

HRVATSKI ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO I ŽUPANIJSKI ZAVODI ZA JAVNO ZDRAVSTVO

Pod pokroviteljstvom
Ministra zdravstva i socijalne skrbi
doc.dr.sc. Nevena Ljubičića

X. ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP

VODA I JAVNA VODOOPSKRBA

3. - 6. listopada 2006.
Starigrad-Paklenica
Hotel "Alan"

**HRVATSKI ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
I
ŽUPANIJSKI ZAVODI ZA JAVNO ZDRAVSTVO**

**Pod pokroviteljstvom Ministra zdravstva i socijalne skrbi
Doc. dr. sc. Nevena Ljubičića**

X. ZNANSTVENO – STRUČNI SKUP

VODA I JAVNA VODOOPSKRBA

**3.- 6. listopada 2006. godine
Starigrad - Paklenica**

Hotel “Alan“

HRVATSKI ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
I
ŽUPANIJSKI ZAVODI ZA JAVNO ZDRAVSTVO

Pod pokroviteljstvom Ministra zdravstva i socijalne skrbi
Doc. dr. sc. Nevena Ljubičića

X. ZNANSTVENO – STRUČNI SKUP

VODA I JAVNA VODOOPSKRBA

ORGANIZACIJSKI ODBOR

Prim. mr.sc. **Željko Baklaić**, dr. med., **predsjednik**, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb

Dipl. ing. **Mirjana Brnadić**, **dopredsjednik**, Zavod za javno zdravstvo županije Zadarske, Zadar

Dipl. ing. **Edo Lovrić**, **tajnik**, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb

ČLANOVI

Dr. sc. Željko Dadić , dipl. ing.	Hrvatski zavod za javno zdravstvo	Zagreb
Dr. sc. Slavko Šobot , dipl. prof.	Hrvatski zavod za javno zdravstvo	Zagreb
Mr. sc. Krunoslav Capak , dr. med.	Hrvatski zavod za javno zdravstvo	Zagreb
Šani Samardžić , dr. med.	Ministarstvo zdravstva RH	Zagreb
Prof. dr. sc. Dragutin Gereš , dipl. ing.	Hrvatske vode	Zagreb
Prof. dr. sc. Franjo Plavšić , dipl. ing.	Hrvatski zavod za toksikologiju	Zagreb
Prof. dr. sc. Ivan Mijatović , dipl. ing.	Prehrambeno-biotehnološki fakultet	Zagreb
Benito Pucar , dipl. ing.	ZZJZ Zadarske županije	Zadar
Nicoletta Berović , dipl. ing.	“Vodovod” d.o.o.	Zadar

ZNANSTVENI ODBOR

Prof. dr. sc. Mate Ljubičić , dr. med.	Hrvatski zavod za javno zdravstvo	Zagreb
Dr. sc. Željko Dadić , dipl. ing.	Hrvatski zavod za javno zdravstvo	Zagreb
Dr. sc. Slavko Šobot , dipl. prof.	Hrvatski zavod za javno zdravstvo	Zagreb
Mr. sc. Krunoslav Capak , dr. med.	Hrvatski zavod za javno zdravstvo	Zagreb
Prof. dr. sc. Dragutin Gereš , dipl.	Hrvatske vode	Zagreb
Prof. dr. sc. Ivan Mijatović , dipl. ing.	Prehrambeno-biotehnološki fakultet	Zagreb
Prof. dr. sc. Franjo Plavšić , dipl. ing.	Hrvatski zavod za toksikologiju	Zagreb

SADRŽAJ:

1. Znanstveno-stručni skup «Voda i javna vodoopskrba 1997. - 2006.».....	5
Dadić Ž., Lovrić E., Šobot S.	
2. Korištenje voda i vodna politika EU.....	13
Gereš D., Dadić Ž., Lovrić E., Šobot S. Ujević M.	
3. Javna vodoopskrba u proteklom desetljeću	31
Lovrić E., Dadić Ž., Šobot S., Gereš D., Ujević M.	
4. Vodoopskrba zadarskog područja: Jučer- danas – sutra.....	41
Berović N., Sumić V., Pavić I., Tičić I.	
5. Kontrola kvalitete i zdravstvena ispravnost vode u vodoopskrbnom sustavu Grada Zagreba u periodu od 1995. do 2006.	57
Šikić S., Mihovec-Grdić M., Andreis S., Lisičar D.	
6. Vodoopskrba grada Osijeka – prošlost, sadašnjost i budućnost	65
Santo V., Valek M., Bareš V.	
7. Vodoopskrba i zdravstvena ispravnost vode za piće u Požeško-slavonskoj županiji	69
Petrović I.	
8. Sadašnjost i budućnost vodoopskrbe u Koprivničkoj Podravini	75
Ruk D., Horvat S.	
9. Prošlost, sadašnjost i budućnost vodoopskrbe u Međimurju	81
Topolnjak V., Glumac N.	
10. Vodoopskrba Ličko-senjske županije – deset godina poslije.....	97
Ivšinić D., Stilinović J., Margaretić B., Jurković D.	
11. Zašto smo podigli ploču epidemiologu prim.dr. Miljenku Suiću?	115
Smoljanović M.	
12. Oci jeli grožđe a djeci trnu zubi	121
Valek M., Sabo A., Valek I., Čupurdija E., Santo V.	
13. Razine sulfata u vodama Dalmacije	131
Štambuk-Giljanović N., Dumanić T., Ledić M., Poljak M., Bakavić S. A., Zwirn M.	
14. Kakvoća oborinske vode u Viškim cisternama	147
Senta A., Marijanović- Rajčić M., Janev-Holcer N., Mustajbegović J.	
15. Hidrokemijske karakteristike voda Imotske Krajine	157
Ujević M., Zorić Z., Dadić Ž., Lovrić E., Grbavec Z.	

16. Elektrolitski hipoklorit – novo sredstvo za dezinfekciju vode	165
Dragojević D.	
17. Spori pješčani filtri nekad i sad – iskustva na Butonigi	171
Hajduk - Černeha B., Nežić S.	

POSTERI:

18. Kvaliteta vode rijeke Save u 2005. god.	185
Hitrec P., Vrsalović M., Vučković I., Marijanović Rajčić M.	
19. Rezultati ispitivanja međugraničnih voda u 2005 god.	189
Tomas D., Milović S., Kovačević S., Marijanović Rajčić M.	
20. Gradski bazeni Varaždin	195
Matijević-Kušter V., Tomiek I., Liber-Margetinac Đ.	

ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP “VODA I JAVNA VODOOPSKRBA 1997. - 2006.”

Dadić Ž.*, Lovrić E.*, Šobot S.*

Uvijek interesantno područje zdravstvene ispravnosti vode za piće i teme vezano za ovaj cilj do 1997. godine bilo je prezentirano na skupovima Zdravstvene ekologije zajedno s problematikom zdravstvene ispravnosti hrane i predmeta opće uporabe. Na prijedlog tadašnjeg ravnatelja Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo prim. prof. Mate Ljubičića pristupa se organizaciji prvog znanstveno – stručnog skupa «VODA i JAVNA VODOOPSKRBA». Svi zajedno odlučili smo se za određena pravila od kojih ne smijemo odustati i koje smo nazvali «Deset zapovjedi» i to su.

1. skup će se održavati prvi tjedan u listopadu
2. skup će se održavati svaki put u drugoj županiji kako bi sudionici mogli bolje upoznati «lijepu našu»
3. izbjegavati će se veliki gradovi i eskluzivna turistička mjesta
4. birati će se hoteli koji mogu na zadovoljavajući način smjestiti do 150 sudionika skupa
5. ukoliko hotel nema, kongresnu dvoranu, a što je bio najčešći slučaj, treba se prilagoditi
6. prvi dan biti će svečano otvaranje uz jedno prigodno stručno popularno predavanje koje bi trebalo zanimati ne samo stručnjake već i goste
7. cijeli drugi dan su stručna izlaganja. Ona završavaju Okruglim stolom na kojem se iznose aktualne poteškoće u radu, postavljaju pitanja meritornim predstavnicima Ministarstva zdravstva, stručnjacima iz oblasti javnog zdravstva, tehnolozima, predstavnicima stručnih firmi, predlaže se donošenje boljih i učinkovitijih propisa i mjera,...
8. drugi dan završava svečanom večerom za sve sudionike
9. treći dan je stručni obilazak u okolicu s upoznavanjem nečeg iz područja voda koji završava ni ručkom ni večerom negdje u prirodi
10. četvrti dan ujutro je rastanak do slijedećeg okupljanja

I. Stručni skup «Voda i javna vodoopskrba» održan je 1. - 4. listopada 1997 u hotelu Zagreb u Karlobagu u Ličko - senjskoj županiji.

Kako hotel nije imao dvoranu, uz svesrdnu pomoć djelatnika hotela, prepravili smo kuglanu u dvoranu. Cilj stručnog skupa i središnja tema bila je prikazati **stanje javne vodoopskrbe u Republici Hrvatskoj, prema županijskom ustroju**. Na ovu temu izneseno je 21 izlaganje iz svih županija. Svaki Županijski zavod iznio je tadašnje stanje vodoopskrbe u svojoj županiji, probleme i ciljeve za unapređenje vodoopskrbe. Također, osim ovih pozvanih izlaganja na skupu su iznesena još dva izlaganja o dezinfekciji vode i po jedno iz područja mikrobiologije i kemije voda.

* Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Rockefellerova 7, Zagreb

vodoopskrba	javno zdravstvo	kemizam	dezinfekcija	mikrobiologija	tehnologija	ukupno
21	-	1	2	1	-	25

Stručni izlet, a koji je praćen olujnom podvelebitskom burom, organiziran je tako da su se prvo posjetili Bunkeri na ulazu u NP Paklenicu - djelo bolesnih umova u nedirnutoj prirodi Velebita. Tad je obećano da ćemo za 10 godina posjetiti ono lijepo u ovom kraju, tj. ljepoticu Velebita, NP Paklenicu. Poslije toga obišli smo crpnu stanicu Regionalnog vodovoda Sjeverne Dalmacije u Muškovcima na rijeci Zrmanji gdje smo bili lijepo ugošćeni od strane Regionalnog vodovoda Sjeverne Dalmacije iz Zadra. Ovaj skup završio je u gostionici u Gospiću uz vruću ličku janjetinu i tamburašku glazbu.

II. Znanstveno-stručni skup «Voda i javna vodoopskrba» održan je od 7. - 10. listopada 1998. u hotelima «Zora» i «Slava» u Primoštenu u Šibensko - kninskoj županiji.

Smještaj je bio primjeren, dvorana dobra.

Tema skupa bila je - ***Zdravstvena ispravnost vode za piće iz javnih vodoopskrbnih sustava.*** Cilj stručnog skupa bila je ***prikazati realno stanje kvalitete i zdravstvene ispravnosti vode za piće, kao i načine rješavanja problema tamo gdje su prisutni.*** Također bilo je govora o zakonskoj regulativi koja uz ostale stručne teme vezane za zdravstvenu ispravnost vode za piće, dodatno doprinosi kvalitetnijoj opskrbi pučanstva vodom za piće, ali zdravom vodom za piće. Na skupu je izneseno 18 izlaganja i to:

vodoopskrba	javno zdravstvo	kemizam	dezinfekcija	mikrobiologija	tehnologija	ukupno
2	11	1	1	2	1	18

Stručni izlet organiziran je tako da smo posjetili NP Krka (slapove Krke), s posjetom crpnoj stanici Jaruga. Tu nas je prigodnim domjenkom u starom selu i vodenicama ugostio «Vodovod» - Šibenik. Nakon obilaska kanjona Čikole, prekrasnog samostana na otočiću usred kraške ljepotice Krke - Visovcu završili smo u gostionici u Bilicama.

III. Znanstveno-stručni skup «Voda i javna vodoopskrba» održan je od 7. – 10. listopada 1999. Hotel Ilirija, Biograd u Zadarskoj županiji.

Da bi ovaj skup bio organiziran bili smo «prisiljeni» ofarbati sportsku dvoranu i na prozore postaviti plahte. Ipak svi smo bili zadovoljni.

Središnja tema skupa bila je - ***Voda i zdravlje.*** Cilj ovog znanstveno-stručnog skupa bilo je prikazati, ***kako i na koji način uvjeti vodoopskrbe pučanstva, kemijski i mikrobiološki sastav vode za piće utječe na zdravlje ljudi.*** Saznanja i iskustva ukazuju na sve veće onečišćenje površinskih i podzemnih voda nizom različitih onečišćivala, koji su posljedica novih tehnoloških postupaka i procesa u industriji, kao i primjene raznih kemijskih supstanci u poljoprivredi. Sve to daje nove oblike onečišćenja, i isto tako i najrazličitije utjecaje i posljedice na zdravlje ljudi. Na skupu je bilo 15 izlaganja i to:

vodoopskrba	javno zdravstvo	kemizam	dezinfekcija	mikrobiologija	tehnologija	ukupno
4	4	3	-	3	1	15

Stručni izlet napravili smo u NP Kornate s turističkim brodom obitelji Šangulin. Na brodu je priređena nezaboravna večera uz ribu s roštilja - pagari i pici - dar firme «Cenmar» iz Zadra i pjesme klape «Srdelice».

IV. Znanstveno-stručni skup «Voda i javna vodoopskrba» bio je od 4. – 7. listopada 2000. u hotelu Punta u Velom Lošinj u Primorsko - goranskoj županiji.

Na prvoj obavijesti bilo je napisano da će skup biti u hotelu «Belevue» u Malom Lošinj, ali nakon neispunjavanja nekih naših zahtjeva od strane uprave, premjestili smo se u Veli Lošinj u hotel «Punta». Naime, ovdje nam je pružena iskrena dobrodošlica kroz riječi direktora hotela «ako treba za vas ćemo i zidove rušiti». Predavanja su bila priređena u improviziranoj sportskoj dvorani čiji je krov prokišnjavao, ali to je ispalo više nego simpatično, jer smo na mjestu curenja vode postavili tegle s cvijećem i to smo prikazali kao «on line» zalijevanje kap na kap.

Središnja tema skupa – ***Zdravstveno rizične tvari u vodi za piće***

Cilj skupa bilo je ukazati ***na koji način rizične tvari, mikroorganizmi i njihovi toksini, dolaze ili nastaju u vodi za piće, odnosno da li se nalaze u prirodnom sastavu vode ili su posljedica onečišćenja iz okoliša ili su pak nusprodukti u tehnološkim postupcima prerade vode za piće.*** Kako ih dokazati i kako ih ukloniti iz vode za piće bila je jedna od zastupljenijih tema skupa.

Zakonska regulativa vezana za ovu temu, kao što je sprječavanje primarnog onečišćenja izvorišta vode za piće (zaštitne zone, zabrana prijevoza, zabrana korištenja visokotoksičnih i teško razgradivih spojeva itd.), propisane MDK vrijednosti na temelju znanstvenih istraživanja, pravilan odabir analiza, analitičkih postupaka i nadzora od strane države znatno će smanjiti rizik i posljedice na zdravlje ljudi.

vodoopskrba	javno zdravstvo	kemizam	dezinfekcija	mikrobiologija	tehnologija	ukupno
1	7	3	1	3	1	16

Stručni izlet bio je na crpilištu uz kraški fenomen - jezero Vranu (gdje su se neki prevažali i u kamionima), posjetili smo naselje iz bajke Lubenice, ručali gulaš s palentom u pitoresknom Valunu i završili uz večeru i kišu na terasi hotela Punta.

V. Znanstveno-stručni skup «Voda i javna vodoopskrba», bio je od 3. – 6. listopada 2001. u hotelu Alga, u Tučepima u Splitsko - dalmatinskoj županiji. Ovdje nas je hotel prvi put prevario, jer je sobe dva puta prodao i nije bilo dovoljno soba za sve sudionike. Uprava je to riješila tako što je određen broj sudionika smjestila u hotele u Podgori, ali iako su napravili sve što je bilo tada moguće, ipak to nije bilo to.

Stručni skup nije imao strogo zadanu temu, pa se autorima ostavio slobodan izbor tema iz problematike vode i javne vodoopskrbe.

vodoopskrba	javno zdravstvo	kemizam	dezinfekcija	mikrobiologija	tehnologija	ukupno
6	4	2	3	1	-	16

Stručni izlet bio je organiziran od strane Vodovoda iz Makarske u koji je bilo uključen obilazak svetišta Majke Božije u Vepricu, posjet vodopadu Gubavica na Cetini, jezeru Buško blato u Hercegovini, posjet Crvenom i Modrom jezeru u Imotskom, a završili smo kod Zdilara u Imotskom na tipičnoj janjećoj večeri Dalmatinske Zagore.

VI. Znanstveno-stručni skup «Voda i javna vodoopskrba» bio je od 16. – 10. 2002. u hotelu Astarea u Mlinima u Dubrovačko - neretvanskoj županiji.

Hotel je bio primjeren našim zahtjevima s dobrom dvoranom. Ipak, ovaj skup pamtim po nama neshvatljivom ponašanju osoblja hotela koji, iako su imali klimatizaciju nisu je htjeli uključiti «zbog visokih troškova uključivanja».

Središnja tema skupa bila je – ***Tehnologija i analitika voda u funkciji njene zdravstvene ispravnosti.*** Globalno onečišćenje okoliša najrazličitijim tvarima i novim spojevima nezaobilazno ima utjecaj na sve vode, bile one slatke ili slane, podzemne ili površinske.

Cilj ovog znanstveno-stručnog skupa bilo je ***dati mali doprinos spoznaji na koji način ocijeniti «zdravstveno stanje voda» namijenjenih općenito ljudskoj uporabi.*** Novi oblici i supstance onečišćenja voda iziskuju i nove visoko sofisticirane aparate i postupke za njihovu identifikaciju. To je bitan preduvjet za izbor tehnoloških postupaka koji moraju dati odgovor kako i na koji način pojedine štetne tvari ili spojeve ukloniti iz vode, kako bi ona bila bezopasna za ljudsku uporabu.

vodoopskrba	javno zdravstvo	kemizam	dezinfekcija	mikrobiologija	tehnologija	ukupno
6	2	3	-	1	4	16

Stručni obilazak u organizaciji dubrovačkog vodovoda uključivao je posjet Konavlima, obilazak glavnog crpilišta dubrovačkog vodovoda na rijeci Ombli i razgledavanje Grada s time da je glavni zadatak bio na upoznavanju vodoopskrbe Dubrovnika kroz vjekove.

VII. Znanstveno-stručni skup «Voda i javna vodoopskrba» bio je od 1. – 4. listopada 2003. u hotelu Mirna u Istarskim Toplicama u Istarskoj županiji.

Sam skup bio je organiziran u sumpornim toplicama uz miris sumporovodika i muziku kreketu žaba, ali uz primjernu organizaciju u pamćenju ostaje izvrsna glazba lokalnog benda. Dvorana je bila improvizirana, ali sve je funkcioniralo bez greške.

Središnja tema skupa bila je - ***Slatke vode Hrvatske***

Tu godinu svijet je obilježavao kao godinu slatkih voda. Sukladno tome ovaj skup bio je posvećen slatkim vodama Hrvatske. Saznanje o raspoloživim količinama i kakvoći slatkih voda bitan je preduvjet održivog razvoja svake države pojedinačno ili skupno, odnosno ta saznanja su u interesu globalnog razvitka i budućnosti cjelokupnog čovječanstva. Voda ne poznaje granice niti vlasnika. Briga o vodi mora biti usađena u misao svakog pojedinca jer to je jedini način i garancija očuvanja njenih količina i kvalitete. Poznato je i stalno se govori «bez vode nema života», ali isto tako možemo se zapitati «kakva je to voda bez života u njoj».

vodoopskrba	javno zdravstvo	kemizam	dezinfekcija	mikrobiologija	tehnologija	ukupno
6	5	1	-	3	-	14

Stručni izlet bio je organiziran na umjetno jezero Butonigu gdje su nas djelatnici Vodovoda Butoniga proveli kroz moderno postrojenje. Nakon toga obišli smo Buzetsku pivovaru s posebnim naglaskom na Punionicu stolne vode Vistra i Aqua viva gdje smo bili počašćeni ručkom. Nakon toga otišli smo u obiteljsku kušaonicu gdje je svatko izabrao nešto za uspomenu. Završili smo veselom večerom u konobi kraj Buzeta uz prigodne istarske delicije.

VIII. Znanstveno-stručni skup Voda i javna vodoopskrba bio je od 4. – 7. listopada 2004. godine u hotelu Terme Tuhelj u Tuheljskim Toplicama u Krapinsko - zagorskoj županiji.

Ovaj skup održan je prvi put u kopnenom dijelu Hrvatske. Dvorana za predavanje, u staroj kuriji Mihanovića, bila je do sada najljepša od svih.

Središnja tema stručnog skupa bila je – ***Mineralne, izvorske i termalne vode Hrvatske***

Hrvatska je zemlja s iznad prosječnom količinom vode po glavi stanovnika. Od ukupne raspoložive količine vode oko 12% čine podzemne vode zadovoljavajuće kakvoće, «zahvaljujući» ograničenom razvitku, slaboj naseljenosti i djelomično racionalnom upravljanju vodnim resursima. Posebno bogatstvo čine mineralne, termalne i izvorske vode. Iskorištavanje tog prirodnog bogatstva je malo. To se posebno odnosi na termalne vode, čiji se zdravstveni, energetski i gospodarski potencijali koriste u zanemarivom postotku, a raspoložive količine su velike i dobro raspoređene. Postoje svi preduvjeti i potrebno je učiniti sve, da voda na bilo koji način postane strateški izvozni proizvod Hrvatske.

vodoopskrba	javno zdravstvo	kemizam	dezinfekcija	mikrobiologija	tehnologija	ukupno
7	6	3	-	1	-	17

Stručni obilazak bio je organiziran pod vodstvom Zagorskog vodovoda iz Zaboka. Uključio je obilazak vodocrpilišta u Belečkoj Selnici, posjet jednoj od najljepših

baroknih crkvi u Belec, posjet najvećem Marijanskom svetištu u Mariji Bistrici uz stručno vodstvo, a završio je uz zagorsku večeru u Zabokima u Zaboku.

IX. Znanstveno-stručni skup Voda i javna vodoopskrba bio je od 3. – 6. listopada 2005., godine u hotel Osijek, u Osijeku u Osječko - baranjskoj županiji. Ovdje smo prvi put prekršili jednu od početnih Deset zapovjedi i to da smo organizirali skup u velikom gradu i velebnom hotelu. I to nam se osvetilo. Iako su se djelatnici trudili da nam ugone, ipak mi smo bili samo jedni od gostiju. Možda smo postali razmaženi ali npr. «Svečana večera» je bila sve samo ne svečana po katastrofalnom jelovniku neprimjerenom širokoj slavonskoj kuhinji.

Središnja tema stručnog skupa bila je – **Voda za budućnost**

Dvadesetprvo stoljeće, stoljeće je vode. Voda je strateška sirovina 21. stoljeća. Na zemlji je ima dovoljno, samo je pitanje njene raspodjele na zemlji. Kvalitetna slatka voda smatra se najvažnijim prirodnim resursom današnjice. Njezine su količine ograničene, potrebe za njom rastu, a za razliku od nafte, ona se nema čime nadomjestiti. Procjenjuje se da će u ovom stoljeću pitanje zaliha raspoložive slatke vode postati glavno ekološko, sigurnosno i gospodarsko pitanje. Voda je uistinu glavni strateški resurs. O njoj danas ovisi opći razvitak, a u budućnosti će ta njezina važnost još više dolaziti do izražaja. Hrvatska je tu u jako dobroj poziciji jer je stjecajem okolnosti na takvom zemljopisnom položaju koji ima značajne rezerve slatke vode. Po količini slatke vode po stanovniku nalazimo se na petom mjestu u Europi. Kada je u pitanju kvaliteta te vode događa se paradoks, zbog opće gospodarske nerazvijenosti, slabe industrijalizacije i mineralne upotrebe agrotehničkih mjera, imamo vrlo kvalitetnu vodu. Koliko i kavu vodu ćemo imati i osigurati za budućnost ovisi isključivo o nama samima.

vodoopskrba	javno zdravstvo	kemizam	dezinfekcija	mikrobiologija	tehnologija	ukupno
10	6	3	-	1	2	22

Stručni izlet bio je izvrstan. Uz stručno vodstvo osječkog Vodovoda obišeno je vodocrpilište Vinogradi, odlično se zamezilo na vodocrpilištu Pampas. Nakon toga obišli smo čudesan Park prirode «Kopački rit» i završili na fišu i šaranu s rašlji u gostionici Citadela u Vardarcu. Taj dan uvjerali smo se da široka slavonska duša još živi.

X. Znanstveno-stručni skup Voda i javna vodoopskrba održava se od 3. – 6. listopada 2006. godine u hotelu Alan u Starigradu - Paklenica u Zadarskoj županiji.

Na ovo smo se odlučili da ispunimo zadano obećanje da ćemo upoznati ljepšu stranu najveće hrvatske planine Velebita i to kroz stručni obilazak NP Paklenica.

Središnja tema ovog jubilarnog skupa je - **Javne vodoopskrbe u RH – prošlost , sadašnjost i budućnost.** Stanje i problemi vodoopskrbe stanovništva i šire ekološke zaštite vodnih resursa vrlo su značajni i od posebnog su interesa za društvo u cjelini. Cilj opskrbe pučanstva zdravstveno ispravnom vodom za piće motiviran je prvenstveno zdravstvenim i ekonomskim potrebama u cijeloj

Hrvatskoj. Opće je poznato da način vodoopskrbe ima direktni utjecaj na zdravlje ljudi. Organizirana vodoopskrba na našim prostorima seže u daleku prošlost i na tim temeljima počiva naša sadašnja a i buduća vodoopskrba. Strategija i principi razvoja javne vodoopskrbe ima za cilj postizanje skladnijeg i uravnoteženog razvoja svih područja i županija u Republici Hrvatskoj.

Na ovom skupu biti će predstavljeno:

vodoopskrba	javno zdravstvo	Kemizam	dezinfekcija	mikrobiologija	tehnologija	ukupno
11	3	1	1	-	1	17

U stručnom obilasku uz posjet NP Paklenici predviđen je obilazak kraških ljepotica Zrmanje i Krupe i završetak negdje pod Velebitom na «ni ručku ni večeri».

UMJESTO ZAKLJUČKA

Na svim skupovima «Voda i javna vodoopskrba» bilo je u proteklom desetogodišnjem razdoblju preko 1 000 sudionika (neki i svih deset puta). Ovaj impozantan broj govori o uvijek aktualnoj temi, koja će, bojimo se, sasvim sigurno postati još aktualnija ukoliko se budemo maćehinski odnosili prema vodi.

U ovom desetogodišnjem razdoblju kroz deset tema ukupno je izloženo:

vodoopskrba	javno zdravstvo	kemizam	dezinfekcija	mikrobiologija	tehnologija	ukupno
<u>74</u>	<u>48</u>	<u>21</u>	<u>8</u>	<u>16</u>	<u>10</u>	<u>176</u>

Želja nam je vjerovati da smo doprinijeli da je iz ova 176 izlaganja svatko nešto naučio, saznao, informirao se, da je sklopljeno puno poznanstava i prijateljstva. Također se nadamo, da smo nam pomogli upoznati zemlju u kojoj imamo sreću živjeti, trudili smo se da uđemo u one kutke ove zemlje koji su nam bili i samima otkriće, da upoznamo s kolikim bogatstvom vode ova zemlja raspolaže, a malo tko o tome nešto više zna.

Želja nam je prigodno obilježiti ovaj deseti susret. Zahvaliti treba svima Treba zahvaliti svoj petorici Ministara zdravstva, koji su bili pokrovitelji ovog skupa. Svakako treba zahvaliti Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo, svim županijskim zavodima za javno zdravstvo, svim vodoopskrbnim tvrtkama koje su sudjelovale u realizaciji ovih skupova, predstavnicima sanitarne inspekcije Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi, svim tvrtkama koje su nas podupirale, ali u prvom redu treba zahvaliti Vama, drage kolege i prijatelji, koji ste nas podupirali cijelo vrijeme svojim radovima, svojim raspravama ili naprosto svojom prisutnošću. Još jednom iskreno HVALA.



KORIŠTENJE VODA I VODNA POLITIKA EU

Dragutin Gereš*, Željko Dadić, Edo Lovrić**, Slavko Šobot**,
Magdalena Ujević****

"Voda je opće nasljedno dobro, čiju vrijednost moraju svi poznavati. Zadatak je svakog da s njom gospodari i da je brižljivo koristi."

Točka X Evropske povelje o vodi

SAŽETAK

Voda je osnovni element i pokretač razvoja. Potrošnja vode utrostručila se u posljednjih 50 godina i povećava se brže od rasta populacije. EU je Okvirnom direktivom o vodama odredila dugoročnu vodnu politiku. Direktiva uvodi principe i standarde u politiku održivog korištenja voda. Vodu treba iskoristiti učinkovito, te bez negativnih posljedica na zaštitu okoliša.

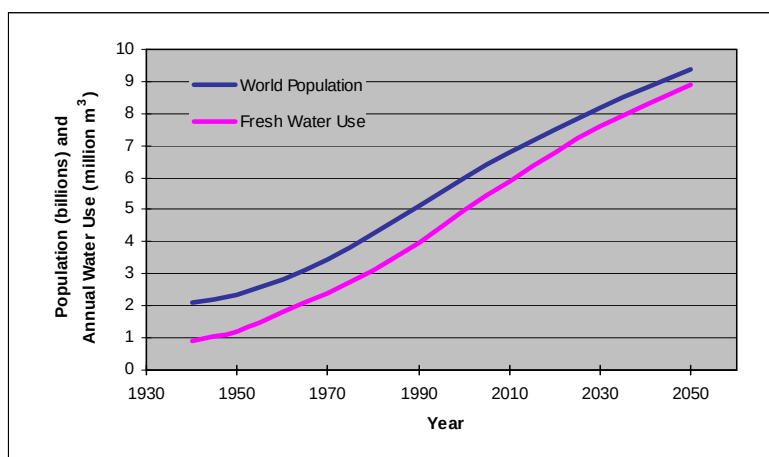
UVOD

Izvanredne osobine vode iz prirode, njezina obnova tijekom hidrološkog ciklusa i mogućnost samopročišćavanja, omogućuju očuvanje relativno čiste i zadovoljavajuće slatke vode za dulje vrijeme. To je u temeljima iluzije o neiscrpnosti vodnih resursa, koji su smatrani darom prirodnog okoliša. U takvim uvjetima, povijesno i tradicijski, nastao je nemaran odnos prema korištenju vodnih resursa, nastao je koncept minimalnih ulaganja za pročišćavanje otpadnih voda i uopće za zaštitu voda. Stanje se drastično promijenilo proteklih decenija. U mnogim dijelovima svijeta očituju se nepovoljni i dugoročni rezultati ljudskih aktivnosti. To ima utjecaja na direktnu uporabu vodnih resursa, kao i na promjene u slivnim područjima vodotoka. U posljednjih 25-30 godina u cijelom se svijetu događaju intenzivne antropogene promjene u hidrološkom ciklusu površinskih voda, kakvoći voda, uopće u vodnim resursima i bilanci voda. Količine vodnih resursa, njihova dinamika u vremenu i teritorijalna raspodjela danas su određeni ne samo s prirodnim kolebanjima klime, kao što je to bilo ranije, nego su određeni i s čovjekovim ekonomskim aktivnostima.

Svjetsko stanovništvo se brzo povećava. U 1995. godini bilo je 5,7 milijardi, u listopadu 1999. godine Zemlja je dobila šestmilijarditog stanovnika, a očekuje se do 8,3 milijarde ljudi 2025. godine. Voda je nužno potrebna za održavanje života i za razvoj (slika 1.).

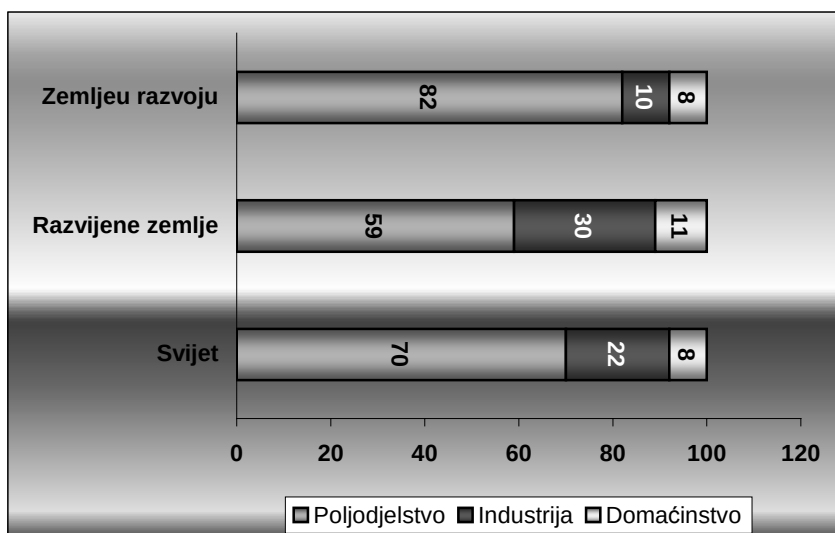
* Hrvatske vode, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220 i Građevinski fakultet Sveučilišta u Osijeku

** Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Rockefellerova 7, Zagreb



Slika 1: Rast svjetske populacije i potrošnja vode od 1930 – 2050 godine

Struktura korištenja slatke vode po temeljnim granama potrošnje prikazana je na slici .



Slika 2: Raspodjela slatke vode po temeljnim granama potrošnje

Vidljivo je da postoje bitne razlike u korištenju slatke vode s obzirom na razvijenost pojedine zemlje. Razvijene zemlje koriste veću količinu slatke vode za domaćinstva i naročito za potrebe industrije. Za ovu uporabu standardi su stroži a time i veća cijena vode.

ODRŽIVO UPRAVLJANJE VODAMA

Primjena upravljanja vodnim resursima na principima održivog razvoja zahtijeva odgovarajuće uvjete. Znači da se moraju stvoriti politički, zakonski, organizacijski i financijski uvjeti s jedne strane i osigurati podrška stanovništva za provođenje usvojene politike s druge strane. U upravljanju vodama mora se prihvatiti potreba zaštite cjelovitosti vodnih ekosustava, te sprječavati njihovo

degradiranje na razini slivnog područja. Zaštita vode trebala bi uključivati i preventivni pristup s ciljem sprječavanja i smanjivanja onečišćenja. Države moraju utvrditi i zaštititi vodna bogatstva i osigurati korištenje vode na održiv način. Potrebni su učinkoviti programi sprječavanja i nadziranja onečišćenja. Potrebna je procjena utjecaja na okoliš za veće razvojne programe koji se tiču izvorišta vode, a za koje se pretpostavlja da bi mogli narušiti kakvoću vode i vodne ekosustave.

Održivo upravljanje vodama je nužnost u uvjetima porasta stanovništva i povećanih pritisaka na vodne resurse. Takvo upravljanje uravnotežuje raspoložive količine vode s potrebama za vodom različitih korisnika vode.

KORIŠTENJE VODA U HRVATSKOJ

1. Socio-ekonomski i geografski kontekst

Hrvatska se rasprostire na 56,54 tisuća km² površine kopna i ima 4,437 milijuna stanovnika. U urbanim cjelinama živi 54 % stanovništva, a u ruralnim područjima 46%. Područje Hrvatske sastoji se od dvije različite geografske regije:

1. kontinentalne regije, koja se poklapa sa Crnomorskim slivnim područjem (ukupno 35,13 tisuća km² ili oko 62% ukupne površine),
2. mediteranske regije, koja obuhvaća obalno područje Jadranskog mora (ukupno 21,41 tisuća km² ili oko 38% površine).

Klima u Hrvatskoj varira od umjerenih zima i suhih ljeta u mediteranskoj regiji, s oborinama između 500 i 1500 mm; do hladnih zima i više oborina u sjevernim i istočnim dijelovima Hrvatske. Prosječne oborine iznose 1 162 mm.

2. Vodni resursi površinskih i podzemnih voda

Hrvatska se može smatrati vodom bogatom zemljom. Ukupni obnovljivi resursi iznose $111,66 \times 10^9$ m³/godišnje ili 25163 m³/godišnje po stanovniku. Glavni vodni resurs je površinska voda koja se nalazi u 20 rijeka; 26 prirodnih i umjetnih jezera; i Jadranskom moru. Dužina glavnih vodotokova iznosi ukupno 6 829 km. Najveće rijeke pripadaju slivu Crnog mora, a najkraće slivu Jadranskog mora. Postoji značajne sezonske i godišnje varijacije protoka rijeka. Višegodišnje varijacije godišnjeg protoka su jako velike. U sušnim godinama, godišnji protok je manji od četvrtine (21%) prosječnog godišnjeg toka. Obzirom na geomorfologiju i klimu, Hrvatska trpi štete od poplava. Ukupna površina prirodnih i umjetnih jezera pojedinačne površine preko 0,2 km² iznosi 81 km².

Hrvatski dio Jadranske oble je dug 5 835 km, od čega na preko 1 000 otoka otpada 4 058 km. Obalno more Hrvatske obuhvaća 31,071 km². Zbog planinskih vijenaca u slivnom području istočna obala je jako ograničena, tako da samo male količine slatke vode iz Hrvatske (20% hrvatskih rijeka po količini vode) se drenira u Jadransko more.

Vodni resursi podzemnih voda predstavljaju oko 20% ukupnih obnovljivih resursa. U slivu Save i Drave, podzemne vode se mogu naći u vodonosnim

slojevima u aluvijalnim formacijama. Krške formacije dominiraju u dalmatinskim, primorskim i istarskim slivovima. Usprkos bogatstvu vode, postoje problemi u smislu njene količine na lokacijama kao što su jadranski otoci, koji imaju slabe vodne resurse. Na njima se kontinuirano pojavljuje nestašica vode u toku ljeta.

3. Opskrbljenost vodom iz javnih vodoopskrbnih sustava

Vodovodi su sustavi za opskrbu naselja, gradova i gospodarstva vodom i tu pripadaju strogo kontrolirani izvori pitke vode, sabirnici i ostala postrojenja za doradu i obradu pitke vode, kao i vodovodna mreža. Ne prikupljaju se podaci o privatnim (kućnim) vodovodima, kao ni o specijalnim vodovodima nekih subjekata. Prostorni razmještaj stanovništva je izrazito neravnomjeran. Po upravno-teritorijalnom ustroju Hrvatska ima 21 županiju, 124 grada, 426 općina i 6.742 naselja. U Hrvatskoj je 2004. godine bilo ukupno 1.897 naselja i gradova priključenih u sustav javne vodoopskrbe.

Prosječna opskrbljenost stanovništva Hrvatske vodom iz javnih vodoopskrbnih sustava iznosila je 76% u 2002. godini, što znači da je na javnu vodoopskrbu priključeno oko 3,35 milijuna stanovnika Hrvatske, tablica 1. Predviđa se povećanje do 2009. godine na 88 %, odnosno na 94% u godini 2015., što znači prosječno povećanje od 1,4 % godišnje. Opskrbljenost stanovništva veća je na jadranskom slivu (86%) u odnosu na crnomorski sliv (71%). Stupanj prosječne opskrbljenosti vodom približava se europskoj razini i znatno je povećan u odnosu na 1990. godinu kada je iznosio 63%. (Tablica 1.).

Tablica 1: Pregled vodoopskrbe Hrvatske po elementima

Naziv	Godina				
	1994.	1996.	1998.	2000.	2003.
Stanovništvo [u tisućama]	4784,3	4784,3	4784,3	4784,3	4437,5
Opskrbljeno stanovništvo [u tisućama]	-	3274,2	-	-	3353,2
Opskrbljenost stanovništva [%]	65	68	70	73	76
Duljina glavnih i razvodnih dovoda [km]	27281	30612	31908	32127	32127
Kapacitet izvorišta vode, ukupno [l s ⁻¹]	-	-	-	-	29367
- od toga: površinska voda [l s ⁻¹]	-	-	-	-	3103
- od toga: podzemna voda [l s ⁻¹]	-	-	-	-	26264
Zahvaćena količina voda [mil. m ³ god ⁻¹]	476,1	525,4	527,9	512,3	531,8

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku – Statistički ljetopis 2004. god.

Stupanj opskrbljenosti stanovništva po županijama znatno se razlikuje i kreće se od najmanje vrijednosti u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji od 31%, do najveće u Istarskoj županiji od 95% i gradu Zagrebu od 96%. Još su veće varijacije stupnja opskrbljenosti stanovništva vodom iz javnih vodoopskrbnih sustava po pojedinim općinama i gradovima u odnosu na prosjeke županija.

Vodoopskrba jadranskih otoka rješava se dovođenjem vode s kopna (Brač, Hvar, Šolta, Korčula), a u manjem opsegu opskrbom iz vlastitih izvora (Cres, Lošinj, Vis), skupljanjem kišnice u cisterne (individualna opskrba), putem vodonosaca (za vrlo male otoke), preradom bočate vode putem desalinacije (Lastovo, Mljet i južni dio Dugog otoka), odnosno kombinacijom različitih izvora (Krk, Pag, Korčula).

4. Potrošnja vode u domaćinstvima i industriji

U 2000. godini potrošnja vode bila je 374,26 milijuna m³/god. Od navedene količine za sustave javne vodoopskrbe koristilo se 287,40 milijuna m³/god., dok je preostali iznos od 86,87 milijuna m³/g. samostalno koristila industrija. Za zahvaćanje vode za potrebe javne vodoopskrbe u Hrvatskoj je izdano 128 koncesija, a za tehnološke potrebe 319 koncesija (svibanj 2002). Specifična potrošnja u domaćinstvima ovisi o veličini naselja i razvijenosti područja. Kreće se na području grada Zagreba od 159 l /stan/dan do najmanje veličine na vodnom području sliva rijeke Save od 116 l /stan/dan (2001). Prosječna specifična potrošnja po stanovniku u Hrvatskoj, bez uračunatih gubitaka, iznosi 144 l /stan /dan i na razini je potrošnje u zemljama Europske Unije.

Ukupne količine zahvaćene vode za javnu vodoopskrbu su 46 % veće od isporučenih (fakturiranih) količina u 2001. godini, jer se veliki dio vode gubi iz vodoopskrbnih sustava ili predstavlja tzv. neevidentiranu potrošnju. Stalni trend povećanja gubitaka može se tumačiti kao posljedica starosti sustava, lošeg tekućeg i investicijskog održavanja, te neevidentirane potrošnje vode. Loše postojeće stanje ugrožava održivost nekih javnih vodoopskrbnih sustava. Sanacijom velikih gubitaka vode djelomično bi se smanjila potreba za novim zahvaćenim količinama vode u sustavima javne vodoopskrbe.

5. Voda za prodaju na tržištu

Prema raspoloživim podacima u Hrvatskoj je do 2001. godine izdano 5 koncesijskih dozvola za zahvaćanje pitke vode radi prodaje na tržištu, ukupnog kapaciteta 233.900 m³/god (7,41 l/s). Do 31. 12. 2004. godine izdano je još 19 koncesijskih ugovora tako da je do tada maksimalna dozvoljena količina zahvaćanja vode za prodaju u ambalaži 877.270 m³ (27,8 l/s). Ova maksimalna dozvoljena količina zahvaćanja vode za prodaju u ambalaži iznosi tek oko 0.09% od maksimalnih korištenih kapaciteta u svrhu javne vodoopskrbe.

6. Voda za hlađenje

Godišnja količina zahvaćenih voda iz vodotoka za potrebe hlađenja u Hrvatskoj iznosi oko 205 milijuna m³ vode. Morska voda se koristi za hlađenje postrojenja u godišnjoj količini oko 650 milijuna m³ morske vode. Danas nema posebnih ograničenja za količine vode za hlađenje.

7. Navodnjavanje

U Hrvatskoj se navodnjava oko 7000 ha, što je manje od 1% ukupnog poljoprivrednog zemljišta, pogodnog za navodnjavanje. Navodnjavanju je

posvećena značajna pažnja u planovima ekonomskog razvoja kao dio sustava integralnog upravljanja vodama. Učestale suše posljednjih godina dovele su u pitanje održivost konvencionalnog ratarstva u Hrvatskoj. Procjenjuje se da se za navodnjavanje godišnje troši do 20 milijuna m³ vode.

8. Hidroenergija

Teoretski bruto hidroenergetski potencijal Hrvatske je procijenjen na 20 000 GWh godišnje, tehnički izvodljiv potencijal na 12 000 GWh godišnje i ekonomski potencijal na 10 500 GWh godišnje. Za sada je razvijeno oko 51% tehnički izvodljivog potencijala. Postoje planovi za proširivanje sadašnjeg hidroenergetskog kapaciteta. Hidroenergija prosječno daje oko 54% proizvodnje električne energije u zemlji. Izgrađena su umjetna jezera kao akumulacije za hidroelektrane, za vodoopskrbu, zaštitu od poplava i druge namjene. Umjetna jezera imaju ukupnu površinu od 68 km² i ukupni volumen od 954,70 milijuna m³ vode.

9. Ribnjaci

Ribnjaci imaju značajne površine vode u Hrvatskoj. Ukupne površine ribnjaka u 2003. godini iznosile su oko 9 700 ha a proizvodne oko 6 300 ha. Ukupna godišnja potrošnja vode iznosi oko 308 milijuna m³ vode.

10. Mineralne i geotermalne vode

Po današnjim spoznajama, u Hrvatskoj ima 7 mineralnih i 26 termalnih voda. 12 lokaliteta pripada hipotermama, 3 lokaliteta homeotermama i 6 hipertermama. 2 lokaliteta ima vodu između hipo i homeotermalne granice, dok 3 vode se nalaze između homeo i hipertermalne vode.

Mineralne i geotermalne vode, koje se u Hrvatskoj koriste u medicinske i rekreativne svrhe i za piće, predstavljaju nedovoljno iskorišten resurs. Danas radi s više ili manje uspjeha 11 termalnih toplica. Za potrebe korištenja geotermalnih i mineralnih voda izdano je ukupno 17 koncesija u 2004. godini za maksimalnu godišnju potrošnju od 8,36 milijuna prostornih metara vode.

KAKVOĆA VODA

Na podzemnu vodu u Hrvatskoj, od ukupne količine slatke vode, otpada samo oko 12%. Danas je podzemna voda u Hrvatskoj znatno bolje kakvoće od podzemnih voda u visoko razvijenim zemljama. Zadovoljavajuća kakvoća podzemne vode rezultat je u prvom redu u ograničenom razvitku naše zemlje, a samo djelomično u racionalnom upravljanju vodnim resursima.

Ako govorimo o kakvoći moramo prije svega istaći da je ona usko vezana uz geološku građu vodonosnika. U Hrvatskoj imamo dva osnovna tipa vodonosnika.

Panonski bazen: na sjeveru zemlje pretežu se vodonosnici međuzrnaste poroznosti, dominantni su kompleksni aluvijalni vodonosnici u prostranim

ravnicama rijeka Save i Drave. Nekoliko je općih obilježja tih krajeva. U prvom redu to je poljoprivredno najproduktivnije područje Hrvatske, ondje se nalaze brojni industrijski pogoni, ležišta nafte i plina, ali i veliki gradovi, najveći potrošači podzemne vode. Sve to upućuje na potrebu integralnog upravljanja vodnim resursima, a posebno zalihama vode za piće, jer je u pitanju područje najvećeg opterećenja prostora. Podzemnih voda ima u cijelom području sjeverne Hrvatske, ali su velike razlike u filtracijskim obilježjima, geološkim slojevima, te u prirodnoj kakvoći i u uvjetima zaštite podzemnih voda.

Osnovni problemi u očuvanju kakvoće podzemnih voda sjeverne Hrvatske je u onečišćenju glavnih vodotokova (rijeka Save i Drave s pritocima) od strane urbanizacije i zaštite poljoprivrednih površina. Također jedan od velikih problema je i erozivno snižavanje korita rijeka, jer to snižavanje izravno utječe na snižavanje razine podzemnih voda u okolnim vodonosnicima.

Krško područje (Hrvatska južno od Karlovca) prevladavaju vodonosnici sekundarne pukotinske poroznosti.

Područje krša je specifikum hrvatske hidrogeologije. Ovo je područje razvodnice između crnomorskog i jadranskog sliva. Važno je napomenuti da je to pretežno planinsko područje, praktički netaknute prirode, i da su podzemne vode krša vode visoke kakvoće i to posebno u usporedbi s evropskim zemljama. To se, u prvom redu, može zahvaliti slabijem razvitku tih područja. Brižljivom zaštitom voda u budućnosti se može očuvati današnja kakvoća voda.

Kakvoća naših krških podzemnih voda je jako dobra u usporedbi s ostalim mediteranskim zemljama. Posebno se to odnosi na planinska područja Dinarida, područje dreniranja glavnih jadranskih rijeka. Najbolje su kakvoće početna izvorišta rijeka ili izvori visokih krških polja, a kakvoća vode malo se smanjuje u nizvodnim dijelovima krških slivova. Osnovni su problemi povremena mikrobiološka onečišćenost, kao i povremeno zamućenje izvorskih vode u nailaženju visokih vodnih valova.

Kod **površinskih** voda, smanjenje industrijskih aktivnosti i drastičan pad korištenja gnojiva i pesticida u poljoprivredu značajno su smanjili onečišćenje voda. Vode nizvodno od Zagreba su bakteriološki onečišćene. Voda Drave i Mure je loše kvalitete prije ulaska u Hrvatsku. Voda Dunava je relativno dobre kvalitete. U istarskim i dalmatinskim slivovima, rijeke su uglavnom u uzvodnim dijelovima izuzetno čiste, ali se značajno pogoršavaju u donjem toku zbog ispuštanja nepročišćene otpadne vode.

Hrvatska ima sistematski program monitoringa kakvoće površinskih voda (rijeke, jezera i akumulacije) i dok se monitoring podzemnih voda različito provodi. Po našem mišljenju za monitoring podzemnih voda potrebno je izdvojiti znatno više sredstava bilo iz državne (Hrvatske vode) bilo iz lokalne (vodovodi) blagajne.

ZAKONODAVSTVO I POLITIKA VODNIH RESURSA

1. Zakonodavstvo i vodnogospodarske institucije u Hrvatskoj

Zakonodavstvo u upravljanju vodama čine Zakon o vodama, Zakon o financiranju vodnog gospodarstva i Zakon o hrani, te oko 30 - ak podzakonskih akata.

Zakon o vodama sadrži institucionalni okvir za aktivnosti upravljanja vodnim resursima, regulira zakonski status vode i vlasništva na vodi; različite načine na koje se upravlja vodom; dodjeljuje nadležnosti različitim razinama vlasti, lokalnoj upravi i pravnim subjektima; te uspostavlja Hrvatske vode kao pravnu osobu za upravljanje vodama. Zakon o vodama sadrži koncept upravljanja vodama na razini slivnog/vodnog područja, pa se područje Hrvatske dijeli u četiri slivna područja, tj. teritorijalne jedinice u vodnogospodarske svrhe. Vodna područja sadrže jedno ili više slivnih područja manjih vodotoka i uključuje površinske i podzemne vode. Kao zasebna jedinica određuje se područje grada Zagreba. Zakonom se reguliraju sastavnice gospodarenja vodama i to: zaštita od štetnog djelovanja voda, korištenje voda i zaštita voda. Zakonom je određeno da vodoopskrba za stanovništvo ima prioritet u odnosu na druge vidove korištenja voda. Zakon o vodama predviđa izradu vodnogospodarskih planova upravljanja vodnih područja. Planovi upravljanja trebaju sadržavati potrebe za investicijama za zadovoljenje vodnogospodarskih ciljeva.

Zakon o financiranju vodnog gospodarstva regulira i dodjeljuje nadležnosti tijela za prikupljanje sredstava za financiranje aktivnosti upravljanja vodama. Zakonom su definirana sredstva za održavanje postojećih sustava i objekata, planiranje i investicije za nove objekte, te sredstva za troškove upravljanja vodama. Pored toga Zakon identificira izvore financiranja. Osnova je zakona princip da korisnik aktivnosti upravljanja vodom treba plaćati prema koristima koje ostvaruje.

Zakon o hrani regulira vodu kao namirnicu. Posebno stvara uvjete za donošenje podzakonskih akata vezano za vodu kao namirnicu. Tu se u prvom redu misli na donošenje Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće i Pravilnika o prirodnoj mineralnoj, izvorskoj i stolnoj vodi koji moraju biti usklađeni s Direktivama EU.

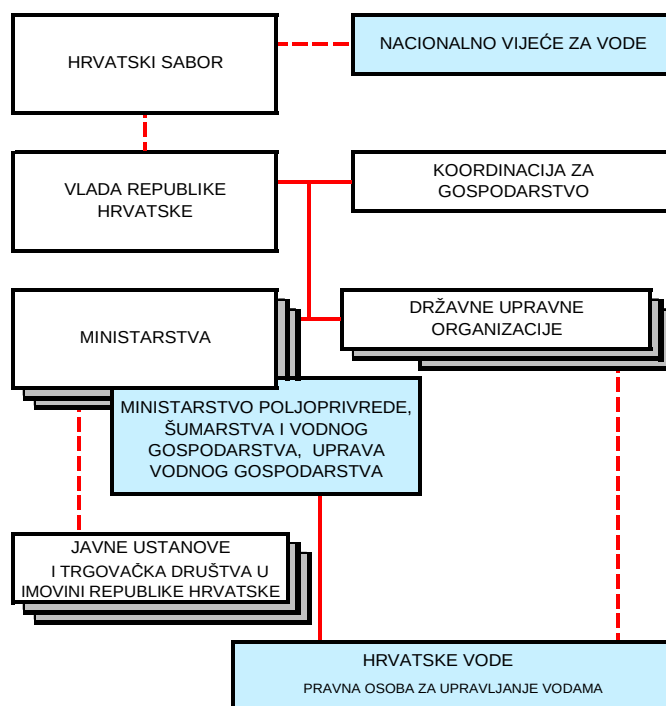
Dvije su vladine institucije direktno odgovorne za integralno upravljanje vodama u Hrvatskoj: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva – Uprava vodnoga gospodarstva i Hrvatske vode. Pored toga postoji i Nacionalno vijeće za vode, imenuje ga Hrvatski sabor, sa zadatkom usklađivanja različitih interesa i razmatranja sustavnih pitanja iz područja upravljanja vodama na najvišoj razini.

Hrvatske vode imaju sveukupnu nadležnost za provođenje aktivnosti koje se odnose na upravljanje nacionalnim i lokalnim vodnim resursima. Djeluju u bliskoj suradnji s lokalnim poduzećima u slivnim područjima i koordiniraju i financiraju provođenje programa. Pružaju javne usluge i obavljaju druge zadatke iz plana upravljanja vodama u skladu sa sredstvima osiguranim za te namjene. Uprava vodnoga gospodarstva MPŠVG nadgleda rad Hrvatskih voda.

Ostala Ministarstva koja također imaju ulogu u upravljanju vodama su:

- Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva -MZOPUG
- Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi - MZSS
- Ministarstvo mora, turizma, prometa i razvitka – MMTPR
- Ministarstvo kulture
- Ministarstvo financija – MF

Na lokalnoj razini, jedinice regionalne i lokalne uprave i samouprave (županije, gradovi i općine) su odgovorni za vodnu problematiku unutar njihova područja.



Slika 3: Upravljanje vodama u državnom ustroju

KAKO EUROPA UPRAVLJA VODAMA

Temelj upravljanja vodama u zemljama Europske unije je Okvirna direktiva o vodama EU . Princip Okvirne direktive je izražen tvrdnjom da *Voda nije komercijalni proizvod kao neki drugi, nego naslijeđe koje treba čuvati, zaštititi i shodno tome postupati.*

Direktiva o vodama Europske unije

Europski parlament i Komisija Europske unije su 23. listopada 2000. godine usvojili Direktivu o vodama. Dokumentom Direktiva o vodama Europska unija odredila je dugoročnu politiku u području voda. Ova Direktiva uvodi principe i standarde u stvaranju i realizaciji politike održivog iskorištavanja i zaštite voda. Zemlje članice Europske unije otišle su najdalje u konkretnim rješenjima i u prethodnom razdoblju međusobno su usklađivale svoje aktivnosti. Direktiva će doprinijeti integraciji i ujednačavanju politike upravljanja vodnim resursima na principima održivog razvoja u Europi. Osnovne principe, sadržane u Direktivi,

primjenjivati će 25 zemalja članica Evropske unije, kao i zemlje kandidati za prijem u Europsku uniju te više zemalja koje su započele proces pridruživanja. I drugi međunarodni dokumenati, kao što je Konvencija o zaštiti i održivom korištenju Dunava (Convention for Protection and Sustainable Use of the Danube, 1994); Konvencija UN o pravu korištenja međunarodnih vodotoka za neplovidbene svrhe, usvojena 1997. god., osiguravaju zakonski okvir za suradnju zemalja u okviru riječnih slivnih područja. Usvajanjem Direktive Europska unija je u potpunosti obnovila svoju politiku u vodnom sektoru. Temelj za izradu Direktive je upravljanje vodnim resursima na razini riječnih slivnih područja i pozitivna iskustva u primjeni zakona Europske unije u području zaštite voda u prethodnih 25 godina. Osnovni je cilj Direktive dovođenje svih prirodnih voda u *dobro stanje*, tj. osiguranje dobrog hidrološkog, kemijskog i ekološkog statusa voda. Ovo ne znači uspostavljanje prvobitnog prirodnog stanja vodnih resursa, već održivo stanje uz korištenje voda koje ne ugrožava okoliš. Cilj je Direktive da uspostavi okvire za zaštitu unutrašnjih površinskih voda, ušća rijeka u mora, morskih obalnih voda i podzemnih voda radi sprječavanja degradacije, zaštite i unapređenja statusa vodenih ekosustava; promoviranja održivog korištenja voda koje se temelji na dugoročnoj politici zaštite raspoloživih vodnih resursa; progresivnog smanjenja zagađenja površinskih i podzemnih voda; smanjenja učinaka poplava i suša itd.

U okviru Direktive predviđen je niz pristupa i konkretnih aktivnosti. Najvažniji su slijedeći:

1. Zemlje članice trebaju zaštititi, unaprijediti i obnoviti sve površinske vode da bi se osiguralo *dobro stanje* voda u toku slijedećih 15 godina. Isto se odnosi i na podzemne vode, s tim što se mora osigurati ravnoteža između zahvaćanja podzemnih voda i njihovog obnavljanja;
2. Zemlje članice EU trebaju utvrditi riječne slivove i označiti ih kao slivna područja. Ova područja, koja obuhvaćaju površinske, podzemne i obalne vode, predstavljaju osnovnu jedinicu za kvantitativnu i kvalitativnu procjenu vodnih resursa i racionalno upravljanje;
3. Uvođenje takve politike cijene vode da se osigura mudro korištenje voda, a time doprinese ispunjenju ciljeva zaštite okoliša. Ova politika će se primjenjivati u vodnogospodarskim područjima prema principima utvrđivanja cijene vodnih usluga. Pri utvrđivanju cijene vode i vodnih usluga svaka država mora voditi računa o društveno-ekonomskim i ekološkim učincima. Tretman vode kao robe odrazit će se na jačanje svijesti i interesa stanovništva, posebno budućih direktnih korisnika, u izboru optimalnih, tehnički i ekonomski najpovoljnijih rješenja održivog korištenja voda;
4. Zemlje članice moraju pripremiti planove upravljanja riječnim slivnim područjima. Ako se radi o međunarodnim riječnim slivovima, države moraju osigurati koordinaciju aktivnosti radi pripreme jedinstvenog plana upravljanja riječnim slivovima;
5. Zemlje članice trebaju poticati aktivno sudjelovanje svih zainteresiranih strana u pripremi, formiranju, prezentaciji i noveliranju planova za upravljanje riječnim slivnim područjima. Planovi moraju proći određenu proceduru, koja podrazumijeva javnu informiranost i dinamički plan realizacije određenih aktivnosti;

6. Da bi se spriječilo onečišćenje vode, a time i ugrožavanje vodenog ekosustava, usvojene su posebne mjere. Svrha im je progresivno smanjenje opasnih tvari u vodi. U okviru ovih mjera treba usvojiti popis opasnih tvari i popis posebno opasnih tvari, koje se moraju prve ukloniti. Pored toga, trebaju se utvrditi granične vrijednosti drugih opasnih tvari u emisiji. Ovo je važno za industriju i druge korisnike voda koji moraju napraviti planove aktivnosti;
7. Provođenje postavljenih ciljeva zahtijeva donošenje novih zakona, regulative i prilagodbu administracije.

Vodna politika EU u korištenju voda i pravna transpozicija u hrvatsko zakonodavstvo

1. Okvirna direktiva o vodama

Direktiva 2000/60/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2000. kojom se uspostavlja okvir za djelovanje Zajednice na području politike voda. Djelomična pravna transpozicija Direktive o vodama obavljena je kroz Zakon o vodama i Zakon o financiranju vodnoga gospodarstva iz prosinca 2005. godine.

2. Voda za piće

Direktiva Vijeća 98/83/EZ od 3. studenoga 1998. o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju.

Direktiva je u djelomično prenesena u važeći Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Kako je prilikom provedbe donesenog Pravilnika uočeno da potpuna provedba neće biti moguća, pokrenute su aktivnosti na donošenju novog Pravilnika koji je u cijelosti prihvatio odredbe Direktive. Prijedlog novog Pravilnika dan je na verifikaciju u EU. Glavni problem kod usklađivanja vidimo u sniženju MDK - vrijednosti za arsen i njene implementacije u vodoopskrbne sustave u dijelu Osječko - baranjske i Vukovarsko - srijemske županije. Ispunjavanje ostalih zadanih MDK-vrijednosti neće predstavljati veću poteškoću budući da su pojedine vrijednosti u europskim propisima blaže nego u dosadašnjim hrvatskim propisima. Zbog toga smo mišljenja da dosadašnje hrvatske norme treba zadržati, budući da ni do sada to nije predstavljalo problem. Sustav za cjelovito provođenje Direktive, odnosno provođenje Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće nije danas u potpunosti uspostavljen, ali u propisanom razdoblju sigurno je da će Pravilnik biti primjenjiv na području cijele Hrvatske. Ovu optimističku tvrdnju temeljimo na velikoj tradiciji i dobrom ustrojstvu javnog zdravstva u Hrvatskoj.

3. Podzemne vode

Direktiva Vijeća 80/68/EEZ od 17. prosinca 1979. o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja uzrokovanih određenim opasnim tvarima.

Potpuno usklađivanje nacionalnog zakonodavstva o vodama nije još uvijek obavljeno. Trenutno neke od odrednica Direktive već sada jesu zastupljene u nacionalnoj legislativi i to u Zakonu o vodama, Državnom planu za zaštitu voda, Uredbi o opasnim tvarima u vodama, Pravilniku o graničnim vrijednostima

pokazatelja opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama, Pravilniku o izdavanju vodopravnih akata, Zakonu o otpadu, Pravilniku o uvjetima za postupanje s otpadom, Uredbi o uvjetima za postupanje s opasnim otpadom i Pravilniku o procjeni utjecaja na okoliš. Pravno su regulirani dijelovi koji se odnose na zabranu ispuštanja i odlaganja opasnih tvari sa Liste I i Liste II. Uspostavljen je sustav davanja vodopravnih dozvola za direktno ispuštanje u podzemlje (iznimno na područjima gdje je to dozvoljeno). Nije preciznije određeno gdje je to dozvoljeno, odnosno definiranje osjetljivih područja tek predstoji, što će se odrediti unutar Planova upravljanja vodnim područjima (RBMP).

4. Nitrati

Direktiva Vijeća 91/676/EEZ od 12. prosinca 1991. o zaštiti voda od onečišćenja koje uzrokuju nitrati poljoprivrednog podrijetla.

Trenutno, neke od odrednica Direktive već sada su zastupljene u nacionalnoj legislativi, i to u Zakonu o vodama, Zakonu o stočarstvu, te Zakonu o gnojivima i poboljšivačima. Sustavno usklađivanje s odrednicama Direktive nije još uvijek obavljeno.

5. Direktiva o opasnim tvarima + direktive kćeri

1. Direktiva Vijeća 76/464/EEZ od 4. svibnja 1976. o onečišćenju uzrokovanom ispuštanjem određenih opasnih tvari u vodeni okoliš Zajednice.
2. Direktiva Vijeća 86/280/EEZ od 12. lipnja 1986. o graničnim vrijednostima i ciljevima kvalitete za ispuštanje određenih opasnih tvari koje su uključene u Popis I. Priloga Direktive 76/464/EEZ, kako je izmijenjena i dopunjena Direktivom Vijeća 88/347/EEZ, i izmijenjena i dopunjena Direktivom Vijeća 90/415/EEZ od 27. srpnja 1990.
3. Direktiva Vijeća 82/176/EEZ od 22. ožujka 1982. o graničnim vrijednostima i ciljevima kvalitete za ispuštanja žive iz industrijskih postrojenja u kojima se primjenjuje elektroliza alkalnih spojeva klora.
4. Direktiva Vijeća 83/513/EEZ od 26. rujna 1983. o graničnim vrijednostima i ciljevima kvalitete za ispuštanja kadmija.
5. Direktiva Vijeća 84/491/EEZ od 9. listopada 1984. o graničnim vrijednostima i ciljevima kvalitete za ispuštanja heksaklorocikloheksana.
6. Direktiva Vijeća 84/156/EEZ od 8. ožujka 1984. o graničnim vrijednostima i ciljevima kvalitete za ispuštanja žive iz sektora osim industrijskih postrojenja u kojima se primjenjuje elektroliza alkalnih spojeva klora.

U Zakon o vodama uključeni su članci Direktive (čl. 1., 2., 5.4.). Svi članci Direktive koji se odnose na tvari s EU Liste I obuhvaćeni su Uredbom o opasnim tvarima u vodama, kojom se zabranjuje ispuštanje u vode tvari iz nacionalne A skupine opasnih tvari. Postoje minimalne razlike nacionalne skupine A i EU Liste I. Nacionalna skupina A opasnih tvari je proširena nekim tvarima sa EU liste II opasnih tvari radioaktivnim tvarima. Državnim planom za zaštitu voda propisane su mjere zaštite voda, odnosno ispuštanje tvari nacionalne skupine A (EU Lista I) i ograničenje ispuštanja tvari nacionalne skupine B (EU Lista II). U pravnoj transpoziciji Direktive uključit će se aneks X Okvirne direktive o vodama, koji se

odnosi na prioritetne tvari. Prioritetne tvari biti će transponirane u nacionalnu skupinu A opasnih tvari.

6. Direktiva Vijeća 91/271/EEZ od 21. svibnja 1991. koja se odnosi na pročišćavanje komunalnih otpadnih voda

Sustavno usklađivanje nacionalnog zakonodavstva o vodama nije još uvijek obavljeno. Predviđa se djelomično prenošenje do kraja 2006 godine u dijelu izmjena i dopuna Pravilnika

o graničnim vrijednostima pokazatelja opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama. Dio odredbi

Direktive zastupljen je u nacionalnoj legislativi i to: Zakonu o vodama, Uredbi o klasifikaciji voda, Državnom planu za zaštitu voda, Pravilniku o graničnim vrijednostima pokazatelja opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama, Pravilniku o izdavanju vodopravnih akata, te Pravilniku koji moraju ispunjavati ovlašteni laboratoriji.

7. Voda za kupanje

Direktiva Vijeća 76/160/EEZ od 8. prosinca 1975. koja se odnosi na kvalitetu vode za kupanje.

Izvršena je djelomična transpozicija Direktive. Odredbe Direktive već sada su zastupljene u nacionalnoj legislativi i to u: Zakonu o vodama, Uredbi o klasifikaciji voda, Državnom planu za zaštitu voda, Uredbe o standardima kakvoće mora na morskim plažama koja je podzakonski akt Zakona o okolišu.

Za javno zdravstvo od primarnog značenja je donošenje propisa koji bi regulirali kakvoću i zdravstvenu ispravnost vode na slatkovodnim kupalištima i bazenima punjenim bilo morskom bilo slatkom vodom. Usklađeni Prijedlog ovog Pravilnika nalazi se u Ministarstvu zdravstva od ranih 90-ih godina.

8. Voda za školjkaše

Direktiva Vijeća 79/923/EEZ od 30. listopada 1979. o kvaliteti vode koju trebaju zadovoljiti vode za školjkaše.

Djelomična pravna transpozicija Direktive obavljena je kroz: Državni plan za zaštitu voda, Uredbu o opasnim tvarima u vodama, djelomično usklađena s Direktivom 76/464/EEZ, Pravilnik o veterinarsko - zdravstvenim uvjetima za izlov, uzgoj, pročišćavanje i stavljanje u promet živih dvokrilnih školjaka. Pravilnik sadrži norme kakvoće vode koje su djelomično usklađene s Direktivom i zbog neusklađenosti će biti izrađen novi pravilnik.

Vode pogodne za život riba

Direktiva Vijeća 78/659/EEZ od 18. srpnja 1978. o kvaliteti slatkih voda koje treba zaštititi ili poboljšati kako bi bile pogodne za život riba.

Djelomična pravna transpozicija Direktive obavljena je kroz: Državni plan za zaštitu voda, Prilog D-2: kategorizacija voda, Uredba o klasifikaciji voda koja određuje: površinske vode I vrste kakvoće - kao salmonidne vode, te površinske vode II vrste kakvoće - kao ciprinidne vode, te Pravilnik o uvjetima koje moraju ispunjavati ovlašteni laboratorij.

9. Voda za punjenje u ambalažu

Direktiva Vijeća 80/777 od 15. srpnja 1980 o usklađivanju zakona država članica koji se odnose na iskorištavanje i prodaju prirodnih mineralnih voda, kao i Direktive 96/70/EC i 40/2003/EC (uporaba ozona u tretmanu mineralnih voda).

Ovo područje definira Pravilnik o prirodnim mineralnim, prirodnim izvorskim i stolnim vodama (NN2/2005). Hrvatski pravilnik daleko bolje pokriva ovo područje budući da on jasno razlikuje mineralne od izvorskih voda što nije slučaj kod europskih propisa. Naime, svaka voda po europskim propisima bez obzira na sastav (ukoliko je voda mikrobiološki i kemijski čista i ima stalan sastav) može se proglasiti mineralnom. Također, Direktive ne prihvaćaju izvorska voda iz krša koja je specifikum hrvatskog hidrogeološkog podneblja. Sa sigurnošću možemo tvrditi da će prihvaćanje odredbi Direktiva biti korak unazad za potrošače.

