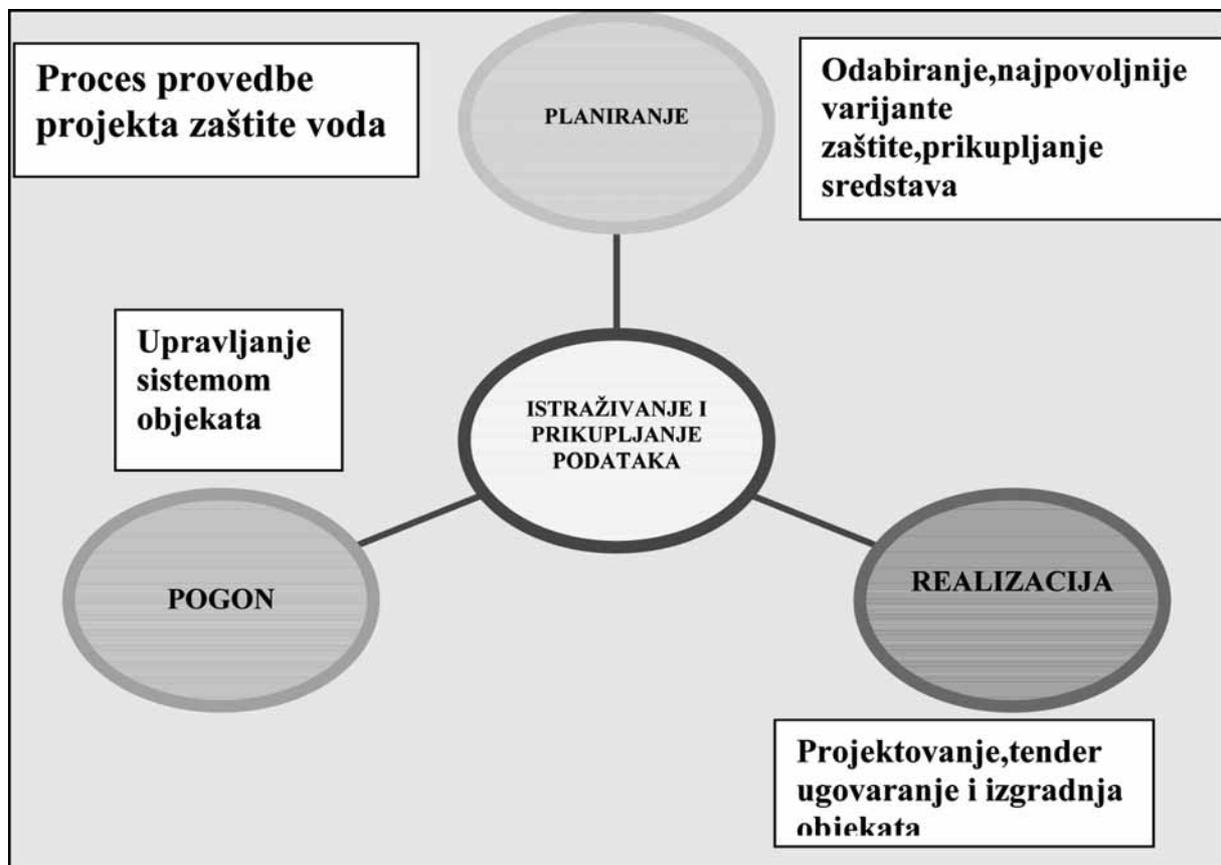
Objava (oglašavanje) natječaja za izgradnju, zahtijeva za ponude, evaluacija i procjena ponuda i pregovori s odabranim, te sklapanje i potpisivanje ugovora.

- Gradnja

Realizacija i nadzor gradnje objekata i testovi provjere njihove kvalitete, te obuka kadrova za održavanje sagrađenih objekata. Puštanje u pogon sistema.

- Pogon

Rad i održavanje sagrađenih objekata.



Sl. 2. Proces provedbe projekta zaštite voda

2.1. Vrijeme potrebno za realizaciju pojedinih faza

Faza osiguranja sredstava može se provoditi uporedo sa etapama planiranja i projektovanja. Ovisno o složenosti projekta koji se planira izvesti, vremena za izradu svake pojedine faze projekta su varijabilna. Tako npr. za jedno malo proširenje sistema odvodnje s glavnim uređajem za prečišćavanje otpadnih voda sa ispustom, mogu se predvidjeti potrebna vremena za izradu pojedinih faza projekta :

• Planiranje 2-6 mjeseci

Potrebno je prvo utvrditi strategiju zaštite voda za cijelu regiju, te je onda moguće fazu izrade potrebne studije uklopiti u fazu planiranja, koja može trajati 6-18 mjeseci ili više ako je potrebno obaviti neka dodatna složena ispitivanja kao i ostala ekološka ispitivanja.

Izrada izvještaja odnosno studije uticaja na okoliš može trajati takođe 3-12 mjeseci što zavisi od složenosti i osjetljivosti situacije. Ovi elementi faze planiranja općenito se izvode istovremeno.

- | | |
|--------------------------------|--------------|
| • Glavni projekat | 2-12 mjeseci |
| • Ugovorna dokumentacija | 2-6 mjeseci |
| • Prikupljanje i obrada ponuda | 3-6 mjeseci |
| • Izvođenje radova | 6-30 mjeseci |

Za realizaciju svih ovih faza projekta bilo koje veličine objekta potrebno je minimalno razdoblje od oko 15 mjeseci. Za veće projekte razdoblje realizacije će biti oko 3 godine, ili čak i veće ako je stvarno i opravdano izraditi ranije navedenu opsežnu studiju uticaja na okoliš.

3. Troškovi i izvori finansiranja

3.1. Faktori koji utiču na investicijske i operativne troškove projekata zaštite voda

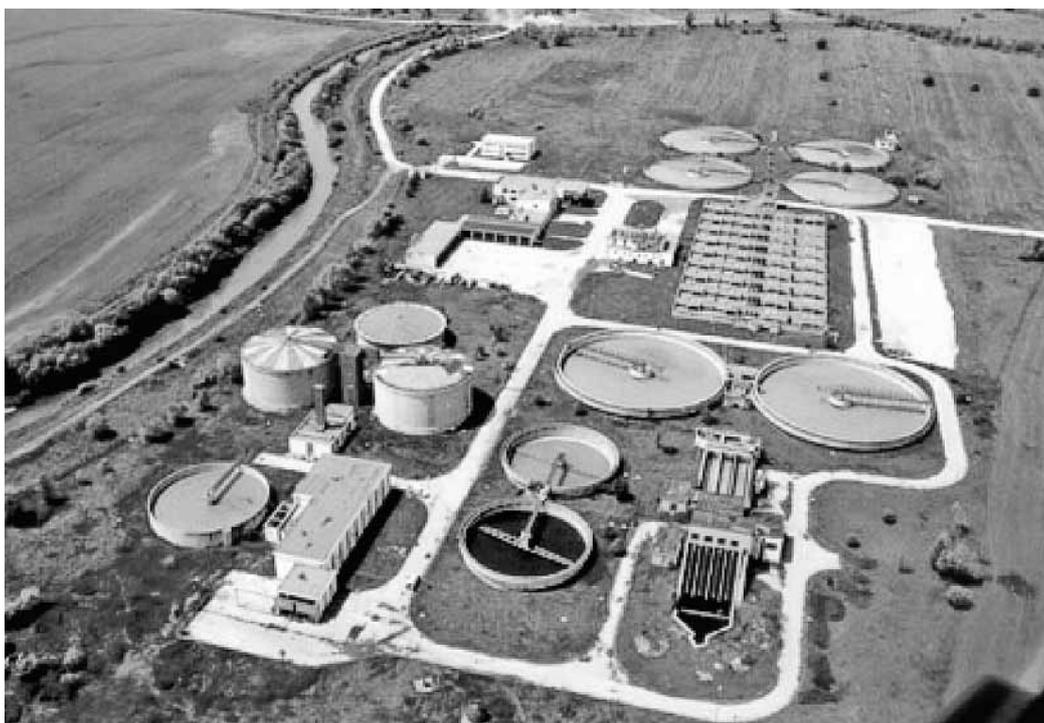
Investicijski i eksploatacioni troškovi sistema odvodnje, obrade i ispuštanja prečišćenih otpadnih voda, te obrade i odlaganja otpadnih muljeva ovise o brojnim faktorima.

Troškovi građevinskih radova čine veliki dio Investicijskih troškova cijelog projekta. Obično je više od 90 % investicijskih sredstava ovih sistema potrebno predvidjeti za građevinske radove.

Pri izgradnji uređaja za prečišćavanje, troškovi građevinskih radova iznose 60-70 % od investicijskih (ukupnih) troškova gradnje uređaja. Većinu građevinskih radova čine zemljani radovi za polaganje cjevovoda i bazena, pa su investicijski troškovi veoma povezani s terenskim uvjetima (vrste tla, visina podzemnih voda itd).

Faktori koji utiču na veličinu objekta zaštite voda su relativni odnos opterećenja onečišćenja industrijskih i komunalnih otpadnih voda, stepen kvaliteta prečišćenih voda koja se mora postići zbog zaštite recipijenta, te obrada, odlaganje i korištenje mulja.

Faktori koji utiču na visinu eksploatacionih troškova objekata zaštite voda utiču na visinu njihovih investicijskih troškova. Za sistem odvodnje operativni troškovi ovise o dužini sistema, količini otpadnih voda, broju pumpnih stanica i visini pumpanja otpadnih voda.



Sl. 3. Postrojenje za otpadnu vodu Butila –Sarajevo, čeka na rehabilitaciju

Iako su u nas sistemi odvodnje otpadnih voda gravitacionog tipa, u sistemima objekata zaštite voda teško je izbjeći crpne stanice koje se lociraju unutar sistema odvodnje ili neposredno ispred uređaja za prečišćavanje. Dakle, maksimalna količina otpadnih voda, zajedno s dužinom sistema odvodnje kao i obilježjima terena, određuju visinu investicijskih troškova.

3.2. Tipiziranje troškova za projekte zaštite voda

Obzirom na navedene faktore i njihovu raznolikost od lokacije do lokacije vrlo je teško predvidjeti pouzdane informacije o investicijskim i pogonskim troškovima koji se mogu očekivati za neki projekat zaštite voda.

Stoga je potrebno svaki projekat pojedinačno procijeniti i analizirati investicijske i pogonske troškove.

To treba učiniti već u početnoj fazi projektovanja, u fazi planiranja (idejna dokumentacija), te tokom svake faze revidirati sa novim podacima, koji utiču na ove troškove. Na taj način moguće je tačnije predvidjeti veličine navedenih troškova.

Tako određeni jedinični troškovi samo naznačuju red veličine troškova gradnje i rada nekog sistema zaštite voda. Ovi "informativni jedinični troškovi" koji su naznačeni u ovom tekstu, uzeti su na temelju uporedbe nekih evropskih i američkih iskustava i poda-

taka i mogu služiti u našim planiranjima kao orijentacija.

Međutim, ponovo se naglašava da ove informacije treba uzeti samo indikativno i ne mogu se koristiti za detaljniju procjenu troškova.

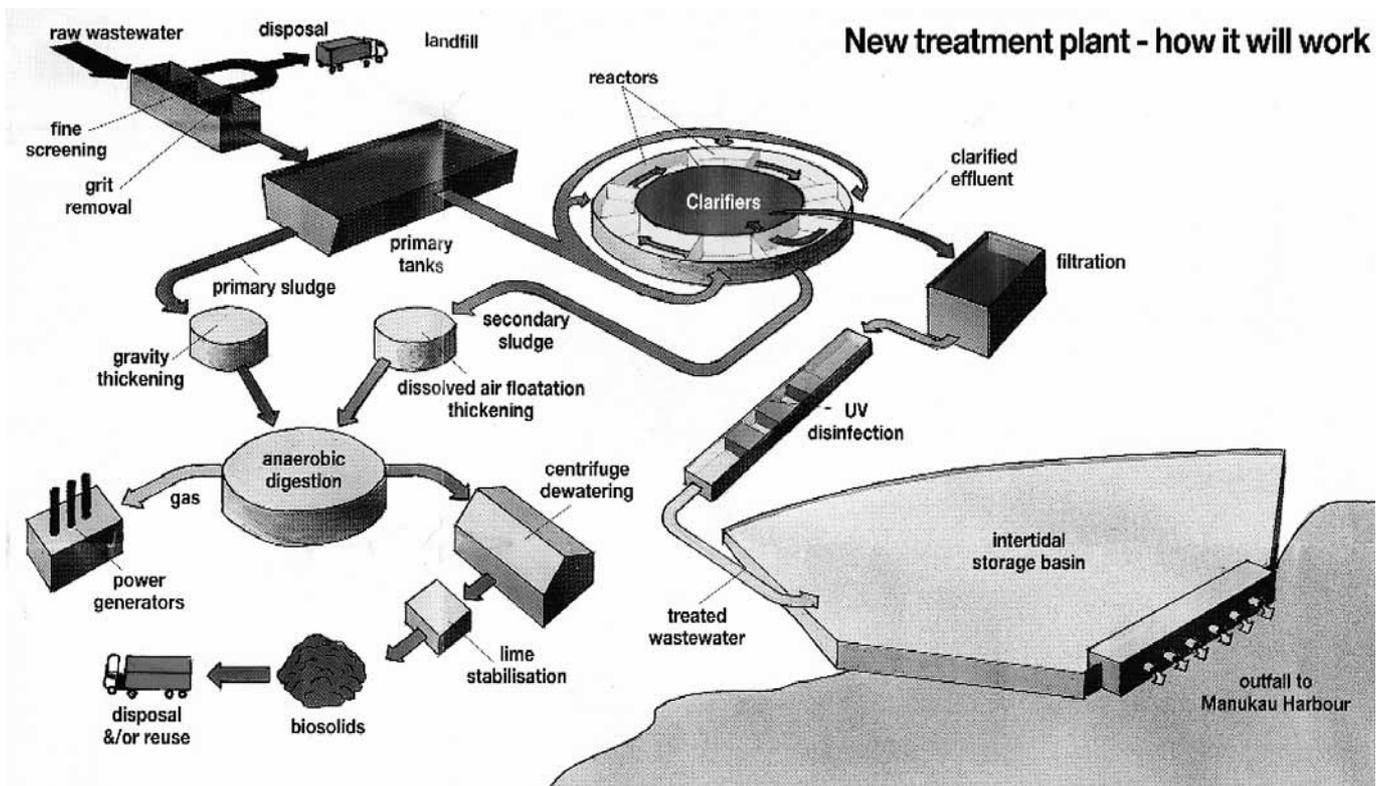
Na osnovu evropske informacije o investicijskim troškovima, koja se temelji na podacima iz nekih zemalja EU proizlazi da za objekte zaštite voda.

- Za uređaje za prečišćavanje otpadnih voda sa stupnjem sekundarne obrade, radnog kapaciteta 10.000-30.000 ES jedinični investicijski troškovi iznose od 140-240 KM.
- Za uređaje veće od 300 ES jedinični investicijski troškovi iznose 100-140 DM.

Analizom rada nekih uređaja za prečišćavanje otpadnih voda u Evropi utvrđeno je da jedinični troškovi eksploatacije mogu biti od 0,2-1,2 KM/m³ (obrađene otpadne vode). Uz pretpostavku da svaki stanovnik ispušta u sistem odvodnje i prečišćavanja od 30-90 m³/god otpadnih voda, na temelju dnevne specifične potrošnje voda od 80-250l/ES/dan, proizlazi da godišnji specifični operativni troškovi iznose od 20-120 KM/ES/god.

3.3. Refundiranje troškova od korisnika

U racionalnom samoodrživom sistemu zaštite voda logično je da se predvidja "povrat ukupnih troškova" od korisnika sistema.



Sl. 4. Uređaj za obradu otpadnih voda-Manukau, Novi Zeland-Obrada 50.400m³/h (Primjena UV dezinfekcije na postrojenju za otpadne vode)

To znači da, a ako ne postoje neke olakšavajuće društveno ekonomske okolnosti, ukupne investicijske i eksploatacione elemente troškova rada nekog sistema zaštite voda moraju nadoknaditi svi korisnici sistema, a to su kućanstva, industrija, trgovine i ostale institucije.

U Evropi se naknada za zaštitu voda za stupanj primarne obrade u gradskim područjima kreće oko 1 KM/ m³, te oko 6 KM/ m³ za stupanj tercijarne obrade u ruralnim područjima.

Uz pretpostavku da pojedinačna kućanstva ispuštaju godišnje do Q=200m³ /godišnje te da je prosječni prihod kućanstva 20.000 KM/Godišnje proizlazi da je naknada zaštite voda u iznosu od 2 KM/m³ opterećuje prosječni prihod kućanstva u EU u iznosu od 2%.

3.4. Izvori sredstava za realizaciju projekta

Obzirom da u BiH još uvijek ne postoje ustanovljene tipske konstrukcije finansiranja i fondovi za projekte iz ovoga segmenta, odgovor na ovo pitanje ćemo tražiti navodeći praksu koja se provodi u evropskim zemljama.



Dio postrojenja za tretman otpadnih voda u Srebreniku

Za objekte u ovoj oblasti mogući su sledeći izvori za investicijska ulaganja u ovoj oblasti:

- Subvencije(od regionalnih ili centralnih vladinih izvora ili od izvora Evropske Unije kao što su razni povezujući fondovi)
- Gradski fondovi
- Dugoročni i kratkoročni krediti od vladinih i razvojnih banaka kao što su Evropska Investiciona Banka, Evropska banka za rekonstrukciju i razvoj i Komercijalne Banke
- Privatna ulaganja kroz ugovore za finansiranje izgradnje ili što je rjeđe, prodaja dionica korisnicima objekata zaštite voda
- Od korisnika objekata zaštite voda investicijska sredstva prikupljaju se od novih korisnika ili se formiraju od investicijskih rezervi koje nastaju kroz prikupljanje naknada od postojećih korisnika gore pomenutih

Svaki potencijalni izvor financiranja treba analizirati koristeći faktore kao što su: vremensko razdoblje za otplatu investicije, kamatna stopa uz koju su odobrena sredstva ili dobiven kredit, uticaj odgode oplate kredita pri dobivanju finansijskih sredstava s obzirom na veličinu odobrenog kredita i proces odobrenja za troškove projektovanja i iznos investicije, vanredni troškovi, napr. studije poput analize studije uticaja na okoliš, analize troškova i dobiti, i slično.

4. Potrebna veličina zemljišta i potrebna energija

4.1. Veličina lokacije potrebne za uređaj za prečišćavanje otpadnih voda

Općenito se može reći što je veća potrošnja energije tokom procesa prečišćavanja, to je potrebna manja površina za uređaj.

Potrebna površina zemljišta za uređaje za prečišćavanje otpadnih voda u ruralnim područjima približno iznosi 400-600m², što omogućuje normalno održavanje i pristup pojedinim jedinicama uređaja.

Međutim, za uređaje radnog kapaciteta od nekoliko hiljada ekvivalenata i više, čija se radna tehnologija temelji na konvencionalnim procesima aktivnog mulja sa sekundarnim stupnjem obrade, potrebna specifična površina zemljišta se kreće od 0,1 do 0,3 m²/ES.

Provjereni konvencionalni proces obrade otpadnih voda s aktivnim muljem jeste najekonomičniji, s obzirom na potrebnu površinu zemljišta, ali je veliki potrošač energije koja je potrebna za proces aeracije i proces povrata količina aktivnog mulja.

Za uređaje s prokapnim filtrima, potrebna površina zemljišta je 2-6 puta veća od potrebne površine za uređaje s aktivnim ugljem, dok je potrošnja ener-

gije znatno manja. Manje intenzivni procesi obrade otpadnih voda u lagunama ili biljnim uređajima zahtijevaju 5-20 puta veću potrebnu površinu uređaja od površine koja je potrebna za konvencionalne uređaje s aktivnim muljem. U područjima s pomanjkanjem slobodnog prostora za izgradnju uređaja za prečišćavanje, slabi intenzivni procesi se ne primjenjuju, posebno na lokacijama gdje je potrebno postići visoki stepen obrade otpadnih voda.

Pri odabiru pogodne lokacije uređaja također treba uzeti u obzir i blizinu naselja. Naime, da bi se izbjegle mogući nesporazumi sa građanima zbog buke ili pojave neugodnih mirisa tokom rada uređaja normalno je uspostaviti zonu zaštite u radijusu od 100-250 metara. Ova zona se može smanjiti ako su u okviru uređaja sagrađeni objekti za zaštitu od buke i neugodnih mirisa. Ali, pošto ove mjere zaštite značajno poskupljuju investicijske i eksploatacione uvjete rada uređaja, (primjenjuju samo u iznimno osjetljivim situacijama) vjerovatnoća je da će se primjenjivati prva varijanta).

4.2. Pristup regionalnom rješavanju problema

U slučaju da postoje odgovarajući recipijenti, može se ekonomski pokazati opravdanim povezivanje lokalnih kanalizacija na zajednički odvodni sistem i prečišćavanje svih prikupljenih voda u okviru jednog zajedničkog postrojenja.

Regionalizacija otpadnih voda predstavlja složeno pitanje i potrebne su vrlo stručne i odgovorne studije za svaki konkretan slučaj. Kod opredjeljenja za regionalne sisteme zaštite voda (uključuje regionalnu kanalizaciju i zajednički uređaj) odluka može da se donese imajući u vidu ekonomsko tehničke momente, ekonomsko tehničko ekološke odnosno tehničko ekološke (npr. izbjegavanje upuštanja voda u pojedina prirodna jezera).

U pojedinim slučajevima analiza sa ekonomskog stanovišta može biti nepovoljna ali ekološki ciljevi i dobiti kroz neke druge vidove korištenja stavljaju se u prvi plan.

Najčešći razlozi za uspostavljanjem regionalnih kanalizacionih sistema i postrojenja su sledeći:

- Na posmatranom prostoru ne postoje uslovi za ispuštanje otpadnih voda jednog dijela ili većine naselja /industrije (u tom prostoru nema recipijenta-rijeke, pa je potrebno otpadne vode iz svih naselja prikupiti i odvesti van tog područja, do mjesta zajedničkog prečišćavanja).
- Lokalni vodoprijemnici su takvih karakteristika (mali proticaj, nizak stepen izmjene vode u jezeru i dr.) da se postavljaju vrlo oštri tehnički i ekonomski neprihvatljivi uslovi prečišćavanja otpadnih voda te se rješenja traže na isti način kao u prethodnom slučaju.

- Objedinjeni kanalizacioni sistem, posebno zbog prečišćavanja otpadnih voda u okviru zajedničkog uređaja za prečišćavanje zahtijeva manji broj stručnog osoblja za rad na upravljanju i održavanju kompletnog sistema. Na postrojenjima većeg kapaciteta za razliku od manjih može se angažovati stručnije osoblje sa višim kvalifikacijama što otvara prednosti pri upravljanju složenim tehnološkim procesima, čime je i sigurnost rada pogona veća.
- Prikupljanjem otpadnih voda iz većeg broja naselja smanjuju se oscilacije proticaja i sastava otpadnih voda. U prvom slučaju mogu se smanjiti dimenzije osnovnih komponenti kanalizacionog sistema, zbog ravnomjernog hidrauličkog opterećenja. U drugom slučaju ravnomjerniji pogon odnosno ravnomjerniji odnos hidrauličkog i tereta za gađanja daje povoljnije efekte prečišćavanja. Veće postrojenje pruža bolje mogućnosti i prijem udarnih opterećenja.
- Stalnim analizama postupaka prečišćavanja, dobro odabranom tehnologijom i praćenjem uslova ispuštanja otpadnih voda (veza ispuštena otpadna voda-recipijent, uslovi miješanja voda) mogu se postići značajne uštede-energetske, prostorne, kemikalije i sl.)

Projekti regionalnog karaktera imaju i negativnih osobina.

- Izgradnja takvih sistema, posebno ako su u pitanju veći obuhvaćeni prostori (velika rastojanja između naselja) zahtijeva velika početna investiciona ulaganja koja se uzimajući u obzir problematiku finansija teško obezbijavaju. Fazna izgradnja nije moguća, uz istovremeno ispunjavanje uslova u pogledu funkcionalnosti sistema.
- Obzirom da su transportne dužine kolektora velike, vrijeme tečenja i zadržavanja u kanalskim vodovima je dugo, pa postoji mogućnost promjena kvalitativnih svojstava otpadnih voda, što može nepovoljno da djeluje na odvijanje tehnološkog procesa u postrojenju i dovesti do smanjenja efekta prečišćavanja.
- Formiranje i izgradnja regionalnih kanalizacionih sistema traži potpuno usaglašavanje interesa korisnika na širem prostoru, što može da bude trajan i vrlo mučan proces, osobito u našem aktuelnom trenutku.
- Ako se otpadne vode prečišćavaju lokalno na manjim postrojenjima, javljaju se manji problemi sa bukom, neugodnim mirisima i dr., nego kod velikih stanica. Velika postrojenja u tom smislu zahtijevaju veće zaštitne zone što povećava troškove gradnje.
- Negativno kod ovih sistema je i to što se, i pored prečišćavanja otpadnih voda velike količine otpadnih voda upuštaju na jednom mjestu u recipijent. I pored velikog stepena sigurnosti može doći do



Sl. 5. Pužne pumpe postrojenja za otpadnu vodu Butila – Sarajevo

kvara na uređaju što može uzrokovati štetnim posljedicama.

Ipak može se reći da opšte opredjeljenje za regionalizaciju nije preporučljivo jer se može doći do neželjenih pojava naročito u seoskim sredinama. Regionalizacija u gusto naseljenim regionima sa koncentrisanom industrijom može imati kvantitativne i kvalitativne prednosti.

Za svaku fazu realizacije ovakvih vrsta projekata zaštite voda potrebno je uključiti iskusne stručnjake i napraviti temeljitije analize.

4.3. Neobične lokacije i tipovi uređaja za prečišćavanje otpadnih voda

Općenito se može reći da je optimalno graditi što jednostavnije uređaje za prečišćavanje, ako to dopuštaju lokalne prilike.

Neki investitori su odabrali neobične lokacije i tipove uređaja, iako je takav pristup vrlo često doveo do značajnog povećanja troškova.

Takvi neobični pristupi niti su uobičajeni, a u normalnim uvjetima ne bi se ni smjeli koristiti. Radi upotpunjavanja slike o ovom problemu navešćemo neke karakteristične primjere.

Usled nedostatka raspoloživog prostora, Atina i sjeverozapadni dio Hongkonga "Kowloon" smjestili su uređaje za prečišćavanje na obližnjim otocima u blizini gradova. Dovod otpadne vode na lokaciju uređaja vrši se izgrađenim podmorskim cjevovodom, a

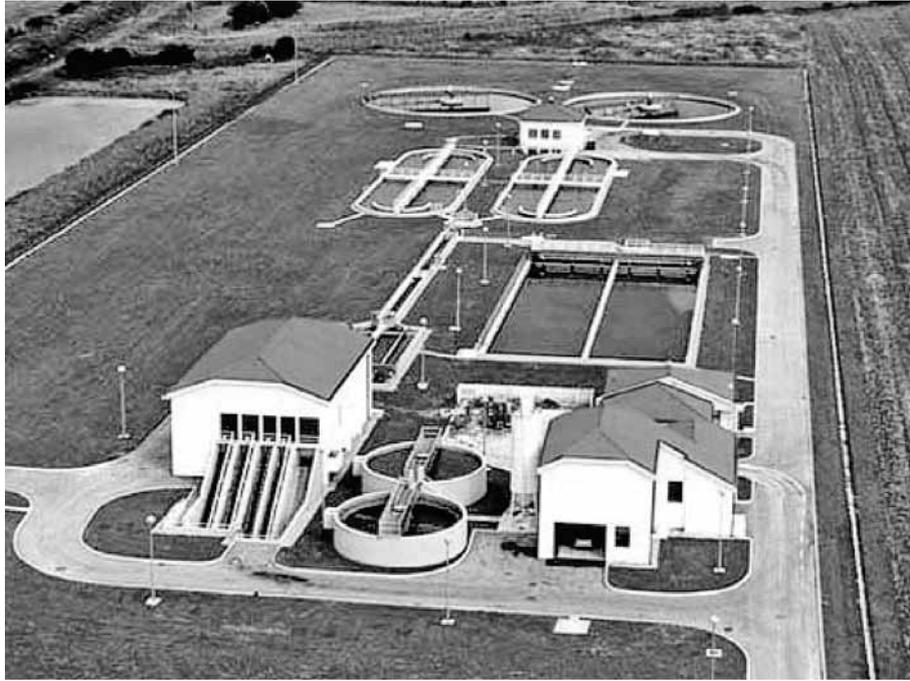
odvoz suvišnog otpadnog mulja vrši se posebnim brodovima.

Uređaji nekim gradovima u Skandinaviji (Oslo, Helsinki...) smješteni su u stjenovitom podzemlju, čime je ostvarena ušteda građevinskog zemljišta, te izbjegnuta nepovoljan utjecaj dugih zimskih razdoblja na biološke procese obrade otpadnih voda.

Uređaji za prečišćavanje otpadnih voda u sjeverozapadnoj Engleskoj (Fylde Coast) na koje su priključena obalna naselja Blackpool, Lytham, St. Auston's i Fleetwood, potpuno su natkriveni i ventilirani, te opremljeni uređajima za uklanjanje (čišćenje) neugodnih mirisa. Skupe mjere zaštite primijenjene su s ciljem da se smanji širenje buke i neugodnih mirisa te izbjegne njihov štetan utjecaj na procese proizvodnje u obližnjoj prehrambenoj industriji.

Brojni gradovi na francuskoj rivijeri smjestili su uređaje za prečišćavanje otpadnih voda pod zemljom ispod šetališta, centra gradova ili u neposrednoj blizini stambenih ili turističkih naselja. Radi zaštite, odnosno osiguranja od štetnog utjecaja ovih uređaja, izrađeni su složeni i skupi objekti tako da se njihov utjecaj može prihvatiti u ovim osjetljivim uvjetima, pri čemu su njihovi operativni troškovi vrlo visoki.

