

VODNA

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

2006
Godina X
49



UVODNIK

D. Hrkaš

AKTUELNOSTI

D. Hrkaš

PODRŠKA OBNOVI EKOSISTEMA
RIJEKE BOSNE I NJENIH PRITOKA

KORIŠTENJE VODA

S. Skejović

SANACIJA POSTROJENJA ZA PRERADU
PITKE VODE "BUKOVICA" - KAKANJ

V. Rajčić

MEĐUNARODNI KURS IZ NAVODNJAVANJA U IZRAELU

ZAŠTITA VODA

M. Šarac, S. Šarac, V. Janković

SISTEMI PREČIŠĆAVANJA KOJI KORISTE TLO

ISTORIJA VODOPRIVREDE

M. Gaković

ISTORIJSKA PODSJEĆANJA, POUKE, PARALELE
I ZANIMLJIVOSTI (II. DIO)

VIJESTI I ZANIMLJIVOSTI

M. Gaković

NEKI AMERIČKI TRENDovi, INOVACIJE I PROJEKTI
U VODOSNABDIJEVANJU

Autor kolor fotografija na koricama i srednjim stranama časopisa je Ermin Šahović



"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,

Vjerujući da vam ovo ljeto nije zadalo previše problema zbog nekoliko zaista vreljih perioda, nudimo vam još jedan broj našeg časopisa u nadi da će vas nekoliko dobrih tema o vodi ipak malo dodatno osvježiti. Iz istog razloga smo se opredijelili da i kolor strane budu cvjetne, odnosno da vam predstavimo samo mali dio ljepota Bjelašnice, Igmana i Treskavice u ljetnom ruhu, uhvaćene kroz objektiv našeg kolege i saradnika Ermina Šahovića, velikog ljubitelja planinskih visova. Još kada bi se moglo nekako barem malo uhvatiti svježeg, planinskog i mirisnog vazduha i podijeliti ga sa svima vama, a naročito sa onima koji nisu bili u prilici da se nađu u tom zemaljskom raj, mislim da bi nam se tiraž naglo povećao. Ali, ko zna, možda jednog dana budemo pakovali i izvozili zdravi, svježi i mirisni planinski zrak.

Mi, međutim, ovoga puta želimo da vam predložimo nešto drugo.

Naime, pretpostavljamo da do sada vjerovatno nismo uspjeli ispuniti sva vaša očekivanja kada je riječ o sadržaju i izgledu ovog časopisa, a eto primakli smo se pedesetom broju, pa iz tog i još nekih drugih razloga pomislili smo da ne bi bilo naodmet napraviti jednu malu provjeru vašeg mišljenja o "Voda i mi".

Dakle, bilo bi nam ne samo drago, nego i vrlo korisno saznati šta vam se dopada u izgledu i sadržaju ovog časopisa, a šta ne, šta biste mijenjali i kako, da li bi trebalo mijenjati koncepciju i tehnički poboljšati izgled (napr. više kolor strana ili više fotografija i sl.) i niz drugih mogućih ideja koje bi doprinijele kvaliteti časopisa. Zašto ovo radimo? Jednostavno zato što to do sada nismo radili i što smatramo da je ovo približavanje 50-tom broju zgodna prilika za malu provjeru naše vrijednosti, ali i vaša mogućnost da kao zainteresirana strana (engl. stakeholder) budete aktivna i kreativna javnost koja se izjašnjava o svojim interesima. U ovom slučaju ne samo o časopisu, nego kroz to na određeni način i o vodoprivrednoj djelatnosti kao takvoj, odnosno njenom predstavljanju u javnosti.

Naravno, možete se osvrnuti i na ukupnu dostupnost informacijama kada je riječ o djelatnosti Javnog preduzeća za "Vodno područje slivova rijeke Save", dakle i na sadržaj naše web stranice: www.voda.ba i na sve druge informacije koje se distribuiraju preko drugih medija ili u nekim drugim oblicima, bilo pismenim ili usmenim. Na kraju, kao što i sam naziv kaže, ovo preduzeće je javno, dakle državno, pa prema tome troši i državne iliti društvene pare prikupljene putem vodnih naknada, koje se, prema planu i programu usmjeravaju, odnosno "vraćaju" u sektor voda u cilju njegovog održavanja i razvoja.

Očekujemo da nam se javite u bilo kom obliku: pismeno običnom poštom na adresu preduzeća ili faksom na 033 209-993 na ime glavne urednice, elektronskom poštom na adresu: dilista@voda.ba ili usmeno putem telefona 033 209-854, 209-827 i 209-903. Nadamo se i vjerujemo da vam neće predstavljati teškoću i oduzeti previše vremena da, ukoliko imate "nešto" za nas, to nam i dostavite. Zahvaljujemo unaprijed na vašem trudu i vremenu.

HRKAŠ



Autori su u cjelosti odgovorni za sadržaj i kvalitet članaka.

PODRŠKA OBNOVI EKOSISTEMA RIJEKE BOSNE I NJENIH PRITOKA

- U SARAJEVU JE 20. JUNA OVE GODINE PUŠTEN U RAD
AUTOMATSKI HIDROLOŠKI INFORMACIONI SISTEM ZA
PRAĆENJE KVALITETA I KVANTITETA VODA U SLIVU
RIJEKE BOSNE I NJENIH PRITOKA U FBIH -

Razvoj vodoprivrednog monitoring sistema u FBIH, koji čini dio cjelokupnog vodoprivrednog informacionog sistema, započeo je uspostavom i obnovom hidroloških/meteoroloških mjernih stanica još početkom 2000. godine.

U tom pravcu je realizovan niz projekata koji imaju za cilj uspostavu monitoring sistema praćenja kvaliteta i kvantiteta površinskih voda na slivu rijeke Save u FBIH.

Jedan od značajnijih takvih projekata je i projekat donacije Vlade Kraljevine Španije, koja je u okviru Programa podrške obnove i rekonstrukcije Bosne i Hercegovine u periodu 2003.-2005. godina, odlučila da putem španske agencije za međunarodnu saradnju (AECI) i njenog tehničkog ureda za koopera-

ciju sa Balkanom (OTC) u Sarajevu podrži projekat: "Podrška obnovi ekosistema rijeke Bosne i njenih pritoka" u iznosu od 580.000 eura.

Ovaj projekat je, dakle, realizovan na cijeloj teritoriji BiH (slivnom području rijeke Bosne - FBIH i RS) i realizovali su ga Javno preduzeće za "Vodno područje slivova rijeke Save" iz Sarajeva i Direkcija za vode RS iz Bijeljine. .

Projektom je uspostavljeno 27 novih automatskih hidroloških mjernih stanica sa parametrima kvaliteta voda, hidrometeoroloških i meteoroloških na rijeci Bosni i njenim pritokama: Usora, Spreča, Željeznica, Fojnička rijeka i druge.

Informacije sa automatskih stanica kao što su: vrijednosti vodostaja, parametri kvaliteta vode, visine padavina i druge, u realnom vremenu se prenose u informacione centre u Sarajevu i Doboju.

Organizovanje ovakve mreže automatskih stanica ima za cilj prikupljanje, obradu i korištenje podataka u cilju njihovog pravovremenog praćenja, a time i pravovremenog poduzimanja potrebnih mjera i aktivnosti u oblasti zaštite voda i zaštite od voda. (Razvoj sistema ranog upozorenja odbrane od poplava i incidentnih zagađenja.)

Osim postavljanja monitoring stanica, u sklopu projekta opremljena su i dva monitoring centra (Sarajevo i Doboju) u koje se "slivaju" podaci sa terena, s tim da se oni sa federalnog dijela sliva Bosne kao takvi prezentiraju javnosti putem web stranice Javnog preduzeća za "Vodno područje slivova rijeke Save" Sarajevo: www.voda.ba kako bi što širi krug korisnika, odnosno zainteresiranih imao pristup tim informacijama.



Rikardo Martinez Vazquez pušta u rad VIS



Svečanost puštanja u rad automatskog hidrološkog informacionog sistema za praćenje kvaliteta i kvantiteta voda u slivu rijeke Bosne i njenih pritoka za federalni dio projekta, obavljena je 20. juna ove godine u prostorijama Javnog preduzeća za "Vodno područje slivova rijeke Save". Ovoj ceremoniji su prisustvovali federalni ministar poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva Marinko Božić sa saradnicima, federalna ministrica okoliša i turizma Katica Čerkez, predstavnici Direkcije za vode iz Bijeljine, predstavnici ureda OTC iz Sarajeva, a puštanje u rad ovog sistema obavio je Rikardo Martinez Vazquez, generalni direktor španske Agencije za međunarodnu saradnju za Afriku, Aziju i Istočnu Evropu (AECI).

U realizaciju ovog projekta, osim Javnog preduzeća iz Sarajeva i Direkcije za vode iz Bijeljine koji su neposredno vodili poslove, bile su uključene i neke

domaće firme kroz pružanje stručne pomoći, ali i kroz nabavku opreme.

Tako je počeo oživljavati vodoprivredni informacioni sistem u Bosni i Hercegovini, odnosno njenim entitetima, za koji ovom prilikom moramo reći da nije novost na ovim prostorima, jer je nekadašnja vodoprivreda Bosne i Hercegovine krajem osamdesetih godina prošlog stoljeća već uveliko imala razvijen ovaj sistem. Naime, materijalna i kadrovska opremljenost vodoprivrednog informacionog sistema je u godinama pred početak nedavnih ratnih događanja bila na vrlo visokom nivou, odnosno najrazvijenija na prostoru nekadašnje nam zajedničke države, standardizovana sa najmodernijim svjetskim kretanjima u toj oblasti.

Zato i posebno raduje realizacija ovakvih projekata koji otvaraju nove prostore razvoja vodoprivredne djelatnosti u Bosni i Hercegovini.



Ministri Katica Čerkez i Marinko Božić na otvaranju VIS-a sa direktorom JP iz Sarajeva Mehmedom Buturovićem

SANACIJA POSTROJENJA ZA PRERADU PITKE VODE “BUKOVICA” - KAKANJ

1. Uvod

Postrojenje za preradu vode Bukovica prvi put je pušteno u rad 19. maja 1986. godine. Nažalost, iako je izgrađeno za potrebe 21 000 potrošača postrojenje nikada nije radilo za zadovoljavajućim efektima. Nisu dostignuti željeni parametri u pogledu količine i kvaliteta vode. Rezultat takvog stanja je bio jako loš i neujednačen kvalitet vode kao i neredovno snabdijevanje.

Projekat rekonstrukcije vodosnabdijevanja grada Kakanja započet je u junu 2003. godine, a postrojenje je rekonstruisano u dvije faze:

Prva faza su bili zahvati u cilju izvršenja hitnih mjera rehabilitacije kako bi se poboljšao trenutni kvalitet vode. Vrijednost radova iznosila je 320.000 Euro, a radovi su počeli u junu 2004. godine. Paralelno sa fizičkom realizacijom ovoga dijela projekta tekle su pripreme i projektovanje druge faze čija je vrijednost radova iznosila oko 1.190.000 Euro. Ova faza je izvedena u 2005. godini, a završetak sa svim aktivnostima optimizacije procesa finaliziran je početkom 2006. godine.

Kompleksnom analizom gore pomenutog problema sa tehnološkog stanovišta konstatovano je da je glavni problem kvaliteta bila povećana mutnoća vode u svim vremenskim periodima, a naročito u periodu velikih padavina.

Cilj izvedenih radova na sistemu je bio da se dostignu propisane vrijednosti parametara u pogledu dozvoljene mutnoće kao i drugih elemenata koji definišu kvalitet vode.

Takođe, u hidrauličkom smislu sve komponente sistema trebalo je projektovati i izgraditi da budu

obezbijedene količine koje egzistiraju u stručnom mišljenju za izdavanje vodoprivredne dozvole za vodovod Kakanj, koje je izdalo Javno preduzeće “Vodno područje slivova rijeke Save” 2001. g., gdje se definiše kapacitet vodozahvata “Bukovica” sa $Q=130$ l/s.

Koristeći grant sredstva vlade Njemačke, preduzeće “Vodovod i Kanalizacija” Kakanj je po osnovu kreditnog zaduženja od Vlade Federacije BiH, uz tehničko i supervizorsko posredovanje firme “Setec Engineering” - Austrija te uz angažovanje Unioninvest d.d.-a kao Izvođača radova, realizovalo projekat sanacije postrojenja.

Nadalje će se detaljnije opisati izvedeni radovi sa poboljšanjima na tehnološkim cjelinama, sa ciljem dobijanja jasnije slike o ovom projektu, tehnološkom procesu na postrojenju, kako bi se slični model mogao primjenjivati na slične probleme.

Sve bitni segmenti i cjeline su opisani i prikazani pojedinačno, a detalji se mogu vidjeti u priloženoj tehnološkoj šemi - **Slika broj 10**.

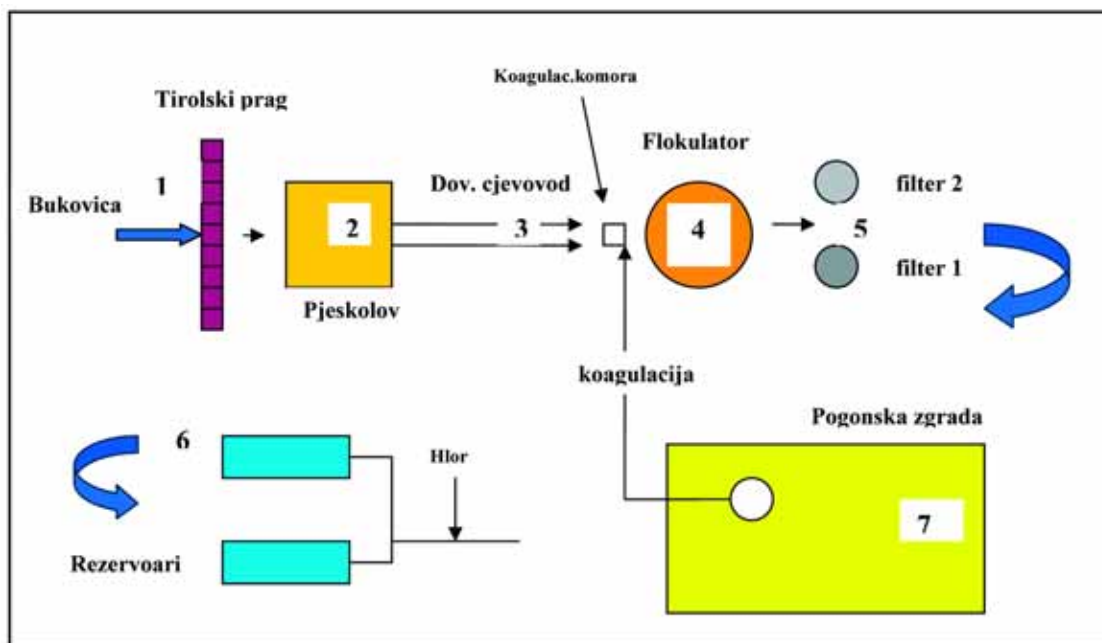
2. Prethodno stanje

“Staro” Postrojenje za preradu vode Bukovica se sastojalo se iz slijedećih objekata:

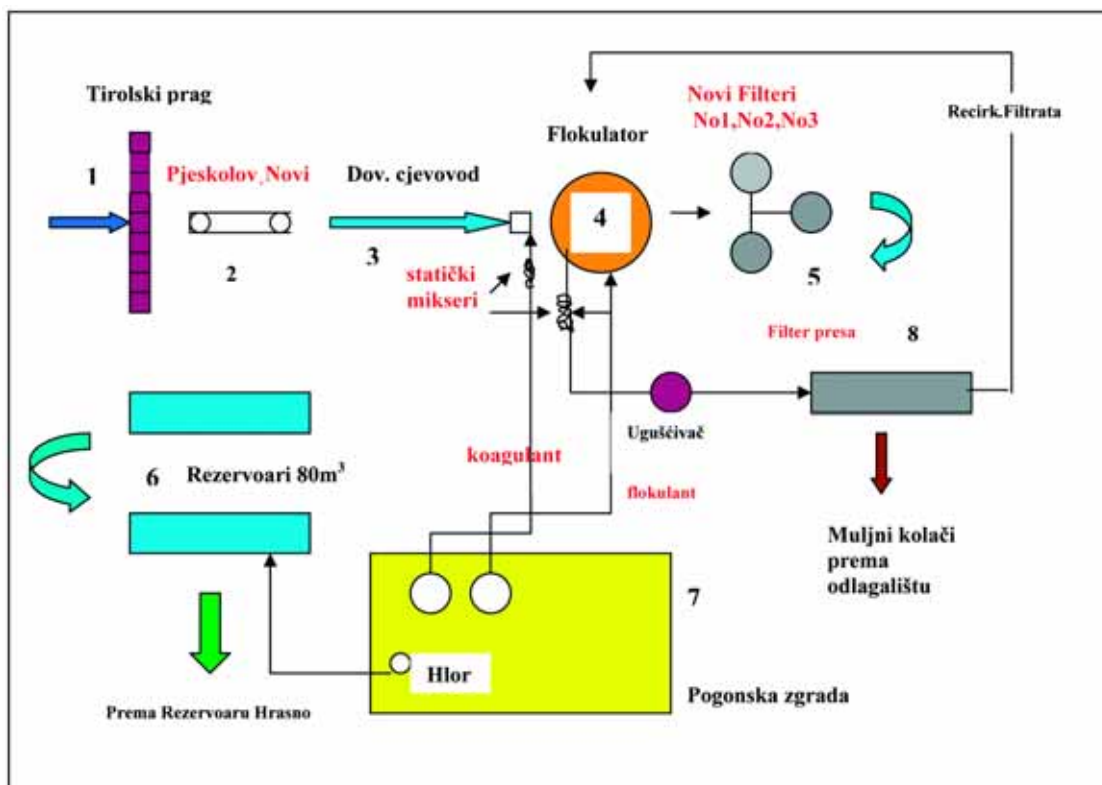
- Vodozahvata tipa Tirolskog preliva (1) - poprečne građevine sa zahvatnim kanalom koji je pokriven rešetkom
- Pjeskolova (2)
- Dovodnog cjevovoda, dužine oko 1100 m, od PVC cijevi prečnika \varnothing 400 mm (3)
- Objekata centralnog dijela postrojenja i to:

- Klarifikulatora prečnika Ø 16 m (4)
- Dva samoispirajuća sifonska gravitaciona filtra (5)
- Rezervoara čiste vode zapremine 80 m³ (6)
- Pogonske zgrade za skladištenje i doziranje kemi-

- kalija (samo koagulacije) koje se odvijalo na veoma primitivan način. (7)
- Hlorna stanica smještena u zatvaračkoj komori rezervoara



Sl.1. Uprošćena Tehnološka šema "Starog" postrojenja za prečišćavanje vode Bukovica



Sl.2. Tehnološka šema postrojenja za pitku vodu Bukovica nakon rekonstrukcije

Tehničko tehnološkom analizom stanja konstatovano je da jednostavnim radovima na vodozahvatnoj građevini nije moguće izvršiti sanaciju pjeskolova (nije bio u funkciji), niti radove koji bi kvalitetno

poboljšali rad filtera. Iako je ranije izmjenjena filterska ispuna, filteri nikada nisu mogli da garantuju rezultate u pogledu filtriranja koagulirane i flokulirane vode. Osim toga, na postojećem postrojenju nije pos-

tojavao tretman mulja iz klariflokulatora, koji se evaku- isao u vodotok Bukovicu. Stoga je odlučeno da se iz- vrše rekonstrukcija i nadogradnja postrojenja koja je postignuta sa opisanim radovima.

U nastavku će se opisati izvedeni zahvat sa ra- dovima iz prve i druge faze sa osvrtom na tehnolo- ška i druga poboljšanja.

3. Opis izvedenih radova prema novom tehničkom rješenju sanacije postrojenja

Nakon usvajanja novog tehničkog rješenje ra- zmotrenog na osnovu ispitivanja kvaliteta vode i te- hnoloških proba procesa (Jaar testovi), kao i uvida u stanje postojećih objekata, predloženi su i izvedeni sledeći radovi:

- sanacija vodozahvatnog kanala-Tirolskog praga (promjena rešetki)
- izgradnja kontrolnog-revizionog mosta iznad vo- dozahvatnog kanala
- rušenje postojećeg i izgradnju novog pjeskolova
- sanacija dovodnog cjevovoda sirove vode (zamje- na armatura muljnih ispusta i zračnog ventila)
- montaža novog „vodomjernog šahta,„ sa ugrađi- vanjem induktivnog mjerača protoka i regulaci- onog ventila koji su u sprezi
- poboljšanja u procesu koagulacije i flokulacije (ugradnja statičkog miksera, ugradnja nove opre- me za doziranje koagulanta i flokulanta, dvije mje- šalice u objektima za koagulaciju i flokulaciju, sa- nacija zgrtača mulja, centralnog cilindra, mosta, korita za čistu vodu, preliva i sl.)
- demontaža postojeća dva filtera i montaža tri nova samoispirajuća sifonska gravitaciona filtera
- sanacija ulazne i izlazne zatvaračnice rezervoara čiste vode sa ugradnjom hidroforskog postrojenja za snabdijevanje vodom objekata postrojenja
- izgradnja novog ugušivača za mulj iz dinamičkog taložnika-klariflokulatora
- izgradnja novog objekta za filter presu i bazena na- dmuljne i procjedne vode
- izgradnja instalacija za centralno grijanje (kotlovni- ce, radijatora i cjevovoda) u saniranoj pogonskoj zgradi
- izgradnja novih cjevovoda između objekata pos- trojenja sa potrebnim by-pass linijama
- sanacija objekta u kome je smješten klariflokulator

4. Vodozahvat sa pjeskolovom

4.1. Zahvat sirove vode

Vodozahvatna građevina sa pjeskolovom (**Obje- kat I na detaljnoj tehnološkoj shemi**) nalazi se na

desnoj obali rijeke Bukovice 1,1 km uzvodno od cen- tralne lokacije postrojenja.

Vodozahvatni kanal je postojeći i izveden je oko- mito na smjer tečenja rijeke i uveden u novosagrađe- ni objekat pjeskolova, sa izmijenjenim dimenzijama rešetke; ugrađene kvadratne šipke presjeka 15x22 mm, sa razmakom od 20 mm, dužine 600 mm, i sa uzvodnim nagibom od 10°.

Iznad vodozahvatnog kanala izgrađen je kontrol- ni-revizioni most za obavljanje kontrole i čišćenje re- šetke na svim vodostajima. Kontrolni most je raspo- na oko 4 m, s jedne strane rijeke oslonjen na posto- jeći betonski zid, a s druge strane oslonjen na stije- nu.

4.2. Pjeskolov

Obzirom da je postojeći objekat pjeskolova bio potpuno van funkcije (nije bilo moguće evakuisati nataloženi pijesak), odlučeno je da se postojeći pjes- kolov sruši i na istom mjestu izgradi novi objekat, za- pravo taložnica za pijesak kojom se omogućava eva- kuacija nataloženog pijeska u vodotok. (**Slika br.3**)

Pjeskolov je izgrađen je kao zatvoreni betonski objekat, presjeka 1,80x2,5 m, sa trapeznim koritom u dnu širine 0,50 m i visine 0,70 m sa efektivnom duži- nom od 19 m. Da bi mogla da se vrši kontrola nata- loženog pijeska, na tri mjesta su ugrađeni kontrolni poklopci sa silaznim penjalicama.

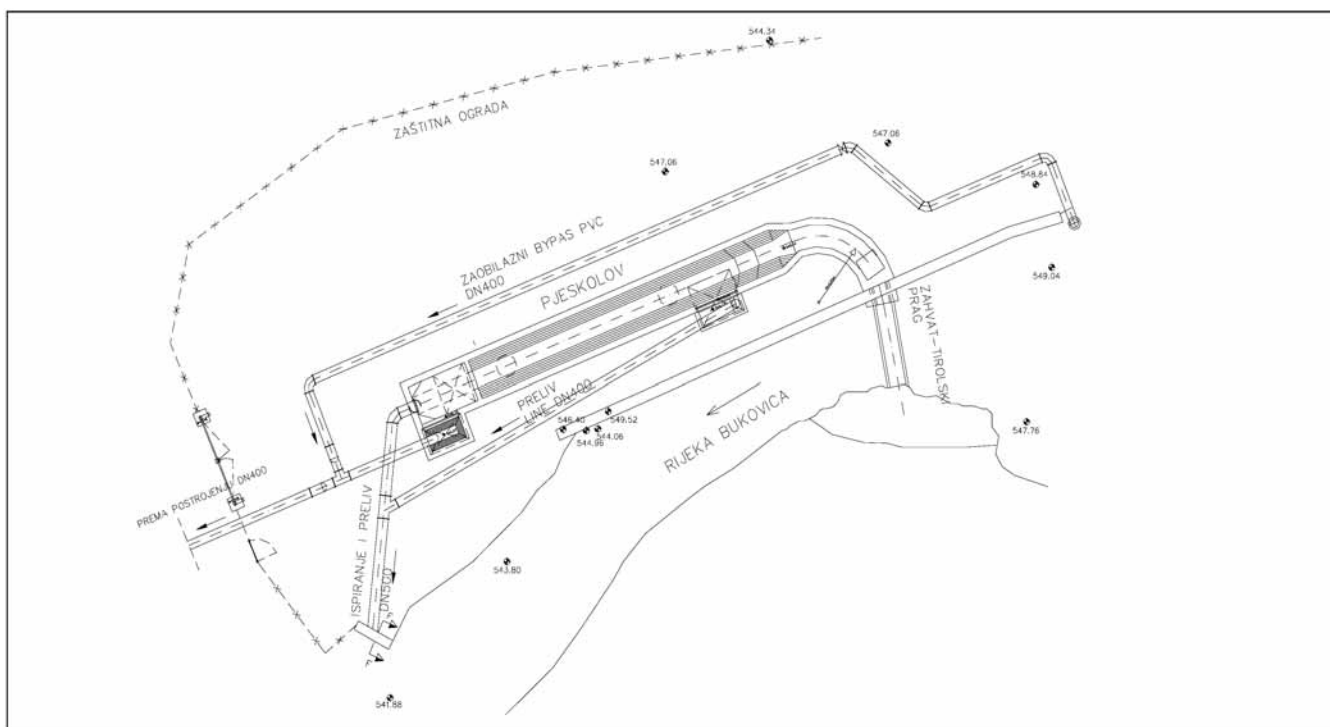
Na kraju vodozahvatnog kanala na ulazu u pjes- kolov postavljen je tablasti zatvarač dimenzija 0,60x1,0 m, a na cjevovodu za pražnjenje taloga iz pjeskolova ugrađen je plosnati muljni zatvarač Ø 500 mm.

Zahvatanje vode za postrojenje vrši se iz zahva- tnog okna u koje voda dolazi prelivanjem. Prije ulas- ka vode u zahvatno okno, voda prolazi kroz finu re- šetku sa tečenjem odozdo, tako da eventualno ma- terijal koji se nije istaložio u pjeskolovu ostane na fi- noj rešetki. Fina rešetka ima okrugle šipke prečnika 10 mm, sa razmakom od 6 mm i uzvodnim nagibom od 20°. U slučaju pražnjenja pjeskolova, dolazi i do skidanja materijala sa fine rešetke. Polja fine rešetke su dimenzije 2,8x1,8 m.

Pražnjenje pjeskolova se vrši povremeno, kada se na kontrolnim otvorima utvrdi postojanje istalože- nog pijeska, otvaranjem muljnog zatvarača. Muljni zatvarač se drži otvorenim dok se ne izvrši potpuno pražnjenje pjeskolova. Pražnjenje se vrši cjevovo- dom za pražnjenje prečnika Ø 500 mm u rijeku Bu- kovicu nizvodno (**Slika br.3**).

U skladu sa proračunima trebalo bi da bude uklonjeno 485 tona čvrstih čestica godišnje, što od- govora zapremeni od 325 m³ / g.

Kapacitet skladištenja pijeska u pjeskolovu je 10m³ što rezultira periodima ispiranja u prosjeku svaki 4. dan.



Slika br.3. - Dispozicija zahvata i novog pjeskolova

5. Dovodni cjevovod

Dovodni cjevovod je položen 1983.g. sa PVC cijevima prečnika \varnothing 400 mm, dužine 1100 m i još uvijek je u funkciji. Oko 100 m dužine cjevovoda na izlazu iz pjeskolova i na samom ulazu u postrojenje izvedeno je od zavarenih čeličnih cijevi prečnika \varnothing 400 mm

Na cjevovodu se nalaze dva muljna ispusta i jedan zračni ventil. Izvršena je zamjena armatura i sanacija revizionih okana.

6. Vodomjerno okno

Na dovodnom cjevovodu, prije ulaska u koagulacionu komoru izgrađen je u prvoj fazi radova „Vodomjerni Šaht,, (**Objekat II na detaljnoj tehničkoj shemi**) u kome su ugrađeni regulacioni ventil sa induktivnim mjerачem protoka (koji su u sprezi), tako da je moguće ograničiti dotok na bilo koju vrijednost.