ZAKLJUČAK

Kod pristupanja EU treba biti oprezan i potrebno je napraviti sve da se zaštite interesi Hrvatske. Koliko će to biti moguće u velikoj mjeri ovisi o umješnosti hrvatskih pregovarača za ovo područje. Svakako, treba imati na umu da su Direktive donesene kao čin kompromisa i interesa mnogo zemalja različita ekološkog stanja i samog razvitka tih zemalja. S gledišta vodne politike treba učiniti mnogo napora da pristupanjem EU ne napravimo sebi medvjedu uslugu i vratimo se na stanje koje imaju zemlje koje su nepovratno izgubile ono što mi još uvijek imamo, a to je čista zemlja i kvalitetna voda. Potpuno smo svjesni da pristupanje Hrvatske Europskoj uniji ima svoju cijenu, ali smo mišljenja da iz Europe trebamo prihvatiti ono što je dobro, a ono što je kod nas dobro trebamo štititi i nametati Europi. Svjesni smo da je ovaj stav možda utopistički, ali smo isto tako uvjereni da moramo napraviti sve da poštujemo načela održivog razvoja:

1. **Okoliš:** fizička izdržljivost okoliša postavlja granice mnogim ljudskim djelatnostima i kazuje da moramo smanjiti potrošnju prirodnih bogatstava. Moramo živjeti unutar ograničenja kako bismo svom potomstvu mogli predati ovaj planet u stanju u kojem će i dalje moći podržavati zdrav ljudski život;
2. **Budućnost:** moralna nam je dužnost ne ugroziti budućim generacijama mogućnost da namiruju svoje potrebe;
3. **Pravednost:** bogatstvo, povoljne prilike i odgovornosti trebali bi se pravedno podijeliti među svima, uz poseban naglasak na potrebe i prava siromašnih, te ljudi koji se iz bilo kojeg razloga nalaze u tom položaju;
4. **Predostrožnost:** nismo li sigurni kakav će utjecaj neki postupak ili razvoj događaja imati na okoliš, trebali bismo primijeniti ovo načelo i radije pogriješiti na drugu stranu;
5. **Sveobuhvatno razmišljanje:** rješavanje složenog problema održivosti zahtijeva da u proces rješavanja budu uključeni svi čimbenici koji utječu na problem.

LITERATURA:

1. Bonacci, O., Horvat, B. (2003): Bilanca voda Hrvatske: dostignuća i potrebe. Zbornik radova 3. Hrvatske konferencije o vodama, Osijek, 28-31. 5. 2003.), str. 33 – 43.
2. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. Official Journal L 327, 22.12.2000 P.0001.
3. European Topic Center on Inland Waters - ETC/IW (1997.): Review of Water Use Efficiency in Europe.
4. Gereš, D. (2002): Održivo iskorištavanje voda. *Građevinar* 54 (2002)6, 345-353.
5. Gereš, D. (2004): Održivi razvoj vodnih resursa i vodnog gospodarstva, I i II dio. *Hrvatska vodoprivreda*, XIII (2004), 134 i 135; 25-29 i 41-44.
6. Gereš, D. (2005): Integralno upravljanje vodnim resursima i održivi razvoj. *Hrvatska vodoprivreda*, XIV (2005), 150-151; 10-13.
7. Gereš, D. (2005): Vodoopskrba u Hrvatskoj. Prošlost, sadašnjost i budućnost vodoopskrbe i odvodnje. Zbornik, str.115-132, Rijeka-Opatija, pozvano predavanje.
8. Gleick, P. H. (2000): The World's Water 2000 – 2001. Washington, DC ; Island Press.
9. Hayward, K. 2001: *Water reform at the UN*, WATER 21.
10. ICWE (1992.): International Conference on Water and the Environment, Development Issues for the 21-st Century, January 26-31, 1992, Dublin, ICWE Sec. and WMO, Switzerland, 1992.
11. Kondzewicz, Z. W., (1997): Water Resources for Sustainable Development. *Hydrological Sciences*, 42 (4), 467-497.
12. Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers J. and Behrens, W.W. (1972) The Limits to Growth: A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. New York, Earth Island, Universe Books.
13. Međunarodna banka za obnovu i razvoj / Svjetska banka (2003): Upravljanje vodnim resursima u jugoistočnoj Europi, Tom II. (Odjeljenje za okolišno i socijalno održiv razvoj). Washington, DC, USA.
14. Serageldin, I. (1995.): Water Resources Management: A new Policy for a Sustainable Future. *Water Resources Development*, 11(3):221-231.
15. Shiklomanov I. A. (1999) : World Water Resources at the Beginning of the 21st Century. Cambridge Univ. Press,Cambridge.
16. Statistički ljetopisi Republike Hrvatske (2000 - 2004), Državni zavod za statistiku, Zagreb (SLJH-2000 - 2004).
17. The 3rd World Water Forum, march 16-23, 2003, Kyoto, Shiga and Osaka, Japan. <http://www.world.water-forum3.com>.
18. UNCED (1992.): UN Conference of Environment and Development – AGENDA 21. Protection of the Quality and Supply of Freshwater Resources, Application of Integrated Approches to the Development, Management and Use Water Resources. UN Geneve, 1992.
19. Vodnogospodarska osnova Hrvatske - Strategija upravljanja vodama (nacrt) (2006). <http://www.duv.hr>.
20. World Commission on Environment and Development, WCED: Our Common Future (“Bruntland Report”). Oxford University Press, Oxford – New York, 1987.

21. World Summit on Sustainable Development, WSSD (2002): <http://www.worldsummit2002.org/>
22. World Water Council, (2000) : World Water Vision (Making Water Everybody's Business, Earthscan Publications, London.
23. World Water Development Report – UN WWDR (2003): <http://www.unesco.org/water>.
24. World Meteorological Organisation (WMO), Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World, 1997. WMO, Geneva, p.9.
25. Zakon o vodama i Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o vodama Republike Hrvatske *Narodne novine* br. 107/95. i [150/05](#).
26. [Zakon o financiranju vodnog gospodarstva](#) i Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o financiranju vodnog gospodarstva (*Narodne novine* br. [107/95](#), [19/96](#), [88/98](#) i [150/05](#)).
27. xxxx Dokumentacija i podaci Hrvatskih voda (više godina), Zagreb.

Direktive Europskoga parlamenta i Vijeća

- Okvirna direktiva o vodama: Direktiva 2000/60/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2000. kojom se uspostavlja okvir za djelovanje Zajednice na području politike voda (SL L 327, 22.12.2000., str. 1.)
- Direktiva Vijeća 76/464/EEZ od 4. svibnja 1976. o onečišćenju uzrokovanom ispuštanjem određenih opasnih tvari u vodeni okoliš Zajednice (SL L 129, 18.05.1976., str. 23.)
- Direktiva Vijeća 86/280/EEZ od 12. lipnja 1986. o graničnim vrijednostima i ciljevima kvalitete za ispuštanje određenih opasnih tvari koje su uključene u Popis I. Priloga Direktive 76/464/EEZ (SL L 181, 04.07.1986., str. 16.) kako je izmijenjena i dopunjena Direktivom Vijeća 88/347/EEZ, i izmijenjena i dopunjena Direktivom Vijeća 90/415/EEZ od 27. srpnja 1990. (*Službeni list L 219, 14.08.1990., str. 0049.-0057.*)
- Direktiva Vijeća 82/176/EEZ od 22. ožujka 1982. o graničnim vrijednostima i ciljevima kvalitete za ispuštanja žive iz industrijskih postrojenja u kojima se primjenjuje elektroliza alkalnih spojeva klor. (SL L 081, 27.03.1982., str. 29.)
- Direktiva Vijeća 83/513/EEZ od 26. rujna 1983. o graničnim vrijednostima i ciljevima kvalitete za ispuštanja kadmija (SL L 291, 24.10.1983., str. 1.)
- Direktiva Vijeća 84/491/EEZ od 9. listopada 1984. o graničnim vrijednostima i ciljevima kvalitete za ispuštanja heksaklorocikloheksana, *Službeni list L 274, 17.10.1984., str. 0011.-0017.*
- Direktiva Vijeća 84/156/EEZ od 8. ožujka 1984. o graničnim vrijednostima i ciljevima kvalitete za ispuštanja žive iz sektora osim industrijskih postrojenja u kojima se primjenjuje elektroliza alkalnih spojeva klor, *Službeni list L 074, 17.03.1984., str. 0049. – 0054.*
- Pročišćavanje komunalnih otpadnih voda: Direktiva Vijeća 91/271/EEZ od 21. svibnja 1991. koja se odnosi na pročišćavanje komunalnih otpadnih voda (SL L 135, 30.05.1991., str. 40.)
- Nitrati: Direktiva Vijeća 91/676/EEZ od 12. prosinca 1991. o zaštiti voda od onečišćenja koje uzrokuju nitrati poljoprivrednog podrijetla (SL L 375, 31.12.1991., str. 1.)

- Podzemne vode: Direktiva Vijeća 80/68/EEZ od 17. prosinca 1979. o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja uzrokovanih određenim opasnim tvarima (SL L 020, 26.01.1980., str. 43.)
- Voda za piće i mjerenje vode za piće: Direktiva Vijeća 98/83/EZ od 3. studenoga 1998. o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju (SL L 330, 05.12.1998., str. 32.)
- Voda za kupanje: Direktiva Vijeća 76/160/EEZ od 8. prosinca 1975. koja se odnosi na kvalitetu vode za kupanje (SL L 031, 05.02.1976., str. 1.)
- Voda za školjkaše : Direktiva Vijeća 79/923/EEZ od 30. listopada 1979. o kvaliteti vode koju trebaju zadovoljiti vode za školjkaše (SL L 281, 10.11.1979., str. 47.)
- Vode pogodne za život riba: Direktiva Vijeća 78/659/EEZ od 18. srpnja 1978. o kvaliteti slatkih voda koje treba zaštititi ili poboljšati kako bi bile pogodne za život riba (SL L 222, 14.08.1978., str. 1.)
- Direktiva Vijeća 80/777 od 15. srpnja 1980 o usklađivanju zakona država članica koji se odnose na iskorištavanje i prodaju prirodnih mineralnih voda.
- Direktive Europskog parlamenta i Vijeća 96/70/EC od 28. listopada 1996. o usklađivanju zakona država članica koji se odnose na iskorištavanje i prodaju prirodnih mineralnih voda.
- Direktive Komisije (EC) 40/2003/EC od 16. svibnja 2003. o količinskim granicama i zahtjevima označavanja za sastojke prirodne mineralne vode i uvjete korištenja zraka obogaćenog ozonom za obradu prirodne mineralne i prirodne izvorske vode.

JAVNA VODOOPSKRBA U PROTEKLOM DESETLJEĆU

Edo Lovrić*, Željko Dadić*, Slavko Šobot*, Magdalena Ujević*, Dragutin Gereš **

UVOD

Republika Hrvatska ima površinu kopna od 56.538 km², a mora 33.700 km². Prema topografskim i hidrološkim obilježjima razlikuju se tri dijela teritorija Hrvatske:

1. Panonska zona površine oko 28.000 km²
2. Gorsko planinska zona površine oko 10.000 km²
3. Obalna zona i otoci površine oko 18.000 km².

Svaka od tih zona ima posebna klimatska, hidrološka i hidrogeološka obilježja. Hrvatska je bogata vodom različitih tipova, ali je neravnomjerno raspoređena. Kao izvorišta vode za piće, javnih vodoopskrbnih sustava prevladavaju zahvati podzemnih voda oko 90%, a površinskim oko 10%. Morska voda za potrebe vodoopskrbe gotovo se i ne koristi, već samo za industrijske potrebe.

Kritična stanja u opskrbi vodom za piće su u županijama i područjima, koja su siromašna sa stalnim izvoristima vode za piće i na područjima gdje su naselja raspršena i na nepogodnom reljefu.

U kritična područja s gledišta vlastitih izvorišta pripadaju i jadranski otoci (izuzetak općine Cres, Lošinj, Krk i Rab) i unutrašnjost udaljena od obalne crte. U županijama kontinentalnog dijela Republike Hrvatske stanje u pogledu izvorišta je povoljnije, ali sama opskrbljenost vodom iz javnih sustava ne zadovoljava

Vodopskrba

Stanje i problemi vodoopskrbe stanovništva i šire ekološke zaštite vodnih resursa vrlo su značajni i od posebnog su interesa za društvo u cijelini. Cilj opskrbe pučanstva zdravstveno ispravnom vodom za piće limitiran je prvenstveno zdravstvenim i ekonomskim potrebama u cijeloj Hrvatskoj.

Jedan od bitnih i limitirajućih čimbenika razvoja i rasta populacije pojedinih regija u Hrvatskoj je količina i zdravstvena ispravnost vode za piće. Ta dva pojma usko su vezana pa ih kod rješavanja svih komunalno - higijenskih, zdravstvenih i ekoloških problema treba promatrati i riješavati zajedno.

Zaštitu podzemnih i površinskih voda nemoguće je sprovesti djelomično. Ona se mora provoditi u okviru cjelovite zaštite okolišta. Voda ne poznaje regionalne, nacionalne ili državne granice.

* Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Rockefellerova 7, Zagreb

** Hrvatske vode, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Nepobitna je činjenica da postoji čvrsta veza između načina opskrbe vodom za piće, odnosno njene zdravstvene ispravnosti i zdravlja ljudi. Svako ulaganje u razvoj vodoopskrbe i opskrbe stanovništva zdravstveno ispravnom vodom za piće, vraća se kroz smanjenje troškova za liječenje bolesti kojima je uzrok zdravstveno neispravna voda za piće. Otuda i posebni interes i obveza javnog zdravstva - prvenstveno zdravstvene službe za razvoj javne vodoopskrbe kao jedinog sigurnog načina opskrbe pučanstva vodom za piće. Obveza proizlazi prvenstveno iz Ustava Republike Hrvatske, Zakona o zdravstvenoj zaštiti, Zakona o zaštiti pučanstva od zaraznih bolesti i Zakona o hrani

Zdravstvena ispravnosti i nadzor nad vodom za piće regulirana je detaljnije Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće kao podzakonskim aktom koji je donešen na temelju Zakona o hrani i djelomično usklađenog s odredbama Direktivom EU.

Iz povijesti vodoopskrbe

Vodopskrba na našim prostorima seže u daleku prošlost i počela se razvijati još u antičko doba odnosno kada je ovo područje bilo dio rimskog carstva. Među najstarije vodoopskrbne sustave spadaju Diklecijanov vodovod u Splitu, Caskanski vodovod na Pagu, rimski akvadukt iz I. stoljeća Vodovođa-Epidaur u dužini od 20 km.

Posebno mjesto u razvoju vodoopskrbe zauzima Dubrovnik. Nakon razaranja Epidaura krajem IV. st. izbijeglo stanovništvo osniva Raguzium. Dolaskom Slavena u VIII.st. osniva se perdgrađe Dubrava. Krajem XIII. st. Oba naselja se spajaju u jedinstveni grad Dubrovnik. Potrebe za vodom uglavnom su zadovoljavali izgradnjom velikih cisterni.

Rastom broja stanovnika razvojem poljoprivrede i zanatstva raspoložive količine vode nisu bile dovoljne. Veliko vijeće 1436. god. donosi odluku o izgradnji vodovoda kaptiranjem tri vrela na visini od 109 m. Izgrađene su 4 vodospreme i mreža u dužini od 12 km. Vodovod je završen 1437. god. i predstavlja prvi hrvatski gravitacijski vodovod.

Propisana su stroga pravila i kazne za oštećenja ili namjerna onečišćenja vode (1443.god.) Moglo se kažnjavati novčano i fizički do sakaćenja. Kasnije (1621. god.) kazne su ublažene, ali su i dalje bile stroge

Izgradnja modernih vodovoda u našim krajevima počela je vrlo rano i nimalo ne zaostaje za Evropom i Amerikom. Već 1858. god. izgrađen je vodovod u Puli. Zatim slijede Zagreb 1878. god., opatija i Senj 1884. god. 1889.god. Osijek it.d.

Iz dostupnih podataka 1934. godine u Banovinama koje su činile veći dio današnjeg teritorija Hrvatske opskrbljenost vodom za piće iz javnih vodoopskrbnih sustava bila je oko 15% (Savska 12%, Primorska 11 % i Dravska 22%).

Do drugog svjetskog rata procjenjuje se da je do 20% pučanstva u Hrvatskoj obuhvaćeno javnom vodoopskrbom.

Tablica 1. Razvoj vodoopskrbe od 1934. – 1990. godine, odnosno do stvaranja Hrvatske države.

GODINA	Opskrbljenost vodom za piće iz javnih vodoopskrbnih sustava u %
1934	15
1940	20 (procjena)
1950/51	24,2
1960/61	29
1970/71	44
1980/81	55
1990/91	63,5

Anketa o stanju vodoopskrbe u Hrvatskoj koja je rađena 1990/1991., pokazala je da se cca 63 % stanovništva opskrbljuje vodom za piće iz 412 javnih vodovodnih sustava kojim upravlja oko 150 poduzeća za javnu vodoopskrbu.

U ovaj broj nisu uključeni svi javni vodoopskrbni objekti, kako je to definirano Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće.

Vodoopskrba od 1995. - 2005.god.

Iz podataka o javnoj vodoopskrbi, koji su prikupljeni 1995. godine 68,4 % pučanstva Hrvatske koristilo je vodu za piće iz 412 javnih vodovoda Postotak opskrbljenosti vodom za piće iz javnih vodovodnih sustava 1995. god. različit je od županije do županije. U 6 županija Republike Hrvatske svega 50 % pučanstva koristilo se vodom za piće iz javnih vodovodnih sustava. Najmanji postotak opskrbljenosti vodom za piće ima bjelovarsko-bilogorska županija (33%), a najveći postotak opskrbljenosti (90%) dubrovačko-neretvanska (Tablica 2).

Tablica 2. Opskrbljenost vodom za piće iz javnih vodovodnih sustava po županijama 1995. g.

R.BR.	ŽUPANIJA	BROJ STANOVNIKA	OPSKRBLJENOST	
			BROJ	%
1	Bjelovarsko – bilogorska	141 100	46 500	33
2	Brodsko – posavska	175 000	58 600	34
3	Koprivničko – križevačka	129 900	46 800	36
4	Vukovarsko – srijemska	231 200	94 300	41
5	Požeško – slavonska	134 500	56 000	42
6	Sisačko – moslovačka	287 000	139 400	49
7	Virovitičko-podravska	104 600	57 000	55
8	Osječko – baranjska	311 100	183 200	59
9	Zadarska	272 000	168 000	62
10	Ličko - senjska	71 200	45 600	64
11	Krapinsko-zagorska	149 600	96 900	65
12	Karlovačka	174 100	124 000	71
13	Varaždinska	197 300	139 900	75
14	Međimurska	119 900	90 800	76

15	Istarska	204 300	164 100	80
16	Zagrebačka – grad Zagreb	1 034 900	849 400	82
17	Šibensko-kninska	109 200	91 600	84
18	Primorsko – goranska	323 100	286 600	88
19	Splitsko - dalmatinska	474 000	423 500	89
20	Dubrovačko - neretvanska	126 300	114 200	90
	UKUPNO HRVATSKA	4 784 300	3 274 200	68,4

Polazni cilj programa i razvoja vodoopskrbe iz 1995 .god. bio je da svaki stanovnik Hrvatske bude opskrbljen dovoljnom količinom zdrave i kvalitetne vode za piće. Osim toga vodoopskrbni sustavi moraju zadovoljiti sve gospodarske potrebe koje proizlaze iz Plana gospodarskog razvoja Hrvatske.

Opća strategija i principi razvoja javne vodoopskrbe ima za cilj postizanje skladnijeg i uravnoteženog razvoja svih područja i županija u Republici Hrvatskoj, poboljšanje kvalitete življenja, što neposredno ovisi o podmiranju potreba za vodom, stvaranje povoljne osnove za razvitak gospodarstva, posebno turizma. Program nadalje rješava pitanje izvorišta vode, kakvoće vode, zaštite vodnih resursa u ukupnom okolišu, upravljanje vodoopskrbnim sustavima, razvoja tehnologije, monitoringa i kontrolnih sustava. U ostvarenju razvoja vodoopskrbe potrebno je napustiti dosadašnju i nažalost i još današnju praksu da se porast potreba za vodom rješava traženjem novih kapaciteta izvorišta, a da se ne vodi računa o veličini gubitaka u postojećim sustavima vodopskrbe, koji su nedopustivo velik i na razini vodopskrbnih sustava u Hrvatskoj iznose oko 35 i više posto.

Zacrtani program razvoja javne vodoopskrbe, za razdoblje od 1996. do 2000. godine sadržavao je dvije varijante

- I varijanta: imala je za cilj opskrbljenost 90 % pučanstva Hrvatske vodom za piće iz javnih vodovodnih sustava i podmiriti gospodarske potrebe.
- II varijanta: imala je za cilj opskrbljenost 81 % pučanstva Hrvatske vodom za piće iz javnih vodovodnih sustava i podmiriti gospodarske potrebe

U tablici 3. Prikazane su potrebe za vodom u Hrvatskoj po obje varijante

Tablica 3. Potrebe za vodom u Hrvatskoj po obje varijante

REPUBLIKA HRVATSKA	POLAZNO STANJE 1995. – M ³ /SEK.	POTREBE ZA VODOM M ³ /SEK.	
		I varijanta	II varijanta
Pučanstvo		19,85	15,90
Industrija		17,59	14,10
Turizam		10,91	8,72
UKUPNO	27,45	48,35	38,72

Za prvu varijantu potrebno je osigurati 48,35 m³ vode u sekundi, a za drugu varijantu 38,72 m³/s.

Plansko ulaganje za prvu varijantu trebalo je iznositi 1520 miliona DM odnosno 5700 miliona kuna, a za drugu varijantu 953 miliona DM (3500 miliona kuna).

Struktura ulaganja prikazana je u Tablici 4. po obje varijante

Tablica 4. Plansko ulaganje u razvoj vodoopskrbe 1996 – 2000. god. po varijantama

REPUBLIKA HRVATSKA	POTREBNA SREDSTVA U DM.	
	I varijanta	II varijanta
Stanovništvo i industrija	1 174 000 000	737 000 000
Turizam	346 000 000	216 000 000
UKUPNO	1 520 000 000	953 000 000
Po stanovniku	320	200

Također trebalo je računati na 10 – 15% sredstava više po obje varijante kako bi se postojeći tehnološki postupci poboljšali i tako garantirali zdravstvenu ispravnost vode za piće.

Očito nedostatak financijskih sredstava potrebnih za razvoj vodoopskrbe i ispunjenje zadanih ciljeva rezultiralo je činjenicom da postavljeni ciljevi nisu postignuti. Opskrbljenost vodom za piće iz javnih vodovoda 2000.god. iznosila je oko 75% .

Tablica 5. Opskrbljenost vodom za piće iz javnih vodovodnih sustava po županijama 2001/02. god.

R.BR.	ŽUPANIJE	BROJ STAN.2001/02	OPSKRBLJENOST	
			BROJ	%
1	Bjelovarsko – bilogorska	131.343	42.420	32,30
2	Brodsko – posavska	172.993	82.577	49,47
3	Koprivničko – križevačka	123.736	40.274	32,55
4	Vukovarsko – srijemska	197.838	131.936	66,69
5	Požeško – slavonska	84.562	56.818	67,20
6	Sisačko – moslavačka	183.531	84.416	46,00
7	Virovitičko – podravska	92.381	45.256	49,00
8	Osječko – baranjska	326.446	238.078	72,93
9	Zadarska	158.936	117.110	73,68
10	Ličko – senjska	52.221	39.756	76,13
11	Krapinsko – zagorska	304.186	197.463	64,92
12	Karlovačka	140.125	118.129	84,30
13	Varaždinska	183.730	132.765	72,26
14	Međimurska	116.225	82.399	70,90
15	Istarska	205.717	189.659	92,20
16	Zagrebačka	304.186	197.463	64,91
	Zagreb-grad	770.058	777.313*	100,00
	Ukupno	1.074.244	974.776	90,74
17	Šibensko – kninska	112.070	98.458	87,85
18	Primorsko – goranska	304.410	296.269	97,32
19	Splitsko - dalmatinska	456.967	412.678	90,31
20	Dubrovačko - neretvanska	121.871	104.314	85,60
	UKUPNO HRVATSKA	4.381.352	3.368.989	76,90

* Uključuje i vangradsko područje

Promatramo li razvoj javna vodoopskrba u posljednji 20-30 godina vidljivo je da je opskrbljenost rasla po približnoj stopi od 1% god.

Iz toga proizlazi da bi opskrbljenost vodom za piće u 2005/. god. iznosila blizu 80%. što se približilo II varijanti iz programa razvoja javne vodoopskrbe ali sa zakašnjenjem od pet godina. To ukazuje da je nužno zakonskim propisima regulirati izvore financijskih sredstava za razvoj javne vodoopskrbe.

Dokument koji se počeo pripremati 1999.god - „Strategija upravljanj vodama”- nacrt definira zakonodavno, organizacijski, tehnički, znanstveno-istraživački i informatički okvir djelovanja vodnog gospodarstva u sadašnjim društveno-gospodarskim odnosima pristupnog procesa pridruživanja Evropskoj uniji.

Strategija upravljanja vodama ja i okvir za pripremu strategije prostornog uređenja, zaštite okoliša, zaštite prirode i ostalih sektora koji ovise o vodama što uključuje i javno zdravstvo. Razrađuje i planska ulaganja financijskih sredstava za razvitak javne vodoopskrbe za razdoblje od 2005-2020. god. Procijenjeni iznos za ukupno razdoblje iznosi 9.960 mil.kuna.

Naša osnovna primjedba na nacrt strategije, koju smo dobili da damo svoje mišljnje, bila da kod izrade ovako važnog dokumenta nije bilo nit jedne osobe koja se bavi problemom javnog zdravstva. Napominjem da su sve strategije, globalni razvoj, održivi razvoj i svi ostali dokumenti besmisleni ukoliko su ljud bolesni.

Hrvatski zavod za javno zdravstvo tijekom 2005./06. god. sproveo je anketu o javnoj vodoopskrbi u RH s namjerom da se popišu svi javni vodopskrbni sustavi. Problem predstavljaju mali vodovodi koji nisu u okviru javnih poduzeća zaduženih za vodoopskrbu i nezna se tko s njima upravlja i tko ih održavai. Oni i predstavljaju najveći zdravstveni rizik

U Tablici 6. prikazan je popis javnih vodovoda po županijama bez detaljnih obilježja. Anketa još nije do kraja obrađena, a kada bude podatci će biti dostupni svim zainteresiranima.

Tablica 6. Broj javnih vodovoda po žuanijama 2005/2006. god

R. BR	ŽUPANIJA	BROJ VODOVODA
1	Zagrebačka	62
	Zagreb	29
	Zagrebačka + Zagreb	91
2	Dubrovačko-Nertvanska	18
3	Splitska-Dalmatinska	11
4	Šibensko-Kninska	11
5	Zadarska	10
6	Osiječka-Baranjska	26
7	Vukovarsko-Srijemska	51
8	Virovitičko-Podravska	7
9	Požeško-Slavonska	11
10	Brodsko-Posavska	12
11	Međimurska	3
12	Varaždinska	72
13	Bjelovarsko-Bilogorska	12
14	Sisačko-Moslavačka	11
15	Karlovačka	22
16	Koprivničko-Križevačka	12
17	Krapinsko-Zagorska	117
18	Primorsko-Goranska	29
19	Istarska	3
20	Ličko-Senjska	11
UKUPNO HRVATSKA		537

Zdravstvena ispravnost vode za piće

Okoliš je bitan činioc koji ima utjecaj na ljudsko zdravlje .Gotovo ¼ bolesti ljudi i smrtnosti vezana je za okoliš.

Razvoj industrije i poljoprivrede, koncentracija stanovništva u većim urbanim sredinama, kao posljedicu ima sve veće i teže poteškoće u smislu zaštite voda općenito, a napose postojećih izvora vode za piće (podzemne i površinske vode), kao i onih koji se planiraju koristiti za potrebe vodoopskrbe. Saznanja i iskustva ukazuju na sve veća onečišćenje voda vrlo širokim spektrom različitih supstanci, koji su posljedica novih tehnoloških postupaka i procesa kao i primjene niza kemijskih supstanci u poljoprivredi. Sve to daje nove oblike i vrste onečišćenja. Mnoge od tih tvari su kancerogene i mutagene odnosno vrlo štetne za zdravlje ljudi.

Epidemiološke značajke ove vrste onečišćenja znatno se razlikuju od klasičnog mikrobnog onečišćenja, iz razloga što se negativne posljedice na zdravlje očituju nakon duljeg vremena.

Zdravstvena ispravnost i nadzor nad vodom za piće regulirana je i sprovodi se sukladno Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (djelomično usklađenog sa Direktivom EU), koji regulira broj uzoraka vode iz javnih vodoopskrbnih sustava i drugih javnih vodoopskrbnih objekata, učestalost uzimanja uzoraka vode i mjesta uzimanja. Laboratorijsko ispitivanje uzoraka vode, kako bi se ocijenila njena zdravstvena ispravnost u okviru zdravstvenog nadzora, obavlja se u Zavodima za javno zdravstvo županija, Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo i drugim ustanovama ovlaštenim od Ministarstva zdravstva kao i u laboratorijima poduzeća za javnu vodopskrbu.

U posljednjih nekoliko godina vidi se napredak u laboratorijskom radu, analitici i kvaliteti kontrole zdravstvene ispravnosti vode .To se posebno odnosi na sve laboratorije koji imaju i koji su se kandidirali za dobivanje norme **HRN EN ISO/IEC 17025** ili su uveli **HACCP** sustav

Tablica 7. Rezultati ispitivanja zdravstvene ispravnosti vode za piće za razdoblje od 1996-2005.god .- Javni vodovodni sustavi

GODINA	KEMIJSKI			MIKROBIOLOŠKI		
	Pregledano uzoraka	Neispravno		Pregledano uzoraka	Neispravno	
		Broj	%		Broj	%
1996.	20 436	706	3,5	21 035	1 509	7,1
1997	22 511	1 987	8,8	24 007	2 166	9,0
1998	25 054	1 555	6,2	27 004	2 572	9,5
1999	24 048	1 515	6,2	24 951	2 447	9,81
2000	23 538	2 174	8,2	25 374	2 128	8,4
2001	23 287	1 669	7,2	25 371	2 113	8,3
2002	22 791	1 848	8,1	23 583	1 936	8,2
2003	25 010	1 536	6,1	25 239	1 935	7,7
2004	24 680	1 602	6,5	24 908	1 918	7,7
2005	25 361	1 502	5,9	26 345	1 463	5,5
UKUPNO	236 355	16 094	6,8	248 017	20 187	8,1

Rezultati ispitivanja zdravstvene ispravnosti vode za piće za razdoblje od 1996-2005. godine pokazuju da je u tom razdoblju ispitano kemijski 236 355 uzoraka vode od čega je bilo neispravno 6,8%, a od 248 017 voda ispitanih mikrobiološki nije zadovoljavalo 8,1%.

Zdravstvena ispravnost i kakvoća vode prvenstveno ovisi o njezinom prirodnom sastavu, a zatim o adekvatnoj zaštiti sadašnjih i budućih izvorišta vode za piće, definiranjem zaštitnih zona kako je to predviđeno zakonskim propisima, time bi se smanjilo (izbjeglo) primarno onečišćenje voda.

Mora se naglasiti da u Hrvatskoj postoji još znatan broj izvorišta za koja nisu definirane zone sanitarne zaštite, a ako i postaje često se krše odredbe koje reguliraju koje se aktivnosti mogu obavljati u pojedinoj zoni.

Ukupno uzevši, zdravstvenom ispravnosti vode za piće iz javnih vodovodnih sustava na razini Hrvatske (Tablica 7) možemo biti zadovoljni. Broj neispravnih uzoraka je znatno ispod 10%. Iz analize uzroka neispravnosti možemo reći da u vodi za piće iz tih sustava nisu nađene toksične kemijske supstance. u koncentracijama iznad MDK-vrijednosti, a zanemarivo malo uvjetno patogenih ili patogenih bakterijskih vrsta.

ZAKLJUČAK

Voda je strateška sirovina. Ona je opće dobro koje ne priznaje vlasnika i granice. Hrvatska ima dovoljno vode da zadovolji sve svoje potrebe. Gospodarenje, očuvanje kvalitete i količine voda je preduvjet održivog razvoja

Tradicija javne vodopskrbe na ovim našim prostorima seže u antičko doba. Izgradnja modernih javnih vodovoda na prostorima današnje Hrvatske počela je polovicom 19.stoljeća.

Danas opskrbljenost stanovništva (na nivo države) vodom za piće iz javnih vodovoda iznosi cca 80% .Ta opskrbljenost prema plan razvoja javn vodoopskrbe iz 1995.god trebala se postići 2000.god. što ukazuje na pomanjkanje financijskih sredstava. Nužno je zakonskim propisima regulirati izvore financijskih sredstava za razvoj javne vodoopskrbe

Strategija upravljanj vodama u svom nacrtu predviđa planska ulaganja financijskih sredstava za razvitak javne vodoopskrbe za razdoblje od 2005-2020. god. u iznosu, za ukupno razdoblje, od 9.960 mil.kuna

Sve strategije, globalni razvoj, održivi razvoj i svi ostali dokumenti besmisleni su ukoliko su ljud bolesni.

Zdravstvena ispravnost vode piće iz javnih vodovoda uglavnom zadovoljava zdravstvene norme. Broj neispravnih uzoraka na razini države kreće se ispod 10%. Na razini županija postoje znatne razlike u zdravstvenoj ispravnosti pitke vode.

U zadnjih nekoliko godina očiti je pomak i u kvaliteti rada analitičkih laboratorija koji su se kandidirali ili već imaju normu **HRN EN ISO/IEC 17025** ili **HACCP** sustav.

VODOOPSKRBA ZADARSKOG PODRUČJA: JUČER-DANAS-SUTRA

Nicoletta Berović*, Void Sumić*, Irena Pavić*, Ivo Tičić*

SAŽETAK

Prva opskrba tekućom vodom grada Zadra gravitacijskim akveduktom Biba - Jader dužine 40350 m, izgrađenim od izvora Biba na području Vranskog jezera do Rimskog grada Jadera datira još iz I stoljeća n.e. Tijekom stoljeća izgradnja vodoopskrbnih objekata pratila je razvoj i potrebe stanovništva sve do današnjih dana kada prerasta u složen i zahtjevan vodoopskrbni sustav kojim upravlja Vodovod d.o.o. Okosnicu vodoopskrbe grada Zadra i naselja Zadarske županije danas čini **Regionalni vodovod** koji je u neprestanom dinamičkom razvoju, a s kojeg se za potrebe vodoopskrbe naselja Zadarske županije odvajaju podsustavi za **Obrovac i Benkovac**, te podsustavi **podvelebitskog, istočnog, sjevernog, zapadnog i otočnog pravca** koji su ponegdje djelomice realizirani ili su tek u fazi izrade projektne dokumentacije.

Podvelebitskim ogrankom regionalnog vodovoda rješava se vodoopskrba naselja na području od Maslenice do Starigrada, a razmatra se mogućnost produženja magistralnog cjevovoda do Mandaline, odnosno na područje karlovačkog vodoopskrbnog sustava.

Usvojenim rješenjem vodoopskrbe naselja na području **istočnog pravca** omogućuje se dodatno povezivanje zadarskog, benkovačkog i biogradskog vodoopskrbnog sustava.

Sustav vodoopskrbe naselja **sjevernog pravca** koja je u završnoj fazi realizacije obuhvaća područje od Posedarja preko Vinjerca do Ražanca i Rtine. S obzirom na količine vode koje stoje na raspolaganju za vodoopskrbu sjevernog područja Zadarske županije i uz potrošnju na razini dosadašnje, postoji mogućnost eventualnog usmjeravanja manjih količina vode prema otoku Pagu.

Rješenje vodoopskrbe naselja **zapadnog pravca** obuhvaća područje zapadno od Zadra s otokom Virom.

Za potrebe vodoopskrbe zadarskih otoka – **otočni pravac**, izgrađenim podmorskim cjevovodom voda se iz vodoopskrbne mreže grada Zadra dovodi na otok Ugljan.

Otok Ugljan zbog svog položaja predstavlja otok-čvorište vodoopskrbnog sustava s kojeg će se prema sadašnjim planovima voda razvesti na južnu (Iž, Rava i jugoistočni dio Dugog otoka) i zapadnu skupinu otoka (Rivanj, Sestrunj, Molat, Ist, Premuda, Olib, Silba, Zverinac i zapadni dio Dugog otoka), dok je istočni krak prema otoku Pašmanu uglavnom već izgrađen i spojen s biogradskim vodoopskrbnim sustavom iako sustavi funkcioniraju zasebno.

Vizija je Vodovoda d.o.o. da kroz osuvremenjivanje poduzeća i stalno poboljšanje kvalitete usluga što veći broj stanovnika opskrbi dovoljnim količinama zdravstveno ispravne vode za piće.

Ključne riječi: razvoj, regionalni vodovod, vodoopskrba, Zadarska županija

* Vodovod.d.o.o., Zadar

ZADAR REGION WATER SUPPLY: YESTERDAY-TODAY-TOMORROW

SUMMARY

The first supply of running water in Zadar through Biba-Jader gravitation aquaduct of 40,350 m in length, built from Biba source in the Lake Vrana region to the Roman city of Jader dates from the 1st century A.D. Throughout the centuries, the building of water supply installations followed the development and needs of its inhabitants up to this day when it has grown into a complex and demanding water supply system managed by Vodovod d.o.o. (Water Company ltd.) The framework of Zadar and Zadar County localities is the **Regional Water Company** that is continually developing, divided into sub-systems **Obrovac and Benkovac** supplying Zadar County localities, and sub-systems of the **east, north, west and island directions** of the region under Velebit massif, partly realized in some places or just at the beginning of project documentation.

The under-Velebit branch of the regional water supply has solved the water supply for the Maslenica and Starigrad region, and the possibility of lengthening the magisterial pipeline to Mandaline is being considered, the Karlobag water supply system.

The solution adopted for the **east region** localities water supply has enabled an additional connection with the Zadar, Benkovac and Biograd water supply system.

The **northern direction** localities water supply system is in its final phase of realization and embraces the region of Posedarje, across Vinjerac, to Ražanac. Considering the quantity of water at disposal for the water supply of the northern Zadar county region, and the consumption being at the present level, there is a possibility of directing the water towards the island of Pag.

The water supply solution of the **western direction** localities encloses the region west of Zadar and includes the island of Vir.

The **island direction**, built for the needs of the Zadar islands water supply, supplies water through pipelines under the sea, bringing water from Zadar water system to the island of Ugljan.

The island of Ugljan, due to its position, represents an island-junction water supply system where, according to present plans, water will branch to the south (Iž, Rava and south-eastern part of the island of Dugi otok) and the west island group (Rivanj, Sestrunj, Molat, Ist, Premuda, Olib, Silba, Zverinac and the western part of the island of Dugi otok), while the eastern branch towards the island of Pašman has already been built and connected to the Biograd water supply system.

The vision of Vodovod d.o.o. is to continue supplying needed quantities of healthy drinking water to a growing number of inhabitants through the modernization of its company and the continual improvement of service quality.

Key words: development, regional water company, water supply, Zadar County

JUČER

O rimskim akveduktima

Davno prije pojave rimskog imperija orijentalni je Gilgameš pjevao o čistoj vodi i u njoj vidio rajski napitak, a za grčkog pjesnika Pindara voda je bila najčistiji element. No kanali starog Babilona i Egipta, kao i skromni vodovodi Grka teško se mogu uspoređivati s veličanstvenim konstrukcijama rimskih akvedukata. Rimljani su već u doba republike sagradili u svojoj prijestolnici odlične akvedukte, a na prvom akveduktu sagrađenom 312 g. prije n.e. Aqua Appia primjenjeni su gotovo svi najvažniji konstrukcijski elementi. Posvuda po rimskom carstvu ako je bilo moguće, pojavili su se gradski akvedukti.

Na području sjeverne Dalmacije istraženo je osam akvedukata, dva u rimskoj koloniji Jader.

Rimski akvedukti, vrlo složene i skupe građevine za opskrbu vodom urbanih područja tekućom pitkom vodom dokazi su veličine tehničkog napretka, te stručnog i znanstvenog potencijala antičkoga svijeta.

U krškom području sjeverne Dalmacije gdje su izvori žive vode malobrojni, pored ostalih poznatih oblika snabdijevanja pitkom vodom (lokve, vodeni tokovi, bunari, zidane kaptaze za oborinsku vodu), najsloženiji i po postanku najmlađi oblik snabdijevanja vodom su rimski akvedukti.

U doba republike, brigu oko izgradnje i održavanja javnih građevina, pa tako i akvedukata imali su cenzori. Cenzori su nastojali da se započete građevine dovrše za trajanja svog mandata jer su na uklesanim spomen pločama ostavljali trag svog značaja. Osim ostalih poslova, cenzori su brinuli i oko raspodjele i prodaje vode. Početkom 11.g. prije n.e. car August je reorganizirao službu za održavanje akvedukata koja se naziva Cura Aquarum, a na čelu uprave su bili kuratori koji su uvijek birani iz senatskog staleža. Od tada izgradnjom akvedukata izravno rukovodi sam car.

Zadivljujuća je organizacija tadašnje vodoopskrbe jer su kuratori osim održavanja, vodili brigu i oko nezakonitih priključaka i postavljanja mjernih cijevi na razdjelnim bazenima. Za ove je poslove bila organizirana obrtnička ekipa od raznih stručnjaka koja je brojala oko 240 članova zajedno s robovima (obrtnicima). Na čelu je bio prokurator koji je za Konstantina Velikog postao Konsularis Aquarum.

Djelatnost vodoopskrbe pratile su i radionice za obradu olova i izradu olovnih cijevi – plumberije, koje su osim carskih mogle biti i privatne.

Akvedukti su podizali općedruštveni standard, zdravlje i higijenu građana pa su akvedukti bili državno pravno zaštićeni.

Akveduktima dopremljena voda u grad prvenstveno je punila javne zdence i na taj način besplatno služila narodu. Neiskorištena voda što je neupotrijebljena istjecala iz zdenca mogla se uz odobrenje, a kasnije i uz naplatu, koristiti preko posebnih vodova za praonice rublja i suknare. Privatnik se mogao priključiti na javnu vodovodnu mrežu uz carsku dozvolu.

Pored takvih stalnih i doživotnih dozvola za priključak postojali su i ugovori za korištenje vode na sate, dane ili u neko godišnje doba.

No kako je čovjek uvijek i posvuda isti, vješti su se obrtnici i tada ponekad uspijevali bez carskog dekreta potajno priključiti na vodovodnu instalaciju.

Oko vodovodnih konstrukcija uspostavljane su zaštitne zone. Ako bi tko u doba republike namjerno onečistio vodu u javnom zdencu morao je platiti novčanu kaznu.

Povijest vodoopskrbe Zadra od rimskog doba do 19.stoljeća

Prva opskrba tekućom vodom grada Zadra gravitacijskim akveduktom BIBA - JADER dužine 40350 m, izgrađenim od izvora Biba na području Vranskog jezera do Zadra datira još iz I stoljeća n.e.

Jader je, poput ostalih primorskih naselja imao povoljan visinski položaj (nešto viši od nulte točke morske razine) za dovod vode pomoću gravitacijskih kanala, za razliku od onih liburnskih naselja koja su osnovana na glavicama i visokim platoima. Hidrografske karakteristike okoliša starog Jadera uvjetovale su rješenje vodoopskrbe u doba Rima.

Na sjeveru, svega 8 km udaljeno od Zadra nalazilo se veliko jezero, poznato Bokanjačko blato. Iako na prikladnoj nadmorskoj visini, nije moglo doći u obzir za izgradnju gravitacijskog kanala, jer ga od Zadra dijeli velika prirodna prepreka, dugačka i visoka bokanjačka kosa. A i po rimskim sanitarnim shvaćanjima ovo močvarno jezero nije moglo doći u obzir, jer nije imalo istaknuto izvoriste a i vode mu nisu nadzemnim i otvorenim koritom, već poniranjem otjecale u more i obližnju Miljašić jarugu (Boljkovac).

Osim ovog potencijalnog izvora vode za Jader, realno su postojala samo dva područja prikladna za izgradnju gravitacijskog akvedukta za Jader.

Prvo i najbliže izvoriste gradu je izvor Botina, 4 km istočno ispod sela Crno gdje još i danas izvire voda i pored ostalih manjih izvora puni korito potoka Ričina (Grobljanski potok).

Drugo se područje nalazi u prostranoj Vranskoj dolini, s najvećim priobalnim jezerom na istočnoj obali Jadrana, poznatim Vranskim jezerom. Uz njegovu sjeveroistočnu stranu nalaze se mnogobrojni izvori i vrela od kojih su najsnažnija, nepresušna vrela Škorobić, Biba i Pećina koja su imala sva svojstva koja su zahtijevali rimski graditelji akvedukata: hladnu i zdravu vodu prijatnog okusa.

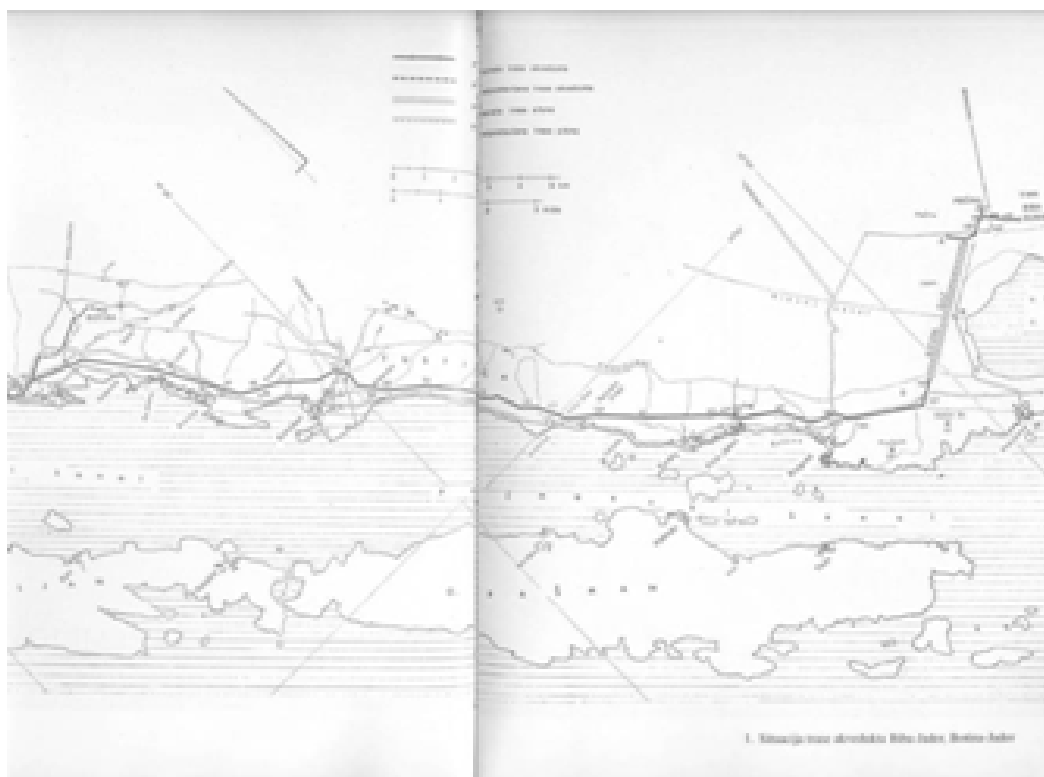
Ostatak kamenog natpisa (otkriven 1620.g. u kući Panizzoni u Zadru) potvrđuje da je jedan od dva akvedukata koji su alimentirali Jader tekućom vodom bio sagrađen za cara Trajana (98-117.g.) što su dokazala kasnija interdisciplinarna istraživanja. Po svemu sudeći, kolonija Jader nije bila snabdjevana tekućom vodom prije početka 2 stoljeća n.e., a ako ipak jest, onda je to bio eventualno neki treći, nepoznat akvedukt.

Istraživanja akvedukata su započela slučajno. Godine 1891. i 1897. područje Dalmacije zahvatile su velike dvogodišnje suše, pa je 1891. g. formiran odbor za izgradnju novog i kapacitetom zadovoljavajućeg vodovoda. Stručna ekipa (na čelu s ing. Čermakom) došla je nakon terenskih istraživanja do zaključka da rješenje treba tražiti u veoma snažnim i kvalitetnim izvorima Bibe i Škorobića. Ispitujući teren radi eventualne realizacije takvog vodovoda, stalno su nailazili na ostatke starog i napuštenog akvedukta Biba-Jader pitajući se istodobno, kako to da vlada 1897. godine nije u stanju riješiti goruće pitanje opskrbe grada tekućom pitkom vodom obnovom napuštenog akvedukta, dakle ono što su rimljani realizirali prije gotovo 2000.g.

Daljnjim istraživanjima (L. Jelić) utvrđeno je da su se rimski graditelji našli pred skupim i hidrotehnički složenim problemom: kako provesti vodeni tok preko 5 km duge i 36 m niže od nadmorske visine Vranske doline. Problem se pokušao građevinski riješiti pomoću kamenog sifona, koji međutim zbog niza manjkavosti nije po svemu sudeći nikada proradio.

Budući da sifonska dionica nije arheološki ispitana teško je suditi uspješnost projekta. Dosad prikupljeni terenski podaci više govore u prilog pretpostavci da je kameni sifon u osnovi bio promašena tehnička zamisao budući da na unutarnjim stijenama kamenih elemenata nema nikakvih kalcitnih naslaga koje nastaju na protočnoj stijeni svake vodovodne cijevi uslijed djelovanja ugljične kiseline na vapnenac. Dobiva se dojam da kroz kameni sifon uopće nije protjecala voda. Drugi je argument taj što su stijenke sifona isklesane od mekog vapnenca i preslabo dimenzionirane za potreban pritisak od 3,6 atmosfera. To je vjerojatno uzrokovalo prskanje sifona već kod prvog punjenja i puštanja u probni rad. Osim toga, prosuđuje se da se nije mogla riješiti vodonepropusnost na 8000 komada kamenih sastavnica što bi i suvremena građevina teško riješila. Zato se danas kamenu sifonsku dionicu Biba –Jader smatra neuspjelim eksperimentom. Iz nužde i radi spašavanja tolikih investicija koje su bile uložene u gradnju 35 km duge trase gravitacijaskih kanala, bio je kasnije postavljen novi olovni sifon koji je bio položen paralelno s kamenim.

Potvrda su brojni nalazi olovnih cijevi velikog protočnog presjeka. U toku 1955.g. terenskim je istraživanjem istražen dio trase akvedukta od Zadra do Bibinja u dužini od 4 km, a tijekom 1956.-57. istraženo je preostalih 38 km.



Slika 1. Situacija trase akvedukta Biba-Jader i Botina

I danas se u dijelovima grada mogu vidjeti ostaci nekadašnjeg monumentalnog akvedukta.

Drži se da je ulaz akvedukta u grad bio kod današnjih Kopnenih vrata (Foša).

Još nema odgovora na pitanje gdje se nalazio prihvatni rezervoar. Pomišljalo se da bi to mogla biti mletačka cisterna Pet bunara podignuta 1574.g. kao kaptažni rezervoar oborinske vode, koja je nakon dovršenja vodovoda od Botine 1838.g. upotrijebljena kao gradski rezervoar. Protuargument je činjenica da je ona sagrađena na položaju nekadašnjeg obrambenog jarka, a rimljani su gradske rezervoare gradili isključivo unutar branjenog gradskog prostora. Nalazi također dokazuju da ja stari Jader na položaju rimskog foruma imao javnu fontanu.

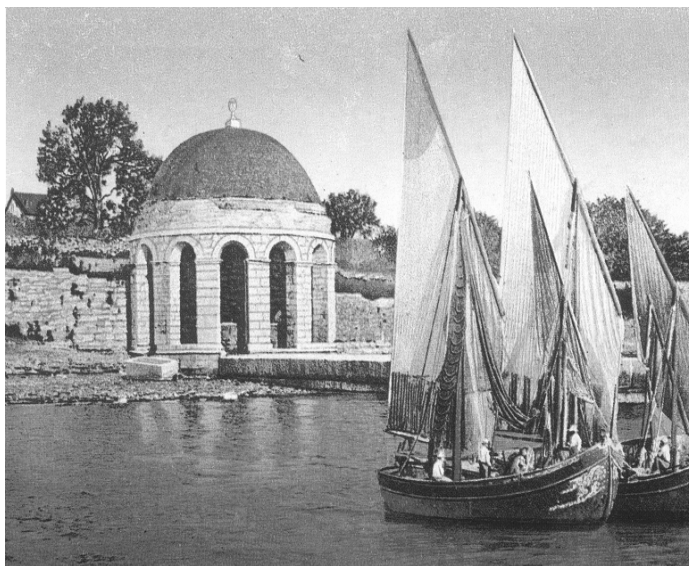
Hidraulički izračuni pokazuju iznenađujući zaključak da je unatoč 40 km duge i solidno izvedene vodovodne konstrukcije, u Jader transportirano svega 6 L/s vode, a poznato je da je Jader imao svoje gradske terme i da su neke vile bile priključene na podzemnu niskotlačnu vodovodnu mrežu koja je na otkrivenom dijelu grada bila sastavljena od cjevastih keramičkih elemenata

Problem je bio riješen izgradnjom drugog akvedukta 115. godine što je polazio s izvora Botina, maksimalnog kapaciteta 34 L/s i koji je kao dodatni akvedukt dužine 3400 m bio priključen na vodovodnu konstrukciju akvedukta Biba-Jader. Ako se zbroji dolazna voda od Bibe i Botine, u grad Jader je moglo ući maksimalno oko 40 L/s vode. Ako se uzme u obzir da je unutar bedema Jadera moglo živjeti najviše 10 000 stanovnika, to bi iznosilo po glavi oko 300 L protočne vode na dan (što je više od današnjeg ES?!)

Budući da su gradski bedemi štitili urbanizirana naselja od neprijateljskih nasrta, nema sumnje da su akvedukti izvan zidina bili najslabija strateška točka takvih naselja. Vjerojatno je poput drugih akvedukata na području Dalmacije, akvedukt Biba-Jader uništen kao i oko 4 km duga trasa akvedukta od Botine do Jadera (koja je kasnije ponovo obnovljena). Zbog sve veće nesigurnosti u opskrbi rimskih gradova tekućom pitkom vodom, posebno nakon prestanka njihova rada, urbani centri su se ponovo vratili cisternama za kaptažu oborinske vode, odnosno revitalizaciju zapuštenih zdenaca. Ovo potvrđuju kasniji nalazi u Zadru.

Na prijelazu iz antike u srednji vijek na području Zadra kopali su se bunari koristeći podzemnu vodu, koji su u mnogim gradskim dvorištima sačuvani do danas (bunar Sirac u blizini gradskog arhiva, Planchit pored crkve Sv. Krševana, u klaustu franjevačkog samostana...). U okolini grada je bilo više zdenaca, najznačajniji je izvor Vrulje u sjevernom dijelu luke i zdenac Fontana

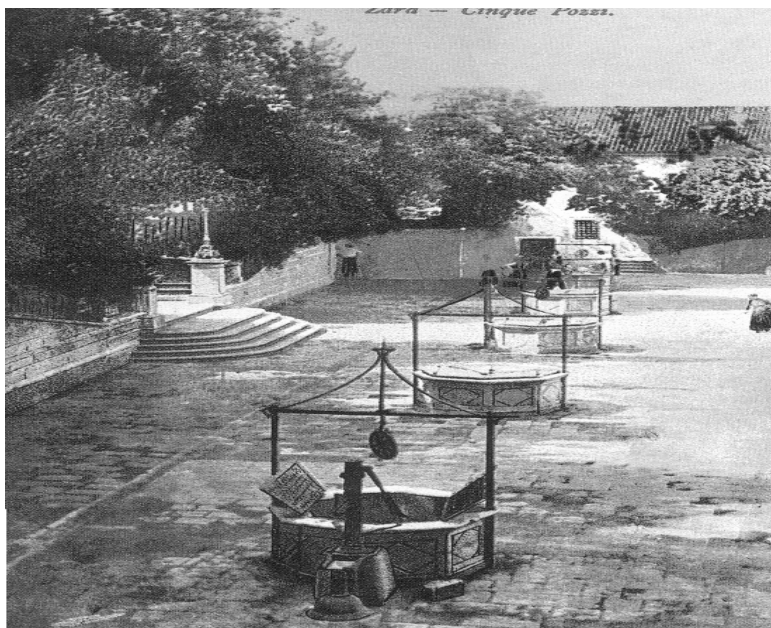
(slika 2) u predjelu Kolovara uz samo more koja je služila za opskrbu brodova, a Mlečani su je koristili za vrijeme opsjedanja Zadra početkom 14 stoljeća. Iz tog se razdoblja spominje i cisterna na Zelenom trgu.



Slika 2. Zdenac Fontana s početka 14.st.

1565.g. na poljani Kampa izgrađena je cisterna veličine cijele poljane za prihvati kišnice koja je pritjecala s pločnika iznad cisterne.

1574.g. kada su izgradnjom širokih bedema oko grada prestali biti u funkciji obrambeni opkopi na jugoistočnoj i sjevernoj strani grada, u njima su izgrađene cisterne. Na jugoistočnom opkopu izgrađena je velika cisterna s pet otvora za crpljenje vode s renesansnim vijencima od kamena nazvana Pet bunara (slika 3).



Slika 3. Trg Pet bunara

U sjevernom opkopu Kaštela najprije su izgrađene dvije cisterne, a **1751.g.** i treća cisterna s baroknim kamenim vijencima nazvana Tri bunara.

1659. g u utvrdi Forte izgrađena je veća cisterna (danas park V. Nazora) za potrebe vojne posade.

Novija povijest vodoopskrbe zadarskog područja

Trinaest stoljeća nakon prestanka rada rimskih akvedukata Zadar je ponovo dobio gradski vodovod. Sagrađila ga je **1838.g.** austrijska uprava na državni trošak (C.Bianchi), a trasa novosagrađenog vodovoda Botina-Zadar slijedila je dijelom trasu starog rimskog akvedukta. Na području današnje Botine iz pećine Kučina istjecalo je vrelo gdje se nalaze ostaci uzdužne konstrukcije, udaljene od jadranske magistrale oko 500 m prema istoku. Unutar austrijske kaptažne konstrukcije još se i sada nalaze pod vodom preljevni bazeni gdje se pročišćavala i smirivala voda prije nego je 1838. potekla kamenim gravitacijskim cijevima dužine 4 278 m prema Zadru i punila cisternu na Trgu pet bunara (kapaciteta 2800 m³) a kasnije izgradnjom gradske mreže i cisternu na Trgu 3 bunara (kapaciteta 864 m³). Iz njih su vodarice raznosile kablina na glavi vodu po kućama u gradu. Nakon prestanka rada rimskih akvedukata, taj austrijski vodovod je prvi i najstariji vodovod novoga Zadra, a po svemu sudeći i najstariji na području Hrvatske.

Budući da se pokazalo kako raspoložive količine vode od 42,1 L/s ne zadovoljavaju ni minimalne potrebe stanovništva, u razdoblju od 1891.-1900. g. provedeni su istražni radovi u svrhu poboljšanja vodoopskrbe grada Zadra.

1901.g. austrijska je uprava izgradnjom novog vodovoda Bokanjac-Zadar, udarila temelje današnjem vodoopskrbnom sustavu. Voda se crpila iz dubokih kopanih bunara na Bokanjačkom blatu, tlačila do vodospreme Bokanjac (kapaciteta 500 m³), a zatim magistralnim cjevovodom dužine 5100 m stizala do grada i gradskom mrežom dužine 6040 m do kućanstava. Izgrađeni su i protupožarni hidranti i fontana na Novoj obali .

Od **1910. -1935.g.** izgrađeni su *Bunar 3* (kapaciteta 23,6 L/s), *Bunar 4* (kapaciteta 40 L/s) i povećan je kapacitet vodospreme na 2500 m³ .

1946. osniva se poduzeće Gradski vodovod Zadar (raspoloživi kapacitet izvora 40-60 L/s, kapacitet tlačnog voda 27 L/s, kapacitet vodosprema i pomoćnih vodosprema 2500 m³, dužina vodovodne mreže 35 km, broj vodovodnih priključaka 770, ostvarena prodaja vode u1946. g. je 313 164 m³).

1956. izgrađena je vodsprema *Zadar I* i tranzitni cjevovod od vodospreme prema nekim gradskim predjelima (Plovaniji, Stanovima) te je rekonstruiran gravitacijski cjevovod čime je povećan kapacitet dotoka vode u grad s 35 L/s na 400 L/s. Vodvod preuzima mrežu od vodospreme *Bokanjac* u pravcu Zemunika (Zrakoplovna baza) kojom opskrbljuje naselja Bokanjac, Crno i Musapstan.

1957.g. izgrađen je *Bunar V*, kapaciteta do 160 L/s.

1960 - 1975.g. proširena je vodoopskrba na naselje Diklo , pušten u rad bunar *Jezerce*, kapaciteta 40-160 L/s (1966), izgrađena vodosprema *Straža* i tlačni cjevovod od izvora *Jezerce* do vodospreme i od vodospreme do Nina (1969), izgradnja vodovoda u pravcu Zatona i Petrčana (1970), izgrađen vodovod prema

Privlaci (1971), izgrađen zahvat *Boljkovac*, kapaciteta 40-80 l/s i tlačni cjevovod od izvora do vodospreme *Straža* (1972), proširena vodoopskrba na Bibinje (1973), te do Grba i prema Vrsima (1975), puštena u rad vodosprema *Zadar II* (1975).

Budući da tadašnji kapaciteti nisu mogli zadovoljiti sve veće potrebe grada i okolnih mjesta, osobito u ljetnom periodu, **1981.g.** pušten je u rad Regionalni vodovod sjeverne Dalmacije: galerijskim zahvatom kaptirani desnoobalni izvori Sekulić, Dorinovac, Čavlinovac, Manišino vrelo i Čavle i vode Zrmanje zahvaćene u području Berberovog buka dovode se do crpne stanice *Dolac*, odakle se tlače do vodospreme i prekidne komore *Milanci* (kota 183 m n.v.) Od vodospreme *Milanci* voda teče gravitacijskim cjevovodom dužine 44 km u pravcu Obrovac-Maslenica-Zadar s odvojkom od Maslenice do Starigrada (podvelebitski krak). Istočni krak vodi u pravcu Obrovac-Karin-Benkovac.

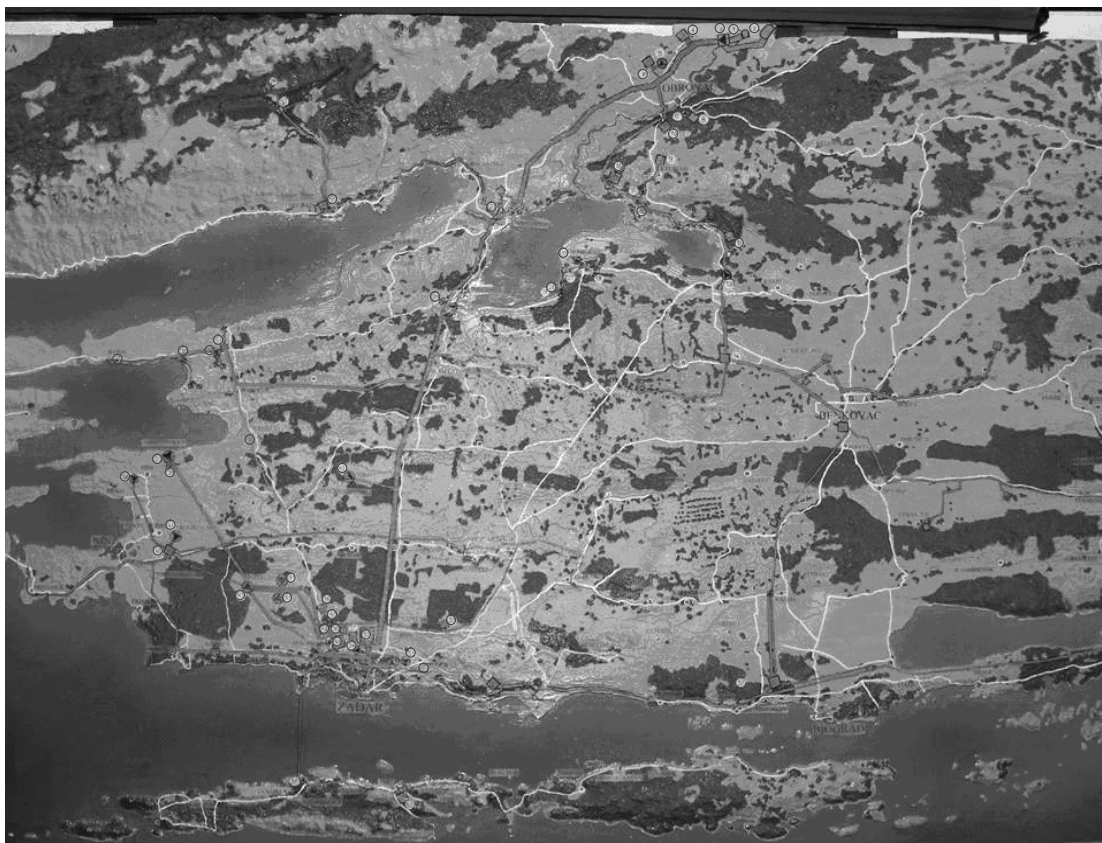
1990.g. iz javnog poduzeća *Vodovodi sjeverne Dalmacije* izdvaja se samostalno poduzeće *Odvodnja*.

1991 - 1995.g. tijekom Domovinskog rata, nakon okupacije zahvata na Zrmanji i prekida rada Regionalnog vodovoda, uz raspoložive vode iz izvorišta *Bokanjačko blato* i *Boljkovac* (koja su osiguravala 25% predratne potrošnje), vodoopskrba grada rješavala se zahvaćanjem vode iz izvora *Relja*, *Vruljica* i *Golubinka*. 1993. godine su izgrađeni objekti vodoopskrbnog sustava *Golubinka* (I faza Golubinke), 1994. godine rješava se spojni cjevovod između vodosprema *Zadar I/II* i *Pudarica*, 1995. izgrađena je crpna stanica *Oko* u Dračevcu, izgrađen i pušten u rad tlačni cjevovod Jezerce -Zadar i rekonstruirana crpna stanica *Jezerce* (II faza Golubinke).

Od 1995.g. do danas nastavljena je intenzivna izgradnja objekata sustava Regionalnog vodovoda sjeverne Dalmacije, izgradnja lokalnih vodovodnih mreža i njihovo spajanje na regionalni vodovod, izgradnja novih i rekonstrukcija postojećih vodovodnih ogranaka i kućnih priključaka.

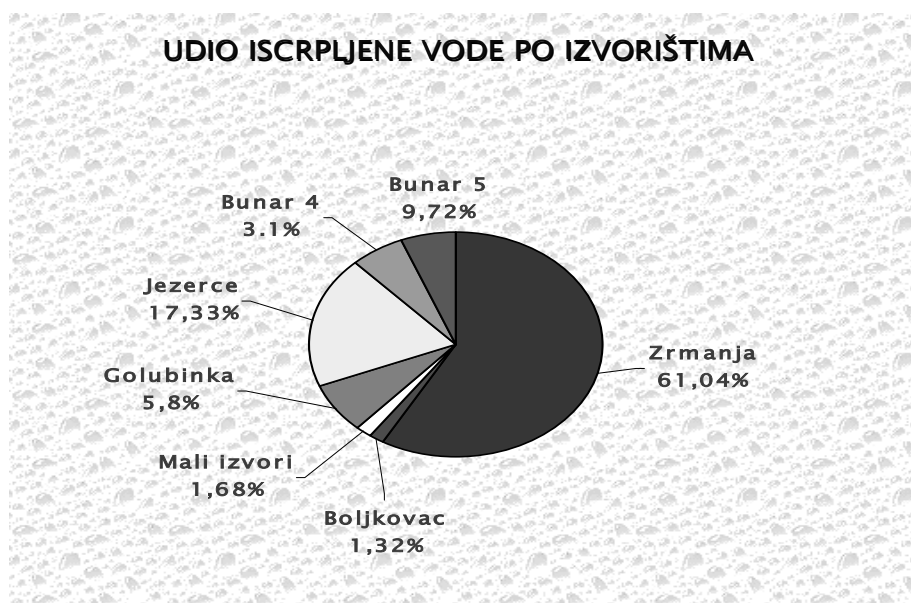
DANAS

Okosnicu vodoopskrbe grada Zadra i naselja Zadarske županije čini Regionalni vodovod. Predstavlja kombinaciju regionalnog sustava (vodozahvati na Zrmanji) s vodozahvatima u Bokanjačkom blatu, Ninu i Poličniku, i lokalnih sustava s manjim lokalnim zahvatima (Novigrad, Strigrad i Žman na Dugom otoku).



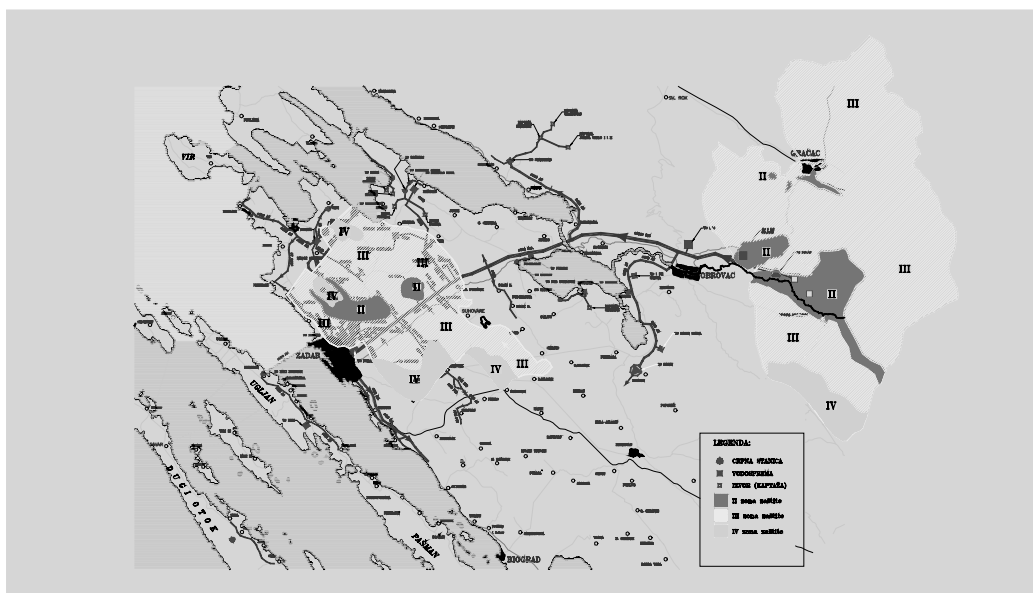
Slika 5. Vodoopskrbni sustav zadarskog područja

S regionalnog se vodovoda za potrebe vodoopskrbe naselja dijela Zadarske županije odvajaju podsustavi **za Obrovac i Benkovac**, te podsustavi **podvelebitskog, istočnog, sjevernog, zapadnog i otočnog pravca**.



Slika 6. Udio iscrpljene vode po izvorima

Prostire na oko 215 250 ha površine, opskrbljuje oko 123 000 stanovnika. U svom sastavu ima 55 crpnih uređaja ukupne snage 6 373 kW, kapaciteta 2 896 L/s, 23 vodospreme i prekidne komore ukupnog kapaciteta 31 840 m³. Dužina magistralnog cjevovoda je oko 197 km, razvodne mreže 573 km (ukupna dužina cjevovoda iznosi oko 750 km) i oko 200 km priključnih vodova. Glavnih je vodovodnih priključaka 32 750, a od tog broja na području grada Zadra je izvedeno 14 958 priključaka (podaci za 2005. godinu). Uz glavne je zaprimljen i veliki broj sekundarnih vodomjera. Gustoća potrošnje se kreće od 419 stanovnika po km mreže u gradu Zadru do 12 ili manje stanovnika po km mreže u manje naseljenim područjima.