U Japanu, zemlji u kojoj inače vlada nedostatak prostora uređaji za prečišćavanje sagrađeni su u obliku visokih građevina. Ne samo da su njihova gradnja i održavanje vrlo skupi, nego su i vrlo neprikladni u radu i održavanju.



4.4. Energija potrebna za obradu otpadnih voda?

Potrošnja energije u prečišćavanju otpadnih voda u direktnoj je vezi sa visinom troškova eksploatacije.

Energija se troši u značajnim količinama pri crpljenju otpadnih voda na ulazu uređaja, tokom internih procesa obrade, odnosno za dovod zraka ili kisika u jedinice za biološku obradu, kao i tokom crpljenja i obrade izdvojenog otpadnog mulja.

Dnevna potrošnja energije tipičnog uređaja s aktivnim muljem i sekundarnom obradom uz stabilizaciju i ocjeđivanje suvišnog mulja, dnevno po ekvivalentnom stanovniku iznosi 40-80 Wh. Ova potrošnja energije značajno se smanjuje (i više od 50 posto) ako se primijeni proces obrade s filtrom prokapskim bez recirkulacije.

Na uređajima gdje se obavlja stabilizacija suvišnog mulja pomoću procesa anaerobne digestije, kao nusprodukt proizvodi se plin metan. Taj se plin može koristiti za grijanje vode kojom se podmiruju energetske potrebe za održavanje anaerobnih procesa digestije, kao i grijanje objekata uređaja u zimskom razdoblju. Međutim, ovaj energetski potencijal proizvedenog plina može biti veći od navedenih potreba.

U skladu sa praksom u evropskim zemljama za uređaje s radnim kapacitetom većim od 50.000 ES, razmatra se izgradnja energetskog objekta uz korištenje plina metana.

5. Upotreba efluenta i mulja

Tokom procesa obrade otpadnih voda, tekući dio se odvaja od krutih tvari (otpadnog mulja - biotvari). Oba dijela faze obrade otpadne vode mogu se

transformirati u upotrebive materijale, ako se tokom procesa njihove obrade vrijednosti njihovih fizikalnih, kemijskih i bioloških pokazatelja dovedu do određenog kvaliteta.

S obzirom na upotrebljiva (korisna) svojstva ove dvije komponente (otpadna voda kao izvor vode i nutrienata i otpadni mulj-biotvar kao izvor nutrienata i organske tvari) postoji niz mogućnosti za njihovo ponovno korištenje. (**Prikazano u tablici**).



Uređaj za tretman otpadnih voda u Srebreniku

Područje primjene	Efluenta	Obradenog mulja
Poljoprivreda	Natapanje kultura i poboljšanje tla	Prihranjivanje kultura & poboljšanje tla
Tlo	Prihranjivanje vodonosnika	Poboljšanje tla
Ribarstvo & šumarstvo	Ribarstvo	Prihranjivanje šuma & poboljšanje tla
Industrija	Industrijski procesi; hlađenje & procesne vode	Poboljšanje industrijske proizvodnje
Upotreba u gradovima	Natapanje javnih zelenih i površina; pranje ulica; , zaštita od požara ,	Građevinski materijali
Rekreacija	Igrališta za golf	Gnojiva & goriva
		Umjetna gnojiva

Primjeri upotrebe obrađenih otpadnih voda i otpadnih muljeva

Odvoz na privremeno odlagalište (laguna) i na mjesto upotrebe mogu biti ključni troškovni elementi, koji odlučuju ili mogu ograničavati prednosti moguće upotrebe efluenta i otpadnih muljeva. Za upotrebu efluenta, gradnja privremenog spremnika (lagune) i distribucijskog sistema predstavljaju glavne troškove. Lokacija uređaja za prečišćavanje otpadnih voda, pri razmatranju mogućih mjesta upotrebe obrađenih voda i otpadnih muljeva, kao što su, npr. poljoprivredne površine, može biti ključni faktor kod određivanja obima svake mogućnosti upotrebe. Ako se npr. ispuštanje prečišćenih otpadnih voda planira obavljati na zelene površine, onda je uputno locirati predviđeni uređaj što dalje od lokacije prirodnog ispusta (u recipijent), a bliže potencijalnom mjestu upotrebe. Uvjeti izgradnje sistema dovoda, privremenog laguniranja i raspršivanja mogu predstavljati vitalne troškovne elemente, koji će konačno odrediti ekonomsku održivost (opravdanost) cijelog projekta upotrebe efluenta i otpadnih muljeva.

Ove potrebe upotrebe treba razmatrati kao sastavni dio cjelovite strategije zaštite voda za određenu regiju. Istraživanje tržišta je početni korak, čime se određuje potencijalna potražnja i ekonomska korist od moguće upotrebe navedenih komponenti.

Stupanj sekundarne obrade i stabilizacije otpadnog mulja treba smatrati minimalnim uvjetom za upotrebu prečišćenih otpadnih voda i otpadnih muljeva. Potreba za višim stupnjem obrade također će ovisiti o načinu, te mjestu upotrebe efluenta i biotva-

ri. Pomoću dva tipa njihove obrade može se postići kvalitet koji odgovara bitnim uvjetima njihove primjene:

- za efluent sistem obrade sa stabilizacijskim bazenom,
- za otpadni mulj sistem s anaerobnom digestijom.

6. Uticaji na okoliš

6.1. Mogući uticaji sistema na okoliš

Blizina lokacije za izgradnju uređaja za prečišćavanje otpadnih voda može biti emotivni problem za okolno stanovništvo, posebno u slučaju kad se prvi put pristupa gradnji takvih objekata. Šira javnost vrlo teško prihvaća gradnju uređaja u svojoj neposrednoj blizini, jer shvaća to kao ometanje posjeda, zbog čega može doći do pada njegove vrijednosti. Premda su ti strahovi bespotrebni i neopravdani, ipak treba voditi o njima računa i planirati da izgradnja uređaja može stvoriti nepopustivi otpor, posebno kod ljudi koji su natanjeni u neposrednoj blizini budućeg uređaja.

Isto tako, postoje brojni slučajevi da je u javnosti bio stvoren poznati otpor gradnji sistema zaštite voda i zbog samog neznanja da će predloženi planovi zaštite dovoljno štititi ili poboljšati kvalitet njihovog lokalnog okoliša.

Stoga je pri planiranju projekata zaštite voda potrebno analizirati njihove moguće uticaje, kako na obližnji tako i na udaljeni okoliš. Objekti zaštite voda



Sl. 7. Mehaničko-hemijsko-biološko postrojenje otpadne vode

će uticati na okoliš, prvobitno tokom gradnje sistema, te poslije u vrijeme njihove eksploatacije.

Stoga je pri planiranju projekta zaštite voda već od samog početka realizacije važno utvrditi ciljeve zaštite okoliša koji se planiraju postići, a to su:

- poboljšanje kvaliteta vodotoka koji se u zadnje vrijeme sve češće koriste za piće;
- zaštita lokalnog raslinja ili pojedinih vodenih organizama;
- doprinosi estetskom uređenju obala rijeka, jezera i mora koje se koristi za odmor i rekreaciju.

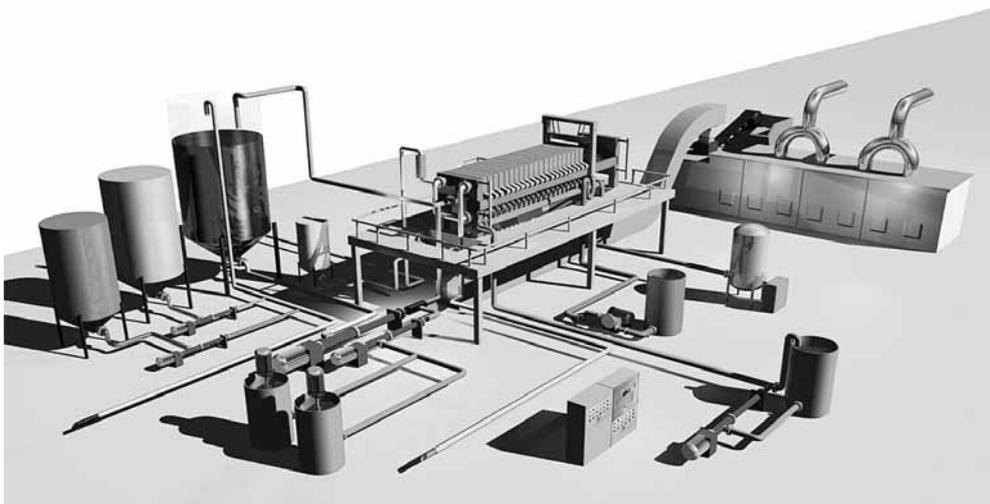
Jednom kad je sagrađen sistem odvodnje otpadnih voda, više ne može doći do pojave nikakvih neugodnih mirisa, ako su izvedeni objekti dobro projektovani.

Uz pretpostavku da su uređaji za prečišćavanje i pripadajući objekti korektno projektovani u cilju zaštite ili poboljšanja kvaliteta vodnog okoliša, glavni

moćni utjecaji uređaja na okoliš javljaju se tokom njegovog rada.

Glavni utjecaji potiču od: neugodnih mirisa - koji uglavnom nastaju zbog slabog projektnog rješenja ili loše vođenog procesa obrade; buke - koja općenito nije problem na uređaju, ali tokom rada motora, turbine ili kompresora može nastati prekomjerna koja može biti opasna za osoblje uređaja, posebno ako je oprema smještena unutar objekata; emisije gasova - uglavnom sumporovodika, koji može štetno uticati na određene industrijske procese (prehrambena industrija...) čiji se objekti nalaze u neposrednoj blizini uređaja; aerosola - koji nastaju u radu površinskih aeratora u bioeracijskim bazenima.

Da bi se javnost uvjerila u potrebu izgradnje uređaja za prečišćavanje, odnosno da bi se uklonio bespotreban strah u javnosti od tih objekata, uputno je i za male uređaje izraditi studiju utjecaja, premda Uredba EU predviđa potrebu izrade studije tek za uređaje čiji je radni kapacitet veći od 150.000 ES.



Sl. 8. Obrada mulja ocijeđivanjem –Filter presa sa pratećom opremom

6.2. Studija uticaja na okoliš (ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT- EIA)

Cilj studije uticaja na okoliš (SUO) je da se prije gradnje obavi analiza mogućih uticaja planiranih objekata. SUO zapravo predstavlja pokušaj predviđanja problema prije njihove pojave. Odnosno, to je proces sređivanja informacija o mogućim uticajima objekata projekta na okoliš. O navedenom vodi računa organ nadležan za zaštitu voda i ostala interesna tijela (komisije) koje se formiraju za odobravanje projekta.

Za razne objekte u određenim situacijama obrađuje moguće interakcije i uticaje na stanovništvo i okoliš, ne samo u neposrednoj blizini nego i dalje od lokacije objekata studije. Često je teško predvidjeti intenzitet mogućih utjecaja, pa se za najjednostavnije slučajeve prvo izradi prethodna, okvirna studija. U njoj se obrađuju svi mogući uticaji budućih objekata projekta, te utvrđuje područje rada koje treba obraditi tokom izrade SUO.

Uredba EU za studije utjecaja na okoliš (85/337/EEC) zahtijeva da institucije nadležne za provođenje zaštite voda uzmu u razmatranje samo SUO koje su prethodno revidirane.

U navedenoj uredbi je član popis objekata za koje treba izraditi SUO, te navedena obaveza izrade SUO za uređje za prečišćavanje s radnim kapacitetom većim od 150.000 ES. Za manje uređaje potreba izrade SUO prepuštena je samostalnom odlučivanju pojedine nacionalne ili lokalne uprave zaštite okoliša.

Tokom posljednjih deset godina, kao rezultat intenzivnog zanimanja za tu problematiku, izrađeno je i objavljeno oko stotinu proceduralnih i metodoloških uputa za izradu SUO. U zaključcima izvještaja su sažeti rezultati obavljenog rada u studiji utjecaja na okoliš. To je konačni proizvod SUO koji je ponekad potreban u postupku odobravanja (dobivanja) sredstava za realizaciju projekta.

Od samog početka procesa planiranja projekta bitno je utvrditi koje će vrste uticaja na okoliš biti analizirane i koji će problemi nastati s obzirom na postavljene ciljeve projekta (nakon realizacije projekta). U svrhu realiziranja navedenog poželjno je svaku studiju utjecaja na okoliš započeti okvirnom (prethodnom) studijom. U njoj treba pregledno obraditi moguće utjecaje na okoliš, te utvrditi moguće probleme.

U ovoj fazi izrade studije potrebno je obaviti konsultacije s javnošću (stanovništvom) putem javnih rasprava da se već na samom početku rada rasvijetle njihove zabrinutosti, nedoumice i mogući prigovori.

6.3. BH regulativa vezana za SUO

Studija uticaja na okoliš je definisana Zakonom o Zaštiti okoliša (SL. novine federacije BiH BR.33/03).

Procjena uticaja na okoliš obuhvata identifikaciju, opis, procjenu, direktan i indirektan uticaj projekta ili aktivnosti na:

- ljude, biljni i životinjski svijet;
- zemljište, vodu, zrak, klimu i prostor;
- materijalna dobra i kulturno naslijeđe,
- međudjelovanje navedenih faktora

Nadležni organ neće izdati urbanističku saglasnosti ili druge neophodne saglasnosti za projekte za koje je neophodna procjena uticaja na okoliš ukoliko uz zahtjev nije dostavljena okolinska dozvola. Nadležno ministarstvo provodi postupak procjene uticaja na okoliš. U postupku procjene uticaja na okoliš uključuje se zainteresovana tijela na kantonalnom i federalnom nivou.

7. Potrebni kadrovi

Potreban broj radnika za rad i upravljanje objektima sistema zaštite voda općenito je izražen po broju ekvivalentnih stanovnika (ES) koji koriste te sisteme. U Evropi na objektima zaštite voda jedan zaposleni radnik prosječno opslužuje od 1500 do 3500 korisnika (tipično je od 2000 ES do 2500 ES). Na većim uređajima s radnim kapacitetom većim od 100.000 ES, jedan zaposleni radnik opslužuje od 1000 do 2500 korisnika. Ovaj odnos broja zaposlenih može se koristiti samo za orijentacijsko određivanje potrebnog broja zaposlenih radnika na različitim objektima zaštite voda.

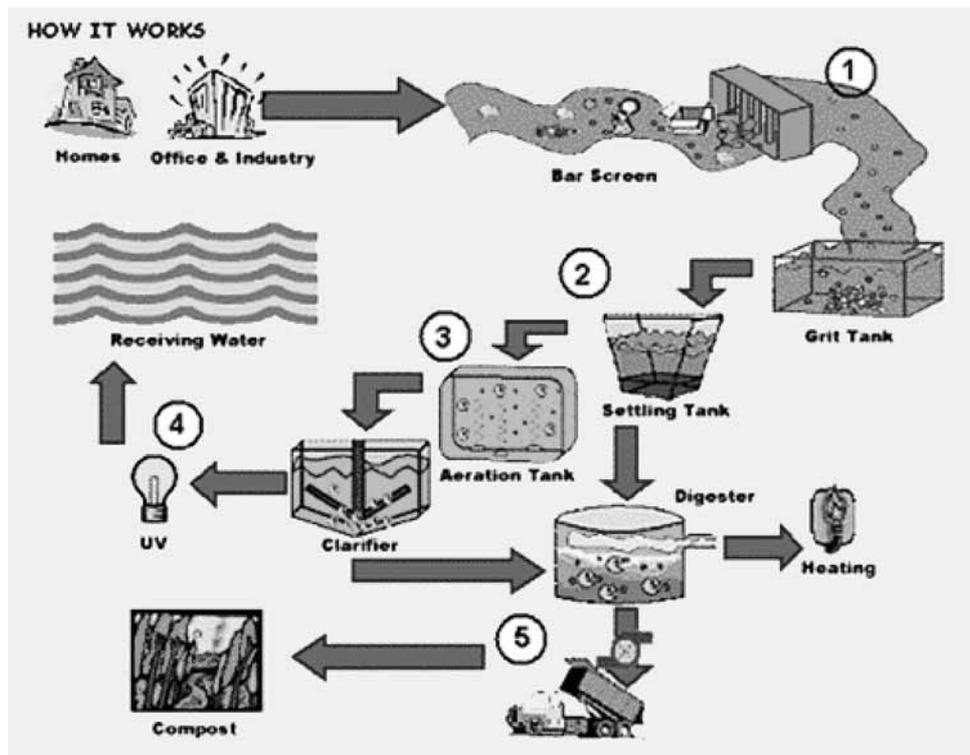
Broj zaposlenih radnika za rad i održavanje sistema zaštite voda u nekom području ovisi o veličini sistema odvodnje otpadnih voda, broju crpnih stanica, te o broju i kapacitetu uređaja za prečišćavanje. U principu su potrebni sledeći kadrovi:

Upravitelj uređaja za prečišćavanje koji može biti hemijski inženjer, mašinski, hidro inženjer ili sanitarni inženjer koji ima iskustvo u radu u održavanju fizikalnih, bioloških i kemijskih procesa prečišćavanja otpadnih voda..

Poželjno bi bilo da upravitelj sistema odvodnje otpadnih voda bude Hidro građevinske struke sa iskustvom u radu i održavanju sistema odvodnje, crpnih stanica, kišnih preljeva, kanalizacijskih okana, kontrolnog, mjerno-regulacijskog i telemetrijskog sistema.

Jedan ili više mašinaca s iskustvom u održavanju svih vrsta crpki, motora, ventila i opreme uređaja (mehaničke rešetke, kompresori, uređaji za mjerenje protoka, zgrtači mulja, aeratori, muljne crpke, oprema za ocjeđivanje (centrifuge, filtarske prese..) te za sušenje i spaljivanje otpadnog mulja.

Jedan ili više električara s iskustvom na održavanju instalacija niskog, srednjeg i visokog napona, kontrolnih panela; opreme uređaja za prečišćavanje; mjerno-regulacijske tehnike; telemetrijskih i kompjuterskih instalacija.



Sl. 9. Standardni dijagram toka procesa u postrojenju za tretman otpadne vode

Jedan ili višeiskusnih predradnika za održavanje sustava odvodnje otpadnih voda;

8. Metode za donošenje odluka

Za donošenje racionalne odluke o izboru optimalnog sistema zaštite voda, potrebno je izraditi varijantnu analizu prednosti i nedostataka mogućih rješenja. U tom smislu postoji niz metoda koje se mogu koristiti za utvrđivanje, vrednovanje i usporedbu prihvatljivih i neprihvatljivih specifičnih rješenja. Najčešće primjenjivane metode su:

- Analiza troškova i dobiti;
- Analiza multi kriterija,
- Studija uticaja na okoliš.

Ove pomoćne metode međusobno se dopunjuju i svaka se može koristiti za utvrđivanje optimalnog rješenja zaštite voda.

8.1. Analiza troškova i dobiti (Cost-Benefit analiza)

Ovom se metodom utvrđuju i uspoređuju novčane vrijednosti troškova i koristi od mogućih rješenja zaštite voda u koje društvo ulaze.

Međutim, nemoguće je uvijek sve koristi i troškove izraziti u novčanom obliku. Isto tako, tokom korištenja ovih objekata, dolazi do pada njihove vrijednosti, pa i to u analizi troškova i koristi treba uzeti u obzir.

Najvažnije ekonomske koristi od projekata zaštite voda koje se mogu kvantificirati su:

- poboljšanje privrednih djelatnosti kao što su turizam ili ribarstvo,
- poboljšanje mogućnosti za rekreaciju, što u nekim slučajevima smanjuje troškove u vodoosnabdijevanju (zbog manjih troškova pripreme-prečišćavanja vode za piće),
- poboljšanje odbrane od poplava u gradovima.

U ostale ekonomske koristi od provođenja zaštite voda mogu se uključiti: poticanje zaštite voda u privredi, korištenje efluenta i mulja u poljoprivredi, obogaćivanje malih voda vodotoka, izgradnja malih hidroelektrana i poboljšani uvjeti za plovidbu, te korištenje nezaposlene radne snage (otvaranje novih radnih mjesta) za izgradnju i održavanje objekata zaštite voda.

Jedna od koristi zaštite voda također je i poboljšanje kvaliteta voda prijarnika (recipijenta), vodotoka, jezera, mora, nakon čega nastaju poboljšanja kvaliteta općeg okoliša, čime se potpomaže i opće zdravstveno stanje stanovništva. Primjenom različitih metoda vrednovanja ove navedene koristi mogu se vrednovati i novčano. Međutim, preporučuje se, osim ako su razlike između pojedinih analiziranih rješenja zanemarivo male, onda ostvarene koristi (dobiti) ne treba vrednovati nego prikazivati u obliku pokazatelja kvaliteta okoliša i indikatora zdravstvenog stanja.

8.2. Multikriterijska analiza

U nekim stiuacijama, kod određenih objekata zaštite voda, postoji niz dodatnih ciljeva koje je potrebno uskladiti s određenim standardima okoliša, a

koji također trebaju biti uvršteni u proces odabiranja najpovoljnijeg rješenja. Vrlo često je te ciljeve teško novčano izraziti kao trošak ili je teško odrediti ostvarenu specifičnu dobit (korist), odnosno, teško je odrediti dopuštene emisije nekog onečišćenja.

Kod multikriterijske analize svaka se mogućnost vrednuje (boduje) prema uspješnosti ostvarenja dodatnih ciljeva. Dobiveni bodovi se zatim zbrajaju kako bi se dobio ponder.

Međutim, odabrano rješenje zaštite voda ne mora biti i najekonomičnije ako se njime može ostvariti jedan ili više od sljedećih dodatnih ciljeva:

- niski investicijski troškovi;
- niski troškovi rada objekta;
- minimalan broj stručnog osoblja;
- najmanja potrebna površina zemljišta;

- najmanja potrošnja energije;
- mogućnosti korištenja efluenta i otpadnih muljeva;
- minimalni utjecaji na okoliš;
- minimalna mogućnost pojave neugodnih mirisa.

Multikriterijska analiza omogućuje donositeljima odluka razmatranje više ciljeva zaštite voda, te im pomaže u izboru rješenja. Ako pojedinim razmatranim kriterijima pridodamo pondere važnosti, multikriterijska analiza osigurava okvir za objedinjavanje raznovrsnih ciljeva, a svaki od njih moguće je iskazati njegovim mjernim jedinicama. U obzir se uzimaju i faktori ograničenja. Svrha multikriterijalne analize je odabir najpovoljnijeg rješenja.

9. Saradnja sa javnošću

Kao što je već prije navedeno, izgradnja objekata zaštite voda u nekom području, osobito na početku gradnje, može biti emotivan problem za lokalno stanovništvo.

Izgradnja i održavanje sistema odvodnje i prečišćavanje otpadnih voda, kao i objekata za obradu mulja iziskuje znatna investicijska ulaganja i troškove za gradove i njihove građane. U skoro svim zemljama Evrope prikupljaju se značajna sredstva gradnju ovih objekata, te javnost treba biti upoznata s koristima rada objekata zaštite voda. Međutim, najemotivniji protesti javnosti projektima zaštite voda odnose se na uređaje za prečišćavanje otpadnih voda zbog: mogućeg vizuelnog utjecaja i straha od pojave neugodnih mirisa, prometa i buke s uređaja nakon izgradnje, to jest tokom njegovog rada; odabrane metode odlaganja i korištenja mulja. Čak i najbolja tehnološka rješenja zaštite voda mogu u javnosti stvoriti otpor za njihovo prihvaćanje, pa se dobivanje podrške za bilo koji projekat zaštite voda ne može unaprijed garantovati. Opravdanost gradnje predloženih objekata zaštite voda treba biti jasno razumljiva. Stoga je u tome smislu idealno i korisno organizovati otvorene javne dijaloge. U ostvarenje ovih projekata treba angažirati ključne osobe ili lokalne uprave, te po mogućnosti formirati komisiju za praćenje realizacije projekta. Što je prije moguće treba započeti s izradom i objavljivanjem odgovarajućih informacija za javnost o projektima zaštite voda. Tokom gradnje i rada planiranih objekata zaštite voda treba biti otvoren prema javnosti, a nakon završene gradnje i tokom rada sistema treba biti omogućena javna kontrola ovih objekata. Ponekad je uz realizaciju projekta zaštite voda moguće ostvariti i neku drugu društvenu dobit (na primjer izgradnju puteva, javnih objekata i sl.) kao uzvrat za davanje odobrenja (prihvaćanja) za gradnju objekata zaštite voda, međutim takav pristup može stvoriti i otpor u javnosti, osobito ako se stvori mišljenje da će izgradnjom navedenih objekata doći do narušavanja ili gubitka ljepote krajolika u njihovom području.



Uređaj za tretman otpadnih voda u Srebreniku

RAD I ODRŽAVANJE UREĐAJA ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA ZASNOVANIH NA NE-KONVENCIONALNIM TEHNOLOGIJAMA (I. DIO)

1. UVOD

Ne-konvencionalne tehnologije se koriste za pročišćavanje gradskih otpadnih voda zbog nižih operativnih troškova nego što ih imaju tradicionalne tehnologije i zbog toga što imaju relativno jednostavno održavanje.

Ipak, ovo NE znači da ove tehnologije rade **na svoj način**. Iako su one zasnovane na najjednostavnijim, uglavnom prirodnim procesima, bez neophodne pažnje pri radu i održavanju bi došlo do prekida rada.

Da bi se ispunili zadaci za rad uređaja vrlo je bitan rad operatera na uređaju za pročišćavanje. Naime, mali ne-konvencionalni uređaji uglavnom nemaju brojniju posadu niti zahtijevaju cjelodnevni i svakodnevni nadzor. Zbog toga je operater uglavnom jedini radnik-uposlenik koji upravlja s uređajem ili više uređaja. Njegov osnovni zadatak je da upravlja procesom pročišćavanja na način da se **sirova otpadna voda transformira u pročišćeni efluent pri minimalnim troškovima, zadovoljavajući pri tom sve zakonom propisane uvjete za njegovo ispuštanje**. Uz to treba osigurati rad uređaja koji neće negativno utjecati na okoliš uređaja a posebno susjedne stambene objekte i mjesta na kojima borave ljudi.



Snimio: M. Lončarević

2. OPĆI ASPEKTI RADA I ODRŽAVANJA UREĐAJA ZA PROČIŠĆAVANJE GRADSKIH OTPADNIH VODA

2.1. ODRŽAVANJE

Svrha aktivnosti na održavanju je da se osigura da sva oprema i objekti na uređaju za pročišćavanje rade ispravno.

Mogu se razlikovati različiti tipovi održavanja, ovisno o njihovim zadacima:

- **Preventivno održavanje:** sav rad strojeva i opreme sa zadatkom da ih drže operativnim, preventivno utiče na moguće kvarove ili pruža unaprijed upozorenje o njihovom događanju. Ovo omogućuje da se poprave mogući kvarovi prije nego što se oni dese, te tako smanjuju troškove.
- **Korektivno održavanje:** *opravka kvarova. Količina korištenih sedstava za korektivno održavanje je obrnuto proporcionalna sveukupnoj kvaliteti održavanja.*
- **Korekcije i poboljšanja:** *osmatranje i analiza rada i održavanja je izvor informacija koje se pružaju o uočenim greškama na opremi koje mogu nastati pri projektiranju ili samoj izgradnji. Analiza ovih informacija omogućuje da se definiraju potrebne korekcije potrebne za rješavanje problema.*

Ovisno o tipu opreme koju treba održavati, možemo razlikovati:

- Mehaničko održavanje
- Električno održavanje
- Održavanje instrumenata
- Održavanje automatske opreme
- Konzerviranje i čišćenje

Tipične operacije uključene u svaku od ovih kategorija su:

Mehaničko održavanje

- podmazivanje
- izmjena ulja
- osmatranje stanja izmjena remenja i transmisije
- zamjena potrošnih dijelova
- pridržavanje uputa proizvođača opreme
- bojenje i površinsko održavanje

Električno održavanje

- provjera čistoće i rada: prekidača, osigurača, razvodne table, releja, diferencijala, prekida strujnog kola, kontakata, itd.
- provjera izolacija na elektrokablovima i strojevima
- provjera potrošnje struje
- provjera uzemljenja

Održavanje instrumenata

- redovito provjeravanje ispravnosti opreme za mjerenje
- čišćenje
- specijalne radnje preporučene od proizvođača

Održavanje automatskih uređaja

- provjera rada automatskih uređaja

Konzerviranje (zaštita) i čišćenje

Ispravno održavanje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda i njegova okoliša pomaže smanjenju uticaja na sam uređaj. Ovo održavanje uključuje:

- održavanje vrtova i ograda
- održavanje i čišćenje puteva i staza
- bojenje i čišćenje građevina i upravne zgrade

Program dobrog održavanja je apsolutno potreban za efikasan rad uređaja za pročišćavanje otpadnih voda.

2.2. RAD

Rad (pogon) uređaja za pročišćavanje otpadnih voda uključuje sve aktivnosti koje utječu na parametre rada, tako da prilagode sistem kojim sirovi materijal (što je otpadna voda) koju prima, ili pod drugim okolnostima, treba da dostigne planirane performanse.

Rad (pogon) je posljednja faza pročišćavanja otpadnih voda, a njegov osnovni cilj je da uskladi ljudske resurse, opremu, objekte, energiju i reagenese kako bi se sirova otpadna voda transformirala u pročišćeni efluent po minimalnim troškovima, zadovoljavajući pri tom sve legalne zahtjeve za njegovo ispuštanje.

