

**ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO ISTARSKE ŽUPANIJE
ISTITUTO DI SANITÀ PUBBLICA DELLA REGIONE ISTRIANA**

**SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA ZAŠTITU I UNAPREĐENJE OKOLIŠA**

**KAKVOĆA PRIRODNIH RESURSA VODA
UKLJUČENIH U VODOOPSKRBU
U ISTARSKOJ ŽUPANIJI
U 2010. godini**



PULA, ožujak 2011.

Naslov: KAKVOĆA PRIRODNIH RESURSA VODA UKLJUČENIH U VODOOPSKRBU U ISTARSKOJ ŽUPANIJI U 2010.godini

Izvršitelj: ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO ISTARSKE ŽUPANIJE
ISTITUTO DI SANITÀ PUBBLICA DELLA REGIONE ISTRIANA
Služba za zdravstvenu ekologiju
Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša
Laboratorij za pitke i površinske vode

Vladimira Nazora 23, Pula

Naručitelj: ISTARSKA ŽUPANIJA
Flanatička 29 Pula

Dokument br.: 04/01-137/1-10

Izradila: Mr.sc. Sonja Diković dipl.ing.kem.tehn. _____

Voditelj Odjela za zaštitu i unapređenje
okoliša:

Silvana Mladinov, dipl.ing.kem.tehn.

Voditelj Službe za zdravstvenu
ekologiju:

Aleksandar Stojanović, dr.med.spec.epid.

Pula, ožujak 2011.

SADRŽAJ

	STRANICA
UVOD	1/59
1. Predmet ispitivanja	2/59
1.1. Mjerne postaje i učestalost ispitivanja	2/59
1.2. Obim ispitivanja.....	3/59
1.3. Metode ispitivanja	4/59
1.4. Ocjena	6/59
2. Rezultati ispitivanja	6/59
2.1. Izvori	6/59
2.2. Bunari pulskog područja	13/59
2.3. Akumulacija Butoniga	18/59
3. Ocjena kakvoće voda	22/59
4. Zaključak	23/59
5. Tablice sa statističkom obradom	24/59

UVOD

Program praćenja kvalitete prirodnih resursa voda, koje se koriste u vodoopskrbnom sustavu Istarske županije, provodi se u Istarskoj županiji od 1998. godine. Program je nadopunjeno rezultatima ispitivanja izvorišta iz monitoringa voda na vodnom području primorsko-istarskih slivova za 2009.godinu, koji provode Hrvatske vode.