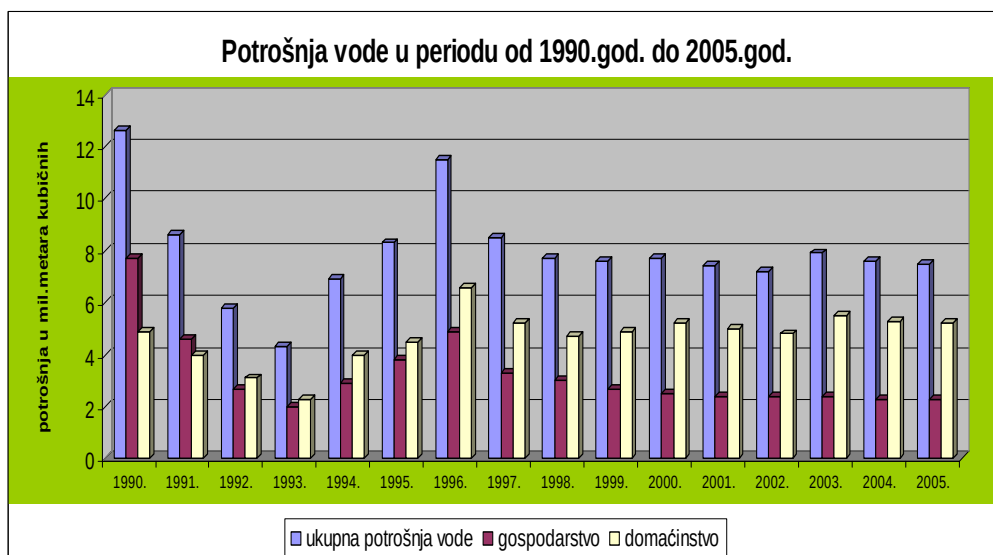
Slika 7. Shematski prikaz vodoopskrbnog sustava s označenim zonama zaštite

Sustav je građen za znatno veću potrošnju vode, koja je do rata kontinuirano rasla i 1989. godine dosegla svoj maksimum od 12 417 725 m³, uz dodatnih 746 510 m³ isporučenih gradu Benkovcu.

Od 1989. godine potrošnja vode se smanjuje, pa je 1999. godine bila na razini 1980. godine i iznosila je 7 832 868 m³, uz dodatnih 1 670 875 m³ isporučenih gradu Benkovcu.

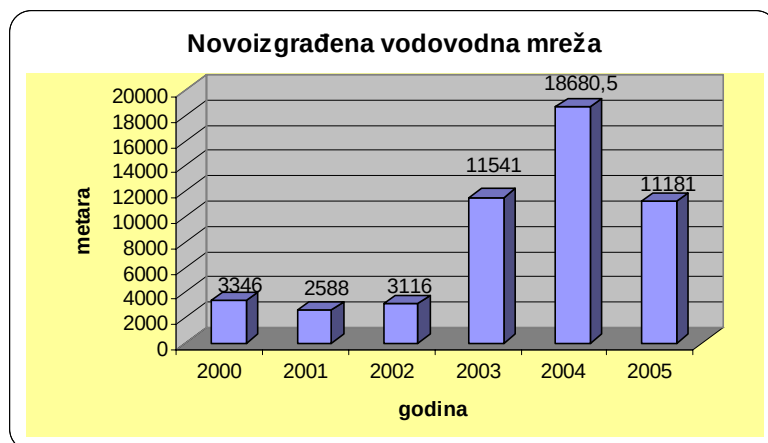
U posljednje se vrijeme potrošnja kreće između 7 800 000 i 8 200 000 m³ za područje Zadra i između 500 000 i 800 000 m³ za Benkovac i Biograd.

Naime, voda se putem lokalnih vodoopskrbnih poduzeća povremeno isporučuje gradovima Biogradu i Benkovcu, kao i općini Preko.

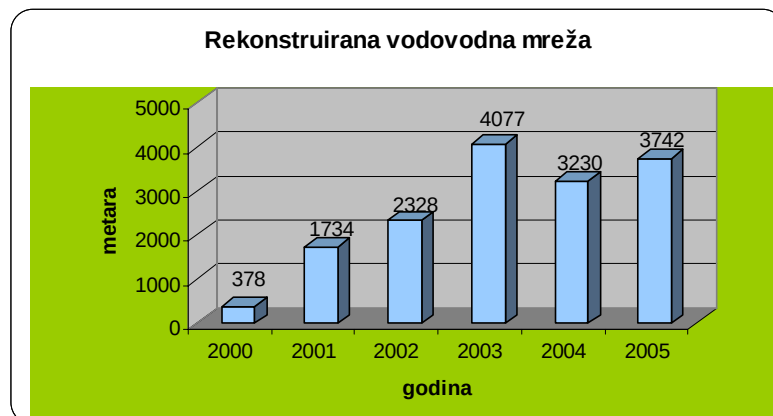


Slika 8. Potrošnja vode u razdoblju od 1990.-2005.

U 2005.g. isporučeno je ukupno 8.243 000 m³ vode, od toga kućanstvima 5.224 000 m³, privredi 1.531 000 m³ i drugim vodovodnim sustavima 751 000 m³. Vodovod također skrbi i o opskrbi otoka koji administrativno pripadaju gradu Zadru.



Slika 9. Prikaz izgradnje nove mreže u razdoblju od 2000.-2005.



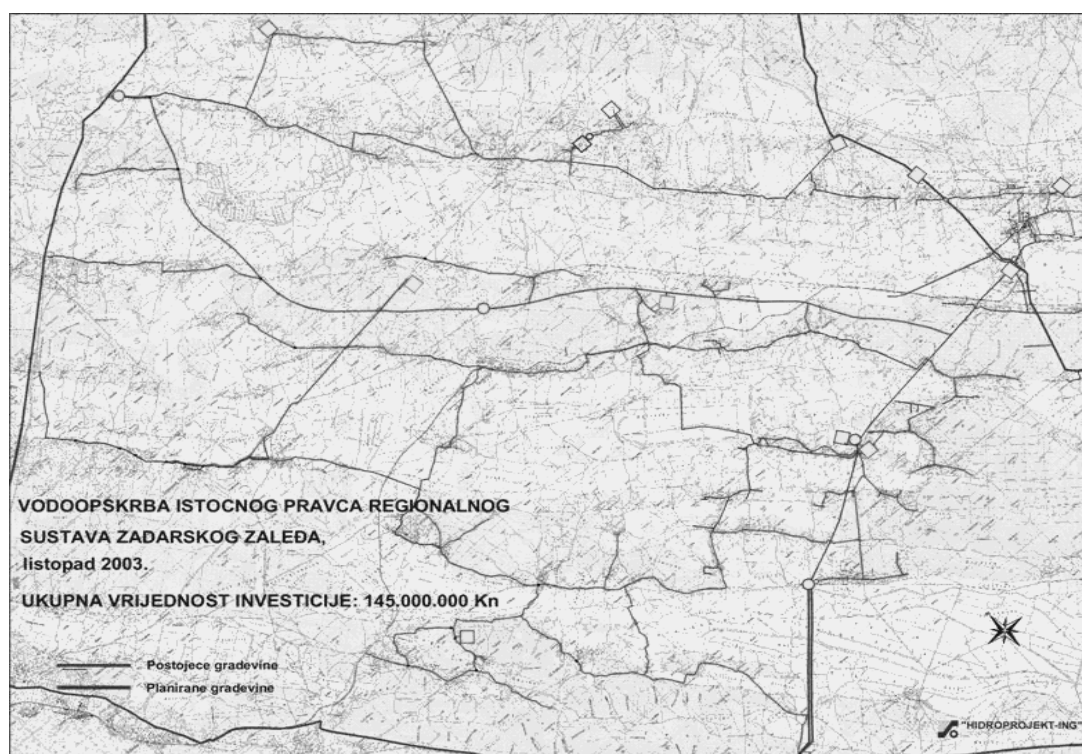
Slika 10. Prikaz rekonstrukcija mreže u razdoblju od 2000.-2005.g.

SUTRA

Podvelebitskim ogrankom regionalnog vodovoda rješava se vodoopskrba naselja na području od Maslenice do Starigrada, a razmatra se mogućnost produženja magistralnog cjevovoda do Mandaline, odnosno na područje karlobaškog vodoopskrbnog sustava. Vodovodni sustav podvelebitskog područja čine: izgrađeni magistralni cjevovod od odvojka s regionalnog vodovoda kod Maslenice do Starigrada, projektirani vodospremnik i prekidna komora *Rovanjska*, postojeći i projektirani budući vodospremnik *Starigrad* i vodospremnik *Seline*, nedavno dovršen.

Sustav vodoopskrbe naselja na području istočnog pravca regionalnog vodoopskrbnog sustava zadarskog zaleđa čine: projektirane crpne stanice *Grgurica* i *Biljane Donje*, spojni cjevovod na vodospremnik *Zemunik Gornji*, magistralni cjevovodi c.s. *Grgurica* - c.s. *Biljane Donje*, c.s. *Biljane Donje* - vodospremnik *Marići* i vodospremnik *Marići* - spojno okno na postojećem spojnem cjevodovodu s benkovačkim vodoopskrbnim sustavom, te vodospremnici *Zemunik Gornji* i *Marići*. Uz navedene, sustavu istočnog pravca pripadaju i izgrađeni glavni cjevovodi *Grgurice* - *Islam Latinski* - *Islam Grčki* - *Kašić* (koji se planira rekonstruirati), projektirana procrpnica *Donji Kašić*, izgrađeni vodospremnik *Podgradina* i projektirani vodospremnik *Debeljak*.

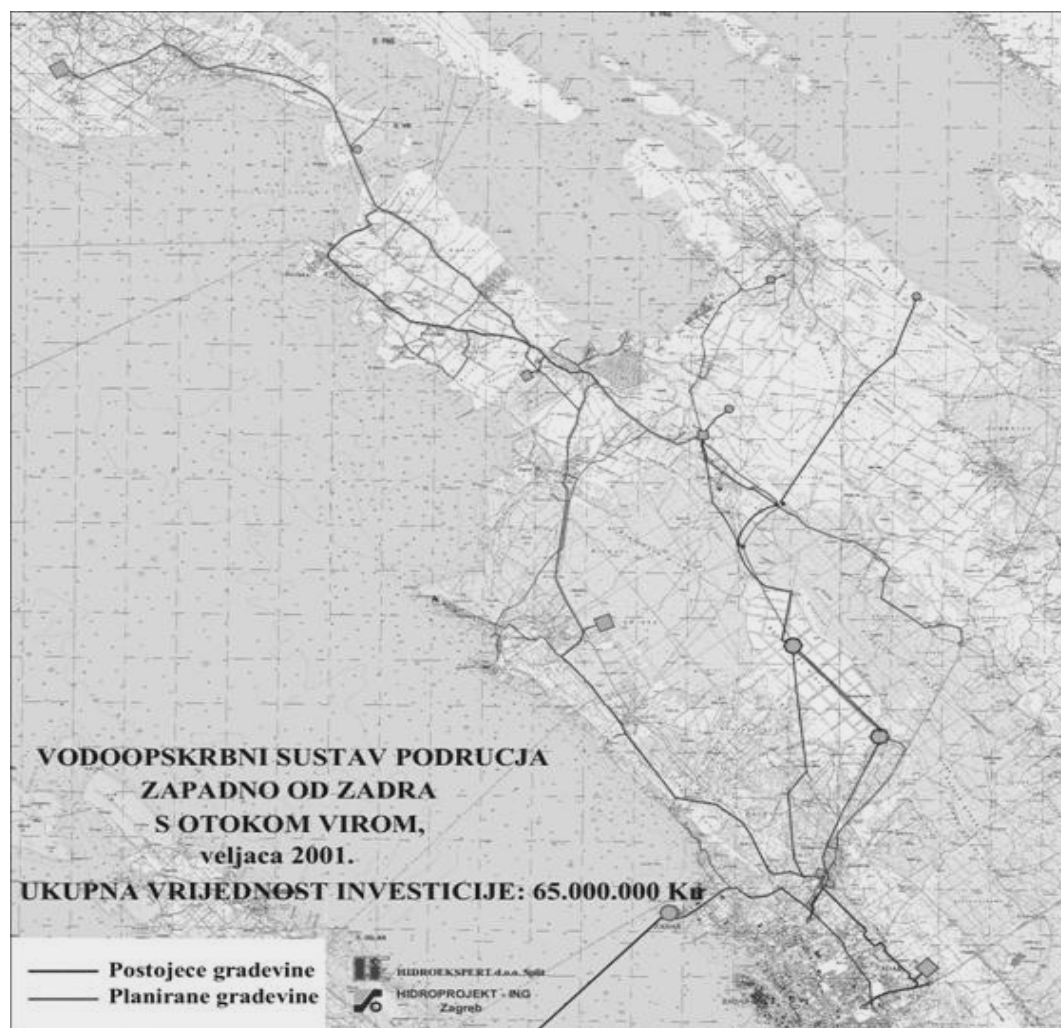
Usvojenim rješenjem vodoopskrbe naselja na području istočnog pravca regionalnog vodoopskrbnog sustava zadarskog zaleđa omogućuje se dodatno povezivanje zadarskog, benkovačkog i biogradskog vodoopskrbnog sustava.



Slika 11. Vodoopskrba istočnog pravca regionalnog sustava zadarskog zaleđa (Hidroprojekt-ING, Zagreb, listopad 2003.)

Sustav vodoopskrbe naselja sjevernog pravca koja opskrbljuje Vodovod d.o.o. Zadar u završnoj je fazi realizacije a čine ga: izgrađeni magistralni cjevovodi Lovinac - Radovin, Radovin - Ražanac i Radovin - vodospremnik Škripača, izgrađeni novi vodospremnici Ražanac i Škripača, stari vodospremnik Vinjerac (koji se planira modernizirati), projektirani vodospremnici Jovići i Slivnica Gornja, te procrpnice Bistrići u Radovinu i Vučijak za naselja Vučijak i Slivnicu Gornju. S obzirom na količine vode koje stoje na raspolaganju za vodoopskrbu sjevernog područja Zadarske županije i uz potrošnju na razini dosadašnje, postoji mogućnost usmjeravanja vode prema otoku Pagu.

Rješenje vodoopskrbe naselja zapadnog pravca na području zapadno od Zadra s otokom Virom obuhvaća izgradnju magistralnog cjevovoda Petrčane - Nin - Privlaka - Vir, crpne stanice Vir, te vodospremnika Vir i Petrčane. Ujedno, za poboljšanje vodoopskrbe ovog područja u prvoj je fazi izgradnje predviđena sanacija gubitaka uz istovremeno prespajanje vodospremnika Straža u kompenzacijski spoj, rekonstrukcija postojećeg čeličnog cjevovoda DN 700 mm i cjevovoda oko vodospremnika Zadar I i II. S obzirom na raspoložive količine vode, oko 20 l/s moguće je uputiti prema otoku Pagu.



Slika 12. Rješenje vodoopskrbe naselja zapadno od Zadra s otokom Virom (Hidroprojekt –ING, Zagreb, veljača 2001.)

Za potrebe vodoopskrbe zadarskih otoka izgrađenim podmorskim cjevovodom voda se iz vodoopskrbne mreže grada Zadra od Puntamike dovodi na otok Ugljan (M. Lukoran).

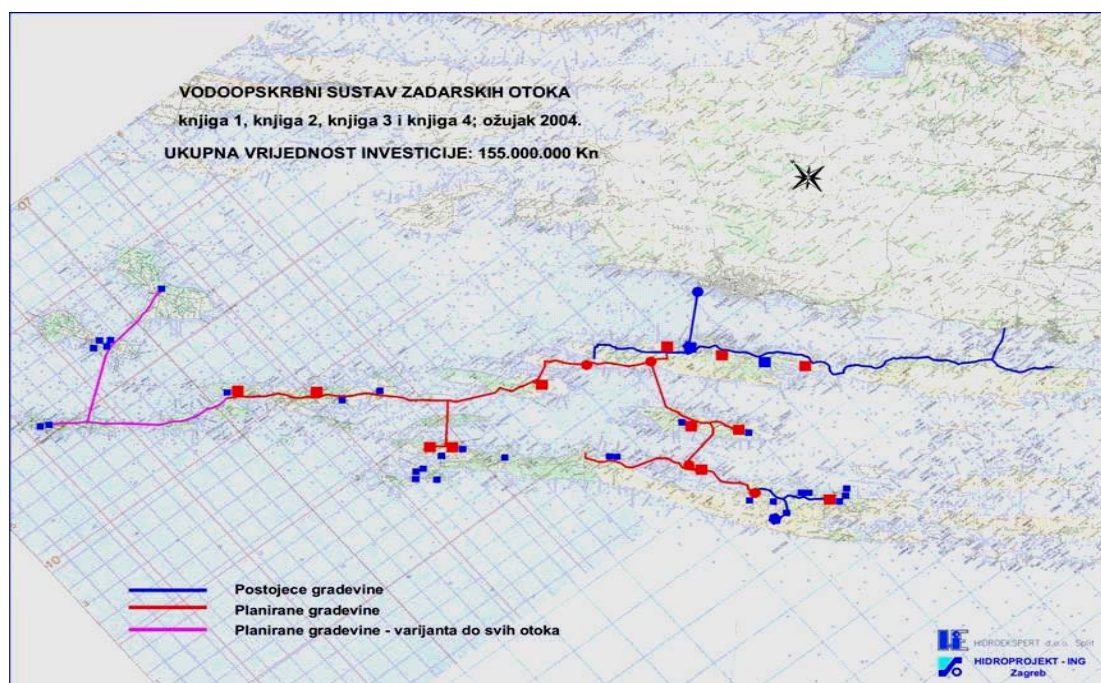
Otok Ugljan zbog svog položaja predstavlja otok-čvorište (središnji dio) vodoopskrbnog sustava s kojeg će se voda razvesti na južnu (Iž, Rava i jugoistočni dio Dugog otoka) i zapadnu skupinu otoka (Rivanj, Sestrunj, Molat, Ist, Premuda, Olib, Silba, Zverinac i zapadni dio Dugog otoka), dok je istočni krak prema otoku Pašmanu uglavnom već izgrađen i spojen s biogradskim vodoopskrbnim sustavom, tako da naselje Kukljica, koja inače pripada zadarskom vodoopskrbnom sustavu, vodu privremeno dobiva preko otoka Pašmana.

Sustav vodoopskrbe naselja **otočnog pravca** koja opskrbljuje Vodovod d.o.o. Zadar čine: crpna stanica *Borik* (koja bi se uskoro trebala pustiti u funkciju), izgrađeni podmorski cjevovod *Borik - otok Ugljan*, vodospremnik *Starešin* (u gradnji), glavni cjevovod od izlaza podmorskog cjevovoda do vodospremnika *Starešin*, izgrađena privremena procrpnica u Malom Lukoranu, te istočni krak glavnog cjevovoda koji spaja Veliki Lukoran, Preko, Kali do Kukljice i zapadni na potezu Veliki Lukoran - Ugljan.

Na zapadnom kraku glavnog cjevovoda planiran je vodospremnik *Burnjača* za naselje Ugljan. Na istočnom se kraku koristi vodospremnik *Kali*, a planirani su vodospremnici *Preko* i *Kukljica*.

Na južnoj skupini otoka planirani su vodospremnici *Veli Iž*, *Mali Iž*, *Rava* i *Sali*, a na zapadnoj vodospremnici *Sestrunj*, *Božava*, *Soline*, *Molat* i *Ist*, te crpne stanice *Prtljug* i *Ugljan* na Ugljanu, *Rava* na Ravi i *Luka* na Dugom Otoku.

Putem **južnog spoja iz Sukošana prema Biogradu** ljeti se voda isporučuje biogradskom području.



Slika 13. Vodoopskrbni sustav zadarskih otoka,
(Hidroprojekt-ING, Zagreb, ožujak 2003.)

ZAKLJUČAK

Tijekom stoljeća izgradnja vodoopskrbnih objekata pratila je razvoj i potrebe stanovništva i nalazi se u neprestanom dinamičkom razvoju. Današnja je politika i vizija Vodovoda da kroz osuvremenjivanje poduzeća i stalno poboljšanje kvalitete usluga što veći broj stanovnika opskrbi dovoljnim količinama zdravstveno ispravne vode za piće.

LITERATURA:

1. DR. Boris Ilakovac: Rimski akvedukti na području sjeverne Dalmacije, Zagreb 1982.
2. C.F. Bianchi, Antichita Romane e Medioevali di Zara, Zara 1883.
Hidroprojekt ING, Zagreb, Karte projekata vodoopskrbnog sustava

KONTROLA KVALITETE I ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST VODE U VODOOPSKRBNOM SUSTAVU GRADA ZAGREBA U PERIODU OD 1995. DO 2006.

Sandra Šikić*, Mira Mihovec-Grdić**, Svjetlana Andreis*, Danica Lisičar**

SAŽETAK

Održavanje kvalitete i zdravstvena ispravnost vode za piće od je neupitne važnosti. Zbog toga je potrebna svakodnevna ocjena njene kvalitete, te analiza fizikalno-kemijskih i mikrobioloških svojstava i ocjena njene zdravstvene ispravnosti. Velika raznovrsnost onečišćenja vode za piće u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti postavlja uvijek nove izazove i zadatke određivanja tih onečišćenja. Da bi se to moglo ostvariti važno je opremiti laboratorije sa sofisticiranom opremom, educirati djelatnike, redovito pratiti stručnu literaturu, zakone, pravilnike, provoditi interkalibracije i akreditacije kako bi rad na ocjeni kvalitete i zdravstvene ispravnosti vode bio uspješan i pouzdan. Osim navedenog od iznimne je važnosti uspostaviti integralni informatički sustav koji bi povezoao sve subjekte u lancu od nadležnih ministarstava, inspekcija i zavoda s ciljem brže i pouzdane razmjene podataka, a po potrebi i informiranja javnosti o kvaliteti vode.

Ključne riječi: kvaliteta vode, interni laboratorij, zdravstvena ispravnost, akreditirani laboratorij

UVOD

Voda je osnovni uvjet nastanka i razvoja naselja, ona je uvjet života i zato osiguranje dovoljnih količina vode za piće ima izuzetan značaj, kako nekada tako i danas. Razvoj grada dovodi do dugogodišnjeg problema opskrbe vodom, što je gradsku upravu prisililo na rješavanje tog problema, te se 1861. godine osniva "Vodovodni odbor". Kako je cjelokupna vodoopskrba ovisila o tridesetak kopanih privatnih zdenaca s malim količinama vode, a samo su zdenci Zrinski i Manduševac imali dostatne količine vode neovisne o suši, bilo je potrebno odlučiti o načinu opskrbe, jer je Zagreb bilo moguće opskrbiti vodom na više načina (gorski izvori, potoci, neposrednim zahvatom i filtriranjem Save, te kopanjem i zahvatom podzemne vode iz vodonosnika savskog aluvija). Prevladala je ideja o kopanju zdenaca i zahvatu podzemne vode iz aluvija rijeke Save. Crpke na parni pogon, tlačile su vodu kroz 3919 m dug lijevano željezni cjevovod do rezervoara na Jurjevskoj cesti volumena 1560 m³. Građani su se opskrbljivali vodom preko javnih izljeva na uličnim vodovima čija je ukupna duljina bila oko 13,5 km. Bilo je to davne 1878. godine, a analize i ocjenu kvalitete vode dao je prof.dr. Janaček iz Beča, prema čijim je analizama bilo ocjenjeno da "voda ima osobine zdrave i pitke vode".

* Zavod za javno zdravstvo grada Zagreba

** GKG, podružnica vodoopskrbe i odvodnje, sektor vodoopskrbe

Današnja javna vodoopskrba u gradu Zagrebu bazirana je također na zahvatu podzemne vode iz bogatog vodonosnika savske aluvijalne doline, koji osigurava dovoljne količine vode za sadašnje, a nadamo se i buduće potrebe.

Ocjenu interne kontrole kvalitete vode daje laboratorij „Vodoopskrbe i odvodnje“, a kontrolu i ocjenu zdravstvene ispravnosti provodi laboratorij Zavoda za javno zdravstvo grada Zagreba, dok nadzor nad vodoopskrbom i vodoopskrbnim objektima provodi sanitarna inspekcija Grada Zagreba.

Današnja vodoopskrba koristi sedam crpilišta s ukupno 36 zdenaca na području Zagreba i Samobora. Dnevna količina vode danas je porasla od 4 600 m³ na više od 350 000 m³. Počevši s jednom vodospremom, do današnjih 33 raspoređenih u tri vodoopskrbne zone kapaciteta 125 000 m³; s vodoopskrbnom mrežom od početnih 13,5 km do današnjih 3 000 km. Zdravstveno ispravna voda za piće stiže do domova gotovo svih građana grada Zagreba, Samobora i niza naselja u blizini i daljoj okolini grada. Vodoopskrbni sustav grada Zagreba opskrbljuje vodom oko 850 000 ljudi.

KONTROLA KVALITETE VODE

Interna kontrola kvalitete vode

Od davne 1878. godine kada je započela javna briga o kvaliteti vode i njezinom utjecaju na zdravlje stanovništva, od prvog nalaza “da je voda zdrava i pitka”, mnogo se toga promijenilo. Ideja o osnutku vlastitog laboratorija pokrenuta je 1937. godine (prof.dr. H.Iveković). Početna ideja realizirana je tek krajem 1961. godine (rad laboratorija započeo je 01. prosinca 1961.godine), osnivanjem kontrolnog laboratorija u kojem su se provodila osnovna fizikalno-kemijska i bakteriološka ispitivanja. Novoosnovani laboratorij bio je opremljen sa svim potrebnim uređajima, za ono vrijeme “suvremeno opremljen”, a osoblje je samostalno provodilo uzorkovanja i ispitivanja nakon edukacije u Zavodima za zaštitu zdravlja, te su se analize vode provodile na isti način i istim metodama.

Napredak društva, razvoj industrije, korištenje sve većeg broja različitih kemijskih spojeva u svakodnevnom životu dovelo je do zagađenja velikog broja zdenaca koji su korišteni u vodoopskrbi. U periodu 1980. - 1993. godine isključeno je 12 crpilišta, zbog različitih zagađenja (metali, organska otapala, nitrati, nitriti, toluen, bakteriološka zagađenja).

Takva problematika zahtjevala je i osuvremenjavanje internog laboratorija opremom koja omogućuje ispitivanja i identifikacije u skladu sa nastalim problemima. Značajno opremanje laboratorija započelo je 1987. godine, a taj trend traje još i danas.

Važno je pri tome istaknuti da u suvremeno opremljenom laboratoriju na instrumentariju koji omogućuje ispitivanja niskih koncentracija različitih kemijskih spojeva i njihovu identifikaciju, moraju raditi stručno obrazovane osobe. Uzorkovanja i analize izvode se prema godišnjim planovima i specifičnim potrebama ovisno o problematici kvalitete vode, a definirani su “Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće” (NN 182/04.). Pripreme uzoraka za analizu, analiza odgovarajućom tehnikom, te interpretacija rezultata odvija se u skladu s propisanim i standardnim metodama i pravilnicima, odnosno zakonodavnim odredbama.

Kontrola kvalitete vode u svrhu provođenja mjera i ocjene njene kvalitete obavlja se kontrolom podzemne vode na vodozaštitnim - prilivnim područjima vodocrpilišta, kontrolom vode na vodocrpilištima iz zdenaca, kontrolom vode iz vodosprema, kontrolom vode sa zbirnih hidranata, te kontrolom vode iz dijelova vodoopskrbne mreže.

Interna kontrola kvalitete vode za piće provodi se određivanjem organoleptičkih i fizikalno-kemijskih svojstava vode, određivanjem kemijskih i toksičnih tvari, te utvrđivanjem bakterioloških svojstava vode.

Ovisno o indikacijama provode se i ciljana ispitivanja prema karakteru zagađenja pojedinog lokaliteta. Neka ispitivanja provode se i svakodnevno kroz određeni period vremena, ukoliko dobiveni rezultati analiza ukazuju na potrebu sistematskog praćenja.

Dobiveni rezultati analiza omogućuju uvid u kakvoću vode, te se ocjena ispravnosti vode za piće obavlja svakodnevno i utvrđuje sukladnost s važećim zakonskim normama.

U internom laboratoriju analizira se godišnje cca 10 000 uzoraka vode na fizikalno-kemijske i bakteriološke pokazatelje. Laboratorij raspolaže sa svom potrebnom opremom, priborom, instrumentima i kemikalijama, kako bi na najkvalitetniji način stručni djelatnici mogli analizirati uzorke vode.

Tablica 1. Pregled ukupnog broja uzoraka od 1995. – 2005. godine u laboratoriju „Vodoopskrbe i odvodnje“

Godina	Ukupan broj uzoraka	Mikrobiološki pokazatelji	Osnovne fizikalno-kemijske analize	Kompletne fizikalno-kemijske analize
1995.	9015	8996	2261	125
1996.	8628	8599	2326	216
1997.	9915	9815	2544	111
1998.	11074	10968	2532	544
1999.	10303	10256	2770	378
2000.	10618	10499	2226	365
2001.	10641	10511	1944	344
2002.	10244	10186	2020	352
2003.	10196	10101	2097	368
2004.	10809	10716	2074	333
2005.	11336	11250	2224	240

Važno je napomenuti da je opremanjem laboratorija od 1996. godine interni laboratorij započeo samostalno analizirati grupu policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) i od početnih 26 uzoraka, prosječno se godišnje obradi od 295 do 406 uzoraka.

2001. godine, nabavljena je oprema koja nam omogućuje identifikaciju organskih spojeva (GCMS-analiza), te se ovom tehnikom godišnje analizira oko 100 uzoraka. Zbog pojave triazinskih herbicida 2005. godine ova tehnika se koristila i za analizu triazinske grupe spojeva.

Zdravstvena ispravnost vode za piće

Od 1994. - 2004. godine uzorci vode na zdravstvenu ispravnost uzimani su po Programu Sanitarne inspekcije grada Zagreba prema Zakonu o zdravstvenoj zaštiti.

Uzorci su se uzimali 3 puta tjedno u inspekcijskom postupku. Stručna osoba Zavoda za javno zdravstvo grada Zagreba i Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo uzimala je uzorak vode za analizu, odnosno superanalizu u prisustvu predstavnika „Vodovoda”. U 2004. nisu se više uzimali uzorci za superanalizu, jer se, sukladno Zakonu o hrani (N.N. 117/03), superanaliza više ne provodi.

Od 2004. godine Zavod za javno zdravstvo Grada Zagreba provodi monitoring vodoopskrbnog sustava grada Zagreba. Za ispitivanje zdravstvene ispravnosti vode za piće laboratorij za vode u potpunosti je opremljen suvremenom opremom, stručno i tehnički ekipiran, a od 8. prosinca 2003., Služba za zdravstvenu ekologiju, Odjel za ispitivanje voda, osposobljen je prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC

17 025:2000 za provedbu ispitivanja vode za piće, podzemne, površinske i otpadne vode. Isto tako, uspješno sudjeluje u poredbenim međulaboratorijskim ispitivanjima na međunarodnoj razini (IFA - Austrija, Aquacheck - Velika Britanija, Vituki - Mađarska, FAPAS - Velika Britanija, Kemijski Inštitut Ljubljana- Slovenija).

Zavod, kao izvršitelj monitoringa, o svakoj značajnijoj promjeni i odstupanju od zahtjeva sukladnosti s Pravilnikom obavještava Stručno povjerenstvo za vodu za piće, Sanitarnu inspekciju grada Zagreba, te pravnu osobu koja upravlja vodovodom, a po potrebi i javnost putem sredstava javnog informiranja (N.N.182/04 čl.17, i čl. 23).

REZULTATI

Interna kontrola - rezultati ispitivanja

Danas se godišnje obradi i analizira oko 10 000 uzoraka vode; voda za piće se ocjenjuje prema važećem “Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće” (NN182/04.). Neispravnih uzoraka u vodoopskrbi Zagreba ima oko 1%, a prema vrsti zagađenja, neispravnost se odnosi na: pojavu crnog taloga, pojavu taloga željeza, pojavu mutnoće, pojavu atrazina i bakterioloških pokazatelja. Pojava crnog taloga u vodoopskrbnoj mreži od 1995. - 2002. godine bila je relativno učestala u istočnim djelovima grada, no danas je njegova pojavnost rijetka i povezana s još uvijek zaostalim talozima u dijelu vodoopskrbne mreže. Unos mangana u vodoopskrbnu mrežu od 12. prosinca 2002. godine sveden je na minimum izgradnjom uređaja za demanganizaciju.

Pojava taloga željeza uzrokovana je dotrajalošću dijela vodoopskrbne mreže. Izmjena starih i dotrajalih cijevi jedna je od aktivnosti na kojoj se svakodnevno u našem gradu radi.

Pojava mutnoće i neispravnosti zbog bakterioloških pokazatelja uzrokovana je u dijelu vodoopskrbne mreže koji je vezan na kaptaže, gdje hidrološke prilike značajno utječu na kvalitetu vode. Broj neispravnih uzoraka je oko 3% i odnosi se

najčešće na kvalitetu sirove vode prije dezinfekcije, no sanacijom kaptaža i taj će se problem riješiti.

Pojava atrazina u vodi noviji je problem, naročito izražen na prilivnom području crpilišta Mala Mlaka. Voda iz pojedinih pijezometara ima koncentracije atrazina više od MDK (maksimalno dopuštena koncentracija je 0,1 µg/l). Za sada samo na dijelu crpilišta u zdencima B-4; B-5; B-9 i B-10 povremeno dokazujemo koncentracije atrazina nešto više od 0,1 µg/l, dok su koncentracije atrazina u zbirnoj vodi za sada ispod 0,1 µg/l i kreću se u rasponu od 0,04 do 0,09 µg/l.

Zdravstvena ispravnost - rezultati ispitivanja

U proteklih deset godina u svrhu ocjene zdravstvene ispravnosti vode za piće ispitano je 6152 uzorka vode na fizikalno-kemijske, kemijske i toksične tvari, te mikrobiološke pokazatelje. Od ukupnog broja uzoraka, 62 uzorka ili 1% nije zadovoljavalo uvjete propisane važećim Pravilnicima (N.N 46/94 i 49/97).

Tablica 2. Prikaz zdravstvene ispravnosti vode za piće uzoraka uzetih po programu Sanitarne inspekcije u razdoblju od 1995. - 2004. godine u Odjelu za ispitivanje voda ZZJZ GZ

	Ukupan broj uzoraka	Broj neispravnih uzoraka	Udio neispravnih uzoraka (%)	Broj neispravnih – kemijski pokazatelji	Broj neispravnih – mikrob. pokazatelji
1995.	296	4	1,35	2	2
1996.	309	2	0,65	2	0
1997.	610	7	1,15	5	5
1998.	766	12	1,57	10	2
1999.	768	13	1,69	13	0
2000	673	12	1,78	9	3
2001	652	7	1,07	5	2
2002.	604	2	0,33	1	1
2003.	599	1	0,17	1	0
2004.	875	2	0,23	2	0
Ukupno uzoraka	6152	62	1,00	50	14

U 50 uzoraka nisu zadovoljavali fizikalno-kemijski pokazatelji i to zbog povećane mutnoće i povećane koncentracije željeza i mangana.

Koncentracija mangana u vodovodnoj mreži smanjena je izgradnjom uređaja za demanganizaciju na crpilištu Petruševac. Povećane koncentracije željeza i mutnoće su produkt korozije cijevi i nedovoljnog ispiranja cjevovoda.

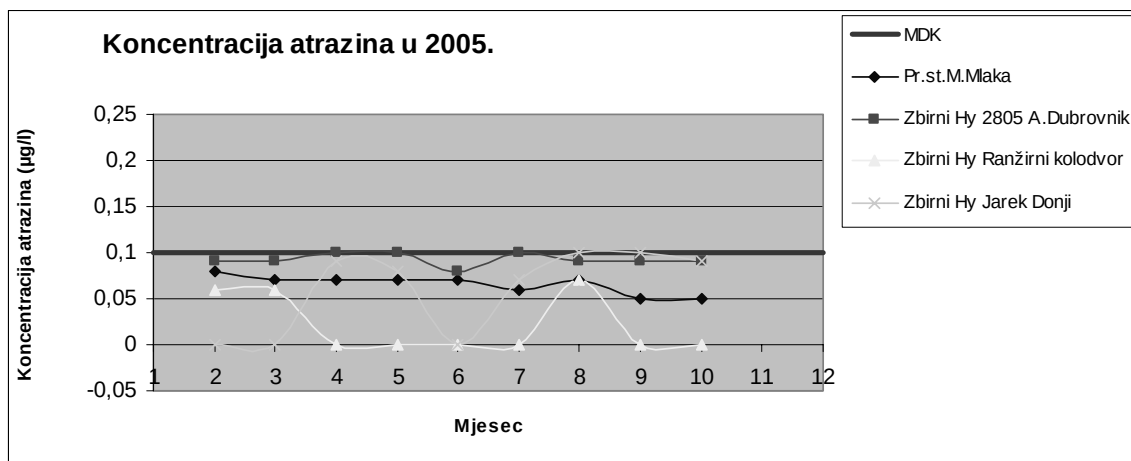
14 uzoraka bilo je mikrobiološki neispravno. Mikrobiološki neispravni uzorci pojavljuju se uglavnom na mjestima gdje nema dovoljne potrošnje vode i zbog nedovoljnog ispiranja cjevovoda.

Primjenom novog Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće iz 2004. godine, provodi se monitoring zdravstvene ispravnosti vode za piće, dinamikom tri puta tjedno i to vode na izvoru, vode nakon procesa prerade, odnosno dezinfekcije, vode u spremniku, vode u razvodnoj mreži i vode na mjestu potrošnje (iz slavine).

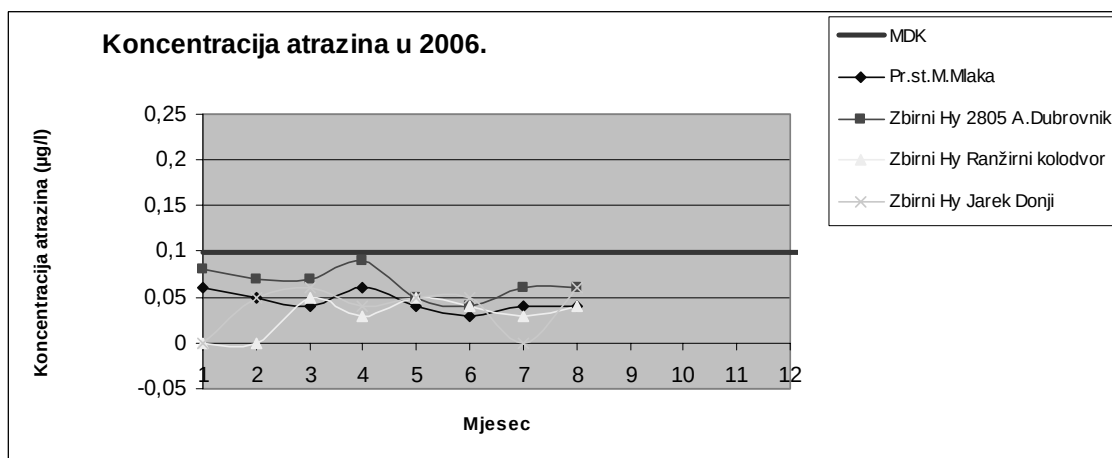
Tablica 3. Prikaz zdravstvene ispravnosti vode za piće uzoraka uzetih po programu Monitoringa u razdoblju od 01.01 2005. - 01.09.2006. godine u Odjelu za ispitivanje voda ZZJZ GZ

	Ukupan broj uzoraka	Broj neispravnih uzoraka	Udio neispravnih uzoraka (%)	Broj neispravnih – kemijski pokazatelji	Broj neispravnih – mikrob. pokazatelji
2005.	930	6	0,64	2	4
2006. (do 01.09.)	612	4	0,65	4	0

Na temelju analiziranih uzoraka vode za piće tijekom 2005/06. godine može se zaključiti da stanovnici grada Zagreba piju zdravstveno ispravnu vodu. Sustavnim ispitivanjem u 2005. godini na pojedinim crpilištima ustanovljena je pojavnost rezidua pesticida, i to atrazina, ponekad u količinama na granici MDK (0,1 µg/l). Zbog toga je pojačan monitoring atrazina u vodi na ugroženim crpilištima.



Slika 1. Prikaz koncentracija atrazina na ugroženim vodocrpilištima u 2005. godini



Slika 2. Prikaz koncentracija atrazina na ugroženim vodocrpilištima u 2006. godini

Rezultati ispitivanja za prvih osam mjeseci u 2006. godini, u odnosu na 2005., ukazuju na smanjenje količina atrazina na navedenim crpilištima.

Ponukani učestalim prigovorima građana na neugodan okus i miris vode iz slavina na novoizgrađenim objektima, pojačan je monitoring na mineralna ulja u vodi. Rezultati ispitivanja u stanovima prijavom građana, a po zahtjevu Sanitarne inspekcije, pokazali su da je u vodi iz slavina u pojedinim stanovima koncentracija mineralnih ulja znatno povećana (čak i do 68 µg/l - MDK iznosi 10 µg/l). Paralelno su uzimani uzorci na najbližim hidrantima koji su u nadležnosti vodovoda, a količine mineralnih ulja u tim uzorcima bile su ispod MDK. Može se zaključiti da se radi o zagađenju interne vodovodne mreže, što dovodi u pitanje kvalitetu izvođenja internih vodovodnih instalacija. U svrhu zaštite zdravlja ljudi nameće se potreba za većom kontrolom izvođača radova vodovodnih instalacija i materijala koji se koriste u izradi interne mreže za distribuciju vode za piće, odnosno donošenjem zakonskih mjera koje bi regulirale taj problem.

ZAKLJUČAK

U zadnjih deset godina voda za piće javnog vodoopskrbnog sustava grada Zagreba u visokom je postotku (99%) sukladna važećim Pravilnicima. Mora se naglasiti da ni u onih 1% nesukladnih uzoraka nisu izolirane patogene bakterije, enterovirusi (poliovirus, hepatitis A, Echo virus, Cocksackie virus i Rota virusi), te nisu nađene toksične i kancerogene tvari.

Što se promjenilo u protekloj dekadi?

Zadnjih desetak godina prošlog stoljeća kao aktualna onečišćenja vode bili su prisutni lakohlapivi halogenirani ugljikovodici u vodi crpilišta smještenih u urbano-industrijskoj zoni (Sašnak). Uvođenjem tehnologije odstranjivanja ovih spojeva putem aktivnog ugljena, problem je uspješno riješen.

Također, u tom razdoblju prisutna je i pojavnost mangana u količinama iznad MDK. Izgradnjom uređaja za demanagnizaciju 2002. godine, na crpilištu Petruševac i taj je problem uspješno riješen.

Danas je atrazin zagađivalo vode na crpilištima smještenih u urbano-poljoprivrednom području. Iz tog razloga ciljano se pojačava monitoring na atrazin kako bi se mogle predložiti mjere kao što je zabrana ili ograničenje uporabe tog herbicida u poljoprivredi.

Dakle, velika je raznovrsnost onečišćenja vode za piće i u prošlosti, sadašnjosti i u budućnosti, što pred laboratorije postavlja uvijek nove izazove i zadatke detektiranja i kvantificiranja kemijskih spojeva u vodi. Za ispitivanja onečišćenja vode laboratoriji moraju biti u potpunosti opremljeni suvremenom sofisticiranom opremom na kojoj radi stručni i educirani kadar. To je imperativ da bi Republika Hrvatska postala ravnopravna članica Europske Unije, u dijelu koji se odnosi na sigurnost hrane i vode. Neophodno je kontinuirano provoditi nacionalni monitoring o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Da bi rezultati monitoringa bili prihvatljivi potrebno je da se analize provode prema standardiziranim analitičkim metodama koje su u skladu sa HRN EN ISO 17025, te akreditirane od

strane Hrvatske akreditacijske agencije (HAA). Isto tako, vodovodi trebaju uspostaviti i provoditi mjere preventivnog postupka samokontrole po načelima HACCP-a. Da bi se održala i unaprijedila kvaliteta laboratorija potrebno je i dalje provoditi stalno educiranje osoblja, te nabavu pouzdane i suvremene opreme. Osim navedenog, od iznimne je važnosti uspostaviti integralni informatički sustav koji bi povezivao sve subjekte sa ciljem brže i pouzdane razmjene podataka (inspekcije službe, ministarstva, vodnog gospodarstva i zavoda za javno zdravstvo). Takav bi sustav uveo red i standardizaciju, te omogućio usporedivost rezultata svih subjekata.

Povelja o vodi Europskog vijeća prihvaćena davne 1968. godine, no bez obzira na proteklo vrijeme i promjene u društvu, još uvijek je aktualna, primjenjiva i suvremena. Zato je u cjelosti navodimo.

Bez vode nema života, voda je dragocjeno, za ljude neophodno potrebno dobro. Zalihe dobre vode nisu neiscrpne. Stoga ih je sve bitnije sačuvati, štedljivo postupati s njima i gdje je to moguće povećati.

Zagađivati vodu znači nanositi štetu ljudima i svim živim bićima.

Kvaliteta vode mora odgovarati zahtjevima i predviđenom režimu korištenja.

Upotrebljenu vodu treba vratiti u vodotokove u takvom stanju koje neće škoditi njihovom daljnjem korištenju za javne kao i privatne svrhe.

Za održavanje vodnog bogatstva bitnu ulogu igra biljni pokrivač, posebno šume

Treba obuhvatiti stanje vodnih resursa

Upravljanjem s nadležnih mjesta postiže se potreban red u vodoprivredi

Zaštita voda zahtjeva pojačano znanstveno istraživanje, školovanje stručnjaka i prosvjećivanje javnosti.

Svaki čovjek ima obavezu, za dobrobit svih (cjeline) vodu upotrebljavati štedljivo (ekonomično)

Vodoprivredne planove treba raditi manje prema upravno-tehničkim (administrativnim) i političkim granicama, a više prema prirodnim slivnim područjima.

Voda ne poznaje državne granice, ona zahtjeva međunarodnu suradnju

LITERATURA:

1. Monografija, Vodoopskrba grada Zagreba 1878. – 1998., Zagreb, 1998.
2. Monografija, 1878. – 2003. Vodoopskrba; 1892.- 2003. Odvodnja, Zagreb, 2003.
3. Godišnji izvještaji o kvaliteti vode za period 1995.-2005.
4. Konačni izvještaj za period 1995-2005 god. o ispitivanju kakvoće podzemnih voda
5. Godišnja Izvješće o radu Zavoda za javno zdravstvo grada Zagreba (1995. - 2004.)
6. Zdravstveno stanje stanovništva i zdravstvena djelatnost u gradu Zagrebu u 2005.

VODOOPSKRBA GRADA OSIJEKA – PROŠLOST, SADAŠNJOST I BUDUĆNOST

Vera Santo*, Marina Valek*, Vesna Bareš*

SAŽETAK

Grad Osijek se nalazi u sjeveroistočnom dijelu Hrvatske i predstavlja glavni, privredni i kulturni centar regije. Taj status mu je pripadao, kako u bližoj, tako i u daljoj povijesti. Kako je vodoopskrba u svim vremenima bila jedno od mjerila civilizacije prostora i vremena, bitno je navesti da se organizirana vodoopskrba ovoga prostora spominje još 133. god. n.e., odnosno u doba rimske civilizacije.

Vodoopskrba grada Osijeka u bližoj povijesti zasnivala se uglavnom na korištenju voda rijeke Drave ili podzemnih voda koje ovise o režimu rijeke Drave. Povijest razvoja vodoopskrbe u današnjem stanju izgrađenosti prostora, veže se za 1884. godinu, kada je izvršeno izravno zahvaćanje voda rijeke Drave, isprva doduše namijenjeno vatrogasnim potrebama. Grad Osijek je koristio vode rijeke Drave bez ikakve prerade do 1960. godine, te je 1951. godine u Osijeku registriran 51 slučaj trbušnog tifusa i bilo je neophodno izgraditi vodovod temeljen na suvremenim sanitarno-tehničkim principima - centralizirana vodoopskrba stanovništva. Tek 1960. godine izgrađena je prva faza, a 1968. godine druga faza uređaja za pripremu pitke vode iz rijeke Drave.

Problemi u preradi dravske vode pridonijeli su rješenju, da se od 1984. godine koriste podzemne vode u opskrbi stanovništva grada Osijeka. Jedne probleme zamijenili su drugi problemi. Podzemne vode dubokih bunara nisu bakteriološki opterećene, ali zbog geološkog sastava tla, ove su vode opterećene visokom koncentracijom željeza, mangana i arsena te da bi voda udovoljila zahtjevima vode za piće, ona se mora preraditi. Koliko su Osječani zadovoljni postojećom vodom, to oni sami mogu najbolje odgovoriti, no činjenica je da je postojeći način dobivanja i opskrbljivanja zdravstvenom ispravnom vodom najprimjereniji ovim nizinskim krajevima.

* Zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, Osijek, F. Krežme 1

UVOD

Osijek je glavni i najveći grad Slavonije, luka na desnoj obali rijeke Drave, 22 km uzvodno od njezina utoka u rijeku Dunav. Nadmorska visina grada je na 94 m, a grad ima 114 761 stanovnika. Gospodarsko je, prometno i kulturno središte Slavonije. Sastoji se od Gornjega grada, Tvrđe, Donjega grada te Novoga grada (XIX. st.) i Retfale. Najveći je grad u istočnoj Hrvatskoj. Osijek dobiva gradski statut potkraj XVII. st., pa otada razvija svoju upravu poput svih razvijenih srednjoeuropskih gradova.

Naselje i lokalitet na prostoru Osijeka postojalo je od 4. st. prije nove ere pod ilirsko-keltskim imenom Mursa. Rimljani su, osvojivši ovaj dio Panonije, na mjestu današnjega Donjega grada, formirali vojni logor i civilno naselje. Intenzivniji uspon grada povezan je s imenom cara Hadrijana koji je 133. godine Mursu uzdigao na status kolonije.

Srednjovjekovni se Osijek razvio nešto zapadnije od rimske Murse, na prostoru današnje Tvrđe. Najstariji pisani izvori spominju Osijek tek 1196. godine. Osijek su 8. kolovoza 1526. godine zaposjeli Turci koji su grad opljačkali, spalili i nakon toga započeli izgradnju orijentalnoga naselja. Za osmanske vladavine Osijek je bio nadaleko poznat po drvenom mostu, dugom osam kilometara, koji je u ono vrijeme bio svojevrsno svjetsko čudo. Protezao se, preko Drave i baranjskih močvara, od Osijeka do Darde. Osijek je kao najveći slavonski grad, iznimno značajno prometno i trgovačko središte sa znamenitim mostom, bio nezaobilazna točka na putu između Istoka i Zapada. Osijek je oslobođen turske vlasti 29. rujna 1687. godine.

Tri samostalne gradske općine: Tvrđa, Gornji i Donji grad, međusobno dosta udaljene, ujedinile su se u jedinstveni grad Osijek 1786. godine. Dvadesetak godina nakon ujedinjenja Osijek je 1809. godine proglašen Slobodnim i kraljevskim gradom. Gotovo do sredine 19. stoljeća najveći je grad u Hrvatskoj, no postupno zbog političke i prometne izoliranosti gubi na značaju te postaje četvrti grad po veličini, a na tome mjestu nalazi se i danas.¹

POVIJESNI RAZVOJ VODOOPSKRBE

Iako se organizirana vodoopskrba ovoga prostora spominje još 133. god. n.e., odnosno u doba rimske civilizacije, Osijek obilježava 255 godina sustavne vodoopskrbe i 227 godina od provedene opće kanalizacije. Osijek je početkom druge polovice 18. stoljeća, prvi od svih gradova u Kraljevini Hrvatskoj i Slavoniji, imao vodovod i kanalizaciju javnog karaktera. Pri tome je izgradnja tvrđavskog vodovoda bila vezana i uz pogodnost što je grad Osijek smješten uz Dravu, taj nepresušni izvor velikih količina vode. Budući da je Tvrđa sve do sredine 19. stoljeća jedina od četiri osnovna dijela Osijeka imala obilježje grada, a bila je snažna vojna utvrda, nije teško razumjeti zašto je jedino ona imala javnu vodoopskrbu. Prvi javni vodovod u Tvrđi vojne su vlasti otvorile 1751. godine. Budući da u potonjih 100 i više godina od uspostave prvog osječkog vodovoda ostali dijelovi grada – Gornji grad, Novi grad i Donji grad – nisu imali vodovod za potrebe stanovništva, u te su dijelove grada svakodnevno tzv. vodari dovozili pitku vodu iz tvrđavskog vodovoda. Ta je voda bila tada na cijeni jer su se zbog nepostojanja valjane kanalizacije u tim dijelovima grada zagađivali plitki bunari,

što je i u 19. stoljeću izazivalo stalne i česte epidemije zaraznih bolesti koje su harale među osječkim stanovništvom.

Tako je više od 100 godina nakon izgrađenog tvrđavskog vodovoda niknulo nekoliko vodovoda u Gornjem i Donjem gradu. Ubrzo su se na te vodovodne mreže, koje su vodu crpile iz Drave, priključila i pojedina domaćinstva koja su vodu za piće mogla rabiti samo pošto bi je prokuhali.²

Vrijeme početka izgradnje današnjeg vodovoda veže se za 1884. godinu kada je izgrađena prva crpna stanica na Dravi i kada je izgrađen cjevovod za dovod vode do vatrogasnog tornja u Gornjem gradu za vatrogasne potrebe, međutim vrlo brzo na ovom cjevovodu su bile priključene i viđenije gradske porodice toga vremena. Podaci bitni za sagledavanje razvoja vodoopskrbe vežu se na 1902. godinu kada je bila poznata epidemija trbušnog tifusa.

Prva crpna stanica je zamijenjena 1906. godine novom, koja je 1936. godine predana na održavanje gradskoj upravi. Pojedini dijelovi cjevovoda se i danas koriste, čime se potvrđuje da se radilo o visokoj kvaliteti građenja.

Dobrovoljno vatrogasno društvo Donjeg grada gradi 1926. godine svoju crpnu stanicu na Dravi s vodovodnom mrežom, koju 1928. godine predaje gradskoj upravi.

Opskrba grada Osijeka s izravnim zahvaćanjem vode rijeke Drave i bez ikakve prerade vršena je do 1960. godine, kada je izgrađena prva faza današnjeg uređaja za pripremu vode s novim vodozahvatom dravske vode.

Stara vatrogasna crpna stanica u Donjem gradu korištena je do 1959. godine kada se postepeno uključivala u sustav vodoopskrbe nova crpna stanica, a to je bilo odmah nakon epidemije trbušnog tifusa (1958. godine) u Donjem gradu.

Vodoopskrba Osijeka prešla je u cijelosti s izravnog korištenja vode rijeke Drave na kontrolirani, ili kako se u ono vrijeme kazalo, na higijenski sustav 1960. godine. Tada je na sustav priključena prva faza novoizgrađenog uređaja za pročišćavanje dravske vode. To je ujedno i vrijeme s kojim se i završavaju do tada poznate i učestale epidemije trbušnog tifusa kojima je uzrok sigurno bila voda.

1966. godine počinje se s gradnjom druge faze uređaja za proizvodnju vode koja je davala ukupni kapacitet od 600 l/s. Ova se količina smatrala dostatnom za grad veličine 100 000 žitelja.³

SADAŠNJA VODOOPSKRBA OSIJEKA

Kada se mislilo da je Osijek riješio sve probleme s kvalitetom vode, koncem 60-tih, a naročito 70-tih, pojavljuju se problemi u proizvodnji vode zbog degradacije kvalitete vode rijeke Drave. Promjenama kvalitete dravske vode bilo je u pojedinim slučajevima nemoguće prilagoditi tehnologiju proizvodnje vode za piće. Problemi su naročito bili zimi, kad su zbog malih voda rijeke Drave, koncentracije zagađivala bile velike, a učinkovitost pročišćavanja mala.

Takvo stanje natjeralo je sve odgovorne na traženje novog rješenja. Novo rješenje počelo je s vodoistražnim radovima na podzemnim vodama. Proračunski kapacitet crpilišta "Vinogradi" je 600 l/s. Realizacija navedenog crpilišta s novom tehnologijom prerade vode okončana je 1984. godine. Postojeći pogon za proizvodnju vode proširen je objektima za aeraciju i doziranje što predstavlja treću fazu građenja.

Nova faza građenja vodoopskrbnog sustava, gdje bi se rekonstruiralo crpilište na Dravi i za potrebe rezervnog crpilišta, a i za rješenje dovodenja novih količina

vode u sustav sada je u realizaciji i predstavlja četvrtu fazu izgradnje pogona za proizvodnju vode u gradu Osijeku.⁴

U posljednjim desetljećima 20. stoljeća stigla je pitka voda iz vodovodnog sustava svim Osječanima, a i stanovnicima gotovo svih obližnjih mjesta osječke okolice (Višnjevca, Nemetina i drugih mjesta) koja su uključena u gradsku vodoopskrbu.

Epidemija trbušnog tifusa više nama ali podzemne vode dubokih bunara koje nisu bakteriološki opterećene, zbog geološkog sastava tla, ove su vode opterećene visokom koncentracijom željeza, mangana i arsena, te da bi voda udovoljila zahtjevima vode za piće, ona se mora preraditi. Jedne probleme zamijenili su drugi problemi

Sadašnji način prerade vode, u pogledu koncentracije arsena, ne zadovoljava odredbe Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN br. 182/2004.), te će se morati graditi neka peta faza izgradnje pogona koja će osigurati koncentraciju arsena ispod MDK vrijednosti navedene u Pravilniku.

UMJESTO ZAKLJUČKA

Podaci bitni za sagledavanje razvoja vodoopskrbe vežu se na 1902. godinu, kada je bila poznata epidemija trbušnog tifusa. Od tada su ovim prostorom prošli mnogi, u Europi poznati poduzetnici i stručnjaci iz Beča, Pešte, Graza, Brusella, Berlina, Leipziga, koji su izučili vode ne samo okoline Osijeka, već i daleko šire, a naročito područja Papuka i Krndije. Grad Osijek od 1894. godine ima prvu bakteriološku stanicu u Hrvatskoj u kojoj su bili instalirani najmoderniji instrumenti iz Berlina. Međutim i tadašnja izvješća su uglavnom završavala s konstatacijom da tamo gdje je bila kvalitetna voda nisu postojale količine, a gdje nisu bile u pitanju količine voda nije zadovoljavala kvalitetom.³

Koliko su Osječani zadovoljni postojećom vodom, to oni sami mogu najbolje odgovoriti, no činjenica je da je postojeći način dobivanja i opskrbljivanja zdravstvenom ispravnom vodom najprimjereniji ovim nizinskim krajevima.

LITERATURA:

1. SRŠAN S., Vodoopskrba i odvodnja Osijeka, povijesni pregled, 3. međunarodni simpozij Drava 2002., Osijek, 09.i 10. svibnja 2002., zbornik radova.
2. ZIVAKOVIĆ-KERŽE Z., Voda i grad, povijest vodoopskrbe grada Osijeka, monografija 2006. (u tisku)
3. VUKOVIĆ A., Utjecaj Drave na vodoopskrbu Osijeka i njegove okoline, 3. međunarodni simpozij Drava 2002., Osijek, 09.i 10. svibnja 2002., zbornik radova
4. VUKOVIĆ A., Vodoopskrbni sustav grada Osijeka, IX znanstveno-stručni skup Voda i javna vodoopskrba, Osijek, 03.-06. listopada 2005., zbornik radova

VODOOPSKRBA I ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST VODE ZA PIĆE U POŽEŠKO-SLAVONSKOJ ŽUPANIJI

Ivanka Petrović *

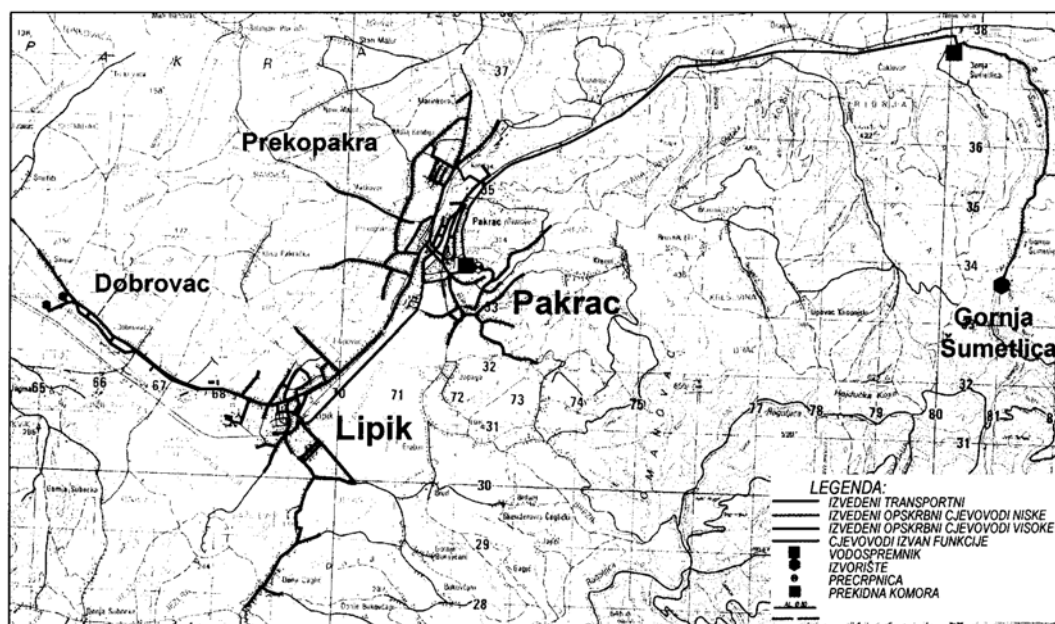


Slika 1: Požeško-slavonska županija

Požeško-slavonska županija zauzima površinu od 1815 km², na kojoj živi 84 542 stanovnika u 277 naselja. Na javne vodovode priključena su 93 naselja, odnosno 61 200 stanovnika (73%).

Prostorno županiju možemo podijeliti na dva dijela: gradove Pakrac i Lipik s naseljima, te Požešku dolinu.

* Zavod za javno zdravstvo Požeško-slavonske županije



Slika 2: Vodoopskrbni sustav Pakrac - Lipik

Prvi, manji dio, čine **gradovi Pakrac i Lipik s naseljima**, gdje živi oko 12 500 stanovnika, na površini od 600 km². Oko 9000 stanovnika, odnosno 72%, ima riješenu vodoopskrbu iz javnih vodovoda, a djelatnost vodoopskrbe obavlja KP Komunalac d.o.o. iz Pakraca. Voda se crpi iz vodozahvata "Šumetlica" u Gornjoj Šumetlici, istočno od Pakraca.

Na vodozahvatu je izgrađen zahvatni prag u koritu potoka Šumetlice, rešetke i taložnik za sporo filtriranje pijeskom. Zahvaćena voda, nakon sporog filtriranja, cjevovodom dolazi u bazene za bistrenje sa sulfatom i hidratiziranim vapnom, a zatim preko taložnica do filter stanice sa filter poljima za brzo filtriranje. Nakon filtriranja voda se dezinficira plinovitim klorom i odlazi magistralnim cjevovodom do vodospremnika "Pakrac" na Kalvariji, kapaciteta 1800 m³, a odatle u distributivnu mrežu.

Vodoopskrbni sustav je gravitacioni, a samo jedan mali dio tlačni, izgrađen između 1976. i 1978. godine. Opskrbljuje gradove Pakrac i Lipik, te naselja: Gornju Šumetlicu, Filipovac, Prekopakru, Dobrovac, Kuknjevac, Gaj i Brezine. Ukupni kapacitet zahvata je 30-40 l/s, a dnevno se isporučuje oko 1500 m³ vode.

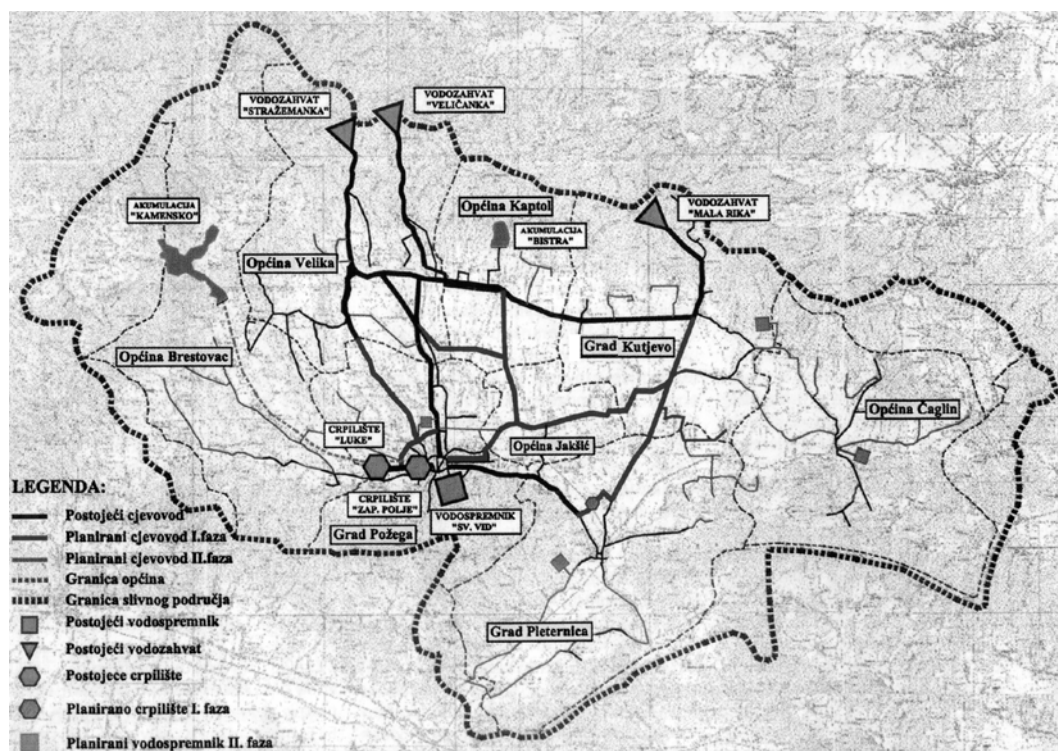
U blizini vodozahvata nema industrije, ali postoji mogućnost onečišćenja šumskih potoka uzvodno od vodozahvata prilikom sječe šume i rada strojeva, što rezultira zamućenjem vode. Zbog toga u vrijeme intenzivnih radova Šumarije, osobito tijekom 2005. godine, na tim područjima znatan broj uzoraka vode *nije udovoljavao* Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 182/04) zbog povećane mutnoće znatno iznad MDK vrijednosti, a povremeno i zbog bakteriološke kontaminacije. Uklanjanjem uzroka zamućenja vode na vodozahvatu, ispiranjem cjevovoda i pojačanim kloriranjem taj problem je saniran u 3. mjesecu 2006. godine.

Osim toga, zbog velikih gubitaka vode na distributivnoj mreži Pakrac-Lipik, potrebno je obnoviti postojeću mrežu, a planira se paralelno polaganje drugog

cjevovoda od PEHD-a u dužini od 20 km magistralnog cjevovoda. Također je u planu proširenje distributivne mreže južno od Gaja prema naseljima Antunovac i Pakračka Poljana.

Prije domovinskog rata, tj. 1990. godine projektirana je akumulacija "Gornja Šumetlica" i započeti radovi, koji su prekinuti agresijom. 1998. godine, nakon deminiranja, napravljen je temeljni ispust brane i vodozahvatna građevina, a 2000. godine je konzervirana i miruje. Ove godine akumulacija je ponovno u planu Hrvatskih voda, te se planira nastavak njene izgradnje. Iz ove akumulacije dobilo bi se oko 200 l/s vode za regionalni vodovod Pakrac-Lipik i to bi bilo trajno rješenje problema vodoopskrbe ovog područja.

Analize zdravstvene ispravnosti vode za piće provode se kontinuirano u Ekološkom laboratoriju Zavoda i pokazuju da voda u većini uzoraka *udovoljava* Pravilniku.



Slika 3: Vodoopskrbni sustav Požeštine

Drugi veći dio županije –**Požeška dolina (Požeština)**, koju su još stari Rimljani zvali "Vallis Aurea" okružena je: Psunjem, Papukom, Krndijom, Dilj gorom i Požeškom gorom, gdje živi oko 72 000 stanovnika na 1200 km² površine. Oko 52 000 stanovnika, odnosno 73%, ima riješenu vodoopskrbu iz javnih vodovoda. Djelatnost vodoopskrbe obavlja JP Tekija d.o.o putem regionalnog vodoopskrbnog sustava i 9 samostalnih lokalnih vodoopskrbnih sustava. Regionalni vodoopskrbni sustav vodom opskrbljuje gradove: Požegu, Pleternicu i Kutjevo, te općine: Veliku, Kaptol, Brestovac, Jakšić i Čaglin. Sustav je kombiniranog tipa, gravitacijsko-tlačni, a čine ga: crpilište "Zapadno polje", izvorišta Veličanka i Stražemanka, te površinski zahvat Kutjevačka Rika.

Crpilište "Zapadno polje" nalazi se zapadno od grada Požege. Dotok vode u podzemlje je iz aluvijalnih naslaga Orljave uzvodno od crpilišta i vode koja se dobije infiltracijom padalina. Formirano je između 1964. i 1995. godine. Čine ga 10 tzv. "teglenica" s niskotlačnim crpkama i sabirnim spremnikom, te 10 zdenaca iz kojih se voda nakon dezinfekcije upućuje prema potrošačima i prema vodospremi "Sv. Vid", zapremine 3000 m³. Razina vode u zdenacima ovisi o radu crpilišta i hidrološkim uvjetima. Crpne količine, ovisno o periodu godine i stanju vodonosnika, kreću se od 60 do 80 l/s. Blizina prometnica, naselja, obradivih površina, autopraonice i benzinske postaje predstavljaju velike opasnosti za zdravstvenu ispravnost vode ovog crpilišta, zbog velike mogućnosti njenog onečišćenja.

Zahvat izvorišta Veličanke preljevnog je tipa, na 515 m nadmorske visine, a voda je iz karbonatnih vodonosnika Papuka. Postojeća kaptaža izvora Veličanke drenira isključivo preljevne vode izvorišta, koje su u vrijeme ljetnih i jesenskih mjeseci nedostatne za vodoopskrbu, a u razdoblju zima-proljeće pojavljuje se višak preljevnih količina vode koje postojeći cjevovodi ne mogu prihvatiti. Zahvaćene količine vode kreću se od 20 do 110 l/s, ovisno o hidrološkim uvjetima i periodu godine.

Zahvat izvorišta Stražemanke smješten je neposredno uz lijevi bok vodotoka Stražemanke na 427 m nadmorske visine. Izdašnost izvorišta je 35 do 45 l/s.

Površinski zahvat Kutjevačka Rika ima kapacitet 8 do 12 l/s, na kojem je ugrađeno filtersko postrojenje pješčanim filterima. Problem zahvata je zamućenje kod obilnijih padalina, kada se zahvat isključuje iz vodoopskrbnog sustava, pa se stanovništvo toga kraja vodom snabdijeva iz izvorišta Veličanke i Stažemanke. U tijeku je pokretanje projekta rekonstrukcije filterskog postrojenja koje će s lokacije Kutjevačke Rike biti izmješteno na novu lokaciju, na samom ulasku u Kutjevo iz pravca Orahovice. Ovim projektom će se građanima Kutjeva omogućiti bolja opskrba vodom za piće.