Rad obuhvata:

- čišćenje rešetki (grila) na grubim rešetkama, pjeskolova, mastolova, rešetki itd.
- aktivnosti koje se odnose na svaku pojedinačnu tehnologiju pročišćavanja
- uzorkovanje za laboratorijsku analizu na različitim mjestima u sistemu (ulaz, izlaz i između)
- vođenje tablica za protok otpadne vode
- vođenje tablica za potrošnju električne energije
- vođenje tablica za incidentne situacije

3. FUNKCIJE OPERATERA NA UREĐAJU ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

U životu uređaja za pročišćavanje otpadnih voda postoje tri faze: projektiranje, izgradnja i konačno, rad i održavanje. Projektanti i izvođači radova su uključeni samo jedno kratko vrijeme, dok su rad (pogon) i održavanje kontinuirano prisutni za svo vrijeme upotrebe uređaja. Stoga je **operater završna veza, te je njegov rad bitan za postizanje ciljeva postavljenih za rad uređaja koji treba da „transformira sirovu otpadnu vodu u pročišćeni efluent po minimalnim troškovima, uz zadovoljenje svih zakonodavskih propisanih uvjeta za njegovo ispuštanje“.**

Među funkcijama koje obavljaju operateri na uređajima za pročišćavanje gradskih otpadnih voda su:

- da vrše preventivno održavanje elektro-mehaničke opreme: podmazivanje, izmjena ulja, zamjena rezervnih dijelova, itd.
- da poprave male kvarove kako se oni ne bi dešavali i spriječili nastanak većih kvarova koji bi usljed toga mogli odmah nastati
- da provjeravaju funkcionira li sve ispravno u procesima koji se koriste na uređaju za pročišćavanje
- da bilježe podatke o protoku, uzimanju uzoraka i vrše mjerenja parametara *in situ*
- da zabilježe sve incidente relevantne za ispravno funkcioniranje uređaja za pročišćavanje: promjene u prisustvu otpadne vode, ispade struje, velike kiše, itd.
- da zaštite područje gdje je lociran uređaj za pročišćavanje otpadnih voda; izvrše bojenje, popravku i uređenje zgrada, puteva, vrta, itd.
- da unaprijed planiraju potrebe za nabavkom za održavanje
- da poduzmu neophodne mjere za zdravlje i sigurnost kako bi spriječili potencijalne rizike na uređaju
- da objasne posjetiocima zadatke i ciljeve rada uređaja i način na koji radi. **Kod ovih posjeta, pojavljivanje na objektima će pokazati posjetiteljima koliko dobro osoblje radi svoje poslove na uređaju za pročišćavanje, pošto će oni uglavnom upozoriti na čistoću i stanje popravke opreme i pojave pročišćenog efluenta.**

4. RAD I ODRŽAVANJE UREĐAJA ZA PROČIŠĆAVANJE ZASNOVANIH NA NE-KONVENCIONALNIM TEHNOLOGIJAMA

4.1. Preljevi i by-pasi

Poslovi na održavanju preljeva i by-pasa se vrše:

- periodično, a u kišnoj sezoni mnogo češće, preljevi u kolektorima koji dovode otpadnu vodu na uređaj i koji osiguravaju da u sistem ne ulazi više vode od projektiranog kapaciteta, moraju biti kontrolirani da bi osigurali ispravno funkcioniranje i skrenuli sve prekomjerne protoke na alternativne vodotoke. Ako u preljevima ima taloga, oni se moraju očistiti da im se preventivno omogući da rade po projektiranim veličinama.
- isto tako, linija by-pasa mora biti redovito kontrolirana. Linija by-pasa obično vodi od početka preliminarnog tretmana, ako je potrebno dopušta se zamjena za pojedine dijelove u lancu pročišćavanja. Liniju treba kontrolirati za zatvaranje što bi moglo spriječiti da se otpadna voda evakuira direktno, ako je potrebno bez prolaska kroz sve faze tretmana.

4.2. Pumpne (crpne) stanice (jedinice)

Pumpanje je potrebno kada se voda mora prebaciti s jedne točke na drugu između kojih voda ne može preći gravitacijom. Normalno, potopljene pumpe se koriste u pumpnim (crpnim) bunarima (zdencima) ili komorama.

Za rad pumpnih (crpnih) stanica (jedinica) su potrebni slijedeće aktivnosti kod periodičnih servisa na uređajima za pročišćavanje otpadne vode gdje se otpadna voda mora prepumpati do početne (inicijalne) faze pročišćavanja:

- tjedno, kontrola nivoa na kojem se nalaze start i stop pumpe da bi ona pravilno radila
- ako je uočeno taloženje sedimenta u pumpnim komorama, tada ga treba izvaditi da bi se spriječilo začepljenje (zamuljenje) pumpi
- periodično, kontrola koje pumpe rade alternativno /u rezervi/, tako da nijedna od njih ne bude blokirana za vrijeme dok se ne koristi
- ako se ustanovi da neka od pumpi ima abnormalno mal protok, tada treba isključiti struju, a pumpu potom zamijeniti i ispitati područje rada za blokade
- mora biti poštovan program održavanja proizvođača pumpe.

Moraju se ispoštovati sve preporuke koje su sadržane u dokumentaciji koju proizvođač dostavlja, te sprovesti odgovarajuće mjere sigurnosti.



Slika: pužne pumpe na uređaju za pročišćavanje otpadnih voda u Grudama

4.3. Preliminarni tretman

Važnost preliminarnog tretmana se ne treba umanjivati, jer bilo koji nedostatak u ovoj fazi utječe na ostatak procesa, izazivajući blokade (zastoje) u cijevima, ventilima i pumpama, trošenje opreme, nakupljanje kore, itd.

Zadatak ove faze je da iz otpadne vode ukloni dijelove veće od onih koji mogu prouzročiti operative probleme, uglavnom su to veće krute tvari, pijesak i masnoća. Uobičajeno je da se preliminarni tretman

sastoji od: grube rešetke, pjeskolova, mastolova i fine rešetke.

4.3.1. Grube rešetke

Koriste se za uklanjanje većih čestica iz otpadne vode kada ona prolazi preko grube rešetke.

Rešetke se klasificiraju, ovisno o širini otvora, kao široke rešetke (5 – 10 cm) ili uske rešetke (1,5 – 3 cm). Ovisno o metodi uklanjanja čestica koje se zadržavaju na rešetki, one se također, mogu razlikovati kao ručne i automatske rešetke.

Ručne rešetke se obično koriste na malim uređajima za pročišćavanje ili da zaštite pumpne komore.

Ovaj tip rešetki se čisti grabuljanjem (zgrtanjem) dok se otpad odlaže u kontejnere s perforiranim dnom koje dopušta dreniranje vode u kanale s grubom rešetkom.

Automatske rešetke imaju pokretni češalj /zgrtač/ koji čisti rešetku i pri tom uklanja sav otpad.

Automatske rešetke mogu biti zakrivljene (lučne) ili prave /ravne/. Zakrivljene (lučne) rešetke, se uobičajeno koriste na srednje velikim uređajima s relativno niskim opterećenjem u vodi i čiste se frontalno (sučelice). Sistem čišćenja se sastoji od jednog ili dva češlja koji se nalaze u okviru (ramu) s gornje strane na „ruci“ koja se okreće oko horizontalne osi.



Slike: automatska gruba rešetka na C.S. Ćurilo /Regionalni kanalizacijski sustav Neum– Mljetki kanal/

Ravne /prave/ rešetke se mogu čistiti frontalno (čeono) (sa strane odakle dolazi otpadna voda) ili otpozadi, što se uobičajeno koristi kod velikih instalacija (postrojenja) i za veće dubine.

Mehanizmi čišćenja automatskih rešetki se mogu kontrolirati preko:

- Vremena: rad češlja za čišćenje se vremenski programira
- Smanjenjem opterećenja: mehanizam za čišćenje se aktivira kada je razlika u nivoima s jedne strane rešetke dostigla određenu vrijednost.
- Sistemi kombinirani s vremenom i smanjenjem opterećenja.

Transportne trake se obično koriste za prebacivanje otpada u kontejner. Trake su u pogonu kada se aktivira mehanizam za čišćenje rešetke.



Slika: Primjena transportnih traka na postrojenju u Sevilli

Rešetke trebaju biti opremljene s torziono ograničenim uređajem da spriječe oštećenje u slučaju preopterećenja ili blokade koja ih sprječava da rade ispravno.

Sadašnji trend je da treba instalirati dvostruki kanal za grubu rešetku, jedan s automatskom rešetkom koji bi normalno bio u radu i paralelni kanal s ru-



Pogled na rešetku i pjeskolov na postrojenju u Ljubuškom

čnom rešetkom koji bi uskakao u upotrebu kada bi došlo do prekida struje ili kvara na sistemu čišćenja automatske linije.

Sastav rezidija (ostatka) izdvojenog na rešetkama je jako promjenljiv, uglavnom je organskog sastava, ali je često pojavljivanje odjeće, vlakana, plastike i drugog.

Za šire rešetke s otvorima preko 50 mm između šipki, zapremina rezidija na 1000 stanovnika je približno između 15 i 27 litara na dan.

Za uže rešetke, s otvorima od 10 – 25 mm između šipki, na 1000 stanovnika je približno od 6 – 12 litara na dan.

Rezidij (ostatak) s grubih rešetki se najčešće odlaže na deponije.

Radnje na održavanju za ovaj tip rešetki su slijedeće:

- grablje se koriste za ručno čišćenje grubih rešetki. Ostatak se odlaže u perforirana korita koja omogućuju dreniranje prije nego što se skupi u kontejner i pošalje na deponiju.

Veliku pažnju treba posvetiti čišćenju rešetki s grabljama. Stanje može biti otežano zbog vode i masnoće, gubitka dovoljnog prostora ili smještaja kontejnera za rezidij.

U principu, ove operacije čišćenja treba obavljati danju, iako iskustvo iz prakse na svakom uređaju pokazuje da se to najčešće radi prekovremeno. I pored toga, zbog izbjegavanja neprijatnih mirisa čišćenje treba biti najmanje jedanput na dan, čak i ako je mala količina otpada.

Posebnu pažnju treba posvetiti čišćenju grubih rešetki u periodu velikih kiša, jer je tada mnogo veća količina i variranje otpada koji se zadržava na rešetkama.

- automatske rešetke treba čistiti dnevno. Da bi se izbjegli neprijatni mirisi prikupljeni rezidij treba odstraniti i odvesti na deponiju.
- operativno vrijeme čišćenja grabilica na rešetkama treba biti prilagođeno u skladu s kontrolom njihova rada i treba biti češće u kišnim periodima.
- treba poštovati i primjenjivati program servisiranja od strane proizvođača opreme, a opremu treba redovito podmazivati (koristeći preporučena maziva), a mehaničke dijelove kontrolirati prema programu.
- bilo kakav ostatak koji nije uklonjen s grabilica treba odstraniti ručno grabljama, **obvezno poslije isključenja opreme**.
- kada dolazi do taloženja sedimenta na dnu kanala gdje su locirane rešetke, tada sediment treba izvaditi i odvesti na deponiju.
- kada su grube rešetke u različitim kanalima, tada se periodično mora kontrolirati rad i vododrživost zapornica koje raspoređuju vodu u kanal koji se koristi.

4.3.2. Pjeskolov

Svrha pjeskolova je uklanjanje težeg materijala čija je veličina veća od 0,2 mm, kako bi se spriječilo taloženje u kanalima i cjevovodima, a da bi se od abrazije zaštitile pumpe i druga oprema.

Osim pijeska, ovom radnjom se također, uklanjaju šljunak i mineralne čestice, kao i lako kvarljiva organska tvar, kao što su zrna kave, sjemenke, kosti, kore voća, ljuske od jajeta, itd.

Razlikujemo dva tipa pjeskolova: pjeskolovi s povratnim kanalom i pravokutni aerirani pjeskolovi.

Pjeskolovi s povratnim kanalima: mogu biti s različitim ili fiksnim protokom. Kanali s promjenjivim protokom se koriste u malim postrojenjima za pročišćavanje i pijesak se uklanja ručno iz podužnog kanala čiji je kapacitet skladištenja 4 – 5 dana.

Kanali s promjenjivim protokom imaju stalnu brzinu toka od oko 0,3 m/s, ovisno o protoku koji prolazi kroz njih. Ovo je postignuto podešavanjem dubine vode u kanalu što se odražava na promjene protoka. Na ovaj način se taloži najveći dio neorganskih čestica i najmanji mogući postotak organskih čestica.

U **pravokutnim aeriranim kanalima**, zrak se injektira na dno kanala, te se na taj način dobro izmiješaju čestice što pomaže odvajanju organske materije koja može biti vezana sa česticama pijeska. Ovaj tip pjeskolova se može koristiti istovremeno i kao mastolov.

Sistemi za vađenje (ekstrakciju) pijeska mogu biti:

- Ručni: koriste se u malim uređajima za pročišćavanje koji su opremljeni kanalskim tipom pjeskolova.
- Mehanički: oni koriste specijalne pumpe koje su instalirane na mostu koji se kreće naprijed i nazad, gore i dolje u kanalu.

Količina izvučenog pijeska može varirati između 1 i 15 l/stanovniku/godinu.

Slijedeće su operacije za održavanje ovog tipa pjeskolova:

- kada se na dnu kanala pjeskolova istaloži značajna količina sedimenta, on se mora izvaditi (odstraniti). U slučaju više kanala, ovo se vrši otvaranjem i zatvaranjem odgovarajućih zapornica, izolirajući kanal koji se čisti te raspodjeljujući protok na drugi kanal. Akumulirani pijesak treba odstraniti s pomoću lopatice i skupiti u kontejner te odvesti na deponiju. Frekvencija čišćenja kanala pjeskolova ovisi o vremenu i mnogo je češća u kišnim periodima. Pri normalnim uvjetima, čišćenje se obavlja jedanput tjedno.
- čišćenje pjeskolova može biti opasno, a oprez treba poduzeti da bi se izbjegli iskliznuća i udarci.

- u slučaju pokrivenih pjeskolova, treba poduzeti mjere opreza protiv mogućih emisija toksičnih plinova za vrijeme ekstrakcije pijeska.
- u pjeskolovima s više kanala, treba periodično kontrolirati rad i vododrživost zapornica koje raspodjeljuju protok otpadne vode u kanale.



Slike: pjeskolov-mastolov i klasirer pijeska na postrojenju u Trilju

4.3.3. Mastolov

Uobičajeno se koristi tank s vertikalnim separacionim panelom kroz koji voda mora proći ispod da bi istekla kako bi eliminirali masnoće i flotirajuću materiju iz otpadne vode. Ovaj sistem na površini hvata svu materiju koja je lakša od vode. Zahtijeva se održavanje ove opreme prema slijedećem:

- periodično očistiti mastolov od masnoća i flotirajuće materije koja se skuplja na površini. Na uređajima s horizontalnim kanaliziranim cijevima, cijev treba da se rotira tako da je horizontalni žlijeb potopljen u sloju flotirajućeg rezidija koji se izdvaja. Ovo dopušta da rezidij bude prikupljen na kraju cijevi kada se otvori odgovarajući ventil. Ako ovaj sistem nije instaliran ili nije u funkciji, tada će masnoću ili flotirajuću (plivajuću) materiju trebati prikupiti sa „skupljačem lišća“ kao što se koriste na bazenima za kupanje.

Da bi smanjili količinu vode koja se prebacuje, flotat treba istisnuti kada se uoči značajan sloj na površini.

Na ovaj način izmještenu materiju treba čuvati u specijalnom kontejneru za skupljanje od strane ovlaštenih posrednika.

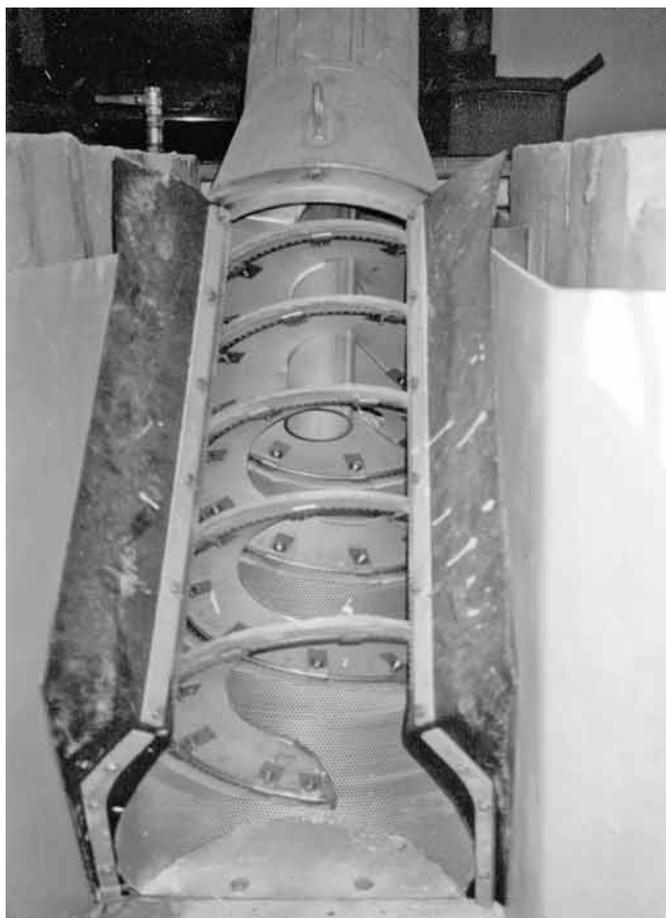
- u produženom vremenu, na zidovima mastolova na površini vode formirati će se kora masnoće skupa s ostalom materijom. Ove kore treba redovito uklanjati lopaticom i čuvati u kontejneru koji se odvozi na deponiju.
- kada je na površini mastolova vidljivo prekomjerno pojavljivanje mjehurića, tada je neophodno ukloniti mulj koji se nataložio na dnu. Za ovu svrhu bi se trebala koristiti potopljena pumpa, a izvađeni mulj s uređaja odvesti s uređaja ili poslati na anaerobnu lagunu, ako je ima na uređaju.

4.3.4. Fine rešetke

U malim gradovima i selima, zajedničko je da se koriste samočisteće rešetke sa širinom otvora od 0,2 do 2 mm. Oni ponekad zamjenjuju operacije pjeskolova, a ponekad i preliminarnog tretmana. (septički tankovi, Imhoff tankovi, itd.).

Rešetke mogu biti statične (stabilne) ili rotirajuće. **Stabilne (fiksne) rešetke** imaju rešetke (grile) od horizontalnih nehrđajućih čeličnih šipki (prečki) koje mogu biti ravne ili zakrivljene, trokutne u presjku, smještene tako da se sučeljavaju prema protoku. Nagib grila (šipki) se smanjuje progresivno od vrha prema dolje između 65° i 45°.

Otpadna voda pada s vrha, a čestice koje su veće od širine otvora rešetke se zadržavaju. Nagib rešetke uzrokuje hvatanje čestica koje se potom otkotrljaju u kontejner smješten na dnu. Tekući dio, koji sadrži čestice manje od širine otvora rešetke, prolazi kroz rešetke i prikuplja se u cijevi smještenoj iza. Na



Slike postrojenja u Grudama

ovaj način se odvajaju krupnije čestice, dreniraju i uklanjaju.

Rotacione rešetke se sastoje od cilindričnih grila na horizontalnoj osi, izrađene su od nehrđajućeg čelika sa šipkama trapeznog presjeka. Grile (šipke) se okreću polako, a pokreće ih redukovani motor.

Na rešetke voda pada izvana. Čestice veće od širine otvora rešetki se uklanjaju van cilindra, odakle se odstranjuju lopaticom onako kako rotira cilindar.

Tekući dio, skupa sa česticama manjim od širine otvora rešetke prolazi preko cilindričnih grila (šipki) i otiče prema izlaznom dijelu.

Eliminiranje krutih čestica na rešetkama je između 15 i 20%.

4.4. Primarni tretman

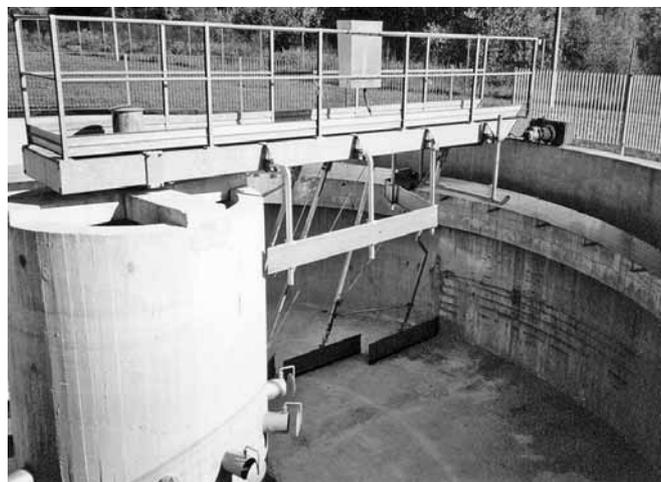
Primarni tretmani koji se koriste u ne-konvencionalnim Tehnologijama, obično se sastoje od faze primarnog taloženja.

U bazenima primarnog taloženja se odvaja dio suspendiranih tvari iz sirove otpadne vode putem gravitacije s tim da se eliminira biološki razgradljivi materijal iz krutih tvari.

4.4.1. Bazeni (tankovi) primarnog taloženja

Prije uvođenja bazena za taloženje u rad prvi put, ili prije njihova uvođenja u rad nakon čišćenja trebalo bi provjeriti slijedeće:

- rade li propisno regulirajući ventili na zapornicama
- da li je bazen za taloženje čist od pijeska i otpadaka
- podmazivanje, položaj motora i opće stanje motora za mulj i flotirajuću tvar u sistemu za prikupljanje
- da li je ispravno rastojanje između dna bazena i skrejpera (zgrtača) mulja
- čistoću bunara za prikupljanje mulja i cijevi za odvod mulja.



Slika postrojenja u Trilju

Tipične radne karakteristike bazena za primarno taloženje su prikazane u slijedećoj tabeli:

Tabela I – Tipične radne karakteristike bazena za primarno taloženje

Taložive čestice	90 – 95 %
Suspendirane čestice	40 – 60 %
Ukupne čestice	10 – 15 %
BPK ₅	25 – 35 %

Pored ostalih faktora, ove radne karakteristike su prouzročene slijedećim:

- Tipom čestica prisutnih u otpadnoj vodi, posebno ako je visok postotak industrijskih otpadnih voda.
- Stanjem u kojem otpadna voda dolazi na uređaj za pročišćavanje; septičke vode se talože slabije zbog plinova koje one stvaraju.
- Varijacijom protoka s osvrtnom na projektirani protok.
- Mehaničkim uvjetima pod kojima radi bazen za taloženje i njegova čistoća.

Tamo gdje bazeni za taloženje imaju pridnene ili površinske zgrtače, treba izvršiti slijedeće:

- svakodnevno provjeravati da li propisno radi povratni mehanizam na pokretnom mostu bazena za taloženje.
- da li se čestice krute tvari, masnoća, mulj i druga materija akumuliraju (zadržavaju) na stazama ili stepenicama, ogradama i drugim vidljivim dijelovima građevine i opreme koju treba svakodnevno čistiti.
- da bi zadovoljili preporuke za održavanje od strane proizvođača opreme, treba redovito podmazivati sve dijelove koji su istaknuti u priručnicima s odgovarajućim mazivom, te očistiti i zamijeniti dijelove kako je specificirano.
- periodično grubo očistiti deflektor panel i ispust iz bazena za taloženje, gdje će se nakon nekog vremena prikupljati otpad.
- kada je to neophodno isprazniti bazen za taloženje radi pregleda ili opravke, pri čemu bi trebalo zgrtače redovito polijevati da budu mokri kako bi ih zaštitili od pucanja ili iskrivljenja..
- u bazenima za taloženje koji nemaju opremu za vađenje flotata koji se prikuplja na površini, flotat treba ukloniti upotrebom čistilica koje se koriste na bazenima za kupanje.

4.5. Sekundarni tretman

4.5.1. Lagune

4.5.1.1. Puštanje u rad sistema za pročišćavanje otpadnih voda s upotrebom laguna

Da bi uveli u rad sistem laguna, anaerobne lagune bi trebalo napuniti (tako da one mogu početi radi-

ti) otpadnom vodom. Jedanput kada su lagune napunjene, ne treba u njih više upuštati vodu, a one bi trebale ostati 4 – 5 dana kako bi se uspostavili uvjeti za anaerobno djelovanje, koje se može vidjeti kada voda potamni i pojave se mjehurići.

U tom trenutku, opskrba vodom anaerobnih laguna treba ponovo doseći projektirani dotok, a efluent koristiti za punjenje Fakultativnih Laguna.

Pošto voda u ovim lagunama dosegne dubinu od 1 m', dotok se prekida (skretanjem influenta od anaerobnih (laguna). Poslije 15 – 20 dana, biti će vidljiva zelenkasta boja na površini, koja je nastala djelovanjem mikroalgi. Potom se punjenje anaerobnim efluentom može nastaviti sve dok se laguna napuni.

Efluent iz fakultativnih laguna se šalje u matura-cijske lagune koje će kada se jedanput napune, odmah započeti s kontinuiranim radom.

4.5.1.2. Održavanje i rad

Stanje laguna, koje osiguravaju njihovo optimalno funkcioniranje zahtijeva dobro održavanje koje uključuje i osiguranje čvrste i neprobojne ograde oko kompleksa laguna koja će biti barijera za ulazak životinja i ljudi koji ne rade na održavanju i monitoringu,

- osiguranje optimalne dubine vode u lagunama,
- uklanjanje plutajućih biljaka, kao i drvenastih i žbunastih biljaka s oboda laguna, koje bi mogle zasjenjivati vodno ogledalo ili korijenjem destabilizirati obalu i nasip oko laguna,
- višegodišnji gust travnati pokrivač na obali i kruni nasipa,
- održavanje visine i širine krune nasipa i njihove stabilnosti.

Održavanje preljeva, by-pasa, pumpnih jedinica i sistema preliminarnog tretmana je već opisano u dijelovima 4.1., 4.2. i 4.3. Za preostale faze sistema pročišćavanja, slijedeći su zadaci održavanja i rada:

Anaerobne lagune

- Treba redovito prazniti sediment i flotat na postrojenjima s distribucijskim sistemom koji dopušta da prethodno tretirana voda bude usmjerena na anaerobnu lagunu koje su u pogonu u dato vrijeme, a također, treba provjeravati rad i vododrživost zapornica koje određuju broj laguna u pogonu.
- Broj anaerobnih laguna u radu se određuje prema Projektu i informacijama koje se prikupljaju o radnim karakteristikama uređaja za pročišćavanje.
- Mjerenje i bilježenje nivoa vode u laguni je dobra praksa u sistemu rada i održavanja. Može se postaviti vodomjerna letva na određenu poziciju u laguni i s nje očitavati vrijednosti više godina za redom ili odrediti referentno mjesto na određenoj

udaljenosti od obale. Ova letva može poslužiti i za mjerenje količine mulja na dnu lagune. Poželjno je vršiti redovan monitoring nivoa vode u laguni i na vrijeme reagirati nadopunom ili otklanjanjem uzroka niskog vodostaja.

- Flotirajuću (plivajuću) tvar, koja se pokazuje na površini laguna, treba periodično uklanjati upotrebom čistilica kao u bazenima za kupanje, koristeći trenutke kada vjetar nosi flotat na područje blizu stepenica. Uklonjena materija iz lagune se prikuplja u kontejner i odvozi na deponiju.
- Sav mulj koji se akumulira na dnu lagune treba izmjestiti, po pravilu jednom u 3 – 4 godine. Vađenje mulja treba vršiti dok je voda još u laguni, upotrebom potopljenih pumpi koje se prenose preko dna ulazne lagune.

Izvađeni mulj ima odnos neorganske tvari/isparljiva tvar od oko 60 : 40 i kao najjednostavnija i najrazumnija destinacija (ako su svi uvjeti zadovoljeni) je njegova upotreba kao đubrivo na okolnim farmama, pošto otpadna voda tretirana na malim postrojenjima za pročišćavanje obično ne sadrži značajne količine opasnih tvari (uglavnom teški metali) koje bi mogle štetiti. Ako ovo rješenje nije održivo, mulj iz laguna treba poslati na uređaj za tretman otpadnih voda s kapacitetima za obradu mulja.

- Zemljani radovi i nasipi mogu biti oštećeni od kiša i glodara. Ako je uočeno takvo oštećenje, treba ih odmah sanirati, a sve rupe popuniti i zbiti.



Slika: Posljedice aktivnosti glodara na području nasipa uz lagunu

- Za slučaj nepropusnih laguna s plastičnim pokrivačem, bilo koje cijepanje ili oštećenje treba odmah sanirati.
- Posebnu pažnju treba posvetiti svim aktivnostima na održavanju u kojima je neophodno hodati po plastičnoj oblozi u ovim lagunama, uz rizik okližuća i pada u lagunu.

Fakultativne i maturacijske lagune

- U onim slučajevima gdje efluent iz anaerobnih laguna dotiče skupa u distributivni sistem koji otva-

ranjem i zatvaranjem odgovarajućih zapornica, šalje efluent na fakultativne lagune, treba periodično uklanjati sediment i flotat koji se natalože u distributivnim sistemima, a također, treba kontrolirati rad i vododrživost zapornica koje reguliraju broj fakultativnih laguna u radu. Ove iste operacije će se također izvršiti na uređajima za pročišćavanje sa sistemom za distribuciju efluenta između fakultativne i maturacijske faze.

- Kontrolirati vegetaciju u i oko vodene površine. Vršiti redovne kontrole vodenih biljaka (trska, rogoz i sl.), koje se ukorijenjuju na obalama i plićim dijelovima laguna i kao takve pružaju pogodne uvjete za razvoj komaraca, privlače akvatične životinje koje mogu stvarati štete u i oko laguna, a ostaci habitusa ovih biljaka se talože na dno lagune i izazivaju negativne posljedice na kemijski sastav vode. Ove biljke treba uklanjati prije razvoja korijenovog sistema (može svojim rastom i razvojem ugroziti stabilnost obale) i to mehaničkim putem, odnosno čupanjem. Plutajuće biljke (vodene leće), koje se razvijaju na površini laguna sprječavaju prolazak sunčeve svjetlosti, što uzrokuje opadanje nivoa kisika, te ih treba redovno uklanjati (upotrebom čistilica kao u bazenima za kupanje), koristeći trenutke kada vjetar nosi flotat na područje blizu stepenica. Uklonjena materija iz lagune se prikuplja u kontejner i odvozi na deponiju.

Boja je izuzetno važan indikator stanja kod fakultativnih laguna. Na osnovu promjena u boji možemo definirati uzrok i otkloniti ga, te na taj način osigurati funkcionalni rad lagune. Krajnji cilj je blistavo zelena boja, koja indicira dobar balans pH vrijednosti i nivoa kisika u vodi. Treba voditi evidenciju o promjenama u boji i mirisu vode u laguni, kao i o cvjetanju algi.