U istom šahtu je ugrađen statički mikser (**III**) za miješanje koagulant sa sirovom vodom za potrebe procesa koagulacije, postavljen je i statički mikser za miješanje pumpanog nataloženog mulja iz klarifikulatora i polielektrolita, koji idu prema Ugušćivaču za mulj. Polielektrolit se dodaje iz istog postrojenja iz koga se vrši doziranje polielektrolita u sirovu vodu u procesu flokulacije pri povećanim mutnoćama.

Na liniji sirove vode postavljen je turbidimetar kojim se registruje ulazna mutnoća sirove vode. Svi podaci se telemetrijski (putem radio veze) prenose u operatorsku sobu, a potom u glavnu zgradu ViK-a u

Kakanj. Detalji instalirane opreme su prikazani na **Slici br.4**

7. Koagulaciona komora

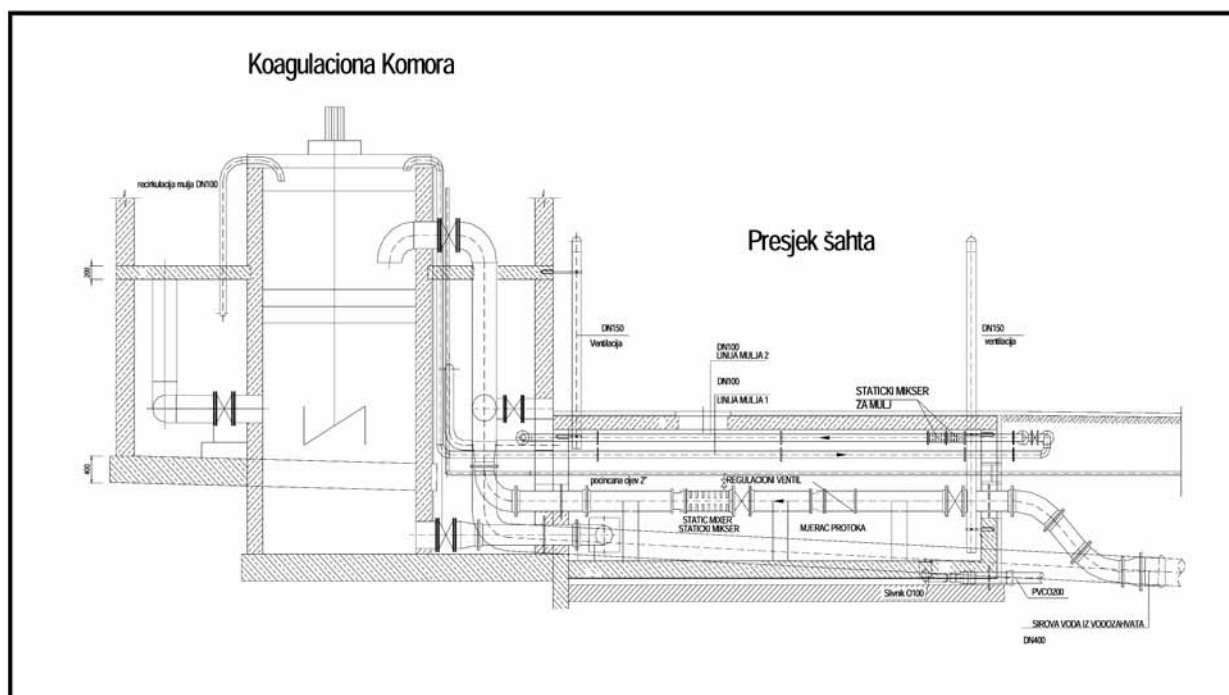
Obzirom da je postojeći sistem za koagulaciju bio na primitivnom nivou finalizirani su radovi na instalaciji kompletne nove dozirne linije za koagulant i flokulant. Dakle, rastvor koagulant priprema se u novom postrojenju (**IX**) koje je smješteno u operativnom objektu i ubrizgava se u statički mikser gdje se vrši trenutno miješanje sa dotičućom vodom, pri čemu se odvijaju procesi neutralizacije Z-potencijala koloidnih čestica čime se stvaraju povoljni uslovi za dalji proces bistrenja.

Budući da je voda još uvijek pod pritiskom ona potom prelazi u prvi koagulacioni bazen, (**IV**) u kome je instalirana sporohodna mješalica.

U ovom bazenu se voda umiruje uz obrtnje mješalice sa promjenjivim brojem obrtaja koje se vrši pomoću frekventnog regulatora koji je smješten u elektro komandnom ormaru u neposrednoj blizini same mješalice.

Optimalan broj obrtaja ove mješalice je 20-25 $0/min$.

Ovdje se vrši hidroliza aluminijum sulfata i stvaranje flokula aluminijum hidroksida koje potom služe kao početne, inicijalne čestice za stvaranje većih flokula koje se dalje okrupnjavaju i svojom težinom padaju na dno taložnika. Čestice koje su već dovoljno krupne padaju na dno koagulacione komore odakle se evakušu preko muljnog ispusta.



Slika br.4 Elementi ugrađene opreme u vodomjernom šahtu



Slika br.5 Foto nove opreme u vodomjernom šahtu

Nakon koagulacionog bazena, **(IV)** voda dolazi u manju komoru na čijem dnu se nalazi sabirna čelična cijev koja tako koagulisanu i djelimično flokulisanu vodu odvodi u dinamički taložnik, flokulator, **(V)**. Taložnik-Flokulator (Klariflokulator) se nalazi u neposrednoj blizini bazena za koagulaciju, a cjelokupan prostor je pokriven i zaštićen od atmosferilija i niskih temperatura.

U glavnu dovodnu cijev ispred taložnika-flokulatora dozira se pomoćno flokulaciono sredstvo, rastvor polielektrolita – koje se dodaje samo u slučaju povećanih mutnoća.

Rastvor polielektrolita se dozira pomoću novog „Ultramat,, **(X)** sistema za doziranje, koji istovremeno služi i za dodavanje polielektrolita mulju koji se evakuše iz flokulatora, sa ciljem da se pospiješi ugušćivanje u procesu pripreme za tretman na filter presi.

8. Dinamički taložnik-Flokulator, (V)

Nakon koagulacionog bazena tretirana voda dolazi u dinamički taložnik - flokulator gdje se vrši konačno izdvajanje suspendovanih materija u obliku krupnih flokula koje se formiraju nakon dodavanja rastvora polielektrolita.

U centralnom dijelu taložnika je ugrađena je pužna mješalica koja se lagano okreće ($n=10-15^\circ/\text{min}$) i zahvata dotičuću vodu usmjeravajući je ka izlaznim otvorima, tj. ka pokretnoj kaloti i cilindru. Regulacija broja obrtaja i ove mješalice se vrši pomoću frekventnog regulatora .

Broj obrtaja pužne mješalice u taložniku, **(V)** je uvijek manji od broja obrtaja flokulatorske mješalice, u koagulacionom bazenu, **(IV)**.

Usled laganog miješanja dolazi do dejstva pomoćnog flokulacionog sredstva koje se sastoji u tome da se sve stvorene flokule aluminijum hidroksida i u tretiranoj vodi prisutne suspendovane i neutralisane kaloidne čestice međusobno spajaju i okrupnjavaju. Time su stvoreni uslovi za bistrenje vode, pošto se čestice nastale ovim procesom počinju taložiti.

Izbistrena voda se preko centralnog ispusta iz koagulatora čeličnim cjevovodom, (NO 400) gravitaciono odvodi u raspodjelnu posudu na brze gravitacione, smoispirajuće filtere.

U slučaju da voda ima takav stepen zamućenja, tj. bistrine, do 10ONTU, te da je nije potrebno tretirati sa hemikalijama, (rastvor aluminijum sulfata i polielektrolita) tada postoji mogućnost da se sirova voda direktno šalje na filtere.

Izbistrena voda nakon sakupljanja u perforiranim koritima zvjezdasto raspoređenim po površini taložnika (**slika broj 6**) sakuplja se u obodnom kanalu i potom odvodi čeličnim cjevovodom na dalji tretman, na filtraciju.

8.1. Pumpna stanica za recirkulaciju i evakuaciju istaloženog mulja

Proces bistrenja odvija se uz taloženje koaguliranih čestica koje padaju na dno taložnika.

U nivou dna taložnika postavljena je nova pumpna stanica za evakuaciju istaloženog mulja. Nju sačinjavaju dvije centrifugalne pumpe sa cjevovodima koji omogućavaju manipulativne mogućnosti u pogledu transporta izdvojenog mulja. Jedna pumpa je predviđena za recirkulaciju mulja dok druga služi za evakuaciju mulja iz taložnika.

Recirkulacija mulja se vrši u slučaju kada je mutnoća sirove vode relativno mala i iznosi cca 10-20ONTU, odnosno kada je koncentracija suspendovanih materija relativno mala te bi dodavanje hemikalija imalo suprotan efekat na bistrenje, a dodani mulj ima ulogu flokulatora.

Dinamika evakuacije mulja iz taložnika zavisi od kvaliteta sirovih voda koje dolaze sa vodozahvata, ali u toku probnog rada kao i u toku eksploatacije postrojenja u raznim godišnjim dobima tačno se utvrđuje

je potreba za njegovom evakuacijom. Ukoliko je sirova voda bistra do blago mutna i njena mutnoća se kreće u rasponu od 10-30ONTU tada se za početak evakuacija mulja sa dna taložnika vrši svakih 6-8 sati u tolikoj dužini da na izlaznoj cijevi za mulj počne da ističe mutna, ali ne zamuljena voda.

Očekivana koncentracija mulja iz taložnika je 2-2,5% suve materije.

Treba napomenuti da je dinamički taložnik (klarifikulator) smješten u zatvorenoj čeličnoj konstrukciji koja je pokrivena termoizolacionim fasadnim elementima. Betonski bazen klarifikulatora je bio u prihvatljivom stanju, ali je sanirana podna ploča, da bi se spriječilo slijeganje jugoistočnog ugla temeljnog zida. Takođe, u samoj zgradi klarifikulatora izvršene su neophodne popravke sa ciljem produženja vijeka trajanja objekta.

9. Filterske jedinice

Prethodno postrojenje je radilo je sa dvije filterske jedinice, kapaciteta po 65 l/s. Filteri su bili automatski, sifonski, samoispirajući, gravitacioni, prečnika oko 6 m.

Ranije je izvršena zamjena filterske ispune postojećih filterskih jedinica, međutim, obzirom na karakter drugih oštećenja nisu se postizali očekivani efekti. Zbog toga je odlučeno da se postojeće filterske jedinice zamijene potpuno novim. (VI)



Slika br.6 – Dinamički taložnik

Da bi se dobila fleksibilnost u njihovom radu i poboljšale mogućnosti filtracije u raznim situacijama, kao i da bi se omogućila lakša zamjena filterskih jedinica sa aspekta funkcionisanja sistema vodosnabdjevanja, umjesto dvije filterske jedinice izvedene su tri, nešto manjih dimenzija (prečnika) i sa slijedećim karakteristikama:

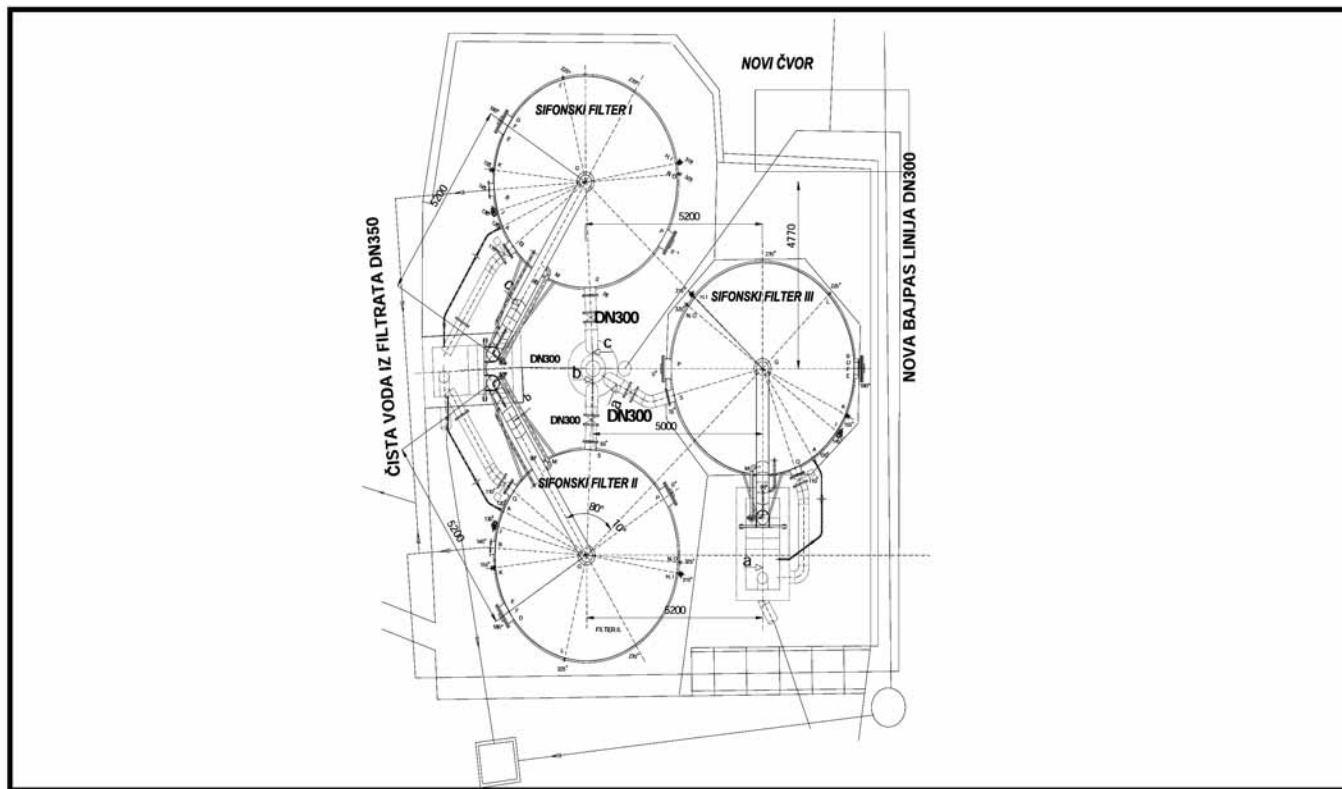
Prečnik FJ	5,4 m
Broj FJ	3
Minimalna efektivna filterska površina	22,1 m ²
Maximalno opterećenje	130 l/sec
Minimalno opterećenje	65l/sec
Minimalna Brzina ispiranja	35 m/h
Sastav filterskog medija prema DIN 19623	
Grubi-nosivi sloj	1-2 mm
Fini sloj	0,71-1,25 mm
Visina filterske ispune	450 mm
Broj filterskih mlaznica	71 kom/ m ² filterske površine
Otvori filterskih mlaznica	0,7 mm
Ukupna visina filtera	6,5 m
Dijametar ispirnog sistema	DN 300/350
Količina vode za pranje u %	4,5%

Ugrađene su Filterske Jedinice 54 ASF Proizvođač Tvornica Hidro Opreme Sarajevo

Filterske jedinice su termoizolovane, a cijevi sifona se zagrijavaju pomoću specijalnih grijača. Za potrebe odvoda vode na filtere i oko filtera ugrađen je novi By pass čelični cjevovod ND300/ND 400.

Nakon izvođenja građevinskih radova i montaže novih filtera, izvršeno je spajanje na dovod vode iz flokulatora, kao i spajanje odvoda vode za pranje filtra u postojeći odvod vode za pranje filtera. Dispozicija filtera i spojnih cjevovoda je prikazana na **Slici br.7**.

Filteri su snabdijevani sa eJektorima velike snage i odgovarajućim elektromagnetnim ventilima koji omogućavaju kvalitetan proces samoispiranja. Obezbijeđen je i dovoljan nivo automatike kojim se preko turbidimetara instaliranih na izlaznoj liniji sva tri filtera kontroliše izlazna mutnoća filtrirane vode.



Slika br.7 - Dispozicija tri nove filterske jedinice

10. Rezervoari čiste vode (VII)

Postojeći rezervoar čiste vode se sastoji iz dvije vodne komore (dvije poliester cijevi prečnika Ø 2500 mm) koje su spojene preko izlazne zatvaračke komore.

U izlaznoj zatvaračkoj komori su smještene instalacije odvoda i preliva, kao i hidroforsko potrojenje za snabdjevanje vodom uređaja za doziranje kemikalija i pogonskog objekta.

Na vodnim komorama postoje i kontrolna okna sa poklopcima. Ukupna zapremina rezervoara (obje vodne komore) iznosi oko 80 m³.

Postavljen je potpuno novi hidroforski sistem sa cjevovodom za snabdjevanje vodom objekata koji egzistiraju na postrojenju. Ta voda se takođe koristi kao protivpožarna i za ispiranje cijevnih komponenta u sistemu.

11. Dezinfekcija vode (VIII)

Dezinfekcija čiste vode bila je organizovana u izlaznoj zatvaračkoj komori.

Postrojenje za dezinfekciju-hlorinator je izmješten u objekat za pripremu kemikalija, a dezinfekciono sredstvo se ubrizgava u ulaznoj zatvaračkoj komori, kako bi na izlazu iz rezervoara čiste vode mogla da se vrši kontrola koncentracije sredstva za dezinfekciju/hlora.

12. Tretman mulja

Na postrojenju za preradu vode Bukovica do sada nije bio tretman mulja iz klariflokulatora. Ovim projektom izgrađeni su objekti i instalacije za tehnološki tretman mulja uz doziranja polimera, i to:

- ugušćivač mulja
- objekat filter prese sa rezervoarom za ocijeđenu i nadmuljnu vodu.

Dispozicija mulja se realizuje u slijedećim fazama:

1. Ugušćivanje u ugušćivaču mulja, uz dodavanje sredstava za poboljšanje ugušćivanja (polimera),
2. Sušenje/cijeđenje u komornim filter presama
3. Transport osušenog/iscijeđenog mulja na deponiju u Kaknju.

12.1. Ugušćivač mulja (XII)

Za potrebe zgušnjavanja mulja izgrađen je statički ugušćivač mulja kao okrugli, cilindrični armirano-betonski objekat sa konusnim dnom u sredini, sa potrebnim instalacijama dovoda mulja iz klariflokulatora (čelična cijev ND 100), odvoda ugušćenog mulja prema filter presama (čelična cijev ND 80) i odvoda nadmuljne vode.

Ugušćivač mulja je vrsta rezervoara (otvorenog bazena) sa kosim dnom u obliku lijevka, sa mostom preko bazena, bez zgrtača mulja.

Dimenzije i karakteristike ugušćivača dati su u slijedećoj tabeli:

Prečnik	4,5 m
Dubina cilindra	2,7 m
Dubina konusnog dna	3,9 m
Maksimalno opterećenje	1,5 m ³ /h
Maks. količina na sat	20 m ³ /h
Kapacitet skladišta mulja	2 dana

U ugušćivač mulja doprema se višak mulja iz klariflokulatora, a može da se doprema istaložena nadmuljna voda iz rezervoara nadmuljne vode.

12.2. Rezervoar nadmuljne vode

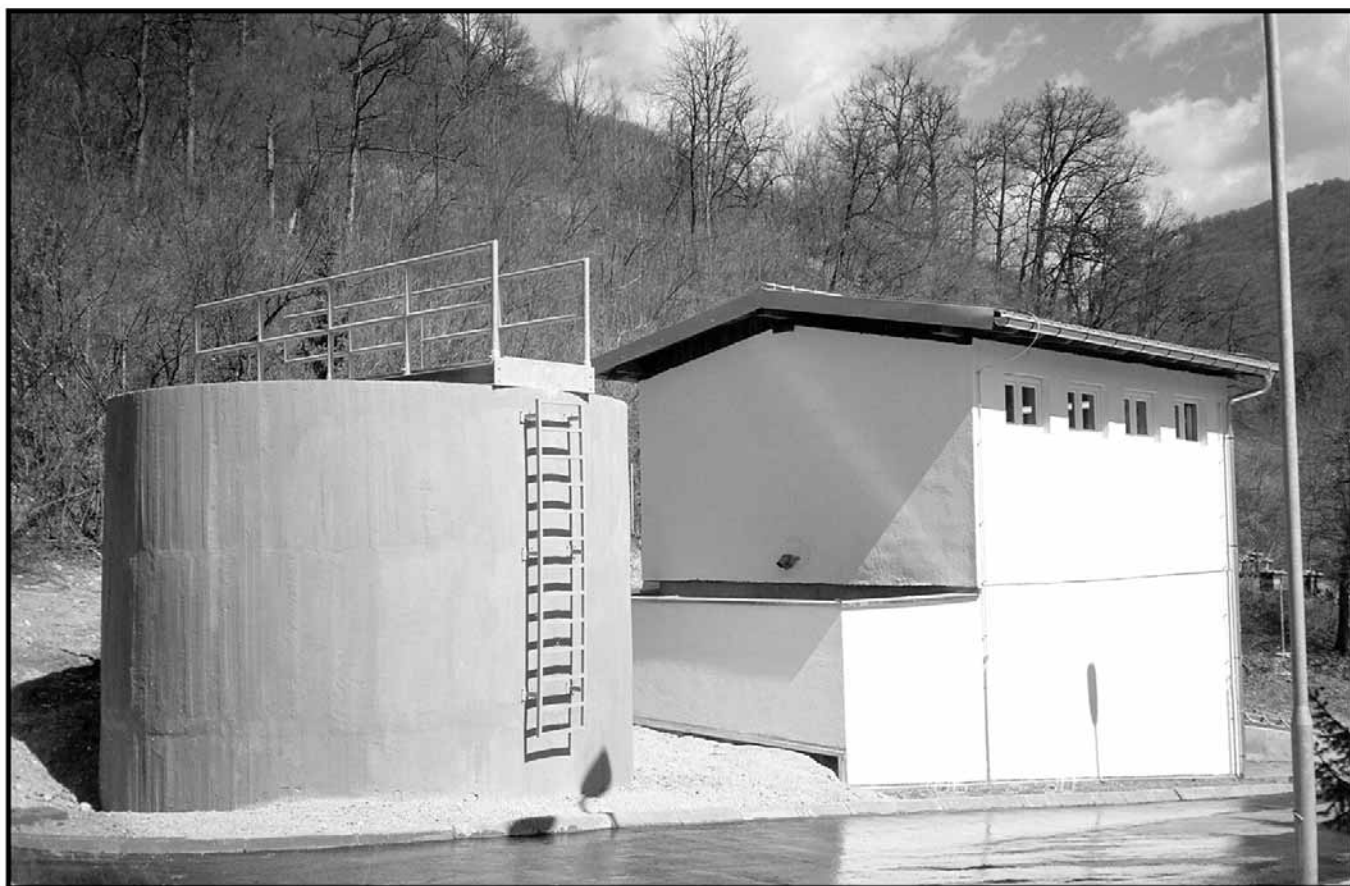
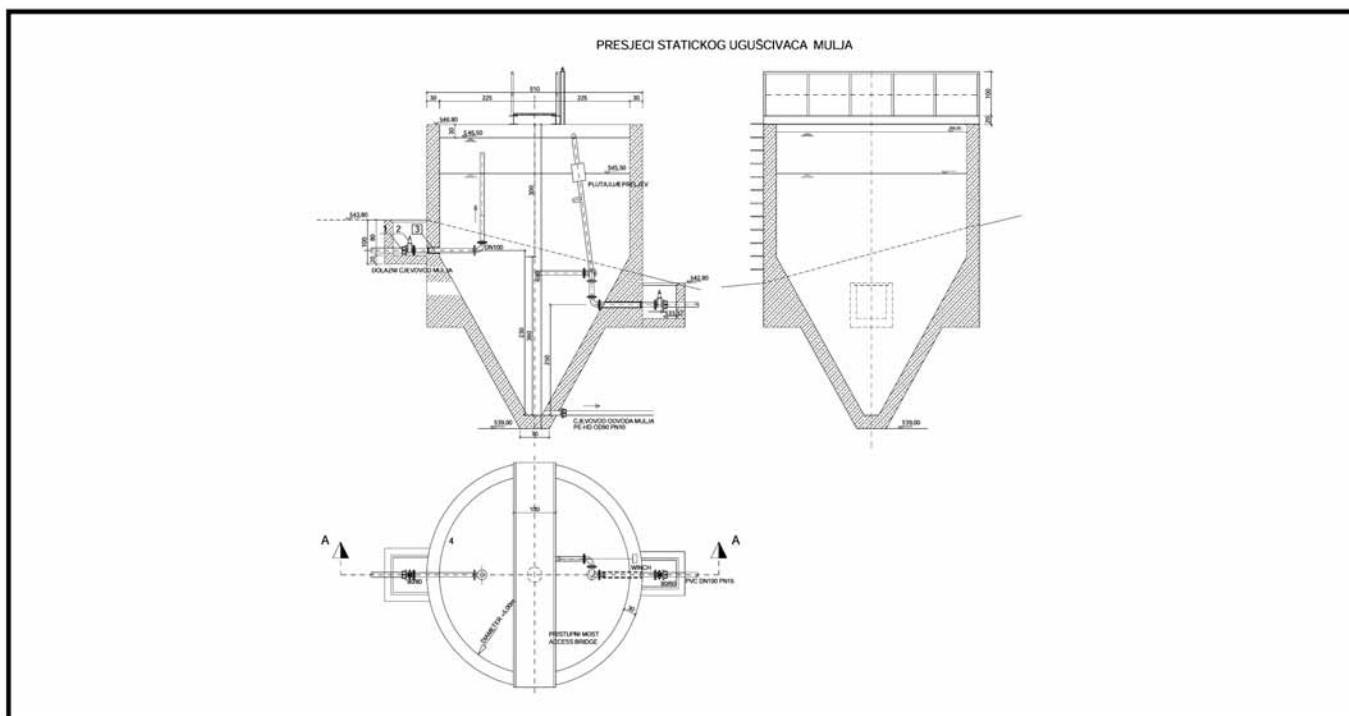
Rezervoar nadmuljne vode izgrađen je uz objekat filter prese. To je armirano-betonski otvoreni bazen zapremine V=35 m³, dimenzija 5,1x2,5x2,7 m. Dno rezervoara je izvedeno u nagibnom podložnom betonu prema dijelu bazena iz kojeg se odvodi talog ocijeđene vode i usmjerava prema kanalizaciji.

U rezervoar nadmuljne vode dolazi nadmuljna voda iz ugušćivača mulja i voda od cijeđenja mulja u filter presi. Čista voda može da se preliva u rezervoaru nadmuljne vode odvodi se u kanalizaciju i zajedno sa vodom od pranja filtera odvodi u rijeku Bukovicu. Voda iz rezervoara nadmuljne vode odvodi se ili u ugušćivač ili u prelivnu koagulacionu komoru na početak procesa pomoću pumpe koja je postavljena u podrumu objekta filter prese.



Detalj sa rijeke Bosne u njenom gornjem toku

Snimio: M. Lončarević



Slika br.8. - Crtež ugušćivača, foto ugušćivača i objekta filter prese sa rezervoarom nadmuljne i ocjedne vode

12.3. Objekat za cijedenje mulja (fiter presa)

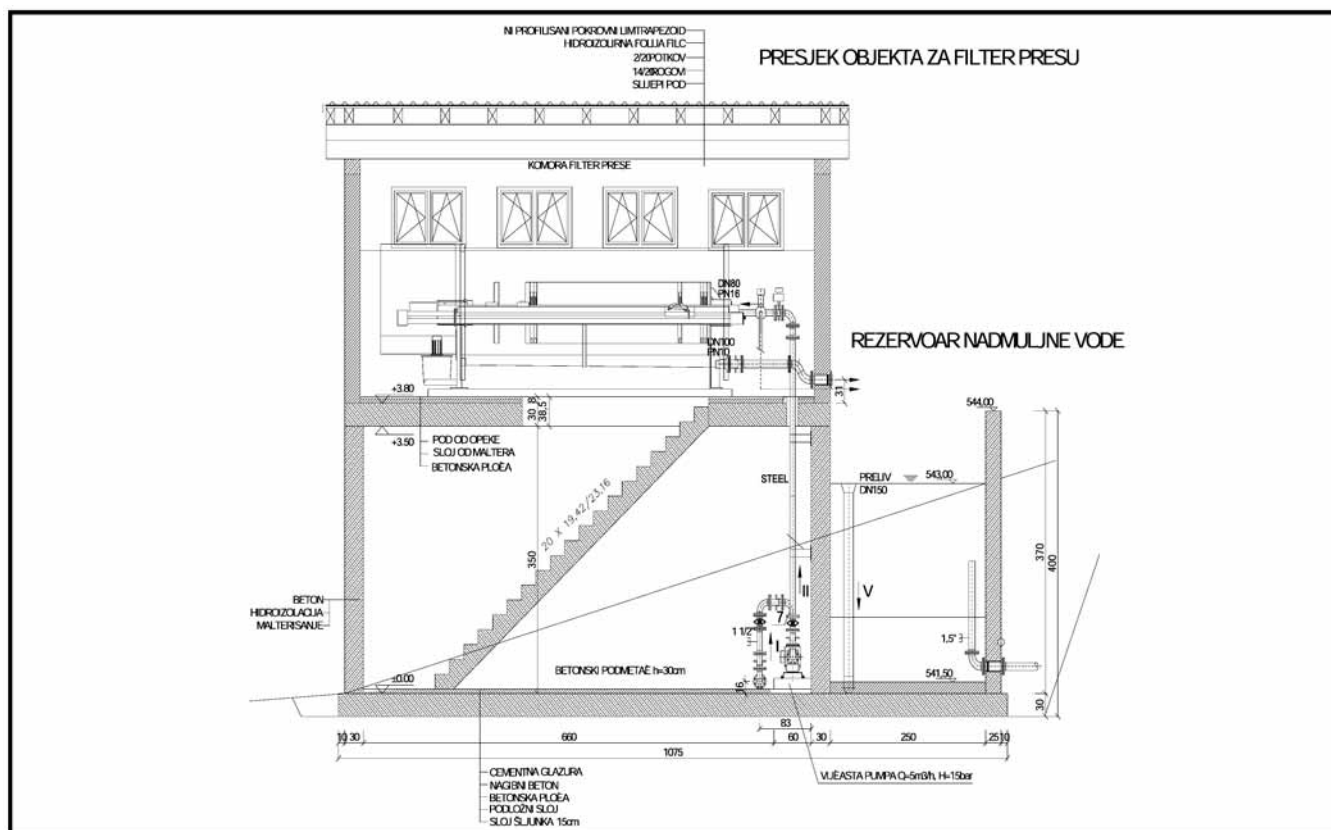
Izgrađen je novi objekat za smještaj filter prese dimenzija 5,1x6,75 m i sastoji se iz dvije etaže, podruma i sprata. **(XI)**

U podrumu objekta filter prese smještena je vijčasta pumpa za dopremu mulja iz ugušćivača u filter prese i pumpa za gore opisanu manipulaciju sa nadmumljnom vodom. Također, podrum služi za smještaj kamiona koji se filtrirani mulj istresa i odvozi na deponiju.