Do 1997. godine u sustavu je bilo i *crpilište "Istočno polje"* koje se nalazi u istočnom dijelu Požege, nizvodno od grada i industrijske zone, ukupnog kapaciteta oko 20 l/s. Crpilište je isključeno iz javne vodoopskrbe 1997. godine zbog onečišćenja lakohlapivim ugljikovodicima.

U blizini crpilišta Zapadno polje nalazi se *crpilište "Luke"*, a čine ga četiri zdenca ukupnog kapacitete 60 l/s. U dva zdenca sirova podzemna voda sadrži povećane koncentracije mangana. Preradom vode i provedenom demanganizacijom crpilište je u funkciji i služi kao rezerva u slučaju nestašice vode.

Samostalni lokalni vodoopskrbni sustavi: Sovski Dol, Paka, Ruševo i Djedina Rijeka (u općini Čaglin), te Pleternički Brđani, Zagrađe i Bučje (na području grada Pleternice) vodom snabdijevaju po jedno naselje; Orljavac (u općini Brestovac) snabdijeva dva naselja, a vodoopskrbni sustav Čaglin (u općini Čaglin) vodom snabdijeva 6 naselja.

To su sustavi sa kaptažama izvorišta, izdašnosti od 0.2 do 3.0 l/s, koji dnevno isporučuju od 5 do 160 m³ vode. Dezinfekcija vode na sustavima Sovski Dol,

Paka, Ruševo, Djedina Rijeka i Pleternički Brđani vrši se ručno Na-hipokloritom, dok ostali sustavi (Čaglin, Orljavac, Zagrađe i Bučje) imaju automatsko kloriranje Na-hipokloritom.

Analize uzoraka vode iz ovih sustava tijekom dužeg vremenskog razdoblja pokazuju da je voda iz većine lokalnih vodoopskrbnih sustava *zdravstveno neispravna* zbog bakteriološke kontaminacije, povišene mutnoće i povišenih nitrata (Zagrađe), osobito vode iz sustava koji nemaju automatsko kloriranje.

Trajno rješenje ovih problema bila bi izgradnja stanica za dezinfekciju ili spajanje ovih vodovoda s regionalnim vodoopskrbnim sustavom za što bi općina Čaglin i grad Pleternica zajedno s JP Tekija d.o.o. trebali osigurati potrebna sredstva da se to i provede.

Vodoopskrbni sustavi Požeško-slavonske županije, dugoročno gledano, suočavaju se s brojnim problemima, kao što su:

starost i dotrajalost vodovodne mreže,
nepostojanje odgovarajuće vodoopskrbne mreže koja bi osiguravala opskrbu vodom svim naseljima,
nedovoljna raspoloživa količina vode, potrebna za zadovoljavanje rastućih potreba.

Ovi problemi riješili bi se:

sanacijom kritičnih cjevovoda,
povezivanjem postojećih i budućih izvorišta i crpilišta,
izgradnjom precrpnih stanica, vodosprema, transportnih cjevovoda...

Kao trajno dugoročno rješenje vodoopskrbe predlaže se "alternativa" izgradnjom višenamjenske akumulacije "Kamenska" s odgovarajućom preradom vode, te transportnim cjevovodima. Ovaj projekt omogućio bi vodoopskrbu ne samo naše, već i velikih dijelova susjednih županija.

SADAŠNJOST I BUDUĆNOST VODOOPSKRBE U KOPRIVNIČKOJ PODRAVINI

Damir Ruk*, Sanja Horvat*

UVOD

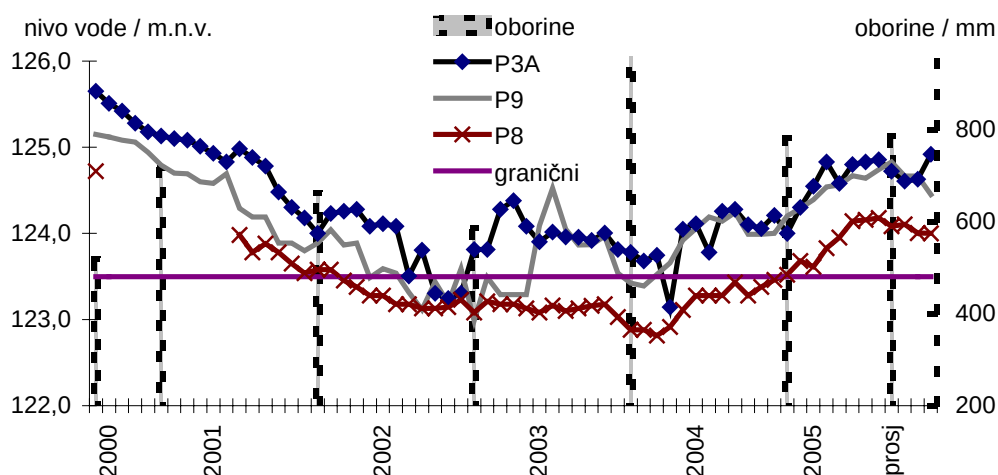
Regija koja je područje interesa GKP Komunalac, distributera na tom području, pokriva dio Koprivničko-križevačke županije oko Koprivnice, sve do rubnih područja županije ili do dijelova u kojima je riješena vodoopskrba. Do prije nekoliko godina izgrađenost vodovodne infrastrukture ove regije, koja obiluje kvalitetnom podzemnom vodom, bila je relativno slaba za hrvatski prosjek. Zahvaljujući usvajanju zajedničke strategije županije, grada i distributera ostvaren je znatan napredak.

SADAŠNJOST

Vodocrpilište

Geoelektričkim mjerenjima i otvaranjem piezometara 1973. godine, uz sjeverni rub grada na području Ivanščak, započinju hidrogeološka istraživanja s ciljem osnivanja vodocrpilišta za potrebe javne vodoopskrbe i rastuće prehrambene industrije Podravka. Lokacija je odabrana i spretno i sretno, jer je na rubnom dijelu geološki uskog područja nazvanog "Legradski prag", gdje je, zbog kasnijeg tektonskog uzdizanja, pokrovni sloj tanak. Rezultat takvih uvjeta je formiranje aluvijalnog vodonosnika oksidacijskog tipa. Općenita geološka shema podravlja su reduktivni, močvarni uvjeti, jer su vodonosni slojevi formirani u hipoksičnim uvjetima, pa ih karakteriziraju reducirane forme željeza i dušika. Lokacija se pokazala kao odlično rješenje; bila je blizu grada i industrijskih pogona, kapaciteti su bili višestruki u odnosu na potrebe a kakvoća vode besprijeekorna. Danas se crpilište sastoji od 6 zdenaca. Vodoistražnim radovima iz 1985. zaključilo se da raspoložive zalihe vode dopuštaju stalni rad s izdašnošću 170 l/s, dok se maksimalne crpne količine procjenjuju na 420 l/s.

Kako se podzemni vodonosnici prihranjuju od oborina, iako tromo, reagiraju na njihovu količinu, formu i režim. U tom je smislu najpovoljniji snijeg koji kopni, a tlo tu oborinu apsorbira gotovo u potpunosti, dok je s druge strane od pljuskovitih oborina korist mala. Zato treba obratiti pažnju ne samo na prosjeke, koji se i ne mijenjaju bitno, već i na režim. Svjedoci smo "klimatskih promjena" koje ne karakteriziraju toliko odstupanja godišnjih prosjeka već drugih pokazatelja, npr. intenziteta i godišnje raspodjele. (Graf 1.)



Graf 1. Nivo podzemne vode i godišnja količina oborina za vodocrpilište Ivanščak

Sušni početak tisućljeća odrazio se na nivo podzemne vode, koji je u najnepovoljnijem razdoblju pao ispod granične vrijednosti obzirom na dubinski smještaj bunarskih filtra. Usprkos tome zahvaljujući debljini vodonosnog sloja od četrdesetak metara padom nivoa za 10 % vodoopskrba nikad nije došla u pitanje.

Mreža

Uz uobičajene materijalne pokazatelje vodovodne mreže zanimljivo je uvesti i pokazatelje iskoristivosti mreže – gustoću potrošnje i gustoću priključaka. Osim ekonomskih implikacija, iz njih se mogu iščitati i zaključci o potencijalnim problemima sa zdravstvenom ispravnošću vode; poželjno je da su ti pokazatelji čim veći.

duljina vodovodne mreže	305 km
proizvodnja vode	3.488.474 m ³
prodaja vode	3.114.831 m ³
gubitak	10,7 %
broj kućanstava na distribucijskom području	14.155
broj priključenih kućanstava	10.311
broj stanovnika na distribucijskom području	43.309
broj osoba na javnoj vodoopskrbi	30.765 (71 %)
prosječna dnevna potrošnja po stanovniku	127 L
broj potrošača industrija i društveni sektor	735
gustoća potrošnje	10,2 m ³ /m
gustoća priključaka	36,2 n/km

Tablica 1. Opća statistika o mreži 2005.

2005		vodoopskrbna zona								Σ
kućanstva		I	II		III				IV	prosjek
	prodaja /m³	1.346.464	8.895	20.330	11.278	39.318	1.799	0	485	1.428.569
	udio	94,25%	0,62%	1,42%	0,79%	2,75%	0,13%	0,00%	0,03%	100,00%
	duljina mreže /km	203,5	20	19,3	16,4	22,2	18	3	2,9	305,3
	gustoća potrošnje m³/m	6,62	0,44	1,05	0,69	1,77	0,10	0,00	0,17	4,68
	priključaka /n	9530	135	152	108	327	35	0	24	10.311
	gustoća priključaka n/km	46,8	6,8	7,9	6,6	14,7	1,9	0,0	8,3	33,8
	V mreže/m³	3193,7	415,2	565,2	228,3	842,0	178,2	42,1	35,2	5499,8
	faktor dnevne izmjene	1,16	0,08		0,11				0,04	0,71
ostali	prodaja /m³	1.661.822	1.722	2.123	12.687	4.726	495	2.687	0	1.686.262
	priključaka /n	677	7	14	8	20	6	2	1	735
ukupno	prodaja /m³	3.008.286	10.617	22.453	23.965	44.044	2.294	2.687	485	3.114.831
	priključaka /n	10207	142	166	116	347	41	2	25	11046
	gustoća potrošnje m³/m	14,78	0,53	1,16	1,46	1,98	0,13	0,90	0,17	10,20
	gustoća priključaka n/km	50,16	7,10	8,60	7,07	15,63	2,28	0,67	8,62	36,18
	*faktor dnevne izmjene	1,42	0,09		0,15				0,04	0,88

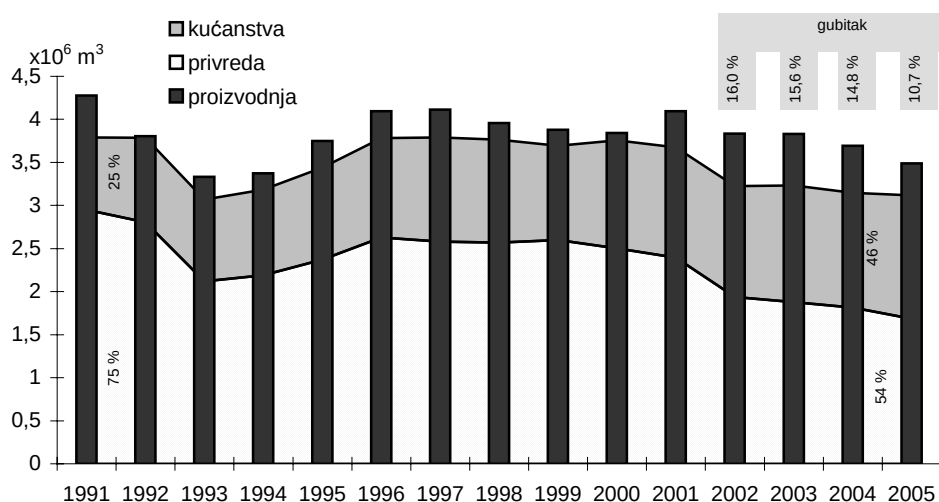
* bez industrijske zone

I Koprivnica II općine Rasinja i Koprivnički Ivanec

III općine Koprivnički Bregi, Peteranec i Drnje, Hlebine IV općina Sokolovac

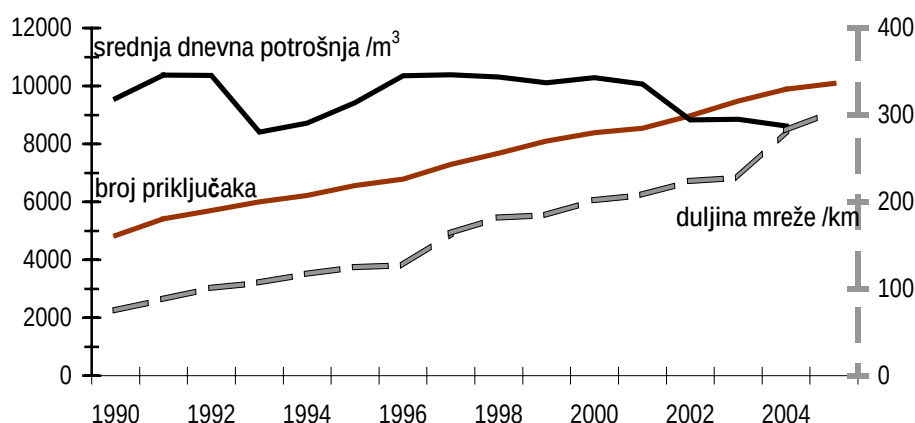
Tablica 2. Statistika po zonama opskrbe

Vidljivi su nepovoljni faktori iskoristivosti u perifernim općinama, što se u praksi očituju kao povremeni, zdravstveno neispravni uzorci vode iz tih područja u ljetnim mjesecima. U pravilu se radi o povećanom broju aerobnih mezofilnih bakterija.



Graf 2. Proizvodnja i potrošnja vode 1990.-2005.

Zadnjih pet godina stalan je trend pada svih pokazatelja: ukupne crpne količine, prodaje ali i gubitaka, koji su prikazani maksimalno realno. Vjerojatni pad proizvodnje i restrikcije potrošnje vode su dvotrećinski udio industrije u ukupnoj potrošnji u zadnjih petnaestak godina, smanjile na današnji udio od 50%.

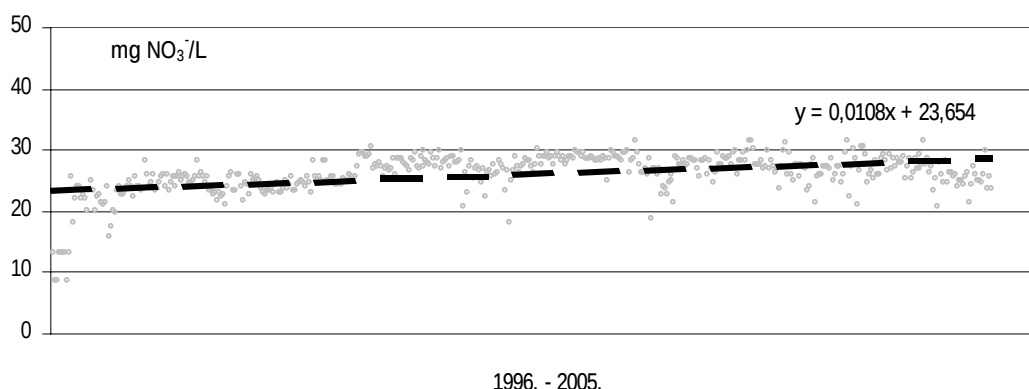


Graf 3. Razvoj vodovodne mreže

Kao i u prijašnjim prikazima uočljivo je da novi kilometri mreže nisu praćeni porastom potrošnje, čak suprotno, a ni razmjernim porastom broja priključaka.

Kakvoća vode

Vodozahvat je iz prvog vodonosnog sloja s polupropusnom krovinom i retencijskim vremenom infiltracije oko 30 dana. Posljedice takvih uvjeta su sezonska kolebanja vodostaja i antropogeni utjecaj na kakvoću podzemne vode, što se uočava na vrijednostima dušikovih spojeva, prvenstveno nitrata. Uzroci su u neizgrađenosti kanalizacije u naseljima uzvodno od crpilište i u praksi neriješeni uvjeti poljoprivrede u drugoj. vodozaštitnoj zoni (Graf 4.).



Graf 4. Vrijednost nitrata u sirovoj vodi na crpilištu Ivanšćak

Prisutnost silikata preko MDK vrijednosti (između 20 i 28 mg/l) više je administrativni nego stvarni problem, jer te vrijednosti ne predstavljaju toksikološki a time ni javnozdravstveni problem.

Glavni problem kakvoće vode u distributivnoj mreži je mikrobiološka ispravnost u ukupnom broju aerobnih mezofilnih bakterija na periferiji vodoopskrbnog sustava u ljetnim mjesecima. Uzrok je u povećanoj temperaturi vode, koja na mjestima najslabije potrošnje dosegne maksimum od oko 20 °C. Problem rješavamo doziranjem klora ovisno o temperaturi vode u mreži (doziranje na crpilištu 0,2 – 0,3 mg /l tijekom godine) i ispiranjima mreže. Vođeni tom logikom na vodocrpilištu nam je težište laboratorijske kontrole na kemijskim pokazateljima, a u mreži na mikrobiološkim.

Sustav kontrole

Redovita kontrola vode se provodi u ovlaštenom internom laboratoriju distributera. Kod kontrole zdravstvene ispravnosti vode za piće u mreži prvenstveno smo orijentirani na ulične hidrante. Uz njih mjesta uzorkovanja su nam i škole kao mjesta potrošnje, iako ta voda nije «naša» tj. pravno nismo odgovorni za njenu kvalitetu, ali profesionalno jesmo.

godina	broj analiza		zdravstvena ispravnost		broj točaka na mreži
	crpilište	mreža	broj	%	
1996.	28	269	297	100	22
1997.	45	245	290	100	25
1998.	50	234	284	100	17
1999.	55	260	315	100	22
2000.	46	240	286	100	16
2001.	48	234	282	100	17
2002.	50	231	281	100	20
2003.	49	230	278	99	17
2004.	68	396	430	93	28
2005.	89	358	425	95	43

Tablica 3. Broj uzoraka i zdravstvena ispravnost vode koprivničkog vodovoda

pokazatelj	jedinica	MDK	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.
temperatura	°C	25					15,51	13,27	13,01	13,76	14,30	12,60
konc. H ⁺ iona	pH	6,5 8,5	6,93	7,08	7,13	7,16	7,15	7,22	7,10	6,94	7,05	7,00
elektrovodljivost	mS/cm	—	535,9	532,6	522,7	523,8	522,9	514,6	525,5	519,2	546,7	558,7
utrošak KMnO ₄	O ₂ mg/l	3,00	0,87	0,90	0,91	0,91	0,85	0,77	0,43	0,35	0,81	1,40
rezidualni klor	Cl ₂ mg/l	0,50	0,11	0,11	0,13	0,12	0,11	0,11	0,12	0,11	0,14	0,15
amonijak	N mg/l	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
nitriti	N mg/l	50,00	22,19	25,21	24,28	26,35	27,78	28,31	28,00	28,22	27,07	25,00
nitriti	N mg/l	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kloridi	Cl ⁻ mg/l	200	20,20	20,66	14,24	15,60	17,18	18,93	17,41	17,04	18,04	16,70
ukupni koliformi	n/100 ml	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fekalni koliformi	n/100 ml	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
enterokoki	n/100 ml	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
broj kolonija 37°C	n/1 ml	20	0	0,07	0	0	0,06	0,29	0,3	0,13	1,60	2,50
broj kolonija 22°C	n/1 ml	100	0	0	0	0	0,14	0,61	1,38	0,75	7,00	21,40

Tablica 4. Srednje godišnje vrijednosti pokazatelja kakvoće vode za piće

BUDUĆNOST

Vodocrpilište Lipovec

Podravina je dobro pokrivena vodoistražnim radovima, a kapaciteti kvalitetne vode daleko prelaze sadašnje potrebe. Postojeće vodocrpilište Ivanšćak je dovoljnih, ali ipak ograničenih kapaciteta eksploatacije i prostorno je «stisnuto» između naselja i industrijske zone, neposredno uz frekventne prometnice. Takvi nepovoljni aspekti potencijalno mogu ugroziti visoke standarde vodoopskrbe koje smo postigli. Iz tih razloga, a i s namjerom «izvoza» vode u susjedne regije, prišlo se opsežnijim vodoistražnim radovima, koji su rezultirali bušenjem pokusnog zdenca smještenog na dijagonalnoj strani grada u odnosu na postojeće vodocrpilište. S ciljem zaštite vode od površinskih utjecaja vodozahvat je iz drugog vodonosnog sloja, na dubini od 140 m. Crpljenjem pokusnog zdenca dobivene su količine od 120 l/s vode besprijeorne kakvoće, zdravstveno ispravne za vodoopskrbu po svim ispitivanim pokazateljima (analiza C u 2 neovisna ovlaštena laboratorija). Formiranjem vodocrpilišta Lipovec dugoročno bi se osigurala dovoljne količine vode za vodoopskrbu koprivničke Podravine i susjednih područja, ali i rezervirao i čuvao širi prostor za buduće potrebe.

PROŠLOST, SADAŠNJOST I BUDUĆNOST VODOOPSKRBE U MEĐIMURJU

Vladimir Topolnjak*, Nada Glumac*

SAŽETAK

Prostor Međimurja predstavlja značajan podzemni spremnik pitke vode. Podzemna voda crpi se iz kvartalnoga vodonosnog kompleksa naslaga Drave i bez obrade, osim preventivnog dezinficiranja plinovitim klorom, upušta u distribucijsku mrežu.

Javnim vodoopskrbnim sustavom Međimurske županije upravljaju Međimurske vode d.o.o., a početak organizirane vodoopskrbe u Županiji započeo je 1961.

Do sada je izgrađeno 990 km vodovodne mreže i time mogućnost priključenja na javni vodoopskrbni sustav iznosi 98,5%. Na javni vodovod priključeno je tek 77,2% domaćinstava i gotovo svi industrijski objekti i ustanove.

Kakvoću vode kontrolira laboratorij Međimurskih voda. U ovom radu obrađena su analitička izvješća vlastitog laboratorija u periodu od 2000.-2005. Uspoređujući kvalitetu vode po godinama uočen je trend poboljšanja kakvoće vode za piće.

Postotak neispravnih uzoraka postepeno se smanjuje, a najčešći uzrok te neispravnosti je mikrobiološka zagađenost. Smanjenje broja neispravnih uzoraka vode pripisujemo primjeni HACCP sustava. Uz navedeni HACCP sustav od 2002. primjenjuje se integrirani sustav upravljanja kvalitetom i okolišem (ISO 9001/14001).

Važna mjera zaštite vode za piće su zone sanitarne zaštite izvorišta vode, koje su uspostavljene na oba crpilišta. U tijeku je izrada novih Odluka za utvrđivanje zona sanitarne zaštite prema Pravilniku N.N.br.55/02.

U planovima razvoja Međimurske županije, poseban značaj pridaje se izgradnji sustava odvodnje i pročišćavanja, te se planira do 2015. izgraditi cjeloviti sustav. Na taj način doprinosi se zaštiti voda kao najvećeg prirodnog bogatstva Županije.

Ključne riječi: vodoopskrbni sustav, kakvoća vode, zaštita voda, voda za piće

* Međimurske vode d.o.o.

PAST, PRESENT AND FUTURE OF WATER SUPPLY IN MEĐIMURJE

Vladimir Topolnjak*, Nada Glumac*

ABSTRACT

The area of Međimurje is a significant underground drinking water tank. Underground water is drawn from the Drava river quarterly water-bearing strata and gets distributed without any processing, except for the preventive disinfection by means of gaseous chlorine. The public water supply system in the Međimurje County is managed by Međimurske vode Ltd. and the beginning of organized water supply in the county dates back to 1961.

So far 990 km of water supply network has been built and, thus, the possibility of connection to the public water supply system amounts to 98,5%. However, only 77,2% of households are connected to the public water supply, but almost all industrial buildings and institutions.

The quality of the water is controlled by the Međimurske vode laboratory. This paper deals with analytical reports of the in-house laboratory within the period from 2000 to 2005. Comparing the quality of the water year by year a trend towards change for the better in the quality of drinking water has been noticed.

The percentage of faulty samples is gradually being reduced and their most common cause is microbiological contamination. We ascribe the decrease of the number of faulty samples to the application of HACCP system. Apart from the above-mentioned HACCP system an integrated system of quality and environment management (ISO 9001/14001) has been applied since 2002.

As for drinking water protection, some of the important precautions are zones of water spring sanitary protection set up on both pump sites. New Resolutions for establishing zones of sanitary protection according to the Statute N. N. No 55/02 are being made.

Plans for the Međimurje County development attach special importance to the building of drainage and purification system and a complete system is scheduled to be built by 2015. This is how it is contributed to protection of water as the main natural resource of our county.

Key words: water supply, water quality, water protection, drinking water

UVOD

Međimurje je najsjevernija i površinom najmanja hrvatska županija, smještena između Mure i Drave. Ima tek 730 km², ali i oko 120 tisuća stanovnika u 127 naselja. Sa 162 stanovnika po km² Međimurje je najgušće naseljeno područje Hrvatske.

Prostor Međimurja predstavlja značajni podzemni spremnik pitke vode koji nadilazi regionalne okvire. To je prostor aluvijalnih nanosa u međurječju Drave i Mure koji seže od Varaždinskih gorica do prekomurskih prostora u Mađarskoj.

Podzemna voda se za potrebe javne vodoopskrbe crpi iz kvartalnoga vodonosnog kompleksa naslaga Drave i bez dorade, osim preventivnog dezinficiranja plinovitim klorom, upušta u distribucijsku mrežu. Glavni je izvor prihranjivanja vodonosnika crpilišta Nedelišće i Prelog te pričuvnog crpilišta Sv. Marija rijeka Drava (podzemna voda teče paralelno s rijekom Dravom i opet se vraća u rijeku Dravu). Napajanje se vodonosnika odvija i infiltracijom padalina. Mjerenja vodostaja u piezometrima pokazuju da oborine ne utječu značajnije na promjene vodostaja, pa su uočene samo promjene uvjetovane promjenom vodostaja u starom koritu Drave. Podzemne vode visoke su kakvoće i izdašnosti i najveće su prirodno bogatstvo Županije. Međimurski vodonosnik toliko je bogat pitkom vodom da bi mogao bez ikakvih problema opskrbljivati širu regiju.

POVIJEST RAZVOJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA MEĐIMURJA

Početak organizirane vodoopskrbe u Međimurju može se smatrati formiranje poduzeća "Vodovod" za gradski vodovod i kanalizaciju Čakovca, 1961. Svečano otvorenje gradskog vodovoda bilo je 25. studenoga 1962. U blizini je Čakovca, južno od grada, otvoreno crpilište Savska Ves maksimalnog kapaciteta 100 l/s. U prvoj je etapi izgrađena i vodovodna mreža naselja Martane u Čakovcu u duljini 7063 m i opskrbni vod za poduzeće "Vajda". Vodovodna mreža Čakovca dalje se postupno širila i dobivala nove potrošače. Izgradnjom vodospreme kapaciteta 700 m³ na vrhu žitnog silosa "Čakovečkih mlinova" 1964., bitno se poboljšala kvaliteta i sigurnost vodoopskrbe Čakovca.

Za opskrbu vodom gornjeg Međimurja rađeni su razni idejni projekti i rješenja te istražni radovi. Jugozapadno od Nedelišća, na temelju pozitivnih rezultata geofizičkih ispitivanja koji su ukazivali na vrlo bogate vodonosne slojeve (koji bi uz adekvatnu zaštitu mogli raspolagati s 1.000 l/s), pristupilo se istražno-eksploatacijskim radovima. Izbušena su dva zdenca $\varnothing$ 1200 mm dubine 23 m i 29 m, u koje su ugrađene cijevi $\varnothing$ 600 mm s mostičavim filterom. Crpilište je 1977. pušteno u eksploataciju zdencem Z-1 eksploatacijskog kapaciteta 100 l/s. Izgrađena je vodosprema Lopatinec zapremnine 750 m³, te glavni tlačni vod $\varnothing$ 350 mm dug 9,4 km. Crpilište Nedelišće bilo je pripremano i opremano samo za gornje Međimurje, bez grada Čakovca. Međutim, zbog smanjenja izdašnosti zdenca na crpilištu Savska Ves, 1978. je priključena čakovečka industrijska zona Globetka na sustav izgrađene vodovodne mreže vodovoda "Gornje Međimurje". Istodobno je pripremljena izgradnja vodovodne mreže za naselja uz Dravu koja su ostala bez vode zbog gradnje HE "Čakovec". Tada se vodovodni sustav "Gornje Međimurje" počeo širiti i na nizinsko područje uz odgovarajuće redukcijske stanice. Potom je zaključeno da je neophodno izraditi kompletnu koncepciju idejnoga rješenja vodoopskrbnog sustava Međimurje, uzimajući u obzir stanje crpilišta Savska Ves koje je trebalo zatvoriti zbog nedovoljne zaštitne zone i ugrožene kakvoće vode. Idejnim je rješenjem izrađenim 1982. sustav određen vodoopskrbnim zonama.

Na osnovi ukazanih potreba 1986. izbušen je zdenac Z-3 dubok 35 m na crpilištu Nedelišće. Profil je bušotine 1200 mm, a njega su ugrađene čelične cijevi $\varnothing$ 700 mm s "Geotehnika" filterom. Zdenci Z-2 i Z-3 su opremljeni te su uključeni u eksploataciju 1988. sa po 100 l/s. Povećanje koncentracije nitrata, povremeno

nitrita i amonijaka iznad dozvoljenih graničnih vrijednosti dovelo je do zatvaranja crpilišta Savska Ves potkraj 1988. (u vezi s tim, tada su na crpilištu Nedelišće stavljeni u funkciju sljedeća dva zdenca: Z-2 i Z-3).

Za potrebe vodoopskrbe IV. zone (donje Međimurje), 1981. izbušen je zdenac Z-1, a 1986. zdenac Z-2 i izrađena kompletna dokumentacija za vodoopskrbnu zonu. Usvojen je eksploatacijski kapacitet zdenaca od po 100 l/s. Na temelju istražnih radova utvrđeno je da na lokaciji Prelog postoji mogućnost crpljenja vode $Q_{\max}$ 1.000 l/s. Zdenac Z-1 na crpilištu Prelog opremljen je i pušten u pogon 1988.

U jesen 1990. na crpilištu Nedelišće izbušena su još dva zdenca do dubine od 28 m, u koje su ugrađene eksploatacijske cijevi $\varnothing$ 750 mm. Zdenac Z-4 (100 l/s) pušten je u eksploataciju 1992., a zdenac Z-5 (100 l/s, s novom klornom stanicom za cijelo crpilište) 1994.

Istraživački zdenac Z-6 na crpilištu Nedelišće izbušen je 2004. Radovima je obuhvaćeno kaptiranje samo drugoga vodonosnog sloja na dubini 21,4 do 29,4 m. Za konstantnu količinu crpljenja preporuča se količina $Q_{\text{kons.}} = 10$ l/s. Pokusno-eksploatacijski zdenac Z-6 nije opremljen i stavljen u uporabu jer se procijenilo da je potrebno veliko ulaganje za njegovo opremanje, a može se crpiti relativno mala količina vode.

Zdenac Z-7 na crpilištu Nedelišće izbušen je i pušten u upotrebu 2006. Promjer bušenja iznosi $\varnothing$ 1200 mm, zacjevljenje $\varnothing$ 800 mm inox cijevima s spiralnomotanim filterom. Usvojeni je eksploatacijski kapacitet zdenca od 100 l/s, a služi povećanju sigurnosti vodoopskrbe zone I.

Pojačana investicijska aktivnost na proširivanju vodoopskrbnog sustava vrši se od 1991. kada se iz "Komunala" izdvojila posebna radna jedinica "Voda" i pripojila Javnom vodoprivrednom poduzeću za područje sliva Međimurje (skraćeno JVP "Vodoprivreda" p.o. Čakovec). Preoblikovanjem i usklađivanjem sa zakonskom regulativom iz JVP "Vodoprivreda" 1996. nastaju "Međimurske vode" d.o.o.

Od 1991. intenzivno se radi na zamjeni dotrajalih vodovodnih cijevi, građenih prvenstveno od PVC materijala, čime se povećava sigurnost i kvaliteta vodoopskrbe i smanjuju gubici vode u sustavu.

Materijal koji se u posljednjih 10 godina koristi za gradnju i rekonstrukciju cjevovoda je polietilen (PE-HD) za profile do $\varnothing$ 200 mm, te nodularni lijev za profile veće od $\varnothing$ 200 mm.

DANAŠNJI VODOOPSKRBNI SUSTAV MEĐIMURJA

Vodoopskrba Međimurja je prema usvojenoj koncepciji tehničkog rješenja podijeljena na četiri vodoopskrbe zone, od koje se tri opskrbljuju iz 6 zdenaca crpilišta Nedelišće (zone I. II. i III.), a četvrta iz jednog zdenca crpilišta Prelog (zona IV.). Zonu I. opskrbljuju zdenci Z-3, Z-4, Z-5 i Z-7, zonu II. i III. zdenci Z-1 i Z-2. Svaki je zdenac eksploatacijskog kapaciteta 100 l/s. Danas crpilište Nedelišće koristi 6 zdenaca i ima kapacitet 600 l/s, dok maksimalna količina crpljenja ni u sušnom ljetnom razdoblju ne prelazi 350 l/s. Crpilište Prelog koristi

1 zdenac kapaciteta 100 l/s. U sustavu se (u IV. vodoopskrbnoj zoni) nalazi i pričuveno crpilište Sv. Marija kapaciteta 22 l/s vode koje se ne koristi ali se drži u pogonskoj pripravnosti za slučaj ispada iz rada crpilišta Prelog. Izvorišta su međusobno spojena magistralnim vodovima. Crpilište Nedelišće može, u slučaju potrebe, služiti i vodoopskrbi zone IV., dok crpilište Prelog služi samo za potrebe zone IV. i dijela vodoopskrbnog sustava Koprivničko-križevačke županije (naselja Legrad, Veliki Otok, Selnica Podravska, Kutnjak i Antolovec). Crpilište Nedelišće podmiruje gotovo 86 posto potreba za vodom za javnu vodoopskrbu, a preostalo crpilište Prelog.

U sustavu su vodospreme Čakovec 700 m³, Lopatinec 750 m³, Mohokos 750 m³, Zebanec 200 m³ i Prelog 350 m³. Ukupni kapacitet vodosprema je 2750 m³, što ne zadovoljava potrebe vezane uz sigurnost i kvalitetu vodoopskrbe. Za povećanje tlaka vode izgrađene su hidrostanice Mohokos, Zebanec, Banfi, Selnica i Robadje, a za smanjenje tlaka 73 redukcijskih ventila.

Ukupna duljina izgrađenih magistralnih i sekundarnih vodova sa 31.12.2005. iznosi 987 km. Ugrađeno je 5.845 hidranata te izvedeno 1.860 zasunskih okana. Od 1991. do 2005. rekonstruirano je 69.723 m magistralnih i sekundarnih vodova.

Priključenost na vodovodnu mrežu 31.12.2005.:

- kućanstva

:ukupno kućanstava u Međimurju	39.650 kućanstava
:ukupno priključeno kućanstava	30.619 kućanstava ili 77,2 %
:ukupna mogućnost priključenja kućanstava	39.074 kućanstava ili 98,5 %
:ukupan broj priključaka	28.899 komada

- gospodarstvo i ustanove

:ukupno priključeno gospodarstava i ustanova	1.476 potrošača
--	-----------------

U 2005. godini ukupno je fakturirano 4.701.587 m³ vode od čega se 77,83 posto odnosi na kućanstva, a 22,17 posto na gospodarstvo i ustanove.

prosječna potrošnja vode po kućanstvu: 121,10 m³/g, ili 10,09 m³/m.

prosječna potrošnja vode po stanovniku: 31,31m³/g, ili 2,61m³/m ili 85,78 l/d.

Prosječna specifična potrošnja po stanovniku od 86 l/dan bitno je manja od prosječne specifične potrošnje po stanovniku u Hrvatskoj (cca 140 l/stan/dan). U isto vrijeme opskrbljenost (priključenost) je na razini Hrvatske (77 posto), iako mogućnost priključenja ima 98,5 posto stanovnika.

Vodoopskrbni sustav opskrbljuje 125 od ukupno 127 naselja Međimurske županije, bilo potpuno ili djelomično. U dva naselja (Križovec i Hlapičina) vodoopskrba se obavlja putem lokalnih seoskih vodovoda. Za naselje Križovec u tijeku je izrada projekta za uvođenje javne vodoopskrbe.

Potrošnja vode u posljednjih deset godina stagnira i iznosi od 4.500.000 m³ do 5.000.000 m³ na godinu, iako je došlo do porasta broja potrošača (sa 24.000 na

32.000) i do širenja cjevovodnog sustava. Smanjivanje potrošnje tumači se optimalizacijom potrošnje od strane potrošača i porastom cijene vode.

KAKVOĆA VODE ZA PIĆE

Međimurska Županija, kao i veći dio Hrvatske, ima sreće što raspolaže sa značajnim količinama podzemne vode, koja se koristi kao voda za piće. Javna vodoopskrba Međimurske županije bazirana je na zahvatu podzemne vode iz bogatog vodonosnika dravske aluvijalne doline s međuzrnskom poroznošću. U litološkom pogledu lokacija crpilišta Nedelišće (uža i šira vodozaštitna zona) sastoji se od šljunkovito-pjeskovitih naslaga, a u krovini se pojavljuju glinovito prašinaste naslage slabe propusnosti. Šljunkovito-pjeskovite naslage nalaze se ispod pokrivača i predstavljaju vodonosni sloj, a sastoje se od krupnog do srednje zrnatog šljunka, dobro gradiiranog, a unutar njih su interpolirani praslojci pijesaka. U vodoopskrbi se koriste bušeni zdenci dubine oko 30 m. Voda je visoke kakvoće što potvrđuje i korištenje vode bez posebne prerade osim dezinfekcije klorom. Kloriranje se vrši plinovitim klorom u koncentraciji 0,2-0,35 mg/l klora.

Nadzor nad kakvoćom vode u javnom vodoopskrbnom sustavu obavlja se stalnim i sistematskim pregledom uzoraka vode iz zdenaca, vodosprema i mreže u vlastitom laboratoriju Međimurskih voda. Vrsta i obim analiza, te učestalost uzimanja uzoraka vode za piće provodi se sukladno Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (N.N.182/04). Osim uzorkovanja koje se provodi prema godišnjem planu uzorkovanja, laboratorij ispituje i uzorke nakon sanacije kvarova na profilima cjevovoda $\varnothing \geq 200$ mm (osim u slučaju sanacije ogrlicom), nakon rekonstrukcije pojedinih dijelova vodovodne mreže, nakon izgradnje novih vodova, te u slučaju eventualnih pritužbi građana. Hrvatski zavod za javno zdravstvo godišnje analizira 8 uzoraka sirove vode na takozvane "C" analize. Vlastiti laboratorij također prati kakvoću podzemne vode iz piezometara na granici druge i treće vodozaštitne zone. Nadzor nad kakvoćom vode provodi i sanitarna inspekcija.

Kao doprinos zaštiti slatkih voda, Međimurske vode d.o.o. uvele su 2002. integrirani sustav upravljanja kvalitetom i okolišem. Time su postale važan čimbenik u zaštiti pitke vode, zaštiti zdravlja ljudi, te zaštiti okoliša. U postojeće sustave 2003. integriran je HACCP sustav tj. sustav za osiguranje zdravstvene ispravnosti vode za piće. Od 2006. u integrirani je sustav uvedena i međunarodna norma ISO 22000.

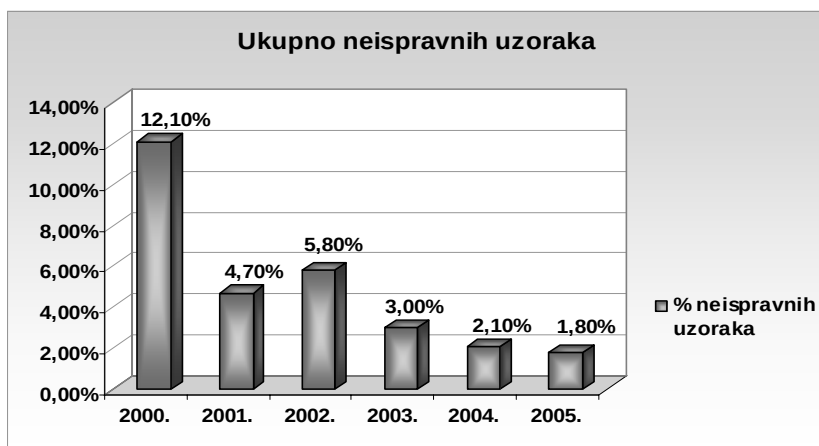
Obrađena su analitička izvješća vlastitog laboratorija Međimurskih voda u periodu od 2000.-2005. Obrađivani su podaci laboratorijskih analiza po zdencima, vodospremama i na mreži, a također je posebno obrađena fizikalna, kemijska i mikrobiološka ispravnost uzoraka. Te analize uključivale su slijedeće parametre: fizikalno-kemijske (boja, miris, mutnoća, okus, utrošak KMnO_4 , elektrovodljivost, pH); kemijske (kloridi, amonijak, nitriti, nitrati); mikrobiološke (ukupni koliformi, E.coli, enterokoki, ukupan broj bakterija).

Višegodišnjim sustavnim praćenjem kakvoće vode utvrđena je kakvoća vode u javnom vodoopskrbnom sustavu Međimurske županije. Uspoređujući kakvoću

vode po godinama uočen je trend poboljšanja kakvoće vode za piće. Poboljšanje je uočljivo na svim kontrolnim točkama tj. na zdencima, vodospremama i mreži. Tako tablica i graf 1. prikazuju rezultate ukupnih ispitivanja uzoraka vode za piće uzorkovanih prema godišnjem planu od 2000.-2005. Vidljivo je da se postotak neispravnih uzoraka postepeno smanjuje, te za 2005. iznosi 1,8 posto u odnosu na 2000. kada je taj postotak iznosio 12,10 posto. Smanjenje broja neispravnih uzoraka vode može se objasniti u sve boljoj primjeni preventivnog sustava upravljanja zdravstvenom ispravnnošću vode za piće tj. HACCP sustavu.

Tablica 1: Ispitivanja uzoraka vode za piće uzorkovanih prema godišnjem planu od 2000.-2005.

Godina	Pregledano uzoraka	broj neispravnih uzoraka	% neispravnih uzoraka
2000.	675	82	12,10%
2001.	699	33	4,70%
2002.	719	42	5,80%
2003.	740	22	3,00%
2004.	705	15	2,10%
2005.	703	13	1,80%

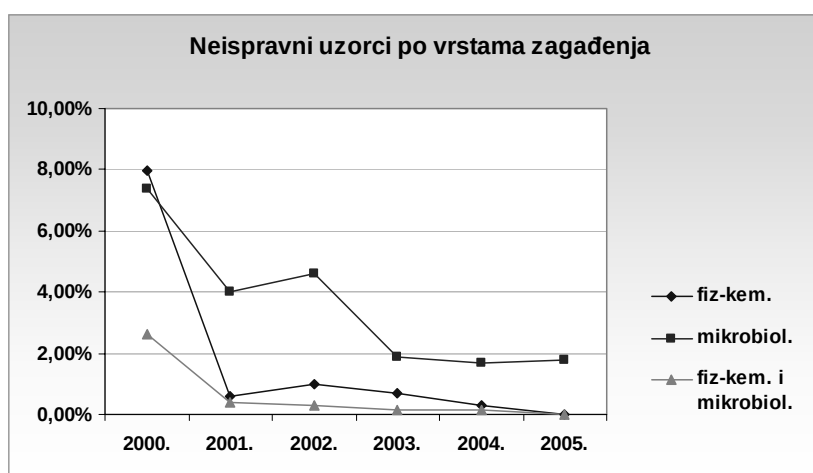


Graf 1.

Tablica 2. prikazuje udio neispravnih uzoraka prema fizikalno-kemijskim, kemijskim i mikrobiološkim parametrima. Također se uočava trend opadanja neispravnih uzoraka po vrstama zagađenja (graf 2). Najčešći uzrok neispravnosti uzoraka je mikrobiološka zagađenost, što je i razumljivo, jer iako je podzemna voda izuzetno dobre kvalitete, zbog dužine sustava, male potrošnje vode, djelomičnog priključenja na vodoopskrbni sustav, te velikih profila cijevi teško je mikrobiološke parametre uvijek držati pod kontrolom.

Tablica 2: Udio neispravnih uzoraka

Godina	Fizikalno-kemijski neispravno		Mikrobiološki neispravno		Fizikalno-kemijski i mikrobiološki neispravno	
	broj uzoraka	postotak	broj uzoraka	postotak	broj uzoraka	postotak
2000.	24	7,90%	50	7,40%	8	2,60%
2001.	2	0,60%	28	4,0%	3	0,40%
2002.	7	0,97%	33	4,60%	2	0,30%
2003.	5	0,67%	6	1,90%	1	0,14%
2004.	2	0,28%	12	1,70%	1	0,14%
2005.	0	0%	13	1,80%	0	0%



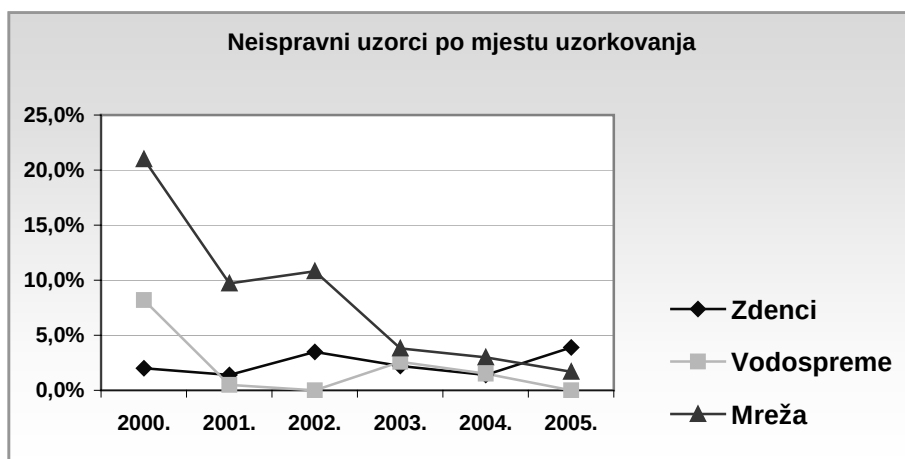
Graf 2.

Iz tablice i grafa 3., koji nam prikazuju postotke neispravnih uzoraka po mjestima uzorkovanja, ponovno je vidljivo da se od 2000. do 2005. postotak neispravnih uzoraka smanjivao, što se najviše uočava na mreži, dok je postotak neispravnih uzoraka na zdencima i vodospremama nizak i nema većih odstupanja.

Mogući razlog smanjenja neispravnih uzoraka na mreži je dobro preventivno održavanje vodovodne mreže uključujući i redovito dnevno odzračivanje mreže prema godišnjem planu. Nakon utvrđivanja eventualno neispravnog uzorka vode odmah se pristupa odzračivanju i odmuljivanju mreže preko hidranata i muljnih ispusta, te ponovnom uzorkovanju vode.

Tablica 3: Neispravni uzorci po mjestima uzorkovanja

Godina	Zdenci	Vodospreme	Mreža
2000.	2,0%	8,2%	21,0%
2001.	1,4%	0,5%	9,7%
2002.	3,5%	0,0%	10,8%
2003.	2,2%	2,6%	3,8%
2004.	1,4%	1,5%	3,0%
2005.	3,9%	0,0%	1,7%



Graf 3.

Neispravnost je uzoraka na zdencima i vodospremama niska, te je možemo pripisati isključivo mikrobiološkom zagađenju što i prikazuje tablica 4, u kojoj se nalaze ukupni postoci neispravnih uzoraka za posljednjih pet godina.

Tablica 4: Ukupni postoci neispravnih uzoraka za posljednjih pet godina.

Mjesto uzorkovanja	Fizikalno-kemijska neispravnost	Mikrobiološka neispravnost	Fizikalno-kemijska i mikrobiološka neispravnost
Zdenci	0%	2,40%	0%
Vodospreme	0%	2,10%	0%
Mreža	2,20%	5,30%	0,80%



Graf 4.

ZAŠTITA ZAHVATA VODE ZA PIĆE

Važna mjera zaštite vode za piće su zone sanitarne zaštite izvorišta vode. Zbog toga se oko crpilišta javne vodoopskrbe nužno uspostavljaju zone sanitarne zaštite unutar kojih vjerojatnost prodora zagađivala u podzemlje treba svesti na minimum. Crpilišta Nedelišće i Prelog imaju utvrđene tri zaštitne zone vodozahvata. U svakoj od vodozaštitnih zona zabranjene su brojne aktivnosti.

Crpilište Nedelišće

Međimurske vode d.o.o. vlasnik su I. zone sanitarne zaštite, koja iznosi 23,70 hektara. Prva zona je ograđena, te se u njoj u potpunosti provode mjere zaštite. Osim propisanih mjera zaštite Međimurske vode d.o.o. provode i niz drugih mjera kvalitete, zaštite okoliša i sigurnosti vodoopskrbe utvrđenih uvedenim certificiranim sustavima ISO 9001/14001, HACCP, a od 2006. i ISO 22000. Međimurske vode d.o.o. prva je tvrtka u komunalnom gospodarstvu u Republici Hrvatskoj koja je uvela sve navedene certificirane sustave. Naravno da certificirani sustavi dodatno obvezuju Međimurske vode na niz aktivnosti, pogotovo u I. zoni sanitarne zaštite crpilišta, kako bi se poštivale sve mjere zaštite i mogući rizici sveli na najmanju moguću mjeru.

Uže vodozaštitno područje (II. zona sanitarne zaštite) na terenu je vidljivo označena tablama s natpisom "uže vodozaštitno područje". Radi se o poljoprivrednim površinama. Od mjera zabrana utvrđenih Odlukom o zaštiti crpilišta ne poštuje se zabrana upotrebe kemijskih sredstava za bonifikaciju tla i zaštitu bilja (umetnih gnojiva, pesticida i herbicida). Sretna je okolnost što se ne radi o intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji, vezano na tlo slabije kvalitete. Radi se o usitnjenosti parcela s više različitih vlasnika kojima uglavnom poljoprivreda ne predstavlja osnovnu životnu djelatnost. Činjenica je i da se neke parcele ne obrađuju.

U širem vodozaštitnom području (III. zoni sanitarne zaštite) otpadne vode naselja zbog neizgrađene kanalizacije uglavnom su završavale u tlu. Od 2003. općina Nedelišće povjerila je koncesionaru odvoz otpadnih voda s područja Općine cisternom na pročištač otpadnih voda u Čakovcu, čime se bitno doprinijelo zaštiti podzemnih voda do izgradnje predviđenih vodonepropusnih kanalizacijskih sustava u svim naseljima Općine. Sve otpadne vode s područja općine Nedelišće odvest će se nepropusnom kanalizacijom na izgrađeni mehaničko-biološki uređaj za pročišćavanje otpadnih voda u Čakovcu. U razdoblju 2003.-2006. u naselju Nedelišće izvedena je vodonepropusna kanalizacija duljine 23 km, vrijednost investicije 7 milijuna eura. Izvedena je kanalizacija u svim postojećim ulicama uključujući i kolektore unutar naselja na koje će se priključiti sva ostala naselja općine Nedelišće. U tijeku su pripreme za izvođenje kompletne kanalizacije na području općine Nedelišće (cjelovito vodozaštitno područje). Idejni projekti i stručne podloge su pripremljeni, u 2006. će se izraditi glavni projekti.

Od ostalih su značajnijih mjera uređenja i sanacije III. zone sanitarne zaštite, sanirane deponije komunalnog otpada, izgrađene javne vodovodne mreže, plinificirana naselja, organiziran odvoz komunalnog otpada u svim naseljima

putem koncesionara na deponij otpada – van vodozaštitnog područja. Također se vrši selektivno skupljanje otpada putem tzv. "zelenih otoka" te zbrinjavanje tako selekcioniranog otpada (staklo, PET, papir, metal, baterije).

Zbog velike propusnosti pokrovnog sloja prometnice predstavljaju stalnu opasnost, pogotovo zbog mogućih akcidenata pri prijevozu opasnih tvari. Eventualno čišćenje jednom zagađenog vodonosnika je tehnički vrlo složeno, dugotrajno i skupo, a konačni rezultat je neizvjestan. Osim toga ceste su stalni izvor zagađenja fenolima i olovom, te periodični izvor zagađenja zbog posipavanja solju tijekom zimskih mjeseci. Županijska uprava za ceste Međimurske županije zabranila je prijevoz opasnih tvari cestom Gornji Hrašćan – Pušćine. Međimurske vode zatražile su 2002. od Hrvatskih cesta zabranu prijevoza opasnih tvari na državnim cestama koje prolaze granicom II. i III. zone sanitarne zaštite. Hrvatske ceste su pristupile izradi Operativnog plana mjera za sprečavanje širenja i uklanjanja iznenadnog zagađenja voda s državnih cesta, te će po usvajanju istog od strane Uprave društva Hrvatskih cesta d.o.o. moći poduzeti radnje i mjere za sprečavanje nastajanja zagađenja i zaštitu vodocrpilišta.

Povišene koncentracije nitrata (veće od MDK) utvrđene su u razdoblju od 1983. – 1989. Nakon što se prišlo organiziranom odvozu komunalnog otpada u III. zoni sanitarne zaštite, te nakon sanacije divljih deponija otpada u vodozaštitnom području, koncentracije nitrata smanjene su u dozvoljene granice. Rezultat je to i sve manjeg prihranjivanja mineralnim gnojivom na poljoprivrednim površinama ovog kraja, budući se radi o stanovništvu kojemu je poljoprivreda samo pomoćni izvor prihoda, a poznato je da jače prihranjivanje mineralnim gnojivima u određenim sušnim razdobljima na aluvijalnom tlu može izazvati kontra efekte.

Važno je naglasiti da postoji dobra suradnja sa lokalnom samoupravom. Prostorni plan uređenja općine Nedelišće, Plan zelenog djelovanja općine Nedelišće i Strateški plan gospodarskog razvitka općine Nedelišće temeljni su dokumenti dugoročnog razvoja Općine kojima je, između ostalog, utvrđen niz mjera zaštite voda kroz održiv razvitak. Za dostignuće u zaštiti okoliša na području Općeg doprinosa zaštite okoliša – jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave, Općina Nedelišće je 2004. dobitnik EKO-OSKARA, nagrade Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva.

U svrhu daljnje zaštite crpilišta Nedelišće, Međimurske vode d.o.o. u proteklih su pet godina otkupile 19 hektara zemljišta u II. zoni sanitarne zaštite. Otkupljivano je zemljište uz zapadnu i jugozapadnu među crpilišta, na priljevnom području crpilišta. Na otkupljenom zemljištu sa zakupcima je ugovorena ekološka poljoprivredna proizvodnja: sijanje djeteline i trave te uredna košnja i odvoz trave ili sjena. Ugovorom o zakupu definirane su sve propisane mjere zaštite voda na zakupljenom zemljištu, te obveze i odgovornosti zakupca.

Crpilište Prelog

Prva zona sanitarne zaštite ograđena je i u vlasništvu "Međimurskih voda" d.o.o. (19,17 hektara). U toj zoni sanitarne zaštite poštuju se sve mjere zaštite i uvedeni ISO sustavi "Međimurskih voda" d.o.o.

U II. je zoni sanitarne zaštite prisutna intenzivna poljoprivredna proizvodnja, a obrada zemljišta uz ograničenje primjene agrotehničkih mjera se ne poštuje.

Kanalizacijski sustav je izveden samo djelomično i to u gradu Prelogu, međutim nije vodonepropustan. U pripremi je nastavak izgradnje kanalizacijskih sustava i izgradnja pripadajućih pročistača čime će se poboljšati mjere zaštite crpilišta.

Na ovom je području dominantni utjecaj poljoprivrede. Najefikasnija mjera zaštite podzemnih voda od utjecaja poljoprivrede sigurno je ograničavanje količina mineralnih gnojiva, sredstava za zaštitu bilja i drugih kemijskih sredstava koje se koriste u poljoprivredi. Važna je edukacija poljoprivrednih proizvođača. Na temelju određenih istraživanja slijedi potreba za uspostavu metodologije izračuna bilance hranjiva (dušika, fosfora, organskog gnojiva) na nacionalnoj razini. Ulazom u EU očekuje nas i primjena nitratne direktive, određivanje vodoosjetljivih (ranjivih) područja, trajni monitoring kakvoće podzemne vode...

Na vodozaštitnom području crpilišta Prelog grad Prelog uskoro započinje sanaciju deponije komunalnog otpada koji se organizirano dovozi na deponij.

Zbog mogućih akcidenata pri prijevozu opasnih tvari potrebno je zabraniti prijevoz istih na ugroženom području.

Prilikom planirane gradnje sjeverne obilaznice Preloga potrebno je poštivati uvjete odvodnje prometnice na vodozaštitnom području II. zone, a pri gradnji gospodarskih zona u III. zoni uvjete odvodnje otpadnih voda van vodozaštitnog područja.

Zaštiti voda lokalna samouprava posvećuje sve veću brigu poduzimanjem aktivnosti i mjera zaštite.

Istraživački radovi Hrvatskih voda i Međimurskih voda d.o.o.

U razdoblju od 2003. – 2007. izvode se nove istraživačke bušotine, izveden je istražni zdenac za zahvat vode iz drugog vodonosnog sloja, ugrađeni su lizimetri i tenziometri te se u suradnji s Agronomskim fakultetom prati utjecaj poljoprivrede na vodozaštitnom području. Također se ispituje utjecaj centralne deponije otpada Totovec na podzemnu vodu, a ispituje se i utjecaj odvodnje Čakovca na podzemnu vodu. Rezultati istraživanja odredit će daljnje aktivnosti u zaštiti voda.

Planirana izgradnja cjelovitog sustava odvodnje otpadnih voda u Međimurskoj županiji

Planovima razvoja Međimurske županije ovoj se problematici pridaje poseban značaj, te se planira do 2015. izgraditi cjeloviti sustav odvodnje otpadnih voda u Međimurskoj županiji u skladu sa usvojenom Studijom odvodnje Međimurja, za što je potrebno oko 140 milijuna eura. Taj će se ambiciozni plan moći ostvariti samo uz sufinanciranje "pretpristupnih fondova" Europske unije, te Državnih institucija. Bez visokih ulaganja u sustave odvodnje nema budućnosti u zaštiti vode za piće, niti gospodarskog razvitka.

Upravo usvojeni Regionalni operativni plan Međimurske županije u cilju očuvanja okoliša i gospodarenja prirodnim resursima, u sklopu prioriteta "poboljšano gospodarenje otpadnim vodama i otpadom", predviđa mjeru

"izgradnja cjelovitog sustava gospodarenja otpadnim vodama". Cilj mjere je zaštita podzemne vode i vodotoka od utjecaja zagađenja otpadnih voda.

SUSTAV DALJINSKOG NADZORA I UPRAVLJANJA MEĐIMURSKIM VODOVODOM

Prva faza sustava daljinskog nadzora i upravljanja u upotrebi je od 1997. godine. Sustav čine komandni centar Nedelišće, prislušni centar – uprava Čakovec i daljinske stanice: crpilište Prelog, vodospreme Čakovec, Lopatinec, Mohokos i Zebanec, pričuvno crpilište Sv. Marija i komandno mjerne postaje Frkanovec i Peklenica. Daljinske stanice su PLC-i opremljeni modemima za komunikaciju.

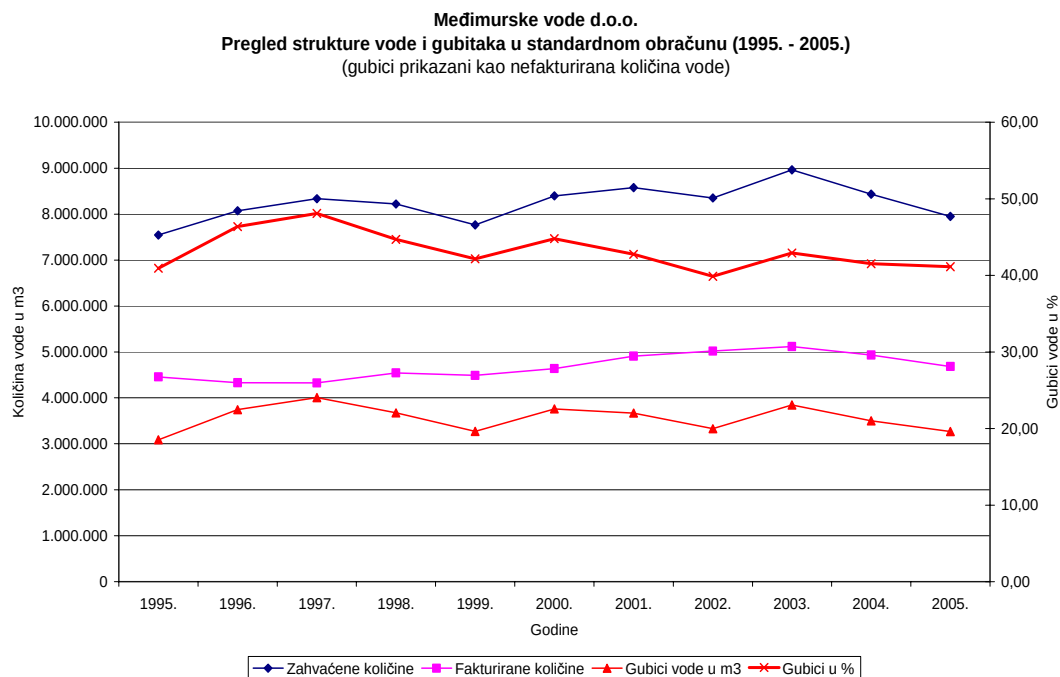
Postojeća radijska mreža koristi jedan Sx kanal u 0,7 m opsegu. Upravlja se i nadzire rad izvorišta vode, vodosprema, precrpne stanice, dezinfekcija vode i automatska neutralizacija klora, te dvije komandno-mjerne postaje na magistralnim vodovima.

Iskustva u korištenju izvedene prve faze sustava vrlo su pozitivna (smanjen broj osoblja na crpilištima, pravovremeno uočavanje većih havarija, brža intervencija kod kvarova, povećana kvaliteta i sigurnost vodoopskrbnog sustava, ušteda električne energije, riješena protuprovalna zaštita objekata).

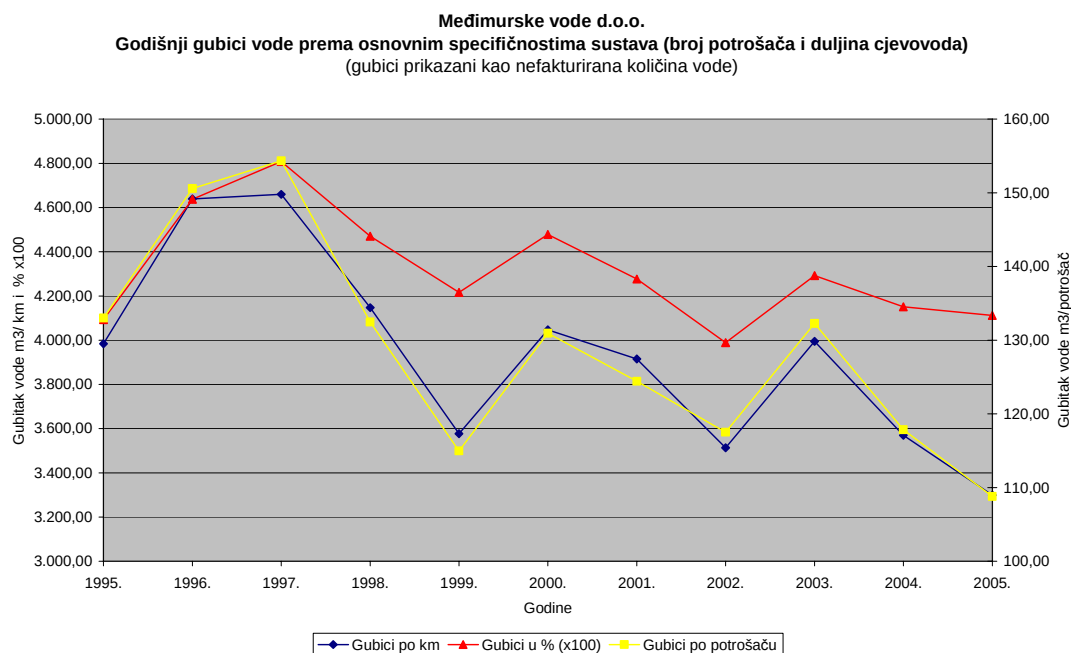
U planovima razvoja planirano je proširenje i modernizacija sustava daljinskog nadzora i upravljanja vodoopskrbnim objektima na oko pedesetak vodoopskrbnih objekata, za što je izrađen glavno-izvedbeni projekt. Dio postojeće opreme je dotrajavao, pa se mora zamijeniti, dok se planiranim povećanjem broja daljinskih stanica (pogotovo na cjevovodima) bitno povećava kvaliteta i sigurnost vodoopskrbe. Od financijskih sredstava ovisna je dinamika proširenja i moderniziranje sustava daljinskog nadzora i upravljanja vodovodom.

STANJE GUBITAKA VODE U VODOOPSKRBNOM SUSTAVU MEĐIMURJA I POTENCIJAL UŠTEDA

U suradnji sa specijaliziranom tvrtkom tijekom 2005. i 2006. izvršena je Analiza gubitaka vode i izrađen Program aktivne kontrole gubitaka vode. Svrha je stvaranje osnovnih preduvjeta – predstavljanje prijedloga, mjera i aktivnosti čija implementacija će omogućiti kvalitetnu kontrolu i smanjenje postojećih gubitaka vode. Izvršena su mjerenja protoka i tlaka u ukupnom trajanju od preko 3.000 sati.



Graf 5.



Graf 6.

Iz predstavljene analize grafova 5. i 6. vidljivo je smanjenje gubitaka vode u odnosu na temeljne specifičnosti sustava a to su broj potrošača i duljina cjevovodnog sustava (smanjenje od oko 20 posto, od 1995. do 2005.), dok su ukupni gubici (u postocima) u razdoblju 1995. – 2005. ostali nepromijenjeni. Analizom bilance vode za 2005. utvrđeno je da stvarni gubici vode iznose 38,6 posto. Međutim ovaj način prikaza gubitaka ne daje pravu sliku uspješnosti rješavanja problema gubitaka tj. efikasnost upravljanja vodoopskrbnim sustavom

s gledišta gubitaka vode. Prikaz ne uključuje stvarne gubitke m^3/km cjevovoda /dan ili litara/priključak/dan. Također ne uključuje primjenu faktora tlaka u sustavu jer o njemu značajno ovise gubici u sustavu. K tome, u razdoblju od 2002. – 2005. godišnja potrošnja po potrošaču smanjila se za 14,42 posto, a ista utječe na veličinu gubitaka vode. Zbog toga se od 2006. godine u ISO standardima Međimurskih voda d.o.o. primjenjuju aktualni međunarodni standardi tj. indikatori u prikazu gubitaka vode i uspješnosti njihovog rješavanja.

Stvarni gubitak vode u sustavu: $\text{CARL} = 277 \text{ litara/priključak/dan}$.

Neizbježni godišnji stvarni gubitci $\text{UARL} = 82 \text{ litara/priključak/dan}$.

$\text{ILI} = \text{CARL}/\text{UARL}$

Engl. $\text{ILI} = \text{Infrastructure Leakage Indeks}$

$\text{CARL} = \text{Current Annual Volume of Real Losses}$

$\text{UARL} = \text{Unavoidable Annual Real Losses}$

Vodoopskrbni sustav Međimurja za 2005. godinu : $\text{ILI} = 277/82$,

odnosni $\text{ILI} = 3,4$

Prema tom indikatoru, Međimurske vode d.o.o. komparativno pripadaju u red uspješnijih vodovoda Republike Hrvatske i međunarodne prakse. Iz toga se nameće zaključak da je u slučaju Međimurskih voda d.o.o. trenutno veći prioritet ulaganje u povećanje pouzdanosti i sigurnosti sustava od smanjenja gubitaka vode.

ZAKLJUČAK

Trenutni prioritet Međimurskih voda d.o.o. je povećanje pouzdanosti i sigurnosti sustava. Sigurnost javne vodoopskrbe na zahvatima osigurana je dovoljnim količinama vode zadovoljavajuće kakvoće koja se bez dorade upušta u vodoopskrbni sustav. Međimurske vode d.o.o. u ovom trenutku mogu osigurati i količine vode za potrebe šire regije. Trenutno se vodom opskrbljuje dio Koprivničko-križevačke županije, a mogla bi se osigurati i voda za potrebe pograničnih županija u Mađarskoj i Sloveniji gdje postoje problemi u osiguranju dovoljnih količina voda zadovoljavajuće kakvoće. Stručno povjerenstvo za pripremu Odluka o zonama izvorišta izradilo je projektni zadatak za izradu elaborata zaštitnih zona izvorišta. Pokrenut je postupak usklađenja Odluka o zaštiti crpilišta s novim Pravilnikom o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (NN br. 55/02.). Nove se Odluke planiraju donijeti 2007. Najvažnije mjere zaštite zahvata vode u narednom razdoblju su izgradnja vodonepropusne kanalizacije na vodozaštitnom području i smanjenje utjecaja poljoprivredne proizvodnje.

Prosječni stupanj opskrbljenosti iznosi 77 posto iako izgrađenost vodovodne mreže iznosi 98,5 posto. U tom smislu u idućem razdoblju radi zaštite zdravlja građana nastojat će se priključiti na vodoopskrbni sustav što više potrošača s ciljem povećanja prosječnog stupnja opskrbljenosti do 2015. na 94 posto (na 2015. zacrtanu plansku opskrbljenost Hrvatske).

Javna vodoopskrba mora se podići na višu tehnološku razinu, a posebno učinkovitost i djelotvornost sustava kao i sigurnost javne vodoopskrbe. Prioriteti su sljedeći:

proširenje i modernizacija nadzorno-upravljačkog sustava vodoopskrbe prema izrađenim izvedbenim projektima,

izradu GIS-a (katastra instalacija) potrebno je ubrzati i implementirati sa ciljem povećanja sigurnosti sustava vodoopskrbe, izgradnja vodosprema Dragoslavec, Železna Gora, Čakovec, Dekanovec, Kotoriba, Bukovec, Frkanovec izgradnja zdenaca Z-2 na crpilištu Prelog za zahvat vode iz drugog vodonosnog sloja (veći stupanj zaštite podzemne vode od zagađenja) te za slučaj kvara ili ispada iz rada zdenca Z-1, nastavak daljnjih rekonstrukcija cjevovoda zbog starosti i kvarova.

Prioriteti Međimurskih voda d.o.o. s gledišta stvarnih gubitaka vode: razvoj sustava nadzora protoka i tlakova u pojedinim segmentima sustava, podjela sustava u manje samostalne cjeline (zone), unapređenje sistema očitavanja potrošnje vode kod svih korisnika (daljinsko očitavanje vodomjera, mjesečna ili dvomjesečna potrošnja vode), unapređenja u primjeni i kontroli uređaja za regulaciju tlaka u područjima visokih tlakova, implementacija nove metode obrade podataka i praćenja gubitaka vode u sustavu, nastavak daljnjeg osuvremenjivanja i obuke tima za praćenje gubitaka vode i nastavak daljnjih rekonstrukcija cjevovoda gradnjom sigurnih i učinkovitih cjevovoda.