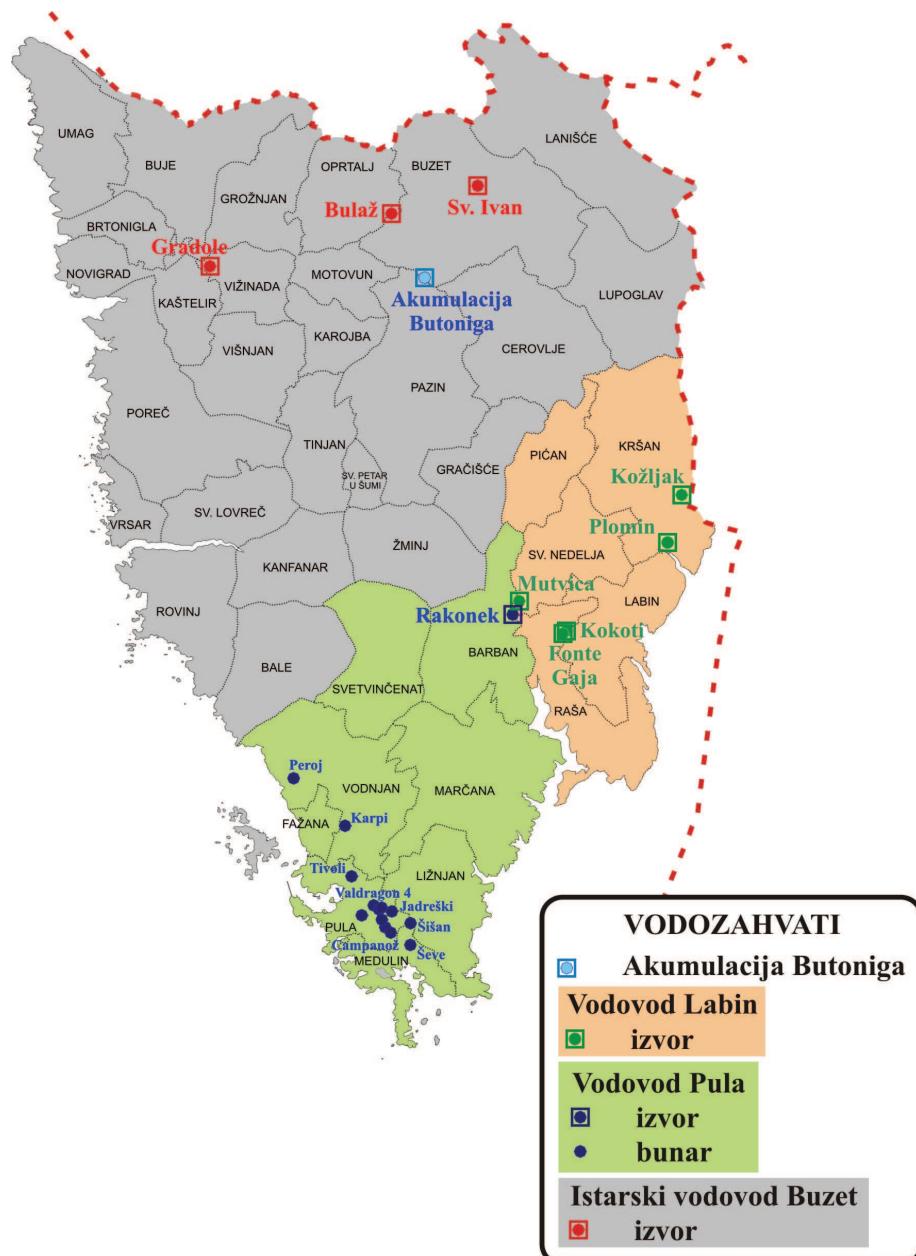
Objedinjavanjem rezultata dva monitoringa dobiva se bolji uvid u kvalitetu voda na području županije. Kako razdjelnice između slivova nije jasne, na pojedinim slivnim područjima postoji vrlo dinamična isprepletenost podzemnih i površinskih tokova, pa pojedini površinski dijelovi tokova poniru u ponorskim zonama, koje direktno prihranjuju vodonosnike izvorišta, a s druge strane, preljevne vode tih istih izvorišta značajno utječe na bilancu voda drugog vodotoka, pogotovo u ljetnim, sušnim periodima ili u periodima intenzivnih padalina.

Za potrebe javne vodoopskrbe, upravo je kvaliteta prirodne vode polazna točka u procjenama mogućeg utjecaja i rizika po ljudsko zdravlje. Također je osnova za odabir odgovarajućih i raspoloživih tehnologija za preradu vode kako bi se postigli standardi kvalitete vode za piće.

1. Predmet ispitivanja

1.1. Mjerne postaje i učestalost ispitivanja

U vodoopskrbi u Istarskoj županiji koriste se podzemne vode – izvori i bunari te akumulacija Butoniga kao površinska voda. Sastavni su dio tri vodovodna sustava: vodovoda Pula, vodovoda Labin i Istarskog vodovoda Buzet (sl.1.). Učestalost ispitivanja prikazana je u tablici br.1.



Slika br.1. Prikaz mjernih postaja na vodama koje se koriste u vodoopskrbi u Istarskoj županiji

Tablica br.1. Učestalost ispitivanja u 2010.