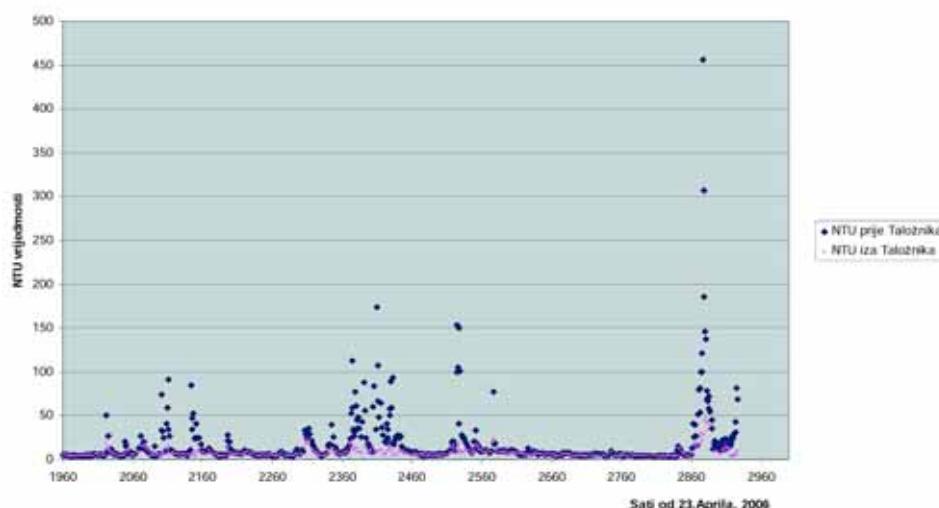
Ovo je rijeka Bosna kod Nemile, a i Kakanj je grad na rijeci Bosni

Snimio: M. Lončarević

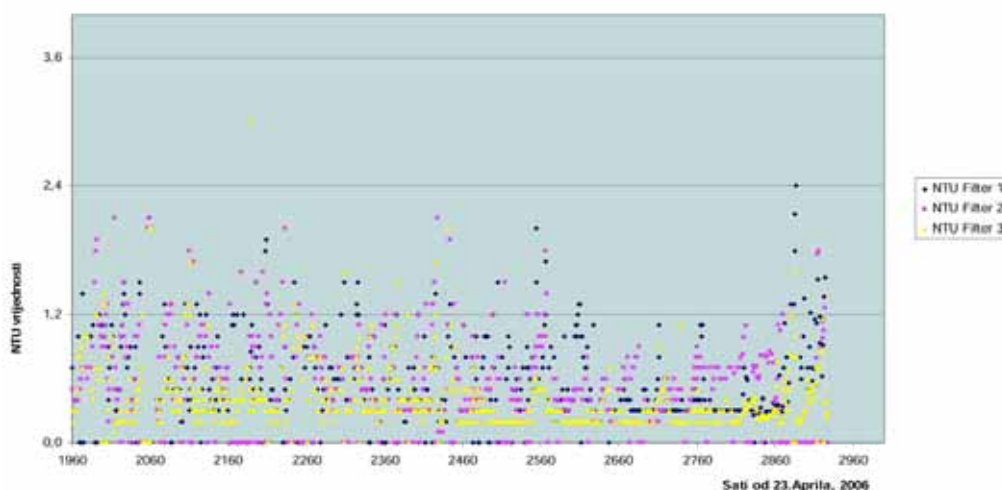


Slika br.9 - Objekat Filter prese i rezervoar ocijeđene vode

NTU ulaza i izlaza iz taložnika (mjerjenja od 23. Aprila, 2006god.)



NTU vrijednosti izlaza iz filtera od 23. Aprila, 2006



Na spratu objekta nalazi se komorna filter presa, u kojoj se vrši cijedenje mulja. Iscijedeni mulj se u paletama ispušta u kamion, a filtrat se odvodi u rezervoar nadmuljne vode.

Voda iz drenažnog kanala na podu podrumске prostorije u kojoj je smještena pumpa za filter presu odvodi se u kanalizaciju.

13. Pogonski objekat

Postojeći pogonski objekat sa laboratorijom je već rekonstruisan/saniran u prvoj fazi realizacije. Uređeni su prostori za skaladištenje i doziranje kemikalija, laboratorija, kotlovnica, agregati za alternativno napajanje električnom energijom, razvodno postrojenje, kancelarije, kuhinja, kupatilo, prostori za boravak osoblja. Isporučena je i instalirana laboratorijska oprema neophodna za vršenje fizičko-hemijskih i bakterioloških ispitivanja uzoraka vode. Izvedena je kompletna instalacija kotlovnice i grijanja u objektu.

Isporučen je i ugrađen novi elektroormar. Isporučeni su i priključeni mjerači nivoa u komori 1 i 2. Isporučene su rasvjetne armature i izrađena instalacija

rasvjete i utičnica. Instalirana oprema za telemetrijski prenos nivoa u WTP Bukovicu i Kakanj.

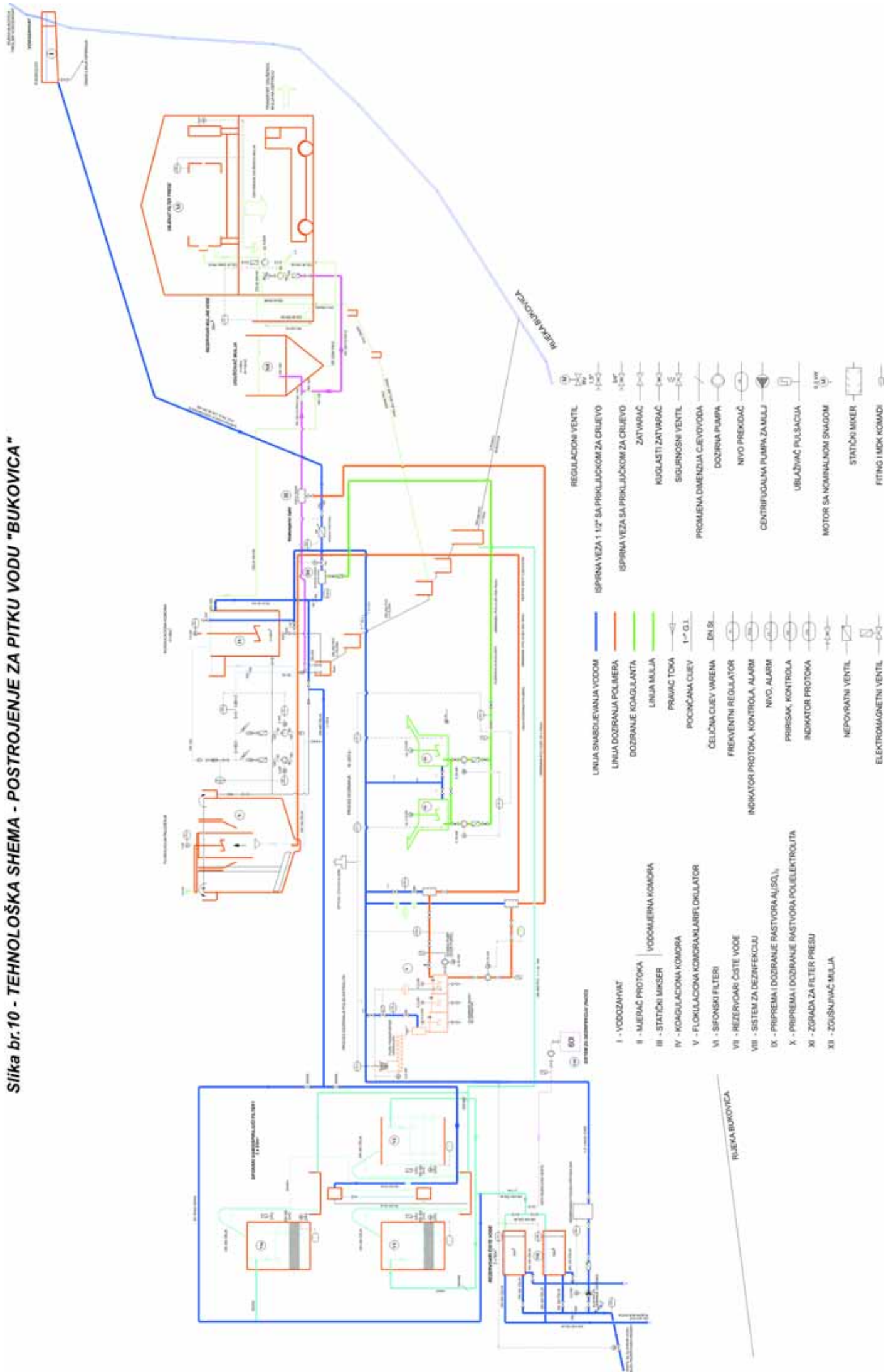
14. Faza optimizacije i rezultati

Nakon završenih radova izvršen je probni pogon rada postrojenja sa tehnološkim dijelovima, nakon čega je izvršena faza optimizacije procesa. Kao koagulaciono sredstvo korišteni su Aluminijum hidroksid i Feri Klorid. U pogledu izmjerenih mutnoća rezultati su bolji od očekivanih, što pokazuju i dijagrami dobivenih mutnoća u procesu.

Ciljevi optimizacije su bili da se dobiju mutnoće koje su u granicama, a od 10-20 NTU-a iza flokulatora, a na izlazu iz filtera izlazne mutnoće moraju biti manje od 1,2 NTU-a, što je u potpunosti dostignuto, čak i u periodu ekstremno velikih mutnoća.

(Napomena: Obzirom da je vrijednost izlaznih mutnoća mjerena svaki sat vremena, na grafikonima x ose unešeni su sati za mjereni period. Isto tako na Grafikonu izlaznih mutnoća iz filtera povećane vrijednosti mutnoća su evidentirane u periodu pranja filtera.)

Slika br.10 - TEHNOLOŠKA SHEMA - POSTROJENJE ZA PITKU VODU "BUKOVICA"



MEĐUNARODNI KURS IZ NAVODNJAVANJA U IZRAELU

Svake godine se u Izraelu održava međunarodni kurs iz navodnjavanja pod pokroviteljstvom MASHAV-a (Ministarstvo za spoljne poslove, Centar za međunarodnu saradnju) i CINDADCO-a (Centar za međunarodnu saradnju u razvoju poljoprivrede). Ove godine, pomenuti kurs je održan od 09. maja do 14. juna u kibucu Shefayim dvadesetak kilometara sjeverno od Tel Aviva. Na kursu je bilo dvadeset polaznika iz sljede-

ćih zemalja: Azerbejdžan, Belgija, Bosna i Hercegovina, Kamerun, Kina, Etiopija, Indija, Malavi, Nigerija, Filipini, Južna Afrika, Šri Lanka, Tanzanija, Turska i Uganda.

Kurs je održavan svaki dan osim subote u vremenu od 08:30 do 18:30 sa pauzom od jednog i po sata za ručak. Obuhvatio je nastavu u učionici kao i praktičnu nastavu u polju tako da su polaznici dobili odgovarajuće znanje iz navodnjavanja koje im može

Veroslav Rajčić ispred ulaza i trening centra u Izraelu



pomoći u svakodnevnom bavljenju ovom problematikom. Organizator kursa je organizovao i nekoliko stručnih i turističkih putovanja na Galilejsko jezero i grad Tiberias, Nazaret, Tel Aviv i Jafo, Jerusalem i Mrtvo more. Takođe, učesnici kursa su kolektivno posjetili i Agritech 06, međunarodni sajam poljoprivrede koji je održan od 09. do 11. maja u Tel Avivu.

Glavni predmeti koji su polaznici slušali su sljedeći: Voda u Izraelu; Hidraulika sistema za navodnjavanje pod pritiskom; Odnosi zemljište-biljka i voda; Potrebe biljaka za vodom; Metodi navodnjavanja (kapalice, prskači, pokretne jedinice); Projektovanje sistema za navodnjavanje; Filtracija; Kontrolne jedinice za navodnjavanje; Pumpne stanice; Automatizacija; Softveri za projektovanje u navodnjavanju; Kvalitet vode; Određivanje režima navodnjavanja; Monitoring navodnjavanja; Slijed navodnjavanja; Navodnjavanje u staklenim baštama i Fertilizacija i fertigacija.

Na kraju kursa, polaznici podijeljeni po grupama su uradili zajednički projektantski elaborat iz navodnjavanja na nivou idejnog rješenja na jednom realnom polju.

Iako je i sam autor ovog članka magistar iz oblasti navodnjavanja i iako mu je ovo bila druga po-

sjeta Izraelu, uspio je naći dobar dio novih naslova i materijala neophodnih za svakodnevnu problematiku navodnjavanja u projektovanju i izvođenju.

Osnovni uslovi koje polaznik mora ispuniti uz prijavu je akademska diploma tehničkog smjera, minimalno tri godine iskustva u struci i tečno znanje pisanog i govornog engleskog jezika. Troškovi smještaja i hrane su besplatni, a sve ostale troškove snosi polaznik kursa.

Sve informacije u vezi sa ovim i ostalim sličnim kursevima u Izraelu mogu se dobiti na adresi CINADCO Training Centra u Izraelu: Fax. No. ++972 9 959 57 33 ili na e-mailu: english@cinadco.co.il.

S obzirom da Izrael nema ambasadu u Bosni i Hercegovini, sav posao oko vize se obavlja preko Ambasade Izraela u Beogradu.

Na povratku iz Izraela, na aerodromu Ben Gurion u Tel Avivu, razmišljajući o ovom kursu i ponovnoj posjeti ovoj bliskoistočnoj državi napetih političkih tenzija, a u isto vrijeme znatno razvijenijoj i manjoj od Bosne i Hercegovine, autor ovih redova nije mogao a da ne pomisli kako bi se svo ovo znanje Izraelaca moglo primjeniti na našim prostorima u nekim normalnim okolnostima koje nisu tako neostvarljive.

Do sljedećeg viđenja, Shalom Izrael.



Samo čiste vode mogu služiti za navodnjavanje poput ove snimljene na rijeci Sani.

Snimio: Mirsad Lončarević

SISTEMI PREĆIŠĆAVANJA KOJI KORISTE TLO

U ekosistemima tlo-voda-biljke, odvija se niz fizičkih, kemijskih i bioloških procesa koji omogućuju eliminaciju gotovo svih kontaminata prisutnih u gradskoj otpadnoj vodi: suspendiranih materija, organske materije, nutrienata (N i P), metala, tragova organskih komponenti i patogenih mikroorganizama.

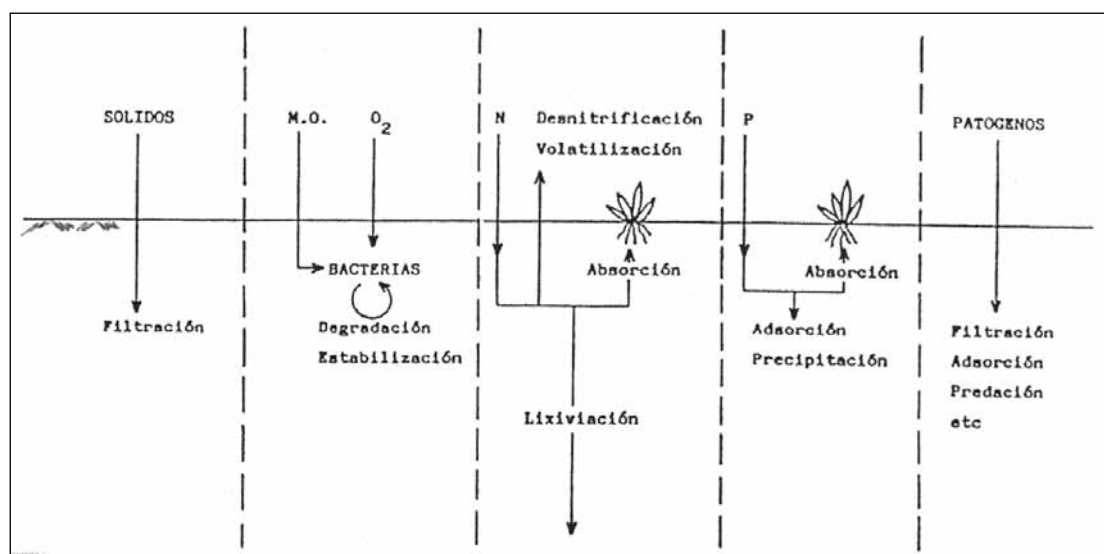
Eliminacija suspendiranih materija: u sistemima pročišćavanja koji uključuju Primjenu otpadne vode kroz tlo, eliminacija suspendiranih materija se odvija uglavnom putem filtriranja kroz tlo, a u manjem stupnju i filtriranjem kroz žive biljke i biljne otpatke.

Na taj način najviše otpada se eliminira na površini zemlje, te je neophodno da se sistemi pročiš-

ćavanja projektiraju tako da bude minimalan gubitak kapaciteta filtriranja.

Eliminacija organske materije: topiva i netopiva organska materija prisutna u otpadnoj vodi eliminira se kroz tlo putem bakteriološke razgradnje. Mikroorganizmi odgovorni za ovu biorazgradnju se obično nalaze u biofilmu koji se razvija na površini od čestica tla, vegetacije i otpadaka biljaka.

Sistemi pročišćavanja koji koriste tlo su projektirani i njima se upravlja tako da što je više moguće budu aerobni uvjeti. Ovo je zbog toga da bi razgradnja organske materije bila aerobna, što je mnogo brže i potpunije od anaerobne razgradnje. Sistemi bi trebali biti tako dimenzionirani da potreba za kisi-



Slika 13. Bazični proces pročišćavanja u tlu

kom potrebnim za razgradnju organske materije bude niža od stupnja prijenosa kisika na tlo.

Izuzetak od ovog pravila su oni sistemi koji su projektirani da maksimiziraju procese denitrifikacije s ciljem reduciranja sadržaja dušika u otpadnoj vodi.

Eliminacija dušika: mehanizmi uključeni u eliminaciju dušika iz otpadne vode variraju ovisno o njihovoj formi: organskog dušika, amonija ili nitrata.

Organski dušik: dio organskog dušika udružen sa suspendiranim materijama u otpadnoj vodi se eliminira filtriranjem (kako je opisano u prethodnom poglavlju), dopuštajući da se direktno unesu u humus u tlu. Dio otopljene frakcije se hidrolizira, prerasjavajući u amino kiseline, koje se mogu vratiti razgradnjom u ione amonija.

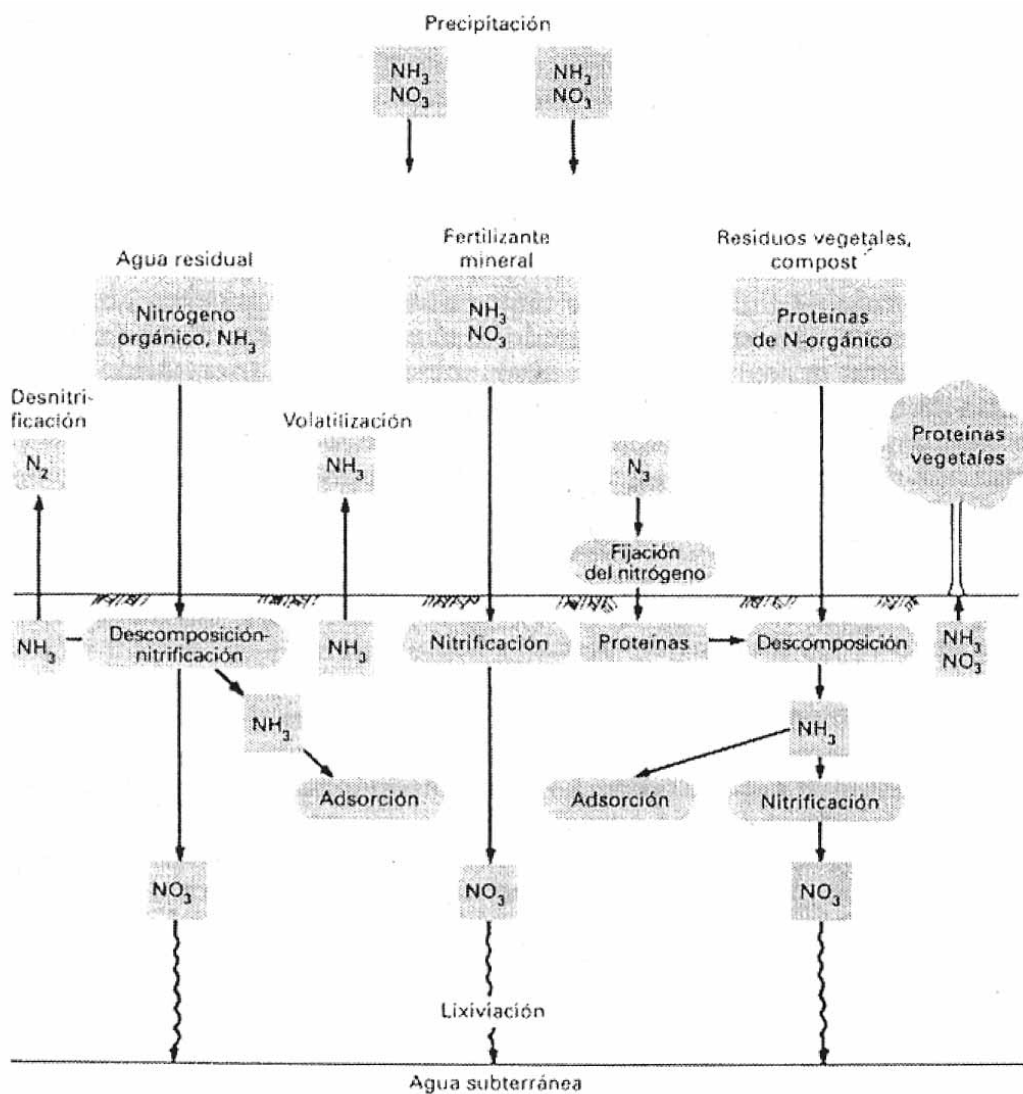
Amonijačni dušik: otopljeni amonijak može biti eliminiran direktnim isparavanjem u atmosferu u formi plina (< 10 %), dok najveći dio amonijaka iz influenta (i prevedenog amonijaka) se adsorbira, privre-

meno, sredstvima reakcije izmjene iona, u čestice tla i elektro-nabijenim organskim česticama. Ovaj adsorbirani amonijak može biti zarobljen od vegetacije i mikroorganizama prisutnih u tlu, a također može biti preveden u nitrate putem biološke nitrifikacije.

Nitratni dušik: ovaj oblik dušika nema reakciju izmjene iona kao posljedice njihova negativna naboja, te tako ostaje u soluciji i odlazi s kapanjem vode. Vegetacija može asimilirati nitrate, ali se ovo jedino odvija usko na njihovom korijenju za vrijeme rasta.

Biološka denitrifikacija: nitrati se mogu eliminirati biološkom denitrifikacijom i oslobađanjem u atmosferu plinovitog dušika i dušičnog oksida. Ovaj mehanizam je glavno sredstvo eliminacije dušika u sistemima koji koriste tlo.

Denitrifikacija se obavlja preko fakultativnih bakterija, i pod anoksičnim uvjetima, iako cijeli sistem ne mora biti anoksičan. Također, neophodno je da odnos ugljika/dušika bude dovoljno visok, najmanje 2 : 1; COT : N.



Slika 14. Ciklus dušika

Eliminacija fosfora: fosfor se eliminira, osnovno, adsorpcijom i kemijskom precipitacijom (obaranjem), iako i biljke također, doprinose njegovoj eliminaciji.

U urbanim otpadnim vodama fosfor je obično prisutan u formi ortofosfata koji se adsorbira od glinovitih minerala i određenih organskih frakcija u tlu. Dio adsorbiranog fosfora se obično zadržava u reteziji i otporan je na ispiranje.

U eliminaciji fosfora, postoje i mnogo manje važni mehanizmi od adsorpcije kao što su kemijska precipitacija (obaranje) reakcija s kalcijem (ako je pH neutralan ili bazičan) ili s željezom i aluminijem (za kiselu pH).

Eliminacija metala: metali se uglavnom eliminiraju putem sorpcije (adsorpcijom-precipitacijom) a u manjem stupnju preko asimilacije biljaka.

Za pH vrijednosti veće od 6,5, većina tala ima vrlo visok kapacitet metalne retezije. Unatoč tomu, pod anaerobnim uvjetima i niskim vrijednostima pH, neki metali postaju topivi.

Za većinu metala stupanj eliminacije je oko 80 – 95%

Eliminacija tragova organskih komponenti: one se eliminiraju putem isparavanja i adsorpcije, koja slijedi nakon biološke razgradnje ili fotokemije.

Eliminacija Patogenih Organizama: eliminacija patogenih organizama (bakterije, protozoe, helminte) uključuje: sedimentaciju, reteziju, radijaciju, sušenje i adsorpciju. Virusi se gotovo isključivo eliminiraju preko adsorpcije i kasnijom smrću.

U sitnozrnim tlima, patogeni se eliminiraju na dubini od 1,5 m'.

Tipovi procesa korištenja zemljišta

Među sistemima za pročišćavanje otpadnih voda putem korištenja zemljišta možemo razlikovati sisteme Površinskog korištenja i Podzemnog korištenja.

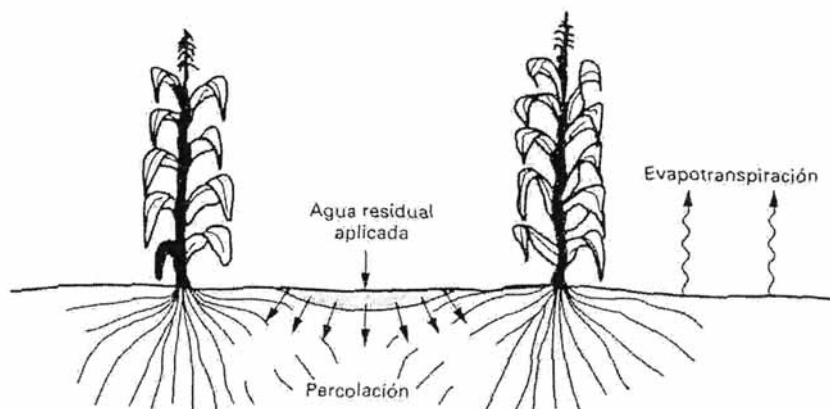
Procesi Površinskog Korištenja

Oni uključuju:

- Nisko opterećene procese
- Brzu infiltraciju
- Površinsku irigaciju (navodnjavanje)

Nisko opterećeni procesi. U ovim procesima, otpadna voda koja se tretira prolazi kroz zemljište s vegetacijom, te se stoga postiže i pročišćavanje vode i rast biljaka.

Dio vode koji se upušta kroz zemlju se gubi preko evapotranspiracije, a ostali dio se procjeđuje kroz tlo.