Sa stanovišta zaštite potrošača potrebno je zadržati visoku kakvoću vode, te visoko ocjenjeno zadovoljstvo korisnika kvalitetom vodoopskrbe.

Prilikom planiranja svjesni smo da specifična potrošnja vode iznosi samo 86 l/stan/dan i da se kao vrlo niska neće povećati uvažavajući ekonomsko korištenje voda uz uvođenje principa korisnik plaća.

VODOOPSKRBA LIČKO-SENJSKE ŽUPANIJE - DESET GODINA POSLIJE

D. Ivšinović*, J. Stilinović*, B. Margaretić*, D. Jurković*



CILJ RADA

Prikazati promjene koje su se dogodile unatrag 10 godina u opskrbi pučanstva Ličko senjske županije (dostupnost, kvaliteta) vodom za piće kao jednim od važnih čimbenika očuvanja kvalitete zdravlja.

SAŽETAK

Ličko senjska županija površinom od 5350,50 km sa 53 677 stanovnika jedna je od najslabije naseljenih Županija (10 st / km). S druge strane Ličko senjska županija je Županija sa najvećim resursima kvalitetne pitke vode.

Osnovu hidrografske mreže Ličko-senjske županije čine porječja ponornica Like i Gacke.

Vodoopskrba pučanstva unatoč tome nije nimalo laka, a u nedalekoj prošlosti nije bila ni zadovoljavajuća. Prema podacima iz 1991 - 84 % pučanstva je bilo priključeno na vodovodne sustave. Razaranjem ,zanemarivanjem vodovodnog sustava tijekom domovinskog rata stanje je svakako pogoršano. Činjenica da se tijekom domovinskog rata nije dogodila niti jedna hidrična epidemija govori u prilog naporima koji su ulagale osobe da te razrušene vodovodne sustave održe i distribuiraju vodu za piće. Od 1996. godine obnavljanje vodovodne mreže, izgradnja novih cjevovoda, vodosprema, crpnih stanica kao i uređenja novih zahvata urodila su plodom te povećala postotak pučanstva priključenog na vodovodne sustave ,kao i povećala kvalitetu vode za piće koju dobivaju u svojim domovima.

* Zavod za javno zdravstvo Ličko - senjske županije

UVOD

U Ličko-senjskoj županiji koja se prostire na površini od 5 350,50 km² prema popisu iz 2001.godine živi 53 677 stanovnika pa je prema tome najslabije naseljena županija u Republici Hrvatskoj (10 st./km²). Kao što samo ime govori ova najveća županija u Republici Hrvatskoj osim ličkog zaleđa obuhvaća i veći dio planine Velebit i njegovo Senjsko-karlobaško primorje te sjeverozapadni dio otoka Paga. Zato se prema fizionomijsko –homogenim obilježjima Ličko-senjska županija sastoji od dvije bitno različite prostorne cjeline :kontinentske ličko-gorske i primorske podgorsko-otočne cjeline. koje su razdvojene sa najdužom i najistaknutijom hrvatskom planinom Velebit. .Ličko-gorska krška zavala sa orografskim obodom Plješivice i Kapele zbog svoje geološko-geomorfološke predispozicije predstavlja najveći prirodni spremnik kvalitetne pitke vode te obuhvaća izuzetno atraktivne rijeke Liku,Gacku,Unu i Koranu.Takvu vrijednost županijskog prostora upotpunjuje i njezin primorko-otočni dio kojem pripada jedan od ekološki najčistijih dijelova hrvatskog jadranskog akvatorija.

Važnost Ličko-senjske županije je i u tome što je geoprometno križište između Zagreba,Rijeke i Splita te predstavlja geostratešku i ekološku jezgru Republike Hrvatske.Prema broju nacionalnih parkova (Nacionalni park Plitvička jezera,Nacionalni park Paklenica i Nacionalni park Sjeverni Velebit) i parkova prirode (Park prirode Velebit) Ličko-senjska županija je vodeća u Hrvatskoj .

Županija je podijeljena na 4 grada i 8 općina sa sjedištem županije u gradu Gospiću :

Gradovi:

- Grad Gospić
- Grad Novalja
- Grad Otočac
- Grad Senj

Općine:

- Općina Brinje
- Općina Donji Lapac
- Općina Karlobag
- Općina Lovinac
- Općina Perušić
- Općina Plitvička jezera (sjedište u Korenici)
- Općina Vrhovine

Osnovu hidrografske mreže Ličko-senjske županije čine porječja nekadašnjih ponornica Like i Gacke.

Rijeka Lika sa približnom površinom porječja od 1570 km² izvire u podnožju Velebita u južnom dijelu Ličkog polja na nadmorskoj visini od 596 m .Lika je najveća lička ponornica s dužinom od 78 km što je svrstava po dužini toka u drugu po veličini ponornicu Europe.Glavni pritoci Like su Novčica i Otešica s lijeve strane i Glamočica i Jadova s desne strane.

U kanjonu Like izgrađena je brana akumulacijskog jezera Kruščica kroz koje se tok nastavlja do Lipovog polja i ulaza u tunel Lika-Gacka.Rijeka je odsječena od ponora u Lipovom polju u kojem je ponirala spojena s rijekom Gackom.Od izvora do Gospića Lika je svrstana u prvu kategoriju kakvoće (salmonidne vode), a nizvodno do Gusić polja u drugu kategoriju kakvoće (ciprinidne vode).

Akumulacijsko jezero Kruščica ,površine 3,9 km² ,nastalo je izgradnjom brane Sklope 1971. godine za potrebe HE Senj.Nalazi se na donjem dijelu rijeke Like

kod sela Mlakva u Kosinju. Ime je dobilo po selu Kruščici koje je na tom mjestu potopljeno a stanovništvo iseljeno.

Rijeka Gacka sa približnom površinom porječja od 400-600 km² izvire u jugoistočnom dijelu Gackog polja na 475 m nadmorske visine. Svojom dužinom od 55,4 km predstavlja treću po veličinu ponornicu u Europi. Izvire u Sincu a izvore čine Majerovo i Tonković vrilo. Pritoci su Knajpovac, Begovac i Malinišće u gornjem toku a nizvodno su najjači pritoci Sinačka pučina i Kostelka. U srednjem toku Gacke učinjena je akumulacija Vivoze i na kraju donjeg dijela toka kompenzacijski bazen Gusić polje. Iz bazena Gusić polje vrši se vodozahvat velikog vodovoda-Južni ogranak primorskog vodovoda.

Upravljanje nad javnim vodovodima u Ličko-senjskoj županiji vrši 12 javnih komunalnih poduzeća:

1. "Usluga" d.o.o. Gospić, koja vrši distribuciju vode za područje grada Gospića i općine Perušić.
2. "Velinac" d.o.o. Karlobag, koji vrši distribuciju vode za općinu Karlobag
3. Gradsko komunalno društvo „Komunalac“ Senj, koje distribuira vodu za područje grada Senja.
4. Vodovod Hrvatsko Primorje –Južni odvojak distribuira vodu za potrebe mjesta od Senja do Karlobaga uključujući otoke Pag i Rab.
5. "Komunalijske" d.o.o. Novalja, koji vrši distribuciju vode za područje grada Novalje.
6. "Komunalac" d.o.o. Otočac, koji opskrbljuje vodom pučanstvo grada Otočca i općine Vrhovine.
7. "Vodovod" d.o.o. Brinje, koji distribuira vodu za područje općine Brinje.
8. N.P. "Plitvice" drži pod nadzorom vodu kojom se opskrbljuje pučanstvo nacionalnog parka Plitvice.
9. "Komunalac" d.o.o. Korenica distribuira vodu za područje Korenice i Ličkog Petrovog Sela.
10. "Hidrokom" d.o.o. Udbina, drži pod nadzorom vodozahvate i distribuciju vode za područje Udbine i Podudbine.
11. "Komunalac" d.o.o. Donji Lapac, distribuira vodu za područje općine Donji Lapac.
12. Općinsko vijeće Lovinac drži pod nadzorom distribuciju vode na području općine Lovinac.

Zavod za javno zdravstvo Ličko-senjske županije vrši kontrolu zdravstvene ispravnosti vode za piće za sva gore spomenuta komunalna poduzeća osim za „Vodovod Hrvatsko Primorje“ koji imaju vlastiti laboratorij.

VODOOPSKRBNI SUSTAV PODRUČJA GRADA GOSPIĆA I OPĆINE PERUŠIĆ

Grad Gospić se nalazi u središnjem dijelu Like na ocjeditoj zaravni uz rijeku Novčicu. Prostire se na površini od 967 km², a prema popisu iz 2001. godine ima 12 980 stanovnika.

Vodoopskrbni sustav grada Gospića i općine Perušić čini jednu cjelinu, a njegova izgradnja je počela u drugoj polovici 19. stoljeća da bi prvi objekti bili pušteni u funkciju 1894. godine. Danas sustav ima 400 km vodoopskrbnih cjevovoda preko kojih se vodom opskrbljuje između 13 000 i 14 000 stanovnika što vjerojatno čini jedan od najnepovoljnijih odnosa između broja korisnika i duljine mreže. Voda se zahvaća na devet vodozahvata:

1. Ričina	}	Pazarišta	6. Košna voda - Brušane
2. Pećina			7. Vriline - Brušane
3. Odra			8. Vrbas - Bužim
4. Domicuša			9. Mrđenovac - Medak
5. Muharev jarak			

U posljednjih sedam do osam godina izrađen je nadzorno-upravljački sustav (20-ak objekata) čime su smanjeni gubici vode i bez čega bi danas bilo nezamislivo funkcioniranje vodoopskrbnog sustava.

Najveće probleme u vodoopskrbi čine poremećaji u izdašnosti izvora na području Pazarišta i Bužima te na vodozahvatu Mrđenovac gdje je došlo do problema s jednim bunarom pa je u realizaciji izgradnja trećeg bunara. Navedeni problemi rezultiraju nestašicom vode na rubnim područjima kod većih suša jer je nemoguće transportirati vodu s jednog kraja sustava na drugi zbog velikih duljina cjevovoda čak ni u uvjetima kada u Mrđenovcu ima dovoljno vode. Takva situacija može rezultirati da se izvorišta na području Pazarišta i Bužima u doglednoj budućnosti koriste samo za potrebe lokalnih cjevovoda.

Najveće područje bez vode je Kosin u općini Perušić gdje se sustav izgrađuje zadnjih sedam godina što će se okončati u narednom trogodišnjem razdoblju. Do sada je izgrađeno oko 25 000 m vodoopskrbnog sustava Kosin te dvije vodospreme od 250 m³. Voda za ovaj dio sustava se zahvaća iz Tonković vrela pa je izvršena i rekonstrukcija starog željezničkog cjevovoda na dionici Ličko Lešće-Janjče.

Paralelno sa izgradnjom tog sustava izvršena je rekonstrukcija cjevovoda iz pravca Otočca što će osigurati potrebne količine vode jer je to nemoguće iz pravca Perušića, a potrebno je realizirati i kvalitetnije povezivanje vodoopskrbnog sustava grada Gospića i grada Otočca.

Izgrađen je niz manjih vodoopskrbnih cjevovoda po selima čime je pokrivenost javnom vodoopskrbom porasla preko 90 % na području grada Gospića. Dezinfekcija pitke vode riješena je kloriranjem putem odgovarajućih uređaja na svim izvorištima osim Košne vode gdje nije potpuno automatizirana već jednim dijelom ovisi o nadzorniku izvorišta. Na izvorištima Mrđenovac i Vriline koristi se plinski klor, za grupu izvorišta u Pazarištima klor-dioksid i natrijev hipoklorit, a za izvorišta Vrbas i Košna voda koristi se natrijev hipoklorit.

Tablica 1. Analiza uzoraka vode za piće tijekom 2005.g. na području grada Gospića i općine Perušić

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ =
Broj uzoraka	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	144
Broj kemijski neispravnih uzoraka	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Broj bakteriološki neispravnih uzoraka	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4

VODOOPSKRBNI SUSTAV GRADA OTOČCA

Grad Otočac sa površinom od 565,30 km² nalazi se u Gackoj dolini smještenoj između Velebita i Male Kapele, a prema popisu iz 2001.godine ima 10 411 stanovnika.

Područje grada Otočca se opskrbljuje vodom iz jednog od izvorišta rijeke Gacke koje se nalazi u Sincu.

Vodovodna mreža pokriva Otočac, Sinac, LičkoLešće, Čovići, Švica, Ponori, Brlog, HrvatskoPolje, Kompolje, Založnicu, Škare, Doljane, Podum, Staro Selo, Brlošku Dubravu, Drenov Klanac, Vrhovine, Vivoze i Šumečicu.

Unatrag 10 godina izvršena je rekonstrukcija pojedinih dijelova starog vodovodnog sustava, pušten je u radu dio starog vodovoda od Vrhovina prema okolnim selima.

Izgrađeno je i novih 19 146 m cjevovoda na potezu Švica-Krasno, napravljene su četiri vodospreme i u skladu s tim četiri crpne stanice:

Vodospreme:

1. „Šegotinka“ iznad Švice
2. „Šepci“ u Kutarevu
3. „Grezina“
4. „Melkača“

Crpne stanice:

1. „Švica“
2. „Marinići“ u Kutarevu
3. „Kutarevo“
4. „Grezina“

Tablica 2. Analiza uzoraka vode za piće tijekom 2005.g. na području grada Otočca

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ =
Broj uzoraka	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
Broj kemijski neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broj bakteriološki neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VODOOPSKRBNI SUSTAV OPĆINE BRINJE

Općina Brinje se nalazi na sjeveru Ličko-senjske županije u podnožju Male Kapele i prema popisu iz 2001.godine ima 4 108 stanovnika.

Izvorište Maljkovac na kojem je kaptaža izvršena još 1912.godine, a vodovodna mreža kroz Brinje izgrađena 60-ih godina prošlog stoljeća opskrbljuje vodom dio naselja Brinja.

Na tom izvorištu 2001.godine postavljen je klorinator (ukapavanje natrijevog hipoklorita) koji služi za dezinfekciju vode. Izdašnost izvora Maljkovac je 8-10 l/s, a voda se do naselja dovodi gravitacionim sustavom.

Vodoopskrbni sustav Brinje opskrbljuje vodom sedam naselja: Brinje, Draženoviće, Holjevce, Brinjsku Kamenicu, Križpolje, Jezerane i Stajnicu.

Voda se za to područje dobiva iz izvorišta Žižići koje se nalazi u Stajnici i kapaciteta je

80 l/s, a vodovod Stajnica-Brinje izgrađen je 1993.godine. Taj vodoopskrbni sustav je kombinacija tlačnog i gravitacionog sustava, točnije od crpnog postrojenja do vodospreme Kovačevac taj je sustav tlačni, a od vodospreme Kovačevac do Brinja gravitacioni.

Tablica 3. Analiza uzoraka vode za piće tijekom 2005.g.za područje općine Brinje

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ =
Broj uzoraka	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	61
Broj kemijski neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broj bakteriološki neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VODOOPSKRBNI SUSTAVA PODRUČJA GRADA SENJA

Područje grada Senja se nalazi između mora, obronaka Kapele i Velebita i prostire se na površini od 658 km². Njegova površina se proteže kroz 60 km morske obale i oko 40 km Velebita, najveće i najljepše hrvatske planine. Prema popisu iz 2001.godine senjsko područje ima 8132 stanovnika.

Vodovodni sustav Senjska Draga opskrbljuje vodom grad Senj i mjesto Sv.Križ, a iz vodovodnog sustava Hrmatine vode se distribuira prema Senju i južnom ogranku hrvatskog Primorja.

Na vodovodnom sustavu Hrmatine 1998.godine izvršena je rekonstrukcija uređaja za pročišćavanje vode. Umjesto kloriranja tekućim klorom ugrađen je plinski klorinator sa neutralizatorom. Svi glavni ulazni i izlazni ventili na objektu zamijenjeni su elektroventilima kojima se upravlja putem komandne ploče gdje se mogu očitati podaci o protoku.

Na telemetrijski sustav povezane su vodosprema Melkača-Krasno, vodosprema Senj i vodosprema Trbušnjak.

U periodu od 1998-2006.godine izgrađene su vodospreme Melkača-Krasno sa transportnim i opskrbnim cjevovodima te je u tijeku realizacija nastavka cjevovoda i izgradnje vodospreme Anići.

Na području Podgorja izgrađena je vodosprema Šegote kapaciteta 100 m³ sa opskrbnim vodom čime je omogućena opskrba vodom za naselja Šegote, Mršiće i Balensku Dragu (cca 70 domaćinstava).

Izgrađena je vodosprema Klada kapaciteta 200 m³ sa transportnim i opskrbnim vodom čime je 200 domaćinstava spojeno na vodovod.

U Senju je izgrađena vodosprema Bilićevica te su naselja Bilićevica, Pijavica i Bunica spojena na gradski vodovod.

Tablica 4. Analiza uzoraka vode za piće tijekom 2005.g. na području grada Senja

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ =
Broj uzoraka	10	10	10	10	10	10	20	30	10	10	10	10	150
Broj kemijski neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broj bakteriološki neispravnih uzoraka	0	0	0	0	1	0	0	10	1	0	0	0	12

VODOOPSKRBNI SUSTAV JUŽNOG OGRANKA HRVATSKOG PRIMORJA

Ovaj vodoopskrbni sustav pokriva distribuciju vode za potrebe naselja od Senja do Karlobaga, otoka Paga i Raba. U zimskom periodu ovaj vodovodni sustav opskrbljuje oko 20 000 stanovnika vodom dok taj broj dostigne i 100 000 stanovnika za vrijeme turističke sezone.

Voda se za ovo područje dobiva iz izvorišta Hrmatine na čijem je pročišćivaču izgrađen peti zatvoreni filter vode kapaciteta 100 l/s.

Izgrađena je i prenosnica ispod prekidne komore Stinica čime se povećala protočnost cjevovoda prema otoku Pagu cca 30 l/s.

Izgrađen je obilazni vod oko prekidne komore Lokva u dužini 970 m čime se dobilo povećanje protočnosti cjevovoda na dionici Hrmatine- PK Stinica cca 30 l/s.

U toku je izgradnja procrpnice Stinica čijim završetkom će se omogućiti dobivanje 370 l/s na prekidnoj komori Stinica, a ujedno i 250 l/s na prekidnoj komori Koromačina za otok Pag i općinu Karlobag.

U razdoblju 2007-2009.godine planirana je izgradnja vodospreme Koromačina veličine 1000 m³ čime bi sustav bio zaokružen.

Tablica 5. Analiza uzoraka vode za piće tijekom 2005.g. za vodoopskrbni sustav južnog ogranka hrvatskog Primorja

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ =
Broj uzoraka	3	7	3	7	3	3	6	2	3	2	2	0	41
Broj kemijski neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broj bakteriološki neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VODOOPSKRBNI SUSTAV PODRUČJA GRADA NOVALJE

Po svom prostornom položaju unutar Ličko-senjsko županije grad Novalja čini njezin jedini otočni dio. Na području grada Novalje, na površini 93,36 km², živi oko 3500 stanovnika.

Novalja je turistički centar i središnja luka otoka Paga te županije Ličko-senjske.

Vodoopskrbni sustav grada Novalje dobiva vodu iz vodovoda južnog ogranka hrvatskog Primorja a pokriva područje Metajne, Zubovića, Kustića, Vidalića, Caske, Gajca, Stare Novalje, Potočnice, Jakišnice i Luna.

U posljednjih 10 godina na vodovodnom sustavu grada Novalje izvršene su sljedeće preinake:

1. 1996.godine dovršena je izgradnja magistralnog vodovoda sa pripadajućim objektima za Lun i druga naselja u dužini 18 000 m.
2. 1998.godine na prihvatnoj vodospremi Komorovac montiran je uređaj za doziranje plinskog klora u svrhu bolje dezinfekcije vode.
3. Do 2006.godine izgrađene su mjesne vodovodne mreže u naseljima Dubac--Varsan, Potočnica, Lun, Jakišnica, Dudići, Mulobedanj u ukupnoj dužini 17 100 m.
4. Do 2006.godine izvedena su proširenja postojećih vodovodnih mreža u ukupnoj dužini 10 000 m.

Tablica 6. Analiza uzoraka vode za piće tijekom 2005.g. na području grada Novalje

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ =
Broj uzoraka	5	5	5	5	5	5	10	10	5	5	5	5	70
Broj kemijski neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broj bakteriološki neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VODOOPSKRBNI SUSTAV OPĆINE KARLOBAG

Karlobag je mjesto smješteno u Podvelebitju sa dužinom obale od 42 km. Prema popisu iz 2001.godine ima 1019 stanovnika.

Voda sa za mjesto Karlobag distribuira iz izvorišta koja se nalaze na Baškim Oštarijama, a u ljetnim mjesecima zbog turističke sezone stanovništvo se opskrbljuje vodom iz vodovodne mreže južnog ogranka hrvatskog Primorja.

U odnosu na stanje 1996.godine kada nije vršena prerada vode ugrađena je oprema za dezinfekciju vode tekućim klorom na vodovodu Baške Oštarije-Karlobag i vodospremi Koromačina-Karlobag (južni ogranak hrvatskog Primorja).

Izgrađen je vodovod Trolokve (kod mjesta Cesarica), provedena je sanacija vodozahvata Rudanke ,Crnog Vrela i crpne stanice Crno Vrelo na Baškim Oštarijama. Izvedena je rekonstrukcija vodoopskrbnog cjevovoda iz izvora Rudanka i izvršena sanacija vodovoda Baške Oštarije-Karlobag .

U tijeku su investicijski radovi na vodovodu i vodospremi Bojna Draga (kod mjesta Ribarica), rekonstrukcija vodovoda Baške Oštarije-Karlobag u dužini 6 040 m i rekonstrukcija vodoopskrbnog cjevovoda Karlobag.

Tablica 7. Analiza uzoraka vode za piće tijekom 2005.g. na području općine Karlobag

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ =
Broj uzoraka	4	4	4	4	4	4	8	8	4	4	4	4	56
Broj kemijski neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broj bakteriološki neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VODOOPSKRBNI SUSTAV OPĆINE PLITVIČKA JEZERA

Općina Plitvička jezera koja je smještena između Male Kapele i Plješivice prostire se na površini od 539,08 km² i prema popisu iz 2001.godine ima 4 668 stanovnika.

U Nacionalnom parku Plitvička jezera kaptaža i prerada vode se vrše u samom središtu parka i u posljednjih nekoliko godina nije izvršena neka veća sanacija vodoopskrbnog sustava koji je pod upravom tehničke službe Nacionalnog parka.

Ličko Petrovo Selo dobiva vodu iz izvorišta Čujić Krčevina. Od tog izvorišta do mjesta Prijeboj se ne vrši kloriranje vode jer na tom području nema stanovnika. U Prijeboju se kloriranje vrši sa Na-hipokloritom ovisno o protoku vode, otkud se voda dalje distribuira prema Ličkom Petrovom Selu.

Sa izvorišta Vrelo voda se distribuira prema Korenici, a kloriranje se vrši automatski sa plinskim klorinatorom.

Na području Ličkog Petrovog Sela i Korenice u posljednjih 10 godina izvršene su sljedeće izmjene na vodovodnoj mreži:

1. Rekonstrukcija vodovoda Ličko Petrovo Selo –Vaganac u dužini od 1 000 m, a u planu je daljnjih 8 500 m.
2. Izvršena je prenosnica vodovoda Jezerce-Prijeboj u dužini 1 000 m što omogućuje vodoopskrbu Ličkog Petrovog Sela u ljetnim mjesecima kada izvor u Čujić Krevini presuši
3. Rekonstrukcija cjevovoda u Vagancu (završen Gornji i Donji Vaganac) u dužini 3 000 m.
4. Rekonstrukcija vodovoda kroz selo Smoljanac u dužini 3 000 m
5. Rekonstrukcija vodovoda u selu Željava u dužini 1 500 m

U planu je rekonstrukcija vodovoda u Korenici u naredne tri godine i izgradnja vodospreme Ličko Petrovo Selo .

Tablica 8. Analiza uzoraka vode za piće tijekom 2005.g. na području općine Plitvička jezera

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ =
Broj uzoraka	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
Broj kemijski neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broj bakteriološki neispravnih uzoraka	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

VODOOPSKRBNI SUSTAV PODRUČJA UDBINA

Distribucija vode na području Udbine se vrši iz dva izvorišta od kojih je Kraljevac stavljen u funkciju 1975.godine, a Krbavica 1985.godine. Kako se na tom području povećao broj stanovnika s obzirom na 1996.godinu i prema popisu iz 2001.godine je dosegao broj od 1649 stanovnika trebalo je izvršiti sanaciju vodoopskrbnog sustava.

Tako je već 1997. i 1998.godine izvršena sanacija vodotornja (premazan je vodonepropusnim premazom iznutra, izrađena je vanjska fasada i termoizolacija ulaznih i izlaznih cijevi).

Također na vodocrpilištu Kraljevac promijenjene su obadvije crpke, automatika i agregat za struju. Uvođenje crpki manje snage a većeg učinka dovelo je do uštede električne energije.

2001.godine rekonstruirano je 1100 m tlačnog cjevovoda između crpnog postrojenja Kraljevac i vodotornja Udbina koji je do tada bio azbestcementni, a zamijenjen je sa kvalitetnim cijevima od lijevanog željeza.

2004.godine rekonstruirano je 1500 m vodovodne mreže na Udbini pri čemu su ugrađeni i novi vodomjeri.

2005.godine zbog dotrajalosti i kvarova rekonstruirano je 1 300 m cjevovoda na području Podudbine.

Od 2005.-2006. godine rekonstruirano je 4700 m cjevovoda na potezu Bunić-Debelo Brdo pri čemu su ugrađeni i novi vodomjeri.

Za 2007. godinu u planu je rekonstrukcija 8000 m magistralnog cjevovoda Krbavica--Udbina od vodospreme do Šalamunića gdje su zasada i najveći gubici vode (50 %).

Do 1996.godine gubici u vodovodnoj mreži na ovom području iznosili su oko 60 % što je sa gore navedenim rekonstrukcijama smanjeno na 10 % kakva je situacija i danas.

Tablica 9. Analiza uzoraka vode za piće tijekom 2005.g. na području Udbine

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ =
Broj uzoraka	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
Broj kemijski neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broj bakteriološki neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2

VODOOPSKRBNI SUSTAV OPĆINE DONJI LAPAC

Donji Lapac se nalazi u istočnoj Lici koja se još naziva i Ličko Pounje ispod planine Plješivice na 582 m n.v. U općini Donji Lapac koja se prostire na površini od 354,20 km², prema popisu iz 2001. godine živi 1 880 stanovnika.

Izvorište Ostrovica

Veći dio općine Donji Lapac opskrbljuje se vodom iz izvorišta Ostrovica koje se nalazi u blizini Kulen Vakufa, na području Republike Bosne i Hercegovine. Doprema vode iz susjedne države praćena je stalnim problemima koji se odnose na sigurnost vodoopskrbe, količinu i kvalitetu isporučene vode, te cijenu vode. Stoga je neophodno izgraditi novi vodovod koji će biti osnova za gospodarski razvoj ovog područja.

Vodoopskrbni sustav Donji Lapac građen je u razdoblju od 1972.-1975. godine. Iz kaptaže voda se pomoću dvije crpne stanice kapaciteta 28,50 l/s i tlačnim cjevovodom doprema do vodospreme Donji Lapac koja se nalazi na 668,51 m n.v. čiji je kapacitet 800 m³. Dužina cjevovoda od kaptaže Ostrovica do Donjeg Lapca je cca 13 km.

Pored vodospreme Donji Lapac nalazi se precrpna stanica koja tlači vodu prema naseljima Dnopolje i Birovača.

Vodosprema Bubanj koja se nalazi na 660,59 m n.v. kapaciteta 50 m³ opskrbljuje naselja Dobroselo i Doljani.

Izvorište Loskun

Sjeverni dio općine Donji Lapac dobiva vodu iz izvorišta Loskun udaljenog od općinskog središta 20 km, a smještenog u neposrednoj blizini rijeke Une koja ujedno predstavlja i državnu granicu između Republike Hrvatske i Republike Bosne i Hercegovine.

Minimalni kapacitet izvorišta iznosi 25 l/s uz koji je izgrađen sabirni bazen i crpna stanica. Voda se iz crpne stanice tlači u vodospremu Nebljusi kapaciteta 400m³, a nalazi se na visini 620,53 m n.v. sa ukupnom dužinom cjevovoda od 5627 m. Kloriranje vode vrši se preko automatskog klorinatora, a sredstvo za klorinaciju je klordioksid.

Ovaj vodoopskrbni sustav izgrađen je 1989. godine i posjedovao je svu potrebnu dokumentaciju koja je nestala tijekom ratne operacije „Oluja“ kada i sam sustav prestaje biti u funkciji sve do 2001. godine. Tada se obnavljanjem crpne stanice ponovno stavlja u funkciju .

Do izvorišta je napravljena makadamska cesta a samo izvorište se nalazi 500 m od željezničke stanice Loskun.

Izvorište Joševica

Izvorište se nalazi u Zadarskoj županiji na području općine Gračac između sela Brotinja i Zaklopac. Smješten je u šumskom području na 390 m n.v.. Izdašnost izvora prema zadnjim istraživanjima je 30 l/s

Budući da se veći dio općine Donji Lapac snabdijeva sa vodom iz Bosne i Hercegovine stavljanje ovog izvorišta u funkciju omogućilo bi izgradnju novog vodoopskrbnog sustava koji bi riješio gore navedene probleme sa izvorištem Ostrovica..

Za ostvarivanje ovog plana već je dobivena lokacijska i građevinska dozvola od strane Ministarstva za zaštitu okoliša i prostornog uređenja te je cjevovod u izgradnji od svibnja 2006. godine.

Tablica 10. Analiza uzoraka vode za piće tijekom 2005.g. na području općine Donji Lapac

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ =
Broj uzoraka	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	66
Broj kemijski neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broj bakteriološki neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VODOOPSKRBNI SUSTAV OPĆINE LOVINAC

Mjesto Lovinac je smješteno na jugoistoku najvećeg kraškog polja u Hrvatskoj, Ličkog polja. Tim područjem protječu rijeke Ričica , Opsenica, Krušnica i Banica. Na tom području se nalaze i dva akumulacijska jezera jedno u Sv.Roku a drugo u Štikadi za potrebe HE Velebit u Obrovcu.

Općina Lovinac se prostire na 317,27 km² , a prema popisu iz 2001. godine ima 1 096 stanovnika.

Distribucija vode na području općine Lovinac do 2001. godine nije bila pod nadzorom niti jednog komunalnog poduzeća već se odvijala na „divlje“. Te godine je Općinsko vijeće Lovinac preuzelo nadzor nad vodoopskrbom tog područja.

Na području općine Lovinac postoji vodovodna mreža od 37 432 m .Trenutno izgrađenu vodovodnu mrežu imaju naselja Ličko Cerje, Ričice, Štikada, veći dio naselja Sv.Rok i Lovinac. Dok naselja Raduč, Ploča, Kik, Vranik i Smokrić nemaju vodovod.. Na postojeću mrežu priključeno je 320 potrošača. Zbog poboljšanja vodoopskrbe naselja Lovinac izgrađena je crpna stanica na brdu Cvituša kapaciteta 100 m³.

U protekle dvije godine izvršena je sanacija glavnog cjevovoda ukupne dužine 13 km i to na dionici Vriline-Ruka, Ruka-Matres, Ruka-Lovinac.

Izvorišta Vriline i Mračaj koje se trenutno koriste za vodoopskrbu nemaju dovoljan kapacitet kojim bi se zadovoljili dodatni potrošači stoga je nužno pristupiti vodoistražnim radovima kako bi se pronašle dodatne količine vode nužne za snabdijevanje postojećeg i očekivanog broja stanovnika. U izradi je projektna dokumentacija za izgradnju vodovoda Gornja Ploča – Vranik-Lovinac-Piplica-Vagan-Muntanja-Smokrić,te vodovoda Lovinac-Volarica.

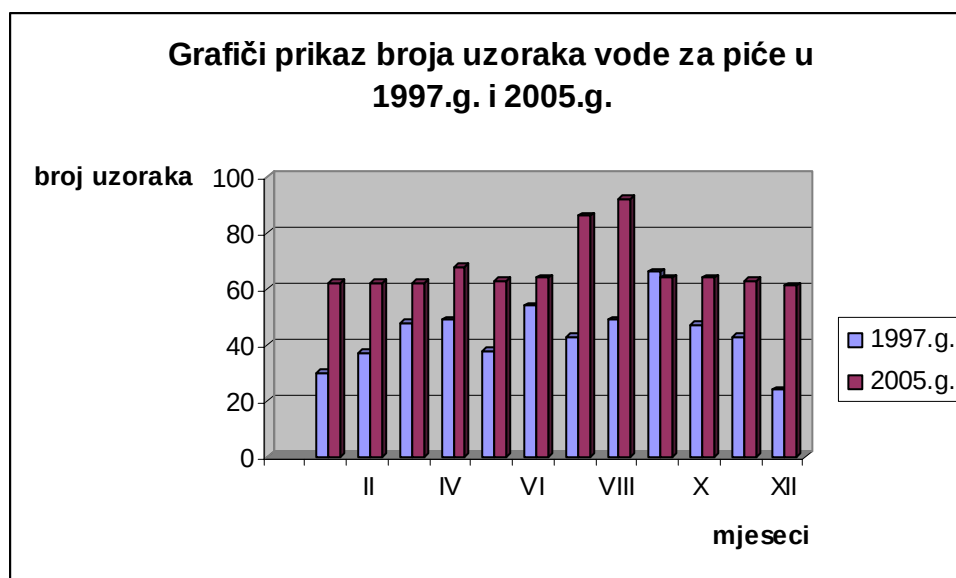
Tablica 12. Analiza uzoraka vode za piće tijekom 2005.g. na području općine Lovinac

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ =
Broj uzoraka	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
Broj kemijski neispravnih uzoraka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broj bakteriološki neispravnih uzoraka	0	0	0	1	0	3	1	1	1	1	0	1	9

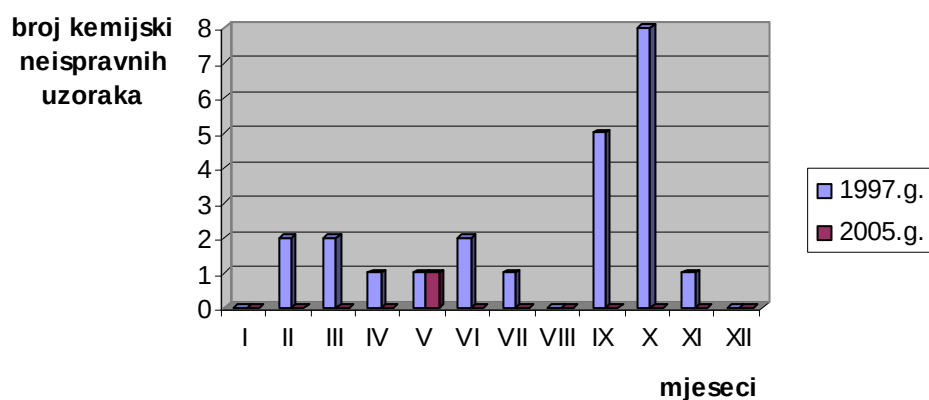
REZULTATI

Tablica 13. Zdravstvena ispravnost vode za piće u Ličko-senjskoj županiji tijekom 1997.g. i 2005.g.

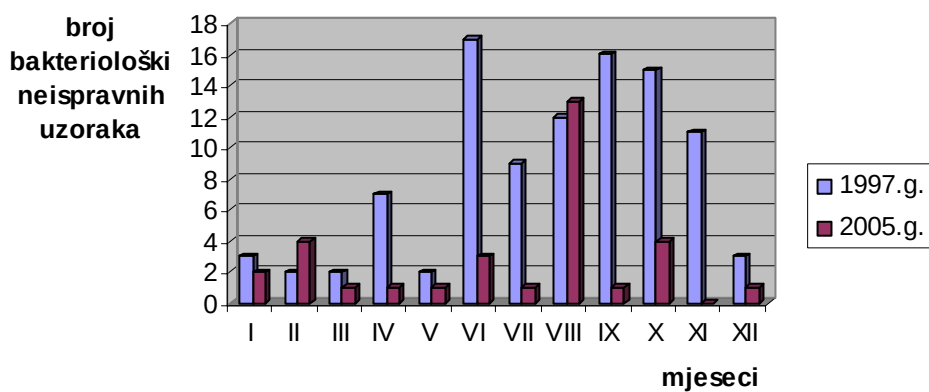
Mjeseci	Broj uzoraka pitke vode		Broj Bakteriološki neispravnih uzoraka		Broj kemijski neispravnih uzoraka	
	1997.g.	2005.g.	1997.g.	2005.g.	1997.g.	2005.g.
I	30	62	3	2	0	0
II	37	62	2	4	2	0
III	48	62	2	1	2	0
IV	49	68	7	1	1	0
V	38	63	2	1	1	1
VI	54	64	17	3	2	0
VII	43	86	9	1	1	0
VIII	49	92	12	13	0	0
IX	66	64	16	1	5	0
X	47	64	15	4	8	0
XI	43	63	11	0	1	0
XII	24	61	3	1	0	0
Σ =	528	811	9(18,75)	32(3,94%)	23(4,30%)	1(0,12%)



Grafički prikaz kemijski neispravnih uzoraka vode za piće u 1997.g. i 2005.g.



Grafički prikaz bakteriološki neispravnih uzoraka vode za piće u 1997.g. i 2005.g.



ZAKLJUČAK

Nakon domovinskog rata oko 70-tak % domaćinstava nije se opskrbljivalo vodom iz vodovodnog sustava . Voda koja se distribuirala tim vodovodnim sustavom ponekad je bila i upitne kvalitete. Od 528 uzoraka 1997. godine za analizu vode iz tih sustava 23 uzorka ili 4,30 % je bilo kemijski nezadovoljavajuće . Mada se radilo uglavnom o mutnoći ili eventualno utrošku KMnO_4 voda nije zadovoljavala propisanim normativima. Kod bakteriološke ispravnosti stanje je bilo lošije - od 528 uzoraka 99 uzoraka ili 18,75 % je bilo bakteriološki neispravno. Izgradnja 94,8 km nove mreže, izgradnja 11 vodosprema, 4 crpne stanice, te kaptaža 4 nova izvorišta dovodi do znatnog poboljšanja.

Postotak domaćinstava koja su opskrbljena vodom se penje na gotovo 90 %. - još uvijek je mali dio Kosinja bez vodovodne vode (to je u izgradnji), mali dio Općine Karlobag prema Lukovom Šugarju, područje Krivog Puta, mali zaselci po Velebitu.

Kvaliteta vode je znatno porasla. Od 811 uzoraka u 2005 samo je 1 uzorak ili 0,12% kemijski nezadovoljavajući zbog mutnoće , a 32 uzorka ili 3,94% bakteriološki ne ispunjavaju zadane normative. Od 13 uzoraka tijekom VIII mjeseca .9 je bilo iz vodovoda za područje Senja zbog ustajalosti vode u kanala što je već kod idućeg uzorkovanja bilo ispravljeno.

Dostatnost količine vode dolazi u pitanje u ljetnim mjesecima na turističkim područjima što je svakako prioritet u daljnjim intervencijama.

ZAŠTO SMO POSTAVILI SPOMEN PLOČU EPIDEMIOLOGU Dr. MILIJENKU SUIĆU?

Mladen Smoljanović*, Josip Tomasović**



UVOD

Primarius dr. Milijenko Suić, liječnik, specijalist epidemiolog, živio je devedeset i osam godina u dvadesetom stoljeću. Od diplomiranja 1929. godine pa do smrti 1999. godine, bogato je i dugo sedamdeset godišnje razdoblje aktivnog liječničkog djelovanja liječnika praktičara, specijaliste epidmiologa, znanstvenika i nastavnika.

Među brojnim njegovim postignućima najveće značenje treba posvetiti njegovom radu na istraživanju i suzbijanju epidemija hidričnog puta prijenosa u Dalmaciji prije i poslije drugog svjetskog rata, a posebno posljednjoj epidemiji trbušnog tifusa 1969. godine u Omišu – posljednja turistička epidemija trbušnog tifusa u Hrvatskoj.

Njegovi prijedlozi rješenja problema vodoopskrbe naišli su na podršku suvremenika što je rezultiralo izgradnjom velebnog vodoopskrbnog objekta na Zagradu kod Omiša 1974. godine.

Od tada grad Omiš i njegovo područje te otoci Brač, Hvar, Šolta, sutra i Vis, imaju na raspolaganju dovoljne količine zdravstveno ispravne vode za piće dobivene obradom površinske vode rijeke Cetine zahvaćene u tunelu hidrocentrale «Zakućac».

U spomen na djelo prim. dr. Milijenka Suić, uz suglasnost Poglavarstva grada Omiša, Nastavni zavod za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske županije i Vodovod Omiš na Dan grada Omiša 16. svibnja 2006. godine (sv. Ivan Nepomuk) postaviše spomen ploču u znak zahvalnosti i poučan primjer nama za postupanja u budućnosti.

* Zavod za javno zdravstvo Županije splitsko – dalmatinske

** Vodovod d.o.o., Omiš

Osnovno iz života i rada prim. dr. Milijenka Suić:

Rođen 21. prosinca 1902. (Postira – Brač)

Umro 12. veljače 1999. godine Herceg Novi – Boka Kotorska.

Završio klasičnu gimnaziju u Splitu.

Medicinu studira u Zagrebu (demonstrator patologije kod prof. Saltikowa).

Zbog vojne stipendije Ministarstva vojske prelazi na studij u Beogradu gdje diplomira 1929.

Pripravnički staž obavlja u Beogradu 1930.-1931.god.

Vojni liječnik u Benkovcu od 1931. do 1940. godine.

Upravnik Vojne bolnice u Splitu od 4. siječnja 1940. do okupacije kada je potjeran od okupatora.

Radi kao privatni liječnik i 1942. godine uključuje se u Narodno oslobodilački pokret.

Od završetka rata 1945. radi kao rajonski liječnik u Splitu.

Od 1. siječnja 1946. do kolovoza 1947. radi kao liječnik na Internom odjelu Vojne bolnice Split.

Do 1953. godine vodi internističku i rentgen ambulantu Gradske poliklinike – kasnije Doma zdravlja.

U međuvremenu 1951. godine osnovao je i vodio Stanicu za proučavanje i suzbijanje ehinokokoze Ministarstva narodnog zdravlja SR Hrvatske u Splitu.

Zatim 1954. godine prelazi u Higijenski zavod Split za voditelja Centra za ehinokokozu i Odjela za zdravstveno prosvječivanje.

Od 1959. godine do umirovljenja 1971. godine voditelj je Epidemiološkog odjela Higijenskog zavoda (kasnije Zavoda za zaštitu zdravlja).

Osnovao i vodio Dispanzer za tropske bolesti i Centar za ehinokokozu. U Laboratoriju proizvodio ehinantigen.

Stručno usavršavanje:

1936. Skoplje – antimalarični seminar

1949. Buenos Aires – suzbijanje ehinokokoze – potpredsjednik svjetske udruge za suzbijanje ehinokokove bolesti

1958. Tropski institut Hamburg

1958. specijalistički ispit iz epidemiologije Medicinski fakultet Zagreb

Znanstveno stručni rad:

Eradikacija malarije – Ravni Kotari, Bukovica, od 1959. godine čitava Dalmacija.

Suzbijanje ehinokokoze – izučavanje rasta cista, proizvodnja ehinantigena, plan i metodologija eliminacije ehinokokoze u Europi.

Poboljšanje vodoopskrbe u čitavoj Dalmaciji – «Nitko nije bio turista u Vodicama, a da nije dobio proljev».

Epidemija trbušnog tifusa Omiš srpanj-kolovoz 1969. godine- posljednja turistička epidemija trbušnog tifusa u Hrvatskoj! Danas Česi govore:»Posljednju epidemiju trbušnog tifusa u Češkoj imali smo 1969. godine u gradu Omišu!»

Epidemiologija nezaraznih bolesti: psihičke bolesti, invalidnost, maligne bolesti.

Gerontologija

Zdrav stil života – «Mediteranski stil života»

Publiciranje:

90-ak stručnih i znanstvenih radova

Knjige: - Ehinokokoza – izdanje JAZU

- Imunitetna zaštita organizma

- Zdravstveni savjetnik za turiste za putovanja u tropske predjele

- Život i zdravlje starijih osoba

Organizacijski rad: - brojni seminari, simpoziji, predavanja

Nastavna aktivnost: - Srednja zdravstvena škola u Splitu

viši predavač pri Školi narodnog zdravlja «Andrija Štampar» Zagreb na poslijediplomskom studiju

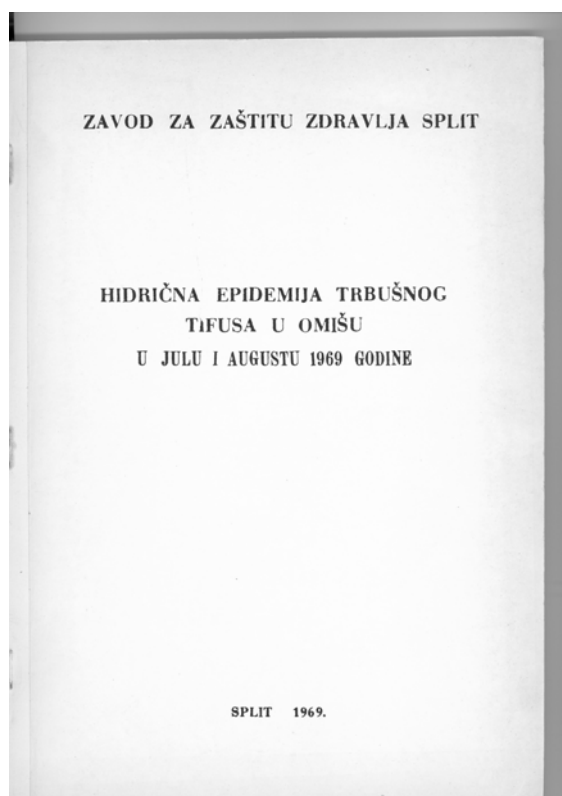
nastavnik higijene na Višoj stomatološkoj školi u Splitu

ispitivač za državne ispite liječnika

Rad od međunarodnog značenja:

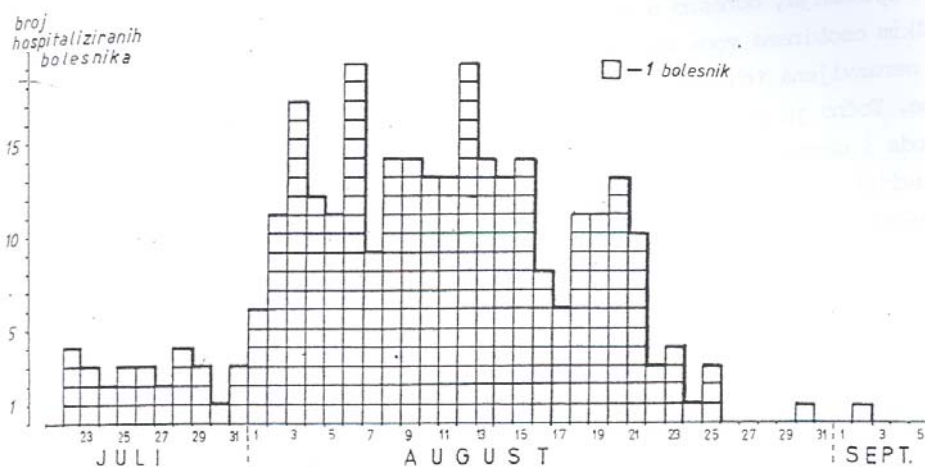
Kongresi u Alžiru (1951.), Ateni (1956.), Hamburgu (1958.), Rimu (1960.), Salzburgu (1969.), Buenos Airesu (1970.), Ateni (1977.).

Vrlo dobro čitao, govorio i pisao talijanskim, francuskim, španjolskim i njemačkim jezikom. Engleski čitao.



Grafikon br. 4

EPIDEMIJA TRBUŠNOG TIFUSA OMIŠ 1969. god.



Preuzeto iz Suić M. i dr., Hidrična epidemija trbušnog tifusa u Omišu, lipanj i srpanj 1969. god. (preliminarni izvještaj)

Najznačajnije društve aktivnosti

- predsjednik Zbora liječnika Hrvatske – podružnica Split od 1962. do 1965.
- funkcije u savezima komisijama za suzbijanje malarije, ehinokokove bolesti i stručnog savjeta za epidemiologiju itd.
- Kotarskog zdravstvenog centra – Split
- član Upravnog odbora Medicinskog centra općine Split i Omiš
- Brojne aktivnosti kroz Crveni križ

Kao kršćanin i katolik bio dugogodišnji volonterski liječnik sjemeništarcima, bogoslovima i svećenicima Splitsko-makarske nadbiskupije gdje je bio dugogodišnji nastavnik medicinskih predmeta.

Bio je oženjen. Dugo godina živio je životom udovca uz pripomoć pastorke kod koje je i preminuo u Herceg Novom. Djece nije imao.

KAO ZAKLJUČAK

Prim. dr. Miljenko Suić, specijalist epidemiolog, djelovao je u stručnom, nastavnom, znanstvenom i odgojnom pogledu na brojne generacije kroz gotovo tri posljednje četvrtine dvadesetog stoljeća. Kroz takav dug životni i radni vijek mogao je biti veoma zadovoljan postignutim. Aktivni je sudionik eradikacije malarije, suradnik i prijatelj prof. dr. Andrije Štampara. Dalmatinsku bolest – ehinokoku – bolest ovčara uz pomoć veterinarske struke suzbio do veoma

rijetkih oblika pojavnosti. Trbušni tifus i bacilarna dizenterija kao antroponoze eliminirane gotovo do eradikacije samo kroz higijenske mjere ispravno riješene vodoopskrbe uz regulirano uklanjanje fekalnih izlučevina. Jednako tako rijetke su bolesti dječja žutica – posljednjih godina bilježimo samo importirane oblike i amebijaza – susreće se samo kao kliconoštvo, dok prijava bolesti nema.

Danas smo zapljusnuti brojnim preporukama o zdravom stilu života sa zapada. Prim. Suić sve je to davno pripovijedao i preporučao. Već prije više od trideset godina govorio je o potrebi većeg izučavanja imunološkog odgovora čovjeka i epidemiologiji masovnih kroničnih nezaraznih bolesti, a koji svoje uzroke poremećaja, osim u genetskom nasljeđu, imaju i u načinu (stilu) življenja.

Njegovo ne samo geslo: « Pij malo, jedi malo, radi malo, ali sve redovito i nedjeljom se u šetnji odmori!» sigurno je zalog i njegove zdrave dugovječnosti.

Nesporno je da je prim. dr. Milijenko Suić, poljički sin (otac mu rođen u Docu Donjem), zaslužio spomen-ploču na objektu vodovoda na Zagradu pored heroine Mile Gojsalić, tvorca hrvatske himne Antuna Mihanovića i sv. Leopolda Mandića. On je prvi epidemiolog u Hrvatskoj kojemu je postavljena spomen-ploča.

IZVOR PODATAKA:

autobiografski neobjavljeni zapisi samog prim. dr. Milijenka Suić.

Autor reljef-biste: Ante Strinić

Ploču isklesao: Josip Župa

Odljev u bronci: majstorska radionica Šeparović Blato n/K

OCI JELI ZELENO GROŽĐE, A DJECI TRNU ZUBI

Ezekiel, 18:2

M. Valek*, A. Sabo*, I. Valek*, E. Čupurdija*, V. Santo*

SAŽETAK

U krugu od 200 m od skladišnog prostora jedne šumarije na području Osječko – baranjske županije, u uzorcima tla i bunarske vode pronađene su visoke koncentracije diklordifeniltrikloretana (DDT). Koncentracija DDT u uzorku tla, s tridesetak centimetara dubine, bila je 2 g/ kg tla; u uzorcima bunarske vode, na udaljenosti 30 (60)m, 3.85 (2.31) µg/l, a na udaljenosti od 100 metara (n=3) 0.012 – 0.057 µg/l. Osim DDT u uzorku tla detektirani su i neki drugi organoklorni pesticidi (lindan, endosulfan I) kao i u uzorcima vode (endosulfan sulfat), u dozvoljenim koncentracijama.

Ovi nalazi upućuju na potrebu praćenja situacije u okolišu na lokacijama gdje je poznato ili se sumnja kako su odložene kemikalije bilo one koje se više ne upotrebljavaju bilo one u uporabi.

THE FATHERS HAVE EATEN SOUR GRAPES, AND THE CHILDREN'S TEETH ARE SET ON EDGE

Ezekiel, 18:2

M. Valek*, A. Sabo*, I. Valek*, E. Čupurdija*, V. Santo*

SUMMARY

High levels of dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) residues were found in well water and soil samples in a circle of 200 m from a forestry storage shed situated in the northeast part of Osijek – Baranya County. Soil sample from 30 cm depth had concentration of 2 g/ kg. Well water samples from 30 (60) m distance had 3.85 (2.31) µg/l and those from 100 m (n=3) had 0.012 – 0.057 µg/l. Besides DDT some other organochlorine pesticides were detected in soil (Lindane, endosulphane I) and water (endosulphane sulphate) samples in minor concentrations.

These findings indicate the necessity of environmental situation monitoring at the sites of known or suspected chemicals storage whether obsolete or currently in use.

* Zavod za javno zdravstvo Osječko – baranjske županije, Osijek, F. Krežme 1

UVOD

Prisutnost i perzistentnost DDT-a (diklordifeniltrikloretana) i njegovih metabolita širom svijeta od velikog su značaja u javnom zdravstvu. Gotovo da i nema živog organizma na Zemlji bez DDT-a. (1)

DDT je organoklorni insekticid koji se danas uglavnom koristi samo u kontroli malarije. Njegova uporaba u suzbijanju nametnika žitarica zamijenjena je manje perzistentnim insekticidima. Intenzivno je korišten tijekom II svjetskog rata u suzbijanju prijenosnika tifusa i malarije. Sintetiziran je 1874. , a njegova insekticidna svojstva opisana su tridesetih godina prošlog stoljeća. Komercijalna prodaja počela je 1945.

Sedamdesetih godina prošlog stoljeća zabranjena je uporaba DDT-a poglavito zbog njegova djelovanja na okoliš (perzistencija, bioakumulacija, negativan uticaj na reprodukciju ptica), a ne zbog eventualnog toksičnog djelovanja na čovjeka. (2) Republika Hrvatska je po uzoru na druge zemlje također u tom periodu zabranila njegovu uporabu.

U 2001. donešena je Stockholmska konvencija o POP (perzistentni organski polutanti) s primjenom od 2004. tragom koje je Republika Hrvatska u prosincu 2004. donijela Nacionalni plan implementacije načela Stockholmske konvencije u našoj zemlji.

Fizikalno kemijske osobine DDT

Tehnički DDT je smjesa o- i p- DDT i DDD (diklorodifenildikloroetan), krutina poput voska, a u čistom stanju je u obliku bezbojnih kristala. Ostali relevantni fizikalno kemijski i toksikološki podaci prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Fizikalno - kemijske i toksikološke osobine DDT – a

CAS	50-29-3
molekularna težina	354.51
topivost u vodi	< 1 mg/L pri 20 ° C
topivost u drugim otapalima	cyclohexanon v.s., dioxan v.s., benzen v.s., xylen v.s., trichloroethylen v.s., dichloromethan v.s., aceton v.s., chloroform v.s., diethyl ether v.s., ethanol s. i methanol s.
talište	108.5-109 ° C
tlak pare	0.025 mPa pri 25 ° C
parcijalni koeficijent (octanol/voda)	100,000
adsorpcioni koeficijent	245,000
ADI¹	0.02 mg/kg/d
HA²	nije određen
RfD³	0.0005 mg/kg/dan
PEL⁴	1 mg/m ³ (8-sati)

Prema: Extension Toxicology Network

<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/carbaryl-dicrotophos/ddt-ext.html>, 8.8.2006.

¹ ADI – acceptable daily intake

² HA – health advisory level

³ RfD – reference dose

⁴ PEL – permissible exposure limit

Toksički učinci DDT-a

Ekspozicija kožom i inhalacijom najvjerojatnija je kod profesionalno izloženih osoba, dok je kod opće populacije najvjerojatnija ekspozicija ingestijom. Dojenčad i fetus eksponirani su prodorom DDT-a kroz transplacentarnu barijeru i dojenjem.

DDT i njegov raspadni produkt DDE (diklorodifenildikloroetilen) nakupljaju se u svim tkivima, a najviše u masnom tkivu. Postoje procjene kako je potrebno 10-20 godina da bi se organizam oslobodio DDT-a pod uvjetom da nema daljnje ekspozicije. (1) Rezidue DDE su odraz uporabe DDT-a nekad u prošlosti, koji je metaboliziran u okolišu i koji godinama kasnije može hranom biti unesen u organizam. (3) Rezultati ispitivanja rezidua DDT-a objavljeni u stručnoj literaturi pokazuju značajan pad koncentracije u ljudskim tkivima unazad nekoliko desetljeća u odnosu na ranija mjerenja. (2)

Toksični učinci DDT-a iztenzivno su ispitivani na životinjama. (4)

Simptomi akutnog trovanja kod srednjih i umjerenih koncentracija u čovjeka izazivaju mučninu, povraćanje, smanjenu enzimatsku aktivnost jetre, iritaciju sluznica, pojačanu peristaltiku crijeva, loše osjećanje, ekscitiranost. Kod viših doza mogući su tremor i konvulzije. Brzo se apsorbira iz gastrointestinalnog trakta, osobito u prisutnosti masti. Slabo se resorbira putem kože.

Kod kroničnog trovanja dolazi do promjena na nervnom sustavu (tremor, smetnje ravnoteže), jetri (oštećenje jetrenih stanica), bubrezima (krvarenje u nadbubrežnim žlijezdama), imunon sustavu (smanjeno stvaranje antitijela), endokrinom sustavu. Najvjerojatnija ekspozicija čovjeka je profesionalna. (5)

Reproduktivni i teratogeni učinci potvrđeni su na eksperimentalnim životinjama.

Ne postoje podaci o takvim djelovanjima u čovjeka iako istraživanja pokazuju povećan rizik pobačaja, prijevremenog poroda, manje porođajne težine novorođenčeta, skraćanje lutealne faze menstrualnog ciklusa, ranije nastupanje menopauze; te oštećenja kromosoma u krvi osoba koje su bile profesionalno izložene. (2,4, 6)

Kancerogeni učinci utvrđeni su samo kod eksperimentalnih životinja. Nema epidemioloških studija koje bi nedvosmisleno upućivale na kancerogene učinke DDT u ljudi, ali je iz opreza klasificiran kao mogući karcinogen (klasa 2B) (2, 7). U literaturi se najčešće navode povećani rizici od zloćudnih tumora dojki, gušterače, Non-Hodgkin lifoma, multiplog mijeloma, prostate i testisa, endometrija, crijeva. (2,8)

Sudbina u okolišu

Razgradnja u tlu i podzemnim vodama

DDT vrlo dugo perzistira u okolišu. Poluvrijeme raspada mu je i do 20 godina. Sporo prodire kroz tlo. Do gubitaka i degradacije dolazi ispiranjem, hlapljenjem, fotolizom i biodegradacijom (aerobnom do DDE-a i anaerobnom do DDD-a). To su procesi koji se odvijaju izrazito sporo, a raspadni produkti su isto tako perzistentni i imaju slične fizikalno kemijske osobine kao DDT.

Razgradnja u površinskim vodama

DDT može dospjeti u površinske vode ispiranjem s tla, zrakom, vjetrom ili namjernim unošenjem (npr, tretman komaraca). Poluživot u jezerskoj vodi mu je

otprilike 56, a u rječnoj oko 28 dana. Gubici nastaju hlapljenjem, fotodegradacijom, adsorpcijom na čestice u vodi i sedimentacijom. Dio apsorbiraju živi organizmi u vodi, te na taj način ulazi u hranidbeni lanac gdje dolazi do izražaja bioakumulacija i biomagnifikacija DDT-a. (3)

Rizik kontaminacije podzemnih voda

Tablica 2. Rizik kontaminacije podzemnih voda DDT – em s obzirom na lokalne okolišne uvjete i osobine samog pesticida

	mali rizik	visoki rizik
osobine pesticida		
topivost u vodi	niska	visoka
adsorpcija u tlu	visoka	niska
perzistencija	niska	visoka
osobine tla		
tekstura	fina glina	krupni pijesak
organska tvar	visoka	niska
makropore	nekoliko, male	puno, velike
dubina do podzemne vode	≥ 100 m	≤ 60 m
volumen vode		
kiša/irigacija	rijetki mali volumeni	učestali veliki volumen

Prema: <http://ewr.cee.vt.edu/environmental/teach/gwprimer/group11/index.html>, 10.8.2006.

Na **tablici 2** su zadebljanim slovima označeni uvjeti tipični za područje gdje je došlo do kontaminacije.

Zbrinjavanje ostataka DDT-a

Po zabrani korištenja DDT-a, zaostale količine zbrinjavane su na različite načine: skladištenjem u više ili manje adekvatnom prostoru, zakapanjem u zemlju, ili slanjem u treće zemlje. (9-13) Tako nakupljene ogromne količine zabranjenih i zastarjelih pesticida postale su opasna prijetnja okolišu i zdravlju ljudi u svakom kutku svijeta. (11) Osječko – baranjska županija je regija s intenzivnom poljoprivredom i šumarstvom zbog čega je do zabrane korištenja, DDT intenzivno korišten u zaštiti šuma i usjeva. Zaostale količine zakapane su u krugu tadašnjih poljoprivrednih dobara i šumarija. Desetljećima kasnije, u dvorištu jedne šumarije u našoj Županiji, prilikom rušenja starih gospodarskih zgrada, izlile su se nepoznate količine pokopanog pesticida i otpadnih mineralnih ulja u okoliš. Po dojavi Kliničke bolnice Osijek o suspektom trovanju pesticidima, a na zahtjev Epidemiološke službe Zavoda za javno zdravstvo Osječko baranjske županije izvršene su analize tla i vode u bunarima okolnog stanovništva.

CILJ RADA

Kako su izvršene analize ukazale na kontaminaciju tla i vode u bunarima organoklornim pesticidima (DDT, lindan, endosulfan I i endosulfan sulfat), ovim radom želimo upozoriti stručnu javnost kako loše zbrinute zalihe zabranjenih ili zastarjelih pesticida na ovome području predstavljaju realnu opasnost za stanovništvo i okoliš, tim više što su lokacije i količine takvog opasnog otpada nepoznate.

MATERIJAL I METODE

Epidemiološki izvid

Dana 22. svibnja, 2006. dežurni epidemiolog Zavoda zaprimio je prijavu s Internog odjela KB Osijek kako je pod sumnjom trovanja pesticidima na odjel zaprimljena jedna ženska osoba. Odmah je proveden epidemiloški izvid. Utvrđeno je kako bolesnica stanuje u neposrednoj blizini šumarije u čijem dvorištu su se tih dana rušila stara skladišta i garaže. Okolno stanovništvo navodilo je kako se već danima iz dvorišta šumarije širi neugodan miris koji izaziva suzenje i pečenje očiju, a hospitalirana bolesnica je imala i gastrointestinalne simptome. Epidemiolog koji je bio u izvidu obavio je uzorkovanje tla u dijelu dvorišta s najintenzivnijim neugodnim mirisom. Kako je usmenom anketom utvrđeno da stanovnici koji žive u neposrednoj blizini šumarije posjeduju kopane bunare u svojim dvorištima koje redovito koriste za svakodnevne potrebe (kao i za piće), obavljeno je koncentrično uzorkovanje u promjeru od 200 m. O rezultatima epidemiološkog izvida službeno su obaviještene sve nadležne inspekcijske službe, te Hrvatski zavod za javno zdravstvo i Hrvatski zavod za toksikologiju.

Uzorkovanje tla i bunarske vode

Uzorak tla uzet je s dubine od cca 30 cm na mjestu provođenja građevinskih zahvata. Voda je uzorkovana koncentrično, na udaljenosti do 200 m, iz pet bunara u dvorištima okolnog stanovništva u razmacima od dva tjedna. Na dvije lokacije uzorkovanje je ponovljeno nakon dva mjeseca. Uzorci vode istog dana su, u tamnim, litrenim, bocama transportirani u laboratorij gdje su čuvani u hladnjaku do početka analize.

Metoda

Ekstrakcija uzoraka vode provedena je metodom tekuće – tekuće koji su potom upareni u rotavaporu do 1 ml.

Uzorak tla sušen je u digestoru, na sobnoj temperaturi tijekom 2 dana, a potom na 105°C do konstantne težine. Pet grama tla pomiješanog s 50 ml smjese heksan:acetan 1:1 mućkano je u lijevku za izmućkivanje. Nakon odvajanja krute i tekuće faze, tekuća faza profiltrirana je preko filter papira i bezvodnog natrijevog sulfata. Nakon uparavanja do suhog preostali uzorak otopljen je u 1 ml heksana.

Sva primjenjena otapala bila su GC čistoće. Korišten je standard pesticida firme Restek, USA.

Analize su izvršene na plinskom kromatografu Agilent 6890 N s ECD detektorom. Korištena je kolona HP-5. Temperaturni program pećnice je bio: 150°C/4.5 min, 290°C/2.2 min. Temperatura injektora bila je postavljena na 250°C, a detektora na 300°C. Kao plin nositelj korišten je čisti dušik s protokom od 64 ml/min. Retenciono vrijeme je bilo 19.638 min, a granica detekcije 0.001 µg/l za vodu i 0.01 µg/kg za tlo.

Potvrda analitičkih rezultata provedena je GC MS, Finnigen, USA.

REZULTATI

U uzorku tla koncentracija DDT-a bila je 2 g/kg suhe tvari (MDK 0,5 mg/kg suhe tvari (14). Koncentracije DDT-a u uzorcima bunarske vode prikazani su u tablici 3. Drugi identificirani organoklorni pesticidi (lindan, endosulfan I i endosulfan sulfat) bili su nazočni samo u tragovima, pa nisu dalje evaluirani.

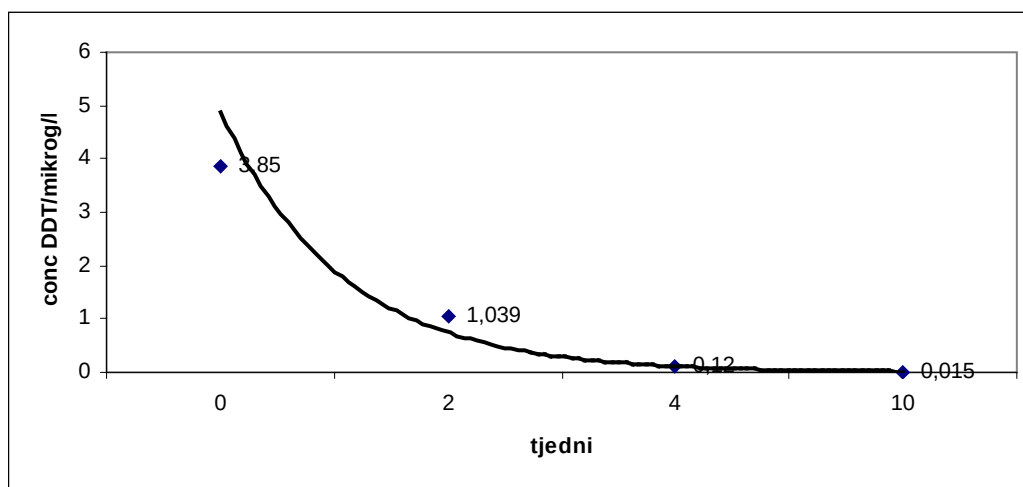
Tablica 3. Izmjerene koncentracije DDT- a u vodi privatnih bunara

lokacija	udaljenost od izvora zagađenja (m)	izmjerene koncentracije DDT (µg/l) u vodi privatnih bunara			
		vrijeme proteklo od zagađenja (tjedni)			
		0	2	4	10
I	30	3.85*	1.039*	0.12*	0.0152
II	60	2.31*	0.025	0.010	0.049
III	100	0.08	0.057	0.01	-
IV	150	0.026	0.012	0.008	-
V	200	0.022	0.038	0.003	-

vrijednosti više od MDK (0.1 µg/l) za pojedini pesticid u vodi za piće (15)

Prva mjerenja, nekoliko dana nakon incidenta i obilnih kiša, pokazala su znatno povišene koncentracije DDT – a s obzirom na MDK (maksimalno dopuštene koncentracije) na dvije lokacije, na udaljenosti od 30 – 60 m od izvora zagađenja.

Slika 2. Dinamika smanjenja koncentracije DDT – a u vodi jednog od ispitivanih bunara



Koncentracija DDT – a u bunarskoj vodi smanjivala se po obrascu vrlo sličnom onom zabilježenom u literaturi. Punom linijom prikazan je trend raspada DDT-a.

(<http://www.cluin.org/products/newsletters/trend/view.cfm?issue=tt0800.htm>, 29.8.2006.)

Uzorkovanja dva i četiri tjedna nakon incidenta obavljena su u periodu bez oborina i visokih temperatura zraka. Uzorkovanje u 10. tjednu bilo je vrijeme nakon višednevnih obilnih oborina. Tom prilikom izmjerene koncentracije bile su u skladu sa zahtjevima Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće.

RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Zalihe zastarjelih i zabranjenih pesticida su "vrući" problem velikog broja zemalja, osobito onih u razvoju. Problem postaje još značajniji ako te zalihe nisu uskladištene na adekvatan način, jer se povećava vjerojatnost nekontroliranog širenja u okoliš, pa tako i kontaminacije površinskih i podzemnih voda. (16) U velikom broju zemalja, organoklorni spojevi poput DDT –a čine najveći dio zastarjelih i zabranjenih zaliha pesticida, koje su nikako ili neadekvatno zbrinute. (17 – 19) U tom smislu u literaturi se navode zemlje poput Češke, Slovačke, Poljske, Mađarske, te zemlje Latinske Amerike i Jugoistočne Azije. S obzirom na situaciju u susjedstvu i nemili događaj na području naše Županije, za pretpostaviti je kako ni Hrvatska nije pošteđena ovakvih rizičnih lokacija.

Na području Osječko – baranjske županije stanovništvo se vodom za piće snabdjeva uglavnom eksploatacijom podzemnih voda, a do 20% stanovništva opskrbljuje se vodom iz plitkih i srednje dubokih bunara, čak i u uvjetima gdje su instalirani veliki javni vodoopskrbni objekti koji vodu zahvaćaju na velikim dubinama. Takva situacija zatečena je i u ovom slučaju, čak štaviše u jednom domaćinstvu se privatni bunar koristio kao atrakcija i izvor "zdrave vode" u turističkoj usluzi.