- Flotat koji se pojavljuje na površini ovih laguna treba odstranjivati periodično. Ova operacija, koja je inače prevencija razmnožavanju komaraca, vrši se čistilicama kao na bazenima za kupanje, a koristi se vrijeme kada vjetar otpuše flotat prema rubovima laguna.
- Zemljani radovi i plastične obloge zahtijevaju isto održavanje kako je već opisano za anaerobne lagune.
- U propusnim lagunama i na zemljanim radovima i nasipima koji zatvaraju nivo vode (aproksimativno na 1 m²), treba preventivno spriječiti rast biljaka upotrebom herbicida ili okopavanjem, kao preventivnu mjeru protiv razmnožavanja komaraca.
- odrediti krajnji recipijent pročišćene vode iz laguna.

4.5.1.3. Monitoring procesa

Da bi provjerili operativno stanje uređaja za pročišćavanje i da bi spriječili moguće anomalije, moraju se osmatrati brojni parametri.

Tabela: Boja kao indikator stanja kod fakultativnih laguna

boja	stanje	uzrok
blistava i tamno zelena	dobro	visok nivo otopljenog kisika i pH vrijednosti
mutno zelena do žuta	ne tako dobro	nivo otopljenog kisika i pH su manji od optimuma, plavo-zelene alge su predominantne
siva do crna	loše	preovlađuje anaerobno ili septičko stanje, pojava neugodnog mirisa, moguća prevelika količina mulja
žuto-smeđa do smeđa i veoma loše crvena		ukazuje na erodivne pojave ili doticanje površinskih voda u lagunu, kao i na prisustvo većeg broja algi različitih boja

Preporučuju se dnevne posjete uređaju i zapisivanje podataka koje operater vodi kroz dnevnik rada, gdje bilježi slijedeće podatke:

- Datum i vrijeme
- Protok otpadne vode
- Broj i identifikaciju anaerobnih, fakultativnih i maturacijskih laguna u pogonu
- Boju i pojavljivanje na anaerobnim, fakultativnim i maturacijskim lagunama
- Pojavljivanje tretiranog efluenta
- Bilo koje anomalije na zemljanim radovima oko laguna, cesta i staza ili općenito na građevinama
- Datum događanja različitih zadataka: čišćenje pjeskolova i mastolova, izmještanje flotata iz laguna, vađenje mulja iz anaerobnih laguna, vađenje korova na zemljanim radovima, cestama, stazama, itd.
- Vremena operacije sistema čišćenja automatske rešetke
- Treba zabilježiti očitavanja odgovarajućih mjerenja struje ako se uređaj za pročišćavanje opskrbljuje strujom za pumpanje vode, za rad dijelova preliminarnog tretmana, za navodnjavanje tretiranim efluentom, za osvjetljenje, itd.
- U odjeljku „Osmatranje“, bilo koji značajan komentar o: pojavi i mirisu otpadne vode, čineći posebne zabilješke o prisustvu određenih supstanci u vodi; mogućoj upotrebi tretiranog efluenta od strane lokalnih farmera; trajanje perioda velikih kiša, itd.

Ako sistem laguna ima mehaničku opremu, tada za svaki stroj pojedinačno treba zabilježiti:

- Njegove radne karakteristike

- Sate rada
- Kalendar održavanja
- Kvarove
- Bilo koji relevantni komentar o toj operaciji

Što se tiče procesa monitoringa, osmatranje pojave i mirisa iz laguna određuje približno da li sistem radi ispravno. U anaerobnim lagunama, crno-siva površinska boja i pretjerano bubrenje ukazuju da li laguna radi dobro. S druge strane, ako se pojave mikroalge ili ružičasta boja tada u lagunu ulaze otpadne vode koje su manje opterećene od projektiranih.

Zelenkasta boja i nedostatak bubrenja su simptomi da fakultativne i maturacijske lagune rade dobro, dok ružičasta boja ukazuje da one primaju veće opterećenje od projektiranog. Sljedeći simptom ispravnosti rada ovog tipa laguna je odsustvo neugodnih mirisa.

4.5.1.4. Problemi u radu

Sistem laguna je serija vještačkih posuda koje se grade tako da im se proces samopročišćavanja odvija prirodno. Dimenzioniraju se i projektiraju za procese koji se odvijaju pod specifičnim uvjetima i opterećenjem. Iako je širok raspon ovih uvjeta, pod određenim okolnostima mogu se dešavati određene anomalije, na koje operater mora paziti i znati kako ih otkloniti.

Anomalije koje se mogu dešavati u lagunama mogu biti zbog problema s influentom (protok ili sastav) ili problemi mogu nastati zbog slabog održavanja.

Preveliko povećanje protoka će dovesti do vremena zadržavanja ispod projektiranih vrijednosti u

različitim lagunama, što će smanjiti efikasnost tretmana. Povećanje broja anaerobnih laguna u radu smanjit će uticaj povećanja protoka u anaerobnoj fazi. Isto rješenje se također može primijeniti ako uređaj ima nekoliko fakultativnih i maturacijskih laguna. Ako uređaj ima samo jednu fakultativnu i maturacijsku lagunu, tada se za neke objekte dopušta povećanje količine vode u laguni, što izaziva povećanje količine vode koja se tretira i zbog toga produžava retenzijsko vrijeme. Ako ovo nije moguće, jedini put za prevenciju anomalije zbog povećanja protoka je da se preusmjeri višak protoka na izlaz anaerobne faze.

Prekomjerno povećanje ulaznog organskog opterećenja na uređaju za pročišćavanje izazvat će preopterećenje u različitim lagunama. Preopterećenje u anaerobnim lagunama izazvat će pojačanje nastanka mirisa, a u fakultativnim i maturacijskim lagunama će se uobičajena zelenkasta boja promijeniti u ružičasto-smeđu, koja će se vidjeti skupa s bubrenjem i neugodnim mirisima.

Slučajevi organskog preopterećenja bit će tretirani na isti način kao i preopterećenje vode, a ako se osmotre ružičasti tonovi u fakultativnim i maturacijskim lagunama tada bi trebalo smanjiti unos efluenta u lagune ili ga čak potpuno prekinuti i to ne bi trebalo ponavljati sve dok ne bude vidljiva uobičajena zelenkasta boja.

Problemi zbog slabog održavanja najčešće su:

Pojava flotata (plivajuće tvari): iako ovo nije uobičajen problem, posljedice od flotata mogu biti problem: pojava komaraca i prepreka za sunčevu penetraciju (prodor sunčevih zraka).

Plivajuća tvar se uklanja uz pomoć čistilica kao u bazenima za kupanje, uzimajući u obzir vrijeme kada vjetar otpuše flotat na strane lagune.

Rast korova: korov se normalno pojavljuje na unutarnjim stranama nasipa lagune i ima dva negativna efekta: pojava komaraca i moguće rupe gdje se flotat može akumulirati.

Ovaj korov se može eliminirati upotrebom pesticida ili fizičkim uklanjanjem

Akumuliranje mulja: mulj se taloži uglavnom na dnu anaerobnih laguna. Učestalost uklanjanja mulja je jedanput u svake 3 ili 4 godine. Pojava efluenta iz laguna (i povećanje čestica u suspenziji) ukazuje na to kada treba vršiti njegovo vađenje.

4.5.2. Vještačke močvare

4.5.2.1. Uspostavljanje sistema za pročišćavanje otpadnih voda upotrebom vještačkih močvara

Voda koja dotiče na vještačku močvaru, kada je ona već jedanput zasađena i pripremljena za rad, pospješuje njen rast.

Periodično, treba sniziti nivo plavljenja supstrata, zbog promjene visine ispusta tretiranog efluenta kako bi omogućili biljkama njihov brži rast putem korijenja.

Dvije godine poslije sađenja, korijenje će se prostirati duž cijelog supstrata. Za to vrijeme, nivo plavljenja raste sve do tankog sloja ispod površine supstrata na takav način da se ne formira lokva na vrhu supstrata.



Primjer iz Češke

Zasnivanje zajednice močvarnih biljaka može biti kontrolirano – posebnom individualnom sadnjom koja se praktikuje pri formiranju osnovnog "tijela" močvare i spontano – najčešće kasnije, razmnožavanjem (putem rizoma ili sjemenom) već zasađenih vrsta.



Slika: Rogoz i trska – najzastupljenije biljne vrste u vještačkim močvarama

4.5.2.2. Održavanje i rad

Održavanje močvara uključuje aktivnosti poduzete da bi se otklonila pogoršanja komponenti ovakvog načina tretmana otpadnih voda i sanirale štete. Redovni monitoring i održavanje su od esencijalne važnosti. Ako se ne vrše redovne kontrole, glodari mogu uništiti nasipe i vegetaciju, cijevi se mogu zapušiti, otpadna voda se može prekratko zadržavati u ćelijama, tako da cijeli sistem može vrlo brzo postati neoperativan.

Održavanje preljeva, by-pasa, pumpnih jedinica i sistema preliminarnog tretmana je već opisano u dijelovima 4.1., 4.2. i 4.3. Za preostale faze sistema pročišćavanja, slijedeći su zadaci održavanja i rada:

- U prvih 1 – 3 godine dok se ne uspostavi zajednica makrofita, kontrole korova, nivoa vode i balans vrsta su od izuzetnog značaja.
- Treba osigurati konstantan dotok i nivo vode u svim dijelovima močvare, kao i rotiranje između ćelija kod pojedinih sistema. Održavanje optimalnog nivoa vode u močvari je važno naročito u hladnom periodu kada je potrebno povećati nivo vode zbog negativnog uticaja mraza na korijenje biljaka. Takođe, u sušnom periodu potrebno je nadopunjavati močvaru vodom radi sprečavanja isušivanja ćelija i uginuća biljaka.

- Interne nasipe između ćelija redovno kontrolirati i popravljati u cilju redovne opskrbe svake ćelije vodom. Kontrola unutarnje "infrastrukture" močvare – nasipi, strukture za kontrolu nivoa vode i sl., se pored redovnog režima naročito mora sprovoditi nakon incidentnih događaja, kao što je veliki priliv vode u močvaru nakon velikih kiša ili nekontrolirane dinamike ispusta. Svako oštećenje nastalo urušavanjem, erozijom, djelovanjem životinja ili zapušavanjem dovodne infrastrukture treba u najkraćem roku sanirati kako bi se izbjegle štete većih razmjera i veći finansijski izdaci. Posebna pažnja treba biti usmjerena ka distribucijskim sistemima, koji su smješteni na početku kanala i koje treba periodično čistiti. Učestalost čišćenja ovisi o operativnim uvjetima za svaki pojedinačni slučaj.

- Vodeni pacovi i druge životinje, naročito glodari, mogu stvarajući brojne podzemne rupe i hodnike, nanijeti velike štete močvarama. Njihovo prisustvo i aktivnost u močvari treba spriječiti postavljanjem čeličnih žica, ograda i pečata – zatvarača od gline i postavljanjem mamaca. Pri tome, jakom žičanom mrežom treba zaštititi cijevi za distribuciju i tako spriječiti ulazak ovih životinja u sistem.
- Ne bi trebalo šetati po supstratu na kojem raste trska (šaša), kako bi se spriječilo njegovo zbijanje, što bi moglo umanjiti njihovu hidrauličku propusnost.

- Osušene i uginule biljke redovno uklanjati i odlagati što dalje od kompleksa da bi se izbjeglo eventualno širenje bolesti ili patogena i štetočina koji je izazivaju. Prazni prostori nastali intervencijama uklanjanja biljaka zbog bolesti ili štetočina treba popuniti novim, da bi se spriječio rast korova i zatravljivanje dijelova ili cijele močvare.
- Voditi računa o vegetativnom periodu rasta i razvoja biljaka – april/travanj – oktobar/listopad, radi planiranja i organiziranja žetve
- Pesticide i druga kemijska sredstva koristiti samo ako su nužna i ako nemaju alternativu u drugim manje opasnim sredstvima ili aktivnostima, i to primjenom s finim rasprskivačima na precizno određena mjesta.



Larva komarca

- Treba posjeći suhe biljke poslije njihova vegetaciona perioda, ukoliko se procijeni da će bitno ugroziti supstrat (oslobođanjem njihovih zadržanih nutrienata), jer trajni osušeni (stari) habitusi biljaka pružaju stanište ili povoljne uvjete za rast i razvoj mikrobioloških vrsta važnih za tretman otpadnih voda kroz cijeli godišnji ciklus.
- Treba ukloniti korov skupa s trskom, posebno u prvih nekoliko mjeseci rada. Čišćenje korova treba obavljati ručno, a svo vrijeme izbjegavati herbicide. Također, osoblje koje radi na čišćenju treba, koliko je to moguće, izbjegavati hodanje po supstratu kako bi izbjegli njegovo zbijanje.
- Zbog bolesti treba pregledavati biljke. Ako se pojavi neka bolest, tada tretiranje treba vršiti pod nadzorom specijaliziranog osoblja.
- Ako se uzvodno koriste septički ili Imhoff tankovi, tada treba redovito uklanjati akumulirani mulj. Za ovu svrhu treba koristiti bazen opremljen pumpnom jedinicom. Izvađeni mulj treba poslati na stanicu za tretman mulja.
- Odrediti krajnji recipijent prečišćene vode iz močvara.

4.5.2.3. Monitoring procesa

Da bi provjerili operativno stanje uređaja za pročišćavanje i da bi spriječili moguće anomalije, moraju se osmatrati brojni parametri.

Preporučuju se dnevne posjete uređaju i zapisivanje podataka koje operater vodi kroz dnevnik rada, gdje bilježi slijedeće podatke:

- Datum i vrijeme
- Protok otpadne vode
- Broj i identifikaciju kanala na uređaju koji su u pogonu (ako je na uređaju više od jednog kanala)
- Pojavljivanje biljaka i tretiranog efluenta
- Monitoring supstrata, dna
- Monitoring rasta i razvoja biljaka, gustina sklopa i sl.
- Zdravstveno stanje biljaka, koje uključuje – pojavu korova, bolesti i insekata, te drugih štetočina (glodara i sl.)
- Bilo koje anomalije na cestama i stazama ili općenito na građevinama
- Datum izvršenja različitih poslova: čišćenje pjeskolova i mastolova, vađenje mulja iz Imhoff tanka, uklanjanje bilja, itd.
- Treba zabilježiti očitavanja odgovarajućih mjerenja struje ako se uređaj za pročišćavanje opskrbljuje strujom za rad dijelova preliminarnog tretmana, za navodnjavanje tretiranim efluentom, za osvjetljenje, itd.
- U odjeljku „Osmatranje“, bilo koji značajan komentar o: pojavi i mirisu otpadne vode, čineći posebne zabilješke o prisustvu određenih supstanci u vodi; mogućoj upotrebi tretiranog efluenta od strane lokalnih farmera; trajanje perioda velikih kiša, itd.

Ako sistem ima mehaničku opremu, tada za svaki stroj pojedinačno treba zabilježiti:

- Njegove radne karakteristike
- Sate rada
- Kalendar održavanja
- Kvarove
- Bilo koji relevantni komentar o njegovu radu

4.5.2.4. Problemi u radu

Glavni problem koji može izazvati uticaj podpovršinskog toka u vještačkoj močvari je zamuljenje supstrata, što može prouzročiti lokve na površini Wetlanda i nastanak anaerobnih uvjeta. Ovo dovodi do smanjenja efekata rada uređaja i pogoršanja pročišćenog efluenta.

Ako je supstrat pravilno odabran, tada su nedostaci u prethodnim tretmanima najvjerojatnije glavni razlog za zamuljivanje.

Kod problema ovog tipa, preporučuje se prekid unosa u wetland oko 2 tjedna. Ako su primijećeni isti simptomi kada se dotok ponovo uspostavi, tada treba konsultirati izvođača radova uređaja.

Normalno je da lišće i stabljike trske izumiru zimi. Ako se ovo dešava u neko drugo doba godine i ako to nije zbog nestašice vode, tada je razlog prisustvo toksičnih supstanci u vodi koja treba da se tretira.



Snimio: M. Lončarević

EKOSISTEMSKE ODLIKE HIDROAKUMULACIJE MODRAC

Ideja o nastanku

Sa današnje vremenske distance gledano, cijela "priča" oko hidroakumulacije Modrac, počela je daleke 1957. godine. Tada je izdato rješenje kojim se daje vodoprivredna saglasnost za izgradnju hidroakumulacije na rijeci Spreči sa branom u tjesnacu Modrac. Rješenje je izdato od strane Uprave za vodoprivredu NR BiH Sarajevo od 12.01. 1957. godine. Narednih sedam godina bio je vremenski period u kome su završeni svi radovi koji su bili predviđeni.

U jesen 1964. godine nastaje tzv. Modračko jezero.



Rijeka Spreča nizvodno od brane Modrac

Foto: M. Lončarević

Izbor lokacije

Hidroakumulacija Modrac koja je izgrađena 1964. godine, nalazi se uzvodno od tjesnaca Modrac, i po njemu su objekat brane i hidroakumulacija dobili naziv. Uzvodno od brane jezero plavi površinu od oko 2 200 hektara. Sadržina u momentu formiranja je iznosila oko 100 miliona m³ vode ili oko 27 % od cjelokupnog godišnjeg protoka rijeke Spreče. Dužina jezerskog basena iznosi oko 14 km, sa oko 40 km slabo pristupačne jezerske obale.

Ovako impozantan vodeni objekat trebao je da ispuni zahtjeve koji su se postavljali na području Tuzlanskog basena kada je riječ o potrebnim količinama vode.

Prije formiranja hidroakumulacije Modrac, na području Tuzlanskog basena, rijeka Spreča je služila kao glavni i osnovni vodotok za snabdijevanje industrije vodom za potrebe tehnoloških procesa i za prijem otpadnih voda, industrijskih i komunalnih.

Kako drugu polovinu XX vijeka karakteriše ubrzan razvoj industrije na području Tuzlanskog basena, istovremeno se osjeća nedostatak vode, a ona se nije mogla obezbijediti samo iz rijeke Spreče. Naročito se nestašica osjećala u kritičnim godišnjim razdobljima kada rijeka Spreča ima izuzetno nizak proticaj. Za rješenje ovih problema izlaz se našao u izgradnji hidroakumulacije u slivu rijeke Spreče. Na taj način bi se omogućilo zadržavanje velike količine vode i osigurale dovoljne količine vode za sušno razdoblje.

Uz ovako prvobitno postavljen cilj namjene akumulacije, ona je takođe trebala ispuniti i sljedeće ciljeve:

- obezbijediti sigurno i kontinuirano snabdijevanje dovoljnom količinom vode za potrebe industrije Tuzlanske regije;
- da se ublaže veliki vodeni talasi i spriječi plavljenje velikih obradivih površina u dolini rijeke Spreče;
- da se omoguće melioracioni zahvati navodnjavanja Sprečkog polja i
- da se pokuša riješiti problem ubrzanog narastanja količina otpadnih voda iz industrijskih kapaciteta i gradskih naselja kroz smanjenje stepena zagađenosti vode putem ispuštanja dijela akumulirane vode, što bi u praksi značilo da se izvrši razblaženje otpadnih voda.

Da bi izbor lokacije za hidroakumulaciju odgovorio ovako postavljenim ciljevima morao je imati sistematski pristup koji će sadržavati sljedeće bitne elemente:

- bilans vode u slivu,
- prirodne uvjete,
- maksimalni kapacitet akumulacije i proticaj vode u funkciji zapremine i površine akumulacije,
- bilizinu glavnih industrijskih postrojenja – potrošača vode i
- tehnička rješenja u funkciji investicionih ulaganja.

Analizom više varijantnih rješenja, posebno kada je u pitanju zapremina buduće hidroakumulacije, za užu lokaciju izgradnje brane izabran je tjesnac Modrac. Ona je nedaleko od mjesta na kome je rijeka Turija uticala u tok rijeke Spreče i odlikuje se izvanredno pogodnim položajem. Odabrana lokacija u tom momentu skladno je objedinjavala prirodne i ekonomske uvjete. Prirodnu pogodnost za podizanje brane u tjesnacu Modrac karakteriše centralni položaj lokacije u odnosu na područje sliva. On omogućava da se hidroakumulacijom kontrolira oko 60 % slivnog područja, sa stanovišta uravnoteženja vodenog režima u slivnom području.

Izborom tjesnaca Modrac za lokaciju izgradnje objekta brane i usvajanjem optimalne kote uspora brane od 200,00 m.n.m., definirana je i lokacija hidroakumulacije. Sa istočne, jugoistočne i dijelom južne strane jezero okružuju padine planine Konjuh. Jedan dio južne strane, zatim sa jugozapada i zapada okruženje čine padine planine Ozren. Sa sjeverne strane je to brdo Tirinovac na području naselja Prokosovići, a na području naselja Bokavići tzv. Bokavićko brdo.

Sa sjeverne strane, na potezu brdo Tirinovac – Bokavićko brdo, smjestio se tjesnac Modrac na čijem suženju je izgrađena brana "Modrac". Izgradnjom brane formirana je hidroakumulacija na prostoru uzvodno od tjesnaca Modrac, u pravcu riječnih tokova rijeka Turije i Spreče, na površini koja teritorijalno – administrativno pripada općinama Lukavac, Živinice i Tuzla. Zona potapanja je uglavnom bila

skoro nenaseljena.

Područje neposredno uz hidroakumulaciju, odnosno obale, je sljedećeg geološkog supstrata:

- sjeveroistočna strana od brane prema naselju Kiseljak: serpentini, peridotiti i lerzotiti;
- od Kiseljaka prema ušću rijeke Spreče: pješčar, škriljava glina, pijesak i glina ilovača;
- istočna strana, jugoistočna, jugozapadna i zapadna strana od naselja Kiseljak preko ušća rijeke Spreče sve do puta za naselje Turija: aluvij i dolinski diluvij;
- sjeverna strana, od puta za naselje Turija do brane: serpentini, peridotiti i lerzotiti.

Osnovne morfološke karakteristike hidroakumulacije Modrac

Neposredno poslije punjenja akumulacije, pri koti uspora od 200,00 m.n.m., osnovne morfometrijske karakteristike hidroakumulacije (prema projektnoj dokumentaciji) bile su:

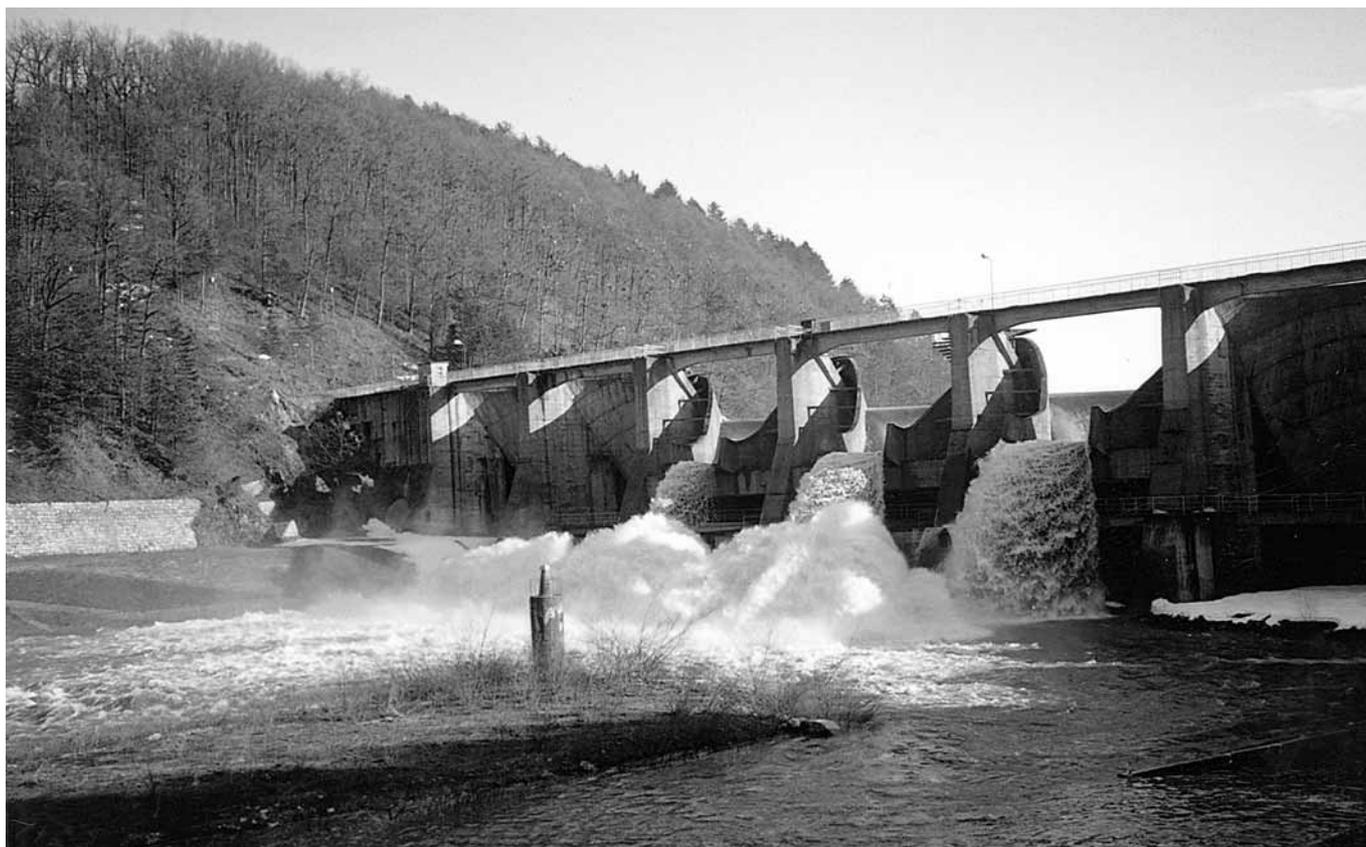
- površina.....	17,10 km ²
- ukupna zapremina.....	98 x 10 ⁶ m ³
- korisna zapremina.....	86 x 10 ⁶ m ³
- maksimalna dubina.....	18,0 m
- prosječna dubina.....	5,7 m
- maksimalna dužina.....	10 700 m
- maksimalna širina.....	1 600 m
- dužina obale.....	33 250 m.

Danas, nakon više od četrdeset godina evidentne su promjene (mjerenje iz 1985 godine) i stanje akumulacije je sljedeće:

- površina.....	16,75 km ²
- ukupna zapremina.....	88 x 10 ⁶ m ³
- korisna zapremina.....	76 x 10 ⁶ m ³
- maksimalna dubina.....	18,0 m
- prosječna dubina.....	5,2 m
- maksimalna dužina.....	10 400 m
- maksimalna širina.....	1 780 m
- dužina obale.....	34 250 m.

Karakteristike područja hidroakumulacije Modrac

Područje u kome je formirana hidroakumulacija Modrac pripada zoni kontinentalne klime. S time da je pretežno antiklinalna konfigurativnost tla čitavom prostoru dala pečat planinske klimatologije. Usljed toga ovo područje ima normalno prelijevanje četiri godišnja doba sa umjerenim zimama i ljetnim temperaturama. Na taj način se u klimatološkom pogledu šire područje hidroakumulacije Modrac svrstava u krug srednje – evropskog tipa podneblja. Mada se već konstatuju evidentna odstupanja u pogledu jasno izraženih perioda trajanja pojedinih godišnjih doba.



Brana Modrac

Foto: M. Lončarević

Prema podacima na osnovu desetogodišnjeg osmatranja (1980. – 1990. godine na Meteorološkoj stanici Modrac) srednja relativna vlažnost zraka za područje hidroakumulacije iznosi 85,3 %. Ovako visoka vrijednost ovoga parametra, svrstava ovo područje u područja sa vrlo visokom vlažnošću zraka. Količina padavina iznosi 953,5 mm.

Odnos vlažnosti klime – stanje zasićenosti atmosfere je humidnost, koja izražena kroz kišni faktor ovo područje svrstava u humidna područja.

Pokazatelji za temperaturu zraka ovo područje svrstavaju u podneblje sa umjereno toplom klimom, čija srednja godišnja temperatura iznosi 10,2 °C. Minimalna temperatura zraka je – 15,2 °C, dok je maksimalna temperatura zraka +36,0 °C.

Broj dana sa maglom iznosi u istom periodu 82 dana, i ovaj podatak ima tendenciju rasta.

Sve su češće vrlo brze promjene vremenskih prilika sa relativno većim i brzim temperaturnim oscilacijama. To je pojava koja je sve češća i širom planete, i koja bi se sa te strane uklopila u sliku globalne promjene ekoloških faktora. Naravno da to u ovom području ima svoje specifičnosti.

Hidroakumulacija Modrac s obzirom na njene morfometrijske karakteristike, površina (vodno ogledalo) i zapremina, zajedno sa klimatskim karakteristikama područja ima uticaja na klimatske i meteorološke promjene. Vrlo bitan faktor u to smislu je i po-

datak koji se odnosi na isparavanje vode iz hidroakumulacije. Prema mjerenjima na Meteorološkoj stanici Modrac, za duže vremensko razdoblje, došlo se do sljedećih podataka:

- isparavanje iz hidroakumulacije u razdoblju maj – oktobar, kreće se u rasponu od 0,79 – 4,14 mm/m² i danu;
- u prosjeku to iznosi oko 36 000 m³/dan ili 0,41 m³/sek.

Floristički sastav okoline jezera

Okolina jezera u pogledu florističkog sastava je primjer biljnih zajednica u brdskim predjelima. Ako krenemo sa područja koje administrativno pripada općini Tuzla, a to je najmanji dio obalskog područja hidroakumulacije, može se konstatovati da je to područje uglavnom prekriveno šumom bora koja je antropogenog porijekla. Manji dijelovi šumskog pokrivača neposredno uz obalu su stabla listopadnog drveća (hrast, breza, lipa...).

Prelazeći na područje koje administrativno pripada općini Živinice, dolazimo u područje koje se odlikuje visokim procentom vlažnosti zemljišta. To je mjesto ušća rijeke Spreče u jezero. Širok pojas koji obuhvata tok rijeke Spreče neposredno prije ušća, kao i samo ušće, čini predio obrastao grmovima vrbe. Ovo područje se znatan dio vremena u toku kalendarske godine nalazi pod vodom.