Slika 15. Nisko opterećeno pročišćavanje. Put vode

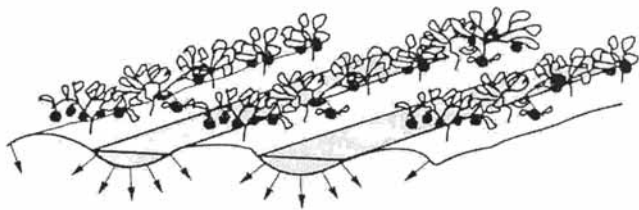
Voda se pročišćava kako prolazi kroz tlo. U većini slučajeva procjeđena voda konačno ulazi u podzemnu vodoopskrbu.

Hidrauličko opterećenje (protok otpadne vode primijenjen po jedinici površine zemlje) i tip vegetacije posađenih biljaka ovise o ciljevima postavljenim za sistem i specifičnim uvjetima njihove lokacije.

Postoje dva tipa Nisko opterećenih procesa:

- **Sistemi Tipa I:** glavni cilj je pročišćavanje otpadnih voda. Hidrauličko opterećenje nije kontrolirano potrebom biljaka za vodom nego vodopropusnošću (permeabilnošću) tla. Tehnologija zelenog filtra (Green Filter Technology) spada u ovu kategoriju.
- **Sistemi Tipa II:** glavni cilj je ponovna upotreba otpadne vode za proizvodnju usjeva. Hidrauličko opterećenje je uvjetovano zahtjevima biljnih vrsta koje se uzgajaju.

Otpadna voda (normalno poslije tretmana primarnog taloženja) se upušta u zemljište, generalno koristeći površinske tehnike (navodnjavanje brazdama ili navodnjavanjem plavljenjem).



Slika 16. Nisko opterećeno pročišćavanje.
Površinska distribucija

Da bi se održali pretežno aerobni uvjeti u tlu koje se koristi za propuštanje otpadne vode, primjenjuju se ciklusi povremenog korištenja, uobičajeno je između 4 i 10 dana.

Korištenje niskog opterećenja, te prisustvo vegetacije i ekosistema pridruženih tlu, svi skupa doprinose da Nisko opterećeni sistemi imaju najveći potencijal od svih prirodnih sistema.

Neophodno potrebne karakteristike tla koje se koristi kao lokacija Nisko opterećenih sistema su date u slijedećoj tabeli:



	Optimalno	Prihvatljivo	Slabo
Vodopropusnost (mm/h)	5 – 50	1,5 – 5; 50 – 150	< 1,5; > 150
Dubina vode (m')	> 1,5	0,6 – 1,5	< 0,6
Gradient (%)	0 – 2	2 – 15	> 15
pH	5,5 – 8,4	5,2 – 5,5	< 5,2; > 8,4
Provodljivost (mmhos/cm)	< 4	4 – 8	> 8
ESP (%)	< 5	5 - 10	> 10

ESP: postotak izmjenjivosti natrija (sodium)

Shodno usjevima, za Tip I najbolje odgovaraju oni sa:

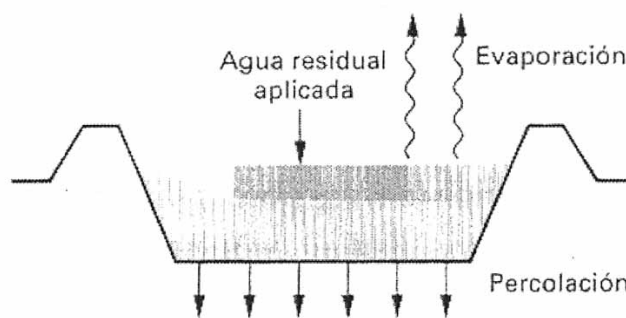
- visokim kapacitetom asimilacije nutrienata
- visokom potrošnjom vode
- visokom tolerancijom vlažnosti tla
- malom osjetljivošću na količinu vode
- minimalnoj potrebi za pažnjom

Među vrstama koje imaju sve ili gotovo sve ove karakteristike su različite vrste trava (bermudska trava, raž, italijanska raž, i dr.), kao i neko drveće (jablan, topola, eukaliptus, brijest i dr.).

Sistemi Tipa II, pošto tu nema direktnih zahtjeva za vodom, dopušta se širi krug usjeva (lucerka, djetelina, pamuk, i dr.)

Brza Infiltracija: u ovim sistemima predtretman otpadnih voda se vrši povremenim upuštanjem u tlo, obično upotrebom plitkih pondova (bazena) za infiltraciju.

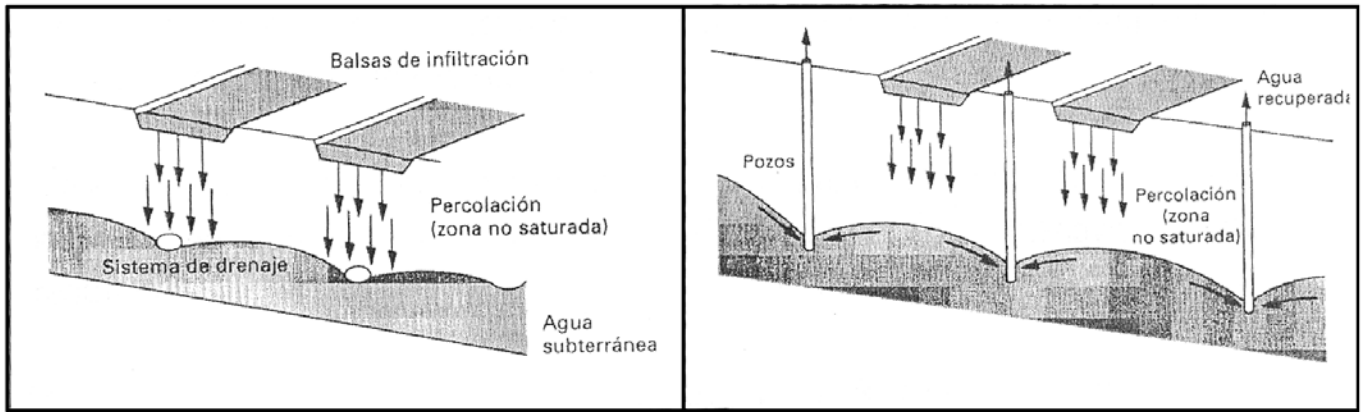
Kako oni rade s visokim opterećenjem, to su mali gubici preko evapotranspiracije i većinom se voda procjeđuje kroz tlo. Pročišćavanje vode se odvija putem procjeđivanja.



Slika 17. Put vode u sistemu brze infiltracije

Projektirani zadaci sistema brze infiltracije uključuju:

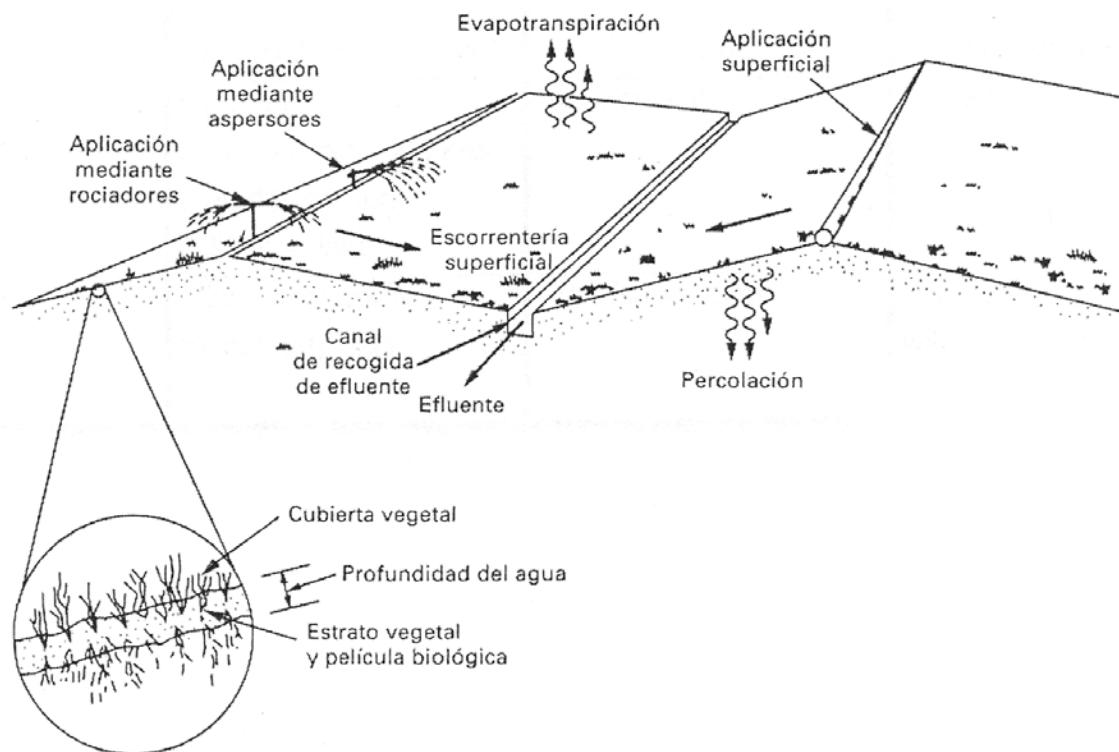
- tretman otpadne vode, koja slijedi punjenje akvifera, zbog povećanja vodnih resursa ili kao sredstvo u borbi protiv salinizacije
- tretman otpadnih voda koje su pokrivene dreniranjem ili pumpanjem
- tretman otpadnih voda koje slijede podzemnu cirkulaciju a ispušta se u površinske vode



Slika 18. *Rekuperacija (obnavljanje) dreniranjem (lijeva slika)
Rekuperacija (obnavljanje) upotrebom kopanih bunara (desna slika)*

Sistemi brze infiltracije imaju manji potencijal pročišćavanja nego Nisko opterećeni sistemi, zbog većeg hidrauličkog opterećenja i manjeg kapaciteta retenzije vodopropusnog tla koje se koristi za ovaj tip sistema.

Površinska irigacija (navodnjavanje): otpadna voda se distribuira odozgo pod nagibom s vegetacijom. Voda otječe naniže te se na dnu skuplja kanalima.



Slika 19. *Proces površinske irigacije (navodnjavanja)*

U površinskom navodnjavanju, koristi se relativno nepropusni podpovršinski sloj ili naslage, tako da je tu manje procjeđivanje kroz tlo nego u prethodno opisanim sistemima. Najviše vode se prikupi kao površinsko oticanje, s malim promjenljivim postotkom gubitka preko evapotranspiracije, ovisno o klimi regije i sezoni u toku godine.

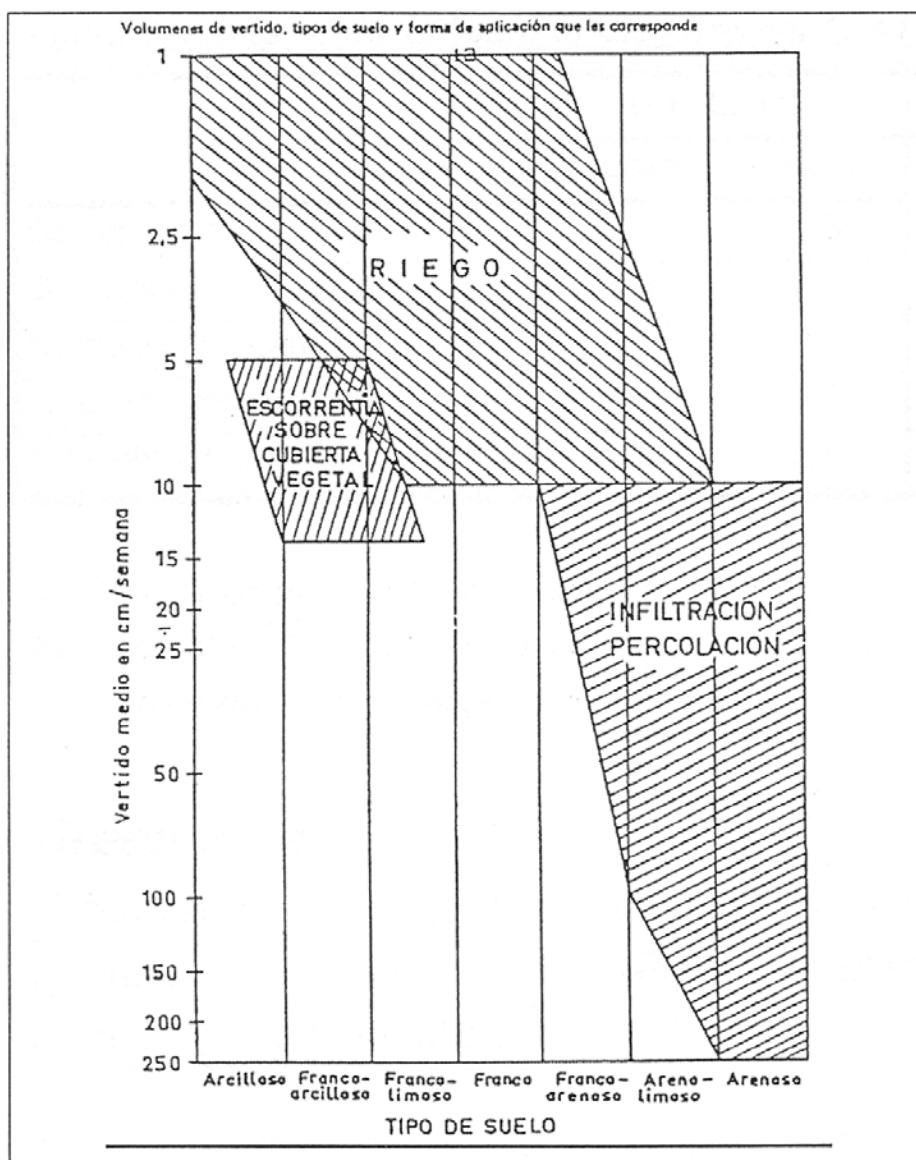
Ovi sistemi rade u rotaciji, izmjenjujući faze propuštanja i sušenja. Trajanje ovih faza ovisi o ciljevima tretmana.

Propuštanje vode u zemljište može biti putem prskalica ili površinskim metodama kao što su perforirane cijevi.

Slijedeće tabele i slike porede lokacije, projektirane karakteristike i performanse različitih tipova Tretmana primjenom zemljišta.

Karakteristike lokacije po različitim sistemima Primjene Zemljišta

Karakteristike	Nisko opterećenje	Brza infiltracija	Površinsko navodnjavanje
Klimatska ograničenja	Obično su potrebne akumulacije za kišne periode	NEMA	Obično su potrebne akumulacije za kišne periode
Dubina vode	0,6 – 0,9 m' (minimum)	3,0 m'	Nije kritični faktor
Gradient	Manji od 1,5 % na kultiviranom tlu i manji od 4 % na nekultiviranom tlu	Nije kritični faktor	1 do 8 %
Propustljivost tla	Umjereno niska do umjereno visoka	Visoka (pijesak, lapor)	Niska (glina, tepljana tla s nepropusnim barijerama)



Slika 20. Zapremina ispusta, tipovi tla i odgovarajuća sredstva primjene

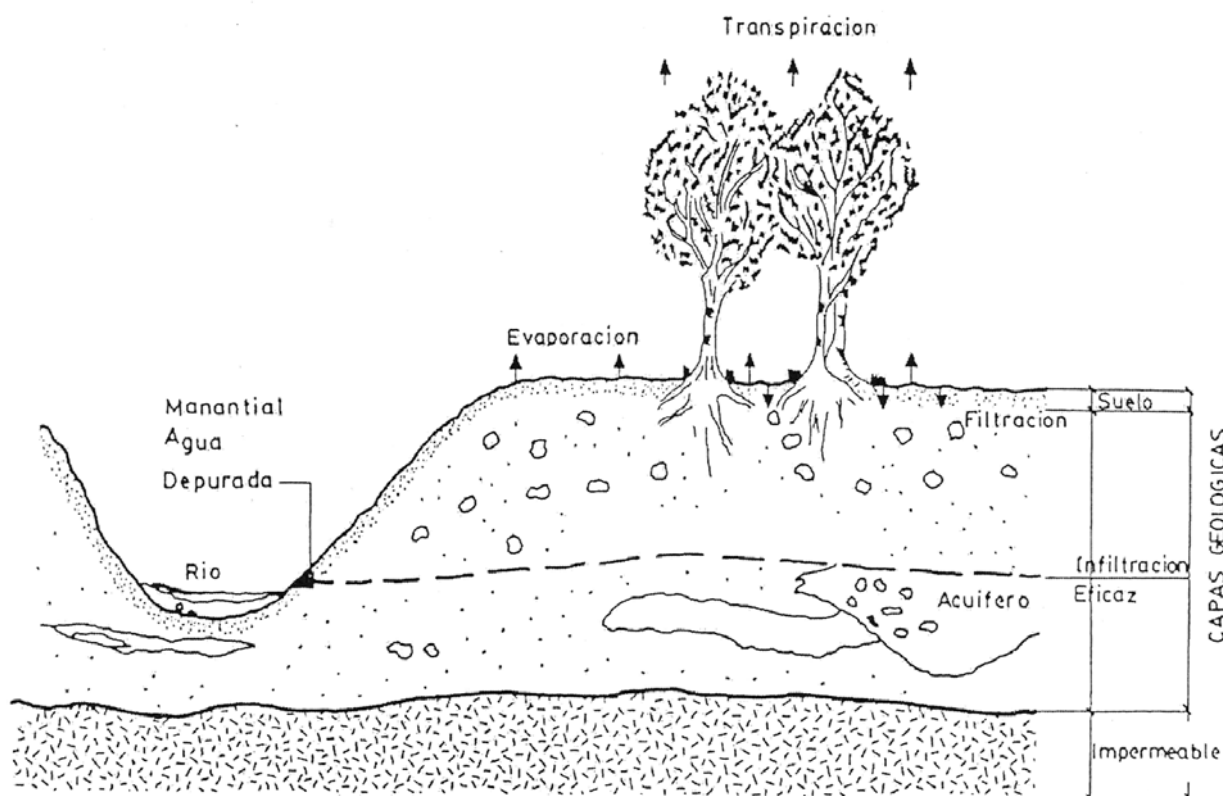
Projekirane karakteristike različitih sistema primjene zemljišta

Karakteristike	Nisko opterećenje (tip I)	Nisko opterećenje (tip II)	Brza infiltracija	Površinsko Navodnjavanje
Načini primjene	Površinski, sprejanje	Površinski, sprejanje	Površinski	Površinski, sprejanje
Godišnje hidrauličko opterećenje (m/god)	1,7 - 6	0,6 - 2	6 - 9	7,3 – 56,7
Potrebna površina (ha/10 ³ .d)	6 – 21,4	18,2 – 58,8	0,4 - 6	0,65 – 4,8
Potrebni preliminarni tretman	Primarno taloženje	Primarno taloženje	Gruba rešetka	Primarno taloženje
Evakuacija vode	Evapotranspiracija i procjeđivanje	Evapotranspiracija i procjeđivanje	Uglavnom procjeđivanje	Evapotranspiracija procjeđivanje i odvodnja
Potreba za vegetacijom	Potrebno	Potrebno	Opcija	Potrebno

- a) Procjeđivanje kroz 1,5 m' tla
- b) Procjeđivanje kroz 4,5 m' tla
- c) Oticanje preko 45 m' pada

Zeleni filter

Zeleni filter je tehnologija pročišćavanja otpadnih voda koja koristi površinu zemljišta za uzgajanje šumskih vrsta, gdje se otpadna voda koja se tretira obično upušta preko plavljenja.



Slika 21. Zeleni filter

Voda se pročišćava kroz seriju fizičkih, kemijskih i bioloških radnji.

Fizičke radnje: glavna fizička radnja je filtriranje, čime se suspendirane materije sadržane u otpadnoj vodi zadržavaju u prvim centrimetrima tla.

Kapacitet filtriranja ovisi o granulometriji i tekstu-ri tla. U fino granuliranim glinovitim zemljištima filtri-ranje je vrlo efikasno, ali pretjerano sporo, dok je u pjeskovitom tlu potpuno drugačije s velikom brzinom ali malom retenzijom tvari i slabim pročišćavanjem. Stoga je preporučljivo imati tla od srednje propusnih i rastresitih tekstura.

Kemijske radnje: kapacitet izmjene iona u tlu, pH i uvjeti aeracije/plavljenja koji uzrokuju oksidacij-ske/redukcijske procese su vrlo značajni za kemijsko djelovanje.

Ovisno o svim ovim faktorima, komponente koje su sadržane u otpadnoj vodi mogu se asimilirati od biljaka, imobilizirati u podtlu ili izgubiti kroz procjeđi-vanje, te konačno drenirati u akvifer.

Biološke radnje: među ovim radnjama razlikuje-mo one čije se bitne aktivnosti odvijaju na korijenju biljaka u zelenom filtru i mikroorganizama u tlu.

Korijenje biljaka ima efekt podizanja pumpa-njem, izdvajajući iz tla vodu i mineralne soli koje one trebaju za rast. Većina ovih mineralnih soli potiču iz otpadne vode.

S obzirom na mikroorganizme u tlu, najvažnije je djelovanje bakterija (fundamentalno), fungi, algi i protozoa. Ovi mikroorganizmi doprinose razgradnji organske materije u otpadnoj vodi, a također i reci-kliranju nutrienata.

Konverzika dijela zemljišta u zelene filtre omogu-ćuje da određeni uvjeti okoliša koji vode ka bioceno-

zi, u kojoj su između ostalog interaktivni „takmiče-nje“ i „antagonizmi“.

Kao posljedica ovih aktivnosti, postignut je vrlo visok stupanj eliminacije patogenih organizama u otpadnoj vodi.

Biljne vrste u zelenom filtru moraju:

- imati veliki kapacitet za asimilaciju nutrienata i veli-ku potrošnju vode kroz transpiraciju
- brzo rasti
- biti jako tolerantni na humidska tla
- biti lagani za održavanje

Na osnovu ovih zahtjeva, najviše korištena vrsta u zelenim filtrima je topola.

Kod ove tehnologije tretirana voda nije odmah spremna za ponovnu upotrebu, te se ona infiltrira u tlo, pa utiče u akvifer. Zbog kontrole kvalitete vode koja se infiltrira, neophodno je instalirati mrežu lizi-metara na parceli zelenog filtera, te uzimati uzorke na različitim dubinama.

Influent kojim se opskrbljuje zeleni filter mora, najmanje, proći kroz grubu rešetku i pjeskolov, tako da se izbjegne bilo kakva blokada u dovodnoj i dis-tribucijskoj mreži. Poslije grube rešetke, otpadna vo-da se podvrgava, ako je tako isprojektirano, na osta-li dio preliminarnog tretmana i primarnog tretmana, iako su na najvećem broju postojećih uređaja sa ze-lenim filterima, ove operacije ograničene na elimina-ciju krupnijih elemenata.

Zemljište na kojima su locirani zeleni filteri je po-dijeljeno na seriju parcela koje se navodnjavaju u ro-taciji, obično plavljenjem ili navodnjavanjem brazda-ma. Poslije svakog perioda plavljenja rotacija dozvo-ljava svakoj parceli ponovno obnovu kisikom.



Primjer primjene Zelenih Filtera u CENTA centru u Sevilli

Glavne prednosti zelenog filtera su:

- lagano upravljanje, pošto su pogon i održavanje ograničeni samo na izmjenu ostataka s Preliminarnog Tretmana, te periodične rotacije na parcelama koje primaju otpadne vode i tromjesečno branjanje zemlje da bi se razbile bilo kakve naslage koje bi se mogle formirati i tako se reaarira tlo.
- Nema zastoja, budući da nema mehaničke opreme
- Nema potrošnje energije
- Prihod od prodaje drveta pokriva dio operativnih troškova uređaja za pročišćavanje
- Proces ne proizvodi novi mulk
- Odlična integracija u ruralni okoliš
- Vrlo efikasno pročišćavanje (za suspendirane materije, nutrienate i patogene)
- Ima moć prihvata naglog povećanja protoka otpadne vode što je prozročeno povećanjem populacije ljeti.

Među nedostacima su:

- Zahtijeva mnogo prostora (više nego neke druge nekonvencionalne Tehnologije, tako da je trošak uspostave sistema direktno povezan s troškom zemljišta). To također, zahtijeva relativno ravno zemljište s određenim filterskim kapacitetom, te da akviferi nisu uz površine.
- Ne koristi se u područjima jakih kiša.

Dimenzioniranje

Da izračunalo potrebni prostor za zeleni filter treba biti poznato hidrauličko opterećenje (L_w)

Hidrauličko opterećenje je zapremina vode koja se upušta preko površine zemljišta u datom periodu i obično se izražava u mm/tjedno ili mm/godišnje

Proračun hidrauličkog opterećenja se vrši prema najrestrektivnijim slijedećim uvjetima:

- propusnost tla
- koncentracija dušika filtrirane (procijeđene) vode

Hidrauličko opterećenje zasnovano na propusnosti tla: proračunava se na osnovu jednadžbe hidrološke ravnoteže u tlu, koja za mjesečni period glasi:

$$L_{pm} = ETP_m - P_{rm} + P_{wm}$$

Gdje je:

L_{pm} = mjesečno hidrauličko opterećenje zasnovano na propusnosti tla (mm/mjesec)

ETP_m = mjesečna potencijalna evapotranspiracija (mm/mjesec)

P_{rm} = mjesečne oborine, određene prema prosječnim vrijednostima za povratni period od 10 godina (mm/mjesec)

P_{wm} = stopa mjesečne infiltracije (mm/mjesec). Proračunava se prema najnižoj vrijednosti propustljivosti zemljišta koja se mjeri in situ. Iz ovih podataka se odredi projektirana stopa infiltracije, i treba biti manja od 4 – 10% minimalne propusnosti.

$$P_{w \text{ dnevno}} = \text{Propustljivost (mm/h)} \times 24 \text{ h/d} \times (0,04 \text{ do } 0,1)$$

Mjesečna stopa se dalje računa iz dnevne prema slijedećoj formuli:

$$P_{w \text{ mjesečno}} = P_{w \text{ dnevno}} \times (n^\circ \text{ dana „de riego al mes“})$$

Učestalost navodnjavanja varira između jednom u svaka 4 dana za pjeskovita tla i jednom u svakih 14 dana za glinovita tla, dok je jednom tjedno najčešća zajednička vrijednost.

Godišnje hidrauličko opterećenje L_p (mm/godišnje) se zasniva na propusnosti koja se dobija kao suma svih mjesečnih vrijednosti.

Hidrauličko opterećenje zasnovano na ravnoteži dušika: ravnoteža mora biti postignuta između unosa dušika u tlo kao posljedice upuštanja otpadne vode, te eliminacije nutrienata na različite načine: nitrifikacijom-denitrifikacijom, isparavanjem amonijaka, zahvatanjem usjeva itd.

Prema ovom konceptu prihvatljivo hidrauličko opterećenje se dobija po formuli:

$$L_n = \frac{N_i (P_r - ETP) + 10C}{(1 - f) N_a - N_i}$$

Gdje je:

L_n = godišnje hidrauličko opterećenje zasnovano na ograničenjima upuštanja dušika (mm/god)

P_r = godišnje padavine (mm/god)

ETP = potencijalna evapotranspiracija (mm/god)

C = godišnja potrošnja dušika od usjeva (kg/ha/god)

f = dio eliminiran denitrifikacijom i isparavanjem od unosa dušika (15 – 25%)

N_a = prosječna koncentracija dušika u otpadnoj vodi (mg/l)

N_i = prosječna koncentracija dušika u procijeđenoj vodi (mg/l)

Kada se jedanput odredi vrijednost L_n ona se može porediti s vrijednošću L_p :

- ako je $L_p < L_n$, tada se za projektiranje kao opterećenje uzima L_p

- ako je $L_p > L_n$, tada se primjenjuju mjesečne vrijednosti L_n pri čemu se koriste odgovarajuće vrijednosti P_{rm} i ETPm. Mjesečne vrijednosti parametra C se mogu pretpostaviti preko proporcionalne raspodjele ETP.

Poslije izrade kalkulacija, za projektiranu vrijednost L_w se izražava kao suma mjesečnih opterećenja koje su niže, bilo zbog propusnosti ili zbog dužina.

Nakon utvrđivanja vrijednosti projektiranog hidrauličkog opterećenja L_w , utvrđuje se potrebna površina zelenog filtra prema slijedećoj formuli:

$$S = \frac{365 \cdot Q}{10 \cdot L_w}$$

Gdje je:

S = potrebna površina (hektari)

Q = prosječni dnevni protok otpadne vode koja se tretira (m^3/dan)

L_w = projektirano hidraulično opterećenje (mm/god)

Važan faktor kod dimenzioniranja sistema pročišćavanja zelenog filtra je činjenica da je potrebna veća količina unosa vode u toplim mjesecima, tako da gradovi koji su instalirali ovaj tretman treba da imaju povećanje populacije ljeti i/ili povećanje potrošnje po stanovniku, a suprotno treba uspostaviti dopunski izvor vode (bunari, kanali za natapanje i dr.).

Procesi podzemnog prihranjivanja

U sistemima podzemnog prihranjivanja, najprije se tretira voda, obično u septičkim tanku ili Imhoff tanku, a potom se upušta u zemljište ispod površine.