Temeljem izvršenih analiza utvrđeno je kako se u ovakvim situacijama sasvim realno može očekivati kontaminacija vode za piće (vidi tablicu 2), barem plitkih bunara, te da se može očekivati kako voda neće biti za ljudsku uporabu i kroz više tjedana (vidi sliku 2). U našem slučaju vrijednosti DDT –a vratile su se na vrijednosti manje od MDK tek nakon 8 – 10 tjedana, ovisno o intenzitetu zagađenja. Moramo istaknuti kako su se tijekom izvida i monitoringa iznjedrili i neki problemi koji su ukazali na slabosti u funkcioniranju sustava odgovornih osoba i institucija u ovakvim slučajevima. Nevjerojatno, ali istinito, kontaktirane inspekcije negirale su svoju nadležnost, tako da je uzorkovanje obavljeno prema savjesti i znanju djelatnika Zavoda za javno zdravstvo pri čemu ističem nesebičnu pomoć i sugestije djelatnika Hrvatskog zavoda za toksikologiju.

Zbog osobina DDT-a navedenih u uvodu, činjenice kako je izvor zagađenja gotovo u središtu grada, saznanja o prijašnjim, sporadičnim kontaminacijama bunara nekim drugim pesticidima na više lokacija u Županiji tijekom kišnih perioda, i naravno zaštite zdravlja pučanstva, proveden je svojevrсни mini monitoring s ciljem pravovremene detekcije eventualne nove kontaminacije. Zadnja mjerenja nisu pokazala ponovno povećanje koncentracije, iako se uzorkovalo nakon višednevnih obilnih oborina. To je objašnjeno vjerojatnim uklanjanjem izvora zagađenja od strane inkriminirane firme koja je pokazala veliku kooperabilnost i spremnost za poduzimanje svih mjera potrebnih za uklanjanje izvora zagađenja. Ovom prilikom nismo željeli razmišljati na koji način i gdje. Po najgorem scenariju, u nekoj od slijedećih kišnih sezona, nekoj drugoj generaciji djece, mogli bi trnuti zubi.

LITERATURA:

1. Turusov V, Rakitsky V, Tomatis L. Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT): Ubiquity, Persistence, and Risks. *Environmental Health Perspective* 2002;110(2):125-8
2. Rogan WJ, Chen A. Health risks and benefits of bis(4-chlorophenyl)-1,1,1-trichloroethane (DDT). *Lancet* 2005;366(9487):763-72
3. Molina C, Falcon M, Barba A, Camara MA, Oliva J, Luna A. HCH and DDT residues in human fat in the population of Murcia (Spain). *Ann Agric Environ Med* 2005; 12:133-6
4. Extoxnet. Pesticide Information Profiles. <http://extoxnet.orst.edu/>, 10.8.2006.
5. Salazar-Garcia F, Gallardo-Diaz E, Ceron-Mireles P, Loomis D, Borja-Aburto V. Reproductive effects of occupational DDT exposure among male malaria control workers. *Environ Health Persp* 2004; 112(5):542-7
6. Venners S, Korrick S, Xu X, Chen C, Guang W, Huang A, Altshul L, Perry M, Fu L, Wang X. Preconception serum DDT and pregnancy loss: A prospective study using a biomarker of pregnancy. *Am J Epidemiol* 2005;162:709-16
7. Luzardo OP, Goethals M, Zumbado M, Alvarez-Leon EE, Cabrera F, Serra-Majem L, Boada LD. Increasing serum levels of non-DDT-derivate organochlorine pesticides in the younger population of the Canary Islands (Spain). *Sci Total Environ* 2006; (Epub ahead of print)
8. Settini L, Masina A, Andron A, Axelson O. Prostate cancer and exposure to pesticides in agricultural settings. *Int J Cancer*. 2003; 104(4):458-61
9. Beranek M, Petrlik J. Stockpile legacy in the Czech Republic. *Pesticide News*. 2005; 69:19
10. Simonian EML, Anakhasyan E. Hazards of burial site in Armenia.. *Pesticides News* 2005; 69:20
11. UNEP Global POPs Treaty – INC5/Johannesburg. Disposing of obsolete stockpiles. WWF 2000
12. The New Farm. Obsolete pesticides piling up in Latin America. www.newfarm.org, 8.8.2006.
13. Brown VJ. Old pesticides pose new problems for developing world. www.ephonline.org/docs/2001/109-12/forum.html, 8.8.2006-08-30
14. Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima, NN 15/92
15. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, NN 182/04
16. Felsot AS, Racke KD, Hamilton DJ. Disposal and degradation of pesticide waste. *Rev Environ Contam Toxicol* 2003; 177:123-200
17. Elfvendahl S, Mihale M, Kishimba MA, Kylin H. Pesticide pollution remains severe after cleanup of a stockpile of obsolete pesticides at Vikuge, Tanzania. *Ambio* 2004;33(8):503-8
18. Badach H, Nazimek T, Kaminski R, Turski WA. Organochlorine pesticides concentration in the drinking water from regions of extensive agriculture in Poland. *Ann Agric Environ Med* 2000;7:25-8
19. Yanez L, Ortiz D, Calderon J, Batres L, Carrizales L, Mejia J, Martinez L, Garcia-Nieto E, Diaz-Barriga F. Overview of human health and chemical mixtures: problems facing developing countries. *Environ Health Persp* 2002;110(6):901-9

RAZINE SULFATA U VODAMA DALMACIJE

Nives Štambuk-Giljanović*, Tina Dumanić*, Milica Ledić*, Mirjana Poljak*, Ana Spomenka Bakavić*, Mirna Zwirn*

SAŽETAK

Cilj rada je istražiti razine sulfata u izvorskim, površinskim i podzemnim vodama Dalmacije u 2005. godini. Ukupno je ispitano šezdeset voda.

Srednje koncentracije sulfata kretale su se u izvorskim vodama od 7,11 do 164 mg/L SO₄, u površinskim vodama od 7,9 do 172 mg/L SO₄ i u podzemnim vodama od 19,7 do 158 mg/L SO₄.

U izvorskim su vodama koncentracije sulfata varirale od 14,5% do 94,4%, u površinskim vodama od 8,6% do 100% i u podzemnim vodama od 59,9% do 101%.

Prema koeficijentu korozivnosti K₁ (odnos zbroja klorida, sulfata, i karbonatne tvrdoće) 83% izvorskih voda svrstava se u nekorozivne vode (K₁ manji od 0,2), a 17% u slabo korozivne (K₁ od 0,2 do 0,65); 84% površinskih voda svrstava se u nekorozivne vode, a 16% u vrlo korozivne (K₁ veći od 0,65). Sve istražene podzemne vode vrlo su korozivne.

Od ukupno ispitanih 60 voda, 91,7% voda se svrstava u hipolaksativne vode i 8,3% voda u normolaksativne vode.

Sulfati nisu ni na jednoj mjernoj postaji prelazili preporučenu koncentraciju do 250 mg/l SO₄ koja karakterizira hipolaksativnu i normolaksativnu vodu.

Vodu za piće podijelili smo na hipolaksativnu (<100 mg/L SO₄), normolaksativnu (od 101 do 250 mg/L SO₄), i hiperlaksativnu, (>250 mg/L SO₄) tako što smo količinu sulfata povezivali projektivno s laksativnim učinkom znajući da povećana količina sulfata u vodi utječe na peristaltiku crijeva pa ima laksativni učinak.

S informatičkog stajališta zdravstvene podatke treba svrstati u baze podataka koje mogu biti kao metodološko polazište za proučavanje utjecaja sulfata na ljudsko zdravlje. Za to bi epidemiološke studije trebale povezati različite razine sulfata u vodi s drugim čimbenicima koji utječu na ljudsko zdravlje.

Ključne riječi: sulfati, ljudsko zdravlje, Dalmacija

* Zavod za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske županije

SULFATE LEVELS IN THE DALMATIAN WATER RESOURCES

SUMMARY

The objective of this paper was to analyse the sulfate levels in the spring water, surface and underground waters in Dalmatia during 2005. Total number of analysed waters was sixty. The mean concentrations ranged from 7,11 to 164 mg/L SO₄ in the spring water, in the surface water they ranged from 7,9 to 172 mg/L SO₄ and in the groundwater they ranged from 19,7 to 158 mg/L SO₄.

In the spring water the sulfate concentrations varied from 14,5% to 94,4%, in the surface water from 8,6% to 100% and in the groundwater from 59,9% to 101%.

According to the corrosiveness coefficient K₁ (the ratio between the chlorides and sulfates sum and the carbonate hardness), 83% of the spring waters have been classified as non-corrosive and 17% as water with a low degree of corrosiveness; 84% of the surface waters have been classified as non-corrosive water and 16% as very corrosive. All ground water has been classified as very corrosive water.

Of total analysed sixty waters, 91,7% waters was grouped in hyperlaxative water and 8,3% in normolaxative waters.

Sulfate mean values did not exceed concentration up to 250 mg/L sulfate which is characteristic for hypolaxative and normolaxative drinking water neither nor on one sampling site.

The drinking water has been defined as hypolaxative, (<100 mg/L SO₄), normolaxative, (from 101 to 250 mg/L SO₄) and hypolaxative(>250 mg/L sulphate) by relating the concentration projectively with the notion laxative effect knowing that an increased sulfate concentration in the drinking water influences on the verses peristaltic and so has laxative effect.

From the informatics standpoint the data related to health should be classified into databases which can serve as a methodological starting point for studying the influence of sulfate upon human health. Consequently epidemiological studies should relate various sulfate levels in drinking water and to other factors which effect human health.

Key words: sulfate, human health, Dalmatia.

UVOD

Okus se vode mijenja ako je koncentracija sulfata u vodi za piće veća od 500 mg/L prema kanadskim propisima za vode za piće¹. Zbog mogućih loših fizioloških učinaka pri višim koncentracijama sulfata preporuča se da zdravstvene ustanove budu obaviještene o izvorima vode za piće koji sadržavaju više od 500 mg/L sulfata.

Nisu utvrđeni pogubni utjecaji sulfata na zdravlje ljudi. Nije predložena optimalna količina u hrani za anorganski sulfat zbog toga što se cistein i metionin koji se nalaze u proteinima u hrani mogu oksidirati do sulfata. Serumska koncentracija sulfata kod odraslih ljudi je između 1,4 i 4,8 mg/100 mL, s prosjekom od otprilike 3,1 mg/100 mL. Sulfata ima u svim tkivima u tijelu ali ga se najviše nalazi u vezivnim tkivima^{2,3}. Prevelike se količine sulfata u krvi^{4,5} brzo odstranjuju u urinu premda se dio može izlučiti preko žuči. Otprilike 85% sumpora u urinu nalazi se kao anorganski sulfat, a drugih 10% kao organski sulfati, a ostatak se izlučuje kao alkil sulfat.⁶

Sulfat je najmanje toksični anion. Smrtna količina za ljude kao kalcijevi sulfati je 45 g. Najmanja smrtna količina magnezijeva sulfata za sisavce je 200 mg/kg. Sulfati od 1000 do 2000 mg (14 do 29 mg/kg tjesne težine) imaju laksativni učinak kod ljudi. Ispod te koncentracije fiziološki je bezopasan za ljude.^{7,8}

Poznato je da se ljudi, mogu tijekom vremena prilagoditi višim koncentracijama sulfata.^{8,9}

Dehidracija je uobičajeni popratni učinak nakon uzimanja velike količine magnezijeva ili natrijeva sulfata.¹⁰

Sulfati se nalaze u prirodi u mineralima, u baritu (BaSO_4), epsomitu ($\text{MgSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) i gipsu ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$)¹¹. Na_2SO_4 se često proizvodi gdje ima naslaga prirodne slane vode.

Sulfati se ispuštaju u vodu otpadom iz industrije koja koristi sulfate i sumpornu kiselinu kao što je rudarstvo i talionice, tvornice papira, tekstila i kožarnice.^{12,11}

Sumporni dioksid u zraku koji nastaje izgaranjem fosilnih goriva u procesima pečenja u metalurgiji može pridonositi sadržaju sulfata u površinskoj vodi. Često se utvrdi da je razina sulfata u površinskoj vodi u korelaciji s razinama sumpornog dioksida u ispuštima iz antropogenih izvora. U Sudbury u Ontariu (Kanada) utvrđeno je da se promjene kakvoće vode, kao što je povećanje vrijednosti pH i smanjenje sulfata nikla i bakra podudara sa smanjenjem broja ispusta sumpornog dioksida iz metalnih talionica.^{13,14}

Morska voda sadržava oko 2700 mg/L sulfata¹⁵. Smatra se da 1,7 milijuna tona sulfata godišnje u zraku u Kanadi potječe od morske pjene.¹⁶

Sulfiti i sulfati koriste se kao konzervansi u proizvodnji hrane.^{5,6} Dio sulfida koji se nalazi u hrani, također se može oksidirati i preći u sulfate u probavnom traktu.¹⁷

Sulfati kao aditivi pridonose prosječno 453 mg dnevnoj količini unosa sulfata kod Amerikanaca.^{9,10}

Voda koja ima magnezijeva sulfata više od 1000 mg/L koristi se kao laksativno sredstvo kod odraslih ljudi. Laksativna doza za Epsomovu sol ($\text{MgSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) je

oko 2g. Ona se može dobiti ako u tijelo dnevno uneseno 2L vode, koja ima 390 mg/L sulfata.

Nazočnost sulfata vodi za piće može dati posebni okus. Predmnijevajući utjecaj sulfata u vodi, koji utječe na rad crijeva pa ima laksativni učinak kod ljudi, odlučili smo po istom načelu sulfatnih razina u vodi za piće podijeliti vode na hipolaksativne, od 0-100 mg SO₄/L, normolaksativne, od 101 do 250 mg SO₄/L i hiperlaksativne, iznad 250 mg SO₄/L.

Koncentracije praga okusa za različite sulfatne vode jesu od 500 mg/L ili više za stanovništvo premda osjetljivi pojedinci mogu imati dojam da je okus loš ako ima i manje sulfata. Zbog mogućih loših tjelesnih učinaka zbog više koncentracije preporuča se zdravstvene ustanove obavijestiti o izvorima vode za piće koje povremeno nadmašuju preporučenu koncentraciju sulfata od 250 mg/L (N.N. 182./2004.) u normolaksativnoj vodi za piće, odnosno ako ima više od 250 mg/L, u hiperlaksativnoj vodi.

Cilj istraživanja razine sulfata u vodama Dalmacije u 2005. godini bio je istražiti razine sulfata u vodama Dalmacije da bi se mogle koristiti za praćenje utjecaja sulfata na ljudsko zdravlje i brz nadzor sulfata u vodi za piće.

Područje istraživanja

Dalmacija pripada krškom području u kojemu ima mnogo oborina, ali ona ipak oskudijeva vodom, jer se voda gubi u pukotinama i najviše otječe podzemno.

Podzemne vode u Dalmaciji svrstavamo u pukotinske vode koje su prema hidrokemijskim i higijenskim značajkama slične površinskim vodama. Podzemne se vode zamućuju, pa ih treba pročititi ako ulaze u vodoopskrbni sustav. Umjereno su tvrde, a razmjerno su brza podzemna toka. Krške se vode najčešće dijele na kalcijsko-hidrogenkarbonatne vode. Međusobno se razlikuju prema sadržaju sulfata, klorida, magnezija, natrija i otopljenoga CO₂.

U mnogim krškim vodama ima više klorida, što je posljedica utjecaja mora i to ili zbog izravnog miješanja morske vode s riječnom vodom ili zbog miješanja mora s podzemnim tokovima. U tim vodama, osim povećana sadržaja klorida, povećava se i sadržaj sulfata, natrija i magnezija.

Metode

Pojedinačni uzroci voda u Dalmaciji (29 izvorskih voda, 25 površinskih voda i 6 podzemnih voda) uzorkovani su mjesečno, na šezdeset mjernih postaja (slika 1.) od 1. siječnja 2005. do 31. siječnja 2006. godine.

U vodama su mjerene koncentracije sulfata turbidimetrijskom metodom²³, koja se temelji na stvaranju zamućenja nakon dodatka barijeva klorida u vodi u kojoj se određuju sulfati.

Prema koeficijentu K_1 (odnos zbroja klorida, sulfata i karbonatne tvrdoće) vode su podijeljene u tri skupine:

- a) nekorozivne, K_1 manji od 0,2;
- b) slabo korozivne, K_1 od 0,2 do 0,65;
- c) vrlo korozivne sa K_1 većim od 0,65.

Godišnji rezultati istraživanja voda u Dalmaciji statistički su obrađeni. Prikazani su kao aritmetičke srednje vrijednosti. Izračunane su standardne devijacije, koeficijenti varijabilnosti i prikazane su maksimalne i minimalne koncentracije sulfata na istraživanim mjernim postajama te C_{95} koncentracije na razini vjerojatnosti $P=95\%$. Statistički obrađeni podaci prikazani su u tablicama 1.-3. U tablicama je prikazan i koeficijent korozivnosti K_1 za sve mjerne postaje.

REZULTATI

Koncentracije sulfata u izvorskim, površinskim i podzemnim vodama u Dalmaciji prikazane su u tablicama 1.-3. za 2005. godinu, na šezdeset mjernih postaja. Srednje koncentracije sulfata donose slike 2., 4 i 6., a koeficijent korozivnosti K_1 prikazan je na slikama 3.5. i 7.

U izvorskim vodama u Dalmaciji (tablica 1.) srednje koncentracije sulfata (slika 2.) kretale su se od 8,5 (Plat) do 164 mg/L (Prud). Najviše su varirale na postaji Parila (105%), a najmanje na Šilovci (4,7%). Najveća zabilježena pojedinačna koncentracija od 468 mg/L sulfata nađena je na mjernoj postaji Modro Oko što tu vodu trenutačno svrstava u hiperlaksativnu vodu. Prema koeficijentu korozivnosti K_1 (slika 3.) veoma je korozivna. Maksimalne koncentracije sulfata u izvorskim vodama bile su od 9,4 (Opsenica-Jurjevići) do 468 mg/L (Modro Oko) a minimalne koncentracije od 4,5 mg/L (Opsenica-Jurjevići) do 75 mg/L (Prud).

Koeficijent korozivnosti K_1 bio je od 0,1 u vodi Parilu (vrgoračko područje) do 0,88 u Kotarki (zadarsko područje). Od istraženih 29 izvorskih voda 83% voda se svrstava u nekorozivne, a 17% u slabo korozivne; 79% voda se svrstava u hipolaksativne i 21% u normolaksativne.

U površinskim vodama u Dalmaciji (tablica 2.) koncentracije sulfata (slika 4.) bile su od 7,9 (Ljuta) do 172 mg/L sulfata (Mislina).

Koncentracije sulfata najviše su varirale na postajama Mislini i Kosi (100%), a najmanje na Čikotinoj Lađi (8,6%). Voda je na postajama Mislini i Kosi normolaksativna i veoma korozivna (tablica 2., slika 5.). Povećana korozivnost na tim postajama uzrokovana je prodorom mora u vodotok rijeke Neretve u svezi s kolebanjem njegove razine. Utjecaj mora najveći je od ušća Neretve do Opuzena, smanjuje se do Metkovića, a iznad mosta u Metkoviću utjecaj mora gotovo prestaje. Naime, iznad mosta u Metkoviću dno rijeke se uzdiže za 2 m do 2,5 m što smanjuje prodiranje morske vode pri dnu rijeke iznad mosta.

Maksimalne su koncentracije sulfata u površinskim vodama bile od 12 (Ljuta) do 470 mg/L (Mislina), a minimalne koncentracije od 4,5 (Štikada, Josetin most) do 35,6 mg/L (Stara Neretva).

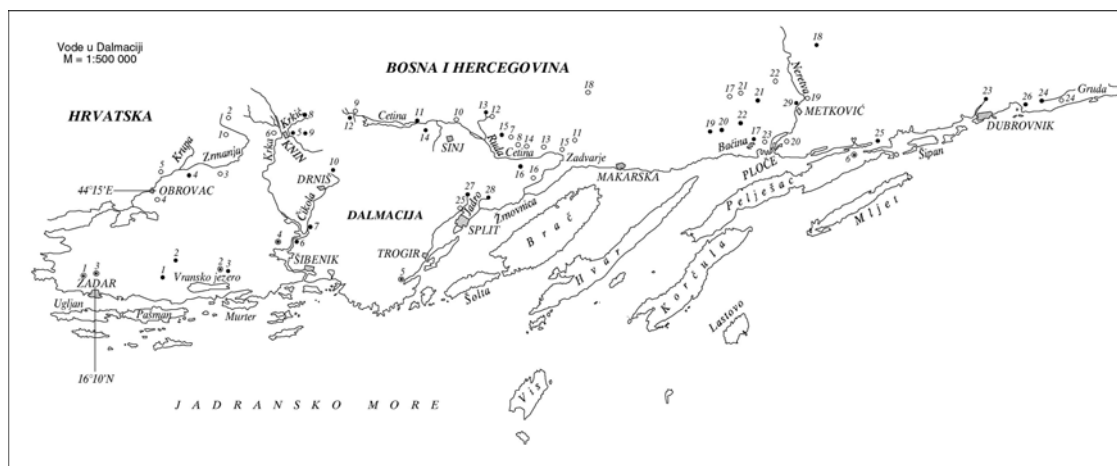
Koeficijent korozivnosti K_1 kretao se od 0,10 (Cetina Vinalić, Rudino ušće) do 3,2 u Mislini što tu vodu svrstava u veoma korozivne vode. Od svih istraženih površinskih voda prema K_1 , 84% voda se svrstava u nekorozivne vode a 16% u veoma korozivne vode.

Od 25 istraženih površinskih voda u Dalmaciji, 84% ih se svrstava u hipolaksativne i 16% u normolaksativne vode.

U podzemnim vodama u Dalmaciji (tablica 3.) srednje koncentracije sulfata (slika 6.) bile su od 19,7 mg/L u Nerezi do 158 mg/L u Boljkovcu. Najviše su varirale na mjernoj postaji Jandrić (zadarsko područje) (101%), a najmanje u Gustirni (48,4%).

Prema srednjoj koncentraciji sulfata sve podzemne vode se svrstavaju u hipolaksativne s iznimkom Boljkovca koji se svrstava u normolaksativne vode (158 mg/L SO_4).

Prema koeficijentu korozivnosti K_1 sve su istražene podzemne vode veoma korozivne (slika 7.). Maksimalne koncentracije sulfata su u podzemnim vodama bile od 35,6 (Nereza) do 468 mg/L (Boljkovac) a minimalne koncentracije od 8,3 mg/L u Nerezi do 41,1 mg/L u Boljkovcu. Istražene podzemne vode su hipolaksativne (83%) i normolaksativne (17%).



Slika 1. Mjerne postaje vodâ u Dalmaciji

Mjerne postaje	• Izvorske vode u Dalmaciji	Mjerne postaje	◦ Površinske vode u Dalmaciji	Mjerne postaje	• Podzemne vode u Dalmaciji
1. Biba	16. Studenci	1. Crpna stanica Dolac	16. Cetina Radmanove mlince	1. Bokanjac	
2. Kakma	17. Klokun	2. Štikada	17. Staševica	2. Golubinka	
3. Kotarka	18. Prud	3. Josetin most	18. Vrijika Kamen most	3. Boljkovac	
4. Opsenica Jurjević	19. Parila	4. Zrmanja Žegar	19. Neretva Čapljina	4. Jandrić	
5. Šimica izvor	20. Prigon	5. Zrmanja Muskovci	20. Stara Neretva kraj	5. Gustima	
6. Jaruga	21. Opačac	6. Krka Knin	21. Mislina	6. Nereza	
7. Torak	22. Butina	7. Čikotina Lada	22. Kosa		
8. Izvor Krka	23. Ombla	8. Cetina Prančevića brana	23. Neretva Opuzen		
9. Krka Miljacka	24. Palata	9. Cetina Vinalić	24. Ljuta		
10. Čikola izvor	25. Ston - Oko	10. Ušće Rude	25. Jadro na ulazu u ribnjak		
11. Mala Ruda	26. Plat	11. Cetina Gubavica			
12. Izvor Cetine	27. Jadro	12. Cetina Trilj			
13. Kosinac	28. Žrnovnica	13. Cetina ispod brane			
14. Šilovka	29. Modro Oko	14. Cetina Blato n/C			
15. Grab		15. Cetina Zadvarje			

Tablica 1. Koncentracije SO_4 (mg/L) u izvorskim vodama Dalmacije (2005. god.)

Mjerne postaje	Broj uzoraka	Aritmetička sredina ($\bar{C}$)	Standardna devijacija, (-)	C_{95}	Koeficijent varijabilnosti, %	Maksimalna koncentracija	Minimalna koncentracija	Koeficijent korozivnosti K_{15} (-)
1. Biba	12	31,8	22,2	80,2	69,8	79	6,8	0,18
2. Kakma	12	23,4	7,8	40,4	33,3	39	12	0,20
3. Kotarka	12	153	92,8	355	60,6	318	72,8	0,88
4. Opsenica Jurjevići	12	7,11	1,62	10,64	22,7	9,4	4,5	0,19
5. Šimića izvor	12	58,82	16,3	94,7	27,7	75	11,3	0,17
6. Jaruga	12	68,5	26,9	128	39,2	126	50	0,16
7. Torak	12	31	23,3	82,3	75,1	95,4	15	0,20
8. Izvor Krka	12	14,7	3,26	21,9	22	21,8	11,3	0,18
9. Krka Miljacka	12	84,3	23,7	136	28,1	126	50,4	0,17
10. Čikola izvor	12	21,6	14,9	55,5	68,9	52,6	7,5	0,16
11. Mala Ruda	12	20,6	4,9	31,4	23,7	26,3	12	0,20
12. Izvor Cetine	12	12,7	7,6	29,6	59,8	28,2	6,8	0,18
13. Kosinac	12	11,1	3,3	18,4	29,7	18,8	6,8	0,19
14. Šilovka	12	26,1	12,3	53,2	4,7	100	54	0,66
15. Grab	12	14,3	3,9	18,5	27,2	18,8	6,8	0,11
16. Studenci	12	14,7	2,2	19,7	14,9	17,7	10,5	0,10
17. Klokun	12	127	120	391	94,4	449	24	0,35
18. Prud	12	164	63,5	304	38,7	289	75	0,7
19. Parila	12	151	159	501	105	243	17,2	0,1
20. Prigon	12	154	135	45,1	87,6	187	21,8	0,5
21. Opačac	12	15,9	7,35	32,1	46,2	30,7	8,3	0,19
22. Butina	12	153	114	404	74,5	442	23,3	0,18
23. Ombla	12	9,6	1,96	13,9	20,4	12	7,5	0,20
24. Palata	12	10,5	1,96	14,87	18,6	14	7,5	0,19
25. Ston-Oko	12	21,8	5,27	33,4	24,1	32,6	15	0,25
26. Plat	12	8,5	1,24	11,2	14,5	10,5	6,8	0,21
27. Jadro	12	15,8	4,65	26	29,4	21,8	8,3	0,18
28. Žrnovnica	12	15,7	3,19	22,7	20,3	19	13,2	0,18
29. Modro Oko	12	128	120	389	93,7	468	45	0,68

Tablica 2. Koncentracije SO_4 (mg/L) u površinskim vodama Dalmacije (2005. god.)

Mjerne postaje	Broj uzoraka	Aritmetička sredina ($\bar{C}$)	Standardna devijacija, (-)	C_{95}	Koeficijent varijabilnosti, %	Maksimalna koncentracija	Minimalna koncentracija	Koeficijent korozivnosti K_1 , (-)
1. Crpna stanica Dolac	12	15,34	13,9	45,6	90,6	57,8	6,8	0,18
2. Štikada	12	10,77	9,86	32,3	91,5	34	4,5	0,16
3. Josetin Most	12	7,60	1,87	11,67	24,6	10,5	4,5	0,17
4. Zrmanja Žegar	12	15,22	4,2	24,4	27,5	23,3	8,3	0,16
5. Zrmanja Muškovci	12	10,70	3,5	18,3	32,7	16,9	5,6	0,19
6. Krka Knin	12	97,20	14,74	89,6	25,7	94	37,5	0,19
7.Čikotina Lađa	12	24	2,08	28,57	8,6	27	20	0,17
8. Cetina Prančevića brana	12	25,60	3,06	32,26	11,9	30,7	20,7	0,16
9.Cetina Vinalić	12	36,90	7	67	18,9	56,4	17,7	0,10
10. Ušće Rude	12	20,80	5,7	33,3	27,4	28,2	13,1	0,10
11. Cetina Gubavica	12	23,2	4,0	32,1	17,2	28,9	15	0,12
12. Cetina Trilj	12	20,7	5,73	33,3	27,6	28,9	11,3	0,17
13. Cetina ispod brane	12	18,8	4,6	29	24,4	28,2	13,1	0,19
14. Cetina Blato n/C	12	24,1	2,34	29,2	9,7	28,9	19,5	0,18
15. Cetina Zadvarje	12	23,4	4,03	34,8	17,2	30	14,3	0,19
16. Cetina Radmanove mlinice	12	31,4	22,3	80,5	71	99,8	15	0,17
17. Staševica	12	109	89	305	81,6	289	19,5	0,18
18. Vrljika Kamen most	12	16,1	6,19	29,7	38,4	28,2	10,5	0,17
19. Neretva Čapljina	12	26,7	10,75	50,4	40,2	50	11,3	0,20
20. Stara Neretva kraj	12	100	74,6	264	74,6	270	35,6	2,1
21. Mislina	12	172	173	52,9	100	470	20,7	3,2
22. Kosa	12	134	135	428	100	468	27	2,6
23. Neretva Opuzen	12	130	129	414	99,2	442	31,8	0,17
24. Ljuta	12	7,9	2,05	12,4	27,2	12	5,6	0,19
25. Jadro na ulazu u ribnjak	12	19,5	4,23	28,8	21,69	24,4	14,3	0,2

Tablica 3. Koncentracije SO_4 (mg/L) u podzemnim vodama Dalmacije (2005. god.)

Mjerne postaje	Broj uzoraka	Aritmetička sredina	Standardna devijacija, (-)	C_{95}	Koeficijent varijabilnosti, %	Maksimalna koncentracija	Minimalna koncentracija	Koeficijent korozivnosti $K_{1,(-)}$
1. Bokanjac	12	68,6	42,3	161	61,6	143	17,7	0,84
2. Golubinka	12	38,2	22,9	88,1	59,9	84,5	17,7	1,8
3. Boljkovac	12	158	113	404	71,5	468	41,1	1,6
4. Jandrić	12	33,1	33,7	106,5	101	141	14,3	0,8
5. Gustirna	12	23,3	11,3	48,2	48,4	46,8	12	0,6
6. Nereza	12	19,7	13,8	50,1	70	35,6	8,3	0,7

RASPRAVA

Dalmacija spada u krško područje na kojem postoje nadzemni i podzemni krški fenomeni, od kojih su potonji znatno složeniji, a uvjetovani su geološkim sastavom krša. Tako u krškom području pretežu naslage vodopropustljivog vapnenca, razlomljenog od rasjedanja i od boranja. Oborinske se vode brzo gube s površja, prodirući kroz vapnenačke pukotine koje se zbog otjecaja vode sve više proširuju i čine veliki vodospremnik podzemnih voda. Otjecanje podzemnih voda akumuliranih u vapnencu prema nižim razinama od kojih je najniža ona morska priječe naslate nepropustljivih ili slabopropustljivih stijena različitih litoloških formacija. Dolomiti i dolomitični vapnenci najvažniji su u zaustavljanju podzemnih voda. Te stijene imaju izolacijsku ulogu u odnosu na kolanje podzemnih voda. Kao barijere zaustavljaju podzemne tokove i prisiljavaju ih da koncentrirano izbijaju kao izvori ili ih tok podzemne vode sifonski podiže, pa se pojavljuju u moru kao vrulje. Tu barijeru često čini samo more koje usporava protjecanje podzemne vode pa se ona pojavljuje kao priobalni izvor. U najjačim dalmatinskim priobalnim izvorima izbija podzemna krška voda, koja protječe iz udaljenih krških područja i iz njihovih naplavnih polja, u kojima se ponorima uz rubove brda, najviše uz rasjede kraj nepropustljivih stijena, voda cijedi u podzemlje.

Zatvorena krška polja u Dalmaciji jesu slijevna područja u kojima se voda sakuplja, podzemnim tokovima otječe i na nekim područjima izvire dajući mnogo vode.¹⁸ Većina je izvora služila kao baza za vodozahvate gradskih vodovoda u priobalnom području Dalmacije. Tako podzemna voda Bokanjac opskrbljuje Zadar, izvori Kakma i Biba Biograd i Benkovac, izvor Čikole Drniš, Jaruga i Jandrić Šibenik, Jadro Split i Trogir, Klokun opskrbljuje Ploče, Ombla Dubrovnik, a izvor Duboke Ljute Cavtat i Čilipe. Mala Ruda koristi se za novi sinjski vodovod, a izvor Prud za Pelješac i Korčulu. Spomenutim većim izvorima je mogućnost vodoopskrbe izvorskom vodom praktički iscrpljena. Površinska

voda dalmatinskih rijeka zahvaćena je na rijeci Cetini kraj Gata i Zadvarja i na rijeci Zrmanji, a uskoro će se zahvatiti i rijeka Krka.

U krškim vodama Dalmacije ima više bikarbonata nego klorida i sulfata, zbog toga što voda dolazi najčešće u dodir s vapnencem i dolomitom, a naslage su sulfatnih minerala razmjerno rijetke i teže topive, a kloridnih minerala nema. U mnogim se krškim vodama javljaju veće koncentracije klorida, što je posljedica utjecaja mora, i to iz zbog izravnog miješanja morske vode s riječnom vodom ili zbog prodiranja mora u podzemne tokove. U tim se vodama, osim povećanih koncentracija klorida, povećava i koncentracija natrija i magnezija. Sulfati i kloridi u nekim krškim vodama, za razliku od bikarbonata, veoma variraju i zavise o razini podzemnih voda odnosno oborinama.

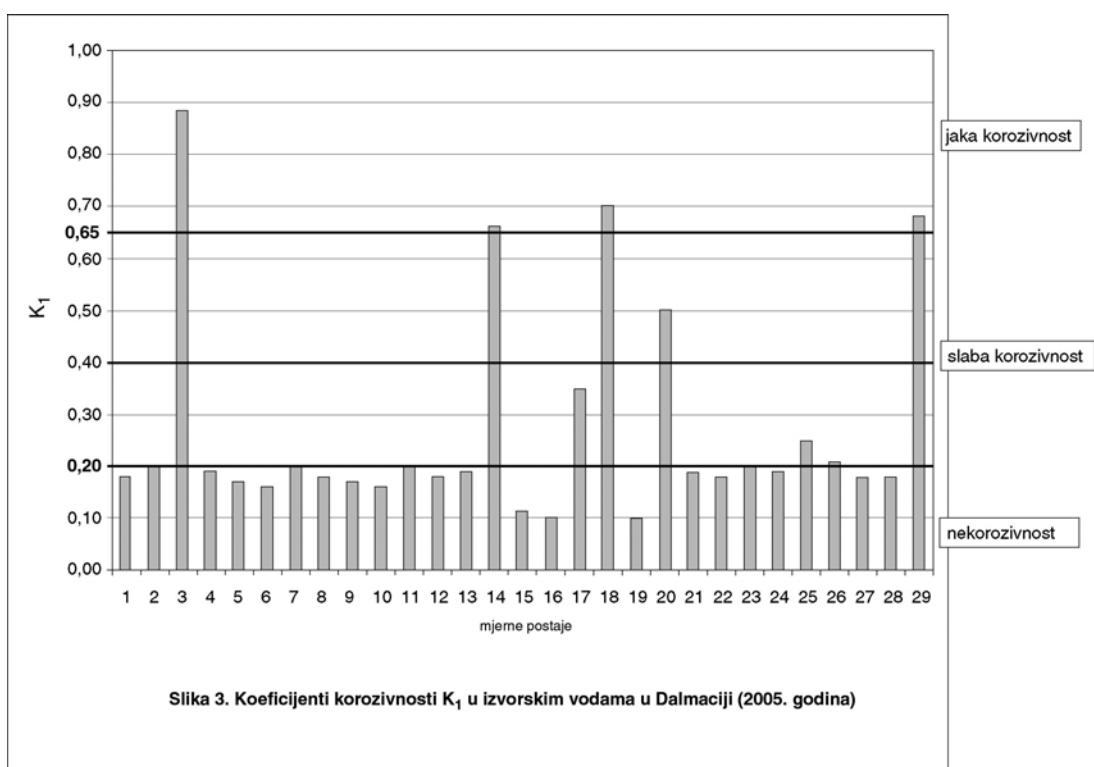
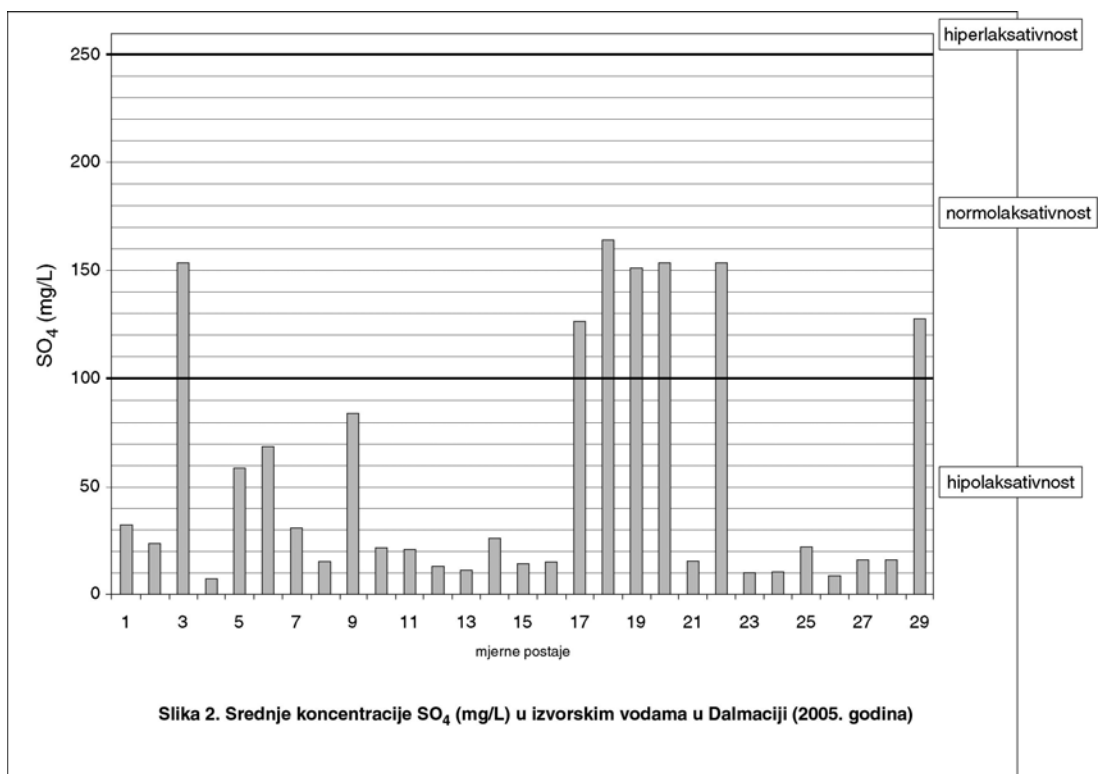
Srednje koncentracije sulfata u vodama Dalmacije, tijekom 2005. godine su bile od 7,6 mg/L SO_4 , u površinskim vodama, do 172 mg/L sulfata također u površinskim vodama.

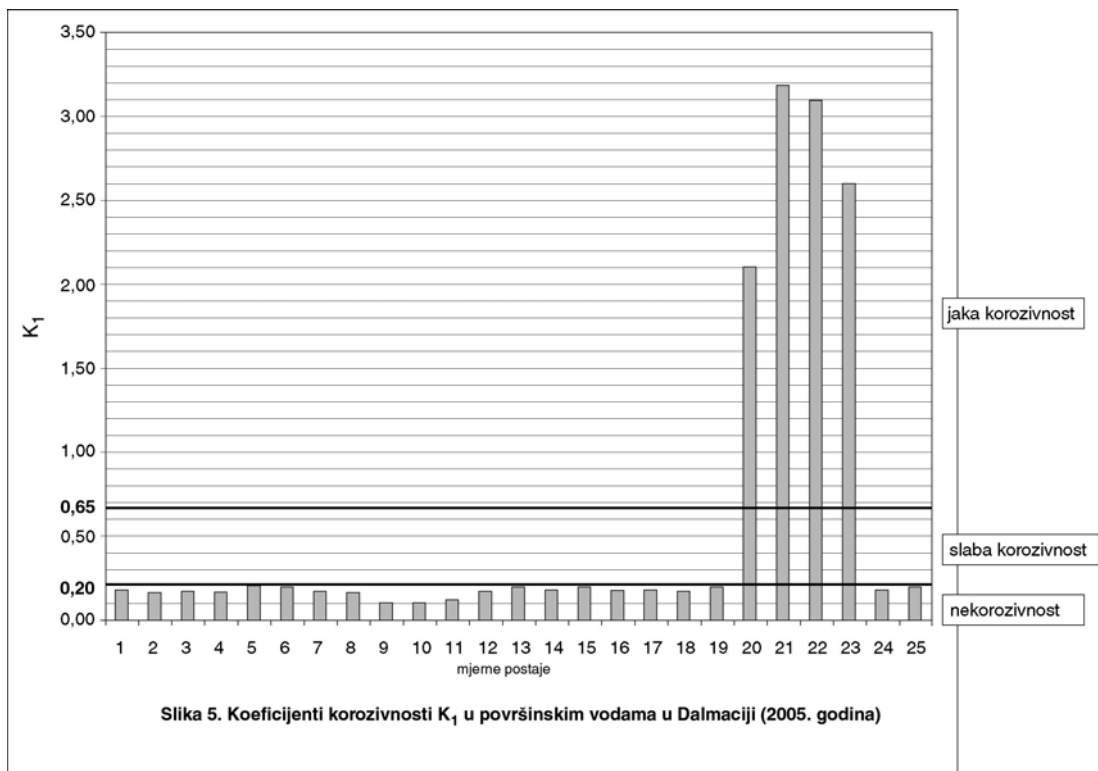
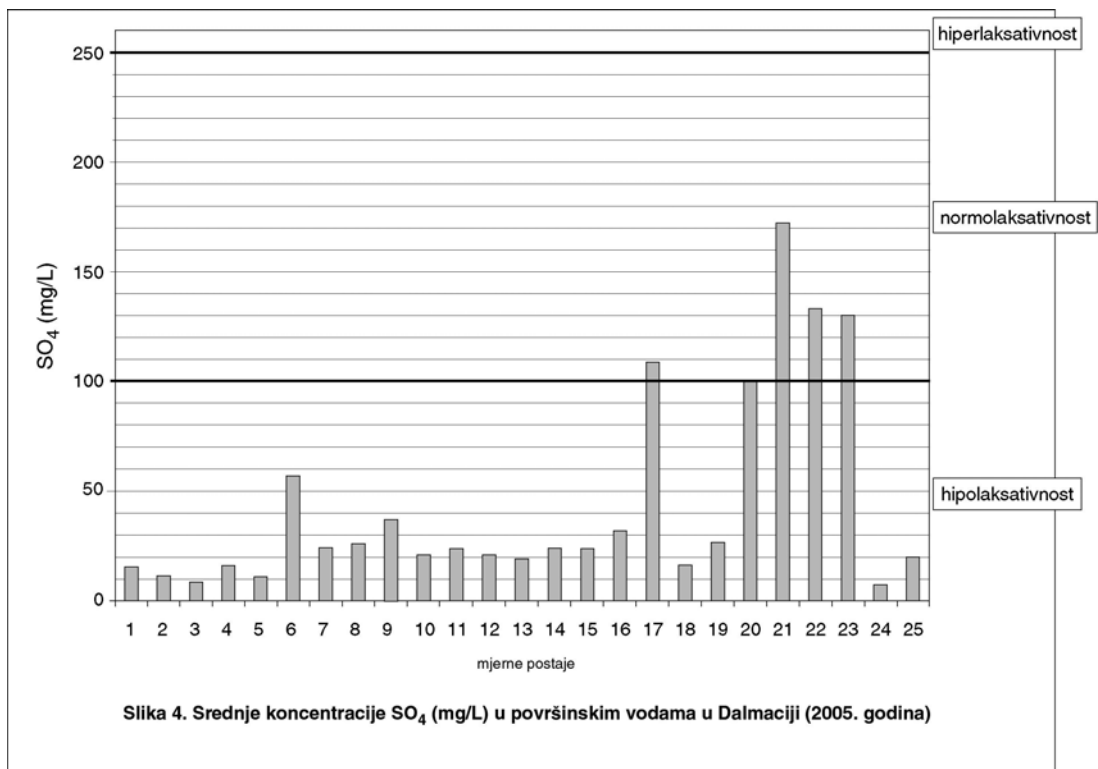
Prema podjeli vode za piće na hipolaksativne (<100 mg/L SO_4), normolaksativne (od 101-250 mg/L sulfata) i hiperlaksativne (> 250 mg/L SO_4), koju smo ostvarili tako što smo koncentraciju sulfata povezivali projekтивно s laksativnim učinkom, znajući da povećana koncentracija sulfata u vodi utječe na privlačenje fluida iz crijeвне sluznice, odnosno na peristaltiku crijeva pa ima laksativni učinak. Od svih istraženih šezdeset voda u Dalmaciji, 91,7% voda se svrstava u hipolaksativne vode i 8,3% u normolaksativne, što će reći da ne prelaze preporučenu koncentraciju do 250 mg/L SO_4 na koja karakterizira i hipolaksativnu i normolaksativnu vodu za piće.

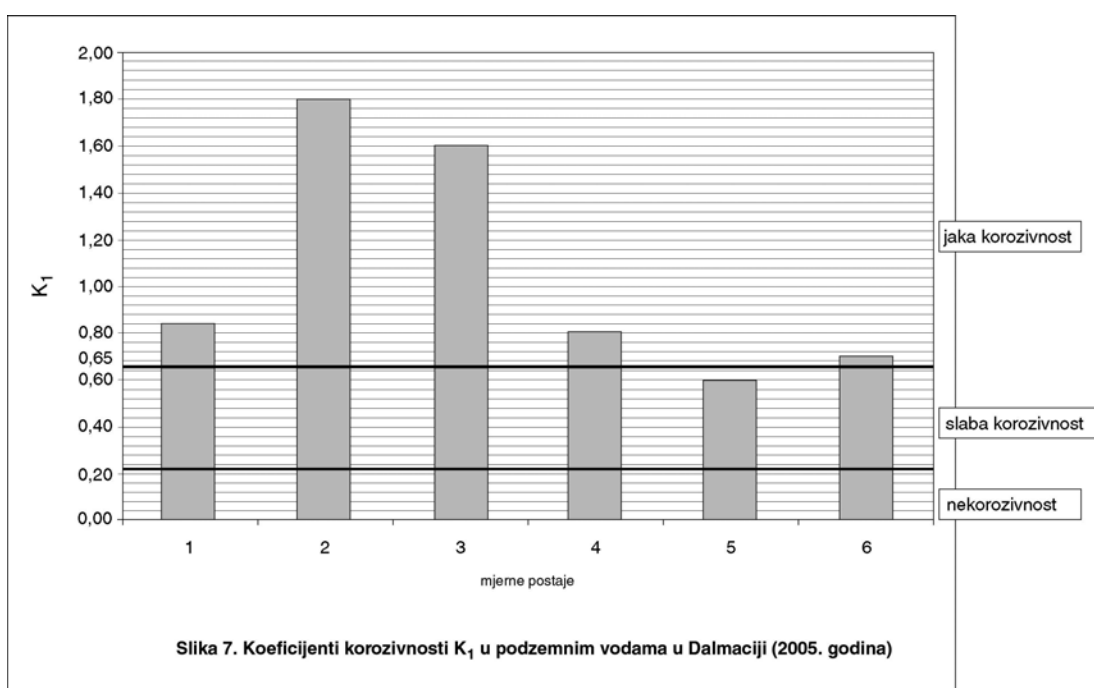
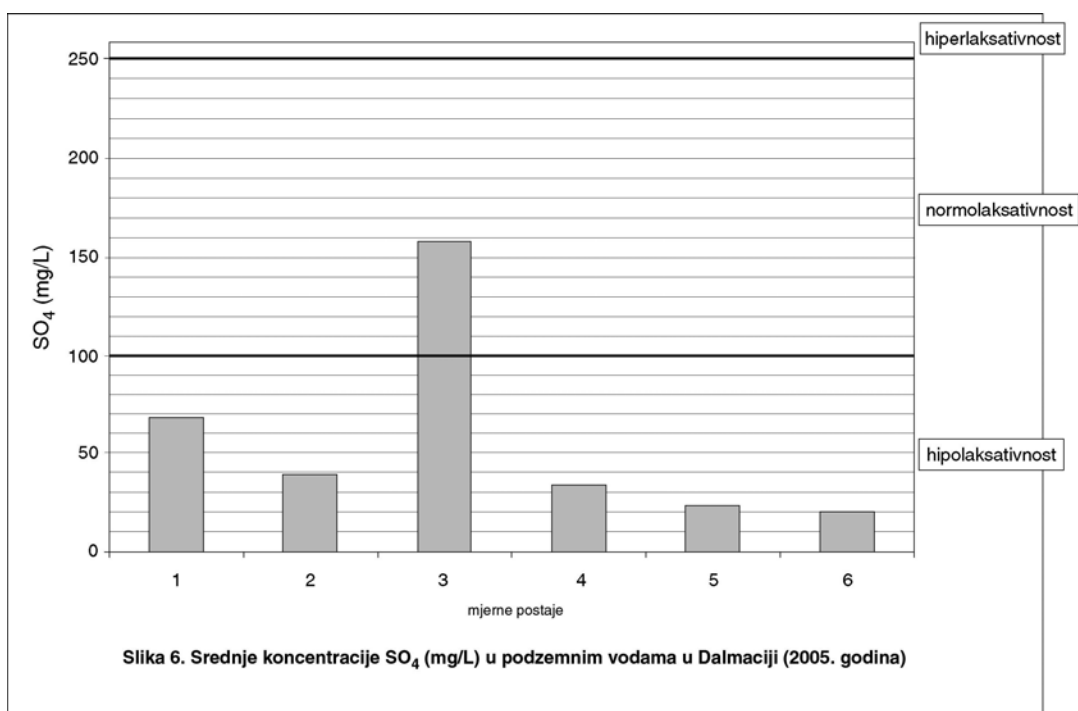
Prema koeficijentu korozivnosti K_1 od svih istraženih šezdeset voda u Dalmaciji, 70% voda se svrstava u nekorozivne vode (K_1 manji od 0,2), 6,7% voda se svrstava u slabo korozivne (K_1 od 0,2 do 0,65), a 23,3% voda se svrstava u vrlo korozivne (K_1 veći od 0,65).

Na temelju koncentracija sulfata i/ili, kloridima i sulfatima određene, korozivnosti voda valjalo bi proučavati stanje zdravlja u populaciji koja pije vodu s različitim koncentracijama sulfata (i/ili klorida).

Ljudi koji pate od opstipacije trebali bi piti normolaksativnu ili još bolje hiperlaksativnu vodu. Koncentracije sulfata u vodi za piće treba longitudinalno ispitati zajedno s povećanjem zdravstvenih podataka. Posebno je važno što će tako prikupljeni podaci omogućiti sustavno praćenje sulfata u vodama za piće, jer njegove razine mogu biti zanimljive onima koji liječe opstipaciju svojih pacijanata. Opstipacija se povezuje s većom učestalošću raka debelog crijeva pa bi bilo uputno koncentracije sulfata u vodi za piće korelirati s incidencijom raka debelog crijeva.







ZAKLJUČAK

Koncentracije sulfata su praćene u izvorskim, površinskim i podzemnim vodama Dalmacije, tijekom 2005. godine, da bi se proučio njihov utjecaj na ljudsko zdravlje, znajući da povećana količina sulfata u vodi utječe na peristaltiku crijeva pa ima laksativni učinak. Srednje koncentracije sulfata bile su u izvorskim vodama od 7,11 do 164 mg/L. Varirale su od 14,5% do 94,4%.

Prema koeficijentu korozivnosti K_1 , 83% izvorskih voda se svrstava u nekorozivne vode (K_1 manji od 0,2), a 17% u slabo korozivne (K_1 od 0,2 do 0,65). Od ukupno istraženih 29 izvorskih voda, 79% voda se svrstava u hipolaksativne (<100 mg/L SO_4) i 21% u normolaksativne (> 20 mg/L SO_4)

Srednje koncentracije sulfata u površinskim vodama bile su od 172 mg/L sulfata. Varirale su od 40% do 159%.

Prema koeficijentu korozivnosti K_1 , 84% površinskih se voda svrstava u nekorozivne vode, a 16% u vrlo korozivne. Od svega istraženih 25 površinskih voda, 84% voda se svrstava u hipolaksativne, i 16% u normolaksativne.

Srednje koncentracije sulfata u podzemnim vodama bile su od 19,7-158 mg/L sulfata. Varirale su od 59,9% do 101%. Istražene podzemne vode su hipolaksativne (83%) i normolaksativne (17%).

Prema koeficijentu korozivnosti K_1 sve se podzemne vode svrstavaju u vrlo korozivne vode.

Od svih istraženih šezdeset voda u Dalmaciji, tijekom 2005. godine, 70% se voda svrstava u nekorozivne vode, 6,7% u slabo korozivne, a 23,3% voda u vrlo korozivne.

Prema rezultatima istraživanja šezdeset voda, 91,7% voda se svrstava u hipolaksativne vode i 8,3% voda u normolaksativne vode. Na temelju koncentracija sulfata i/ili kloridima i sulfatima određene korozivnosti voda valjalo bi proučavati stanje zdravlja u populaciji koja pije vodu s različitim koncentracijama sulfata i/ili klorida.

LITERATURA:

1. Guidelines for Canadian drinking water quality. Health of Canada, Health and environment ministries of the provinces and territories, 6th ed. 1996. p 90.
2. Dziewiatkowski DD. Isolation of chondroitin sulphate-35_s from articular cartilage of rats. J. Biol. Chem., 1951; 189:87.
3. Dziewiatkowski DD. Intracellular synthesis of chondroitin sulphate. J. Cell Biol., 1962; 13:359.
4. Bauer JH. Oral administration of radioactive sulphate to measure extracellular fluid space in man. J. Appl. Physiol. 1976; 40.
5. Laidlaw JC. and Young L. A study of ethereal sulphate formation in vitro using radioactive sulphate. Biochem. J., 1953; 54:142.
6. Diem K. (ed). Documenta Geigy scientific tables. 6th edition. J. R. Geigy S. A., Basel, Switzerland 1972, pp 533
7. McKee JE and Wolf HW. Water quality criteria. 2nd edition. California State Water Quality Control Board, Sacramento, CA 1963.
8. Arthur D. Little, Inc. Water quality criteria data book. Vol. 2. Inorganic chemical pollution of freshwater. Water Pollut. Control Res. Ser. No DPV 18010. U. S. Environmental Protection Agency, Washington, DC 1971.
9. U.S. Environmental Protection Agency. National primary drinking water regulations: synthetic organic chemicals, inorganic chemicals and microorganisms: proposed rule. Fed. Regist., 1985, 50 (219):46936.
10. Fingl E. Laxatives and cathartics. In. Pharmacological basis of therapeutics. A. G. Gilman, L.S. Goodman and L. Gilman (eds). McMillan Publishing Co., New York, NY 1980.
11. Greenwood NN and Earnshaw A. Chemistry of the elements. Pergamon Press, Oxford, UK, 1984.
12. Delisle CE. and Schmidt JW. The effects of sulphur on water and aquatic life in Canada. In: Sulphur and its inorganic derivatives in the Canadian environment. NRCC No. 15015, Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, National Research Council of Canada, Ottawa 1977.
13. Keller W. and Pitblade JR. Water quality changes in Sudbury area lakes: a comparison of synoptic surveys in 1974-1976 and 1981-1983. Water Air Soil Pollut. 1986; 29:285.
14. Hitchcock DR. Biogenic contributions to atmospheric sulphate levels. Proceedings of the Second National Conference on Complete Water Re-use. American Institute of Chemical Engineers and U.S. Environmental Protection Agency, Chicago, IL, May. 1975, p.291.
15. Kaiz, M. The Canadian sulphur problem. In: Sulphur and its inorganic derivatives in the Canadian environment. NRCC No. 15015. Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, National Research Council of Canada, Ottawa, 1977, p. 21.
16. Department of National Health and Welfare. Food additive pocket dictionary. Ottawa 1987.
17. Thienes CH. and Haley TJ. Clinical toxicology. 5th edition. Lea and Fegiger, Philadelphia, PA. 1972, p. 56.
18. Štambuk-Giljanović N. Vode Dalmacije. Split/Zagreb: Zavod za javno zdravstvo Županije splitsko-dalmatinske, Hrvatske vode, 1994.

KAKVOĆA OBORINSKE VODE U VIŠKIM CISTERNAMA

Senta Ankica*, Marijanović Rajčić Marija**, Janev-Holcer Nataša*, Mustajbegović Jadranka*

SAŽETAK

Opskrba stanovnika Visa se obavlja uglavnom preko vodovodnog sustava koji je sagrađen 1963. godine. Koriste se četiri zdenca s crpilišta Korita i izvora Pištica. Nedostatak vode javlja se uglavnom u turističkoj sezoni. Cisterne se koriste samo u mjestima u kojima nema vodovoda i većinom su neodržavane i zapuštene. Ispitana su 3 uzoraka sirove vode, 9 uzoraka iz privatnih cisterni i 9 uzoraka vodovodne vode. Uzorci kišnice su uzete u mjestima Vis, Komiža, Duboka, Rukavac Podhumlje, Podšpilje. Istražena je fizikalno-kemijska i mikrobiološka kakvoća vode. Svih devet ispitanih cisterni ne zadovoljava kvaliteti vode za piće po mikrobiološkim parametrima. U vodi su nađene koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije, a u sedam uzoraka enterokoki. *Pseudomonas* i sulfitoreducirajuće klostridije nisu izolirane. Broj mezofilnih bakterija na agaru na 37° i 22 °C je u cisternama s miješanom vodom (kišnica i vodovodna voda) bio u dozvoljenim vrijednostima, dok je u cisternama s kišnicom prelazio u četiri uzorka kod 37 °C, a u tri kod 22 °C. Uzorci sirove vode bili su sukladni Pravilniku po svim parametrima jedino je izvor Pištica imao povećanu koncentraciju klorida.

Ključne riječi: otok Vis, vodoopskrba, cisterne, oborinska voda, kakvoća vode

UVOD

Otok Vis je najudaljeniji veći otok u grupi srednjodalmatinskih otoka. Udaljen je 45 km od kopna, a od Hvara ga dijeli 18 km širok Viški kanal. Površine je 90,3 km² dok je površina Viškog arhipelaga (Palagruža, Biševo, Sv. Andrija, Budihovac, Jabuka, Brusnik) oko 103 km² po čemu je Vis najveća općina u Hrvatskoj. Najviši vrh otoka je Hum (587 m). Dužina obale Visa je oko 77 km. Otok Vis pripada Jadranskom tipu mediteranske klime vrućih i suhih ljeta te blagih i vlažnih zima. Veoma je bogat biljnom vegetacijom, uz Lastovo i Mljet jedan je od najzelenijih otoka. Prosječna ljetna temperatura je 24 °C, a zimska 9 °C. U toku ljeta padne oko 40 mm kiše.

* Medicinski fakultet, Škola narodnog zdravlja "Andrija Štampar"

**Hrvatske vode

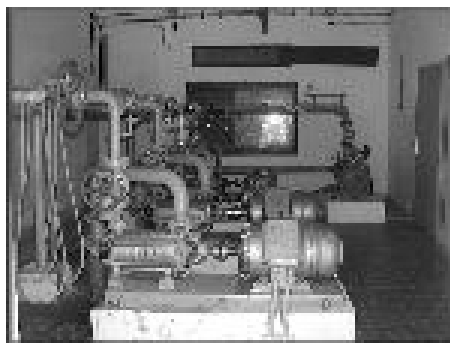
Na otoku živi nešto više od 4000 stanovnika (1995.), od čega 85% stanovništva živi u gradovima Visu i Komiži. Najveća naselja na otoku su Vis na istočnoj i Komiža na zapadnoj obali otoka. U unutrašnjosti otoka smještena su naselja Podselje, Marine Zemlje, Podspilje, Podstražje, Podhumlje, Žena Glava. Otok Vis pripada rijetko naseljenim područjima RH.



Slika 1. Karta otoka Visa

Ključni čimbenik razvoja naših otoka je voda što se potvrđuje svake godine u ljetnom periodu. Svaki otok ima slične, ali opet različite probleme u načinu vodoopskrbe. Vodoopskrba na otocima odvija se na već poznate načine: vodovodnom vodom koja je nađena na otoku, ili koja dolazi podmorskim cijevima ili koja se dobiva putem desalinizacije bočate vode, te cisternama koje se pune kišnicom, vodovodnom vodom, deselaniziranom vodom ili doveženom vodom s kopna. Preporuka je da se potiče očuvanje i izgradnja objekata za skupljanje kišnice.

Vodoopskrba stanovnika otoka Visa obavlja se preko vodovodnog sustava u sastavu JKP-a Komiža. Vodovod je sagrađen 1963. godine. Crpilišta-Korito ima 4 bunara oko 130 metara dubine i Pištica (Pizdica) 1 bunar 2 m dubine. Pizdica je na granici saliniteta. Kloriranje se na crpilištu Korita obavlja natrijevim hipokloritom (15-17%) i to u sabirnom bunaru.



Slika 2. Crpna stanica u Koritima

Jedanaest mjeseci se koristi voda iz crpilišta Korito (oko 3500 ljudi), a samo jedan mjesec u ljeto i iz Pizdice i to samo za Komižu. U ljeto broj stanovnika naraste i na 13000. Stanovnici se većinom opskrbljuju iz javnog vodoopskrbnog sustava i to u Komiži 96%, a u Visu 94%. Sjeverozapadni dio Visa i Stončica nemaju vodu. Komiža koja ima 1700 stanovnika kao i drugi dijelovi otoka ljeti osjećaju nestašicu vode, te stanovnici koji imaju cisterne većinom ih pune vodovodnom vodom. Razmatra se i dovršenje magistralnog vodovoda Omiš — Brač — Hvar — Vis. Problem su i veliki gubici u vodovodu, a potrebe će narasti za nekoliko godina i do 60 l/s od sadašnjih 38 l/s.

Neki smatraju da Vis ima dovoljno vode ako se sustavom dobro gospodari. Naime poticanje sadnje maslina i drugih kultura zahtjeva znatno veću količinu vode od onih kojima raspolaže Vis. Iako se potiče sadnja u ljetnom periodu se zabranjuje zalijevanje

Cisterne se danas koriste samo u krajnjoj nuždi kad je nestašica vode. Kakvoća vode u cisternama ovisi o procesima koji se odvijaju u atmosferi (bližoj ili udaljenijoj okolini cisterne) te lokalnim uvjetima. Zagađenje vode u cisterni ovisit će o duljini sušnog perioda, o ispiranju nakapne površine, procijeđivanju vode s površine terena ili podzemno u cisterne. Sekundarno se voda može kontaminirati pri zahvaćanju vode od samog korisnika. Glavni izvori su ipak od lokalnih uvjeta kao: raslinja (lišće, granje) koje se skuplja na nakapnim površinama, te životinje (ptice, mačke) koje se kreću po nakapnim površinama. Ptici izmet na krovu i u zljebovima skoro da se ne može izbjeći pa najviše straha izazivaju uzročnici raznih zoonoza, bolesti koje sa životinje prelaze na ljude. Rijec je ponajprije o uzročnicima vrlo neugodnih crijevnih bolesti - salmonelama, yarsinijama i campylobacteru. Kako je za pojavu bolesti nužno u organizam unijeti tzv. kritičnu dozu od 10.000 do 100.000 klica (ovisno o vrsti), pri mjerenju u mililitarskim uzorcima kišnice nijednom nije ustanovljena ova količina. Štoviše, pokazalo se da u hladnom (ukopanom) spremniku gdje je temperatura uglavnom oko 18°C a samo povremeno, za najvećih vrućina, oko 22°C, ne postoje uvjeti za razvoj ovih klica do razine pri kojoj bi se dosegla kritična granica. Na toj se temperaturi čak i zloglasna escherichia coli razmnožava vrlo usporeno. Iako se zna da današnjim građenjem cisterni od čvrstog materijala (beton, plastika) nije moguće kontaminirati vodu procijeđivanjem vode ipak je ono moguće ako dođe do puknuća, slabo spojenih dijelova i sl. S obzirom da se na otoku Visu kao i na većini otoka prije gradnje kuće gradila cisterna na koju je poslije nadograđivana kuća može se reći da je starost i neodržavanje cisterni glavni problem.

Kvaliteta vode dosta ovisi o odnosu korisnika prema sustavu od kojeg se sastoji opskrba vodom individualnih objekata (cisterna, oluk, nakapna površina, sustav filtriranja itd.)

Temeljita dugoročna ispitivanja pokazuju da kišnica u spremniku ne sadrži samo krute čestice naplavljene s krova već pod određenim uvjetima postaje vrlo dobar medij za razvoj raznih mikroorganizama.

Međutim, niska razina ustajale vode u spremniku i dugotrajne temperature iznad 23 °C mogu kišnicu pretvoriti u vodu koja nije podobna za piće. Stoga intenzivna upotreba kišnice uz stalno punjenje i pražnjenje dodatno smanjuje mogućnost zagađenja bujanjem bakterija. Osim toga, malo je vjerojatno da će se u vodi s krova naići na zaista opasne uzročnike bolesti npr. shigella, bakterije kolere ili tifusa.

Brojni su radovi iz Amerike, Australije i Novog Zelanda u kojima se referira prisustvo: Salmonella, Legionella spp, Clostridium perfringens, Aeromonas, Vibrio Parahaemoliticus, Campylobacter, protozoa Cryptosporidium, Giardia. Porijeklo može biti od otpadnih tvari ptica, žaba, guštera, glodavaca ili uginulih životinja i insekata. Većinom se ipak ispituje prisustvo ukupnih koliformnih bakterija, Escherichia coli. U radovima iz Hrvatske također je nađeno prisustvo ukupnih koliformnih bakterija, povišena koncentracija broja bakterija u vodi cisterni s otoka.

MATERIJAL I METODE

U istraživanje je uključeno ispitivanje uzoraka kišnice iz obiteljskih privatnih cisterni, te sirove i vodovodne vode. Uzorkovanje vode na otoku je obavljeno u rujnu 2003. godine.

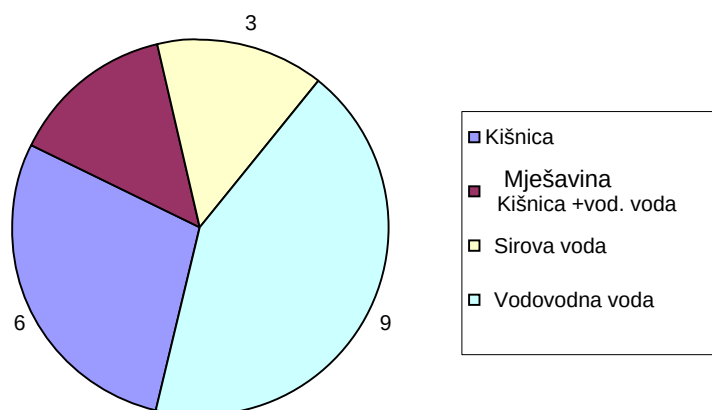
Sanitarno zdravstveni nadzor vode za piće na otoku obuhvatio je detaljan terenski pregled vodoopskrbnih objekata, a u laboratorijsku analizu su uključene organoleptičke, bakteriološke i fizikalno-kemijske pretrage. Osim osnovnih parametara iz analize "A" propisanih Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće određeni su i parametri koji su karakteristični za oborinsku vodu bočatu vodu. U bakteriološku analizu uključene su pored koliformnih bakterija, fekalnih koliforma, enterokoka, broja aerobnih mezofilnih bakterija na 37° i 22° °C i sulfitreducirajuće klostrijе te pseudomonas aeruginosa. Zbog različitog porijekla vode koja se koristi za vodoopskrbu određivana je tvrdoća vode (ukupna, kalcijeva, karbonatna, nekarbonatna, te magnezijeva) alkalitet, kalcij i magnezij. U pojedinim uzorcima određena je ukupna otopljena tvar, kao i mjerenje organske tvari (ukupni organski ugljik).

Uzorkovanje je obavljeno prema HRN ISO normi, kao i čuvanje prema HRN ISO normi. Uzorci su skupljani u toku dana i čuvani u hladnjaku. Fizikalno-kemijske analize načinjene su u laboratoriju ŠNZ-a, a bakteriološke analize su načinjene u Zavodu za javno zdravstvo Županije Splitsko - dalmatinske

REZULTATI

U okviru znanstvenog projekta “Voda, hrana, neposredni životni okoliš–determinante zdravlja” u istraživanje je uključeno pored javne vodoopskrbe i opsežna ispitivanja cisterni.

Na otoku Visu ispitan je ukupno 21 uzorak, tri uzorka sirove vode (dva sa vodocrpilišta Korita i jedan na Pizdici). Od devet uzoraka vodovodne vode u Komiži su uzeta tri u Podhumlju jedan, Pliskom polju jedan, Rukavcu jedan i Visu tri. Tri uzorka vode iz cisterni su imale mješavinu kišnice i vodovodne vode, a šest samo kišnicu.. Voda iz cisterni uzeta je u Komiži iz tri cisterne, u Podhumlju i Dubokoj iz dvije, Rukavcu i Visu iz jedne. Sastav vode u uzorcima kao i broj uzoraka pokazan je slikom 2.



Slika 2. Prikaz broja uzoraka i sastav vode

Prilikom uzimanja uzoraka vode obavljen je terenski nadzor i obavljen razgovor s vlasnicima cisterni. Većina cisterni je stara i građena od kamena i ožbukana s smjesom kreča i zemlje (gline). Ispitivane cisterne su stare iznad sto godina, a četiri su novijeg datuma (starosti od 20 do 30 godina) građene od betona većinom izvan kuće. Prefilter imaju samo tri cisterne, a čiste se svakih tri do četiri godine. Kloriranje Izosanom se provodi kod četiri ispitivane cisterne jedanput godišnje.