Na ovo područje se dalje nastavljaju obradive površine. Na jednom dijelu ovih površina pod antropogenim uticajem obrazovane su površine na kojima su vegetacije kultivisanih i selektiranih biljnih vrsta. U prvom redu su to površinske kulture, a znatno rjeđe su zastupljene žitarice. Znatniji dio ovih površina čine livade. Najrasprostranjenije su dolinske i brdske livade. Brdske livade se nalaze u uslovima razvođa na padinama brdskih ili planinskih reljefa, na uzdignutim mjestima gdje se ne osjeća dejstvo poplavnih voda niti riječnog toka. Ovo su odlike livadskih površina oko hidroakumulacije Modrac. Livade se tokom godine kose čime se efikasno uništavaju mladice šumskog drveća. Na ovim livadama se takođe nalaze različite vrste pitomih domaćih sorti voća. Stabla ovih voćaka se nalaze uglavnom na ivicama livada. U zadnje vrijeme je primjetno podizanje uređenih voćnjaka.

Na zapadnoj strani hidroakumulacije je ušće rijeke Turije. Ovo je prostor koji je identičan onome pri ušću rijeke Spreče. On i veličinom približno odgovara prostoru na ušću rijeke Spreče. On se nalazi na teritoriji koja administrativno pripada opštini Lukavac. I ovdje preovladava zajednica niskih grmova vrbe, a prisutna je i trska iz roda *Phragmites* i rogoz iz roda *Thypha*. Manji dio površine na ušću rijeke Turije je tokom cijele godine pod vodom i poprima karakteristike bare. Na različitoj udaljenosti od jezerske obale, kao i u cjelokupnom slivu hidroakumulacije je pojas



Jedan pogled na Tuzlu

Foto: M. Lončarević

crnogoričnih i listopadnih šuma. Optimalni temperaturni uslovi (sr.t. najtoplijeg mjeseca je od 13 – 23 °C) sa dosta padavina omogućavaju bujan razvoj šuma.

Vegetacija vodenih biljaka

Radi se o tipičnoj močvarnoj i barskoj vegetaciji. Zastupljene su tipične biljke karakteristične za vegetaciju slatkih voda, odnosno zajednice submerznih i flotantnih biljaka u eutrofnim sporotekućim i stajaćim vodama (*Potamogeton sp.*, *Trapa sp.*, *Polygonum sp.*, *Batrachium sp.*).

Živi svijet hidroakumulacije Modrac

Svi ekološki i biološki uslovi, fizička svojstva i hemizam vode, količina fitoplanktona i zooplanktona, bentosa i vodene vegetacije, kao i prehrambeni odnosi u akumulaciji Modrac pokazuju odlike eutrofije. Stoga je u njemu moguć život sljedećih vrsta riba: štika, bodorka, klijen, crvenperka, bolen, linjak, podust, krkuša, zela, deverika, šaran, mrena, vijun, som, grgeč, smuč, balavac i dr.

Na području oko hidroakumulacije Modrac mogu se primijetiti različite vrste ptica. Neke od njih se odlikuju prilagođenošću za život u vodenim biotopima. Ta prilagođenost se odlikuje kod nekih vrsta plovnim kožicama na nogama:

- veliki ronac - *Mergus sp.*
- gnjurac – *Podiceps sp.*
- crna liska - *Fulica sp.*
- kormoran - *Phalacrocorax sp.*

Neposredno uz objekat brane na području lokaliteta šume hrasta Bokavićkog brda, je stanište kolonije sive čaplje (*Ardea cinerea*) . Njene duge tanke noge omogućavaju da se kreće po priobalju u potrazi za hranom. Takođe u manjem broju povremeno zastupljen i galeb.

Okolne površine šumskih kompleksa i brdskih livada su idealna staništa za veći broj vrsta ptica: golubovi (*Columbidae*), sove (*Strigidae*), jastrebovi (*Accipitridae*), vrane (*Corvidae*), svrake (*Pica sp.*), fazan (*Phasianus colchicus*), sjenica, lasta, čvorak, vrbac, kreja, crvendać i dr.

Šume koje su u neprednoj blizini hidroakumulacije, siromašne su drugom divljači. Ove šume su bile meta intenzivne gradnje vikend naselja čime je narušena njihova pogodnost prirodnoga staništa šumske divljači. U malom broju danas se mogu vidjeti vjeverice, divlji zec, kuna, lasica. U zimskom periodu, kada vjerovatno zbog potrage za hranom spusti se i do obala jezera, može se vidjeti lisica i to vrlo rijetko. Prisustvo ostale divljači nije konstatovano.

Detaljnija istraživanja živog svijeta na području hidroakumulacije Modrac nisu sprovedena u mjeri koja bi dala kompletnu sliku stanja na ovom području.

Zagađivači hidroakumulacije Modrac

Sliv rijeke Spreče je relativno najobimniji i najsloženiji bosansko - hercegovački recipijent otpadnih voda i čvrstih tvari – industrijskog i organskog porijekla. U slivnom području hidroakumulacije, prema popisu površinskih voda, registrovano je 15 većih zagađivača kao i značajan broj neregistrovanih zagađivača. Oni svoje otpadne vode ispuštaju u otvorene vodotoke uglavnom bez prečišćavanja.

Registrirani zagađivači su:

- Rudnici uglja (površinski kopovi),
- Rudnici uglja (separacije),
- Stočna farma Kalesija (u međuvremenu ugašena),
- Metalna industrija "Helios" Banovići,
- Drvna industrija "Konjuh" Živinice,
- Metaloprerađivačka industrija Živinice,
- Mlinsko – pekarska industrija Tuzla,
- Kanalizacija naselja: Kalesija, Banovići i Živinice.

Neregistrirani zagađivači su:

- Aerodrom "Dubrave",
- Poljoprivredno dobro "Spreča",
- Zanatska proizvodnja i manji industrijski pogoni,
- Kavezni uzgoj riba na hidroakumulaciji (obustavljen),
- Javne plaže na hidroakumulaciji,
- Seoska naselja u slivu,
- Urbane površine u naseljima,
- Saobraćajnice i dr.

Od svih registriranih zagađivača samo pogoni separacije u Banovićima i Đurđeviku, kao i farma krava u Kalesiji, imaju izgrađena postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Ona uglavnom nisu u funkciji zbog dotrajalosti dijela opreme ili zbog značajnih eksploatacionih troškova rada postrojenja koji opterećuju proizvodnju.

Prema podacima iz ranijih godina, ukupan teret zagađenja koji se preko otpadnih voda unosio u površinske vode, odnosno u hidroakumulaciju Modrac od strane zagađivača u slivu akumulacije odgovarao je teretu zagađenja od 750 000 ES (ekvivalent stanovnika).

Posljedica upuštanja značajnih količina otpadnih voda u vodotoke sliva hidroakumulacije, koji se inače prema zakonskim propisima kategoriju u II kategoriju površinskih voda (II klasa voda), jeste da su danas svi vodotoci u trećoj ili četvrtoj klasi voda.

Normalno je očekivati da zagađeni vodotoci, koji se ulijevaju u hidroakumulaciju Modrac, imaju značajnog uticaja i na pogoršanje kvaliteta vode hidroakumulacije.

Sadašnje stanje vode hidroakumulacije Modrac

Danas kada smo ušli u XXI vijek možemo o nekim događajima koji su obilježili XX vijek na nekom području govoriti sa više objektivnosti. Dešavanja u određenom vremenskom periodu na nekom području



Sumrak na jezeru Modrac

Foto: M. Lončarević

čju imaju tendenciju uticaja na relativno kraći ili duži vremenski period poslije. Slobodno se može istaći da jedan takav događaj koji je obilježio drugu polovinu XX vijeka na području općine Lukavac jeste odluka o izgradnji hidroakumulacije Modrac.

Čin donošenja odluke o izgradnji i dalji praktični koraci ka njenoj realizaciji značili su da će se desiti niz promjena na lokalitetu predviđenom za izgradnju hidroakumulacije Modrac.

Lokacija na kojoj se nalazi hidroakumulacija Modrac je sastavni dio prostrane Sprečke doline. To je prije izgradnje hidroakumulacije bilo plodonošno polje. Okolno stanovništvo se uglavnom bavilo zemljoradnjom i stočarstvom. Stanovništvo koje danas živi na obalama hidroakumulacije naseljava sljedeća mjesta:

1. na području općine Tuzla – naselje Kiseljak;
2. na području općine Živinice – naselja Priluk i Šerići;
3. na području općine Lukavac – naselja Poljice, Babice, Bikodže, Prokosovići, Modrac i Bokavići.

Izgradnjom hidroakumulacije, tradicionalno zanimanje stanovništva sa područja koje gravitira akumulaciji se mijenja. Zemljoradnja koja je bila izvor sredstava za egzistenciju sada je svedena na veoma male obradive površine koje čine okućnice domaćinstava u naseljima oko hidroakumulacije. Izvor sredstava za egzistenciju sada postaje industrija sa svojim kapacitetima u Tuzli i Lukavcu, te jednim manjim dijelom u Živinicama. To znači da ista ona industrija koja je bila uzrokom potapanja obradivih površina i time gašenja izvora sredstava za egzistenciju, sada je ta koja treba obezbijediti ili nadomjestiti izvor sredstava za egzistenciju.

Novi izvor sredstava za egzistenciju se pokazao kao dobro rješenje za veliki procenat stanovništva. I to je ujedno bio poticaj za dalju industrijsku ekspanziju na ovom području. Ono što je u tim prvim godinama bilo vjerovatno u drugom planu, danas je gorući problem kako hidroakumulacije tako i mogućih implikacija na njenu okolinu. Radi se o problemu zagađenja vode hidroakumulacije Modrac.

Voda hidroakumulacije se prikuplja sa veličinom imponantnog slivnog područja čija površina iznosi oko 1189 km². Od toga pripada slivu rijeke Spreče 832 km², slivu rijeke Turije 240 km² i neposrednom slivu akumulacije 117 km². Izneseni podaci jasno ukazuju na to da glavna vodena potencijala hidroakumulacije potiče od rijeke Spreče i njenog sliva. To implicira da i zagađenje vode hidroakumulacije uglavnom dotiče rijekom Sprečom.

Akumulacija se sve više i brže zapunjuje nanosom. Time se smanjuje dubina jezera kao i korisna zapremina vode. O kakvom se efektu radi može se najbolje vidjeti kada u vrijeme sušnog perioda nivo vode jezera smanji. Tada se pojave površine prekri-

vene muljem sa kojih se širi neugodan miris. Ako se uzme u obzir da će se aktivirati ponovno površinski kop Turija, to će značiti da će pored rijeke Spreče i rijeke Turija povećati unos nanosa u hidroakumulaciju.

Sječa šume u slivnom području hidroakumulacije je ogromana po kvantitetu, a efekat toga su puste ogoljele površine. Ove površine su zahvaćene procesom erozije tla koje se u konačnici odnosi u velikom procentu u akumulaciju. Šuma ima izuzetno veliki utjecaj na vodni režim jezera i na kvalitet vode u njemu. Prema postojećim podacima način korištenja zemljišta u slivnom području hidroakumulacije je:

- obradivo zemljište.....	43,46 %
- pašnjaci i livade.....	6,66 %
- šume.....	48,85 %
- goleti.....	1,03 %

Ovo su podaci koji se sada moraju uzeti sa ozbiljnom rezervom. Procenat područja pod šumom je sigurno u značajnom padu, a procenat područja pod goleti u porastu. Naime oko hidroakumulacije, a i u cjelokupnom njenom slivnom području bio je formiran stabilan zaštitni šumski pojas. U njemu je provedena kontrolirana sječa stabala, sa obaveznim pošumljavanjem površina na kojima je izvršena sječa. Taj pojas je u zadnjih petnaest godina degradiran u velikoj mjeri, i taj se proces nesmanjenim intenzitetom nastavlja. To se već pokazuje kao veliki nedostatak. Zadnjih deset godina (1995 - 2005) već su zabilježene velike štete od poplava, kako uzvodno od hidroakumulacije, tako i nizvodno. A upravo jedan od ciljeva koji se trebao postići izgradnjom hidroakumulacije je bio da se spriječi plavljenje velikih obradivih površina i naselja u slivu akumulacije. Dešavaju se vode 1/100 godina i dešava se bujično slivanje vode. Na mjestu gdje su bile šume, sada su goleti tako da se vrlo malo vode za vrijeme kiša zadržava, a znatni dio se bujično slije.

Radi ilustracije, jedana srednje dobna bukova šuma (kakve je bilo u velikom procentu u slivnom području a koja nekontrolisano nestaje) ima bolji retencioni faktor na jednom nagnutom terenu (teren kose ekspozicije) od poljoprivrednog zemljišta devet puta. To znači, pri jakom ljetnjem pljusku, koji najčešće podrazumijeva velike padavine, u takvim prilikama na tako formiranoj sastojini, voda se zadržava devet puta bolje. Zadržava se na granama, na lišću, deblu, te stelji koja najveći dio oborina apsorbira. Zato je potrebno da se posebna pažnja posveti šumama, čiji je uticaj izuzetno bitan za vodni režim jezera Modrac. Treba pristupiti stvaranju (obnavljanju) zaštitnog šumskog pojasa.

Ako je prvobitna namjena akumulacije bila da ona služi kao rezervoar industrijske vode, danas se ponovno aktueliziraju mogućnosti njenog korištenja i za druge potrebe. Međutim, prije bilo kakvog razma-

tranja mogućnosti korištenja hidroakumulacije i uprednog korištenja i njene okoline, jer su to neraskidiva dva dijela iste cjeline – ekosistema – nameće se problem degradacije ovoga kompleksa.

Efekat zagađenja jezera Modrac se nužno već reflektira i u narednom periodu će se reflektirati značajnije na okolinu ako se tom problemu ne priđe sveobuhvatno. Kako se sva dešavanja na hidroakumulaciji po pitanju zagađenosti odražavaju na živi svijet u vodi akumulacije, živi svijet oko akumulacije, to se svakako određeni uticaj prenosi i na ljude. Prema procjeni danas u slivu hidroakumulacije Modrac živi oko 130 000 stanovnika. Od toga oko 20 000 direktno na slivu akumulacije iz čega proizilazi da je naseljenost u slivu 110 stanovnika/km². Zato je krajnje vrijeme da se postavi stalni naučni monitoring praćenja svih promjena na ovoj hidroakumulaciji. To bi bio fundamentalno značajan podatak koji bi dao smjernice daljnjih pravaca djelovanja.

Akumulacija Modrac na užem i širem području ima uticaja na promjenu klimatskih i meteoroloških uvjeta. Taj utjecaj se osjeća kod promjena:

- vlažnosti zraka,
- sadržaja vodene pare u zraku i
- češćim pojavama magle u neposrednoj blizini akumulacije.

Iako je aktualno “zdravstveno stanje” i najzagađenijih ekosistema rezultat preživljene dinamike narušavanja prirodnih uvjeta, uvijek su moguće i efikasne mjere za ublažavanje i saniranje nepoželjnih uvjeta. Neophodna je hitna i potpuna inventarizacija i definicija “katastra” svih polutanata i drugih antropogenih utjecaja na longitudinalnom profilu Sprečkog sliva, respektirajući njihovu prostornu distribuciju, kvalitativne i kvantitativne pokazatelje, dinamiku, intenzitet i ritmiku kao i ostale bitne odrednice. U tom smislu neophodno je i kompetentno normirati kompezacijske obaveze najdestruktivnijih industrijskih zagađivača, čime bi se mogla obezbijediti neophodna glavna materijalna podrška u akcijama zaštite i obnove resursa hidroakumulacije.

Jezero Modrac ima svoj ekološki potencijal i konstatacija da jezero ima mogućnost samoprečišćavanja zbog svoje ogromne zapremine, od blizu 100 miliona m³ vode, nije tačna. Već četrdeset godina, pored svoje osnovne namjene, služi i kao taložnik otpadnih voda, i za deponovanje prevelikih količina ugljene prašine i jalovine sa površinskih kopova. Period od proteklih četrdeset godina je vrijeme u kome se hidroakumulacija uglavnom samo koristila, a da joj se nikako ili vrlo malo vraćalo. To je inače bio prepoznatljiv identitet prošlih vremena ili bolje rečeno nas samih. O mogućnostima naseljavanja novih vrsta u ekosistem jezera izgleda da nije vršeno ozbiljnije razmatranje (npr. pored dvije glavne pritoke, rijeka Spreče i Turije, tu je čitav niz manjih rječica i po-

toka koji se ulijevaju u jezero, a koje bi mogle biti stanište dabrova, vidri, vrsta riba iz porodice *Salmonidae*...).

Elementi okolice kao što su zrak, voda, zemlja, vegetacija, objekti stvoreni ljudskim radom i drugo uvijek se nalaze u nekom prostoru i svojim međusobnim djelovanjem čine cjelinu sa određenim vrijednosnim karakteristikama. To je na ovim prostorima hidroakumulacija Modrac koja uskoro zbog nepoduživanja nikakvih mjera na sanaciji i zaštiti u cilju njenog očuvanja može lahko izgubiti svoje upotrebne i nezamjenjive vrijednosti.

Biodiverzitet počiva na biološkoj taksonomskoj raznolikosti, pa ekologiju uvijek prati ekonomija čiji odnos počiva na uzajamnosti, da bi se održao ekološki ekvilibrijum.

Zaključak

S obzirom na činjenicu da za oko 40 godina postojanja hidroakumulacije, nikada nisu provedena cjelovita istraživanja njenog živog svijeta, te stratešku važnost hidroakumulacije Modrac, u centar pažnje istraživanja bi trebalo postaviti utvrđivanje sadašnjeg stanja ekosistema akumulacije i njenog živog svijeta. Definirati najveće zagađivače (stalne i povremene) i najčešće zagađujuće materije i odrediti pravce djelovanja i mjere zaštite.

U perspektivi, na akumulaciji Modrac bi trebalo napraviti jednu hidrobiološku stanicu, na kojoj bi se svakodnevno pratili osnovni hemijski i fizički parametri kvaliteta vode i registrovale sve uočene promjene.

Istovremeno sa praćenjem fizičko – hemijskih karakteristika kvalitete vode, neophodno je uspostaviti permanentni monitoring živog svijeta u skladu sa postojećim Zakonom o vodama i okvirnim preporukama i Evropskom direktivom za vode (*Water Framework Direktive – 2000*).



REDOXPOTENCIJAL KAO INDIKATOR ZAGAĐENOSTI POVRŠINSKIH VODOTOKA SA POSEBNIM OSVRTOM NA PRISUSTVO TEŠKIH METALA

UVOD

Nagli razvoj tehnologije i tehničke civilizacije nesumnjivo da korjenito mijenja čovjekov odnos prema prirodi i prirodnim okvirima života. Neviđeni porast proizvodnih snaga društva ima obilježje naučno tehnološke revolucije koja obuhvata sve sfere života.

Prirodna voda je bogata raznim primjesama, a njena količina i kvalitet zavise od mjesta izvorišta i pažnje koja se posvećuje njenoj zaštiti. Ranije česte pojave epidemija, naročito u većim naseljenim područjima, primorali su ljude da razrade metode čišćenja i dezinfekcije vode.

Jedna od razvijenijih i najčešće korištenih metoda je oksidaciono - redukciona.

Oksidaciono-redukcione reakcije imaju veliki teorijski i praktični značaj. Ti procesi izazivaju mnoge pojave u hemiji, biologiji i tehnici.

Tako se, napr. mnogi metodi prečišćavanja prirodnih i otpadnih (zagađenih) voda, baziraju na oksidaciono-redukcionim reakcijama. Takve metode su: biološko prečišćavanje otpadnih voda, katalitičko razaranje organskih materija sa kiseonikom iz vazduha, izdvajanje kiseonika iz vode za proizvodnju energetske pare, izdvajanje željeza i mangana iz vode, dezinfekcija vode, dehlorinacija vode hemijskim i fizičko-hemijskim metodama i dr.

Također na oksidaciono-redukcionim reakcijama baziraju se analize prirodnih i otpadnih voda kao što je npr. određivanje koncentracije rastvorenog kiseonika u vodi, oksidativnost vode, sadržaj ukupnog željeza, aktivnog hlora i drugih materija koje zagađuju vodu

Voda je izvor čitavog života na Zemlji i još uvijek je osnova našeg postojanja. Naravno, tako će biti i u budućnosti, i ne postoji ništa što je može zamijeniti. Ako je ovo spoznaja koja je veoma važna za život čovjeka na ovoj planeti, naš je zadatak da ovom problemu posvetimo posebnu pažnju.

Ovoga puta ćemo više pažnje posvetiti specifičnim zagađivačima površinskih vodotoka, koji mogu ugroziti i podzemne vodotoke, a time i direktno zdravlje čovjeka.

Veliku opasnost predstavlja hemijska industrija koja prema nekim podacima svoju proizvodnju svake godine dvostruko povećava, a u tome posebno veliki problem predstavlja proizvodnja novih spojeva koji su, nažalost, nerijetko veoma toksični.

Voda se smatrala kao neograničen recipijent, te je zbog takvog mišljenja godinama tretirana kao odlagalište za otpadne industrijske vode, što je na kraju rezultiralo naglim opadanjem kvaliteta površinskih vodotoka. Jedan od važnih indikatora zagađenosti površinskih vodotoka je i **redox potencijal, naročito teškim metalima**

REDOX potencijal

Pri toku reakcije II reda javlja se redox potencijal između oksidacione i redukcione forme materije. Na primjer, potapanjem metala u rastvor njegove soli javlja se određeni potencijal između jona metala, koji se nalaze u rastvoru i samog metala. Takav proces može se prikazati reakcijom kao što je ova:

Me^0 -oksidacija -ne $-Me^{n+} + +ne$ ----- redukcija

Oxidaciono-redukzione reakcije imaju veliki značaj za identifikaciju kvaliteta vode.

Mjerenje vrijednosti redoxpotencijala koja daje informacije o redox-oksidacionim karakteristikama u uzorcima vode, daje nam veoma važne informacije o zagađenosti površinskih vodotoka. Tako, ako su prisutne samo organske tvari, npr. proteini, takvi agensi reaguju brzo toksično, slično amonijaku ili nitratima.

Reduktivni agensi smanjuju redox potencijal. U takvim slučajevima veoma su bitni oksidacioni agensi kao što su kisik ili više intenzivni ozon.

Nasuprot ovoj konstataciji, ozon može biti dobra degradacija ili sterilizacija, gdje je redox potencijal indikator za stepen degradacije. Neko vrijeme pri vrijednostima redox potencijala od oko 200mV traje biološki rat gdje pri 300mV ostaje samo 10% od prisutnih formacija, a pri 400mV, samo 1% pojaviti će se organskih formacija neophodnih za sistem.

Veoma visok redox potencijal ukazuje na apsolutnu sterilnost, što nije preporučljivo za vodene ekosisteme.

Redox reakcije možemo staviti u određeni niz, prema nastalom oksido-redukcionom potencijalu u tzv. naponski niz.

E_o - određene su u odnosu na potencijal normalne vodonikove elektrode.

Oxidaciona forma materije sa većim potencijalom je oxidans za reduciranu formu sa nižim potencijalom i obratno, redukciona materija je reducent oxidacione forme sa višim oxidacionim potencijalom.

Npr. molekularni kiseonik u kiseloj sredini ima potencijal E_o = 1,23 V, prema navedenom kiseonik sa ovim potencijalom može biti oxidans za sve procese koji imaju manji oxidaciono redukcionu potencijal.

Kao primjer, navest ćemo veoma izražajan redox potencijal na rijeci Spreči, gdje se prema prikazanim podacima može zaključiti da se odvija veoma intenzivan oksido redukcionu proces.

Prisustvo teških metala može biti veoma intenzivno, a preko vode i ribljeg fonda veoma lako može biti pogubna za čovjeka.

Pošto se radi o veoma ozbiljnoj problematici pokušat ćemo prezentirati rezultate redox potencijala koji se u najnovije vrijeme mjeri i daje rezultate preko automatskih stanica.

Na tabeli su prikazani redox potencijali rijeke Drine paralelno sa rijekom Bosnom i rijekom Sprečom

Računanje oxiredukcionog potencijala

Oxidisane i redukzione forme bilo koje materije, koja se nalazi u vodenoj sredini, tako kad se uspostavljanja dinamičke fizičko-hemijske ravnoteže u datom sistemu imamo odnose;

datum	Redox. pot mV min. vrij.	Redox. pot mV sred. vrij.	Redox. pot mV max. vrij.
1.1.2003 0:00	350	-457,545	-418
2.1.2003 0:00	350	-518,917	-505
3.1.2003 0:00	400	-510,458	-505
4.1.2003 0:00	400	-499,75	-494
5.1.2003 0:00	400	-488,458	-477
6.1.2003 0:00	350	-493,292	-486
7.1.2003 0:00	350	-479,792	-475
8.1.2003 0:00	300	-300,083	51
9.1.2003 0:00	300	196,5	263
10.1.2003 0:00	400	275,583	285
11.1.2003 0:00	350	285,417	287
12.1.2003 0:00	400	287,75	289
13.1.2003 0:00	400	288,083	291
14.1.2003 0:00	400	278,375	286
15.1.2003 0:00	400	269,333	281
16.1.2003 0:00	400	236,375	276
17.1.2003 0:00	400	169,042	253
18.1.2003 0:00	450	50,917	145
19.1.2003 0:00	450	-79,167	-9
20.1.2003 0:00	450	-185,25	-106
21.1.2003 0:00	450	-244,583	-225
22.1.2003 0:00	450	-266,5	-254
23.1.2003 0:00	450	-333,667	-287
24.1.2003 0:00	400	-117,292	-36
25.1.2003 0:00	400	-193,875	-44
26.1.2003 0:00	400	-393,917	-320
27.1.2003 0:00	450	-349,958	-287
28.1.2003 0:00	450	-291,5	-268
29.1.2003 0:00	450	-190,5	-47
30.1.2003 0:00	450	30,5	150
31.1.2003 0:00	450	-81	247
minim.mjes.vrijed.	300,00	-518,917	-505
max.mjes.vrijed.	450,00	288,083	291
sred.mjese.vrijed.	403,23	-132,504	-69
BOSNA			
1.2.2003 0:00	450	-324,167	-102
2.2.2003 0:00	450	-406,042	-270
3.2.2003 0:00	450	-465,708	-462
4.2.2003 0:00	450	-447,708	-428
5.2.2003 0:00	450	-435,333	-430
6.2.2003 0:00	350	-367,917	-267
7.2.2003 0:00	400	-283,292	-271
8.2.2003 0:00	450	-138,542	-1
9.2.2003 0:00	450	-132,875	-63
10.2.2003 0:00	450	-229,25	-108
11.2.2003 0:00	450	-434,125	-305
12.2.2003 0:00	450	-478,167	-477
13.2.2003 0:00	450	-480,708	-477
14.2.2003 0:00	450	-481,833	-480

15.2.2003 0:00	450	-479,958	-475
16.2.2003 0:00	450	-471,917	-455
17.2.2003 0:00	450	-463,333	-453
18.2.2003 0:00	450	-472,833	-469
19.2.2003 0:00	450	-472,167	-469
20.2.2003 0:00	450	-458,458	-453
21.2.2003 0:00	450	-457,458	-453
22.2.2003 0:00	450	-460,708	-457
23.2.2003 0:00	450	-82,667	136
24.2.2003 0:00	450	233,5	270
25.2.2003 0:00	450	248,917	288
26.2.2003 0:00	450	224,458	289
27.2.2003 0:00	450	130,583	279
28.2.2003 0:00	450	64,292	258
minim.mjes.vrijed.	350,00	-481,833	-480
max.mjes.vrijed.	450,00	248,917	289
			-
sred.mjese.vrijed.	444,64	-286,551	225,17 9
Spreča			
1.3.2003 0:00	450	-72,208	47
2.3.2003 0:00	450	-172,75	-131
3.3.2003 0:00	450	-191,792	-145
4.3.2003 0:00	450	-254,292	-225
5.3.2003 0:00	400	-304,583	-289
6.3.2003 0:00	400	-391,667	-310
7.3.2003 0:00	400	-470,875	-458
8.3.2003 0:00	400	-473,417	-467
9.3.2003 0:00	450	-478,958	-472
10.3.2003 0:00	450	-484,75	-481
11.3.2003 0:00	450	-487,25	-486
12.3.2003 0:00	450	-484,083	-481
13.3.2003 0:00	400	-452,208	-299
14.3.2003 0:00	350	-251,125	-220
15.3.2003 0:00	350	-288,083	-207
16.3.2003 0:00	400	-297,292	-210
17.3.2003 0:00	400	-169,792	-125
18.3.2003 0:00	400	-231,292	-164
19.3.2003 0:00	450	-419,333	-289
20.3.2003 0:00	450	-476,625	-472
21.3.2003 0:00	450	-469,458	-427
22.3.2003 0:00	500	-461,125	-409
23.3.2003 0:00	450	-469,167	-417
24.3.2003 0:00	450	-468,708	-423
25.3.2003 0:00	450	-485,875	-479
26.3.2003 0:00	450	-479,083	-470
27.3.2003 0:00	450	-461,542	-442
28.3.2003 0:00	450	-455,667	-437
29.3.2003 0:00	450	-96,875	41
30.3.2003 0:00	450	107,25	276
31.3.2003 0:00	350	165,917	297

U praksi se češće koriste odnosi između jona vodonika i molekularnog vodonika. Na osnovu tih rezultata može se zaključiti da li se odvijaju aerobni ili anaerobni procesi. Dakle redox potencijal je veoma važan kod analize površinskih vodotoka.