Cilj je da se voda pročisti kroz fizičke, kemijske i biološke procese koji se odvijaju kako voda prolazi kroz tlo.

Kapacitet filtriranja zemljišta je ključni parametar za dimenzioniranje ovog sistema pročišćavanja, a ne mogu se koristiti područja s jako propusnim ili nepropusnim tlima.

Unos otpadne vode u sistem pročišćavanja treba biti povremen da bi dopustio neophodnu aeraciju tla koja je potrebna za aerobnu razgradnju bakterija.

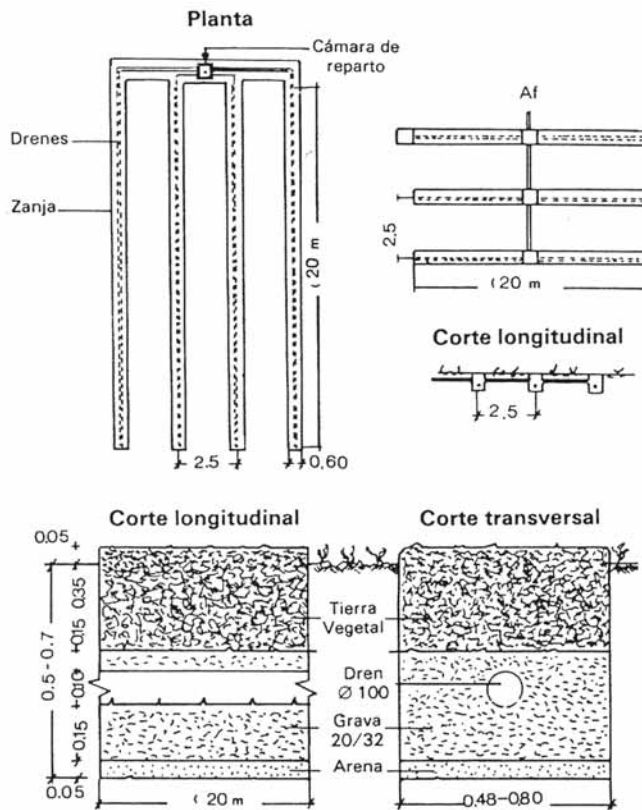
U sisteme pročišćavanja otpadne vode podzemnim prihranjivanjem spadaju:

- Filterski jarci
- Filterske podloge (korita)
- Filterski bunari
- Povremeni pješčani filtri

Filterski jarci: predtretirana otpadna voda se upušta u jarkove kroz perforirani cjevovod. Jarci ima-

ju dubinu manju od 1 m', a širinu između 0,4 i 0,8 m'. Cijevi su kompletno pokrivene šljunkom, a ispod je posteljica od pijeska.

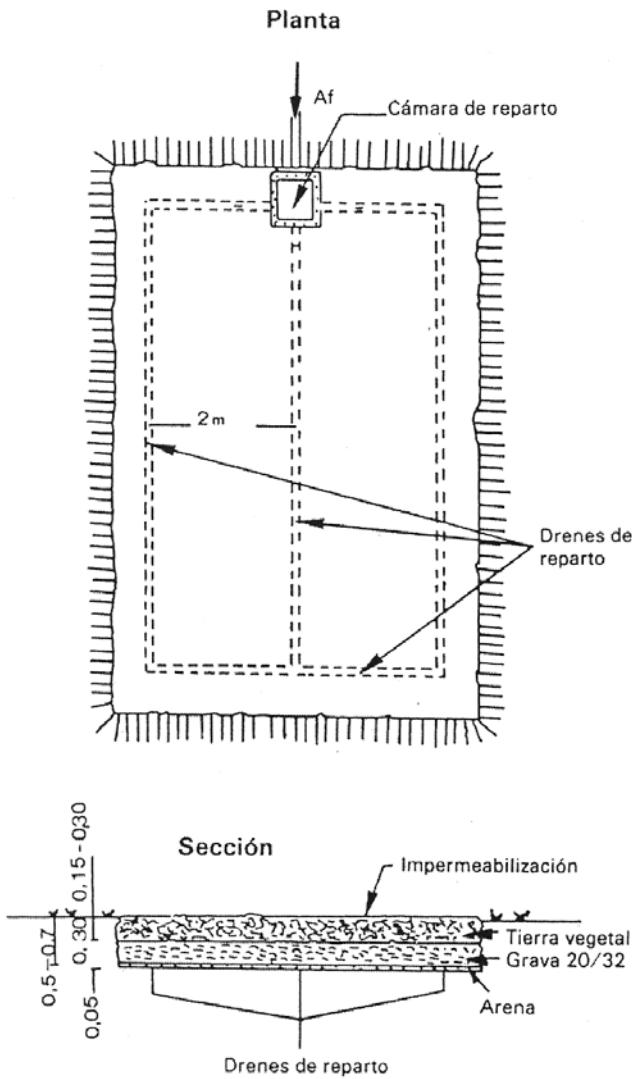
Filterska površina je dno jaraka, dok u slučajevima začepljenja i zidovi jaraka mogu također, doprinijeti filtriranju vode.



Slika 22. Filterski jarci

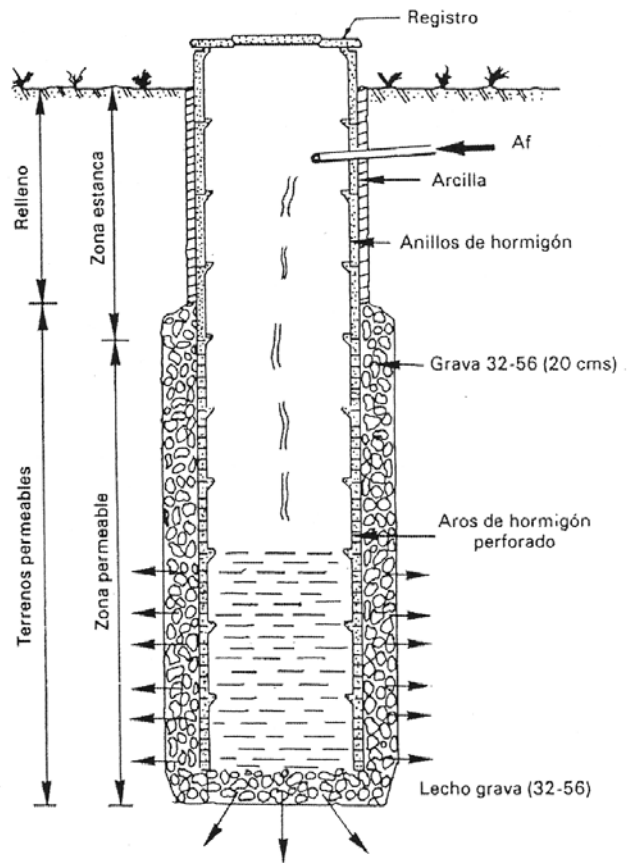


Filterske podloge (korita): u ovom slučaju jarci su širi (0,9 – 2 m'), sa šljunkovitim koritom (podlogom) koji se opskrbljuju kroz nekoliko perforiranih cijevi. S ovom podlogom, filterska površina se sastoji samo od podloge (korita), pa iako mogu biti mnogo osjetljiviji na začepljenje nego filterski jarci, ipak imaju prednost zbog zauzimanja manje prostora.



Slika 23. Filterske podloge

Filterski bunari: u onim slučajevima gdje je voda (> 4 m'), mogu biti izgrađeni bunari u kojima je vertikalno filtriranje mnogo veće nego horizontalno. To znači da ovaj sistem zahtijeva mnogo manje prostora nego filterski jarci i podloge.

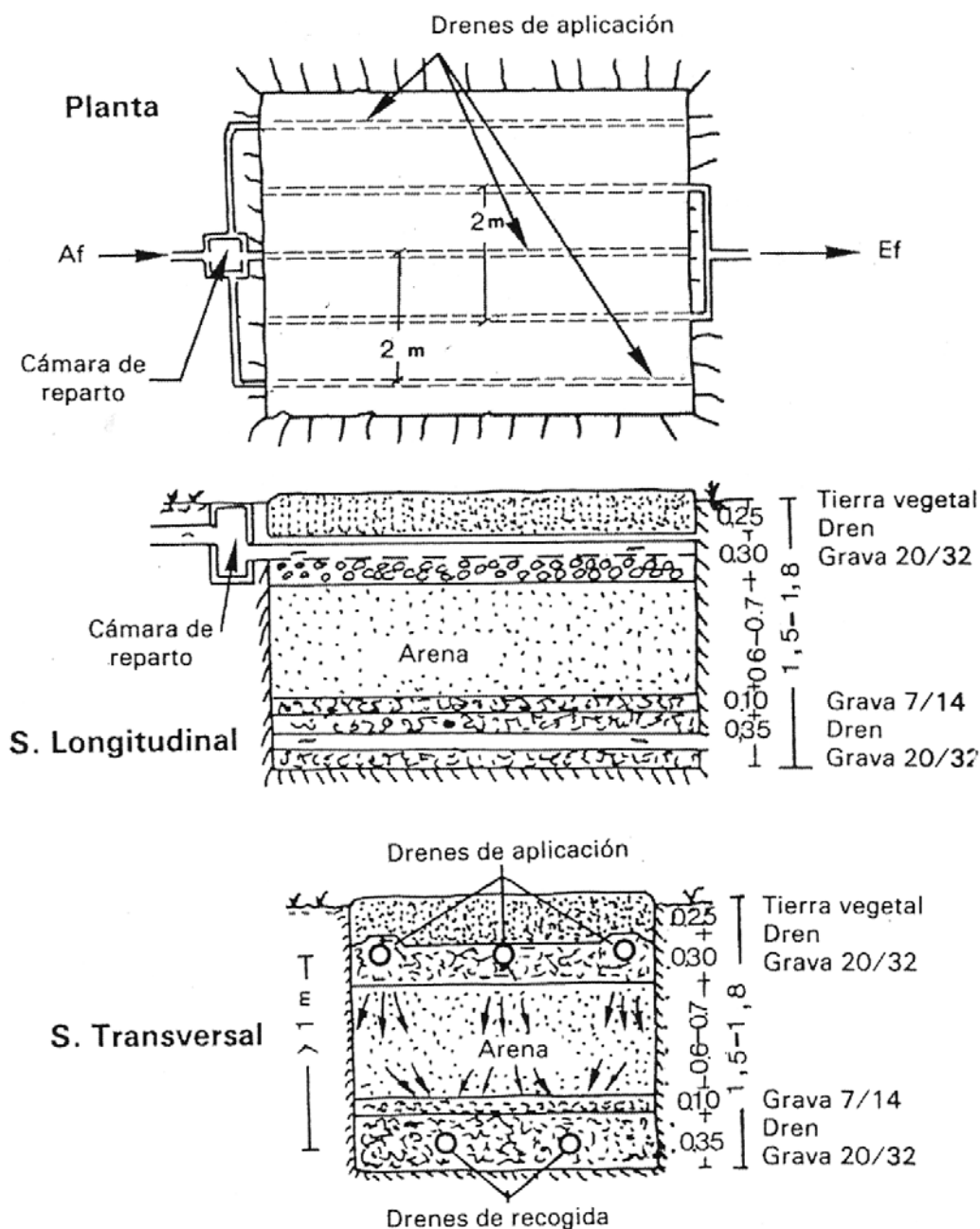


Slika 24. Filterski bunar

Povremeni pješčani filtri: kada se zbog prirode zemljišta (pretjerana propusnost ili nepropusnost) čini nemogućim korištenje prirodnih podzemnih sistema tada se može primijeniti vještački filterski sistem korištenjem pješčanih filtera.

Pješčano korito je debljine od 0,6 do 1,0 m', i leži na podlozi od šljunka koji sadrži mrežu cijevi za prikupljanje pročišćenog efluenta.

Otpadna voda, nakon preliminarnog tretmana (uobičajeno septičkog tanka ili Imhoff tanka) se distribuira preko površine filtra od perforiranih cijevi. Filtri mogu biti ukopani ili pokriveni betonom. Opskrba filtera otpadnom vodom je povremena da bi se održali aerobni uvjeti za vrijeme rada.



Slika 25. Povremeni ukopani pješčani filter

Filtri od treseta

Ovaj sistem pročišćavanja baziran je na filtriranju otpadne vode kroz dno, pri čemu se koristi treset kao filterski materijal.

Treset je tip humusa koji se formira u anaerobnim uvjetima tipičnim za potopljenu sredinu.

Otpadna vode se pročišćava u kombinaciji niza radnji:

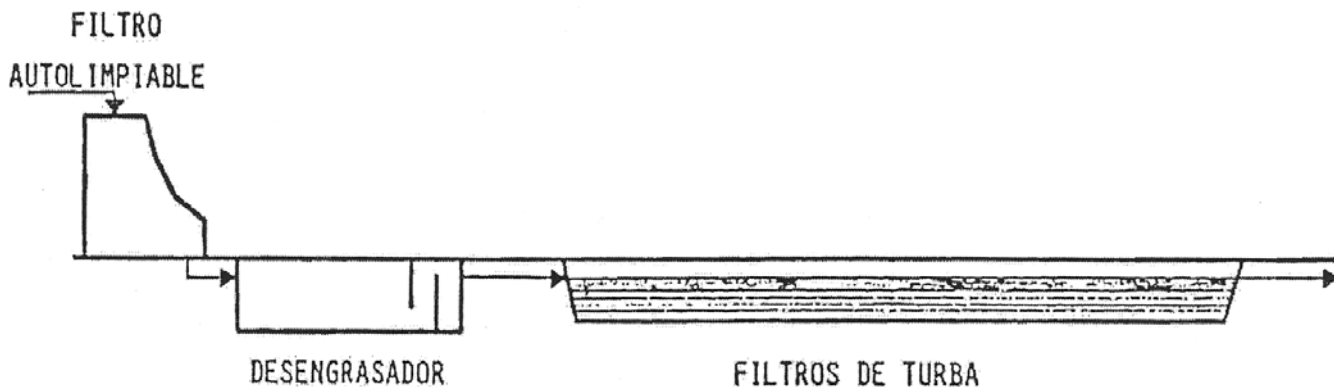
Fizičke radnje: ovisno o svojoj granulometriji i poroznosti treset djeluje kao mehanički filter u kojem se u prvih nekoliko centimetara zadržava najviše suspendiranih tvari koje su već bile eliminirane. Površina dna se također, značajno uvećava u bakteriološkoj biomasi.

Za manju granulaciju treseta, veća je filterska aktivnost, iako ovo također, znači da se voda procjeđuje sporije.

Kako se površina podloge od treseta začepљуje sa zadržanim tvarima u svojim porama i bakterijskim rastom, to se filterske aktivnosti poboljšavaju a u isto vrijeme se reducira dopušteno hidrauličko opterećenje.



Filtri od treseta (CENTA – Sevilla)



Slika 26. Bazični filter od treseta

Kemijske radnje: fundamentalno su zasnovane na visokom kapacitetu treseta za izmjenom iona i oksidacijsko-redukcijskim reakcijama koje su posljedica faza naizmjeničnog plavljenja i aeracije za vrijeme operativnih ciklusa.

Biološke radnje: različite vrste mikroorganizama se razvijaju u tresetu, a među njima dominiraju bakterije. Ovi mikroorganizmi doprinose razgradnji organske tvari u otpadnoj vodi i recikliranju nutrienata.

Filteri od treseta su parcele gdje su u nizu filter-ske podloge od treseta (na vrhu), pijeska, finog šljunka i na kraju krupnog šljunka. Proces pročišćavanja se odvija na podlozi od treseta i jedina funkcija preostalog dijela podloge je da zadrži gornju podlogu. Influent koji se dovodi na filtre od treseta, najprije ide kroz grubu rešetku i mastolov. Također, preporučljivo je da se koristi fina rešetka ili da se koristi tretman taloženja – digestije da bi se spriječilo brzo zapunjavanje pora treseta. Sve ove operacije su od primarne važnosti, jer se ova tehnologija zasniva na procesima filtriranja.

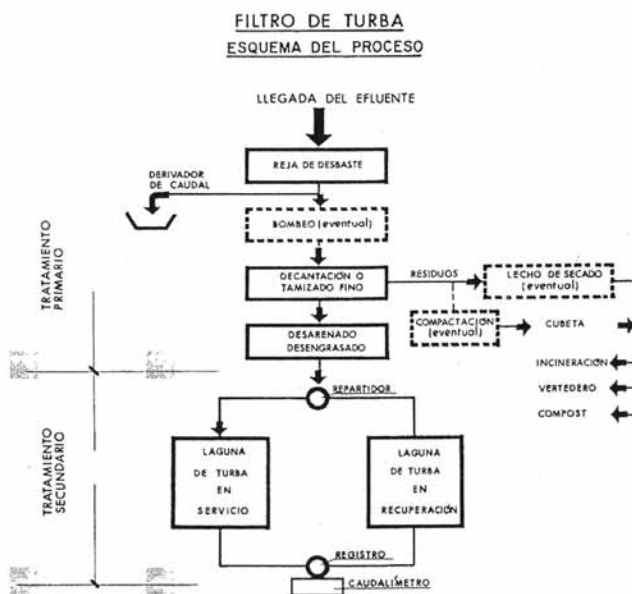
Poslije preliminarnog tretmana, filteri se opskrbljuju vodom kroz sistem cijevi koje distribuiraju vodu, čak i ako je moguće preko površine dna od treseta.

Filteri rade u nizu, a neki od njih su u radu dok su drugi pod regeneracijom. Ova situacija se mijenja periodično. Operativni ciklusi traju od 10 do 12 dana.

Influent prolazi kroz treset, pijesak, fini i grubi šljunak i skuplja se u drenažnom kanalu ili cijevi od mjesta gdje je transportirana do ispusta.

Pročišćavanje otpadne vode filtrima od treseta imaju slijedeće prednosti:

- jednostavan rad, pošto su operativni i zadaci održavanja ograničeni na regeneraciju potrošene podloge (svakih 10 do 12 dana), koja se onda kada je na površini suha, tada se površinska kora skida grabljanjem. Potom se Filter otkopa ručno ili mehanički ovisno o njegovim dimenzijama. Poslije



Slika 27. Dijagram procesa i hidrološki profil

toga površina s porama i filter su spremni za slijedeći operativni ciklus.

- Nema zastoja, jer nema mehaničke opreme
- Nema potrošnje energije
- Nema proizvodnje mulja – ostatak sa suhe kore se lako čisti
- Odolijeva varijacijama protoka i opterećenja otpadne vode koja se pročišćava
- Male su potrebe za zemljištem za instalacije.

Glavne mane su:

- ovisnost o padavinama, koje utiču na vrijeme sušenja površine kore a posljedica toga je potreba za površinom za korita. Vrlo jake kiše čine ovu tehnologiju neupotrebljivom.
- Treba više rada nego kod drugih nekonvencionalnih tehnologija, jer se istrošeni filtri moraju regenerirati na kraju svakog ciklusa filtriranja
- Treset mora biti zamijenjen poslije svakih 8 – 10 godina rada.

Dimenzioniranje

Empirijski dobiveni parametri za ovaj tip sistema pročišćavanja su dati u slijedećoj tabeli:

Parametar	Vrijednost
Hidrauličko opterećenje ($m^3/m^2, d$)	$\cong 0,6$
Organsko opterećenje ($kg BPK_5/m^2, d$)	$\leq 0,3$
Opterećenje suspendirane tvari ($kgSS/m^2 \cdot d$)	$\leq 0,24$
Trajanje ciklusa (d)	10 – 12
Odnos ukupne površine/aktivnu površinu	2 : 1

Glavni parametar za projektiranje filtera s tresetom je hidrauličko opterećenje. Preporučena vrijednost je $0,6 m^3/m^2, d$ što je dobijeno eksperimentima korištenjem otpadnih voda čije su vrijednosti za BPK_5 i suspendirane materije od 500 i 400 mg/l pojedinačno, pa tako u onim slučajevima gdje je veće opterećenje vode, pošto su prekoračene preporučene vrijednosti organskog opterećenja i opterećenja od suspendiranih materija, sistem treba da radi s nižim hidrauličkim opterećenjem nego što je preporučeno.

Slijedeća tabela prikazuje prihvatljive vrijednosti za različite fizičke i kemijske parametre treseta korištenog za pročišćavanje otpadnih voda.

pH (ekstrakt 1 : 5)	6 – 8
Provodljivost (ekstrakt 1 : 5) (dS/cm)	< 5
Vlažnost (%)	50 – 60
Prah (%)	40 – 50
Organska materija nakon žarenja (%)	50 – 60
Ukupni humusni ekstrakt (%)	20 – 30
Humusne kiseline (%)	10 – 20
Kapacitet izmjene kationa (me/100 g)	> 125
Odnos C/N	20 – 25
Dušik po Kjeldhal-u (% N)	1,2 – 1,5
Željezo (ppm)	< 9.000
Hidraulička provodljivost ($l/m^2 h$)	25



ISTORIJSKA PODSJEĆANJA, POUKE, PARALELE I ZANIMLJIVOSTI (II. DIO)

PRILOG BOLJEM UPOZNAVANJU VODOPRIVREDE BIH

UVOD

U prvom dijelu rada sa ovim naslovom obrađene su tri teme i dati poučni historijski osvrti uz preglede savremenih kretanja ili ostvarenja i neke zanimljivosti.

Ovdje će se obraditi još dva pitanja, u daljoj ili nedavnoj prošlosti i u svijetu, a i kod nas, dosta zastupljena.

Danas je njihova primjena dijelom ponovo aktualna, a dijelom diskutabilna.

Jedno je iz oblasti kvantitativnog vodoprivrednog planiranja, a drugo iz domena kvaliteta.

PREVOĐENJE VODA

Poznato je da se u **razvoju vodoprivrednih sistema**, generalno gledano, razlikuju **tri faze** [1.]:

U prvoj, karakterističnoj po vodnom izobilju, grade se pretežno jednonamjenski objekti za podmirivanje potreba za vodom pojedinačnih korisnika, a od štetnog djelovanja voda brane se izolovana područja. Zaštita kvaliteta voda još nije ozbiljniji društveni problem.

U drugoj fazi, zbog porasta potrošnje i smanjivanja kvalitetnih vodnih resursa, počinje planska racionalizacija korišćenja vode. Grade se višenamjenski sistemi i akumulacije, primjenjuje aktivna i pasivna zaštita od voda, počinju da se preduzimaju tehnološke, vodoprivredne i administrativne mjere zaštite kvaliteta voda.

Sa daljim produbljivanjem nesklada između raspoloživih vodnih resursa i sve većih potreba dolazi

treća faza. Realizuju se kompleksni sistemi sa većim akumulacijama, traži se visoka obezbjeđenost od štetnog djelovanja voda, zaštita voda postaje prioritarna, a potrošnja se ograničava planskom racionalizacijom i štednjom. Da bi se zadovoljile potrebe, postaje neophodno da se **voda prebacuje na veće udaljenosti**.

Tu se može svrstati i prevođenje voda iz sliva u sliv, vjerovatno kao viši razvojni stepen transporta vode, zbog, po pravilu, skupljih rješenja.

Zbog različitih uslova pojedinih područja, u jednoj zemlji mogu istovremeno postojati vodoprivredni sistemi iz sve tri faze.

Ali, i pored te mogućnosti, izgleda da su kod nas neka razmišljanja i ideje o velikim prevođenjima voda iz šezdesetih, pa i kasnijih godina prošlog vijeka bila u najmanju ruku preuranjena.

Naime, slično i istovremeno kao kod velikih akumulacija, neki funkcioneri pa i stručnjaci su, **poslije studijskih boravaka u SAD, bili vrlo impresionirani velikim projektima prevođenja voda**.

Zagovarali su da i mi treba **da prevodimo vode iz sliva Neretve u gornji dio sliva Bosne, iz Drine u područje Sarajeva i u Tuzlanski bazen, iz Prače u Miljacku**.

I to ne samo da ta rješenja ugradimo u dugoročne planove i vodoprivredne osnove, kao rezervaciju za budući razvoj, što je bilo mudro. Predlagano je da se rješenja projektno razrađuju, političari animiraju i preduzimaju i neke druge mjere, koje vode realizaciji.

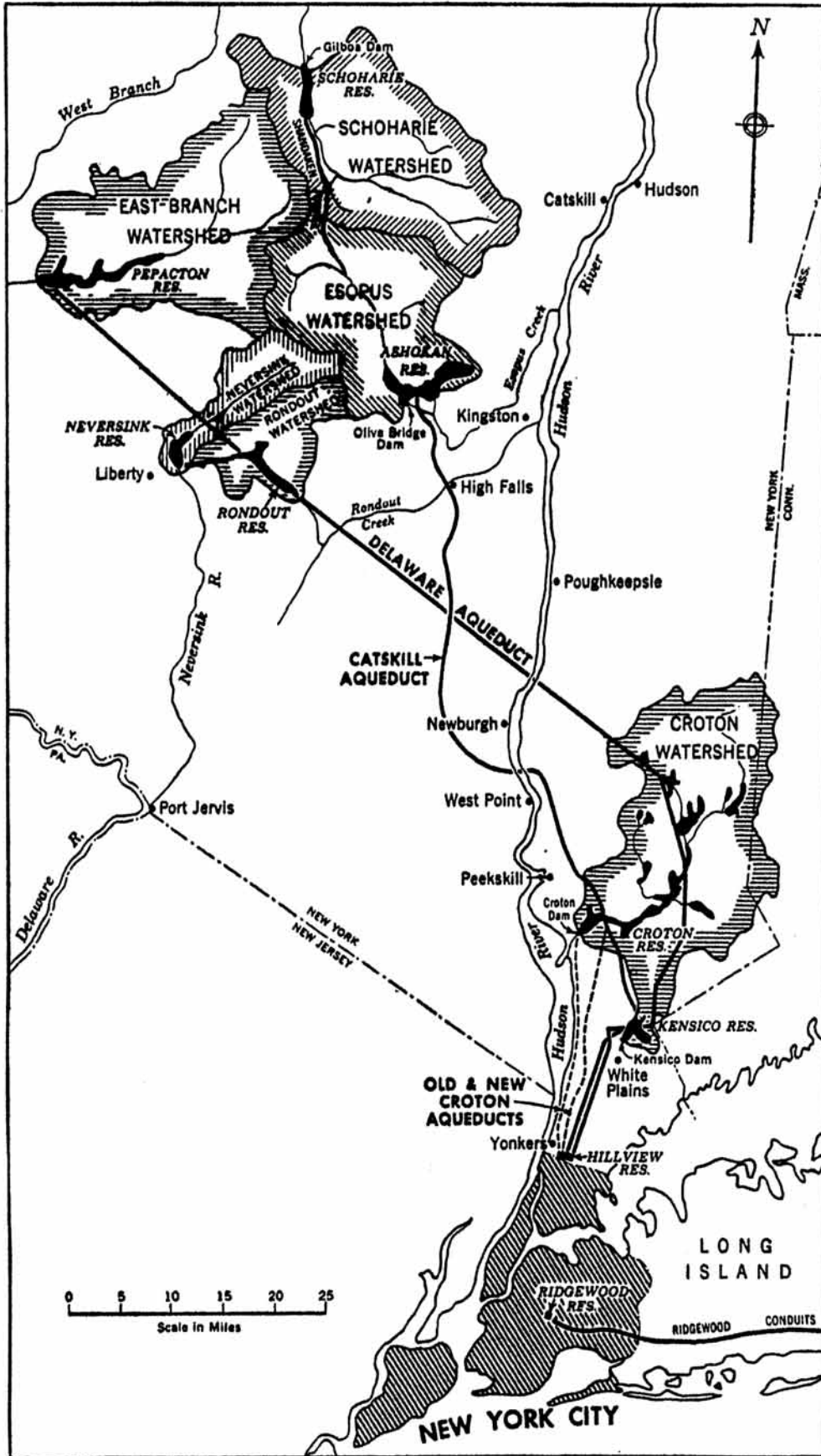


Figure 13.5 New York City's several aqueducts, showing sources (Based on Board of Water Supply maps)

Tada se kod nas još nisu kao početna faza razmatranja ovakvih i sličnih ideja radile "Feasibility studije", da se odmah bar okvirno sagleda koliko je projekat izvodljiv i isplativ.

Tako je ocjena realnosti tih ideja prepuštena sudu vremena u proteklih četrdesetak godina. Sada bi se moglo reći da **za takve poduhvate tada nije bilo ni novca, a ni potrebe. Prije svega, zato što druge povoljnije mogućnosti nisu prethodno iskorišćene.** A nisu ni sada.

Veliko je pitanje da li će i u dogledno vrijeme ta rješenja doći na red?

Možda je najbliži realnosti tada bio plan prevođenja voda Drine u sliv Spreče. Siromaštvo Tuzlanske regije vodom, a tada relativno materijalno bogatstvo ovog rudarsko- industrijskog bazena, velika zagađenost voda uz male proticaje, već ostvareni određeni stepen iskorišćenja vlastitih resursa (izgrađena akumulacija Modrac) i prilično kratak dovod vode su faktori, koji su davali prednost ovom planu u odnosu na druge.