U tablici 1. prikazani su rezultati ispitivanja sirove vode iz Korita i Pizdice. Vidljivo je da voda je kvaliteta sukladna pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće jedino je izvor Pizdica opterećen većom količinom klorida 580 mg/l

Tablica 1. Rezultati analize sirove vode iz bušotina s otoka Visa

Pokazatelj	Mjerna jedinica			
Vodoopskrbni objekt		Sirova voda Korita Bunar (1,2,3)	Sirova voda Korita Bunar 3	Sirova voda Pizdica
Boja		BEZ	BEZ	BEZ
Miris		BEZ	BEZ	BEZ
Temperatura	⁰ C	17,5	16	
pH		7,14	7,17	7,37
El.vodljivost	μS/cm	837	900	2030
UOT	mg/l	502	540	1218
KPK/Mn	mgO ₂ /l	0,32	0,48	0,87
Amonij	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Nitriti	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrati	mg/l	1,06	1,72	1,52
O-fosfati	mgP/l	<0,01	<0,01	0,02
Broj koliformnih bakterija	NBK/100ml	0	0	0
Broj fekalnih koliforma.	NBFK/100m	0	0	0
Broj enterokoka	NBE/100ml	0	0	0
Broj aerob.bakterija.	B.K/ml 22 ⁰ C	0	0	0
Broja aerob.bakterija.	B.K/ml 37 ⁰ C	0	10	0
Pseudomonas aerug.	B.pse/100ml	0	0	0
Alkalitet (m)	mg CaCO ₃ /l	282	287	274
Alkalitet (p)	mg CaCO ₃ /l	0	0	0
Ukupna tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	395	394	485
Karbonatna tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	282	287	274
Nekarbonatna tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	113	107	211
Kalcijeva tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	242	266	263
Magnezijeva tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	153	129	222
Ca	mg/l	97	106	105
Mg	mg/l	37	31	54
Kloridi	mg/l	128	131	580

Tablica 2. Rezultati analize sirove vode iz cisterni s mješavinom kišnice i vodovodne vode

Pokazatelj	Mjerna jedinica			
Mjesto		Komiža	Komiža	Podhumlje
Starost cisterne	godine	18	20	100
Boja		BEZ	BEZ	BEZ
Miris		BEZ	BEZ	BEZ
Temperatura	°C		21,5	
pH		7,62	7,67	7,39
El.vodljivost	µS/cm	580	117	118
Ukupna Otopljeni Tvar	mg/l	348	70	71
KPK/Mn	mgO ₂ /l	0,71	0,32	0,64
Amonij	mg/l	0,003	<0,001	0,003
Nitriti	mg/l	0,003	<0,001	0,003
Nitrati	mg/l	2,41	0,57	0,5
O-fosfati	mgP/l	0.01	0,01	0,02
Broj koliformnih bakterija	NBK/100ml	80	2	240
Broj fekalnih koliforma.	NBFK/100m	50	2	79
Broj enterokoka	NBFS/100ml	8	0	5
Broj aerob.bakterija.	B.K/ml 22 °C	23	0	40
Broja aerob.bakterija.	B.K/ml 37 °C	75	6	31
Pseudomonas aerug.	B.pse/100ml	0	0	0
Sulfitoreduc. klostridije.	B.sulfidi/20ml	0	0	0
Alkalitet (m)	mg CaCO ₃ /l	123	53	51
Alkalitet (p)	mg CaCO ₃ /l	0	0	0
Ukupna tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	226	49	72
Karbonatna tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	123	49	51
Nekarbonatna tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	103	0	21
Kalcijeva tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	133	44	54
Magnezijeva tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	93	5	18
Ca	mg/l	53	18	22
Mg	mg/l	23	1	4
Kloridi	mg/l	105	8,9	10,2

Tablica 3. Rezultati analize kišnice iz cisterni na otoku Visu

Pokazatelj	Mjerna jedinica						
Mjesto		Podhumlje	Komiža	Duboka	Podšpilje	Rukavac	Vis
Starost cisterne	godine	>100	>100	>100	30	20	95
Boja		BEZ	BEZ	BEZ	BEZ	BEZ	BEZ
Miris		BEZ	BEZ	BEZ	BEZ	BEZ	BEZ
Temperatura	°C		21,5				
pH		7,61	9,22	8,07	7,94	7,47	7,39
El.vodljivost	µS/cm	159	134	200	143	193	201
UOT	mg/l	95	80	120	86	116	121
KPK/Mn	mgO ₂ /l	0,48	0,23	0,23	0,71	0,86	0,71
Amonij	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	<0,001
Nitriti	mg/l	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,002
Nitrati	mg/l	0,15	0,54	1,15	1,13	0,63	1,19
O-fosfati	mgP/l	0,01	0,01	0,03	0,08	<0,01	0,06
Broj koliformnih bakterija	NBK/100ml	170	11	140	>1800	130	540
Broj fekalnih koliforma.	NBFK/100m	49	1	33	70	4	130
Broj enterokoka	NBE/100ml	5	0	7	31	1	1
Broj aerob.bakterija.	B.K/ml 22 °C	52	15	15	350	120	150
Broja aerob.bakterija.	B.K/ml 37 °C	36	6	280	>1800	150	330
Pseudomonas aerug.	B.pse/100ml	130	0	79	0	8	1
Sulfitoreduc. klostridije.	B.sulfidi/20ml	0	0	0	0	0	0
Alkalitet (m)	mg CaCO ₃ /l	76	35	55	47	50	61
Alkalitet (p)	mg CaCO ₃ /l	0	0	0	0	0	0
Ukupna tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	102	59	89	62	75	84
Karbonatna tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	76	35	55	47	50	61
Nekarbonatna tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	126	24	34	15	25	23
Kalcijeva tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	91	45	66	58	53	76
Magnezijeva tvrdoća	mg CaCO ₃ /l	11	14	23	4	22	8
Ca	mg/l	36	18	26	23	21	30
Mg	mg/l	3	3	6	1	5	2
Kloridi	mg/l	10,9	6,1	17	8,2	17,7	16,4

Kao što se moglo očekivati u vodi iz cisterni nađeno je bakteriološko zagađenje tako da nijedan uzorak nije sukladan Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (tablica 4).

Koliformne bakterija su nađene u svih šest cisterni i broj se kretao od 11 do >1800, fekalnih koliforma od 1 do 130. Od šest cisterni u pet je bilo nađeno enterokoka od 1 do 31, pseudomonas aeruginosa u četiri cisterne od 1 do 130. Sulfitoreducirajuće klostridije nisu nađene ni u jednom uzorku. Broj aerobnih bakterija/ml na 37 °C se kretao od 6 do >1800 a na 22 °C od 15 do 350.

Malo bolja situacija je kod cisterni koje se pune i vodovodnom vodom tablica 3. Koliformne bakterije su bile prisutne u sva tri uzorka od 2 do 240, fekalni streptokoki od 2 do 79, a enterokoki u dva uzorka i to 5 i 8 /100 ml. Pseudomonas i sulfitoreducirajuće klostridije nisu detektirane. Broj aerobnih bakterija na 22 °C je bio prisutan u dva uzorka 23 i 40 /ml, a na 37 °C od 6 do 75/ml uzorka.

ZAKLJUČAK

Danas se cisternama na otocima ne pridaje veliki značaj i dosta je nemara prema njima. Nekad su bili jedini način vodoopskrbe, a danas se rijetko koriste i za zalijevanje. Rezultati analize pokazuju da se ne održavaju ni naplavne površine kao ni same cisterne. Čišćenje je vrlo rijetko kao i dezinfekcija. Stare cisterne bi trebalo popraviti, jer očito postoje slaba mjesta u samom sustavu. Zbog dobre čistoće zraka onečišćenje dolazi sekundarno. Dogradnja šljunčanih filtera ili njihovo čišćenje ako postoje, održavanje naplavnih površina, te čišćenje samih cisterni doprinjelo bi bitno mikrobiološkoj kakvoći vode. Povremena dezinfekcija pogotovo u ljetnom periodu također bi poboljšala kakvoću vode.

LITERATURA:

1. Senta A, Marijanović-Rajčić M, Janev-Holcer N. Vodoopskrba i mikrobiološka kakvoća oborinske vode na otoku Lastovu. Zbornik radova sa IX znanstveno-stručnog skupa Voda i javna vodopskrba, Osijek 2005.
2. Margeta J. Vodoopskrba korištenjem kišnice. Zbornik radova Okrugli stol voda na hrvatskim otocima. Hvar, 1998.
3. Dadić Ž. Priručnik o temeljnoj kakvoći vode u Hrvatskoj. Zagreb 2001
4. Lovrić E, Gereš. Javna vodopskrba u Hrvatskoj – opskrbljenost razvoj i zdravstvena ispravnost. Zbornik radova sa II stručni skup voda i javna vodopskrba, Primošten, 1998
5. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 182/04).
6. WHO. Guidelines for drinking water quality. Recommendations, Addendum to Volume 1, Geneva, Switzerland, 1998.
7. HRN ISO 5667-5:2000 Kakvoća vode - Uzorkovanje - 5. dio: Smjernice za uzorkovanje pitke vode i vode za pripremu hrane i napitaka (ISO 5667-5:1991)
8. HRN ISO 5667-3:1999 Kakvoća vode - Uzorkovanje - 3. dio: Smjernice o čuvanju uzoraka i rukovanju uzorcima (ISO 566-3:1994)
9. Standards methods for examination of water and wastewater, ur. Clesceri LS, Eaton AD, Greenberg AE. Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 1995, 6-61 - 6-66.
10. HRN ISO 6058:2001 Water quality-determination of calcium content-EDTA titrimetric method (ISO 6057:1984)
11. Brodrinbb R, Webster P and Farrell D (1999). Recurrent *Campylobacter fetus* subspecies bacteraemia in febrile neutropaenic pateints linked to tank water Communicable Disease Intelligence (19):312-313.
12. Lye (1989) Bacterial levels in the Cistern Water systems in Northern Kentucky. Water Res Bulln (829) pp1063-1068.
13. Crabtree K, Ruskin RH, Shaw SB & Rose J (1999). The Detection of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* Cysts in cistern Water in the U.S. Virgin Islands”, *Wat Res*, 30 (1), 208-216.

14. Simmons GC and Smith J (1999) "Roof water probable source of *Salmonella* infection", *NZ PublicHealth Rep*, 4 (1) 5.
15. Yaziz M, Gunting H, Sapiari N and Ghazali A (1989) Evaluation of Rainwater Quality: Heavy Metals and Pathogens, IDRC, Ottawa, 103 p.
16. Koplan JP, Dean RD, Swanston WH & Tota B (1979) "Contaminated Roof-collected Rainwater as aPossible Cause of an Outbreak of *Salmonellosis*", *J Hygiene*, Cambridge, 8, pp303-309
17. Lester R, 1999) "A mixed outbreak of cyptosporidium and giardiasis," *Update*, Australia (9) pp14-15.
18. www.info-vis.net dostupno 10.09.2006.
19. www.vis-jan.com dostupno 10.09.2006.

HIDROKEMIJSKE KARAKTERISTIKE VODA IMOTSKE KRAJINE

M. Ujević*, Z. Zorić**, Ž. Dadić*, E. Lovrić*, Z. Grbavec*

SAŽETAK

Određivano je 19 fizikalno-kemijskih parametara u uzorcima vode (21) uzetih u 2005 i 2006 godini s izvora, jezera, rijeke i potoka (11 lokacija) na području Imotske krajine. Podaci su obrađeni pomoću QW_Chart programa te geokemijskog modela MINTEQ za određivanje tipa vode i dobivanje uvida u hidrokemijske karakteristike voda.

Vode na području Imotske krajine dominantno su Ca-bikarbonatnog tipa. Ispitivane vode su slabo zasićene do zasićene kalcitom. Povećanje zasićenosti vidljivo je kod voda stajaćica. Vode na izvorima i u rijeci su nezasićene dolomitom dok su stajaćice zasićene dolomitom te se u njima javlja veća koncentracija Mg^{2+} nego na ispitivanim izvorima.

Nisu pronađene značajnije koncentracije metala u vodi, dušikovi spojevi su prisutni u niskim koncentracijama, a nisu detektirani ni spojevi fosfora. Mikrobiološko onečišćenje uočeno je na izvoru Jauk koji se nalazi u naselju i uz glavnu prometnicu.

Ključne riječi: hidrokemijski parametri, Imotska krajina, kvaliteta vode.

SUMMARY

Nineteen (19) physical and hydrochemical parameters in water samples (21) collected during 2005 and 2006 from springs, lakes, river and stream (11 locations) in area of Imotski were tested. The data were analyzed for water types and hydrochemical characteristics using the QW_Chart and MINTEQ software.

Waters in Imotski area are of Ca-bicarbonate type. The tested waters vary from lightly saturated to saturated with calcite. Saturation increase was observed in stagnated waters. The spring waters are under saturated regarding to dolomite, while the stagnated waters are saturated with dolomite, which causes higher concentrations of Mg^{2+} than in springs.

No significant concentrations of trace metals were found. Nitrogen compounds are present in very low concentrations, while phosphorus compound were not detected. Microbiological pollution was observed in the spring Jauk located in the populated area and near to the main road.

Key words: Hydrochemical parameters, Imotska krajina, water quality.

* Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Rockefellerova 7, Zagreb

** Privatna gimnazija Zadar, Kraljskog Dalmatina 4, 23000, Zadar

UVOD

Voda je oduvijek bila limitirajući faktor u razvoju nekog područja, a posebno u krškim područjima koja se odlikuju velikom količinom vode u podzemlju, rijetkim površinskim tokovima te velikim oscilacijama u količini vode tijekom kišnih i sušnih razdoblja. Imotska krajina jedno je od takvih hrvatskih krških područja.

U posljednjim desetljećima 20. stoljeća vodovod Imotske krajine sa svojom distribucijskom mrežom polako dolazi i do najudaljenijih mjesta u krajini. Napredak u vodoopskrbi je vidljiv. Međutim, slijedeća točka kojoj treba posvetiti pažnju je zaštita voda – pogotovo izvora. Zaštita izvora u kršu posebno je osjetljivo područje. Glavni izvor koj se koristi za vodoopskrbu u Imotskoj krajini je Opačac (jedan od izvora Vrljike). Smješten je u samom naselju te je direktno ugrožen od septičkih jama i gnojnice iz obližnjeg naselja, a i od prometnice koje prolazi neposredno uz vodocrpilište. Neadekvatno napravljene i neodržavane septičke jame, nekontrolirano odlaganje otpada i nobrađenih otpadnih voda mogu uzrokovati brzo onečišćenje krškog vodonosnika. Sve to navodi na potrebe zaštite postojećeg vodocrpilišta kao i na detaljnija proučavanja okolnih vodnih resursa.

Cilj ovog rada je:

- uspostavljanje baze podataka o kvaliteti i hidrokemijskim karakteristikama voda u Imotskoj krajini
- uočavanje različitih onečišćivala, njihovih mogućih izvora i utjecaja na vodne resurse kao i ukazivanje na moguće mjere za poboljšanje situacije
- hidrokemijski parametri mogu pomoći u određivanju slivova, u definiranju zaštitnih zona te učinkovitoj zaštiti vodnih resursa.

GEOGRAFSKI POLOŽAJ

Imotska krajina smještena je u južnom dijelu Hrvatske (Dalmatinska zagora). Tipično je područje krša u kojem se Imotsko polje pruža smjerom SZ –JI i važno je za život u ovom kraju. Veliku važnost ima i rijeka Vrljika čiji se izvori prihranjuju iz širokog krškog zaleđa, a koja ponire na JI dijelu polja. Uz SZ dio polja nalaze se duboke provalije koje su ili ispunjene vodom pa tvore jezera ili su im dna prekrivena obradivim tlom (doci). Među njima Crveno i Modro jezero u neposrednoj blizini grada Imotskog zauzimaju značajno mjesto. Crveno jezero nikad nije presušilo, dok Modro i Prološko jezero redovito presušuju. U tom periodu funkcioniraju kao ponori, a u vlažnom dijelu godine kao izvori (estavele).

KLIMA

Imotska krajina odlikuje se mediteranskom klimom promijenjenom utjecajima s kontinenta. Temperature su ljeti više nego u obalnom području, a zimi niže nego uz obalu zbog snažnog utjecaja planinskog masiva. Srednja godišnja temperatura zraka prema mjerenjima na području Imotskog je 13,6°C pri čemu je srednja siječanjska 4,2 °C, a srednja srpanjska 23,3 °C. Postoje kišna i sušna razdoblja; kišna počinju u studenom i traju do travnja. Srednja godišnja količina padalina iznosi 1310 mm.

HIDROGEOLOGIJA PODRUČJA

Sliv Imotskog polja i rijeke Vrljike pripada središnjem dijelu dinarskog krša. Ovo se područje u hidrogeološkom smislu odlikuje različitim položajem morfoloških i hidrogeoloških razvodnica. Površinski tokovi završavaju u ponorima ili ponornim zonama koji daju vodu u sliv gornjeg toka rijeke Tihaljine ili na vrulje u Jadranskom moru (Vrulja na Dubcima). Hidrogeološka funkcija terena određena je: međusobnim odnosima hidrogeoloških karakteristika stijena, tektonskom oštećenosti, prostornim položajem geoloških struktura, morfologijom terena i količinom padalina. Postojanje slabopropusnih naslaga predstavlja barijeru tečenju podzemnih voda, s druge strane postoje i naslage koje u potpunosti ne sprječavaju tečenje u podzemlju već ga reguliraju i usmjeravaju. Cijelo je područje izgrađeno od vapnenaca u izmjeni s dolomitima (Slišković i Ivičić, 2000). Trasiranjem ponora Ponir u Roskom polju (BiH) dokazana je podzemna povezanost s izvorom Opačac (Slišković i Ivičić, 1999).

MATERIJALI I METODE

Mjesta uzorkovanja i mjerenja «in situ»



Uzorkovanja su provedena u travanju 2005 i ožujku 2006. Uzorci su uzeti na 11 lokacija (sl. 1).

Izvori: Dva oka, Utopišće, Opačac, Jauk, Duboka draga

Jezera: Mamića jezero, Modro jezero, Blato

Akumulacija: Ričice

Rijeka: Vrljika

Potok: Ričina (Suvaja) (u kanjonu Badnjevice)

Slika 1. Područje istraživanja s prikazanim mjestima uzorkovanja (preuzeto iz Meridijani br. 100/05 i preuređeno).

Električna vodljivost, ukupno otopljene tvari (TDS) i temperatura izmjereni su na terenu s multiparametarskim terenskim instrumentom (LF 320, WTW). Instrument je kalibriran prije svakog izlaska na teren. Otopljeni kisik mjeren je s oximetrom (Oxi 340-A, WTW).

Uzorkovanje i obrada uzoraka

Uzorci su prikupljeni u polietilenske boce i spremljeni u hladnjaku na 4 °C do daljnjih analiza. Uzorci za metale su prikupljeni u polietilenske boce koje su prethodno oprane u 10% HNO₃. Za određivanje otopljenih metala uzorci su profiltrirani na terenu kroz filtere od 0,45 µm i zakiseljeni (HNO₃ supra pur 1/1000 v/v). Za određivanje ukupnih metala uzorci su zakiseljeni bez prethodne filtracije. Uzorci su konzervirani u hladnjaku na 4 °C. Uzorci za mikrobiološku analizu (ukupni koliformi, fekalni koliformi...) uzeti su u sterilne staklene boce i čuvani u hladnjaku do analize u laboratoriju. Mikrobiološke analize uzete su samo na četiri mjesta uzorkovanja zbog ograničenog vremena čuvanja uzoraka (Mamića jezero, akumulacija Ričice (samo u 2005) te Modro jezero i Jauk).

Metali su određeni na ICP-OES Intrepid II, Dual view, Thermo, a dominantni anioni (nitrati, kloridi, sulfati, fosfati) i kationa (kalcij, magnezij, natrij, kalij) na ionskom kromatografu IC 500, Dionex. Nitriti i amonij su određivani spektrofotometrijski na spektrofotometru PU-8620. Ukupna tvrdoća i hidrogenkarbonat određivani su titrimetrijski, a pH je mjeren s WTW pH-metrom, InoLab pH Level 2.

Za određivanje tipa vode i Piperovih trilinearnih dijagrama koristen je QW_Chart, USGS Software. Indeksi zasićenosti kisikom i dolomitom, te log pCO₂ izračunati su pomoću geokemijskog modela MINTEQ. Pri tome za SI=0 postoji termodinamička ravnoteža između vodene otopine i krute faze, SI<0 ukazuje na nezasićenost određenom mineralnom fazom i SI>0 ukazuje na zasićenost vodene otopine određenom mineralnom fazom. SI<0,3 predstavlja slabu zasićenost, a SI od 0,3-0,7 jaku zasićenost (Appelo i Postma, 2005).

REZULTATI I DISKUSIJA

Tablica 1. Rezultati fizikalno-kemijskih ispitivanja u vodama Imotske krajine.

Lokacija	Datum Uzork.	T °C	O ₂ mg/L	pH	El. vod μ S/cm	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	HCO ₃ ⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L
Dva oka	15.04.2005.	12,2	15,4	7,48	365	75,4	2,86	1,75	0,29	233,0	3,30	6,12
	31.03.2006	11,6	11,3	7,51	368	72,6	2,36	1,75	0,34	237,3	3,30	5,74
Duboka Draga	15.04.2005.	11,0	8,9	7,40	364	75,8	2,77	1,61	0,20	235,5	3,67	5,92
	31.03.2006	10,7	8,8	7,65	376	74,3	2,49	1,81	0,34	252,2	3,49	5,77
Utopišće	15.04.2005.	13,9	6,8	7,53	445	98,6	2,90	5,09	1,63	284,5	7,72	9,90
	31.03.2006	11,9	7,6	7,55	493	96,5	2,87	5,09	1,37	307,0	6,92	9,38
Opačac	15.04.2005.	11,9	13,1	7,76	362	74,6	2,75	2,04	0,39	229,3	3,58	5,91
	31.03.2006	10,6	12,6	7,66	371	73,3	2,42	1,94	0,53	239,8	3,57	5,82
Jauk	17.04.2005.	10,8	n.m.	7,79	359	74,2	2,29	1,49	0,20	225,6	3,03	5,53
	02.04.2006	10,7	5,9	7,56	370	71,7	2,54	1,71	0,31	250,4	3,25	6,26
Vrljika	15.04.2005.	n.m.	n.m.	7,66	n.m.	75,1	2,65	0,93	0,22	229,9	3,08	5,89
	31.03.2006	n.m.	n.m.	7,59	369	72,7	2,39	1,76	0,36	239,8	3,19	5,83
Mamića jezero	16.04.2005.	12,4	7,6	8,19	323	62,6	5,28	1,63	0,24	207,6	3,44	2,56
	01.04.2006	11,9	7,4	8,05	353	61,7	5,31	1,58	0,27	229,2	3,66	2,52
Blato	16.04.2005.	14,4	7,1	8,02	331	61,8	6,03	2,06	0,74	216,3	3,82	4,26
	01.04.2006	n.m.	n.m.	8,20	333	59,5	5,82	2,29	0,73	221,7	4,39	3,91
Badnjevice	16.04.2005.	14,0	n.m.	8,22	342	61,9	6,99	3,42	0,89	201,4	4,30	12,2
	01.04.2006	14,3	11,0	8,04	420	68,9	9,34	5,11	0,86	245,4	5,90	23,9
Ričice	16.04.2005.	10,1	8,5	8,33	318	58,8	6,42	3,42	1,47	190,9	4,14	10,4
Modro jezero	17.04.2005.	10,6	n.m.	8,33	364	64,7	8,58	2,48	0,86	218,8	4,65	5,94
	02.04.2006	10,3	11,5	8,01	353	59,0	8,33	2,49	0,95	236,7	4,93	6,00

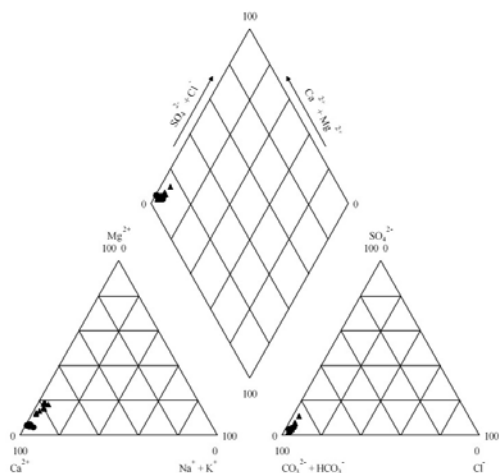
n.m. – nije mjereno

Vrijednosti za koncentracije dominantnih iona u oba uzorkovanja, pH, otopljeni kisik, temperatura i električna vodljivost dani su u tablici 1. Podaci pokazuju da je HCO₃⁻ dominantni anion na svim mjestima uzorkovanja i kreće se u rasponu od 190,9 do 307,0 mg/L. Koncentracije ostalih aniona su jako niske. U svim uzorcima omjer Na⁺/Cl⁻ je između 0,3-0,9 budući da natrij i klorid nisu prirodno prisutni u okolnom području. Lokalno povišene koncentracije natrija i klorida ukazivale bi na procese onečišćenja (Helena, 1998). Samo na uzorcima s izvora Utopišće i iz Modrog jezera (u 2005. god.) pronađene su jako niske količine nitrita. Količine nitrata su niske i kreću se od 0,95 do 5,92 mg/L NO₃⁻, dok samo na izvorištu Utopišće ta vrijednost doseže 14,9 (2005).

U svim uzorcima sadržaj organske tvari bio je nizak (potrošnja KMnO₄ varira od 0,48 do 2,23 mg/L O₂), nisu detektirani fosfati, a koncentracije metala (Pb, Cd, Cr, Cu, Zn i Ni) su ispod granice detekcije korištene metode ispitivanja. Fe, Mn, Al prisutni su u koncentracijama do 2 μ g/L.

Na četiri uzorka (Mamića jezero, akumulacija Ričice (samo u 2005.god.), Modro jezero i izvor Jauk) napravljena je uz kemijsku i mikrobiološka analiza. Rezultati

mikrobioloških analiza pokazuju mikrobiološko onečišćenje (prisutni ukupni koliformi i *Echerichia coli*) na izvoru Jauk što ukazuje na vjerojatno zagađenje iz obližnjih septičkih jama i gnojnica. Uzorci iz Modrog jezera i Mamića jezera bili su mikrobiološki ispravni.

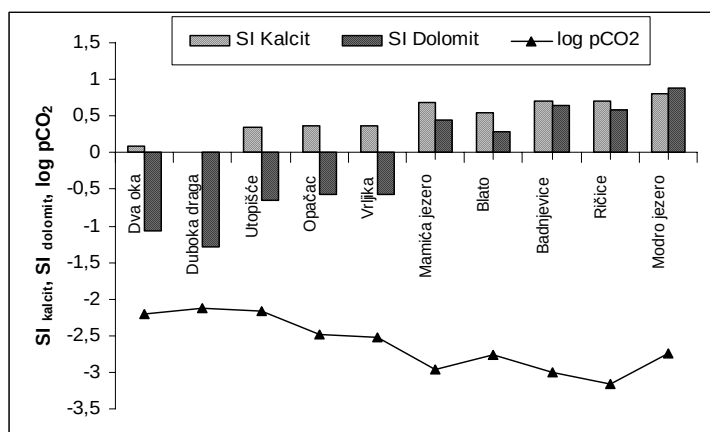


Hidrokemijske karakteristike voda na izvorima i jezerima bazirane na kemijskom sastavu (anioni i kationi) mogu biti prikazane Piper-ovim dijagramom (Fetter, 1991). Slične vode su prikazane u jasno prikazanim područjima, indicirajući fenomene miješanja, precipitacije i otapanja (Helena, 1999). Iz prikazanog dijagrama na slici 2 vidi se da vode pripadaju Ca (Mg)-HCO₃ tipu što je i za očekivati s obzirom na sastav okolnih stijena (vapnenci u izmjeni s dolomitima).

Slika 2. Piperov dijagram voda Imotske krajine.

Pomoću geokemijskog modela dobiveni su slijedeći rezultati o promjenama parcijalnog pritiska CO₂ i o uvjetima zasićenosti (sl. 3):

- vode su slabo zasićene do zasićene kalcitom (SI>0). Povećanje zasićenosti vidljivo je kod voda stajaćica; gdje dolazi do gubitka CO₂ što dovodi do porasta zasićenja kalcitom i taloženja i laganog smanjenja koncentracije Ca²⁺
- vode na izvorima i u rijeci su nezasićene dolomitom dok su stajaćice (jezera i potok u kanjonu Badnjevice koji je vrlo slabog protoka) zasićene dolomitom te se u njima javlja veća koncentracija Mg²⁺ nego na izvorima (tablica 1).



Slika 3. Promjene zasićenosti kalcitom i dolomitom, varijacije log pCO₂.

ZAKLJUČAK

Vode na području Imotske krajine dominantno su Ca-bikarbonatnog tipa. Ispitivane vode su slabo zasićene do zasićene kalcitom. Povećanje zasićenosti vidljivo je kod voda stajaćica. Vode na izvorima i u rijeci su nezasićene dolomitom dok su stajaćice zasićene dolomitom te se u njima javlja veća koncentracija Mg^{2+} nego na ispitivanim izvorima.

Dušikovi spojevi (nitrati i nitriti) prisutni su u niskim koncentracijama pri čemu su nitriti prisutni u samo dva uzorka. Nisu pronađene značajnije koncentracije metala u vodi, a nisu detektirani ni spojevi fosfora. Mikrobiološko onečišćenje uočeno je na izvoru Jauk koji se nalazi u naselju i uz glavnu prometnicu.

Podudranost analiza iz 2005. i 2006. godine govori o konstantnosti kemijskog sastva vode, no svakako bi trebalo uzeti uzorke i u drugim hidrološkim periodima godine da se to i potvrdi.

LITERATURA:

1. Appelo, C.A.J. and Postma, D. 2005. Geochemistry, groundwater and pollution. 2nd ed. Balkema, Rotterdam, p.131.
2. Fetter, 1994. Applied hydrogeology. 3th ed. Macmillan: New York.
3. Helena, 1999. A case of hydrochemical characterization of an alluvial aquifer influenced by human activities. Water, Air and Soil Pollution 112, 365-387.
4. Slišković, I., Ivičić, D., 1999. Hidrogeologija sliva i korištenje voda rijeke Trebižat. Zbornik radova 2. hrvatska konferencija o vodama - Hrvatske vode od Jadrana do Dunava, Dubrovnik, 19.- 22. svibnja 1999. Hrvatske vode, ur. D.Gereš.
5. Slišković, I., Ivičić, D., 2000. Hidrogeologija Imotskog polja. Rudarsko geološki glasnik 4, 59-67.

ELEKTROLITSKI HIPOKLORIT – NOVO SREDSTVO ZA DEZINFEKCIJU VODE

Dubravko Dragojević*

SAŽETAK

Elektrolitski hipoklorit je sredstvo za dezinfekciju vode koje objedinjava pozitivne karakteristike plinovitog klora i klordioksida i to: djelotvornost, sigurnosne mjere rada i troškovi eksploatacije. Proizvodi se mjestu potrošnje, elektrolizom otopine kuhinjske soli – NaCl. Elektroliza ne zahtjeva posebne mjere zaštite, a djelotvornost nastalog hipoklorita je jednaka ili bolja od djelotvornosti plinovitog klora. Prema kalkulacijama produkt jeftiniji od plinovitog klora. Može se koristiti u sustavima javne vodoopskrbe, bazenima za rekreaciju, te za industrijske potrebe.

Ključne riječi: dezinfekcija vode, elektrolitski hipoklorit

1. UVOD

Dezinfekcija vode je osnovni proces obrade vode, kojim se patogeni mikroorganizmi unštavaju ili inaktiviraju. Proces dezinfekcije treba razlikovati od procesa sterilizacije, kojim se potpuno uništavaju svi mikroorganizmi uključujući bakterije, amebe, alge, spore i virusi.

Sredstva za dezinfekciju koja se koriste mogu se podijeliti prema aktivnim funkcionalnim grupama na:

sredstva na bazi klora: plinoviti klor, kalcij-hipoklorit, natrij-hipoklorit, klor dioksid, kloramini

sredstva na bazi kisika: ozon, vodik-peroksid ili njihova kombinacija

energija zračenja: ultravioletne zrake (UV), ili kombinacija UV+ ozon, UV+ vodik- peroksid

Postoji nekoliko općih kriterija za procjenu podobnosti različitih sredstava za dezinfekciju vode i to:

Efikasnost sredstva za dezinfekciju prema mikroorganizmima

Stvaranje što manje toksičnih nusprodukata

Ostvarivanje rezidualne koncentracije zbog zaštite od ponovne kontaminacije

Mogućnost proizvodnje

Sigurnosne mjere korištenja

Financijski

Najčešće korištena sredstva za dezinfekciju vode su na bazi klora i to: plinoviti klor i u novije vrijeme klor dioksid.

* GKG d.o.o - Zagreb - Podružnica: Vodoopskrba i odvodnja

2. KLOR I KLOR DIOKSID U DEZINFEKCIJI VODE

Kod dezinfekcije vode za piće klorom ili klor dioksidom dolazi do kemijskih reakcija tzv. dvostrukog djelovanja. Pozitivni efekt zbog kojeg se dezinfekcija provodi, je uništavanje mikroorganizama, posebno patogenih, što dovodi i održava kvalitetu vode unutar zakonodavnih normi. Negativni učinci se iskazuju u stvaranju dezinfekcijskih nusprodukata od kojih neki mogu imati izražena karcinogena, mutagena ili toksična djelovanja na živu stanicu.

2.1. PREDNOSTI I NEDOSTACI DEZINFEKCIJE Cl_2 I ClO_2

- a) Prednosti dezinfekcije plinovitim klorom:
 - niska cijena klora
 - efikasan za umjereno bakteriološki opterećenu vodu
- b) Nedostaci:
 - klor je toksičan
 - sa fenolima i krezolima stvara spojeve koji vodi daju neugodan miris
 - sa prisutnom organskom tvari stvara trihalometane od kojih su neki i karcinogeni
 - sa bromidima stvara bromirane spojeve, koji su štetni kao i klorirani.
 - sa amonijakom stvara kloramine koji daju karakterističan miris i smanjuju efekt dezinfekcije
 - rezidualna svojstva ograničena su na 48-72 sata
 - u niskim koncentracijama ne djeluje na viruse i spore
 - kod viših pH vrijednosti vode smanjuje se dezinfekcijski potencijal
 - kod rada s klorom (otrov II skupine) potrebne su skupe i opsežne mjere zaštite i specijalne dozvole kod uvoza, prijevoza, skladištenja i korištenja
 - kvaliteta isporučenog klora ovisi od šarže do šarže
 - ne proizvodi se u Hrvatskoj
- c) Prednosti dezinfekcije klor dioksidom
 - proizvodi se na mjestu potrošnje u količinama potrebnim za dezinfekciju
 - dobiva se reakcijom natrij-klorita i solne kiseline kemikalije koje spadaju u otrove III skupine
 - dezinfekcijsko svojstvo je dvostruko veće od klora
 - djeluje u niskim koncentracijama i u širokom pH području (5,5-10)
 - ne stvara kloramine, trihalometane ili bromirane spojeve
 - ima dugotrajniji rezidual nego klor
- d) Nedostaci
 - skuplji je od klora
 - toksičan plin
 - eksplozivan na zraku ako je razina koncentracije veća od 300g/m^3
 - eksplozivan u vodi u koncentraciji većoj od 30g/l
 - u slučaju akcidenta kada se direktno pomiješaju reaktanti natrij-klorit i solna kiselina dolazi do nekontrolirane eksplozije
 - u toku reakcija dezinfekcije razgrađuje se na nepoželjne spojeve klorite i klorate. Klorit ion u stanicama oksidira hemoglobin u methemoglobin i izaziva hemolitsku anemiju

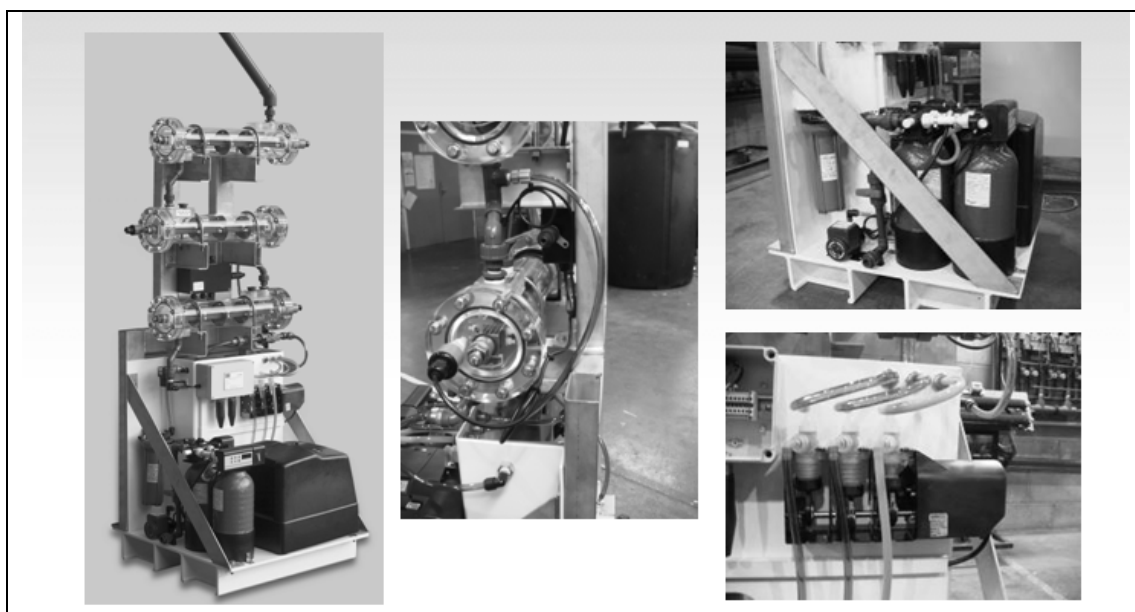
- kod koncentracija većih od 0,25mg/l dolazi u toploj vodi do isplinjavanja klor dioksida i do pojave intenzivnog oštrog mirisa te iritacije očiju i dišnih puteva
- kod rezidualnih koncentracija od 0.25mg/l , u ovisnosti o kvaliteti vode za piće, dokazuju se vrijednosti za klorit iznad zakonski dozvoljenih koncentracija od 0,2mg/l. Time je onemogućeno korištenje viših djelotvornih koncentracija
- ne primjenjuje se u vodi koja sadrži željezo i mangan, jer se stvaraju talozi i nusprodukt klorit ion
- reagens natrijev klorit ne proizvodi se u Hrvatskoj

3.0. ELEKTROLITSKI HIPOKLORIT- ALTERNATIVA KLORU I KLORDIOKSIDU

Svako sredstvo za dezinfekciju ima svoje korisničke limite koji se mogu grupno nazvati: zdravstveni, tehnološki, sigurnosni i financijski. Tako i najčešće korišteni dezinficijensi klor i klor dioksid uz svoje pozitivno djelovanje imaju i velik broj nepoželjnih svojstava. To saznanje je uvjetovalo razvoj novog elektrokemijskog postupka kojim se pokušalo dobiti novo sredstvo za dezinfekciju tzv. elektrolitski hipoklorit. Objedinio je najbolje karakteristike klora i klordioksida, a to su: djelotvornost, proizvodnja na mjestu korištenja (in situ), sigurnosne mjere rada i niska cijena proizvodnje.

3.1. ELEKTROLITSKI HIPOKLORIT – proizvodnja na mjestu korištenja

Proizvodnja na mjestu korištenja tj. na izvorištima, u tehnološkim procesima i sl. predstavlja najjeftiniju, pouzdanu i sigurnu alternativu postojećim sredstvima za dezinfekciju.



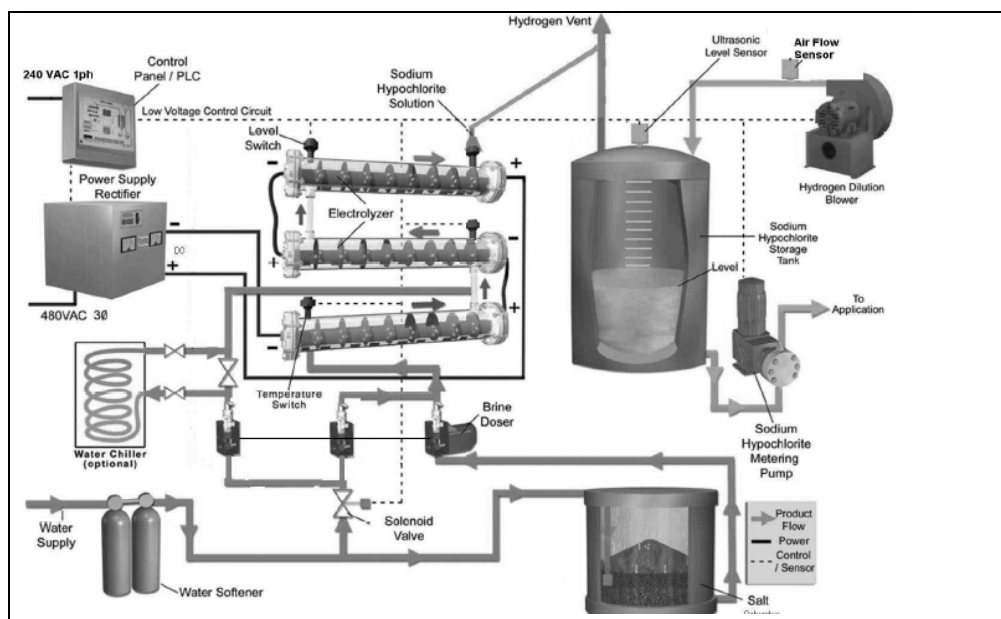
Slika 1. Glavni dijelovi postrojenja

Osnovne prednosti su:

- Siguran u radu za ljude u proizvodnji i za okoliš
- Smanjeni troškovi proizvodnje
- Sirovine za proizvodnju su: sol (NaCl), voda i električna energija
- Zadovoljava sve uvjete zdravstvenog i sigurnosnog zakonodavstva
- Poboljšava kvalitetu vode
- Smanjeni broj dezinfekcijskih nusprodukata
- Garancija za funkcionalnost
- Proizvodnja el. hipoklorita prema potrebama korisnika
- Rad uređaja ne ovisi o nabavi specijalnih kemikalija
- Moguća nadogradnja uređaja prema potrebi korisnika
- Jednostavno održavanje
- Garancija na elektrode 7 godina

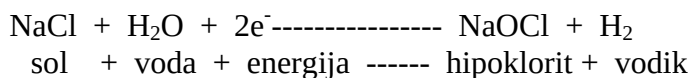
Princip rada uređaja:

Proizvodnja elektrolitskog hipoklorita je jednostavan i siguran proces. Započinje postupkom omekšavanja vode koja se uzima iz vodoopskrbne mreže. Omekšana voda distribuira se u spremnik sa natrij kloridom. Miješanjem vode i soli dobiva se 30%-tna slana otopina, koja se razrijeđuje u omjeru 1:10 kako bi se dobila 3%-tna radna otopina. Pomoću dozirne pumpe slana otopina prolazi kroz elektrolitičku čeliju. Pod utjecajem istosmjerne električne energije niskog napona dolazi do oksido-redukcijskih procesa koji na izlazu iz uređaja proizvedu 0,8% natrijev hipoklorit. Nusprodukt kod redoks reakcija je mala količina plina vodika koji se ispušata kontinuirano u atmosferu. Nastali el. hipoklorit se skladišti u rezervoaru koji može imati volumen za višednevno korištenje. Koncentrirana otopina sadrži 8000mg/l aktivnog hipoklorita koja se pomoću dozirnih pumpa injektira u vodu koja se treba dezinficirati. Ukoliko se dezinfekcija provodi na vodoopskrbnom sustavu, sa jednom litrom koncentrirane otopine može se u 16000 litara vode postići koncentracija od 0,5mg/l



Slika 2. Shema tehnološkog procesa

Kemizam reakcije:



Količina reaktanata potrebna za dobivanje 1 kg klora:

Sol = 2.8 kg
El. energija = 4,0 KWh
Voda = 125 litara

Orijentaciona cijena dobivanja 1kg klora iznosi cca 7 kuna .Uz pretpostavku da se dezinfekcija vode provodi uz maksimalnu dozu od 0.5mg/l, moguća je primjena za 2000 m³ vode, što daje jediničnu cijenu koštanja od 0,0035 kn/m³.

Kapacitet uređaja:

Uređaji su dimenzionirani tako da mogu zadovoljiti najrazličitije potrebe korisnika. Proizvodnja elektrolitskog hipoklorita koja se može dobiti kreće se od 3,0 – 1300 kg/danu što je dovoljno za kapacitete crpilišta veći od 2.000.000 m³ vode na dan. Za orijentaciju, izvorište od 100 l/s uz dozu od 0,5 mg/l može koristiti uređaj kapaciteta od 4,5 kg Cl₂/danu.



Slika 3. Elektrolitski uređaj u radu

ZAKLJUČAK

Elektrolitski hipoklorit po svojim karakteristikama može biti bolja alternativa sredstvima za dezinfekciju na bazi klora ili klor dioksida. Mogućnost proizvodnje „ na licu mjesta „ djelotvornost na patogene mikroorganizme, niski stupanj sigurnosnih mjera i niska cijena troškova proizvodnje predstavljaju osnovne elemente koji mogu prevladati kod odabira dezinfekcijskog sredstva.

Svaku novu tehnologiju pa tako i ovu poželjno je provjeriti preko pilot uređaja u područjima primjene kao što su: vode za piće, bazeni za rekreaciju, uklanjanje mirisa, preradi otpadnih voda, sustavima za hlađenje i sl.

LITERATURA:

1. Podaci sa interneta i dostupna literatura proizvođača uređaja

SPORI PJEŠČANI FILTRI NEKAD I SAD – ISKUSTVA NA BUTONIGI

Bojana Hajduk Černeha*, Sandra Nežić*

SAŽETAK

Filtracija na sporim pješčanim filtrima (SPF) jedna je od najstarijih poznatih metoda kondicioniranja vode. Njihova komercijalna primjena počinje u ranom devetnaestom stoljeću u Engleskoj i traje sve do danas.

Cilj ovog rada bio je analizirati efikasnost rada SPF naročito tijekom ljeta kada postrojenje za kondicioniranje vode Butoniga radi sa sirovom vodom niske kvalitete.

U periodu od oko godinu dana prosječna vrijednost ukupnog organskog ugljika (TOC) u sirovoj vodi bila je oko 2,64 mg/l, a nakon brze filtracije 2,01 mg/l. U procesu predobrade ukloni se svega oko 24 % TOC-a iz sirove vode što upućuje na zaključak da je oko 76% organske tvari otopljen organska tvar. Nakon oksidacije ozonom i procesa filtracije na SPF prosječna koncentracija TOC-a bila je 1,5 mg/l, u ovoj fazi ukloni se prosječno još 25%.

Prosječna koncentracija amonijaka u sirovoj vodi u ljetnom periodu bila je 0,70 mg/l, a nakon brze filtracije oko 0,42 mg/l, dakle uklanjanje u predobradi je loše. Na izlazu iz SPF prosječna koncentracija amonijaka bila je ispod 0,03 mg/l, uz efikasnost uklanjanja od gotovo 95%.

SPF su i jedna od najboljih poznatih barijera za patogene mikroorganizme. Naši rezultati pokazuju da na izlazu iz SPF povremeno imamo povećan ukupan broj bakterija, te koliforma, ali su vrlo rijetko dokazani fekalni organizmi. Efikasnost uklanjanja mikroorganizama najviše ovisi o pravilnom održavanju SPF.

Ključne riječi: spori pješčani filtri – SPF, uklanjanje organske tvari, amonijak

SLOW SAND FILTERS BEFORE AND NOW – BUTONIGA EXPERIENCE

SUMMARY

Slow sand filtration is one of the oldest known methods for water purification. Their commercial use started in the early nineteenth century in England and they are used until today.

The aim of this work was to analyze the efficiency of the SSF, especially during summer, when Butoniga water treatment plant operates with raw water of poor quality.

In about one year period the average value TOC in raw water was about 2,64 mg/l, after rapid filtration 2,01 mg/l. In the pretreatment only about 24% TOC from raw water is removed that leads to a conclusion that about 76% of organic matter is dissolved. After oxidation with ozone and SSF average TOC concentration was 1,5 mg/l, and additional about 25% in average is removed.

* VSI–Vodovod Butoniga d.o.o., Sv.Ivan 8, Buzet

Average ammonium concentration in raw water during summer was 0,70 mg/l, after rapid filters about 0,42 mg/l, so the removal in pretreatment is poor. At the SSF outlet average ammonium concentration was less than 0,03 mg/l, with the removal efficiency of almost 95%.

SSF are one of the best known pathogens barrier. Our results are showing sometimes higher concentrations of plate counts at the filter outlet, and coliforms, but fecal organisms are rarely found. Microorganism removal efficiency mostly depends on proper maintenance of the SSF.

Key words: slow sand filters – SSF , organic removal, ammonium

UVOD

Filtracija na sporim pješčanim filtrima jedna je od najstarijih poznatih metoda kondicioniranja vode. Njihova komercijalna primjena počinje u ranom devetnaestom stoljeću u Engleskoj i traje sve do danas. U početku primjene osnovni princip metode bio je vrlo spora filtracija površinske vode (zahvaćene iz rijeke, jezera ili akumulacije) kroz pijesak fine granulacije, bez prethodne koagulacije. Mnoge Europske metropole kao što su London, Pariz, Den Haag, Amsterdam ili Stockholm i danas na svojim uređajima za kondicioniranje vode koriste spore filtre kao zadnju fazu procesa proizvodnje vode za piće. Kako je tijekom godina, zbog sve većeg onečišćenja opadala kvaliteta vode koja se pročišćava za vodoopskrbu, dodavani su opsežni procesi predobrade vode koji najčešće uključuju koagulaciju, ozoniranje i brzu filtraciju, ali spori filtri su opstali. U novije vrijeme postoji trend vraćanja ovoj metodi pročišćavanja vode, zbog manjih investicijskih troškova u gradnji uređaja sa sporim filtrima, jednostavnog rukovanja, te dokazane efikasnosti u uklanjanju mutnoće, mikroorganizama i organske tvari iz vode.

Spori filtri su najčešće betonski bazeni velike površine (1000 – 2000 m²), koji mogu biti otkriveni ili natkriveni, ispunjeni slojem pijeska debljine od 0,75 do 1,25 metara, granulacije oko 0,3 milimetra, položenog na sloj šljunka krupnije granulacije, dok je na dnu bazena drenažni sustav za odvodnju filtrata. Brzina filtracije kreće se od 0,1 do 0,3 m/sat (protok od 0,1 m³ po m² površine filtra, na sat), uz kontaktno vrijeme od 3 do 10 sati i visinu vode u supernatantu oko 0,7 do 2 metra.

Mehanizmi uklanjanja mutnoće i mikroorganizama iz vode na sporim filtrima odvijaju se na dva nivoa. Jedan je mehanička filtracija kroz sloj pijeska fine granulacije, a drugi, mnogo značajniji, je biološka filtracija. Na površini sporog filtra izrasta sloj živih organizama, koji se naziva njemačkim izrazom „schmutzdecke“ (doslovan prijevod je „prljava koža“), koji naraste do debljine oko 25 mm, prekriva površinu filtra i izvršna je barijera za patogene organizme, te efikasno uklanja mutnoću, organsku tvar, kao i neka specifična onečišćenja (algalni toksini). Sastoji se od različitih zajednica bakterija, kvasaca, fitoplanktona, zooplanktona, i ličinki kukaca koji se, zapravo, hrane organskom tvari iz vode.

Prema dosadašnjim svjetskim iskustvima u radu, te provedenim studijama prikazani su u tablici 1. sumirani rezultati efikasnosti sporih filtra⁽¹⁾.

Tablica 1. Prikaz kapaciteta uklanjanja onečišćenja na sporim pješčanim filtrima.

Parametar kvalitete vode	Kapacitet uklanjanja
Mutnoća	< 1 NTU
Koliformne bakterije	1 – 3 log jedinice
Entero virusi	2 – 4 log jedinice
Giardia	2 – 4+ log jedinice
Cryptosporidium	> 4 log jedinice
Otopljeni organski ugljik	< 15 – 30 %
Biorazgradivi organski ugljik	< 80 %
Asimilabilni organski ugljik	< 65 %
Prekursori trihalometana	< 20 – 35 %
Željezo i mangan	> 67 %

Efikasnost pročišćavanja sporog filtra ovisi o karakteristikama sirove vode, temperaturi, te vremenu formiranja površinskog sloja. Efikasnost raste s vremenom, kako biološki sloj raste, odnosno sazrijeva, što znači da je potrebno određeno vrijeme kada se čisti filter stavi u rad za postizanje željene kvalitete filtrata. U tom periodu „zrenja“ filtra, filtrat se pušta u drenažu, a to može trajati od 2 dana do nekoliko tjedana. Spori filtri imaju svoje cikluse rada koji mogu trajati od 30 do 300 i više dana. U trenutku kada dođe do začepjenja površine filtra, te naraste razlika pritiska, potrebno je filter isprazniti, skinuti gornji sloj pijeska debljine oko 3 cm, zajedno sa slojem „schmutzdecke“, te filter ponovno staviti u rad. Taj dio posla zahtijeva ili odgovarajuću mehanizaciju, ili dovoljno radne snage, jer je cijeli proces važno obaviti u što kraćem roku.

Uklonjeni pijesak se pere na hidrociklonu i pohranjuje na deponiju pijeska. Slojevi se skidaju dok ukupna debljina filteranskog materijala ne padne na oko 60 cm. Tada se iz filteranskog polja sav pijesak isprazni, opere i nanovo napuni polje. Cilj ovog rada bio je analizirati efikasnost rada sporih pješčanih filtra, naročito tijekom ljeta, kada postrojenje za kondicioniranje vode Butoniga radi sa sirovom vodom niske kvalitete. Efikasnost spore filteracije praćena je kroz tri osnovna parametra: mutnoću izlazne vode, koncentraciju ukupnog organskog ugljika, te koncentraciju amonijaka.

MATERIJALI I METODE

Proces na postrojenju za kondicioniranje vode Butoniga sastoji se od sljedećih stupnjeva:

- predozoniranje
- koagulacija uz korekciju pH vrijednosti
- flokulacija – agregacija flokula
- flotacija sa otopljenim zrakom
- filtracija na dvoslojnim brzim filtrima
- glavno ozoniranje
- filtracija na sporim filtrima
- dezinfekcija sa klorom
- korekcija pH vrijednosti sa zasićenom vapnenom vodom
- dokloriranje u tlačnom vodu

Proces pročišćavanja vode može po izboru biti cjelovit, ili djelomičan. Kod djelomičnog procesa nema korekcije pH vrijednosti u koagulaciji, ni na kraju procesa, a u slučaju dobre kvalitete sirove vode premošćuje se proces flokulacije i flotacije, te se voda nakon dodatka kemikalija u koagulaciji direktno filtrira na dvoslojnim brzim filtrima. U ovom radu nije uzet u obzir utjecaj različitog načina vođenja procesa predobrade na aktivnost sporih filtra.

U procesu obrade vode mjeri se kontinuirano („on-line“) veći broj parametara kvalitete vode, koji se koriste za podešavanje parametara procesa, prvenstveno doziranja kemikalija, te stalan nadzor nad procesom. Osim toga svakodnevno se analiziraju kemijski i mikrobiološki pokazatelji u internom laboratoriju.

Za analizu efikasnosti rada sporih pješčanih filtra korišteni su rezultati laboratorijskih analiza u periodu od 15 mjeseci. Analizirani su pokazatelji mutnoće, organske tvari i amonijaka u sirovoj vodi koja ulazi na proces pročišćavanja, u filtratu nakon brze filtracije što je ujedno i ulaz na spore filtre, te u filtratu nakon sporih filtra. Spori filtri su otvorenog tipa, podijeljeni u dvije grupe SF1 i SF2 koje se sastoje od 5, odnosno 4 filtarska polja, svako približne površine od 1000 m². Građeni su kao betonski bazeni, na dno su položene betonske cigle kroz koje se voda drenira u prihvatni cjevovod, na sloju cigle su dva sloja šljunka različite granulacije, koji nose filtarski medij – kvarcni pijesak granulacije oko 0,3 mm. Visina supernatanta je oko 1,2 m. Brzina filtracije je vrlo različita, jer ovisi o protoku kroz postrojenje i broju polja u radu, a kreće se od 0,05 do 0,3 m/h.

Temperatura je mjerena na laboratorijskom pH metru, sa temperaturnom sondom tipa WTW ino LAB pH/ion.

Za mjerenje mutnoće uzoraka korišten je laboratorijski turbidimetar (nefelometar) WTW 555.

Ukupni organski ugljik mjereno je na instrumentu “Total Organic Carbon Analyzer model TOC – 5050A“ (Shimadzu corp., Japan) standardnom analitičkom metodom⁽²⁾.

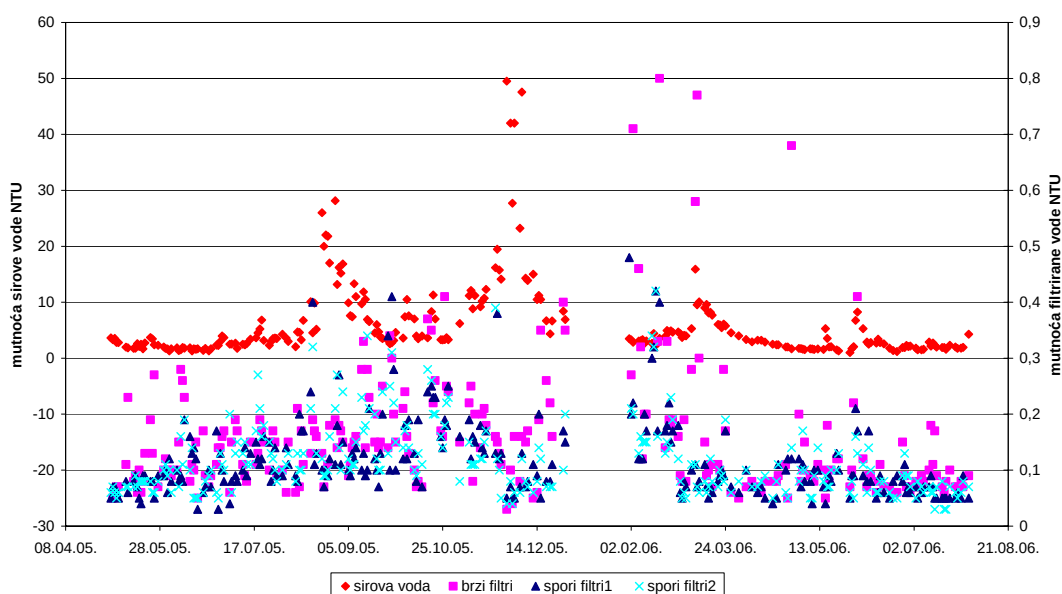
Za mjerenje amonijaka metodom sa Nessler reagensom korišten je UV-VIS Spectrophotometar UV-1202 (Shimadzu corporation, Tokyo, Japan).

REZULTATI I RASPRAVA

Uklanjanje mutnoće

Na slici 1. prikazane su sve izmjerene vrijednosti mutnoće u uzorcima sirove vode i filtrata u promatranom periodu.

Slika 1. Sve izmjerene vrijednosti mutnoće (NTU) u uzorcima sirove vode i filtrata (Napomena: ordinata sa vrijednostima mutnoće sirove vode je pomaknuta prema gore radi bolje preglednosti)

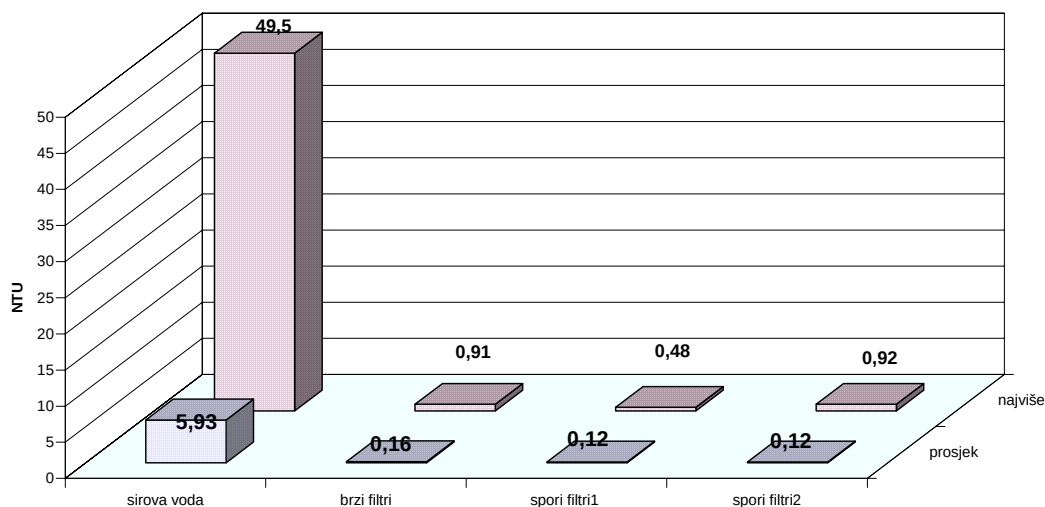


U tablici 2. i na slici 2. prikazane su prosječne, najmanje i najveće izmjerene vrijednosti mutnoće vode u obrađenom periodu. Prosječna vrijednost mutnoće sirove vode bila je 5,9 NTU, sa rasponom od 1 do 50 NTU, a mutnoća filtrata kretala se oko 0,1 NTU, sa ekstremom na 0,92 NTU. Iz ovih podataka jasno je da spori pješčani filteri u ovom procesu ne utječu značajno na uklanjanje mutnoće jer se 95,5% mutnoće u prosjeku uklanja već na brzim filterima.

Tablica 2. Prosječne, najmanje i najveće izmjerene vrijednosti mutnoće (NTU) u uzorcima sirove vode i filtrata.

Uzorak	sirova voda	brzi filteri	spori filteri1	spori filteri2
Prosjek	5,93	0,16	0,12	0,12
najmanja vrijednost	1,02	0,03	0,03	0,03
najveća vrijednost	49,5	0,91	0,48	0,92
broj mjerenja	253	248	253	251

Slika 2. Prosječne i najveće izmjerene vrijednosti mutnoće (NTU) u uzorcima sirove vode i filtrata.

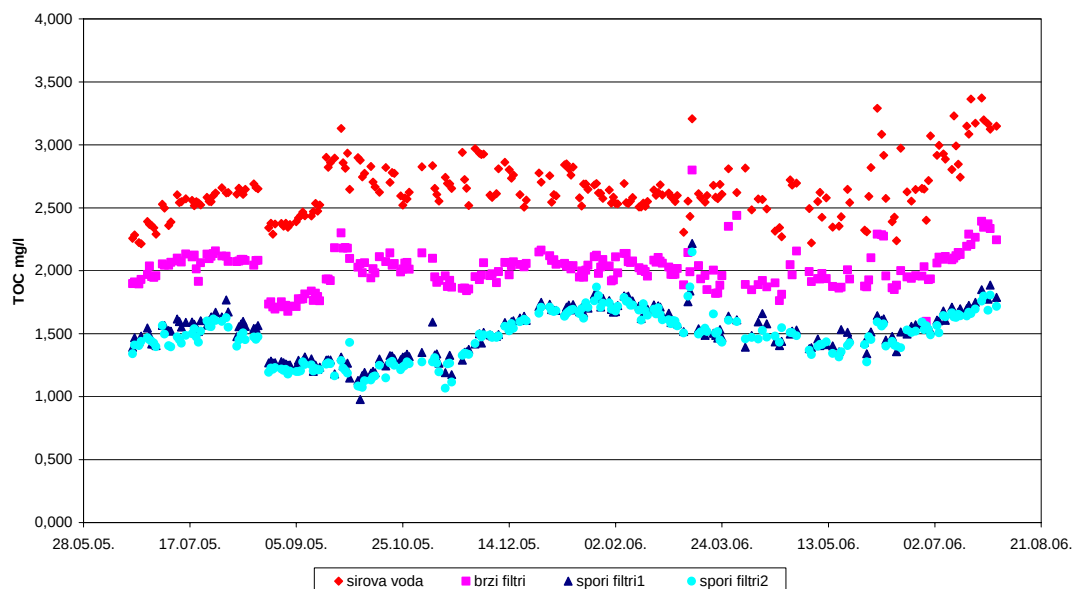


Uklanjanje organske tvari

Za analizu efikasnosti uklanjanja organske tvari korištene su izmjerene vrijednosti ukupnog organskog ugljika.

Na slici 3. prikazane su sve izmjerene vrijednosti ukupnog organskog ugljika u uzorcima sirove vode i filtrata u promatranom periodu.

Slika 3. Sve izmjerene vrijednosti ukupnog organskog ugljika (TOC mg/l) u uzorcima sirove vode i filtrata.



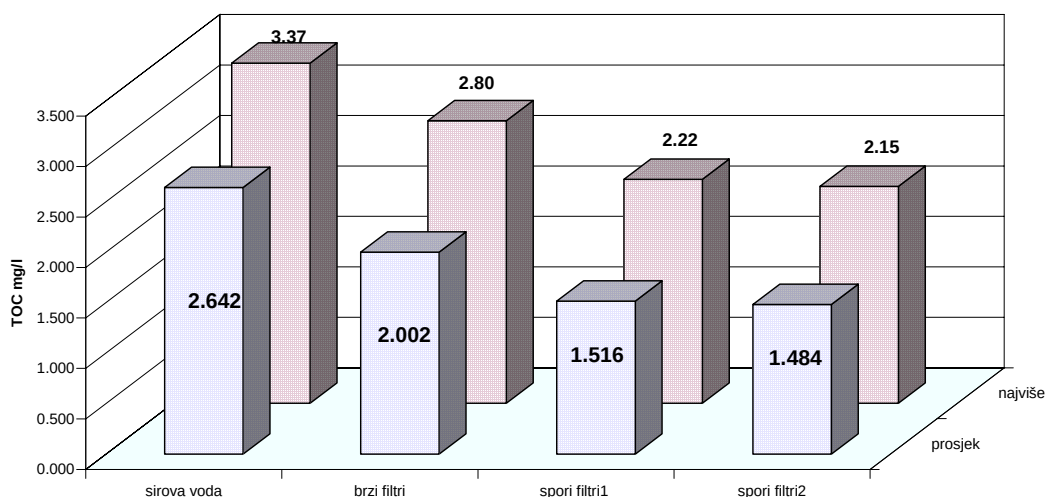
U tablici 3. i na slici 4. prikazane su prosječne, najmanje i najveće izmjerene vrijednosti ukupnog organskog ugljika u obrađenom periodu. Prosječna vrijednost ukupnog organskog ugljika u sirovoj vodi bila je oko 2,6 mg/l, sa rasponom od 2,2 do 3,4 mg/l, u filtratu brzih filtra prosječna vrijednost bila je oko 2 mg/l, a u filtratu sporih filtra obiju grupa kretala se oko 1,5 mg/l.

Tablica 3. Prosječne, najmanje i najveće izmjerene vrijednosti ukupnog organskog ugljika u uzorcima sirove vode i filtrata.

Uzorak	sirova voda	brzi filtri	spori filtri1	spori filtri2
Prosjek	2.642	2.009	1.516	1.480
najmanja vrijednost	2.214	1.598	0.977	1.067
najveća vrijednost	3.373	2.799	2.217	2.149
broj mjerenja	232	232	232	232

Iz prikazanih vrijednosti vidi se da se ukupni organski ugljik ne kreće u velikom rasponu, čak ni u sirovoj vodi. Prosječna vrijednost TOC-a na kraju procesa od 1,5 mg/l smatra se prema literaturnim podacima vrlo dobrim rezultatom uklanjanja organske tvari iz površinske vode⁽³⁾.

Slika 4. Prosječne i najveće izmjerene vrijednosti ukupnog organskog ugljika u uzorcima sirove vode i filtrata.



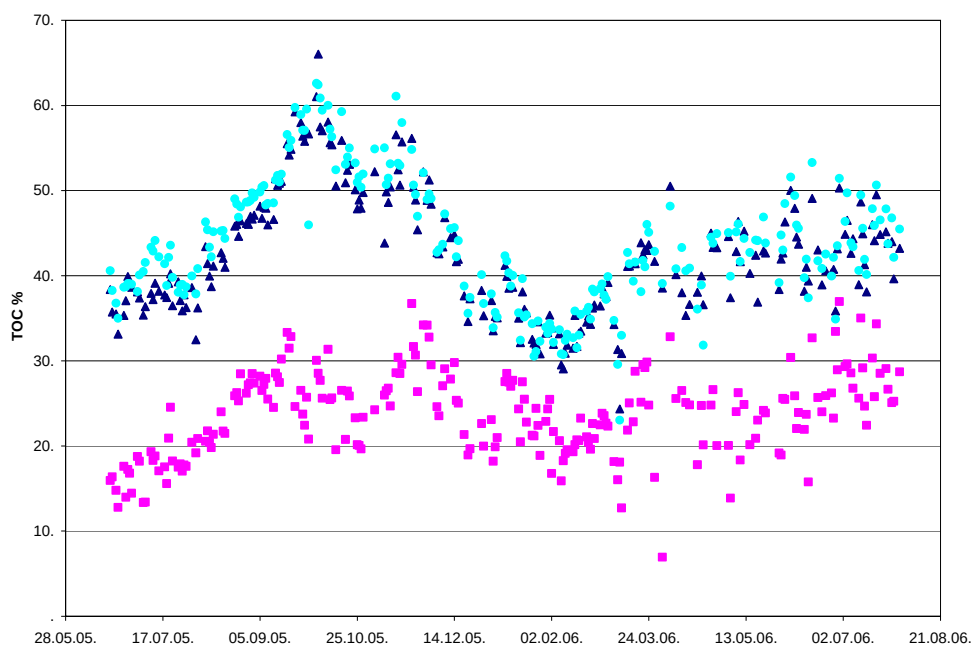
Uklanjanje nekog parametra u procesu izračunava se prema formuli:

$$(C1 - C2)/C1 \times 100,$$

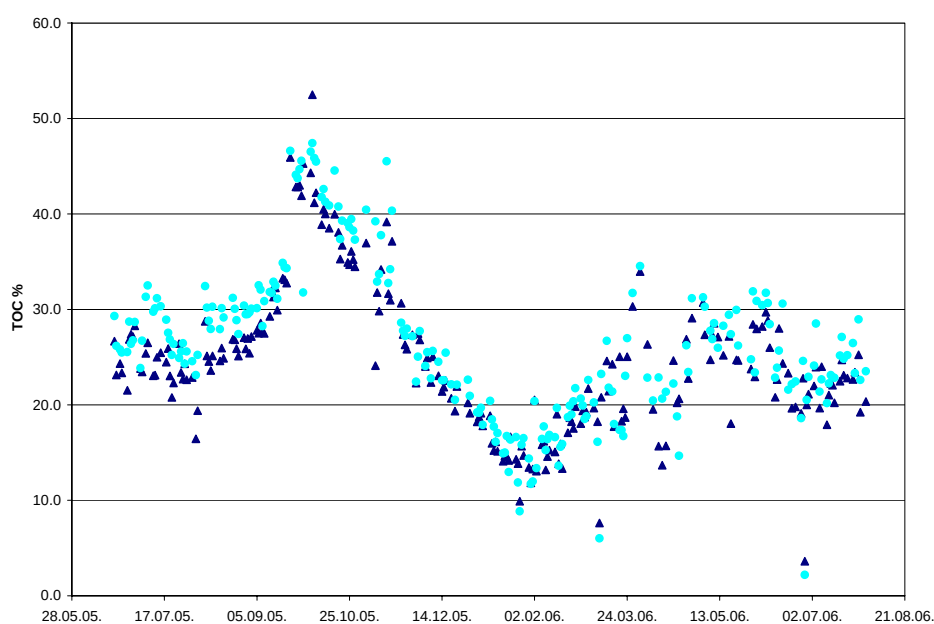
pri čemu je C1 koncentracija u uzorku na ulazu u neku fazu procesa, a C2 koncentracija na izlazu iz tog stupnja pročišćavanja.