Diskusija i rezultati

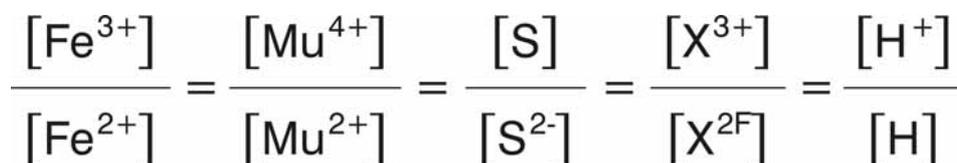
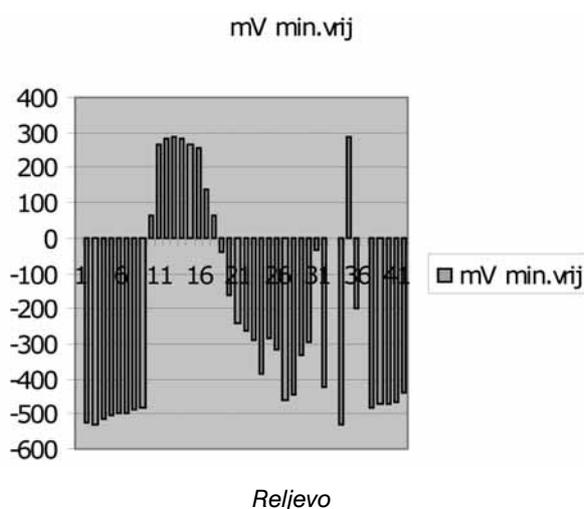
Standardni oksido-redukциони potencijali daju mogućnost ili nemogućnost postojanja ove ili one materije u datoj sredini; npr u vodi u prisustvu rastvorenog kiseonika ne može egzistirati sumporvodoničnik, sulfiti i druge materije sa manjim oksidaciono-redukcionim potencijalom.

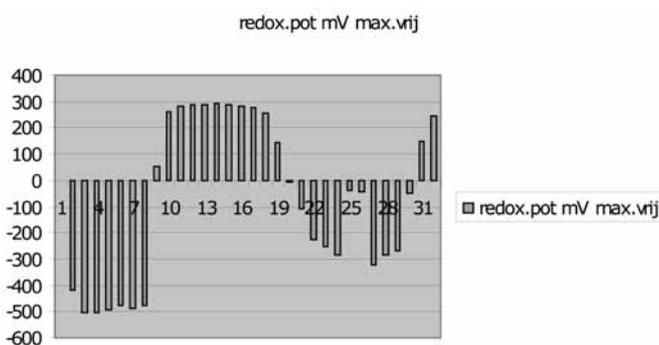
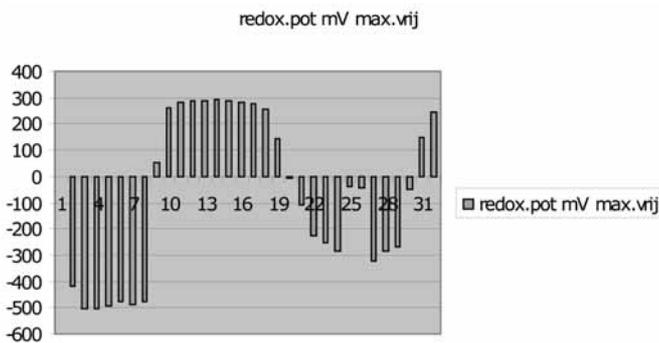
Na tabelama su prikazani uzastopni mjesečni (dnevni) rezultati redox potencijala jedne veoma zagađene lokacije rijeke Bosne na automatskoj stanici Reljevo. Mjerenja su prezentirana svakodnevno za jedan mjesec i može se zaključiti slijedeće:

Na stanici Reljevo su rezultati koji nam daju informaciju da se intenzivno odvijaju redox reakcije na osnovu čega možemo zaključiti o veoma teškoj zagađenosti rijeke. Maximalna vrijednost redox potencijala na ovoj stanici je veoma visoka, što ukazuje na vrlo tešku situaciju, čemu bi se moralo pristupiti veoma ozbiljno, obzirom da sistem za prečišćavanje rijeke Miljacke u Butinama ne funkcioniše.

Analizirajući druge automatske stanice, također, se može zaključiti da se odvijaju oksidaciono-redukциони procesi, što nas upućuje na potrebu detaljnije analize površinskih vodotoka, naročito zbog realne opasnosti od prisustva teških metala.

Teški metali imaju veoma toksično dejstvo, a preko ribljeg fonda unosi se direktno u čovjekov organizam gdje može doći do veoma teških komplikacija. Rezultati su paralelno prikazani i dijagramski i to maksimalne koncentracije za svaku rijeku pojedinačno.





Toxično dejstvo nekih teških metala.

Živa

Poznato je da je živa veoma toksična i akumulira se u čovjekovom organizmu.

Da bi izbjegli trovanje živom potrebno je poznavati njene izvore iz kojih dospijeva u površinske vodotoke.

Mehniizam dejstva žive na organizam nije dovoljno proučen. Dugotrajno unošenje ovog toksika djeluje neurotoksično i u slici hroničnog oboljenja živom, preovlađuju znaci oštećenja centralnog nervnog sistema. Vezivanjem žive za enzimske sisteme dolazi do poremećaja tubularne reapsorpcije

U teškim slučajevima prouzrokovanim peroralnim uzimanjem živinog sublimata dolazi do oštećenja bubrega sa znacima akutne bubrežne insuficijencije. Također, ako se proces duže nastavi, može doći i do ispadanja zuba.

Trovanje može biti akutno i hronično.

Krom

Štetni efekti kroma i njegovih jedinjenja mogu se podijeliti na toksične, alergijske i kancerogene.

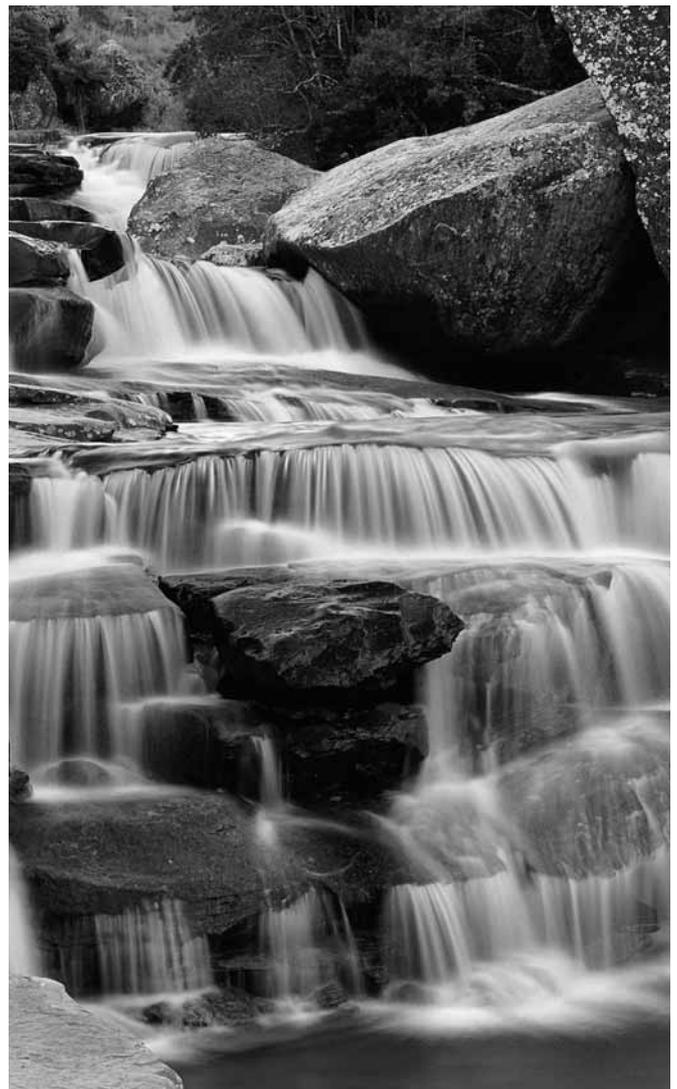
Toksični efekti manifestuju se promjenama na koži i nosnoj sluzokoži. Na koži se mogu pojaviti ulceracije karakterističnog izgleda koje liče na ptičije oči.

Imajući u vidu kakve posljedice mogu da izazovu ovakva zagađenja vode, neobično je važno ovim pitanjima posvetiti dužnu pažnju i brigu, i, koliko god je to moguće, takve pojave prevenirati, odnosno kada već se dogode, neodložno i hitno sanirati.

Kako u našoj zemlji još uvijek nije dovoljno razvijena svijest o potrebi očuvanju prirode, a naročito površinskih vodotoka, gdje su neki pretvoreni čak u deponije različitog otpada, neophodno je vršiti stalnu edukaciju stanovništva o ovim pitanjima, naročito preko elektronskih medija kao očigledno najuticajnijih, ali i preko vaspitno-obrazovnih institucija o primarnoj važnosti življenja u zdravoj i čistoj prirodnoj sredini.

Literatura;

1. Patil, U., Shirsh, R, (2003.), Kaushal "GIS based AIR Polution Surfrace Modeling", the Annual Informational Conference New Delhi.
2. Rao, M. N, Rao,V. N, (2001.), "Airr polution", Tata MacGraw Publising Compani Limited, pgs 269-27, New Delhi
3. Bar Giora, Sh., Sela; "La poluttion ptentialleet reale des etablesbetails (Gaallilee et Golan) pour les eauh du lacKinnerte", Israel, Jerushalaim
4. Borrough, P. A. (1988.); "Principales of Geographical Information Systems", McDonnell, R. A. Ooxford University Press Inc, New York.



NOVI STANDARDI U ANALIZI GUBITAKA VODE U VODOOPSKRBNIM SISTEMIMA

Sažetak

Jedan od najznačajnijih činitelja u gospodarstvu vodom u javnim vodoopskrbnim sistemima je svođenje gubitaka vode na realni i ekonomski minimum. Gubici vode se pojavljuju u svim vodoopskrbnim sistemima a količina gubitaka ovisi o starosti sustava, konfiguraciji i vrsti terena, vrsti i kvaliteti materijala cjevovoda i ostalih elemenata, vrsti i broju potrošača (prikjučaka), pritisku u sistemu, stupnju tehnološkog razvoja i opremljenosti poduzeća koje upravlja sistemom, organizaciji, edukaciji itd.

Radi uspješnijeg rješavanja problematike gubitaka vode u vodoopskrbnim sistemima nužno je započeti sa primjenom najnovijih svjetskih standarda koji omogućuju određivanje stvarnog stanja u sistemu a time i realno planiranje potrebnih mjera, ciljeva, praćenje uspješnosti realizacije i uspoređivanje sa drugim sistemima.

Ključne riječi: bilans vode, stvarni gubici, neizbježni gubici, ILI indikator

Dosadašnja praksa prikaza gubitaka

Dosadašnja praksa podrazumjeva prikaz gubitaka u % u odnosu na ukupni ulaz vode u sistem i nefakturisane količinu vode (engl. NRW – Non-Ravenue Water), razlika između zahvaćene/kupljene količine i prodane/fakturisane količine vode.

Međutim ovaj način prikaza gubitaka ne daje pravu sliku uspješnosti rješavanja problema gubitaka tj. efikasnost upravljanja vodoopskrbnim sistemom s gledišta gubitaka vode.

Problematičnost prikaza gubitaka u % sve je više prepoznata i u pojedinim zemljama u svijetu krenulo se na utvrđivanje novih standarda koji bi omogućili kvalitetniju analizu, određivanje prioriteta, praćenje učinkovitosti i usporedbu između pojedinih vodoopskrbnih sistema.

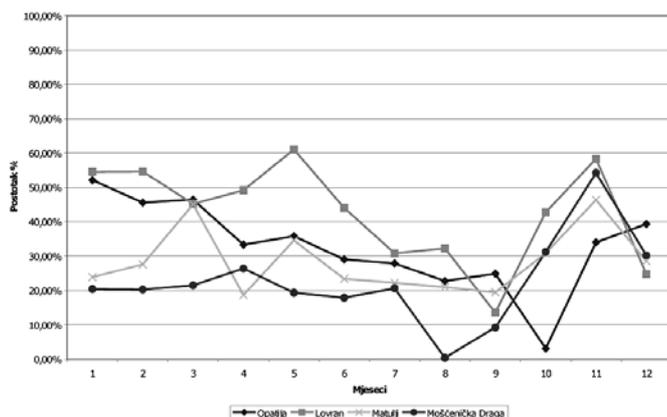
Za primjer nepouzdanosti i netransparentnosti prikaza gubitaka u % kao primjer možemo navesti vodoopskrbne sisteme gdje je velika oscilacija potrošnje tijekom godine (npr. gradovi uz more – porast potrošnje tijekom ljetnih mjeseci). Iako su stvarna curenja vode iz cjevovodnog sustava tj. gubici gotovo podjednaki tijekom cijele godine, % gubitaka tijekom ljeta se značajno smanjuje a što je uvjetovano velikim povećanjem prodane količine vode, naravno u zimskom razdoblju je suprotna situacija.

Na grafikonu, prikazanom na slijedećoj strani, je jasno uočljivo smanjenje % gubitaka vode tijekom ljetnih mjeseci u svim zonama (lijevi grafikon) a što je u direktnoj vezi sa prodanom količinom vode u tom razdoblju (desni grafikon).

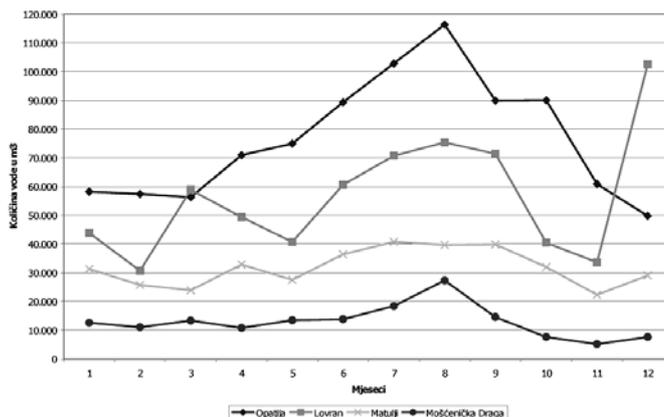
Nova metoda – Bilans vode

Važno je razumjeti odnosno ustanoviti strukturu potrošnje vode tj. bilans vode. Osnovna razdioba koju predstavljamo ustanovljena je i priznata od strane međunarodnih institucija (IWA, International Water Association; međunarodna asocijacija za vode, American Water Works Association; američka asocijacija za vode, WHO; svjetska zdravstvena organizacija, World Bank,; svjetska banka; engleski naziv Water Balance) i u službenoj primjeni je tek posljednjih nekoliko godina (cca od 2000. godine)

Postotak gubitaka za 2004.g.



Potrošnja vode po mjesecima za 2004.g.



Ulazna količina vode	Ovlaštena potrošnja	Fakturisana ovlaštena potrošnja	Fakturisana mjerena količina vode (otani vodomjeri potrošača)	Prihodovana voda (fakturisana voda)	
		Fakturisana ovlaštena potrošnja	Fakturisana nemjerena količina vode (paušal)		
	Gubici vode	Nefakturisana ovlaštena potrošnja	Nefakturisana mjerena količina vode	Neprihodovana voda (nefakturisana voda)	
		Prividni gubici	Nefakturisana nemjerena količina vode		
		Stvarni gubici	Neto-nost mjerenja vodomjera		
			Curenja na cjevovodima		
Preljevanja rezervoara					
		Curenja na priključcima i elementima			

Osjenčana polja ukazuju na strukturu neprihodovane vode (nefakturisane vode) koja se uobičajeno predstavlja kao gubici (engl. NRW – Non Revenue Water). Pojam neprihodovane vode (NRW) će možda za neke biti novina i stoga predstavljamo i češći pojam koji se koristi u našoj praksi a to je nefakturisana voda.

Opis izabranih komponenti bilance vode

- Ulazna količina vode** količina vode zahvaćena iz vodozahvata (izvora) i uvedena u vodovodni sistem (također ulaz vode iz drugih sistema – kupljena voda)
- Ovlaštena potrošnja** količina potrošene vode (mjerene i nemjerene) od strane registriranog korisnika, samog vodovoda i ostalih ovlaštenih korisnika (vatrogasci, parkovi, čistoća...)
- Gubici vode** razlika između ulazne količine vode i ovlaštene potrošnje (sastoji se od stvarnih i prividnih gubitaka)
- Stvarni gubici** voda koja je fizički izgubljena iz vodovodnog sistema tijekom transporta od vodozahvata (ulaza) do potrošača

(gubici na cjevovodima, rezervoarima, kućnim priključcima) voda koja je izgubljena zbog neovlaštene potrošnje (ilegalni priključci i krađa vode npr. s hidranata), zbog netočnosti mjernih uređaja i vodomjera potrošača.

Prividni gubici

Tek pošto su poznati pojedini segmenti nefakturisane vode moguće je i planiranje pojedinih mjera i aktivnosti s ciljem smanjenja gubitaka vode.

- Nefakturiranu mjerenu količinu vode potrebno je obavezno uvesti u bilansu vode (čest je slučaj da vodovodi zanemaruju ovu količinu vode u završnom godišnjem obračunu)
- Nefakturirana nemjerena količina vode u konačnici predstavlja stvarnu potrošnju i potrebno je provesti mjere koje će omogućiti njenu kvantifikaciju a time i umanjiti količinu stvarnih gubitaka vode.
- Prividni gubici također predstavljaju stvarnu potrošenu količinu vode ali koja nije pravilno evidentirana i ukoliko nema točnih pokazatelja potrebno je barem izvršiti okvirnu procjenu. Naravno i rješavanje ovog dijela gubitaka vode traži poseban pristup (metodologija i tehnologija) što će rezultirati povećanjem prodane količine vode.
- Stvarni gubici, tj. voda koja je fizički izgubljena iz vodoopskrbnog sistema (curenja, preljevanja) je

ono na što se misli kada se govori o rješavanju gubitaka i stoga je neophodno znati točnu količinu (koja će evidentno biti manja od količine koja se dobivala ukoliko se primjenjivao standardni oblik obračuna sa prikazom u %).

Stvarni gubici vode u vodoopskrbnom sistemu

Važno je primjenjivati pravilne indikatore gubitaka vode i u našoj praksi se primjenjuju različiti načini (gubici po potrošaču, gubici po km cjevovoda, itd.).

Kada se nakon izvedene bilance vode odrede stvarni gubici, radi lakšeg prikaza i mogućnosti uspoređivanja sa drugim sistemima (ili vlastitim podsistemima) u svjetskoj praksi (možemo to nazvati i nova metoda) ustanovljena su dva osnovna načina prikaza stvarnih gubitaka vode (i podrazumjevaju vrijednost u vremenu kada je sistem pod pritiskom) i predstavlja se skraćenicom CARL (engl. Current annual real losses, Postojeći godišnji stvarni gubici).

- prikaz stvarnih gubitaka u m^3 / km cjevovoda / dan (u primjeni uglavnom u slučajevima kada imamo broj priključaka $<20 / km$ cjevovoda)
- prikaz stvarnih gubitaka u litra / priključni vod / dan (u primjeni uglavnom u slučajevima kada imamo broj priključnih vodova $>20 / km$ cjevovoda)

Istjecanja vode iz sistema uvjetovana su sa nekoliko poznatih činilaca. Jedan vrlo važan je broj priključaka u sistemu. U novoj metodi važno je istaći da se koristi pojam priključak i on predstavlja samo prvi priključak tj. vodomjer iza kontrolnog ventila koji je spojen sa jednom priključnom cijevi (iza ugradbene garniture ili direktnog priključka na ulični cjevovod), jer je to i dio cjevovoda pod ingerencijom poduzeća koje održava sistem. Ukoliko iz glavnog vodomjera postoji više internih vodomjera oni se ne uzimaju u kalkulaciju stvarnih gubitaka (isti je slučaj ukoliko u oknu nakon uličnog cjevovoda ima više vodomjera ali samo jedan priključni cjevovod).

Ovaj način prikaza gubitaka vjernije prikazuje problem gubitaka a i planiranje smanjenja gubitaka odnosno praćenje efikasnosti provođenja programa je preglednije.

Još napredniji način prikaza stvarnih gubitaka uključuje i primjenu faktora pritiska u sistemu jer o njemu značajno ovise gubici u sistemu.

Neizbježni gubici vode u vodoopskrbnom sistemu

Jedan od važnih koraka za utvrđivanje ciljeva u smanjenju stvarnih gubitaka je utvrđivanje neizbježnih ili pozadinskih gubitaka (engl. Background losses ili UARL – Unavoidable annual real losses, neiz-

bježni godišnji stvarni gubici). Ovo su uglavnom gubici vode koji nastaju usljed istjecanja vode na cjevovodima ali veoma malog intenziteta koje je gotovo nemoguće pronaći primjenom uobičajenih metoda i uređaja osim slučajno ili kada se njihov intenzitet s vremenom poveća (također u njih se ubraja i dio propuštanja koji se može detektirati).

Provedenim međunarodnim istraživanjima u 27 različitih vodoopskrbnih sustava u 19 zemalja (izvor WHO – Svjetska zdravstvena organizacija) utvrđeno je da su ovi gubici između 20 i 142 litre /priključak / dan (pri sljedećim prosječnim okolnostima: pritisak u sistemu od 2 do 6 bara, gustoća priključaka od 20 do 100 po km cjevovoda, vodomjer potrošača udaljen od 0 do 20 metara od uličnog cjevovoda).

Pored predstavljenog prosječnog podatka neizbježnih gubitaka u sistemu njih je moguće i točnije procjenjivati na temelju sljedeće formule koja je ustanovljena od strane IWA WLTF – Water Loss Task Force (grupa za rješavanje gubitaka vode pri Međunarodnom udruženju za vode) a koja je i praktično potvrđena provedenim analizama u posljednjih nekoliko godina na više stotina vodoopskrbnih sistema širom svijeta:

$$UARL (\text{litra} / \text{priključak} / \text{dan}) = ((18 \times L_m + 0,8 \times N_c + 25 \times L_p) \times P) / N_c$$

ili

$$UARL (m^3 / km / \text{dan}) = ((18 \times L_m + 0,8 \times N_c + 25 \times L_p) \times P) / L_m$$

UARL = neizbježni gubici; L_m = duljina cjevovoda (km); N_c = broj priključaka; L_p = duljina cjevovoda od granice zemljišta korisnika do vodomjera (km); P = prosječan tlak (m)

L_p kao veličina može biti nepoznata ali sa napretkom u rješavanju problematike gubitaka i detaljnijem utvrđivanju stanja sistema i nju je moguće točnije utvrditi (tj. procjeniti).

Uključivanje ovog podatka (UARL) u proračun stvarnih gubitaka važno je iz razloga planiranja realno ostvarivih ušteda odnosno troškova radi postizanja zadanih ciljeva.

Indikator uspješnosti rješavanja problema stvarnih gubitaka vode – III indikator

Ranije objašnjeni indikatori stvarnih gubitaka vode mogu se primjeniti u slučajevima analize cjelokupnih vodoopskrbnih sistema i radi usporedbe sa drugim sličnim sistemima (sistemu koji dijele zajedničke specifičnosti poput vrste potrošača, posebnosti terena, uvjeta rada, itd.).

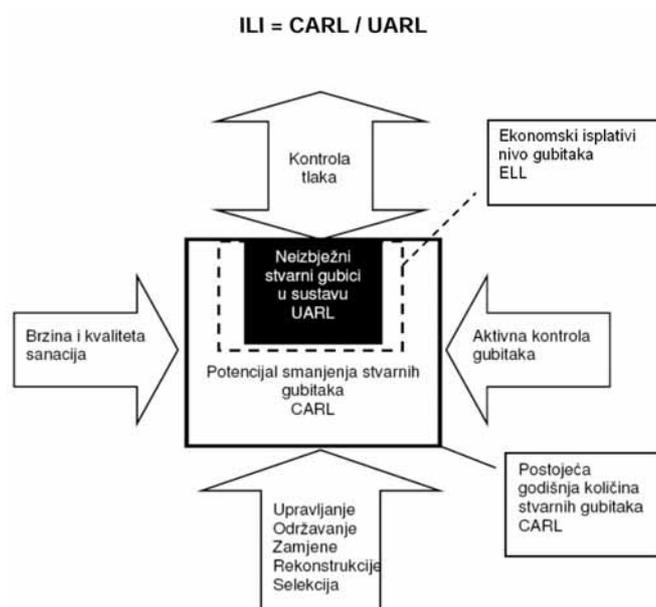
Međutim ukoliko se želi izvršiti usporedba sa drugim vodoopskrbnim sistemima koji nemaju spe-

cificnosti našeg sistema tada to nije jednostavno a niti dovoljno točno. Usporedba primjenom % nije također zadovoljavajuća (prema specifikaciji svih činilaca nefakturisane vode to je jasno vidljivo).

Također ukoliko su i u vlastitom vodoopskrbnom sistemu velike razlike u specifičnostima po podsustavima ova metoda primjene indikatora nije dovoljna (veće razlike u pritiscima, potrošačima, mreži, potrošnji).

U međunarodnoj praksi zadnjih je nekoliko godina u primjeni tzv. ILI indikator uspješnosti rješavanja stvarnih gubitaka u vodoopskrbnom sistemu (engl. Infrastructure Leakage Index).

ILI indikator daje informaciju kako se dobro održava vodoopskrbni sistem (održavanje, popravci, rekonstrukcije, unapređenja) s ciljem kontrole i smanjenja stvarnih gubitaka vode.



ILI indikator predstavlja odnos između CARL (postojeća godišnja količina stvarnih gubitaka) i UARL (neizbježni godišnji gubici u sistemu).

Odnos ILI indikatora i ostalih činilaca učinkovitog rješavanja problema stvarnih gubitaka predstavljeno je i na gornjoj slici. Predstavljeni prikaz pravokutnika postojećih godišnjih količina stvarnih gubitaka (CARL) teži povećanju kako sistem stari, međutim utjecaj na stanje sistema koje je prikazano sa 4 strelice teži ka smanjenju ovih gubitaka. Crni kvadrat koji predstavlja dio stvarnih gubitaka – Neizbježni stvarni gubici (UARL), pravokutnik je namjerno smješten u gornji dio kvadrata CARL jer on ovisi o trenutnom pritisku u sistemu i utjecaj na njegovo smanjenje je moguće izvršiti jedino kroz kontrolu odnosno smanjenje pritiska (prikaz strelice u dva smjera upozorava da ukoliko se dozvoli povećanje pritiska može se očekivati i povećanje gubitaka).

Ekonomski nivo gubitaka (ELL – engl. Economic Level of Leakage) predstavljen je isprekidanom linijom i on daje informaciju do koje mjere je realno očekivati smanjivanje stvarnih gubitaka vode tj. ispod te granice ulaganja nisu ekonomski isplativa ili opravdana).

U našoj regiji ima malo podataka koji podrazumjevaju predložene metode izračuna indikatora uspješnosti rješavanja problema stvarnih gubitaka u vodoopskrbnim sistemima. Djelomično je tome razlog općenito slabo razvijeni programi smanjenja gubitaka (samim time i teoretski dio problema je slabo obrađen) a djelom je razlog i u tome što želimo implementirati relativno nove načine rješavanja problema stvarnih gubitaka (i sa teoretskog i sa praktičnog aspekta).

U mogućnosti smo zahvaljujući uznapredovalom rješavanju problematike stvarnih gubitaka vode u svijetu predstaviti komparativnu analizu ILI indikatora za neke reprezentativne vodoopskrbne sisteme:

Vodoopskrbni sistem (područje)	Zemlja	Dužina cjevovoda Km	Broj priklju. vodova	CARL % ulaza vode	CARL l/priklj./dan	UARL l/priklj./dan	Pros. Pritisak (m)	ILI
Wide Bay W.	Australija	603	16359	11,5	116	95	65	1,2
Malta Gozo	Malta	200	19000	19,7	72	45	45	1,6
Be•	Austrija	3261	100378	8,5	334	55	40	6,0
Criuleni	Moldova	53	1401	48	375	31	21	11,8
Philadelphia	SAD	5257	487000	25,8	536	42	39	12,6
Bukhara	Uzbekistan	522	20586	24,6	2316	25	20	92,2

Iz navedene tablice je vidljivo da postojeći nivo gubitaka vode kada je izražen u postocima može biti zadovoljavajući (primjer Philadelphia), međutim kada promatramo ILI indikator tada je evidentno da uspješnost rješavanja problema stvarnih gubitaka nije zadovoljavajuća. Isto tako možemo predstaviti primjer Bukhara, Uzbekistan, gdje je postotak gubitaka 24,6 %, međutim uspješnost rješavanja stvarnih gubitaka je veoma slaba (ILI=92,2).

Također prikazujemo i podatke dobivene izvršenim analizama nekoliko vodoopskrbnih sistema iz naše regije (analize izvršene od strane tvrtke IMGD Zagreb).

matike stvarnih gubitaka vode potrebno je istaći sljedeće mjere koje je nužno implementirati u vodoopskrbnom sistemu:

- Analiza vodoopskrbnog sistema
 - o Detaljna analiza postojećeg stanja i podataka o sistemu – Bilans vode
 - o Mjerenja protoka i pritiska u pojedinim segmentima u sistemu
 - o Izrada plana aktivnosti s prijedlogom primjene tehnologije i metodologije
 - o Određivanje ciljeva, rokova i organizacije unutar poduzeća

Vodoop. sustav	Duljina cjevovoda	Broj priklju•nih vodovoda	NRW	CARL	CARL	UARL	Pros. Tlak	ILI
	Km		%	%	l/priklj.vod /dan	l/priklj.vod /dan	(m)	
1	142	6310	33	31	111	73	55	1,5
2	1500	42000	27	25	168	99	60	1,7
3	550	21700	41	35	230	55	40	4,2
4	259	4834	39	35	259	96	45	2,7
5	991	30375	42	39	277	82	50	3,4
6	338	9000	37	33	290	82	60	3,7
7	713	33073	24	19	302	73	65	3,7
8	117	9184	49	43	345	40	35	8,7
9	265	13995	52	46	346	47	40	7,4
10	1500	23000	54	50	451	122	60	3,7
11	435	12000	38	34	464	80	50	5,8
12	97	4535	53	49	486	73	45	7,5
13	769	42308	70	65	1069	63	50	17

Kao veoma indikativan podatak predstavljamo odnose dvaju vodoopskrbnih sistema, njihove godišnje stvarne gubitake vode i indikatore uspješnosti rješavanja problematike gubitaka vode. Sustav br. 4 i br. 11 imaju slične postotke Neprihodovane vode (nefakturirane vode -NRW) po čemu bi se zaključilo da su im i problemi oko gubitaka vode slični. Međutim usporedbom ILI indikatora evidentno je da je sustav br. 4 gotovo 2 puta učinkovitiji od sustava br. 11 (veličina stvarnih godišnjih gubitaka vode u odnosu na neizbježne godišnje stvarne gubitka vode; ILI).