Šanse je povećao prijedlog da se prevođenje kombinuje sa izgradnjom reverzibilne hidro- elektrane. Njen gornji akumulacioni bazen bi bio na trasi dovoda, pa bi korist za prevođenje bila maksimalna.

Ali, do realizacije ipak nije došlo.

* * *

Veliki američki realizovani projekti bili su stvarno impresivni. Najviše pažnje privlačili su podaci o Huver-ovoj brani, koja je "ukrotila divlji Kolorado" i formirala veliku akumulaciju, iz koje je vodu dobio veći dio stanovništva i poljoprivrede "žedne Kalifornije". Ali ništa manje nije bila interesantna donesena brošura o **Delavare akvaduktu**. Jer to je bio projekat obezbjeđenja vode za tada najveću svjetsku metropolu, i to "**po najsavremenijem konceptu planiranja u vodoprivredi**" – sa prevođenjem voda.

Ali, pored podataka o ovom sistemu sa "daljinskim" dovodom vode iz drugog sliva, koji se mogu naći u prikazu vodosnabdijevanja Njujorka već u uvodu mnogih stručnih knjiga, zanimljiv je i instruktivan razvojni put snabdijevanja vodom ovog velikog grada, koji je doveo do prevođenja.

Vrijedan je bar kratkog osvrt. Iz obimne priče o vjerovatno najvećem i najinteresantnijem sistemu snabdijevanja vodom jednog megapolisa [2.] **izdvojice se aspekt vezan za dati podnaslov rada.**

Njujork je dobio **prvi značajniji javni vodovod 1842. godine sa akumulacije na rijeci Croton, pritoci Hadson-a, udaljene oko 72 km** od centra grada.

Na datoj skici prikazana su sva glavna izvorišta – akumulacije (Reservoir) sa branama (Dam), slivnim područjima (Watershed) i dovodi vode – akvadukti.

Sa Croton-a je bilo obezbjeđeno 220 galona ili 833 litra dnevno za svakog od 360.000 stanovnika,

koliko je tada Njujork brojao. Dinamičan rast grada i niz uzastopnih sušnih godina nametnuli su potrebu realizacije **više novih akumulacija u istom slivu**, a između 1885. i 1893. godine i izgradnju novog dovoda vode.

Tada je grad već imao 2 miliona stanovnika, a vodovod osiguravao "samo" 380 l/st.d., pa je **odlučeno da se dopunske količine vode dobiju potpunijim korišćenjem voda sliva - povećanjem akumulacionog prostora** i to na malo neobičan način. Nova Croton ili Cornell brana, visoka blizu 90 m i viša za 11 m od prve, izgrađena nekoliko milja nizvodno, povećala je i nivo vode i zapreminu akumulacije, te je potopila i 50 godina staru prethodnu, od tesanog granita zidanu masivnu građevinu.

Kada je 1905. godine završena, bila je to najviša brana na svijetu.

Uskoro su počela **razmatranja većih dopunskih izvorišta na nekoliko planinskih rijeka u području Catskill, udaljenih 110 do 140 km** sjeverno od centra grada. Poslije obimnih studija rješenja i komparativnih analiza sa više drugih varijanti, poduhvat je krenuo u **postepenu realizaciju, koja je trajala od 1907. do 1937. godi**

Prvo su zahvaćene i 1917. godine uključene relativno čiste vode Esopus Creek-a, pritoke Hadsona, izgradnjom atraktivne 75 m visoke brane Olive Bridge, formiranjem Ashokan akumulacije i dovodom – Catskill Akvaduktom, dugim 157 km.

Kapaciteti svih izgrađenih, dobrim dijelom tunelskih dovoda su impresivni:

- Stari Croton Akvadukt cca 4 m³/s
- Novi Croton Akvadukt cca 15 m³/s
- Catskill Akvadukt cca 26 m³/s

U drugoj fazi korišćenja voda ovog područja, **produžen je 1926. godine dovod za 54 km, od toga 29 km tunela, da bi prihvatio akumulirane vode Schoharie Creek-a iz drugog sliva.**

Smatra se da je to bilo prvo u svijetu prevođenje voda preko vododjelnice dvije rijeke, koje teku u suprotnim pravcima.

Poučno je zapamtiti šta je sve, uz vrlo studiozna tehničko- ekonomska razmatranja, urađeno dok prevođenje nije došlo na red.

Dalji brzi razvoj sve šireg gradskog područja zahtijevao je **nova istraživanja dopunskih izvorišta.** Ona su usmjerena dalje na zapad, **na nekoliko rijetko naseljenih slivova pritoka rijeke Delaware.** Tu je izgrađeno **više akumulacija**, a od najbliže od njih, nazvane Rondout Rezervoar polazi čuveni **Delaware Akvadukt, tunel kružnog presjeka dijametra od 4 do 5,85 m.** Zajedno sa jednim gradskim tunelom u produžetku dovoda **dug je 168 km i najduži je kontinualni tunel na svijetu.**



A Delaware projekt, iako nije hronološki prvi, jedan je od najpoznatijih poduhvata prevođenja voda, a usput "nosilac" značajanih inovacija metoda tunnelske gradnje i rekorda brzine iskopa, napredovanja radova i sl.

* * *

Ako se kod nas nisu realizovale ideje i planovi o velikim prevođenjima voda, to ne znači da ta-

kvi "mali poduhvati" odavno nisu preduzimani i uspješno završeni.

Riječ je takođe o vodovodima, istina većinom malih kapaciteta, sa ponekad, za naše prilike i vrijeme izgradnje, prilično dugim, kod nekih i pumpno-gravitacionim, dovodima vode. Njihovi projektanti i graditelji nisu ih nazivali zvučnim imenom prevođenja voda, iako su većinom, i po navedenom američkom kriteriju, to bili.

U svakom slučaju, vrijedni su bar pomena.

U "Prilogu historiji vodoprivrede BiH" [3.] citiran je iz publikacije "Vodovodi i gradnje..." [4.] opis "**prvog prevođenja voda u našoj zemlji**". Datira iz perioda između 1478. i 1504. godine – očigledno godina izgradnje nije utvrđena.

Navodi se da Vratnik, kao gusto naseljeni dio grada nije imao dovoljno vode, pa je "to potaklo bosanskog namjesnika Skender-pašu da **preko Vratnika prevede jedan dio voda potoka Moščanica** i na taj način riješi problem vodosnabdijevanja."

Dužina ovog "prokopa" je bila oko 3 kilometra, a voda je ulazila u grad kod Višegradske kapije, tekla kroz više ulica, sastajala se sa dva manja potoka i zajedno se ulivali u Miljacku kod današnje Careve ćuprije. Iz ovog "rukava" voda je odvođena za više javnih i kućnih česama, hamam, Skender-pašin vakuf, koristilo ju je i 50 vodenica i brojne stupe.

U Austro-ugarskom periodu 1905. - 1908. godine [5.] **za Banja Luku je zahvaćeno vrelo Subotica u slivu Sane**. Gravitacionim dovodom dugim 22 km sa kraćim tunelom na vododjelnici i dvije prekidne komore voda je dopremljena do grada. Prethodno utvrđena izdašnost izvorišta od oko 25 l/s je kasnije u minimumu nešto smanjena, a kapacitet cjevovoda je bio 30 l/s.

U kraškim područjima, zbog specifične građe terena, položaja izvora i vrela i podzemnih tokova vo-

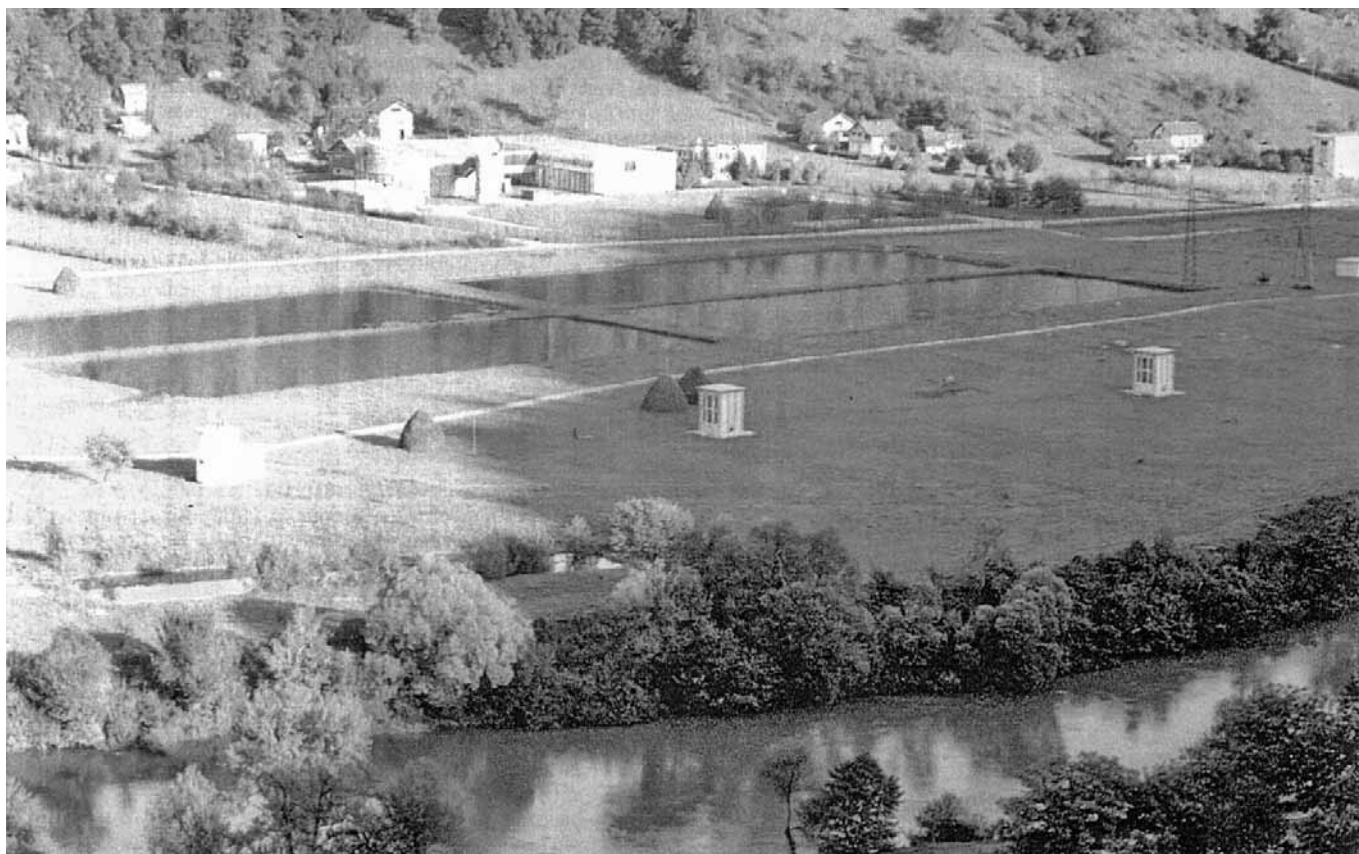
de, jednu morfološku cjelinu – kraško polje ili visoravan nekad dijeli hidrogeološka vododjelnica. Tada je prebacivanje vode iz jednog u drugi sliv moguće sa kraćim dužinama transporta i jednostavnije. Karakteristični primjeri [6.] su **dovod vode za Han Pijesak** sa Kraljeve vode u slivu Jadra - Drine u grad (veći dio gravitira r. Stupčanici - Krivaji - Bosni) i **vodovod Sokoca** sa vrela Bioštica sa pumpanjem za grad i okolna naselja, koji pripadaju slivu Prače - Drine.

U novije vrijeme, kasnih šezdesetih godina prošlog vijeka, projektovan je, a zatim i realizovan po kapacitetu znatno veći **dovod nedostajućih količina vode za Zenicu (sa odvojkom za Vitez) sa vrela Kruščice** [6.]. Ovdje je riječ o transportu vode iz sliva jedne pritoke- Lašve veće rijeke- Bosne u njen neposredni sliv. I pored toga, dovod vode preko vododjelnice i prevoja Vjetrenica ustvari jeste prevođenje voda.

Ipak, **jedan vodovodni sistem** zamišljen u glavi, očigledno vanserijskog austro- ugarskog inženjera prije sto godina, a zatim i izgrađen, **pravo je prevođenje voda "preko vododjelnice dviju rijeka, koje teku u suprotnim pravcima"**.

Riječ je o vodovodu Vrelo Prače-Bistrica-Sarajevo [6.], izgrađenom u I. fazi od vrela Bistrice 1913., a kompleteranom poslije rata zahvatanjem i pumpanjem voda Vrela Prače.

Što kao onaj opisani, prvi u svijetu, nema akumulaciju i što mu je kapacitet znatno manji, ne bi tre-



Infiltracioni bazeni u Banja Luci

balo da mu umanju značaj. Može se reći da je ovaj sistem složeniji i višenamjenski, a rješenje mu je inventivnije. Kada bi se uzimao u obzir i odnos izvanrednog kvaliteta vode Jahorinskih vrela i neke akumulacije, ovaj sistem bi imao i prednost.

Poznata je **osnovna koncepcija rješenja. Voda Vrela Prače se podiže na Jahorinu (sliv Miljacke-Bosne) i gravitaciono nastavlja svoj tok dug 25 km prema Sarajevu**, prihvatajući i vodu Vrela Bistrice i završava ovaj dio dovoda u prekidnom rezervoaru na Brusu.

Rješenje daljeg transporta vode manje je poznato. Tu je, naravno, niz prekidnih komora, izgrađenih na padini Trebevića da se savlada visinska razlika od oko 400 m. Ali, **paralelno sa ovim dijelom dovodnog cjevovoda, položen je još jedan, tlačni, za malu hidroelektranu na Hridu.**

Projektant je znao da će razlika između kapaciteta dovoda, odnosno kaptiranih vrela i zahtijeva potrošnje tokom ukupnog vremena trajanja sistema biti značajna. I izračunao da je dodatna investicija za cjevovod i HE isplativa,

Vrijeme je potvrdilo i nadmašilo ova očekivanja.

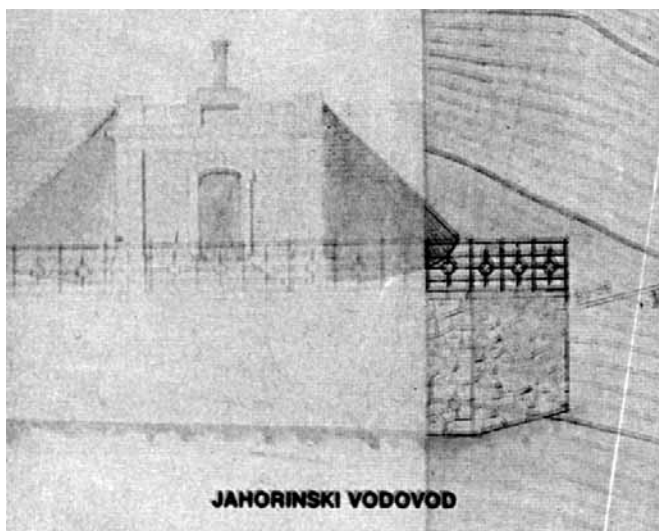
A H.E. Hrid je sada svojevrsan interesantan muzej, koji vrijedi posjetiti.

PRIMJENA SPORIH FILTERA U PRIPREMI VODE

Spora filtracija vode kroz sloj finog pijeska, kao imitacija prirodnog tečenja podzemne vode, potiče iz Velike Britanije s početka 19.-og vijeka [2.]. Rijetko se primjenjivala i to **“da bi se dobila voda prijatnijeg izgleda, ukusa i mirisa”**.

U prvoj polovini 19. vijeka u evropskim gradovima počinje intenzivna izgradnja centralnih vodovoda, koji u kuće njihovih građana donose dodatni komfor i bolje higijenske uslove.

I onda se počinju javljati **masovne epidemije kolere i tifusa nepoznatog porijekla.**



Uz sav napredak medicine još od Hipokrata, uz mikroskop, koji je tada postojao više od sto godina i uz sva uporna nastojanja i entuzijazam istraživača, pouzdan odgovor o porijeklu epidemija dugo se nije mogao naći.

Zvuči gotovo nevjerovatno da su tek sredinom 19.-og vijeka naučnici otkrili da voda može da prenosi i bolesti i da su im, po izbijanju epidemija, za to trebale tolike godine.

To su bili **Luj Paster i Robert Koh, ali i niz drugih koji su doprinijeli da se otkriju uzročnici bolesti.** Njihova otkrića, objavljena 1857., odnosno 1880. godine sa primjenom u obezbjeđenju čiste vode, smatraju se jednim od najvećih uspjeha sanitarne tehnike.

Ali i prije toga, postalo je jasno da sa vodom treba uraditi nešto više od “estetskih” poboljšanja i uklanjanja onog što svako može da vidi golim okom.

Britanski parlament je 1852. donijeo zakon da se u roku od tri godine sva voda za snabdijevanje na području Londona (izuzev one koja se iz dubokih bunara pumpa direktno u zatvorene rezervoare) mora da filtrira. Ova mjera se uskoro počela širiti i po ostalim dijelovima države, jer se pokazalo da suzbija obolijevanje.

Podstaknuti otkrićima slavnih bakteriologa, biolozi, hemičari i inženjeri na obje strane Atlantika intenzivno su eksperimentisali sa filtriranjem zagađenih voda. Za uspješan i primjenljiv rezultat možda je najzaslužniji Njemac Karl Piefke. Našao je da sterilizovani filterarski pijesak ne zadržava mikrobe. Tek kad se na površini (nesterilizovnog) filtera formira **“živi sluzavi sloj”, on zadržava bakterije i vrši najveći dio prečišćavanja.**

Tako je otkriven **bakteriološki efekat sporih pješčanih filtera, možda važniji od onog osnovnog.** Tek kasnije će se tačno uvrđiti koji se sve korisni biološki i biohemijski procesi odvijaju u ovom površinskom sloju.

Kod većih zagađenja otpadnim vodama, što je takođe ispitivano, sam filter, naravno, nije bio dovoljan.

Iz toga je izvučen još jedan, za sanitarnu tehniku i zaštitu voda, ključni zaključak. **Razrjeđenje otpadnih voda u recipientu, na koje se računalo, ne može da zamjeni njihovo prečišćavanje.**

Primjena sporih filtera dobila je pravi zamah u evropskim vodovodima, a iza 1900. godine i u SAD.

* * *

Nije prošlo puno vremena od prve izgradnje filtera u Srednjoj Evropi do pojave i u našim krajevima.

Poznato je da je **za vrijeme Austro-ugarske izgrađeno više filterskih objekata.** Vjerovatno je prvi bio u Mostaru na vrelu Radobolje 1886.godine, a zatim na vrelu Mošćanice za Sarajevo, ali i za neka ma-



nja mjesta i naselja kao Stolac za vodu vrela Bregave, Nahorevo na jednom manjem izvoru.

U Baliff-ovoj knjizi [7.] dati su **opis i nacrti Mostarskog postrojenja.**

Zanimljivi su rezultati ispitivanja kvaliteta vode, koji su trebali da ukažu na potrebu prečišćavanja.

Rezime analiza sadrži konstataciju da u "ispitivanoj vodi nisu nađeni po zdravlje štetni organizmi, amonijak i azotne soli, sadržaj organskih materija, klorida i sulfata je nizak, u litru vode samo je 3,8 mg kalijum- permanganata reducirano, tvrdoća i suvi ostatak su u dozvoljenim granicama, **pa se ispitivana voda vrela Radobolje, kao vrlo dobra voda za piće može preporučiti.**"

Temperatura vode je bila između 10 i 11.5°C, a izmjerena izdašnost vrela od 828 l/s je ocijenjena dovoljnom imajući u vidu i druge korisnike : brojne vodence i navodnjavanje polja i vrtova na obalama nizvodnog toka.

Nemogućnost kontinualnog uzimanja uzoraka i analiziranja svih karakterističnih parametara i mjerenja proticaja, vjerovatno je razlog ovog izvanrednog nalaza i izdašnosti, koja je 2,5 puta veća od kasnije utvrđene.

To je nadoknađeno vizualnim zapažanjem i poznavanjem hidrogeologije kraških vrela. Utvrđeno je da se **poslije jačih dužih kiša "voda vrela na svom podzemnom putu zamuti."** Dalje se konstatuje da te " mineralne primjese nisu štetne za ljudski organizam , ali je voda neukusna, dobije žućkastu boju, a može se očekivati i taloženje, onečišćenje cjevovoda i inkrustacija."

"Da bi se izbjegle ove nevolje voda će se za vrijeme zamucenja propuštati kroz šljunčano - pješčani filter."

Predviđeno je, kao probno u prvim godinama rada za početne potrebe od 750 m³/dan. korišćanje jedne od **dvije filterske komore, od kojih je svaka 15 m duga i 3,5 m široka sa površinom 52,5 m².**

Filterski sloj je bio visok 1,25 m, od toga fini pijesak 60 cm, a ispod šljunak do 3 cm veličine, nadsloj vode 1,10 m.

Opterećenje filtra kod rada obje komore je bilo 7 m³/dan po m².

Manja sedimentaciona komora ispred filtera mogla je imati funkciju zadržavanja pijeska i sl.

Zamuljeni površinski sloj pijeska se skidao ručno. Po podacima iz prvih 11 godina pogona, za vrijeme dužeg uključivanja filtera to je vršeno svakih 8 dana. Zamjena gornjih 10 – 15 cm pijeska se obavljala svakih 14 dana, a za sve te godine obnavljanje kompletnog filterskog materijala je samo osam puta bilo nužno.

Ne navodi se, ali se kod ovakvih postrojenja, u cilju uštede, povremeno pijesak vadio iz komore i prao u posebno izgrađenim bazenima.

Poslije ovih redovnih intervencija prvi filtrat još nezadovoljavajućeg kvaliteta vode se usmjeravao na ispus, a tek kasnije bi filter preuzeo svoju pravu funkciju prečišćavanja vode za potrošnju.

Nema dostupnih raspoloživih podataka o kvalitetu prečišćene vode. Može se, izgleda, zaključiti da je, uz redovno održavanje i navedene ne baš jednostavne i ponekad češće intervencije, (eventualno i određene povremene teškoće kod naleta veće mutnoće), kvalitet vode i u nepovoljnim hidrološkim uslovima bio zadovoljavajući.

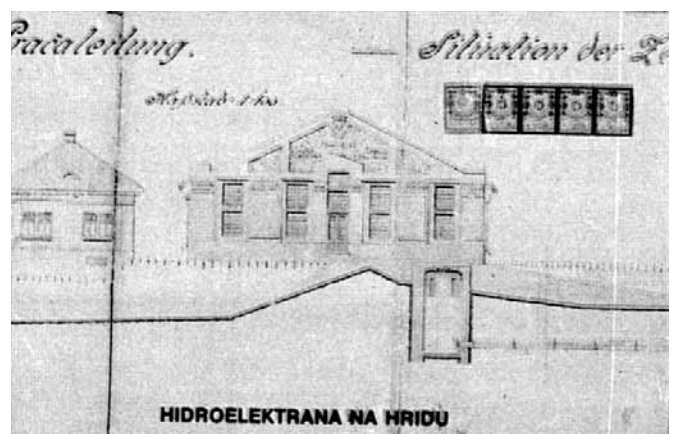
Poznate su i **dvije primjene spore filtracije u BiH novijeg datuma** u specifičnim okolnostima.

U Banja Luci [5.] je 1962. godine projektovano, a zatim i realizovano **vještačko obogaćivanje podzemne izdani na izvorištu Novoseja** neposredno na obali Vrbasa.

Prvobitna namjena mu je bila da nadoknadi smanjenu izdašnost postojećih bunara, kasnije da omogući realizaciju i novih.

U početku je dovod vode iz Vrbasa u infiltracione bazene bio gravitacioni, što je uslovalo njihovu veliku dubinu sa pratećim teškoćama u pogonu i održavanju, a samu infiltraciju preko bokova bazena.

Uz nekoliko kasnijih uspješnih rekonstrukcija, dogradnji i zaokruživanja ovog kod nas jedinstvenog rješenja po Programu radova iz 1985. godine, ovaj objekat je dobio svoj konačan oblik.



Sada je to **niz bazena za prihranjivanje podzemne izdani, ujedno polja za sporu filtraciju ukupne površine oko 10.000 m²** sa infiltracijom preko dna.

Kapacitet infiltracije, nažalost, nije mjereno, ali je grubo procenjeno na preko 800 l/s.

Značajan nedostatak sistema je što nema predtretmana na dovodu vode.

Banja Luka je glavne napore i raspoloživa sredstva prioritarno ulagala, a i sad ulaže u Fabriku vode zahvaćene na Vrbasu.

Zato ovaj problem sa infiltracijom kod povećane mutnoće Vrbasa rješavaju jednostavnim isključivanjem pumpanja na dovodu. Obično prekidi ne traju dugo pa se mogu tolerisati.

Druga od pomenutih primjena sporih filtera [6.], ovog puta kao uspelog privremenog, moglo bi se reći i brzog "vatrogasnog", rješenja datira iz 1981. godine.

Tada je kroz **malo izvorište Maglaja** istovremeno prošao drugi kolosjek pruge Sarajevo – Zenica i gradska zaobilaznica, a da niko blagovremeno nije predvidio rješenje tako nastalog problema.

Kada su čelni ljudi Opštine stigli do Republičkog izvršnog vijeća, Vodoprivredi je naloženo da djeluje urgentno: izvještaj sa prijedlogom rješenja za 15 dana, projekat za 3 mjeseca, realizacija za godinu dana.

Za prva dva zadatka zadužena je "dežurna republička" institucija, **Zavod za vodoprivredu**, za treći finansiranje, opet "dežurni," **Fond voda**.

I pored kratkog raspoloživog vremena radilo se ne zaobilazeći osnovne principe planiranja.

Trebalo je prvo naći dopunske količine, 15-tak l/s vode. Na području Maglaja nema izdašnjih izvora, a mogući bunarski zahvati uz Bosnu, zbog njene prekomjerne zagađenosti, tada nisu dolazili u obzir. Tako je brzo izvršena selekcija sedam preliminarno razmatranih varijanti i u užem izboru su ostale tri.

To su bile tri pritoke Bosne, računajući odmah na direktan zahvat, kasnije sa akumulacijom.

Brza tehničko-ekonomska analiza dala je **veliku prednost r. Bistrici** i onda je definisana i zatim razrađena koncepcija rješenja.

S jedne strane su stajali postojeći bunari sa pumpama u zadovoljavajućem stanju, ali bez vode. Sa druge, relativno blizu i na pogodnom visinskom položaju, odabrano dopunsko izvorište sa relativno dobrim kvalitetom sirove vode.

Za rješenje onog između, pored rutine, trebalo je riješiti specifične i delikatne probleme infiltracionog objekta i predtretmana vode.

I usvojen je slijedeći **koncept**: Tirolski zahvat na Bistrici sa pjeskolovom, dovodni cjevovod do izvori-

šta sa bunarima, **spori filter prije upuštanja vode u podzemlje** preko inverzne duboke drenaže, kako je nazvana.

Spori pješčani filter u ukopanom bazenu sa oblogom je primjenjen **zbog svoje jednostavnosti i niske cijene, a osim toga, kao privremeni objekat.**

Računalo se da će biti u funkciji 10 do 12 godina. Do tada je Maglaj trebalo da dobije vodu ili iz planiranog velikog Regionalnog sistema sa Krivaje ili sa akumulacije na samoj Bistrici.

A u obje ove alternative bi bilo uključeno trajno savremeno rješenje kondicioniranja vode.

To trajno rješenje vodosnabdijevanja Maglaja, nažalost, nije realizovano.

A ono privremeno sa sporim filtrom, je pored pohvala revizije projekta, priznanja njegove vrijednosti i dragocijene pomoći dobijenih u Maglaju, **i na sudu vremena dobilo pozitivnu ocjenu.**

* * *

Početak 20.-og vijeka **modernija tehnika brze filtracije postepeno zaustavlja širenje sporih filtera.**

Prava pojava brzih pješčanih filtera bila je u industriji celuloze i papira, gdje se tražila voda potpuno oslobođena mutnoće i suspendovanih materija.

Ubrzo se pokazalo da se mogu uspješno primjeniti i u vodovodima.