Uklanjanje ukupnog organskog ugljika nakon predobrade i brze filtracije u odnosu na sirovu vodu bilo je prosječno oko 24%, u rasponu od 7 do 37%. Uklanjanje kroz cijeli proces je prosječno oko 43%, u rasponu od 23 do 66%. Uklanjanje u samoj fazi spore filtracije, promatrajući kao ulaznu vrijednost koncentraciju nakon brzih filtra je oko 25%, u rasponu od 2 do 50%. Takve dobivene vrijednosti u skladu su sa literaturnim podacima o efikasnosti rada sporih pješčanih filtra⁽¹⁾. Ovi rezultati prikazani su na slikama 5.,6.

Slika 5. Efikasnost uklanjanja ukupnog organskog ugljika na brzim i sporim filtrima u odnosu na koncentraciju u sirovoj vodi kroz cijeli promatrani period.



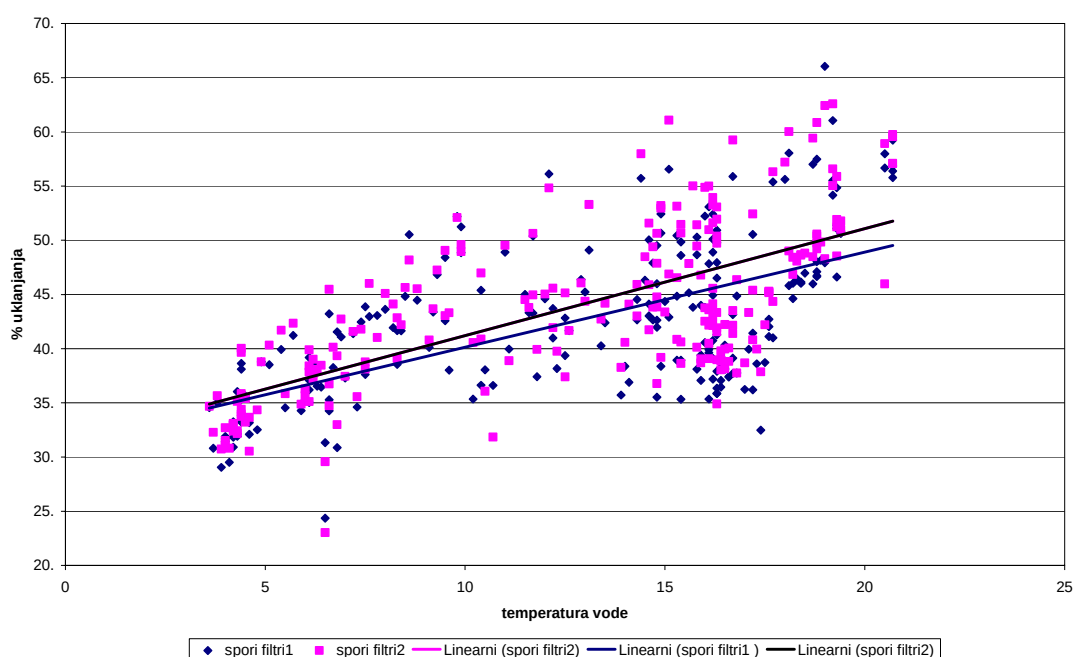
Slika 6. Efikasnost uklanjanja ukupnog organskog ugljika na sporim filtrima u odnosu na koncentraciju nakon brzih filtra kroz cijeli promatrani period



Kako je iz ovih prikaza vidljivo efikasnost uklanjanja raste ljeti i u ranu jesen, a pada u zimskom periodu, stoga je ispitan i utjecaj temperature vode na efikasnost uklanjanja organske tvari na sporim filtrima. Treba uzeti u obzir da se radi o biološkom procesu, te efikasnost ovisi o velikom broju različitih faktore, koji ovdje nisu razmatrani.

Na slici 7. prikazana je efikasnost uklanjanja organske tvari kroz cijeli proces u ovisnosti o temperaturi sirove vode. Vidi se da ona značajno raste sa promjenom temperature vode, od oko 35% kod 5°C, do oko 50% iznad 20°C. Ta je ovisnost linearna, ali je rasipanje rezultata dosta veliko.

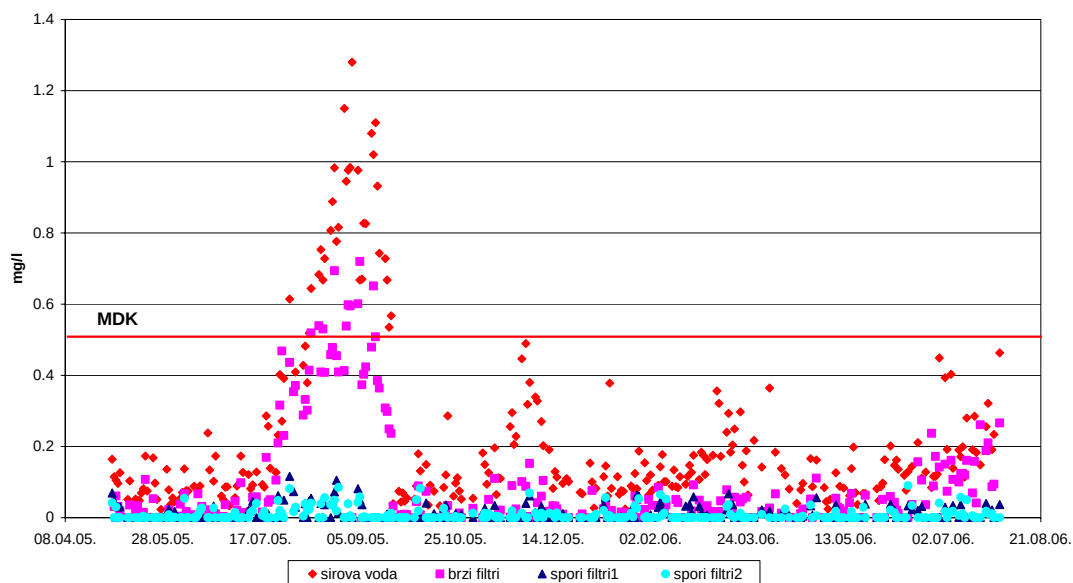
Slika 7. Efikasnost uklanjanja ukupnog organskog ugljika kroz cijeli proces obrade vode u ovisnosti o temperaturi sirove vode.



Uklanjanje amonijaka

Na slici 8. prikazane su sve izmjerene vrijednosti koncentracije amonijaka u uzorcima sirove vode i filtrata u promatranom periodu.

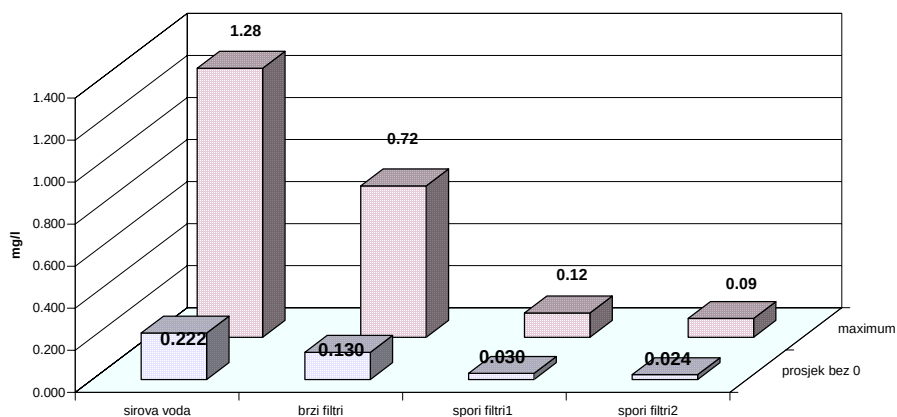
Slika 8. Sve izmjerene vrijednosti koncentracije amonijaka u uzorcima sirove vode i filtrata



Tablica 4. Prosječne, najmanje i najveće izmjerene vrijednosti koncentracije amonijaka u uzorcima sirove vode i filtrata.

Uzorak	sirova voda	brzi filtri	spori filtri1	spori filtri2
Prosjek bez nula	0.222	0.130	0.030	0.024
najmanja vrijednost	0.02	0	0	0
najveća vrijednost	1.28	0.72	0.116	0.09
broj mjerenja	274	273	274	274

Slika 9. Prosječne i najveće izmjerene vrijednosti koncentracije amonijaka u uzorcima sirove vode i filtrata.



Vrijednosti amonijaka u sirovoj vodi kreću se u periodu najlošije kvalitete sirove vode (što je u pravilu od sredine kolovoza do sredine rujna) iznad 1 mg/l.

Amonijak se uklanja jedino u procesu spore filtracije do zadovoljavajuće niskih koncentracija. Prosječna vrijednost koncentracije amonijaka u sirovoj vodi bila je 0,222 mg/l, najviša izmjerena vrijednost bila je 1,28 mg/l dok je nakon spore filtracije samo jednom izmjerena vrijednost iznad 0,1 mg/l, prosjek je bio oko 0,03 mg/l.

Iz rezultata prikazanih u tablici 4 i na slici 9 vidljivo je da se samo dio amonijaka ukloni na brzim filtrima, gdje se biološki procesi ne mogu uspostaviti, vjerojatno zbog učestalih pranja te pred ozoniranja vode, dok se glavno uklanjanje amonijaka odvija na sporim filtrima.

Uklanjanje mikroorganizama

Spori filtri su jedna od najboljih poznatih barijera za patogene mikroorganizme. Površinski organizmi u sloju „schmutzdecke“ sprječavaju prolaz patogenih mikro-organizama u filtrat. U ovom periodu, u sirovoj vodi, ukupni broj mikroorganizama na 37°C kretao se od 31 do 600 st/ml, ukupni broj mikroorganizama na 22°C kretao se od 85 do 900 st/ml, a ukupni koliformi bili su od 15 do 110 st/100 ml. Na izlazu iz sporih filtra promatrajući zajedno grupu 1 i 2 ukupni broj mikroorganizama na 37°C kretao se od 1 do 40 st/ml, ukupni broj mikroorganizama na 22°C kretao se od 3 do 85 st/ml, a ukupni koliformi bili su od 0 do 18 st/100 ml. Fekalni organizmi bili su vrlo rijetko dokazani. Broj mikroorganizama nakon sporih filtra ne ovisi o njihovom broju u sirovoj vodi, jer kroz proces pročišćavanja postoje višestruke barijere gdje se oni uklanjaju, već uglavnom o stanju samih sporih filtra. Nakon faze filtracije voda se na ulazu u vodospremu klorira, te se na taj način osigurava da mikroorganizmi u vodi na izlazu iz postrojenja ne prelaze MDK vrijednosti⁽⁴⁾.

Utjecaj održavanja sporih pješčanih filtra na efikasnost procesa

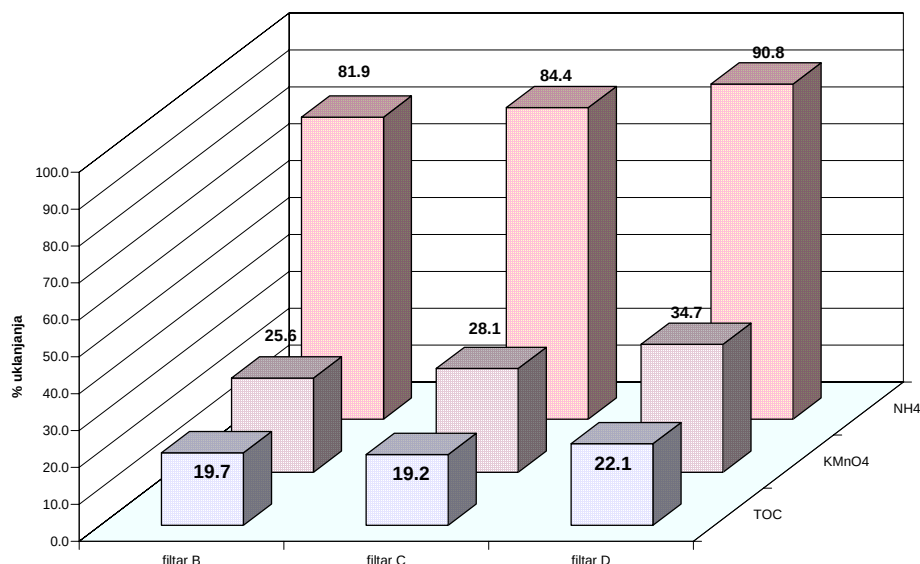
Kako je već u uvodu istaknuto jedan od glavnih faktora koji utječu na efikasnost rada sporih filtra je njihovo održavanje, odnosno način i učestalost skidanja površinskog sloja. Iz dosadašnjih iskustva na Butonigi naše je filtre potrebno čistiti jednom godišnje. Taj postupak provodi se na način da se filtarsko polje isključi iz rada, ispusti voda, površinski sloj pijeska od oko 3 cm ukloni sa strojem za tu namjenu, površina izravna i ponovno potopi. Jako je važno da se postupak provede u najkraćem mogućem vremenu kako bi se što manje narušila stabilnost biologije filtra⁽⁵⁾. Nakon toga potrebno je vrijeme od nekoliko dana do nekoliko tjedana da se biološka barijera ponovno uspostavi. U tom vremenu filtrat se ispušta kao otpad te svakodnevno provjerava kemijska i mikrobiološka kvaliteta uzorka iz tog pojedinačnog filtarskog polja. Kada je kvaliteta zadovoljavajuća ponovno se uključuje u rad.

Da bi se usporedila efikasnost rada pojedinih filtarskih polja ovisno o trajanju ciklusa rada uspoređena je tijekom ljetnih mjeseci 2006.g efikasnost rada 3 filtarska polja iz jedne grupe. Polje B stavljeno je u rad u veljači 2006 g., dakle u radu je već godinu dana, polje C čišćeno je u lipnju 2006 g., dakle u radu je oko 4 mjeseca, a polje D stavljeno je u rad tek početkom lipnja.

Na slici 10. prikazana je efikasnost uklanjanja organske tvari izražene kao TOC i utrošak KMnO_4 , te efikasnost uklanjanja amonijaka na tri uspoređivana filtarska

polja. Uklanjanje je izračunato u odnosu na koncentracije na izlazu iz brzih filtra. Iako razlike nisu značajne vidljivo je da je najbolji efekt na filtru koji je svježije stavljen u rad dok su najlošiji rezultati na filtru koji je najduže u radu.

Slika 10. Efikasnost uklanjanja organske tvari izražene kao TOC i KMnO_4 , te amonijaka na tri uspoređivana filtarska polja



Ovi rezultati upućuju na zaključak da je vrijeme od godinu dana između dva čišćenja filtarskog polja možda predugo, ali za pravu procjenu potrebna su dugotrajna sustavna mjerenja. Treba napomenuti da su sve izmjerene vrijednosti na izlazu iz filtra osim ponekad mikrobioloških parametara unutar MDK.

Kod odluke o učestalosti čišćenja filtra treba uzeti u obzir više parametara. Osim kvalitete vode koja je najvažnija, valja procijeniti i troškove samog postupka čišćenja filtarskih polja, pranja pijeska i obrade vode od pranja pijeska, troškove ispuštanja vode u drenažu, period smanjenog kapaciteta filtracije, dok je neko polje van rada, te na osnovu toga odrediti optimalno vrijeme ciklusa rada sporih pješčanih filtra.

ZAKLJUČAK

Prosječna izlazna mutnoća na sporim filtrima je oko 0,1 NTU. U procesu pročišćavanja vode na Butonigi uklanjanje mutnoće odvija se uglavnom na brzim filtrima, pa utjecaj sporih filtra na ovaj parametar nije značajan.

Prosječna vrijednost ukupnog organskog ugljika u sirovoj vodi je oko 2,64 mg/l a na kraju procesa oko 1,5 mg/l. Efikasnost uklanjanja ukupnog organskog ugljika kroz cijeli proces pročišćavanja vode iznosi prosječno 43%, od toga oko 25% na sporim filtrima. Ta je efikasnost u skladu sa literaturnim podacima.

Kod pojave visokih koncentracija amonijaka u sirovoj vodi uklanjanje u procesu predobrade nije zadovoljavajuće. Nakon sporih filtra postižu se niske vrijednosti koncentracije amonijaka, ispod 0,1 mg/l.

U filtratu nakon sporih filtra pojavljuje se povremeno povišen broj mikroorganizama te ukupnih koliforma. Mikrobiološka kvaliteta filtrata ne ovisi o kvaliteti sirove vode već o stanju samih filtra, stoga je potrebno posebnu pažnju posvetiti učestalosti i proceduri održavanja filtra.

Posljednji rezultati upućuju da je najbolja efikasnost rada filtarskog polja neposredno nakon čišćenja, ipak kod odluke o učestalosti čišćenja sporih filtra treba uzeti u obzir i troškove cjelokupnog postupka.

LITERATURA:

1. Amy G. et al: „Integrated Comparison of Biofiltration in Engineered versus Natural Systems“, Recent Progress in Slow Sand and Alternative Biofiltration Processes, IWA Publishing, pp 3-12, (2006)
2. Standard methods for the examination of water and wastewater, 17th edition, 1989
3. H. Ødegaard, E.Melin, T.Leikness: „Ozonation/Biofiltration for treatment of humic surface water“ Recent Progress in Slow Sand and Alternative Biofiltration Processes, IWA Publishing, pp 397-405, (2006)
4. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće“, Narodne Novine, 182/04, 2004
5. J.Back: „Robotic cleaning of slow sand filters improves filter quality“ Recent Progress in Slow Sand and Alternative Biofiltration Processes, IWA Publishing, pp 240-246, (2006)

KVALITETA VODE RIJEKE SAVE U 2005. g

Petra Hitrec*, Marija Vrsalović*, Ivan Vučković*, Marija Marijanović Rajčić*

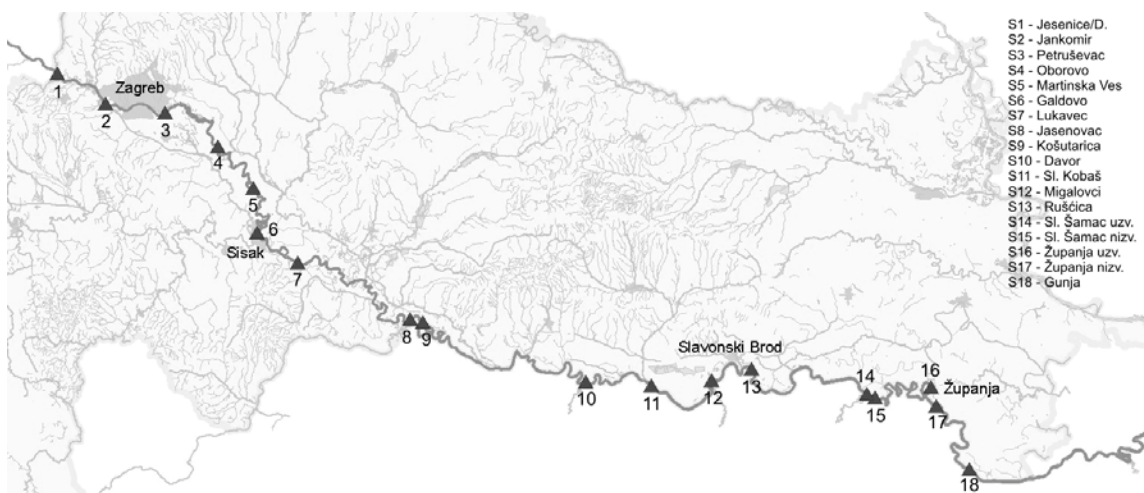
UVOD

Rijeka Sava je naš najznačajniji i potencijalno najbogatiji resurs kvalitetne vode. Od granice sa Republikom Slovenijom do Zagreba rijeka Sava svrstana je u II kategoriju, od Zagreba do Siska u III, te od Siska do granice sa Srbijom u II kategoriju voda.

Sustavna kontrola i praćenje kakvoće vode rijeke Save provela se na 18 mjernih postaja u 2005. (Slika 1). Na postajama se provelo ispitivanje kakvoće vode radi utvrđivanja vrste vode, te ispitivanje utjecaja lijevih i desnih pritoka na kvalitetu voda, kao i slučajna zagađenja vode rijeke Save.

Vrsta vode rijeke Save određena je na temelju rezultata analiza kemijskih, mikrobioloških i bioloških pokazatelja, te provedbe klasifikacije. Kemijski pokazatelji svrstani su u sljedeće podgrupe: fizikalno–kemijski pokazatelji, režim kisika, hranjive tvari, organski spojevi, metali. U procjeni biološke kakvoće vode koristio se indeks saprobnosti koji uključuje identifikaciju obraštaja i vodenih beskralješnjaka.

Slika 1. Mjerne postaje za ispitivanje kakvoće vode na rijeci Savi



* Hrvatske vode, Sektor zaštite voda, Glavni vodnogospodarski laboratorij, Ulica grada Vukovara 220, 10 000 Zagreb

METODE

Na svim mjernim postajama ispitivanja su provedena u skladu s Uredbom o klasifikaciji voda ("Narodne novine" br.77/98).

Obavljeno je uzorkovanje vode za određivanje obaveznih pokazatelja (fizikalno-kemijski pokazatelji, režim kisika, hranjive tvari, mikrobiološki i biološki) i dodatnih pokazatelja (temp.vode i zraka, suspendirana tvar, ortofosfati, KPK-Cr i mineralna ulja). Obavezni pokazatelji i dodatni pokazatelji ispitivani su 26 puta tijekom godine, osim bioloških pokazatelja koji se ispituju na svim mjernim postajama dva puta tijekom godine, a na mjernim postajama Transnacionalnog monitoringa (*The Danube River Protection Convention*) četiri puta godišnje.

Mjerne postaje Sava - Jesenice/ D, Sava - utok Une uzvodno i Sava – Županja nizvodno su uključene u Transnacionalni monitoring pa imaju prošireni program ispitivanja. Po tom programu dodatno se ispituju: suhi ostatak, kloridi, sulfati, kalcij, magnezij, metali (ukupni i otopljeni), anionski detergentsi, fenoli, DOC, PCB i atrazin. Prošireni program ispitivanja provodi se 12 puta tijekom godine.

Za sva ispitivanja korištene su standardne analitičke metode.

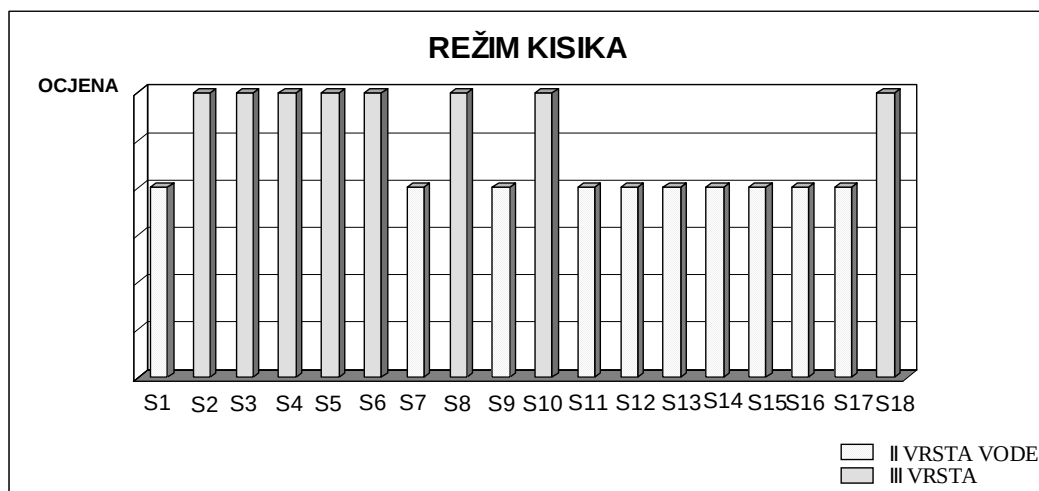
Tijekom 2005. obavljeno je uzorkovanje za biološku analizu perifitona i makro faune na svih 18 mjernih postaja na rijeci Savi. Uzorci perifitona uzeti su s više mikrostaništa struganjem sa čvrste podloge, a uzorci makro faune uzeti su ručnom bentos mrežom s više mikrostaništa uz obalu, te fiksirani s 80%-tnim etanolom. U procjeni biološke kakvoće vode koristio se indeks saprobnosti (PANTEL i BUCK, 1955).

Zastupljenost vrsta i gustoća perifitona određena je pomoću mikroskopa Olympus BX 51 odnosno pomoću stereomikroskopa SZX 9 za makrofaunu.

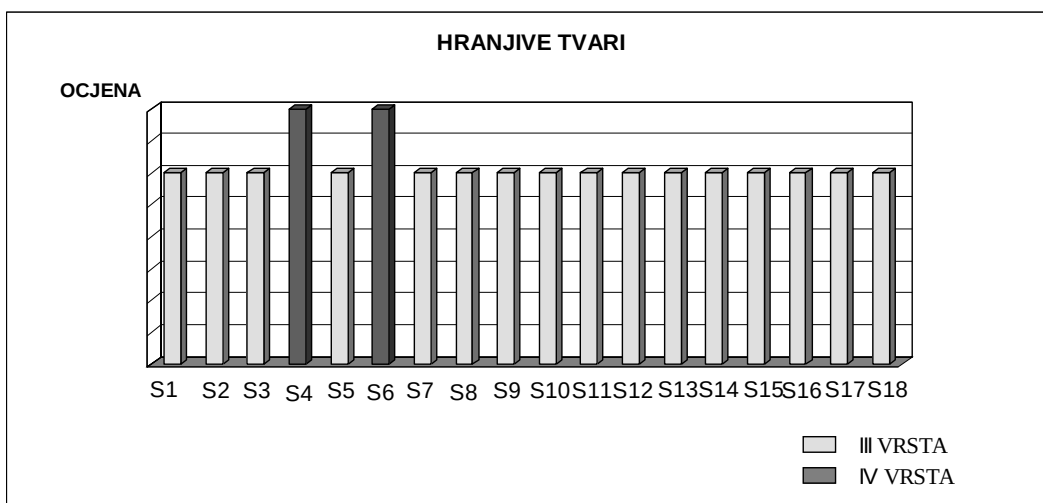
REZULTATI

Rezultati ispitivanja su prikazani kao ocjena kakvoće vode rijeke Save po mjernim postajama (S1-S18) prema skupnim pokazateljima (režim kisika, hranjive soli i biološki pokazatelji).

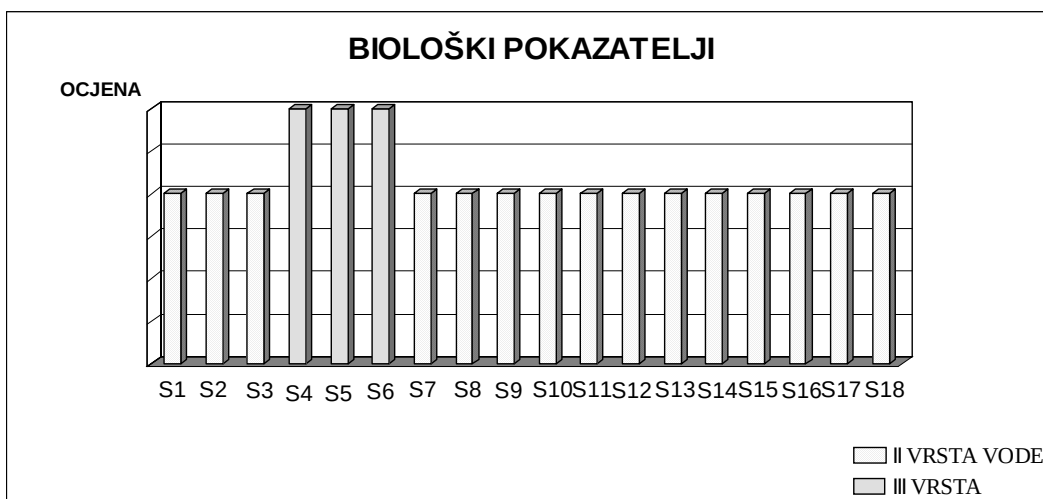
Slika 2. Ocjena kakvoće vode rijeke Save po mjernim postajama (S1-S18) prema režimu kisika



Slika 3. Ocjena kakvoće vode rijeke Save po mjernim postajama (S1-S18) prema hranjivim solima



Slika 4. Ocjena kakvoće vode rijeke Save po mjernim postajama (S1-S18) prema biološkim pokazateljima



Fizikalno-kemijski pokazatelji na svim mjernim postajama rijeke Save su u granicama planirane vrste (I i II vrsta). Ostale skupine pokazatelja na nekim mjernim postajama odstupaju od planirane vrste vode (po režimu kisika 17%, a po hranjivim tvarima 83% mjernih postaja).

Na temelju provedenih ispitivanja kakvoće vode rijeke Save u 2005. godini ustanovljeno je da su vrijednosti fizikalno-kemijskih pokazatelja u granicama planirane vrste voda (I, II vrsta). Vrijednost pokazatelja režima kisika od mjerne postaje Jankomir do mjerne postaje Lukavec je III vrste, a na ostalim mjernim postajama je II vrste. Na mjernim postajama Oborovo i Galdovo vrijednosti pokazatelja hranjivih soli su IV vrste, a na ostalim mjernim postajama III vrste.

Mikrobiološki pokazatelji na mjernim postajama od Oborova do Lukavca su V vrste dok druge postaje spadaju u IV.

ZAKLJUČAK

Biološki pokazatelji na svim mjernim postajama u potpunosti odgovaraju planiranoj vrsti voda. Na mjernim postajama Oborovo, Martinska Ves i Galdovo je III vrste, a na ostalim mjernim postajama je II vrste.

Desni pritoci rijeke Save (Kupa, Una, Vrbas i Bosna) ne utječu bitnije na promjenu kakvoće rijeke Save, koja je ostala ista ili je došlo do manjeg poboljšanja.

Otpadne vode grada Zagreba najviše su utjecale na pogoršanje kakvoće vode rijeke Save. Povećane su vrijednosti mikrobioloških pokazatelja, hranjivih soli i mineralnih ulja. Najveće opterećenje rijeke Save je od Oborova do Lukavca.

LITERATURA:

1. Zakon o vodama, "Narodne novine" br.107/195
2. Pravilnik o uvjetima koje moraju ispunjavati ovlašteni laboratoriji, "Narodne novine" br. 78/97
3. Državni plan za zaštitu voda, "Narodne novine" br.8/99
4. Uredba o klasifikaciji voda, "Narodne novine" br.77/98
5. Uredba o opasnim tvarima u vodama, "Narodne novine" br.78/98
6. Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 14th edition (1975), APHA - AWWA, WPCF, Washington
7. Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 19th edition (1995), APHA - AWWA, WPCF, Washington
8. *Voda za piće, Standarne metode za ispitivanje higijenske ispravnosti*, NIP Privredni pregled, Beograd, 1990.
9. Wegl R., *Index für die Limnosaprobität, Wasser und Abwasser*, Band 26, Wien, 1983. pregled, Beograd, 1990.
10. Wegl R., *Index für die Limnosaprobität, Wasser und Abwasser*, Band 26, Wien, 1983.

REZULTATI ISPITIVANJA MEĐUGRANIČNIH VODA U 2005. god.

Damir Tomas*, Simana Milović*, Sandra Kovačević*, Marija Marijanović Rajčić*

UVOD

Velike granične rijeke u Republici Hrvatskoj (Sava, Drava, Dunav) uvjetovale su suradnju u upravljanju vodama sa susjednim državama kao i zajednički monitoring. Međunarodna suradnja regulirana je međunarodnim ugovorima i potpisanim konvencijama te sporazumima iz područja voda, koji su dio pravnog okvira za upravljanje vodama u Republici Hrvatskoj; suradnja sa Republikom Slovenijom u sklopu *Potkomisije za količinu i kakvoću voda* je unutar *Stalne hrvatsko-slovenske komisije za vodno gospodarstvo* dok je suradnja sa Republikom Mađarskom u *Potkomisiji za zaštitu kvalitete voda* unutar *Stalne hrvatsko-mađarske komisije za vodno gospodarstvo*.

Zajednički monitoring je proveden 2005.g. na mjernim postajama Dragonja Kaštel, Drava Ormož, Kupa Bubnjarci i Sava Jesenice u suradnji s Republikom Slovenijom, te na Dravi (Botovo, Terezino Polje i Donji Miholjac, sredina i lijeva i desna obala) i Muri Goričan u suradnji s Republikom Mađarskom.

U radu je prikazana klasifikacija voda na navedenim zajedničkim mjernim postajama prema „*Uredbi o klasifikaciji voda*“.

METODE

Biološko uzorkovanje na Dravi (Botovo, Terezino Polje i Donji Miholjac, sredina i lijeva i desna obala) i Muri Goričan provedeno je 4 puta godišnje, a uzorkovanje na Dravi Ormož, Savi Jesenice, Kupi Bubnjarci i Dragonji Kaštel provedeno je 2 puta godišnje.

Uzorkovanje ostalih pokazatelja na svim promatranim mjernim postajama međugraničnih voda provedeno je 12 puta godišnje, osim na rijeci Savi gdje je uzorkovano 26 puta godišnje.

Svi pokazatelji analizirani su prema europskim ili međunarodnim normama.

Ispitivani pokazatelji prema „*Uredbi o klasifikaciji voda*“ svrstani su u skupine pokazatelja (tablica 1.).

* Hrvatske vode, Sektor zaštite voda, Glavni vodnogospodarski laboratorij, Ulica grada Vukovara 220, 10 000 Zagreb

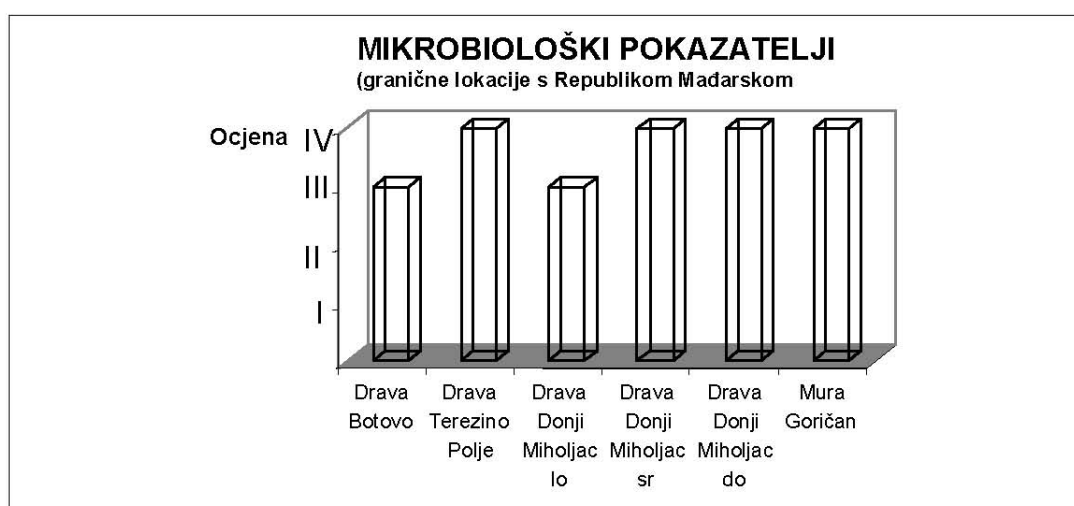
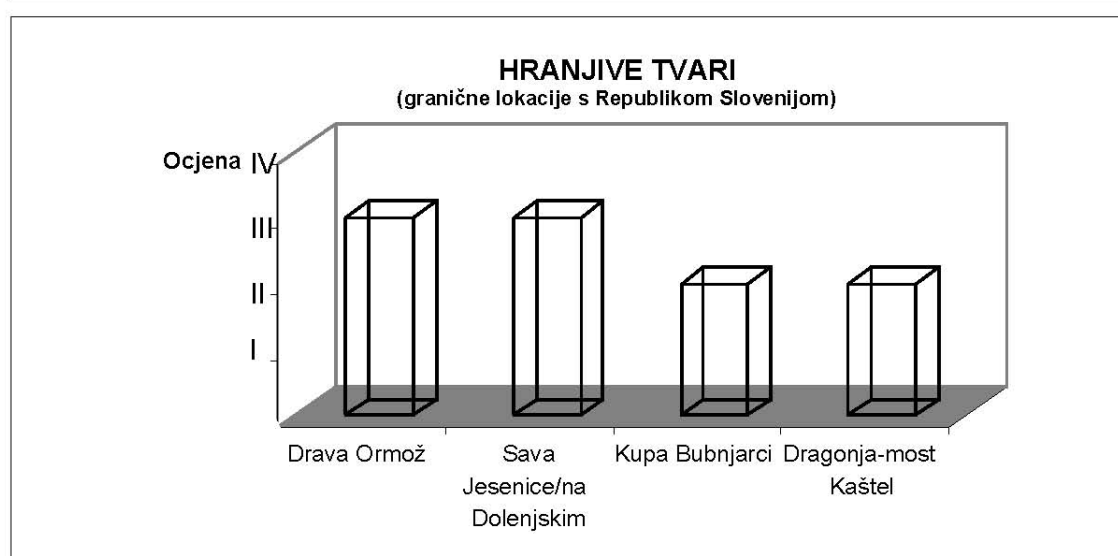
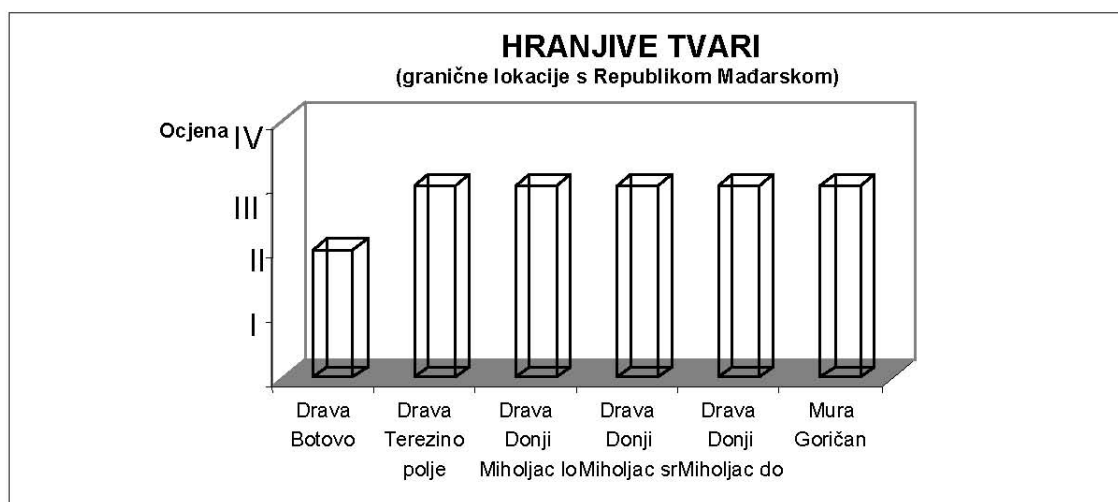
Tablica 1. Pokazatelji prema Uredbi o klasifikaciji voda

Skupine pokazatelja	Pokazatelj	Mjerna jedinica
A - Fizikalno kemijski	pH vrijednost	
	električna vodljivost	uS/cm
	alkalitet m-vrijednost	mgCaCO ₃ /L
B - Režim kisika	otopljeni kisik	mgO ₂ /L
	zasićenje kisikom	%
	KPK-Mn	mgO ₂ /L
	BPK ₅	mgO ₂ /L
C - Hranjive tvari	amonij	mgN/L
	nitriti	mgN/L
	nitrati	mgN/L
	ukupni dušik	mgN/L
	ukupni fosfor	mgP/L
D - Mikrobiološki	broj kolifor.bakterija	NBK/100mL
	broj fekal.koliforma	NBFK/100mL
	broj aerob.bakterija	BK/mL 37 °C
E - Biološki	P-B indeks saprob.	
F - Kovine ukupne	bakar	µgCu/L
	cink	µgZn/L
	kadmij	µgCd/L
	krom	µgCr/L
	nikal	µgNi/L
	olovo	µgPb/L
	živa	µgHg/L
G - Organski spojevi	mineralna ulja	mg/L
	lindan	µg/L
	DDT	µg/L
	fenoli ukupno	mg/L
	poliklorirani bifenili	µg/L

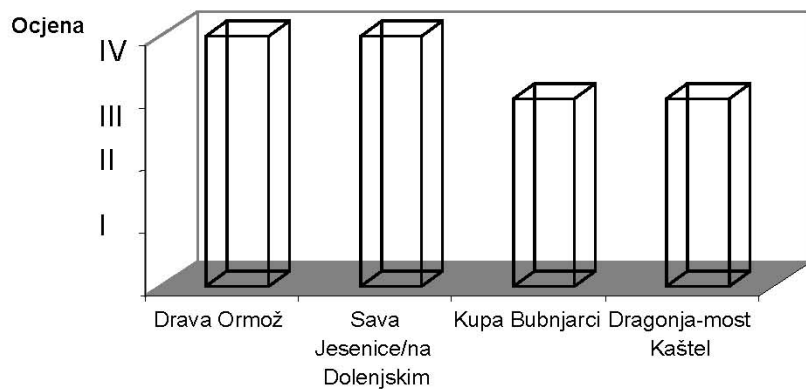
REZULTATI I DISKUSIJA

Rijeke Sava, Drava, Mura i Kupa na međugraničnim lokacijama, prema „Državnom planu za zaštitu voda“, svrstane su u II kategoriju voda.

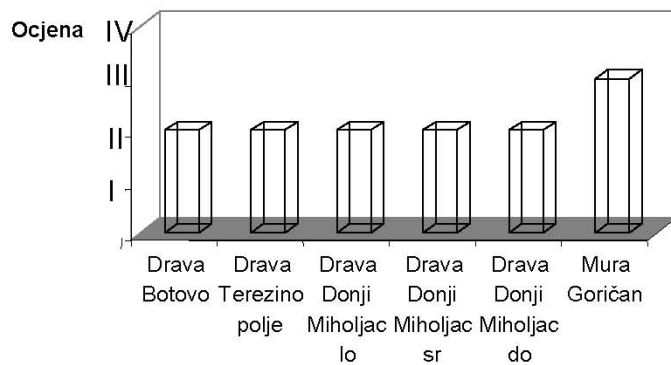
Na svim promatranim lokacijama graničnih vodotoka zabilježene su povišene vrijednosti mikrobioloških pokazatelja, a na rijekama Dravi i Muri i povišene vrijednosti skupine pokazatelja hranjivih tvari. Ostali kemijski pokazatelji zadovoljavaju propisanu kategoriju. Biološki PB indeks zadovoljava propisanu kategoriju na svim mjernim postajama osim Mure, Goričan.



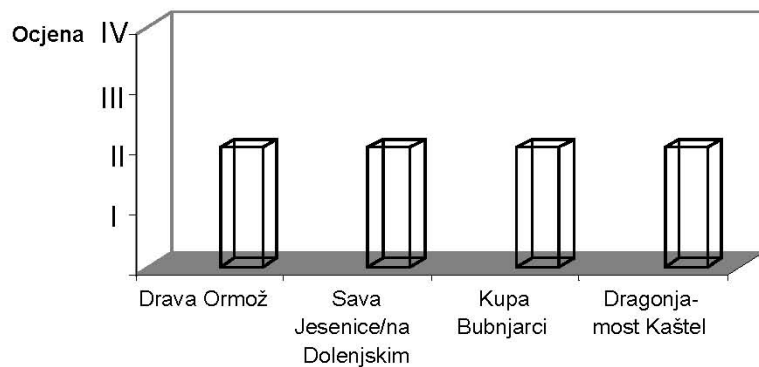
MIKROBIOLOŠKI POKAZATELJI (granične lokacije s Republikom Slovenijom)



INDEKS SAPROBNOSTI (granične lokacije s Republikom Madarskom)



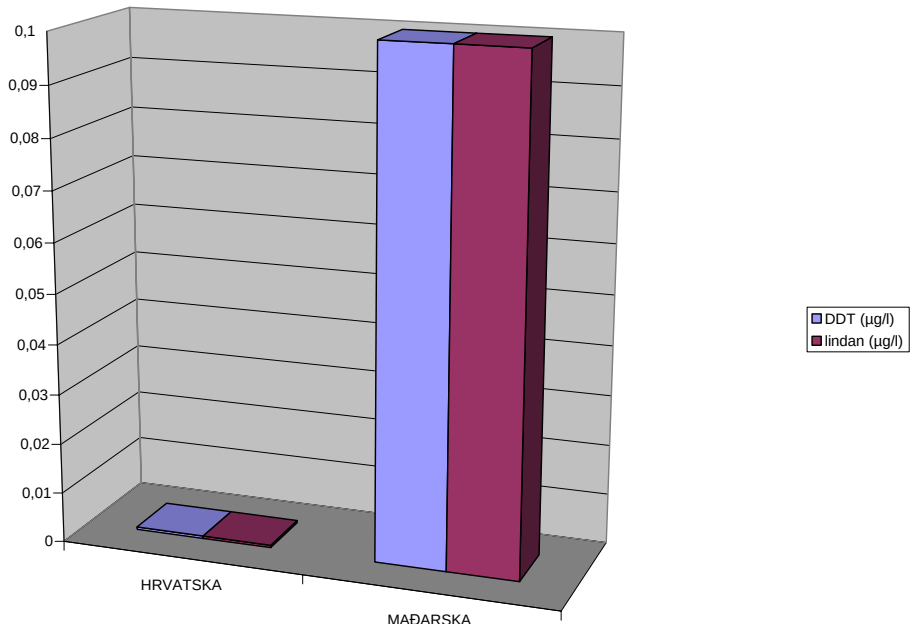
INDEKS SAPROBNOSTI (granične lokacije s Republikom Slovenijom)



Rezultati provedenih analiza vrednuju se prema „Uredbi o klasifikaciji voda“ za provedeni nacionalni monitoring u Republici Hrvatskoj. Zajedničko ocjenjivanje kakvoće vodotoka provodi se na osnovi usklađenih rezultata koji moraju zadovoljavati dopuštene granične vrijednosti pokazatelja prema zajedničkoj klasifikaciji čije su vrijednosti usklađene među državama.

Prema zajedničkoj klasifikaciji neki pokazatelji su u boljoj vrsti nego prema „Uredbi o klasifikaciji voda“ jer se za zajedničko ocjenjivanje uzimaju samo rezultati zajedničkih uzorkovanja (dva do četiri puta godišnje za razliku od mjesečnih uzorkovanja nacionalnog monitoringa). „Uredba o klasifikaciji voda“ ima malo postrožene kriterije u odnosu na zajedničku klasifikaciju. Kod pokazatelja lindana i DDT-a rezultati zadovoljavaju IV odnosno V vrstu voda, ali ne kao rezultat realno izmjerenih vrijednosti već visoke granice detekcije mađarskog laboratorija koji zadovoljavaju IV odnosno V vrstu voda. Jer iako hrvatski laboratorij može detektirati puno niže vrijednosti lindana i DDT-a (vidi grafički prikaz), dogovoreno je da se upisuju rezultati jednaki ili veći granicama detekcije mađarskog laboratorija.

GRAFIČKI PRIKAZ GRANICA DETEKCIJE HRVATSKOG I MAĐARSKOG LABORATORIJA



ZAKLJUČAK

Iz rezultata analiza promatranih vodotoka proizlazi da su najveća odstupanja od propisane kategorije voda za mikrobiološke pokazatelje te hranjive tvari.

Onečišćenje je najvećim dijelom uzrokovano fekalnim vodama što je zasluga neriješenog sustava javne odvodnje u seoskim naseljima, ili procjednog efekta septičkih jama. Problem povišene koncentracije hranjivih tvari potrebno riješiti uklanjanjem raspršenih izvora onečišćenja, to jest uporabe mineralnih gnojiva i također neriješenog sustava odvodnje.

LITERATURA:

1. Zakon o vodama, "Narodne novine" br.107/195
2. Državni plan za zaštitu voda, "Narodne novine" br.8/99
3. Uredba o klasifikaciji voda, "Narodne novine" br.77/98
4. Uredba o opasnim tvarima u vodama, "Narodne novine" br.78/98
5. Izvještaj o ispitivanju kakvoće voda u Republici Hrvatskoj u 2005. g, Hrvatske vode
6. Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 14th edition (1975), APHA - AWWA, WPCF, Washington
7. Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 19th edition (1995), APHA - AWWA, WPCF, Washington
8. Voda za piće, Standarne metode za ispitivanje higijenske ispravnosti, NIP Privredni pregled, Beograd, 1990.
9. Wegl R., Index für die Limnosaprobität, Wasser und Abwasser, Band 26, Wien, 1983.

GRADSKI BAZENI VARAŽDIN

Vesna Matijević-Kušter*, Irena Tomiek*, Đurđica Liber-Margetinac**

UVOD: U Varaždinu od 2005. god. u funkciji su tri nova bazena, dva unutarnja i jedan vanjski. Bazeni koriste vodu iz regionalnog vodovoda «Varkom», koja u pogledu fizikalno-kemijske i mikro-biološke analize odgovara zahtjevima «Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće» N.N. 182/04. Tijekom 2005. i 2006. god. uzorkovali smo ukupno 99 uzoraka voda sa ciljem praćenja kakvoće vode u bazenima s obzirom da je to čitav jedan pogon koji sa svojom tehnologijom zahtijeva puno rada, a i troškovi održavanja nisu mali.

Uzorke voda koje smo uzorkovali i analizirali ocjenjivali smo temeljem :

1. «Prijedloga Pravilnika o kvaliteti i nadzoru nad kvalitetom vode za kupanje»
2. «Programu mjera zaštite zdravlja od štetnih čimbenika okoliša»
3. «Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti voda za piće» N.N: 182/04

	MALI BAZEN		SPORTSKI BAZEN		VANJSKI BAZEN	
Fizikalno-kemijski pokazatelji	Maksimalno	Minimalno	Maksimalno	Minimalno	Maksimalno	Minimalno
Temperatura vode (°C)	30,2	25,2	28,9	25,6	29,0	24,5
Boja (mg/L Pt/Co)	bezbojno	bezbojno	bezbojno	bezbojno	bezbojno	bezbojno
Mutnoća (NTU)	1,43	0,18	1,02	0,25	1,02	0,16
pH vrijednost	8,07	6,75	8,02	6,93	7,68	7,13
KMnO ₄ (mgO ₂ /L)	5,21	0,40	2,32	0,00	1,610	0,39
Amonijak (mgN/L)	0,125	0,000	0,072	0,000	0,000	0,000
Nitriti (mgN/L)	0,015	0,000	0,012	0,000	0,012	0,000
Nitrati (mgN/L)	19,04	10,14	18,68	10,600	25,83	9,10
Kloridi (mg/L)	263,06	13,06	293,96	14,160	593,85	140,60
Željezo (ug/L)	30	0	0	0	63	0
Ukupni isparni (mg/L)	734	258	727	245	1205	511
Elektrovodljivost (uS/cm)	994	480	995	463	1980	715
Slobodni rezidualni klor (mg/L)	1,39 (neispravno)	0,00	1,52 (neispravno)	0,330	0,84 (neispravno)	0,23

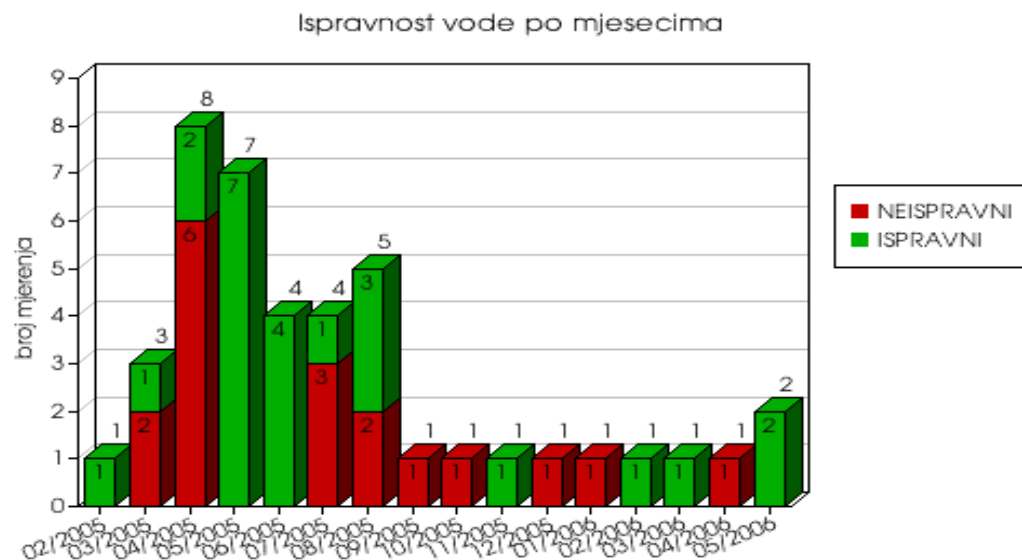
	MALI BAZEN	SPORTSKI BAZEN	VANJSKI BAZEN	UKUPNO	%
BROJ UZORAKA	42	43	14	99	
BROJ NEISPRAVNIH UZORAKA SLOB.REZ.KLOR DO 0,5mg/L	18	30	10	57	57,58
BROJ NEISPRAVNIH UZORAKA SLOB.REZ.KLOR DO 1mg/L	1	1	0	2	2,02

*Zavod za javno zdravstvo županije Varaždinske

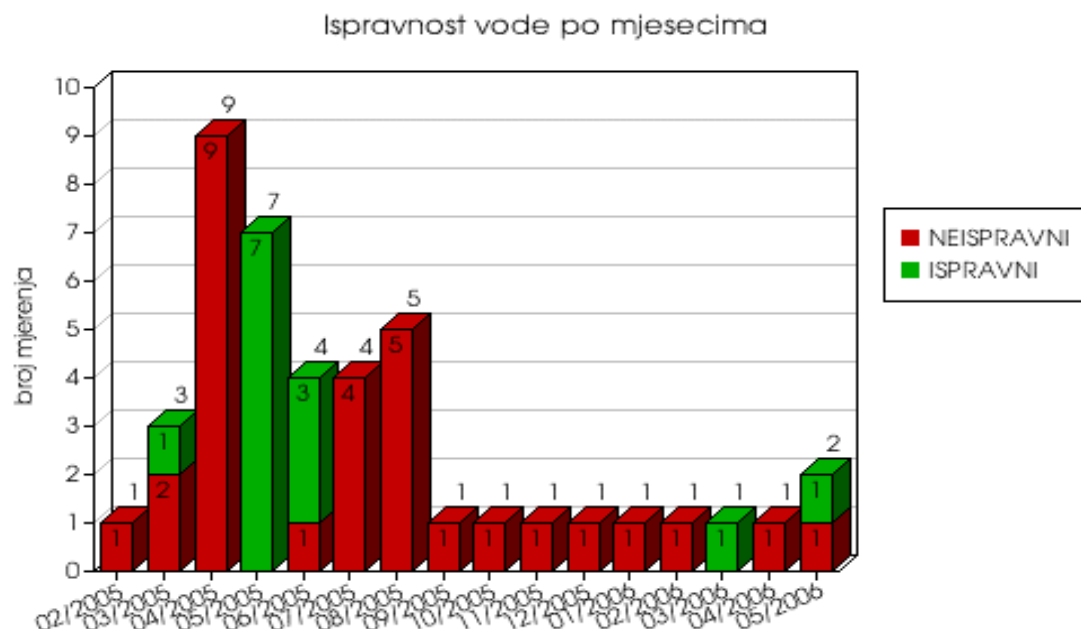
** Ured državne uprave u Varaždinskoj županiji - Sanitarna inspekcija

Svrha rada: Na temelju navedenog vidljivo je da za ocjenu kakvoće vode u bazenima nemamo legislative već dugi niz godina, te smo htjeli potaknuti odgovorne da ažuriraju Pravilnik.

mali bazen



sportski bazen

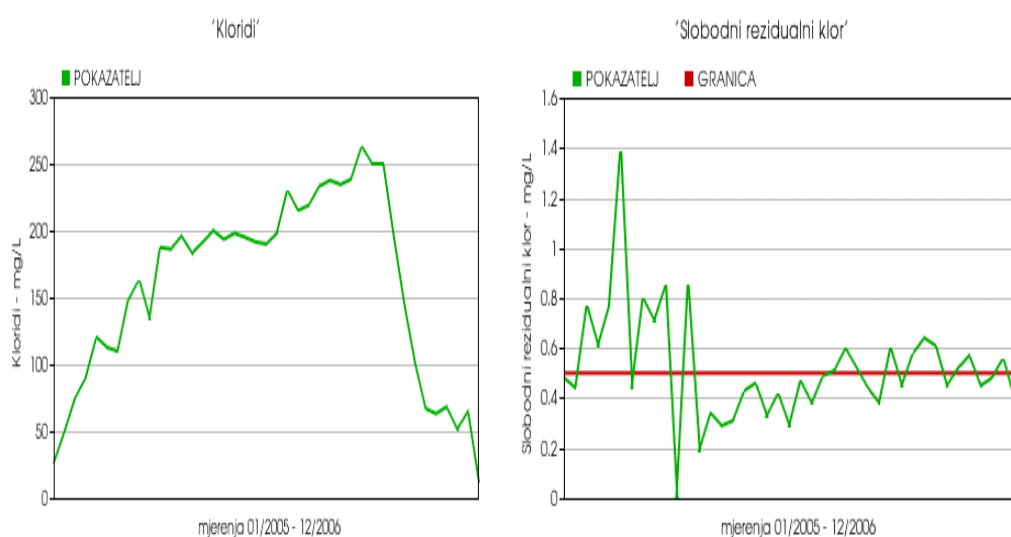


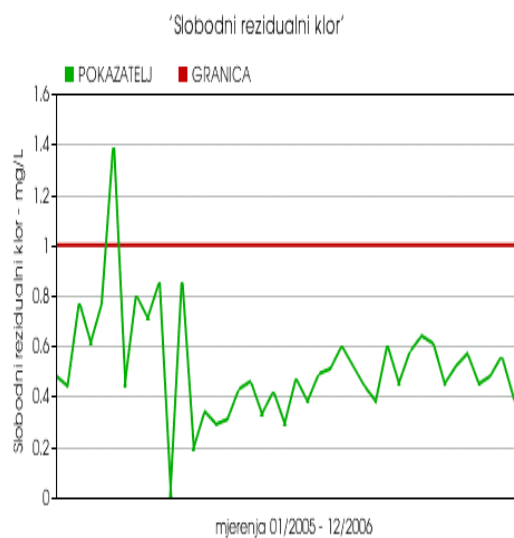
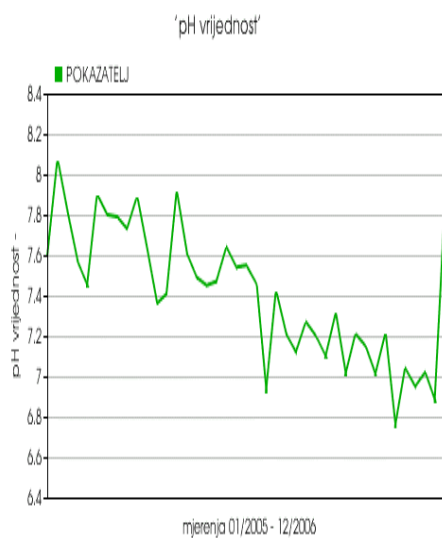
vanjski bazen



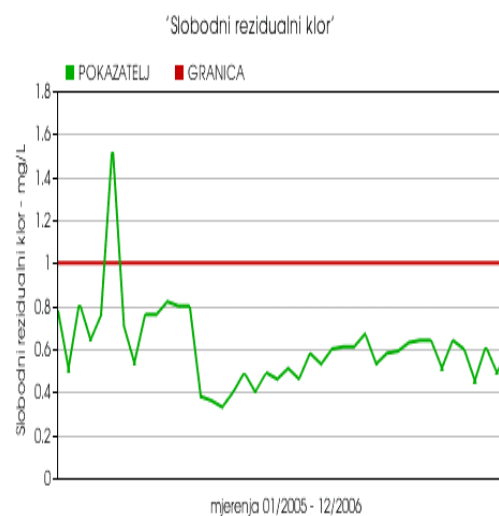
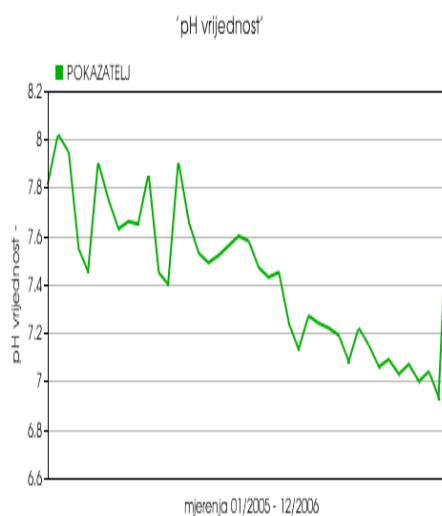
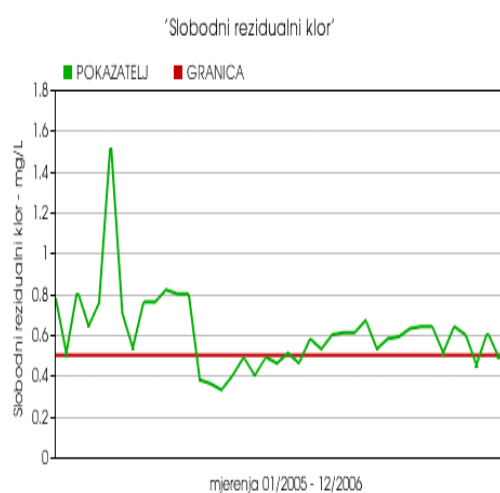
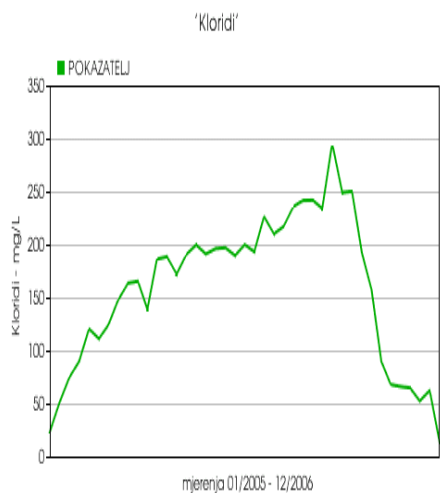
Eksperimentani dio: Na temelju mikrobiološke analize možemo zaključiti da svi uzorci odgovaraju zahtjevima citiranih pravilnika, dok u pogledu fizikalno-kemijske analize imamo određenih poteškoća, što je vidljivo i iz grafičkog i tabelarnog prikaza kod promjene na pr. granice slobodnog rezidualnog klora, uslijed čega se bitno mijenja broj neispravnih uzoraka

mali bazen

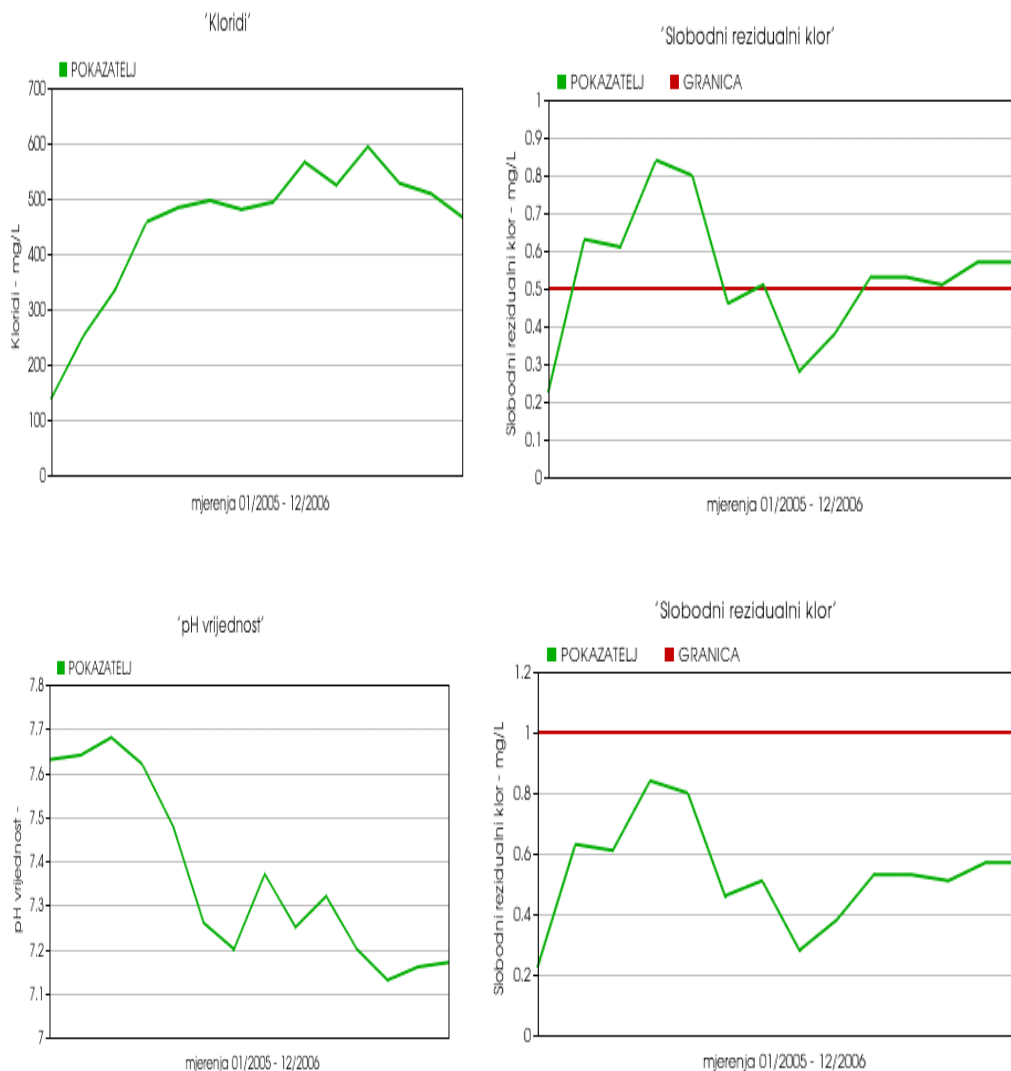




sportski bazen



vanjski bazen



ZAKLJUČAK

Smatramo da je bez «Pravilnika o kvaliteti i nadzoru nad kvalitetom voda za kupanje» vrlo teško ocjeniti kakvoću vode za kupanje, kako u bazenima svih vrsta, tako i u saunama, jacuzziima, wellnes sadržajima, kojih diljem Hrvatske svakim danom imamo sve više. Nadalje, problem je u postupku provođenja sanitarnog nadzora, budući da nemamo pravni temelj na kojemu bi inspekcija mogla konkretno donijeti neku od mjera: otklanjanja nedostataka, zabrana uporabe do otklanjanja nedostataka ili prekršajne mjere. Usprkos svemu, moramo naglasiti da je voda u bazenima zadovoljavajuće kakvoće, da ljudi dobro upravljaju sustavom, pa makar citirali i sve tri navedene kriterije.

Organizator zahvaljuje svim ustanovama i tvrtkama na financijskoj i drugoj potpori kojom su doprinjeli organizaciji

X. znanstveno-stručnog skupa

VODA I JAVNA VODOOPSKRBA



Priprema zbornika:

Glavni i odgovorni urednik: Edo Lovrić
Grafička priprema: dr.sc Željko Dadić, dipl.ing i Forada d.o.o.
Tisak: Forada d.o.o.

Realizacija znanstveno-stručnog skupa:

HRVATSKI ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO

10000 Zagreb, Rockefellerova 7

i

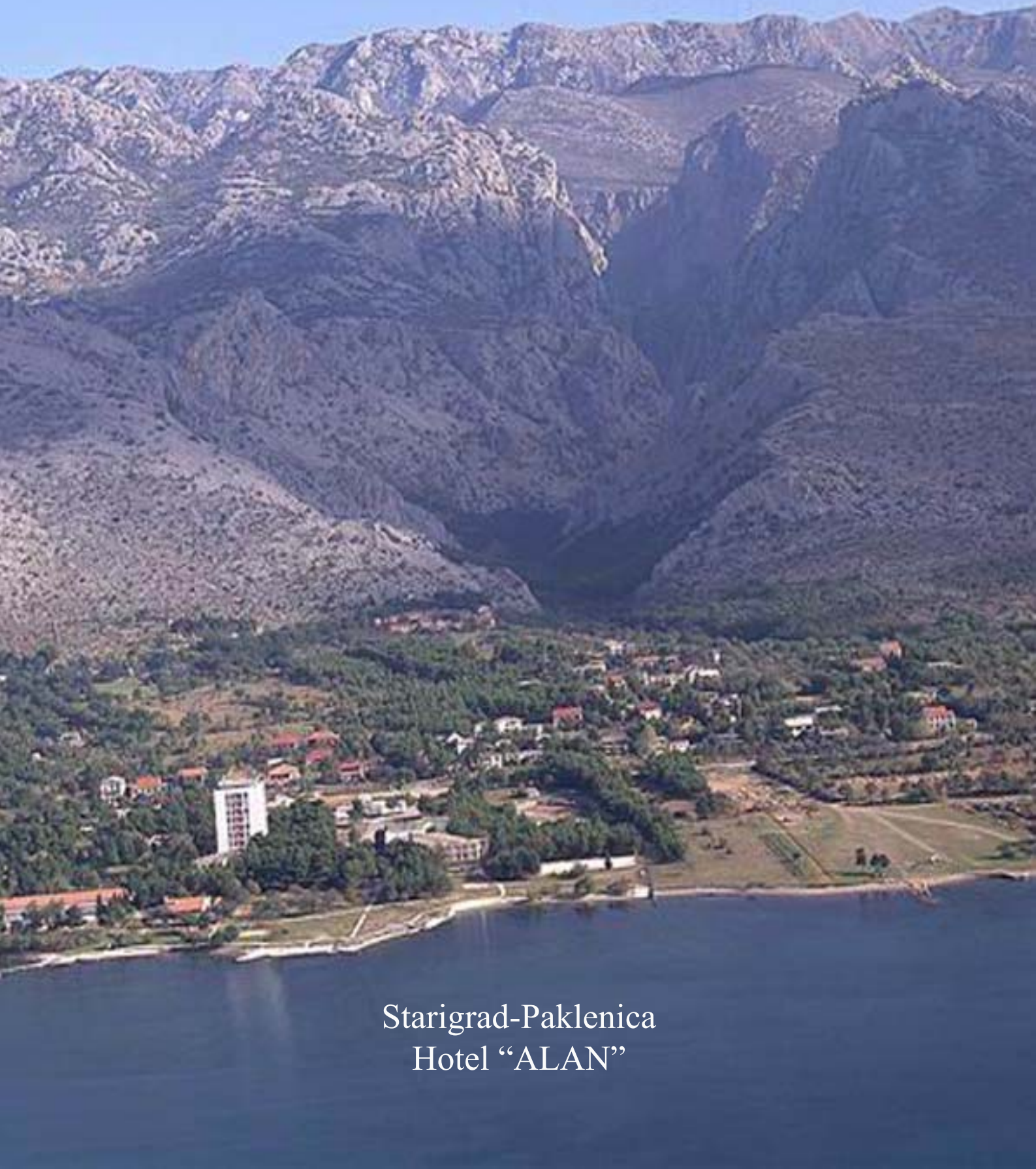
“KLIO” d.o.o.

10360 Sesevete, Varaždinska 34

Autori su odgovorni za stručnu i jezičnu primjerenost tiskanih radova.



Znanstveno-stručni skup
VODA I JAVNA VODOOPSKRBA



Starigrad-Paklenica
Hotel "ALAN"