Pristup rješavanju stvarnih gubitaka vode u vodoopskrbnom sistemu

Pored ranije prikazane generalne 4 grupe aktivnosti koje omogućuju uspješno rješavanje proble-

- Podjela sustava u zone i uvođenje daljinskog nadzora potrošnje vode i pritiska
 - o Ostvarivanje uvjeta detaljnog nadzora svih dijelova sistema i pravodobna reakcija kod pojave novih propuštanja
- Implementacija mjera regulacije pritiska u sistemu
 - o Regulacijom pritiska utječe se na smanjenje intenziteta istjecanja vode na postojećim mjestima propuštanja
 - o Regulacijom pritiska utječe se na smanjenje pojave novih propuštanja u sustavu
- Utvrđivanje mjesta propuštanja u sistemu
 - o Neposredna ispitivanja i utvrđivanja mjesta propuštanja u sistemu uz primjenu uređaja i opreme za detekciju

Zaključak

Ovim inicijalnim tekstom namjeravamo promovirati svjetske trendove u domeni gubitaka vode. U sljedećem razdoblju ćemo objavljivati implementirane praktične primjere koji su temeljeni na novim standardima i metodama. Također namjeravamo objaviti prevode originalnih pisanih materijala koji promiču novu metodu a objavljeni su u časopisu Water 21 izdanom od strane IWA-e (www.iwapublishing.com).

Reference:

IWA WLTF objavljeni materijali i dokumenti – Water 21:

<http://www.iwapublishing.com/template.cfm?name=w21jun03>

<http://www.iwapublishing.com/template.cfm?name=w21aug03>

<http://www.iwapublishing.com/template.cfm?name=w21oct03>

<http://www.iwapublishing.com/template.cfm?name=w21dec03>

<http://www.iwapublishing.com/template.cfm?name=w21feb04>

<http://www.iwapublishing.com/template.cfm?name=w21aug04>

IMGD analize i Izvještaji



Jesen u kanjonima naših planinskih rijeka

Foto: M. Lončarević

PRIMJENA UV-TEHNOLOGIJE U OBLASTI PITKIH VODA

Sigurnost UV-dezinfekcije sa fluencom od 400 J/m²

UV tehnologija kao način dezinfekcije vode za piće nalazi na sve veću primjenu u svijetu. Veliki broj vodosnabdijevnih sistema u mnogim velikim gradovima koriste ovu tehnologiju za potrebe dezinfekcije. Patogene bakterije, virusi i paraziti, npr. Cryptosporidi i Giardia, se inaktiviraju primjenom UV-svjetlosti. Uvođenje dezinfekcije UV-tehnologijom na svjetskoj razini vodi ka porastu otpora prema primjeni hemijskih načina tretmana vode za piće. Za razliku od hemijskog tretmana, kroz primjenu hlora i ostalih metoda dezinfekcije, ovaj fizički dezinfekcioni tretman obezbjeđuje kvalitetnu i ispravnu vodu za piće, bez promjene mirisa i okusa iste. Njenom primjenom pozitivno djelujemo i na podzemne vode, površinske vode i sve ostalo u cikličnom kruženju ovog veoma važnog životnog resursa. UV-tehnologija umanjuje primjenu hemikalija čime direktno pospješuje kvalitetnom poboljšanju eko-sustava naše planete.

Na osnovu izvršenih testiranja primjene ove tehnologije, koja su vršena u Njemačkoj i SAD, UV dezinfekcija se pokazala kao najuspješnija metoda uništavanja opasnih parazita (npr. Cryptosporidi i Giardia) u vodi za piće.

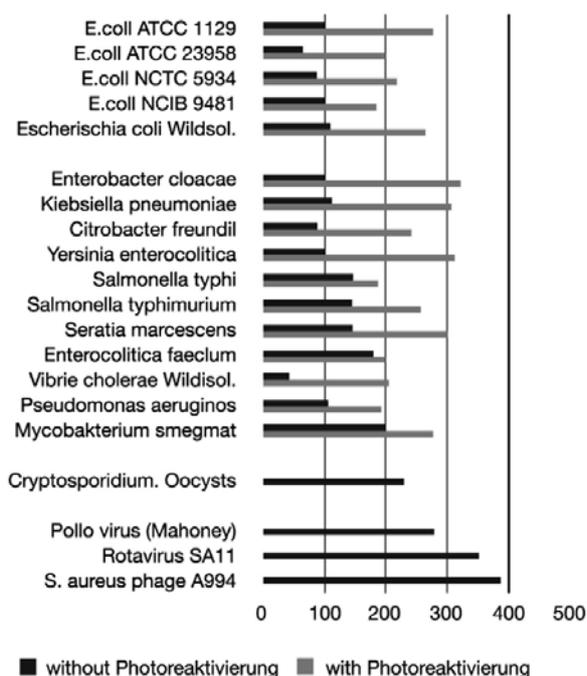
Nebrojene zdravstvene ustanove širom svijeta preporučuju primjenu tehnologije UV-dezinfekcije stoga što ona svojom primjenom ne uzrokuje štetne efekte.

UV-dezinfekcija sa niskotlačnim Spektrotherm lampama (glavno zračenje kod 254 nm) ne utiče štetno na ukus i miris vode za piće.

Voda zadržava svoj prirodni kvalitet. Nema štetnih sporednih proizvoda kao što je moguće primje-

nom hlora (npr. pojava haloformnih materija koje posjeduju i karcinogeno svojstvo) i srednjotlačnih UV-lampi koje uzrokuju formiranje nitrita, proizvodnju asimilirajućeg organskog ugljendioksida i formiranje genotoksičnih supstanci. Primjena niskotlačnih Spektrotherm lampi je u porastu i zbog izbjegavanja vjerovatnoće rekontaminacije.

UV dezinfekcija je bazirana na prekidu DNK-veza mikroorganizama pomoću fotonsko-hemijske razgrad-



nje strukture mikroorganizma. Taj prirodni postupak, UV-tehnologija kao preslikan sunčev efekat na stanje mikrosvijeta u pitkim vodama, uklanja mogućnost obnavljanja mikroorganizama primjenom odgovarajuće doze UV-zračenja. Ta odgovarajuća doza UV-zračenja se obezbjeđuje niskotlačnim lampama kod valne dužine svjetlosti od 254 nm.

Više od deset godina je poznato da dnevna svjetlost može aktivirati određene enzime koji mogu nadoknaditi ili zamjeniti oštećene DNK u nekim bakterijama. Virusi se ne obnavljaju pod uticajem svjetlosti. Iz tih razloga se vodospremnici lociraju u zatamnjenim prostorima. Fotoreaktivizacija igra određenu ulogu, pri dnevnoj svjetlosti, koju imamo na mjestima na kojima su slavine za vodu.

U kvalitetu zahtjevnosti razvoja UV sistema u Njemačkoj i Austriji je prisutan izuzetno osjetljiv pristup temi fotoreaktivizacije. Ispitivanja na univerzitetima u Bonu i Beču su demonstrirala da fluena (doza UV-zračenja) od 400 J/m² inaktivira sve patogene mikroorganizme.

Stoga se pravilnicima u Austriji, od 1996-te godine (ÖNORM M5873 -1), i u SR Njemačkoj, od 1997. godine (DVGW Arbeitsblatt W 294), propisuje primjena UV-tehnologija, kao dezinfektanta vode za piće, koja je biodozimetrijski ispitana da daje dozu UV-zračenja u vrijednosti od 400 J/m². Niže doze UV-zračenja su kod pitkih voda tim pravilnicima skroz isključene. Ovo pravilo za primjenu UV-tehnologije, kao dezinfektanta vode za piće, je usvojeno i u Norveškoj i u Švajcarskoj. Isto predstavlja začetak EUnorme za primjenu ove tehnologije u oblasti vode za piće.

Rezultati ispitivanja iz Japana, gdje UV-dezinfekcija još nije našla povjerenje u primjeni kod dezinfekcije pitke vode proizilazi iz različitosti kroz primjenu

niskotlačnih i srednjotlačnih UV-lampi. Kod tamošnjih ispitivanja se išlo sa veoma niskim dozama UV-zračenja u rasponu vrijednosti od 10 do 70 J/m² koje ne posjeduju internacionalnu relevantnost kao gore navedeni primjeri. Pored toga, kroz ispitivanja sa srednjotlačnim lampama, područje zračenja nije isfiltrirano van polja raspona istog od 200 do 240 nm. U ovom valnom području zračenja možemo postići efekat dezinfekcije, ali te valne dužine mogu izazvati stvaranje sporednih štetnih produkata u samoj vodi za piće, te stoga njihova primjena nije odobrena.

U ranim devedesetim godinama pokazale su studije na Univerzitetu u Bonu da se primjenom doze UV-zračenja u vrijednosti od 400 J/m² garantovano uništavaju svi patogeni mikroorganizmi bez obzira na to primjenjuju li se niskotlačne ili srednjotlačne UV-lampe.

Biodozimetrijski ispitana doza UV-zračenja od 400 J/m² garantovano inaktivira sve patogene mikroorganizme i onemogućava njihovu naknadnu reaktivizaciju u pitkoj vodi. Hiljade instalisanih niskotlačnih UV-lampi to uspješno potvrđuju u svakodnevnoj praksi tretmana voda za piće gradova kao što su to Helsinki, Stokholm, Mülheim, Bonn, ...

Prema njemačkim i austrijskim normama (DVGW und ÖNORM) certificirano je, biodozimetrijski, više od 98% svih UV-sistema koji su opremljeni sa izuzetno ekonomičnim niskotlačnim WEDECO Spektrotherm lampama.

WEDECO AG je vodeći svjetski proizvođač tehnologija koje, bez primjene hemije, vrše procese dezinfekcije i oksidacije koje koriste ultraviolettne zrake i ozon. Više od 200.000 sistema širom naše plave planete zamjenjuju godišnju potrebu za hlorom za više od 160.000 tona što je vrlo značajan doprinos zaštiti ljudskog zdravlja i okoliša.



WEDECO UV sistem tipa K za dezinfekciju pitke vode (Wahnbachtalsperre, Njemačka), biodozimetrijski verifikovano prema DVGW W294 i ÖNORM M5873-1 sa UV-dozom od 400 J/m²

IDENTIFIKACIJA RAZLIČITIH UZROKA OŠTEĆENJA TLA KAO OSNOVA ZA IZBOR SANACIONIH MJERA

UVOD

Tlo dolazi među najvažnije prirodne resurse. Njegove funkcije su kompleksne, odnosno razlikuju se **ekološke i tehničke funkcije** (B I u m, 1998, 1999). Ovi različiti načini njegovog korištenja dovela su i do mnogobrojnih oštećenja. Posebno, kod korištenja tla u vidu tehničkih funkcija. Ovaj problem pritiska mnoge zemlje u svijetu, što ima za posljedicu da se zemljišni fond svijeta svake godine smanjuje za cca 7 miliona hektara. U Bosni i Hercegovini ovi gubici iznose oko 3.000 ha godišnje. Kao rezultat neracionalnog korištenja tla došlo je i do formiranja i značajnih površina pustinja, tzv. Tehničkih pustinja. Mjere koje se primjenjuju danas nisu dovoljne za eliminaciju posljedica. Postavlja se pitanje, je li moguće eliminirati ove nepovoljne tendencije. Odgovor je – apsolutne mjere ne postoje, ali postoje neke mogućnosti da se smanje ova oštećenja, posebno, kada je u pitanju tlo dobrog kvaliteta. U ovim akcijama sanacije oštećenja naročito je važno iznaći uzroke raznih oštećenja. Sa ovakvom identifikacijom moguće je riješiti uspješnije ove probleme sanacije. U ovom radu probleme smo fokusirali na slijedeće:

- stanje zemljišnih resursa i njihova kvaliteta u Bosni i Hercegovini,
- identifikacija uzroka i posljedica oštećenja tla,
- formiranje tehnogenih pustinja,
- neka iskustva na sanaciji oštećenja tla u Bosni i Hercegovini.

1. Stanje zemljišnih resursa i njihova kvaliteta u BiH

Bosna i Hercegovina se karakteriše sa velikim učešćem brdsko-planinskog reljefa, koji obuhvata više od 80% površine. Veliki dio je prisutan na nagibi-ma više od 13%. Od ukupne površine BiH, koja iznosi 5,112.900 ha, na poljoprivredni prostor dolazi 49,4%, a na šumski 45,6% na gole terene (bez vegetacije) dolazi 5,0%. Hidromorfna tla tj. tla koja su pod uticajem suvišnog vlaženja dolazi 16,1%, a na terestrična tla (tj. tla koja se navlažuju samo pod uticajem oborina dolazi cca 80%). U odnosu na reakciju veliko je učešće kiselih tala, koje iznosi 49%. Na plitka tla, sa dubinom manjom od 30 cm, dolazi 13% ili 670.000 ha. Tla bez vegetacije zauzimaju prostor od cca 500.000 ha (kraški tereni).

Kvalitetnih tala u BiH ima malo. Za prve tri bonitetne kategorije površine iznose samo 14%, ako se uključi i IV bonitetna kategorija (klasa), ukupne površine pod kvalitetnim tlima iznose 32%, odnosno manje od 1/3 teritorije Bosne i Hercegovine.

Po jednom stanovniku poljoprivrednog zemljišta dolazi 0,58 ha, a obradivog 0,27 ha/stanovniku. Ovi podatci se odnose na period do 1991. godine. Međutim, nakon rata u BiH, kada je došlo do velikog stradanja stanovništva, i posebno njegove emigracije, broj stanovnika se veoma značajno promijenio. Prema podacima Bošnjevića broj stanovnika u 1996. godini se smanjio. Ovo smanjenje je dovelo i do izmjene u odnosu prema poljoprivrednom i obra-



Slika 1: Butmir-Sarajevo: Aluvijalno tlo (fluvisol)
– srednje duboko dijelom antropogenizirano.

Foto: H. Resulović

divom fondu. Tako u 1996. godini odnos poljoprivrednog fonda iznosi 0,70 ha, a obradivog 0,32 ha.

U odnosu na klimatske uslove u BiH se mogu izdvojiti tri odvojene regije, odnosno karakteristične klimatske zone, kao što su: Sjeverna zona sa 800 mm oborina, Centralna zona sa 1000 mm, i Južna zona sa 2000 mm, oborina. Kao prosječna količina oborina za BiH može se uzeti 1.200 mm godišnje.

2. Identifikacija uzroka i posljedice oštećenja tla

Uzroci i posljedice oštećenja tla manifestuju se na različite načine. Za izbor mjera za sanaciju važno je poznavati uzroke njihovog nastanka.

Glavne grupe uzroka koje su dovele do različitih vidova oštećenja tla, mogu se izdvojiti 4 osnovne grupe, i to:

- infekcija tla
- kontaminacija tla
- antropogena degradacija
- destrukcija tla (pedocid).

Glavne karakteristike navedenih grupa su:

- **Infekcija** predstavlja unošenje u tlo različitih forma parazita, bakterija i virusa.

Ovaj fenomen je naročito prisutan u urbanim i suburbanim područjima. Proces je veoma uznapredovao držanjem sve većeg broja domaćih ljubimaca (pasa i mačaka), i njihovog kretanja po parkovima i drugim zemljišnim površinama. Takođe ovom doprinosi i korištenje tečnog stajnjaka, kao i komunalnog otpada.

Prema podacima Z u k o Almedina i O m e r a - g i ć a, u tlu su naročito prisutne slijedeće forme parazita:

Isospora: canis, ochinosis

Toxocara: canis, cati, leonina

Larvas i eggs iz familija: Trichuris, Caplaridae.

- **Kontaminacija tla** označava unošenje u tlo različitih polutanta u različitim stanjima agregacije. Ovaj oblik oštećenja tla je posljedica unošenja u tlo teških metala, pesticida, radionuklida i td. Moguće su posljedice kontaminacije tla i putem kiselih kiša. Neka istraživanja, koja je proveo Zavod za agropedologiju iz Sarajeva na zemljišnim površinama u urbanoj zoni, kao i blizini saobraćajnica, su pokazala da je došlo do pojačanja koncentracije posebno olova i mangana na ovim površinama, čije količine prelaze granične dozvoljene veličine.
- U tabeli 1 navode se podatci o sadržaju teških metala u urbanoj zoni Sarajeva.



Pomalo neobičan teren uz Tušilovačku rijeku na Bjelašnici

Foto: M. Lončarević

Tabela 1.

Sadržaj teških metala u urbanoj zoni Sarajeva- ukupan oblik u ppm

Lokacija	Cu	Zn	Pb	Mn
At-mejdan	54,0	115,5	192,8	670
Koševo	25,2	84,0	96,4	965
Vojna ekonomija – Otoka	36,0	83,0	16,0	722
Glavni park	21,6	56,7	144,6	978
Park II Gimnazija	36,6	95,5	128,5	626
Stara vojna bolnica	43,2	208,9	200,0	796
Alipašino polje	32,4	78,7	80,8	774
PTT Inženjering	3,6	85,0	112,4	830
Velepekara	57,6	210,0	83,0	804
Vraca	36,0	117,6	80,3	1.144
Pehlivanuša	97,6	255,1	208,0	611
Granične vrijednosti	60	300	100	850

- **Antropogena degradacija tla**, u užem smislu, označava oštećenja tla koja se odigravaju u uslovima korištenja tla u poljoprivredi. Posljedice se manifestuju u pogoršanju fizičkih svojstava tla, kao što su: stvaranje zbijenosti, smanjenje propusnosti za vodu, stvaranje površinske i brazdaste erozije, dolazi do stagnacije površinskih voda. Takodje dolazi do pogoršanja i hemijskih svojstava, kao što su: smanjenje sadržaja humusa, acidifikacije, kontaminacija i da sadržaj humusa se smanjuje za oko polovine. Usljed nepravilne obrade na nagibima dolazi do intenziviranja površinske i brazdaste vodne erozije. Ovim štetnim procesima obuhvaćeno je više od 1 milion hektara obradivih površina, i u krajnjem slučaju dovodi i do opadanja plodnosti.
- **Destrukcija tla** – to je oblik oštećenja tla koji dovodi do najtežih posljedica. U ovim uslovima dolazi do fizičkog nesanka tla, odnosno do njegovog pedocida. U ovoj grupi oštećenja se mogu podijeliti na podgrupe:
 - privremeno isključenje tla iz poljoprivredne proizvodnje i
 - tlo se trajno isključuje iz poljoprivredne proizvodnje.

U podgrupu **privremenog** isključenja tla iz proizvodnje dolaze slijedeći uzroci: površinska eksploatacija raznih sirovina, deponije raznog otpada. U **trajno** isključenje tla iz proizvodnje dolaze: izgradnja naselja, industrija, saobraćajnica, vještačke vodne akumulacije i dr.

Usljed destrukcije tla u Bosni i Hercegovini svake godine se gubi cca 3.000 ha tla.



Slika 2: Djurdjevik – Višća: deponija tla – odlaganjem krovine nastale površinskom eksploatacijom uglja. Moguća direktna rekultivacija. Oznaka tla Deposol.

3. Industrijske (tehnogene) pustinje u Bosni i Hercegovini

Kao posljedica različitih načina korištenja tla izvan sfere poljoprivrede i šumarstva u BiH došlo je do formiranja značajnog fonda ovakvih površina. Pod ovim površinama nalazi se preko 20.000 ha područja. U površine ovih tehnogenih pustinja dolaze slijedeće:

- oštećenja tla kod površinske eksploatacije raznih sirovina
- odlaganje raznog otpada (komunalni, industrijski, medicinski).

Na površinama koje su zahvaćene površinskom eksploatacijom raznih sirovina rekultivacija je izvedena samo na cca 2000 ha. Na ovim rekultivisanim površinama danas se nalaze: voćnjaci, oranične površine, travnjaci. Na jednom dijelu su površine pod šumom (primjer Banovići). U uslovima kada se tlo trajno gubi, značajno je poznavati kvalitetu tla (bonitet) prije početka promjene namjene. To zahtijeva da se raspo-

že pedološkim i bonitetnim kartama za ova područja. Ove karte se moraju raditi u krupnijem mjerilu, kao što je 1:10.000, 1:5.000 i još krupnijem. Prema postojećim zakonima u BiH se ne mogu koristiti tla boniteta od I – III. Nažalost mora se istaći da se u većini slučajeva ne pridržava slova Zakona, te se i dalje uništavaju i gubi se tlo najboljeg kvaliteta. Računa se da je u posljednjem periodu izgubljeno više desetaka hiljada hektara dobrog tla.



Slika 3: Kakanj – deponija pepela i šljake iz rada termoelektrane zauzima značajne površine. Potrebno nanošenje plodnog sloja tla, cca 25-30 cm. Oznaka tla: Cinerosol.



Slika 4: Mostar – Buna: deponija crvenog mulja nastalog u proizvodnji glinice. Potrebno nanošenje plodnog sloja tla cca 25-30 cm. Oznaka tla je: Rhodic tehnosol.

4. Miniranost zemljišnih površina

Specijalni problem u BiH je miniranost područja. Za vrijeme 4-godišnjeg rata došlo je, pored stradanja stanovništva, devastiranja naselja, industrije i do oštećenja tla izgradnjom bunkera, nasipa, izgradnjom privremenih puteva, kretanjem vojne tehnike, došlo je do erozije, sječom šumskog pokrova (veoma često i golih sječa), vodne erozije. Posebni problem predstavlja miniranost gdje je pod minama prisutno cca 4% ukupne teritorije, što odgovara 205.000 ha. Tu je prisutno preko 1 milion mina sa 30.000 minskih polja. Ova područja pored opasnosti za stanovništvo, predstavljaju i velike ekonomske gubitke. Tako npr. ove površine su nedostupne za obradu, a ne mogu se koristiti ni površine pod šumom. Ove minirane površine su danas obrasle travom i žbunjem. Gubici usljed nemogućnosti korištenja ovih miniranih područja godišnje iznose i preko 20 miliona dolara. Nažalost procesi deminiranja se odvijaju vrlo sporo i zahtijevaju mnogo novčanih sredstava. Računa se da proces čišćenja od mina trajati do 2050 godine.

5. Neka iskustva u borbi protiv oštećenja tla

Kao što smo naveli u BiH su prisutni razni vidovi oštećenja tla (soil) i zemljišnog prostora (land), nastala pod raznim uzrocima. Broj uzroka se kontinuirano povećava. Danas, je zahvaćeno oštećenjem preko 20.000 ha.

U domenu sanacije oštećenih i uništenih zemljišta nije mnogo učinjeno. Mjere zaštite tla se mogu podijeliti u dvije grupe:

- preventivne mjere
- rekultivacione mjere.

U preventivne mjere se uključuje slijedeće:

- inventarizacija zemljišnog fonda
- izrada karata upotrebne vrijednosti
- izrada aplikativnih karata za različite svrhe
- kontrola plodnosti tla
- zakonske regulative

5.1. Preventivne mjere zaštite tla

U okviru ovih mjera do danas je uradjeno slijedeće:

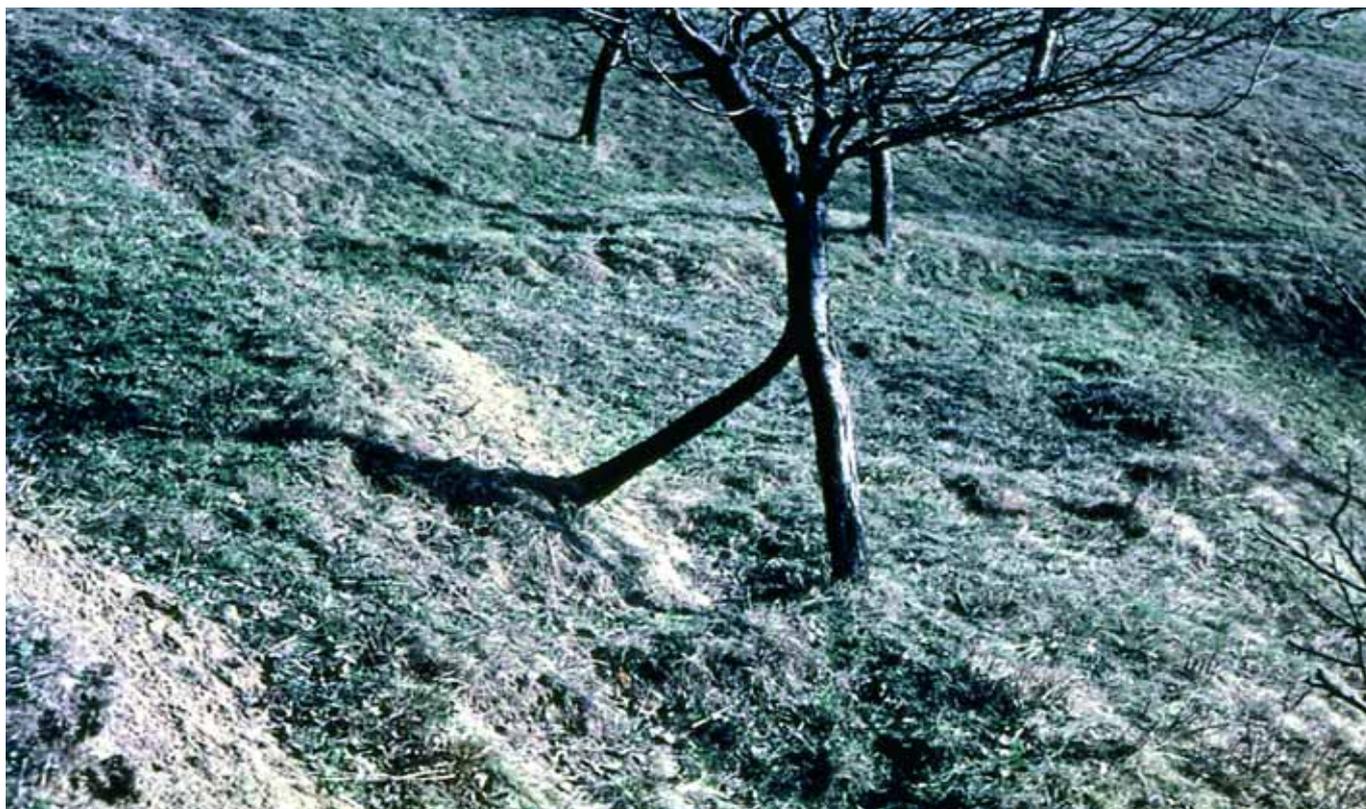
- izradjena je pedološka karta za cijelo područje BiH u mjerilu 1:50.000. Za neka područja izradjene su karte i u krupnijem mjerilu 1:25.000 i 1:10.000. Karte u mjerilu 1:25.000 izradjene su za cca 60% poljoprivrednih površina.

Karte kontaminacije tla izvršene su na cca 30% poljoprivrednih zemljišta.

- **Kontrola plodnosti tla** radi se samo za veće farme. U manjim slučajevima su uključeni i manji farmeri.
- **Zakonska regulativa** – u ovom domenu problemi vezani sa zaštitu tla i njegovu sanaciju uključene su u Zakon o zaštiti poljoprivrednog zemljišta. U ovom Zakonu naglašene su mjere zaštite dobrih zemljišta (klase I, II i III). Navedene su i određene mjere u dekontaminaciji tla, posebno kod sadržaja teških metala.



Slika 5: Sarajevo – Buća potok: deponija komunalnog otpada. Potrebno nanošenje plodnog sloja tla cca 25-30 cm. Mogući procesi infekcije i kontaminacije. Oznaka tla: Garbisol.



Slika 6: Sarajevo – Betanija: na jednom dijelu površina došlo je do klizanja (dublji slojevi laporovita glina). Dolazi do oštećenja tla i vegetacije (rascijepljeno stablo šljive).

5.2. Rekultivacione mjere

U okviru ovih mjera koriste se slijedeće:

- kalcifikacija
- rekultivacija

Kalcifikacija tla BiH predstavlja značajnu mjeru. Naime, u BiH preko 49% ukupnih površina sa kiselim reakcijom. Primjenom ove mjere došlo je do smanjenja aciditeta tla, do povećanja stabilnosti strukture i do povećanja plodnosti.

Rekultivacija još se sprovodi u skromnim razmjerama. Iako je oštećeno preko 20.000 ha mjerama rekultivacije obuhvaćeno je cca 2.000 ha ili 5% oštećenih površina.

Na manjim površinama izvedena je rekultivacija na deponijama pepela šljake (Tuzla, Kakanj). Takođe je na manjim površinama izvedena rekultivacija i crvenog mulja (iz industrije glinice) gdje su manje površine rekultivisane na području Aluminijskog kombinata u Mostaru. Na ovim površinama izvedena rekultivacija nastiranjem sloja prirodnog tla, do dubine cca 25 cm.

Na kraju ovog prikaza želimo naglasiti da brigu o tlu, odnosno njegovoj zaštiti treba intenzivirati. Naglašavamo da dobrog tla u BiH nema mnogo, i da treba voditi računa da se posebno sačuvaju najvrijednija tla. Treba imati na umu da je tlo **neobnovljivi** resurs, odnosno da se veoma sporo stvara (npr. 1000 godina za 1 cm tla na krečnjačkim stijenama).



Slika 7: Djurdjevik – Višća: na jednom dijelu oštećenih površina izvedena je direktna rekultivacija. Oznaka tla: Rekultisol sa ostacima uglja



Slika 8: Sarajevo – Pofalići: stambenom izgradnjom dolazi do trajnog isključenja tla iz poljoprivredne proizvodnje. Prostor se označava kao Urbiland a tla između stambenih blokova se nazivaju Urbisoli.

ZAKLJUČCI

U radu su analizirana neka pitanja vezana za stanje zemljišnih resursa u Bosni i Hercegovini, kao i njihova kvaliteta. Istaknuto je značaj identifikacije uzorka i posljedica raznih oštećenja tla. Procesi oštećenja tla doveli su do stvaranja tzv. Tehnogenih pustinja.