Ekonomičniji su i zahtijevaju puno manje zemljišta. Dobro su se uklopili u novu shemu kondicioniranja, nametnutu sve strožijim standardima kvaliteta vode. **Uz prethodnu sedimentaciju sa dodavanjem koagulanata, koja je olakšala posao filtracije, a iza toga i uvedenu dezinfekciju klorom postali su standardno, gotovo konfekcijsko rješenje.**

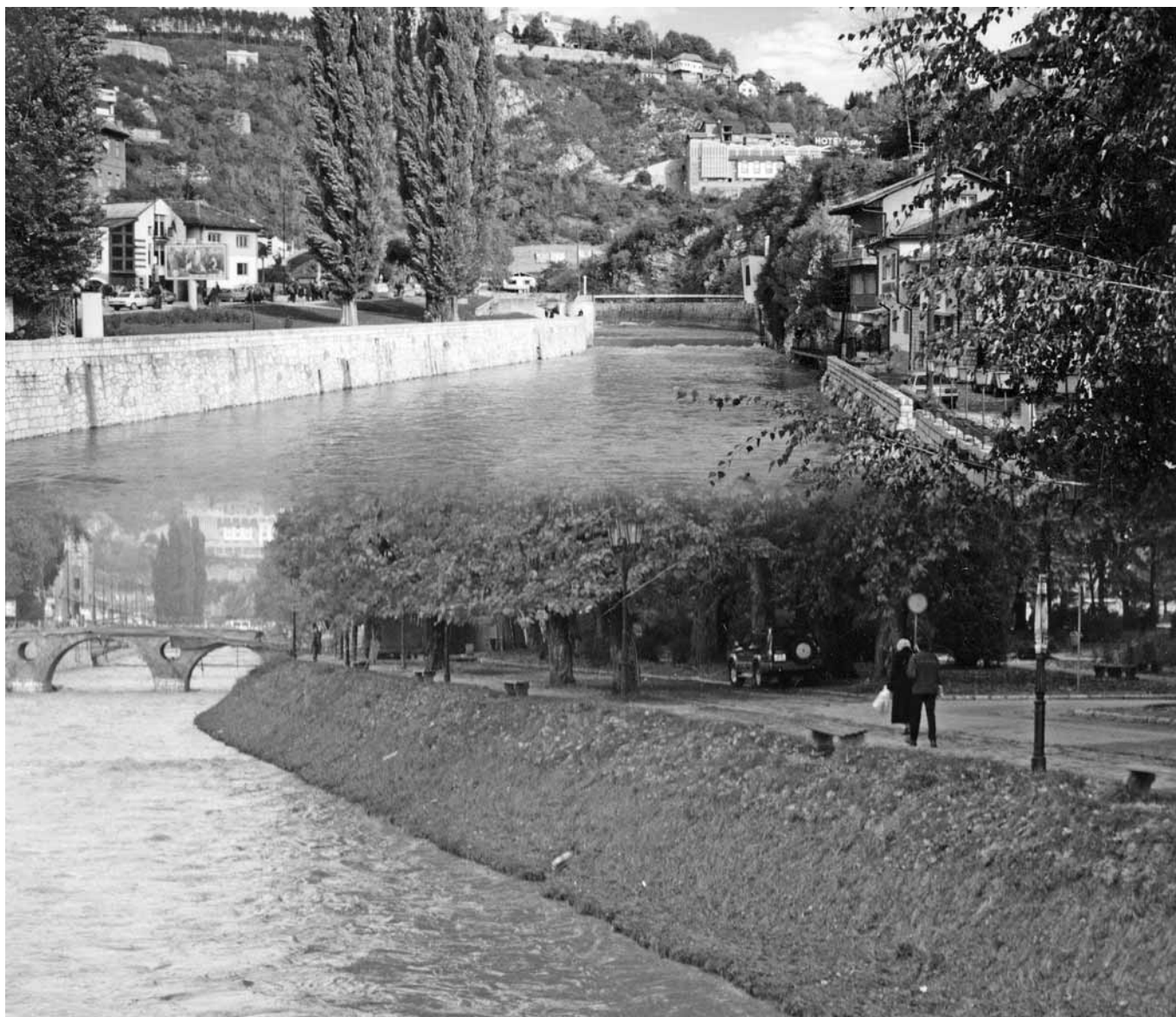
Jedna takav koncept, realizovan i na vrelu Radobolje 50-tak godina kasnije, definitivno je okončao mostarsku priču o sporim filterima.

Tih godina i u Banj Luci je izgrađena fabrika vode sa gotovo identičnom tehnologijom. Ali zadržani su i spori filteri u okviru sistema vještačke infiltracije.

U Evropi i svijetu su, **sa naknadim inovacijama: raznim dinamičkim taložnicima sa muljnom zavjesom, aditivima za pospješene koagulacije, dvo-slojnim filterima i dr., a još kasnije sa ozonizacijom i aktivnim ugljem, spori filteri potpuno eliminisani.**

Ali ne zauvijek. U Holandiji i Sjevernoj Njemačkoj **60-tih godina prošlog vijeka tretirali su vode Rajne primjenom svih ovih skupih i složenih postupaka** sa dodatkom solidnog predtretmana i infiltracije u podzemlje prije glavne "fabrike vode." **I nisu bili zadovoljni svojim proizvodom.**

U pomoć su pozvali stare dobre spore filtre da taj proizvod finaliziraju i "oplemene". Naravno,



Prvu regulaciju korita rijeke Miljacke kroz grad Sarajevo uradila je Austrougarska monarhija

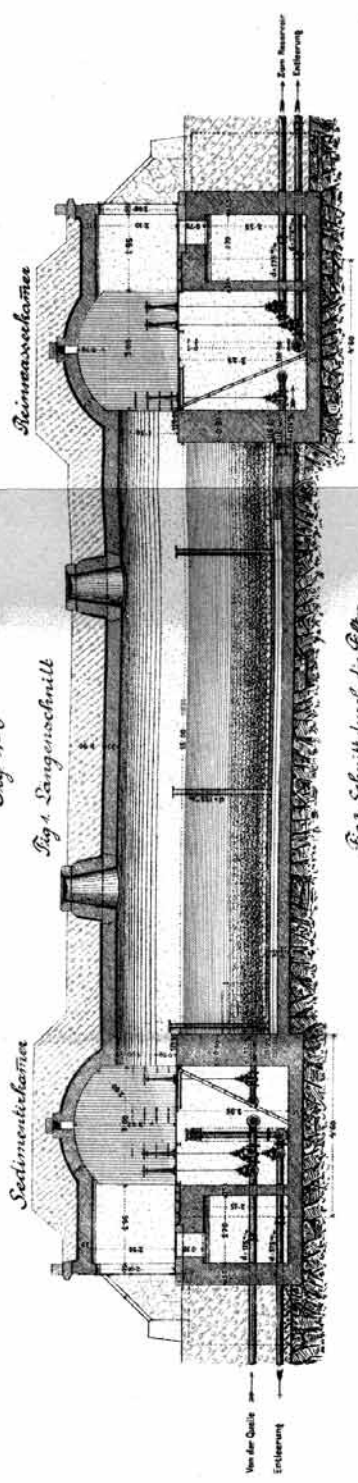
Snimio: M. Lončarević

uz savremene modifikacije - filterska polja, koja su ujedno veliki atraktivni i do detalja izvanredno funkcionalni bazeni za infiltraciju na otvorenom. Ili velika izdužena filterska polja, smještena u halama, zbog zaštite od rasta algi, opremljenim skrejperima, koji skidaju površinski sloj ako treba i "na milimetar" i drugim sredstvima moderne tehnike.

Ovaj novi zadatak sporih filtera je sličan onom prije 150 godina sa početka priče, od kojeg je primjena krenula "**da se dobije voda** prijatnijeg izgleda, ukusa i mirisa". Sada bi se moglo reći: **boljeg i "prijatnijeg" kvaliteta.**

LITERATURA:

- 1.) Đorđević B., (1989.) Vodoprivredni sistemi, Tehničar 6, Građevinska knjiga, Beograd
- 2.) R. Shelton Kirby i dr. (1990), Engineering in History, Dover Publications, New York
- 3.) Sarić A., (2004.) Prilog historiji vodoprivrede u Bosni i Hercegovini, Javno preduzeće za vodno područje slivova Save, Sarajevo
- 4.) H. Kreševljaković, Izabrana djela III. str. 141 – 143. (mošč.), Sarajevo
- 5.) Grupa autora (2000.) Monografija: Devedeset godina Banjalučkog vodovoda, ODKJP "Vodovod", Banja Luka
- 6.) Gaković M. i dr., Zavod za vodoprivredu, Sarajevo (1988.) Dugoročni program snabdijevanja pitkom vodom stanovništva i privrede BiH sa dokumentacijom, Sarajevo
- 7.) Baliff Ph., (1899) Wasserbauten in Bosnien und der Hercegovina, II Theil, Wien
- 8.) Bilješke i lična dokumentacija autora sa posjeta raznim stručnim institucijama i vodovodima.



Reinraumkammer

Fig. 1. Längenschnitt

Sedimentkammer

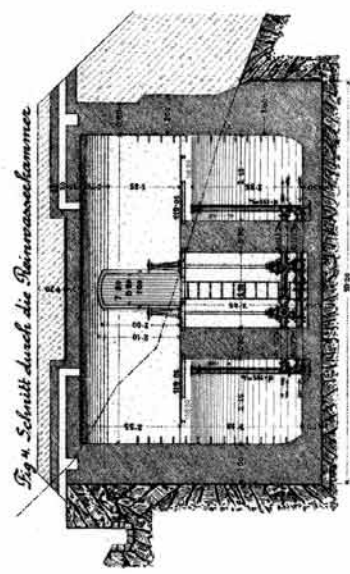


Fig. 4. Schnitt durch die Reinraumkammer

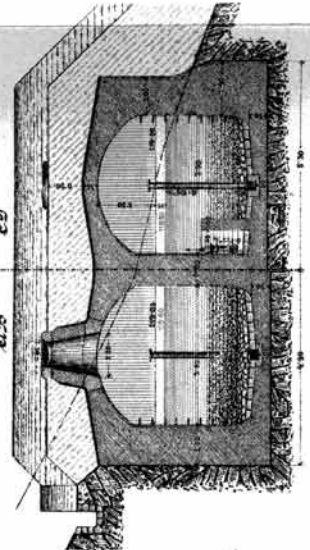


Fig. 3. Schnitt durch die Filtere

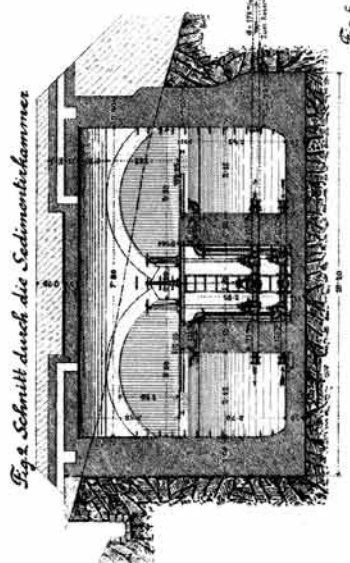


Fig. 2. Schnitt durch die Sedimentkammer

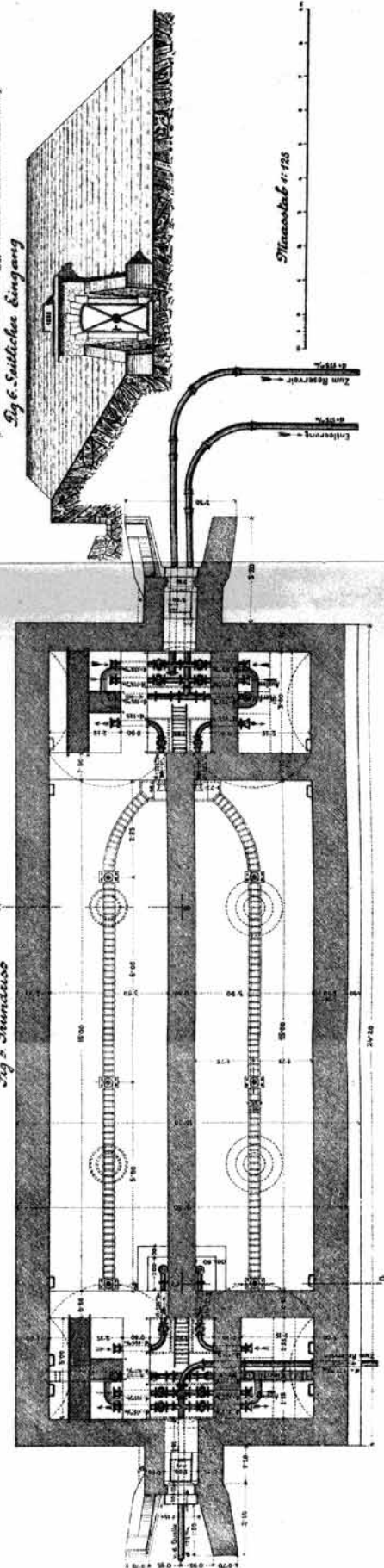


Fig. 5. Grundriss

Fig. 6. Südliche Eingang

Streckenstab 1:125

NEKI AMERIČKI TRENDOSI, INOVACIJE I PROJEKTI U VODOSNABDIJEVANJU

UVOD

S jedinjene Američke Države su u mnogim područjima snabdijevanja vodom vodeća zemlja u svijetu. Da li je to rezultat materijalnog bogatstva i velikih izdvajanja za razvoj i istraživanja, koncentracije "pameti" uz stalni priliv potencijalnih i već afirmisanih naučnika i stručnjaka sa drugih kontinenata, jakih vlastitih, a i tamo lociranih međunarodnih institucija, znanja i iskustva iz rješavanja vrlo raznolikih problema u zemlji i po svijetu ili drugih faktora, za nas nije toliko značajno.

Za nas je važno da tu ima šta da se nauči. Kada se kaže Amerika najčešće se misli samo na SAD, a to su ustvari dva kontinenta. U kontekstu ovog rada ne smije se nikako izostaviti Kanada, a i u Latinoameričkim zemljama ima interesantnih stvari.

Pošto direktno ili indirektno (preko agencija Ujedinjenih Nacija, Međunarodne banke za obnovu i razvoj, Organizacije Američkih Država i dr.) učestvuju, sufinansiraju, a često neposredno vode projekte i u drugim, savezničkim i prijateljskim ili manje razvijenim zemljama i regijama, **američki projekti i trendovi su, u neku ruku, i svjetski**. Utoliko prije što tamo prate, brzo razmotre, proanaliziraju i prihvate, na ovaj ili onaj način, skoro sve dobro, kvalitetno i upotrebljivo, što drugi izmisle ili pokrenu.

Mada su ta dostignuća samo dijelom primjenjiva u nekim drukčijim uslovima ili su jako daleko ispred nas, korisno ih je upoznati kao informacije o "napretku struke". Ali treba, bar neka od njih, analizirati i o njima razmišljati i na način da li se bar nešto može kod nas prilagoditi i primijeniti. I da li će možda

Napomena: fotografije uz ovaj tekst su uzete iz foto arhiva izdavača časopisa čiji je autor Mirsad Lončarević.



Detalj sa rijeke Une



Rijeka Bosna kod Šamca

u skoroj budućnosti to doći na red. Ako ne direktno, onda bar načelno kao princip i korigovan, našim problemima prilagođen, pristup rješavanju.

Zanimljiv je i put nekih inovacija od zamisli do ostvarenja nekih velikih ideja i rješenja.

U pojedinim konkretnim stvarima može se analogijom sa našom dosta različitom situacijom, izvući koristi i od tog velikog znanja i iskustva.

Jer, oni, kod kojih prava kriza u snabdijevanju vodom postoji od nastanka civilizacije, kao kod mnogih SAD-u prijateljskih bliskoistočnih država, ili je nastala iscrpljenjem vlastitih resursa još prije stotinjak godina (to je bio slučaj i u dijelovima SAD), morali su u istraživanja, u objekte i sisteme mnogo ulagati. A to se i danas nastavlja, jer takva kriza, po prirodi stvari, nikad nije mogla biti trajno riješena.

Neki od naših velikih aktuelnih problema su u tom razvijenom svijetu odavno sistemski riješeni, pa se skoro nigdje ni ne spominju. Primjeri su veliki gubici u distribucionim mrežama, cijene vode, privatizacija i dr. Drugi su ipak bar u osnovi, neki čak u detalju, slični. Za njih je posvećeno malo više prostora u smislu moguće primjene kod nas.

Danas je među eminentnim američkim i svjetskim naučnicima veoma prisutno mišljenje da nestašice vode nisu nastale samo zbog nedostatka (u krajnjoj liniji) kiše. One nastaju i zbog propusta društva da revitalizuje devastirane resurse i ovaj dar prirode bolje raspodijeli [2.].

Smatra se da je upravljanje vodama izazov, koji negdje prije, negdje malo kasnije, rješava pitanje opstanka. Ako se praksa i politika vode pogrešno, predviđaju se teške posljedice. Ukoliko se budu vodile

na pravi način, ostvariće se, kao prvo, bitan preduslov za eliminisanje siromaštva. U mnogim afro – azijskim i latino američkim zemljama ono je jedan od glavnih društvenih problema, a i u drugim ga dosta ima. Zatim, dobrim upravljanjem vodama uklanja se bitna prepreka za dalji razvoj.

Ističe se da je sigurnost obezbjeđenja vode uslov i za sigurno snabdijevanje hranom.

MOŽE LI SE VODOSNABDIJEVANJE POSMATRATI IZOLOVANO ?

Vodosnabdijevanje je vodoprivredna grana u okviru korišćenja voda, pripada i komunalnim službama, a preko zaštite izvorišta i zagađivanja, koje voda kanalizacijom odnese u recipijente, pripada i zaštiti voda, pa i zaštiti sredine u cjelini.

Ovdje će se, u kontekstu naslova rada, dati osvrt samo na dvije od tih veza.

Često nam se dešava da u posmatranju, analizi i identifikaciji problema, a i u planiranju i projektovanju, nastojeći da problem što bolje osvjetlimo, **razdvajamo vodovod i kanalizaciju**. Nekada to radi politika, kao što je svojevremeno (u vrijeme tkz. "ourizacije"), među ostalim društvenim eksperimentima, radila, pa se to moralo sprovoditi.

Nije, međutim, uredu, a to se ponekad desi, da stručnjaci ili funkcioneri to potpuno razdvajaju. Po principima systemske analize uslovno je moguće odvojeno razmatranje s'tim da se stalno imaju u vidu veze između podsistema kao dijelova cjeline. Ali, isto tako, elementarna narodska logika govori da, ako se nešto gleda u cijeloj njegovoj širini, više i bolje se vidi.

Pomenuto razdvajanje je jedan od osnovnih razloga što **kod nas pokrivenost stanovništva kanalizacijom znatno zaostaje za vodovodom**.

Prema obrađenim podacima iz 1981.godine, ocijenjeno je dosta pouzdano 6. da je u BiH tada javnim vodovodima bilo obuhvaćeno 56%, a javnom kanalizacijom 35% ukupnog, gradskog, prigradskog i seoskog stanovništva. U opštinskim centrima – gradovima ovi pokazatelji su 94 i 71%. I pored izvjesog povećanja ovih brojeva, **i danas je razlika vjerovatno istih 20-tak procenata**.

U sjeverno-američkim gradovima ova razlika je u prosjeku oko 8%, u evropskim samo 4%, u azijskim, afričkim i latino-američkim 30-40% [2.].

Vodovod i kanalizacija su ustvari jedinstven sistem (strogo gledano podsistem u sklopu jednog većeg sistema) i čine jedinstven ciklus kruženja vode u naselju. To je, naravno, činjenica i praksa, koja će se sve više vremenom pokazivati. Nije neka novost, ako se još jednom ponovi da se u Americi, kao i u Evropi, posmatraju mnogo više povezano. O nekim od tih veza biće riječi u nastavku ovog rada.

Navodnjavanje je u SAD dio vodosnabdijevanja, kao što je kod nas, pored stanovništva, industrija, ali eto ne i poljoprivreda. I ono je, naravno u zemlji sa vrlo razvijenom proizvodnjom hrane, najveći korisnik i potrošač vode. To, međutim, nije glavni razlog što će mu se u ovom pregledu posvetiti određena pažnja. Još su najmanje dva za nas važnija razloga.

Navodnjavanje će se kod nas već za par godina pojaviti kao znatno veći korisnik vode. To jasno proizlazi iz činjenice da je do sada bilo malo zastupljeno. U BiH se prema nešto starijim podacima navodnjavalo samo 2% za to pogodnog poljoprivrednog zemljišta [7., 8.].

A mnogo puta su date stručne ocjene i rezultati analiza i studija da su mogućnosti i pogodnosti velike i da im, zbog značaja proizvodnje hrane, treba dati prednost.

To je jedan, po obimu najvažniji aktuelni aspekt odnosa navodnjavanja i vodosnabdijevanja. Drugi, značajniji i uticajniji, je da i navodnjavanje postavlja dosta visoke zahtjeve za kvalitet vode.

Tako će vodovodi, pored već prisutnih teškoća, u traganju za dopunskim, prilično iscrpljenim prirodnim resursima **dobiti uskoro jakog "konkurenta"**, koji će takođe s'pravom isticati da su i njegovi proizvodi od životnog značaja.

Između više deklarativnog prioriteta, koji vodosnabdijevanje stanovništva ima, i nadmetanja dva trkača u tržišnim uslovima, sa različitim ili sličnim mogućnostima ulaganja, kreditiranja, eventualnim finansijskim stimulacijama i olakšicama države i sl., sigurno je jedino da ni jednom neće biti lako.

S'obzirom na višedecenijsko zapostavljanje, velike potencijale, potražnju, šanse za izvoz i dr., **moguće je da navodnjavanje dobije prvi prioritet u društvenim, prostornim i drugim planovima.**

A prioritet, zapisan u zakonima, može se i formalno ukinuti, nema ga u mnogim zapadnim zemljama, a izgleda da se smatra nekompatibilnim sa principima tržišne privrede. Uostalom, i u nedavnoj prošlosti, stvarnu prednost na vodama imali su dobrim dijelom elektroprivreda ili industrija.

Ne treba gajiti iluzije da će sada, u jeku započetih temeljitih društvenih promjena, sve ono što u prošlosti nije bilo najbolje, odjednom doći na svoje mjesto. Kao ni one da u Americi i Zapadnoj Evropi nema pritisaka i uslovljavanja, ne samo u politici ovih djelatnosti, nego i direktno na struku [1.].

Kada dođe do intenzivnijeg razvoja navodnjavanja, dobija se prilika da ona utješna fraza kako je prednost zaostalih, što ne moraju ponoviti greške naprednijih, postane racionalna stvarnost. Hoćemo li i dalje navodnjavati brazdama i kanalima, što je investiciono vrlo skupo, a sa aspekta korišćenja i zaštite

voda doslovno rasipničko? Ili **ćemo se oslanjati na sistem "kap po kap" i druge efikasnije, racionalnije i ekološki prihvatljivije metode razvoja savremene poljoprivrede?**

U tom pogledu Amerikanci su puno postigli, ali izražena su nastojanja za još više.

To je istovremeno od izuzetnog značaja i za vodovode, iz već navedenih razloga.

Uostalom, **navodnjavanje je u suštini vodosnabdijevanje poljoprivrede.** Kod nas i u još nekim zemljama je odvojeno u posebnu vodoprivrednu granu. Ne samo u SAD, nego i u brojnim drugim državama je spojeno. Ova naša podjela može, a ne mora biti otežavajuća okolnost za vodovode. A za vodoprivredu zaista nije bitna. Ona u svakom slučaju treba da odigra glavnu ulogu u **ponekad delikatnoj raspodjeli najboljih i najtraženijih resursa.**

Na kraju, **zalijevanje parkova, zelenih površina, bašti, vrtova, travnjaka i dvorišta** je takođe navodnjavanje "u malom", u nekim vodovodima po potrošnji vode značajno. Zato ga oni, pritisnuti nedostatkom vode i niskim cijenama, nastoje isključiti.

Teško da će u tome uspjeti, ali mogu i moraju smanjiti, tj. racionalizovati i taj vid potrošnje. **Uvođenjem odgovarajućeg mehanizma cijena uz apelovanje na korisnike da skupljaju kišnicu, zahvataju vodu iz vlastitih bunara, uvedu "štedno" zalijevanje, da ga ne vrše u vrijeme vršne potrošnje i sl.**

To je u SAD dugogodišnja praksa i stalni trend, koji daje značajne rezultate.

Ovdje se želi naglasiti da ćemo se, imajući u vidu očekivani razvoj poljoprivrede i navodnjavanja, približiti praksi razvijenih zemalja u vezi s'tim. To znači da **američke analize, problemi, bilansi voda, rješenja, trendovi i prognoze nisu tako daleko od nas**, kao što bi se na prvi pogled moglo zaključiti. Makar dio toga čeka i nas i bar u nekim regijama, ako ne u skoro cijeloj zemlji.

Za stručnjake u oblasti vodosnabdijevanja korisno je pratiti dostignuća u tehnici navodnjavanja iz još jednog pragmatičnog razloga. U toj oblasti je zadnjih decenija postignuto više izvanrednih rezultata: od pomenute potpune promjene načina irigacije do konstrukcija nekih specijalnih armatura, raspršivača ili, recimo, poroznih cijevi i kapaljki.

Nužda da se u aridnim, po drugim uslovima pogodnim područjima, poput Kalifornije ili Bliskog Istoka, obezbijedi voda za bolju i profitabilniju poljoprivrednu proizvodnju bila je očigledno jak motiv da se to postigne.

Navodnjavanje je tako postalo primjer za ugled ostalim vodoprivrednim korisnicima vode u mnogo čemu - i u racionalizaciji tehničkih rješenja, i potrošnje, i u štednji vode.



Kanal Demerovac kod Orašja

A to je možda najizraženiji od svih aktuelnih trendova u Americi.

O VELIKIM I MALIM PROJEKTIMA, IDEJAMA, INOVACIJAMA

Ovdje će biti riječi o nekim velikim preokupacijama i projektima američkih istraživača i stručnjaka, aktuelnim u razvijenijim zemljama, odnosno vodom siromašnim regionima, ali i o jeftinijim i malim, za nas interesantnijim rješenjima. Zajednička karakteristika im je **intenzivno traganje za boljim, efikasnijim i racionalnijim**. Bogati su uvijek gradili, a i sada grade i reprezentativno luksuzne objekte za sebe, pa i da pokažu svijetu svoju moć. Ali, u ovoj oblasti teško da bi se našao i usamljen primjer za to.

Racionalizacija rješenja sistema i potrošnje vode idu zajedno. Kao što zajedno ide, sve se više naglašava, upotreba vode sa kulturom i svojevrsnom etikom. To, eto, važi u svijetu, očito, važi i za nas. Za svakog na njegovom nivou.

Transport vode okeanima godinama je jedna od tih velikih preokupacija. **Stara ideja korišćenja tankera i dalje se razmatra**. Podsticaj takvim analizama u novije vrijeme daju sve strožiji propisi za bezbjednost tankera u prevozu nafte, koje mnogi od njih ne mogu zadovoljiti. Mogli bi se iskoristiti za transport vode. Glavni problem je, međutim, visoka cijena čišćenja i osposobljavanja tankera za prijem vode, oko 5 miliona \$ po brodu.

Sada su do faze testiranja u razmjeri 1:1 došle **velike ploveće, savršeno hidrodinamički oblikovane i izbalansirane, plastične vreće**. Dugačke su **650, široke 150, gaz im je 22 metra, a sadrže 1,75 miliona m³ vode**. Dok se ne vidi i sa nečim ne uporedi, teško je zamisliti ploveću grdosiju dugu kao 27 teniskih igrališta.

Interesantno je da ovaj nedavni izum nije sasvim originalan. Naime, pri kraju II. Svjetskog rata Saveznici su za transport avionskog goriva preko Atlantika koristili manje i primitivnije, ali u principu slične, gumene "vreće". Sonari, a kasnije ni radari, sa njemačkih podmornica nisu ih otkrivali, a i kao ciljevi bile su manje atraktivne od tankera. Nije poznato da li su gađane i uništavane na vrlo jednostavan i jeftin način – harpunima.

I prije kraja 80.-ih godina prošlog vijeka bilo je na ovu ideju više eksperimenata sa različitim oblicima i veličinama "vreća". Onda je autor navedenog projekta Jim Cran počeo istraživanja, koja će dovesti do navedenog rješenja.

Ideja i motivacija su mu došle, što je zanimljivo i možda poučno, tokom posjete prijatelju u San Francisku za vrijeme nestašice i redukcije vode (na koje ranije nije navikao) prouzrokovane jednom od poznatih Kalifornijskih suša.

Njegovo **plovilo, nazvano "Meduza"** kao i čitav projekat, **pluta na površini zahvaljujući razlici u specifičnoj težini morske i slatke vode, a optimal-**

na brzina tegljenja od 2 čvora i vrlo visok odnos zapremine i površine određeni su proračunima i probama da bi se postigao što niži utrošak energije po kilometru.

Kada je Cran ponudio svoje rešenje Metopolitan Water District-u Los Angelesa, skoro su ga ismijali. Izgledala im je realnija 1998.-e godine predložena varijanta transporta vode sa Aljaske podmorskim cjevovodom, dok nisu sračunali da je to neprihvatljivo skupo.

Uporni Cran je otišao u Izrael i tamo stigao do Šimona Peresa. Ovaj je pokazao interes računajući na veliki Tursko-Izraelski projekat uvoza vode. Za vrijeme posjete Turskoj i rijeci Manavgat uvjerio se u bogatstvo izvanredno čiste, nezagađene vode i vidio veliku šansu za svoju "Meduza" tehnologiju. I pored spremnosti Izraela da je prihvati, posao je otpao.