U BiH se gubi cca 3.000 ha tla godišnje. Već je stvoren fond od preko 20.000 tehnogenih pustinja. Mjerama rekultivacije zahvaćeno samo 2000 ha.

Potrebno je izvršiti kartiranje svih oštećenih površina. Ova kartiranja treba raditi na kartama krupnijeg mjerila (1:10.000 i krupnijem), radi velike dispergiranoosti oštećenih površina. Potrebno je ubrzati radove na rekultivaciji oštećenih zemljišta i koristiti postojeće zakone za izvodjenje obaveza onih koji su doveli do takvih negativnih procesa.

Smatramo da bi trebalo ubrzati donošenje posebnog Zakona o korištenju i zaštiti tla.

Korištena literatura

- Blum, W.E.H. (1998): Degradation caused by industrialisation and urbanisation. *Advances in Geoecology*, 31, Gatena Verlag.
- Blum, W.E.H. (1999): Sustainable land use and environment protection. Spec. Publikacija, Akademije nauka i umjetnosti BiH. Vol. 16, Sarajevo.
- Hamblim, M. (1991): Environmental Indicators for sustainable Agriculture. Report on a National Workshop, Canberra.
- Kuntze, H. Roeschman, G., Schwerdtfeger, G. (1994): *Bodenkunde*, Verlag Eugen Erlicher, Stuttgart.
- Omeragić, J. (1999): Infekcija tla sa razvijenim formama parazita. Spec. Publikacija, Veterinarski fakultet, Sarajevo.
- Resulović, H. (1991): Oštećena tla – problemi njihovog istraživanja. Simpozium Akademija nauka i umjetnosti, Sarajevo.
- Zuko, Almedina (1998): Kontaminacija tla sa parazitima. Specijalna publikacija. Veterinarski fakultet, Sarajevo.

PROMJENLJIVOST VREMENA (OBORINA I TEMPERATURA) NA PODRUČJU BiH U POSLJEDNJIH DESET GODINA KAO POSLJEDICA KLIMATSKIH PROMJENA

Uvod

Osnovna posljedica efekta staklenika je porast srednje globalne temperature za 0.7 °C u posljednjih 100 godina. Pri tome treba naglasiti da je taj trend brži u oblastima bliže sjevernom i južnom polu, a sporiji kada su u pitanju oblasti bliže ekvatoru. U ovom trenutku to nije veliko povećanje i ono približno odgovara gradijentu temperature na svakih 100 metara nadmorske visine u uvjetima standardne atmosfere. Međutim, klimatolozi više brinu već sada uočljive posljedice ovog trenda kao što su topljenje polarnih kapa ili porast nivoa mora, a posebno porast broja katastrofa u svijetu izazvanih meteorološkim prilikama (uragani, tornada, poplave, suše i dr.). To se pripisuje upravo povećanom prisustvu toplinske energije u atmosferi, tj. povećanim temperaturnim gradijentima (prostornim i vremenskim) i paralelno sa tim, **povećanoj promjenljivosti vremena** u svijetu. Sve je to praćeno **povećanjem broja katastrofa** sa velikim ljudskim žrtvama i materijalnim štetama. To je bio razlog da je od strane Svjetske meteorološke organizacije (WMO) ove godine proglašena akcija pod nazivom: “**Prevenција i ublažavanje prirodnih katastrofa**”.

Na teritoriji BiH još uvijek nije uočljiv trend porasta ove vrste katastrofa i ljudske žrtve su veoma rijetke, ali je **itekako prisutna povećana promjenljivost vremena**, koja se očituje u slijedećem:

- Dekada 1996.-2005. je najtoplija u posljednjih pedeset godina.
- Tri godine iz te dekade su među deset najtoplijih od 1888. godine

- Srednje mjesečne temperature su često ekstremne u poređenju sa referentnim periodom 1961.-1990.
- Apsolutne maksimalne i minimalne temperature su zabilježene u više navrata, takođe u poređenju sa periodom 1961.-1990.
- Sume oborina takođe variraju i bilježe se ekstremne vrijednosti u kratkim vremenskim intervalima

Veliki utjecaj ovakve promjenljivosti vremena na ljudsko zdravlje i različite oblike svakodnevnih ljudskih aktivnosti je povod da pokušamo procijeniti broj i intenzitet ovih varijacija u **posljednjih deset godina** u različitim oblastima Bosne i Hercegovine.



Detalj sa planine Vranica kod Fojnice

Foto: M. Lončarević

Temperaturni ekstremi

Istraživanja sa mjesečnim i dekadnim vrijednostima nisu dala odgovarajuće rezultate, jer su ekstremno topli i ekstremno hladni periodi kraćeg trajanja. Stoga smo se odlučili za pentadne vrijednosti (periodi od pet dana) i uporedili ih sa odgovarajućim vrijednostima iz niza 1961.-1990. godina. Metod pentada se pokazao dovoljno osjetljiv da otkrije prisustvo veoma toplih i veoma hladnih perioda, kao i kratkih perioda sa ekstremno velikim sumama oborina.

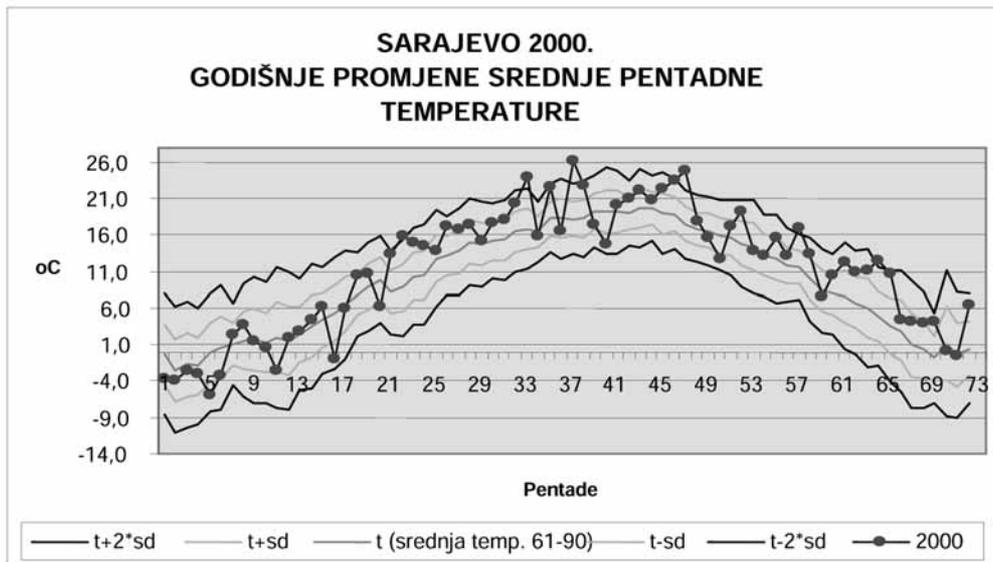
Dekada 1996.-2005. je najtoplija na području Bosne i Hercegovine u posljednjih 50 godina. Ali, ona nije karakteristična samo po visini temperature, već i po pojavi vrlo toplih i vrlo hladnih kratkih perioda sa čestim naglim izmjenama, a takođe i po ekstremnim oborinama u kratkim vremenskim intervalima. U svrhe istraživanja ovog fenomena koristili smo podatke sa slijedećih meteoroloških stanica:

Mostar, Sanski Most, Sarajevo-Bjelave i Bjelašnica, kao predstavnike različitih klimatskih zona u Bosni i Hercegovini.

Istraživali smo pentadne vrijednosti suma srednje temperature, pentadnih maksimalnih i minimalnih temperatura, te pentadne sume oborina.

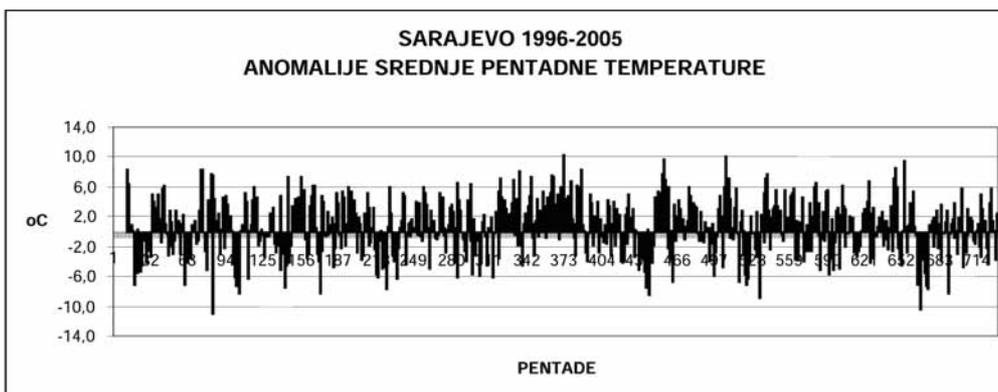
Za ilustraciju metode su uzeti podaci sa meteorološke stanice Sarajevo-Bjelave. Na slici.1. su prikazane oscilacije srednjih pentadnih temperatura na stanici Sarajevo tokom 2000. godine, koja je bila jedna od najtoplijih od 1888. godine. Plave tačke su pentadne srednje vrijednosti temperature za 2000. godinu i ima ih 72 koliko ima pentada u jednoj godini. Brojali smo tačke koje prelaze slijedeće granične vrijednosti: $t+sd$ (toplo), $t+2*sd$ (veoma toplo), $t-sd$ (hladno) i $t-2sd$ (veoma hladno). Ovdje je sa "sd" označena standardna devijacija navedenog parametra. Za 2000. godinu karakterističan je upravo ljetnji period gdje se vidi koliko tačaka prelazi granicu u smislu maksimalnih vrijednosti, ali isto tako su vidljive i snažne izmjene toplih i hladnih pentada, čak i preko deset stupnjeva, što je veoma velika izmjena kada je riječ o srednjim vrijednostima.

Sl. 1.



Primjenjeno na svih deset godina ovako izgledaju oscilacije srednjih pentadnih vrijednosti temperature (720 pentada) prikazane na slici 2:

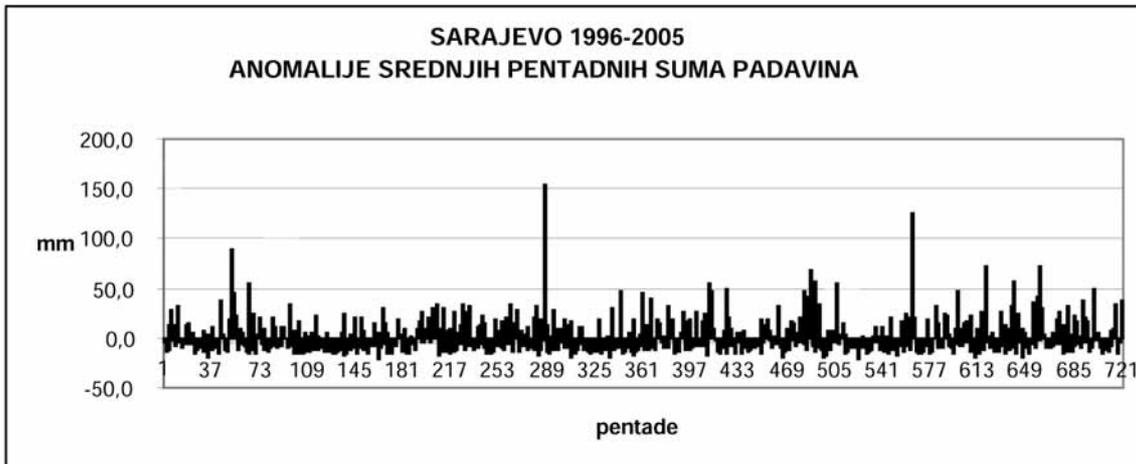
Sl. 2.



Tu se uočavaju grupe izrazito toplih pentada i izrazito hladnih, ali isto tako i česte izmjene hladnih i toplih perioda.

Slične oscilacije smo konstatovali i kod oborina. (slika 3.)

Sl. 3.



Da bi odredili intenzitet i broj ovih oscilacija primjenili smo uslove: $t+sd$, $t+2*sd$, $t-sd$, $t-2*sd$, i podvrgli analizi 720 vrijednosti pentadne temperature iz niza 1996. – 2005. (slovom t smo označili srednju pentadnu vrijednost temperature za niz 1961. – 1990.)

Dobijeni rezultati su prikazani u tabelama od 1 do 3.

Iz tabele 1 je vidljivo da je najviše ekstremnih pentada evidentirano u Mostaru, a najmanje na Bjelašnici.

Da bi analizirali temperaturne ekstreme, uporedili smo maksimalne pentadne vrijednosti posljednjih deset godina sa apsolutnim pentadnim maksimumima iz niza 1961.-1990., tj primjenili uslov: $max.temp > aps.max$ or : $min.temp > aps.min$. (tabela 3.).

Broj pentada sa rekordnim temperaturama je, također, ujednačen. Evidentna je razlika u broju apso-

lutnih maksimuma i apsolutnih minimuma, što je i očekivano s obzirom da je protekla dekada (1996. – 2005.) bila veoma topla. Broj apsolutnih minimuma je, ipak, relativno velik i ukazuje na velike oscilacije temperature, te veliku promjenljivost vremena u protekloj dekadi.

Oborine

Da bismo promatrali promjenljivost režima oborina primjenili smo uvjete $> R+sd$ ili $R+2*sd$ ili $max.precip.$, gdje smo sa R označili srednje pentadne sume oborina iz niza 1961. – 1990., a sa $max.precip.$ maksimalne pentadne sume oborina iz niza 1961. – 1990. , a sa “sd” standardne devijacije pentadnih suma oborina. Rezultati analize su prika-

Tabela 1. Broj pentada sa srednjm temperaturama $> t+sd$ ili $t-sd$

	MOSTAR	S. MOST	SARAJEVO	BJELASNICA
Toplo	202,0	181,0	187,0	100,0
Hladno	83,0	93,0	101,0	78,0

Iz tabele 2 se vidi da je broj vrlo toplih pentada ujednačen na svim stanicama. Isto se može reći i za broj vrlo hladnih pentada, osim na Bjelašnici gdje je taj broj gotovo jednak broju vrlo toplih pentada.

Tabela 2. Broj pentada sa srednjm temperaturama $> t+2*sd$ ili $t-2*sd$

	MOSTAR	S. MOST	SARAJEVO	BJELASNICA
Vrlo toplo	41,0	41,0	33,0	38,0
Vrlo hladno	11,0	19,0	19,0	36,0

Tabela 3 Broj pentada sa $max.temp. > aps. max$ ili $min.temp. > aps. min$

	MOSTAR	S. MOST	SARAJEVO	BJELASNICA
Apsolutni max.	43,0	34,0	46,0	40,0
Apsolutni min.	10,0	21,0	20,0	12,0

Tabela 4. Broj pentada sa oborinama > R+sd ili R+2*sd ili max. precip

	MOSTAR	S. MOST	SARAJEVO	BJELASNICA
Kišno	97,0	126,0	124,0	73,0
Vrlo kišno	49,0	52,0	52,0	72,0
Ekstremno kišno	25,0	25,0	28,0	40,0

zani u tabeli 4. Broj kišnih pentada je neujednačen za promatrane stanice, približno je jednak u Sanskom Mostu i Sarajevu, dok je nešto manji u Mostaru i na Bjelašnici. Broj vrlo kišnih pentada je ujednačen na svim stanicama osim na Bjelašnici, gdje je nešto veći. Isto se može reći i za broj ekstremno kišnih pentada. I ovaj broj je relativno veliki i ukazuje na promjenu režima oborina. Ovdje nismo analizirali sušne periode, premda neke do sada obavljene analize (ref 5.) pokazuju da je i njihov broj u porastu. Ovo ukazuje na povećanje promjenljivosti režima oborina, iako godišnje sume oborina za duži vremenski period pokazuju relativnu stabilnost.

Režim oborina u BiH i sušni periodi biće tema našeg narednog rada.

Zaključak

Promatrajući pentadne vrijednosti srednje temperature, ekstremnih temperatura i ekstremnih oborina u posljednjih deset godina, te poređenjem sa odgovarajućim vrijednostima iz niza 1961.-1990. godina, uočili smo **preko stotinu rekordnih vrijednosti**, kako u pogledu srednjih pentadnih vrijednosti temperature, apsolutnih maksimuma i minimuma, tako i u pogledu ekstremnih pentadnih suma oborina. Treba konstatirati da su od ovih ekstremnih vrijednosti **više od trećine novi stogodišnji rekordi**, ali zbog poštivanja klimatoloških metoda proučavanja, odlučili smo se za tridesetogodišnji niz, jer osim meteorološke stanice Sarajevo- Bjelave, sve ostale stanice imaju prekide stogodišnjih nizova u toku tri rata u prošlom stoljeću. Promjenljivost vremena je u porastu zadnjih decenija, i to je trend koji se nastavlja. U toku ove godine je zabilježeno novih desetak rekorda, koji nisu ušli u ovu statistiku. To je činjenica koju trebaju uvažiti i političari, i ljekari, i inženjeri različitih profila, pripadnici bezbjedonosnog sustava društva, te svi ostali koji se bave djelatnostima koje zavise od vremena. Jer, to predstavlja nove nove izazove za ljudski organizam, za biljni i životinjski svijet, za građevinske materijale, za saobraćaj, za klima-sisteme, za energetiku, i za bezbroj drugih ljudskih aktivnosti koje nemoguće sve pobrojati na ovom mjestu.

Mjere za smanjenje efekta staklenika putem smanjenja emisije štetnih gasova su nešto što predstavlja moguće rješenje za budućnost. U međuvremenu, sve se više nameće potreba da se društvo organizuje i pripremi za život u skladu sa klimatskim promjenama i posljedicama koje one donose. U svi-

jetu već oko 7 do 8 tisuća ljudi gubi živote u katastrofama izazvanim meteorološkim prilikama, a materijalne štete se mjere stotinama milijardi dolara. Dio rješenja je predložen u ovogodišnjoj akciji WMO koju smo spomenuli na početku, a to je neprestano praćenje vremenskih i klimatskih promjena i blagovremeno obavještanje javnosti, za šta su zaduženi meteorolozi, i preduzimanje odgovarajućih mjera na zaštitu ljudi i materijalnih dobara (uključujući i vanredne mjere kao što je evakuacija stanovništva) za šta su zaduženi ostali segmenti društva. S tim u vezi trebalo bi još više uložiti u razvoj i modernizaciju sistema osmatranja vremena (između ostalog i modernizaciju i povećanje broja meteoroloških stanica) i njegovog uvezivanja u sistem sa ostalim segmentima društva. Jer, uragani su za sada daleko, ali se približavaju. "Raj na zemlji", kako se sa klimatološke tačke gledišta može ocijeniti područje naše zemlje s obzirom na katastrofe u drugim dijelovima svijeta, sve se više narušava klimatskim promjenama.

Literatura:

1. Željko Majstorović, Dženan Zulum, Ismira Ahmović, Ibrahim Hadžismajlović: Warm and cold waves and precipitation variability on territory BiH in last ten years comparative with row 1961-1990, Balwois Ohrid 2006. (fp-110, www.balwois.com/fulpapers)
2. Željko Majstorović: Sarajevski stogodišnji niz: analiza trendova temperature, padavina i indeksa suše, Vode i mi, Broj 24, str. 41-47, Sarajevo (Novembar, 2001)
3. Ž. Majstorović, A. Toromanović, S. Halilović: Trends of climatic changes considering over years 1894-1993 and 1894-2003 for Sarajevo, Balwois, Ohrid 2004.
4. M. James Salinger, Climate Variability and Change: Past, Present and Future-An Overview, Reprint from Climatic Change Volume 70, Nos. 1-2, 2005
5. Marc Morell, Climate changes, January 2001.
6. Ž. Majstorović, A. Toromanović, L. Gabela, Changes in precipitation regime in Sarajevo (1894-2003), ICAM-MAP, Zadar 2005. p. 667-668
7. Kalkstein, L. S., and K. M. Valimont. 1987. Climate effects on human health. EPA Science and Advisory Committee Monograph no. 25389, 122-52. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.

UČEŠĆE NA *BALWOIS* KONFERENCIJI

U Ohridu (Makedonija) - Hotel Desaret Peštani je od 23. do 26. maja ove godine održana Druga BALWOIS (Water observation and information system for decision support) konferencija. Ciljevi te konferencije bili su da na nivou Balkana inicira:

- sastanak koji će ubrzati proces razmjene znanja u poljima naučnog istraživanja, edukacije, politike i razvojnih aktivnosti o pitanjima vezanim za klimatske promjene, vodne resurse, zadatke u vezi sa tim, izbjegavanje rizika i korištenje i zaštitu vodnih resursa.
- stvaranje atmosfere koja će učvrstiti vezu između stvaralaca i korisnika znanja vezanih za vodu.
- forum za slobodnu raspravu o novim idejama i istraživanjima, razvoju, te tehnikama i metodama da se stimuliše dalji rad.

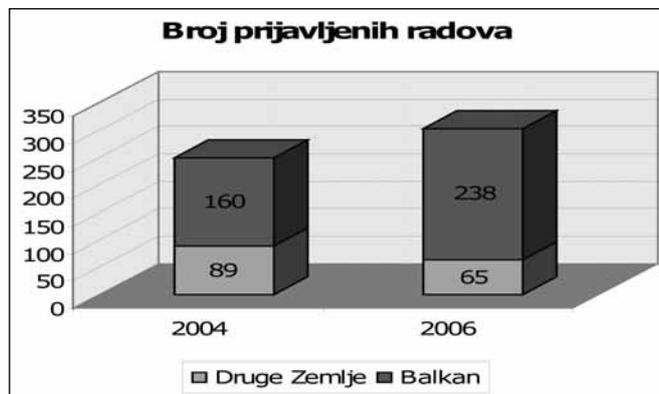
Učestvovalo je više od 200 naučnika iz 29 različitih zemalja (104 oralne prezentacije i 48 postera). U odnosu na Balwois 2004. smanjen je broj radova iz ostalih zemalja svijeta, a povećan broj radova iz Balkanskih zemalja, tako da je ukupan broj radova prešao 300 (sl.1.). To ukazuje na povećan interes stručnjaka Balkanskih zemalja za saradnju i razmjenu znanja.

Glavne teme Konferencije su bile:

- Klima i okoliš
- Hidrološki režimi i vodni balans
- Suša i poplave
- Jedinstveni menadžment vodnih resursa
- Zaštita voda i ekohidrologija
- Jezera i vlažna zemljišta

- Hidrološko modeliranje
- Informacioni sistemi za podršku

Slika 1.



U vezi sa tim na Konferenciji je razmatrano slijedeće:

Zaštita vodnih resursa i potreba za novim poboljšanim pristupom tehnologijama, te za preduzimanje ciljanih zajedničkih akcija i njihovoj implementaciji.

Potreba za razvijanje dalje saradnje između nacionalnih instituta i istraživača na nacionalnom i internacionalnom nivou svakako postoji, kao što je preporučeno na Balwois 2004. Imali smo pozitivne primjere takve saradnje, kao i namjeru da se pojača postojeća saradnja. Rasprave su stvorile atmosferu koja je ohrabрила uspostavljanje novih veza između različitih organizacija koje se bave tematikom voda: hidrometeorološki zavodi, instituti, fakulteti, vodopriredne zajednice, državni organi, nevladine organizacije.

Posebnu pažnju treba obratiti na učestvovanje i kvalitetne prezentacije mladih istraživača, što je cilj ove Konferencije, kao i preporuka Balwois 2004.

Na kraju sastanka date su sljedeće preporuke:

- Dalji napori bi se trebali uložiti da bi se pojačale veze i dalja saradnja nauka o vodama između Balkanskih zemalja ohrabrujući saradnju između istraživačkih timova, vlada i odgovarajućih institucija.
- Stvaranje osmatračkih mreža uz upotrebu jedinstvene metodologije hidroloških mjerenja, kao i bioloških, hemijskih i fizikalnih metodologija.
- Saradnja između istraživača u oblasti različitih disciplina, poput hidrologije, meteorologije, ekologije, što će omogućiti povezivanje podataka, razumijevanje procesa, interpretaciju podataka, te povećati mogućnost uspješnog korištenja vodenih resursa.
- Trebaju se uspostaviti i socijalno- ekonomski aspekti naročito za istraživanje aktivnosti orijentisanih ka programima zaštite voda.
- Povećavanje mogućnosti da rezultati Balwois budu vidljivi i šire, ne samo na regionu Balkana. To se može postići organizovanjem serija internacionalnih konferencija, te objavljivanjem članaka o konferenciji u internacionalnom žurnalima i nacionalnim žurnalima.

U toku iduće dvije godine, projekat Balwois se treba razviti u aktivnu mrežu naučnika i osmatrača koji rade na Balkanu na polju klimatskih promjena, korištenja i zaštite vodenih resursa i rizika vezanih za vodu (poput poplava i suša), tako što će:

- ponuditi stalnu razmjenu informacija između partnera koji imaju sličan interes
- dati im priliku da se susreću (sastanci, putovanja, naučne posjete, itd)
- omogućiti pouzdane informacije o aktivnostima vezanim za vodu na Balkanu
- razmatrati informacije koje se odnose na specifične teme
- pripremati novu konferenciju **BALWOIS 2008**.

To će se sprovoditi poboljšanjem sistema informacija koji je već dostupan na stranicama:

www.balwois.net i www.balwois.org

Organizatori Konferencije su bili:

- Institut za istraživanje i razvoj (Francuska)
- Hidrometeorološki zavod (Makedonija)
- Hidrobiološki institut u Ohridu

Na kraju treba reći da je interesovanje institucija i pojedinaca u BiH bilo daleko od onog u ostalim zemljama Balkana. Dok su Makedonija, Bugarska, Srbija, Crna Gora, Hrvatska, Rumunija, Moldavija i Turska imale po desetak i više prijavljenih radova, kao i učesnika na Konferenciji, iz BiH je na Prvoj konferenciji bilo prijavljeno dva rada, a na Balwois 2006. samo jedan.

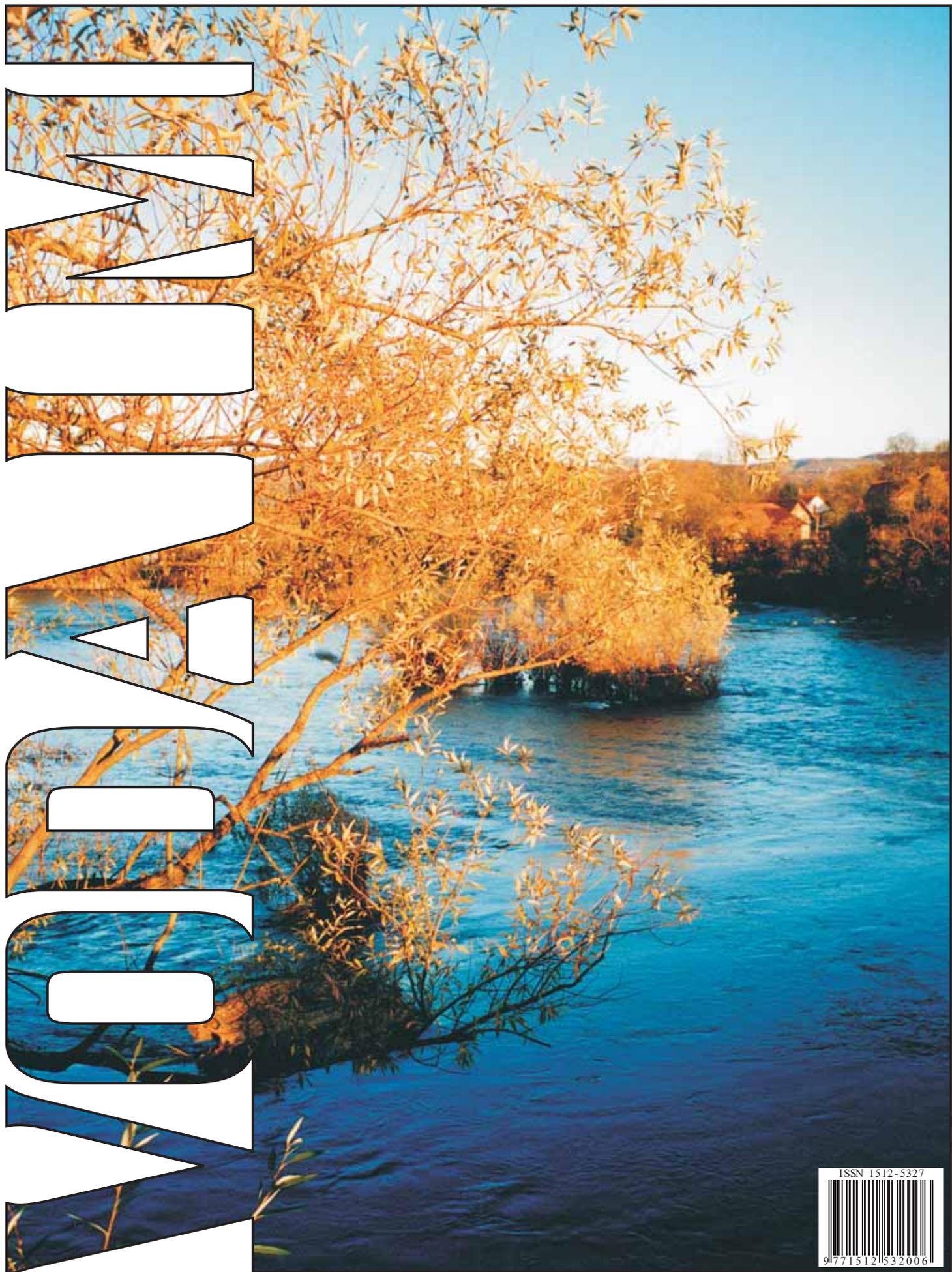
Trebalo bi popularizirati ove ideje i pokazati veći interes za treću Balwois konferenciju (2008). U tom smislu trebali bi se angažovati i pojedinci i institucije. Korist bi bila višestruka – treba imati na umu da BiH ima zajedničke vodotoke sa četiri zemlje regiona.



Jesenska magla na planini

Foto: M. Lončarević





ISSN 1512-5327



9 771512 532006