U svijetu postoji niz međudržavnih problema, sporova i sukoba zbog voda, ali nigdje tako izraženih kao u tom području. Tako je i ovaj aranžman spriječen političkom intervencijom. Naime, Gadafi je zaprijetio da brojnim turskim firmama, uključenim u realizaciju Libijskog projekta "Velike vještačke rijeke" neće platiti ni centa, ako se voda bude dala Izraelu prije nego što prihvati sveobuhvatan mirovni plan za region. I Turska se povukla.



Rijeka Sanica

Cran je tada predložio da se ne gubi vrijeme čekajući mirovni sporazum i da se gradi terminal za utovar vode. Kada se uzmu u razmatranje planirane dugoročne potrebe Izraela za vodom, koštanje izgradnje terminala je vrlo malo.

Kada su, uz posredovanje Vašingtona, uspostavljeni srdačni prijateljski odnosi između Izraela i Turske, ponovo su krenuli pregovori o Projektu. Turgut Ozal je, za vrijeme posjete Jerusalemu objavio da bi Turska mogla da isporučuje vodu Izraelu po cijeni od 1 \$ za m³. To je za Izrael bilo vrlo visoko, oni su bili spremni da prihvate najviše 25 centi. Interesantno je da bi rješenje po "Meduza" - projektu omogućilo cijenu od 20 – 25 centi po m³.

Turska se vratila na projekat transporta cjevovodom, ali se pokazalo da je to mnogo skuplje – cijena po m³ je bila kao kod desalinizacije.

Zapelo je oko garancija isporuke, koje Izrael traži. Njih bi mogle dati samo SAD kao jedina super sila. Međutim, svi su se bojali da bi bilo kakvo američko učešće u projektu moglo da bude podsticaj za diverzije i sabotaže na liniji transporta.

Tako je ovaj plan, kako se tvrdi, ostao "u mirovanju", ali nije mrtav. To nije pokolebalo pristalice ovog načina transporta. Oni su izračunali da ne mogu postići cijenu prihvatljivu za navodnjavanje, ali da mogu konkurisati desalinizaciji, tj. proizvodnji vode za piće iz mora.

Njihov rezon je slijedeći. **Postoje na svijetu tri mjesta, gdje se voda u velikim količinama transportuje cjevovodima: Kalifornijski akvadukt, Izraelski Nacionalni vodosprovodnik i Libijska Velika vještačka rijeka. Svugdje se voda uzima u unutrašnjosti i vodi na obalu. Da li je to racionalno? Umjesto da se za Kaliforniju voda pumpa preko planinskog vijenca i vodi kroz pustinju do Los Angelesa, zašto je ne ostaviti tamo, gdje je zahvaćena, a obalno područje snabdijevati "Meduza" - vodom. Jedan od korisnika vode rijeke Kolorado bi mogao biti grad Las Vegas. On bi platio "Meduza" - transport za L.A., a za sebe jednostavno zadržao vode Kolorada.**

Planovi za dovlačenje velikih santi iz područja vječnog leda sa Grenlanda, Aljaske, Britanske Kolumbije ili Antarktiku se stalno razmatraju. A nedavno su na određen način i testirani. Princ Fejsal od Saudi Arabije je sponzorisao studiju izvodljivosti o dovlaćenju santi od Antarktiku do Meke. Na kraju posla je grupa, koja je to radila, organizovala za svoje zadovoljstvo tegljenje jedne sante duž obala Zaliva San Franciska. Tako je provjeravala svoje proračune i potvrdila **da ni jedan ledeni brijeg ne može da preživi prelaz ekvatora.**

Dovodi vode dugi stotine kilometara iz krajeva, gdje ima viška vode, u područja gdje je nema do-

voljno, i dalje su predmet interesa pojedinih eksperata. **To su poduhvati, koji preporode svoja konzumna područja kao** u Izraelu i Libiji, ili ostvare uslove za život i razvoj velikih gradova, kao za Njujork. U Kaliforniji, siromašnoj padavinama, omogućen je takav razvojni bum da sada ovu državu zovu poljoprivrednom imperijom. Bez te vode Los Angeles sigurno ne bi postao drugi po veličini grad u SAD.

Na Američkom kontinentu postoje, kako ih i oni sami nazivaju, i **“ekstravagantni projekti”, za sada samo kao ideje.** Razmišlja se o “vraćanju vode” iz delte Missisipi-ja u Texas, koje, kako kažu, podsjeća na ruske ideje o prevođenju voda Oba preko Urala u sliv Volge.

Tu su i grandiozni planovi za rješenje “kontinentalnog problema voda”. Projekat “Veliki Kanal” predviđa prevođenje voda iz James Bay-a (najjužnijeg dijela Hudsonovog zaliva) u područje Velikih Jezera, a NAWAPA – projekt iz Britanske Kolumbije do Velikih Jezera, Missisipi-ja i Kalifornije.

Neizvjesno je da li će se ove ideje uopšte dalje razrađivati. Mnogi smatraju da je projekat za Centralnu Arizonu bio posljednji od tih velikih sistema, koje su razradile agencije za vode SAD.

Kod ovakvih sistema i relativno male inovacije i bolja rješenja detalja donose znatne uštede. Zato su, pored ostalog, inženjerima interesantni.

A s druge strane u posljednje vrijeme **sve više su interesantni sa aspekta ekologije i zaštite sredine, a i sukoba različitih interesa.** Sigurno je da uzimanje tako velikih količina vode ne može proći bez posljedica. Naučnici predviđaju da će ova dva aspekta u narednom periodu i te kako zakomplikovati izgradnju velikih objekata.

Izgleda da, ne samo zbog toga, nisu više “u trendu” u kakvom su svojevremeno bili.

Ipak, saznanja i iskustva iz planiranja, odlučivanja i realizacije ovakvih poduhvata, mogu (za razliku od prva dva primjera) i nama biti donekle korisna kod, za naše prilike dugih, velikih i složenih sistema, ako ih budemo gradili.

Na UNESKO konferenciji 1998.-e u Parizu bila je velika diskusija 1. da li nam prijete kriza i kakva? Pored ostalog, pokrenuto je ponovo u aktuelnom kontekstu, jedno ranije pitanje. **Možemo li mi, sa današnjim nivoom znanja, tvrditi kako će se stvari razvijati za 30 i više godina.** Kao primjer uzeta su **područja, gdje se prekomjernim zahvatanjem podzemnih voda stalno obara nivo.** To je nesporno činjenica, koja najavljuje iscrpljenje i kraj izvorišta – stav je koji su zastupali neki američki učesnici.

Španski hidrolog M.R.Ljamas je imao drukčije mišljenje i istakao da, iako skoro ništa ne znamo o prirodnom procesu obnavljanja nivoa i njegovom trajanju, predviđamo katastrofičnu budućnost.

Zastupnici ovakvog kritičkog stava pitaju: ko ima pravo da Saudijcima, koji godišnje crpe 20.000 m³ vode više nego što se obnovi, kaže da prekinu zahvatanje, zato što će iscrpiti izdan za 200 godina? Možda ćemo tada, kažu optimisti, nedostatak vode rješavati na neki nov način.

Da li je ovakav optimizam prihvatljiv? Mogu li odgovorni sebi dozvoliti da u ovoj životno važnoj stvari (bez rezervnog rješenja) uđu u takav rizik vjerujući u neki izum, za koji još nema ni nagovještaja?

Jedna od mogućih strategija izbjegavanja krize voda sugerise: **“Ako nemate dovoljno vode, uvezite je iz područja, gdje je ima viška ili je napravite sami.”** Prvo opredjeljenje je sa tri alternative već ukratko navadeno. Drugo se uglavnom odnosi na **desalinizaciju.**

Samo 12% svjetske desalinizacije obavlja se na Američkom kontinentu, uglavnom na Floridi i na Karibima. Ali, i pored toga, učešće SAD u ovoj oblasti odezbedjenja vode je daleko veće.

U Kaliforniji istorijski odbacuju desalinizaciju, jer su, zahvaljujući federalnim subvencijama, dobili vrlo jeftinu vodu iz zaleđa. Međutim, kako suše i prekomjerno pumpanje podzemnih voda sve više otežavaju redovno vodosnabdijevanje, interes za ova postrojenja raste u cijeloj Kaliforniji.

U avgustu 1999.-e objavljeno je da će se **za Zaliv Tampa u Floridi graditi novo postrojenje za desalinizaciju na bazi reversne osmoze kapaciteta 25 miliona galona (oko 95. 000 m³) na dan** po cijeni od 45 centi po m³. Uskoro su ekonomisti demantovali ovaj podatak. Tokom vijeka trajanja postrojenja **cijena će biti čak preko 2 \$/m³,** ali to je još uvijek niže nego druge alternative. Takvu cijenu omogućava niži salinitet morske vode u Tampa Zalivu nego u Meksičkom, kao i elektrana u neposrednom susjedstvu, pa će i električna energija biti jeftinija. To je privuklo delegaciju Singapura, gdje je planirano postrojenje kapaciteta 36 miliona galona (136.000 m³) na dan sa prosječnom cijenom od 8 \$/m³.

Ovaj skraćeni prikaz razvoja i planova desalinizacije može se smatrati kao izvod iz jednog dužeg i komplikovanijeg izvještaja, vezanog uglavnom za arapske zemlje, punog različitih kombinacija i političkih uticaja. Zato će se radije završiti jednim “regionalnim” i jednim generalnim zaključkom i interesantnim komparativnim osvrtom. Sva tri su dali možda najkompetentniji naučnici za ovu oblast, jer dolaze iz zemlje, koja je morala da razvija vrhunsku tehnologiju ovakve prerade vode, pošto su je uslovi na to natjerali.

Izraelski naučnici ističu da je desalinizacija za njih jedina sigurna, realistična nada da se izbjegne kriza. To se može ekstrapolirati i na veći dio Srednjeg Istoka.

Desalinizacija morske i boćatne vode je, međutim, još skupa i svi naponi su usmjereni na racionalizaciju postrojenja, u čemu je postignut značajan napredak.

Zanimljiva su neka, za taj region karakteristična, poređenja:

- Postrojenje za 10.000 ljudi košta kao jedan tenk, za 100.000 kao mlazni lovac.
- Investiranje u desalinizaciju ili recirkulaciju sa prečišćavanjem otpadnih voda i navodnjavanjem košta manje od napora da se smire sukobi oko raspoloživih, već prilično iscrpljenih resursa.
- 100 miliona m³ vode, oko koje se svađaju Izrael i njegove komšije nije nikako vrijedno rata, koji za jedan dan košta 100 miliona dolara, koliko i postrojenje od 100 miliona m³.

Ovaj pregled je dat, jer je u strategijama rješenja nedostatka vode analizirana i jedna crna, nažalost već dugo realna, ne samo na Srednjem Istoku, a prema prognozama još prisutnija u 21. vijeku. Ona glasi: "Ako nemaš vode, otmi je od drugog!" Za naše prostore neka važi ona "Daleko bilo!"

Pristalice pomenute optimističke struje, koja ne vjeruje u apokalipsu voda, ukazuju da se podcjenju-

je **ljuska genijalnost**. Podsjećaju na izume u nedavnoj prošlosti: hidrauličke pumpe, nove tehnike u poljoprivredi i navodnjavanju ili pravu revoluciju u tehnologiji. I sada ima dobrih primjera.

Dobijeni su već **odlični rezultati sa "proizvođačima" ili "pobuđivačima" kiše** – "rainmakers, rainboosters." Jednostavnim zaprašivanjem oblaka higroskopskim solima, one se vežu sa vodom i dobijaju se veće i teže kapi, koje onda lakše padaju kao kiša.

Jedno od ranije, na evropskom kontinentu poniklo, i kod nas poznato rješenje, sada je doživjelo interesantne, donekle izmjenjene primjene. Prva je ustvari **vještačko obogaćivanje podzemne izdani**, kombinovano sa ponovnim korišćenjem vode, a druga dopuna ili obnavljanje podzemne akumulacije.

U El Paso-u upuštaju prečišćene otpadne vode u duboki vodonosni sloj da se dodatno prečisti i zahvata nizvodno poslije par godina. Koriste je za zaljevanje parkova i javnih površina. A da bi se zaustavilo obaranje nivoa izazvano dugogodišnjim zahvatanjem vode, u prostor dubokog akvifera ispod Londona ubacuje se i akumulira rječna voda iz perioda većih proticaja. Inače već dugo se taj isti metod i tu i na



Rijeka Una kod HE Kostela

drugim mjestima primjenjivao sa velikim plitkim površinskim rezervoarima.

Kod nas, pored akumulacija na rijekama, odatno na nekoliko izvorišta postoji vještačko obogaćivanje izdani sa većim ili manjim akumuliranjem vode u podzemlju. Ovakva rješenja će se i u budućnosti primjenjivati. Otišli smo korak dalje i u hidrotehničkim poduhvatima na kršu, po kojima smo priznati i u svijetu. Eksperimentalno je voda akumulirana u pukotinsko – kavernozno – pećinskoj sredini.

Možda najrealnija, po koštanju najprihvatljivija, od preporučenih strategija da se izbjegne kriza u obezbjeđenju vode glasi :

“Ako ne možete da obezbijedite dodatne količine vode, manje je trošite. To se može postići na tri načina: čuvanjem – štednjom, mehanizmom cijenjena i racionalizacijom postojeće potrošnje – kombinacijom nove etike vode i promišljenim korišćenjem tehničkih inovacija i maštovitih tehnologija.”

Prethodno data dva primjera su na liniji ove strategije. Ali ima ih još. Vjerovatno je najimpresivniji jedan izum, pogrešno pripisivan savremenim istraživačima. Otkrio ga je jedan ruski naučnik – prirodnjak po imenu Feodor Zibold prije 100 godina, ali je izvorno to izmislio neki starogrčki genijalni um. Zaslužuje par rečenica opisa.

Zibold se 1906.-te godine u gradu Feodosija na Krimu slučajno susreo sa lokalnom legendom da su stari Grci, hvatajući jutarnju rosu, uspjeli da snabdjevaju vodom čitav grad. Uz velike finansijske probleme, i pored pomoći lokalnih poljoprivrednika, jedva je za šest godina izgradio svoj masivni **kolektor rose**. Piramida od kamenja i šljunka, visoka 6 m u sredini kamenog rezervoara, prečnika 20 m funkcionisala je sve do razaranja 1917.-e, dajući, za njenog nezadovoljnog konstruktora, skromnih 350 litara na dan. Ali prava vrijednost ove “gomile kamenja” pokažeće se tek kasnije.

Na svjetskom stručnom skupu o magli u Vancouveru 1998.-e godine, među 140 referata, jedna grupa naučnika iz Grenobla, inspirisana Ziboldovom piramidom od prije jednog vijeka, je objavila rad pod naslovom “Stari snovi i novi rezultati”. Epilog priče je jednoglasan zaključak skupa da je **moгуći kapacitet savremenih uređaja za proizvodnju vode iz magle do 10 litara po 1 m² kolektorske mreže**.

Koliko daleko idu traganju za novim mogućnostima štednje vode pokazuje jedan zajednički projekat kalifornijskih i izraelskih naučnika. Oni u **Namibijskoj pustinji na nekim specifičnim biljnim i životinjskim vrstama godinama istražuju fantastične mehanizme i “ uređaje” za preživljavanje u uslovima dugih ekstremnih suša**. I već u pustinji Negev postoji eksperimentalna stanica na toj osnovi.

Ponovno korišćenje prečišćene otpadne vode (“reuse”) je generalno u stalnom trendu rasta, iako sa kraćim periodima zastoja, u početku zbog nesavršene tehnologije, kasnije zbog sanitarnih razloga itd. Ovdje je veza vodosnabdijevanje – kanalizacija sa prečišćavanjem – navodnjavanje, najdirektnija.

Izrael je sredinom 1990.-ih ponovo koristio 70% kanalizacionih otpadnih voda za navodnjavanje 20.000 hektara zemljišta. Krajem vijeka prečišćena otpadna voda je pokrivala 16% ukupnih potreba zemlje [1.]. To je nazvano elegantnim rješenjem sanitarnog pristupa. Podrazumijeva parcijalni tretman u lagunama i bazenima i zatim navodnjavanje. **Istovremeno se rješava problem zagađenja, nedostatka vode i poljoprivredne proizvodnje u sušnom području**.

Na Zapadnoj obali Amerike ponovno korišćenje je u novom zamahu, podstaknuto opštom kampanjom u SAD za ponovno korišćenje ne samo materijala i predmeta, koji se odbacuju u smeće, nego praktično svega što se može više puta upotrijebiti.

Tucson, Phoenix i Los Angeles recikliraju dio otpadnih voda, a St. Petersburg na Floridi je na putu da sve otpadne vode ponovo iskoristi. Tako se u rijeci i u okean neće ništa ispuštati. Ovom vodom se zalivaju gradski parkovi i travnjaci u stambenim kvartovima i tako postižu značajne uštede u vodovodu, a drastično je smanjena i upotreba vještačkog đubriva.

Već navedeni primjer iz El Paso-a je takođe inventivno rješenje sa ponovnim korišćenjem.

Ovi i drugi primjeri vrhunske racionalizacije proizašli su iz aktuelne velike preokupacije vlada i razvojnih agencija da nađu **optimalnu kombinaciju jeftinog prečišćavanja i navodnjavanja**. **Na duži rok to bi značilo rješenje tri bolna pitanja “jednim udarcem”: zagađivanja, nestašice vode i zdravstvene probleme**, koji opterećuju manje ili više čitav savremeni svijet.

Ipak, **eksperiment sa individualnim prečišćavanjem otpadnih voda za svaku kuću**, koji je u toku u jednom američkom “prirodnom naselju” pored Los Angelesa, zaslužuje posebnu pažnju. Tvrdi se da je **potrošnja vode tu samo 30% od uobičajene, jer se sva prečišćena voda ponovo koristi**, a i druge mjere za štednju vode su primijenjene. Najinteresantnije je što ovdje nema kanalizacije naselja.

Ako se pokaže prihvatljivom, ova inovacija će doživjeti široku primjenu, pa zašto se ne bi i kod nas makar sa pažnjom pratila.

Zanimljivo je da se, i pored toga što se različite štedne miš-baterije, tuševi, vodokotlići, slavine, ventili i dodaci armaturama, kao i mašine za rublje i suđe već decenijama usavršavaju, istraživanja i inovacije nastavljaju. Reklamiraju se na sve

načine, a plasiraju se i preko vodovoda, koji ih nude svojim korisnicima, sa ugrađivanjem ili bez – po želji kupca, ali sa popustom u svakom slučaju.

Navešće se dvije tipične primjene tih uređaja, prva u javnim objektima, druga u domaćinstvima.

Rijetko se u WC-ima kafana, restorana, robnih kuća, muzeja, pozorišta i uopšte javnih i poslovnih objekata može naći slavina, koju korisnik sam zatvara. Zatvaranje, i mehaničko i elektronsko, dobro se održava pa besprijekorno funkcioniše, a ako se slučajno pokvari, urgentno se popravlja.

Od kućnih sanitarija akcentat je na **WC-šolji sa kotlićem** - najvećem potrošaču, potencijalnom rasipniku ili štediši u kući. Poznato je da je američka šolja drukčija od evropske, izvorno engleske. Može se reći da je funkcionalnija, higijenski sigurnija i bolja, uz zadnju inovaciju sa dvospratnim rješenjem, možda i racionalnija od najbolje evropske. I pored toga, stalno patentiraju njena nova usavršavanja.

Kod nas ima u prodavnicama dosta takve robe, a ima i domaćih uspješnih konstrukcija. Ugrađivanje u javnim objektima kao da je krenulo, u stanove, čak i u novogradnjama, izgleda da ide slabo. Za to ima više složenih razloga, od onih iz domena zakona, propisa i standarda, preko neodgovarajuće nadležnosti i odgovornosti za kućne instalacije, do mentaliteta ljudi i teškoća kod promjene ustaljenih navika. **A ovim mjerama se uz male troškove postižu solidne uštede vode.**

Drugi razlog za malo detaljniji opis ovih malih, a važnih stvari je što mi, bar u oblasti izuma, novatorstva i inventivnosti uopšte, možemo da pratimo, nekad i nadmašimo, taj razvijeni svijet.

Cijenama vode vjerovatno nigdje nisu zadovoljni [1.]. One su svugdje, na ovaj ili onaj način, pod kontrolom neke političke vlasti. Obično postoje usvojeni mehanizmi korigovanja cijena. Ipak, izgleda da vodovodi i predstavnici "Industrije vode – water industry", kako ih zovu, stalno traže malo više, a politika to većinom odbija ili minimalno odobrava.

U SAD su cijene vode jako različite pa navođenje nekog prosjeka nebi bilo adekvatan pokazatelj valorizacije vode.

Kod nas se neprekidno traže ekonomske cijene. To nije dovoljno jasno i jednoznačno. Koje ekonomske i šta one obuhvataju? Uz neriješene vlasničke odnose, investicije iz samodopinosa građana i dr. to je malo složenije. Međutim, rješivo je i ima ozbiljnih radova ekonomista o tome.

Ali, jedno je izgleda jasno. I pored, u zadnje vrijeme izvršenih izvjesnih povećanja, decenijama depresirane cijene su još ispod svakog nivoa. A do dotacija sa strane je, čini se, sve teže doći.

Poznato je da se na Zapadu, pa i u Americi, **subvencioniranje onako, kako je kod nas (bilo), sma-**

tra sasvim kontraproduktivnim. Ono, kažu, stimuliše neefikasnost i pretstavlja korišćenje javnih fondova za "antijavne" svrhe itd. Naravno, naglašava se da su **cijene jedan od ključeva za uravnoteženje isporuke i potrošnje.**

Edukacija i izgradnja javne svijesti o vodama, naročito njihovoj zaštiti posebno i u okviru zaštite životne sredine i o korišćenju voda uopšte, krenula je intenzivnije u SAD prije 40-tak godina, u Evropi nešto kasnije.

Brzo se specijalizovala za pojedine oblasti pa i za detaljno upoznavanje korišćenja vode u naseljima i domaćinstvima za vodosnabdijevanje, racionalizaciju potrošnje i štednju vode. Danas vodeće zemlje u tome: SAD, Kanada i neke evropske države imaju posebne institucije sa multidisciplinarnim timovima, koji smišljaju najbolje strategije i taktike, pristupe, kampanje, školske programe i popularno urađene publikacije, da bi ostvarile postavljene ciljeve.

Interesantno, **iako su najbolji rezultati postignuti u početku, kampanja se i dalje nastavlja.** Nesmanjenim intenzitetom, obogaćena novim sadržajima, maštovitim i duhovitim finesama. **Smatraju da postignuto treba održavati, kao i da mogućnosti racionalizacije nemaju limita.**

Već je rečeno da se, **uz odgovarajuću politiku cijena, ovaj metod smatra najefikasnijim, a najisplativijim načinom smanjenja potrošnje.** Ima mišljenja da je za siromašne zemlje, bez kapitala za nova ulaganja, a sa velikim gubicima i nerazumnom potrošnjom, smanjenje ova dva rasipništva "posljednja oaza" i najlakši način da "dođu do vode". Razmatra-



Rijeka Sana

jući najcjelishodnije mjere za to u nekim zemljama u razvoju, gdje je sada nemoguće odgovarajuće dizanje cijena, pomenute institucije sugerišu što intenzivniju i agresivniju informativno–edukativno–propagandnu kampanju svim raspoloživim sredstvima. Vjerovatno je takav pristup primjeren i našim uslovima i mentalitetu [1.].

U SAD, kao zemlji sa dugom tradicijom i bogatim iskustvom u sistematskom i intenzivnom radu u ovoj oblasti **edukacija i izgradnja svijesti kod javnosti** su uglavnom razdvojene.

Edukacija se prvenstveno odvija u okviru obrazovnog sistema po posebnim programima za svaki nivo, čak i za svaki razred osnovne i srednje škole. Izgradnja javne svijesti postala je naučno-stručno-marketinški svojevrsna permanentna i ustaljena multidisciplinarna aktivnost sa povremenim intenziviranjima kroz dobro osmišljene, planirane i provedene kampanje.

Kod nas su obe aktivnosti većinom na dosta skromnom nivou, nepotpune, ponekad i sasvim neadekvatne, a potreba za njima odavno izražena, svake godine sve veća i urgentnija. Planovi od prostornih državnih i regionalnih, društvenih i sektorskih, vodoprivredne osnove, stručna literatura, projektna dokumentacija, zakonski propisi pa i zaključci sa stručnih skupova, puni su upozorenja o našem rasipništvu i imperativnih poruka da se pitka voda - najdragocjeniji resurs racionalno troši itd. Ali praksa je drukčija i malo koji vodovod radi nešto na informisanju i edukaciji svojih potrošača.

U kontekstu opštih nastojanja za prilagođavanjem, približavanjem i članstvom u Evropskoj Uniji, **obje aktivnosti su nužne, prije svega zbog nas. A direktno su i od EU uslovljene.**

Dok se pripreme, uz naše velike rasprave usvoje i počnu primenjivati odgovarajući školski programi (sa izbalansiranim odnosom ekologije, svih oblasti zaštite sredine, korišćenja i zaštite voda), proći će godine. Starije uzraste opet neće obuhvatiti. A nivo javne svijesti i savjesti je većinom žalosno nizak.

Logičan zaključak može biti da, ako nismo počeli ranije, onda **odmah treba istovremeno i zajedno krenuti sa obje aktivnosti i na formalan i neformalan način.** I sa neophodnim pratećim mjerama simultano. Inače će zaista biti prekasno, a cijenu tog kašnjenja nećemo moći ni uz debela zaduženja (ako povoljnije kredite uopšte budemo dobili) platiti.

Nedavno započeta kampanja o komunalnom čvrstom otpadu primjer je, koji treba slijediti, iako su problem nedostatka vode pa i potreba za njenom razumnom potrošnjom i štednjom ranije izraženi, pa ih je trebalo još prije i na ovaj način rješavati.

U SAD, kako je navedeno, svestrana i sveobuhvatna edukacija i izgradnja svijesti kod javnosti tra-

je još od 1970.-ih i najbolji rezultati su postignuti u prvih deset godina. Cijene vode su uglavnom bile stabilne, pa i pored toga **u periodu 1980. - 1995. ukupna američka potrošnja vode je smanjena za 9%.** To je ocijenjeno kao vrlo dobro i pripisuje se uglavnom kampanji, koja ne prestaje.

UMJESTO ZAKLJUČKA

Već je navedeno da je zajednička karakteristika aktuelnog američkog pristupa rješavanju problema u vodosnabdijevanju traganje za boljim, efikasnijim i racionalnijim. Sva tri ova usmjerenja traju najmanje decenijama. Ali, ovo posljednje je zaista izraženo i lako ga je uočiti ne samo kroz brojčane pokazatelje. Ono se vidi i po tome što se **grandiozna, "ekstravagantna", vrlo skupa, ali i diskutabilna rješenja, izgleda, ni ne razrađuju dalje od ideje. Ali se zato jako puno pažnje, truda, energije i znanja posvećuje, na primer, relativno malim vrlo racionalnim inovacijama, metodama i detaljima sa masovnom primjenom.** Tu spadaju skoro sva opisana rješenja od onog revolucionarnog po značaju (ako se dobro pokaže) sa eliminisanjem kanalizacije naselja do jednostavnih mjera štednje vode sa milionskim uštedama investicija.

Ako bi se uopšte mogao posebno izdvojiti neki generalni trend vodosnabdijevanja u SAD, onda bi to, prije svega, bila racionalizacija.

LITERATURA:

1. De Villiers M. (2001.) *Water*, Mariner Books, Boston-Njujork
2. Black M. (2004) *Water – No nonsense guide*, Verso, London
3. Gleick P. (1998.) *The Worlds Water : The Biennial Report on Fresh Water Resources, 1998. – 1999.* Washington D.C., Island Press
4. Telišman Ž., (1997.) *Zahtjevi zaštite okoliša uz uvjete za pristup Hrvatske Ujedinjenoj Europi*, Hrvatska Vodoprivreda 53, Zagreb
5. Gaković M., (2003.) *Značaj edukativno-informativnih publikacija o štednji i racionalnoj potrošnji vode, Voda i mi 32*, Sarajevo
6. Gaković M. i dr., *Zavod za vodoprivredu, Sarajevo (1988.) Dugoročni program snabdijevanja pitkom vodom stanovništva i privrede BiH*, Sarajevo
7. Barbalić Z., Ristić D. i dr., *Zavod za vodoprivredu, Sarajevo (1994.) Okvirna vodoprivredna osnova BiH*, Sarajevo
8. *Urbanistički zavod Republike Srpske, Banja Luka (1997.) Prostorni plan Republike Srpske za period 1996.-2015. god., Banja Luka*

Zbornici radova sa stručnih konferencija, savjetovanja i drugih skupova, web-sajtovi UN, UNDP, Atlas of water, pojedinih kompanija i asocijacija i sl., publikacije i bilješke sa putovanja i posjeta vodovodima i dr.



WORLD



ISSN 1512-5327
9 771512 532006