IZVORI, BUNARI I AKUMULACIJA UKLJUČENI (stalno ili povremeno) U VODOOPSKRBU	
IZVORI	UČESTALOST ISPITIVANJA
Sveti Ivan	13 x – program Hrvatske vode
Gradole	13 x – program Hrvatske vode
Bulaž	13 x – program Hrvatske vode
Rakonek	13 x – program Hrvatske vode
Fonte Gaja	12 x – program Istarske županije
Kokoti	13 x – program Hrvatske vode
Plomin	12 x – program Istarske županije
Kožljak	12 x – program Istarske županije
Mutvica	13 x – program Hrvatske vode
BUNARI*	
Ševe	14 x – program Istarske županije
Šišan	8 x – program Istarske županije
Jadreški	9 x – program Istarske županije
Valdragon 5	13 x – program Istarske županije
Tivoli	6 x – program Hrvatske vode
Campanož	2 x – program Istarske županije
Peroj	2 x – program Istarske županije
Škatari	2 x – program Istarske županije
Karpi	2 x – program Istarske županije
Rizzi	2 x – program Istarske županije
AKUMULACIJA BUTONIGA	
Na dubini 0,5 m od površine Mjesto usisa za vodoopskrbu pridneni sloj – 1m od dna	13 x – program Hrvatske vode 12 x – program Istarske županije 13 x – program Hrvatske vode

* Bunari koje koristi Vodovod Pula, a koji su izvan sustava vodoopskrbe, uzorkuju se 2 x godišnje u različitim hidrološkim uvjetima, dok se bunari u vodoopskrbi uzorkuju različito, 4-12 x godišnje, ovisno o periodu uključenosti u sustav vodoopskrbe i tehničkim mogućnostima uzorkovanja dok su izvan sustava vodopskrbe.

1.2. Obim ispitivanja

Ispitivani pokazatelji kakvoće vode:

- organoleptička svojstva vode (boja, miris, okus);
- fizikalno kemijska svojstva: temperatura, pH, alakalitet (p-, m-), ukupna tvrdoča električna vodljivost, isparni ostatak 105°C, suspendirane tvari;

- ioni: fluoridi, kloridi, sulfati, natrij, kalij, kalcij, magnezij, otopljeni silicij
- režim kisika: otopljeni kisik i zasićenje kisika, KPK-permanganat, BPK₅ ;
- hranjive soli: dušikovi spojevi (amoni, nitriti, nitrati, organski N, anorganski N, Kjeldahl N i ukupni N) i fosforni spojevi (ortofosfati i ukupni fosfor);
- organske tvari: anionski detergenti, neionski detergenti, cijanidi, fenoli, ukupne masnoće i mineralna ulja, ukupni organski ugljik, lakohlapivi organski ugljikovodici, organoklorini pesticidi, organofosforni pesticidi (samo u programu Hrvatskih voda), alaklor i pentaklorfenol (samo u programu Hrvatskih voda), poliklorirani bifenili, policiklički aromatski ugljikovodici;
- teški metali (Cd, Cu, Zn, Fe, Mn, Cr uk., Pb, Hg, Ni, As, Al)
- bakteriološki pokazatelji (ukupni koliformi, fekalni koliformi i/ili *Escherichia coli*, fekalni streptokoki (enterokoki), broj bakterija na 37°C, sulfitoreducirajuće klostridije, *Pseudomonas aeruginosa*).

1.3. Metode ispitivanja

Korištene analitičke metode prikazane su u tablici br.2.

Tablica br. 2. Popis analitičkih metoda ispitivanja sa granicama detekcije (LOD) i granicama kvantifikacije (LOQ)

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Analitička metoda	LOD	LOQ
Temperatura vode	°C	*St.Meth. 2550 B.:1998.		
pH		HRN ISO 10523:1998.		
Boja	Pt/Co skala	St.Meth. 2120 C.		
Električna vodljivost	µS/cm	HRN EN 27888:2008		
Ukupne suspendirane tvari	mg/L	HRN EN 872:2008	0,1	0,3
Alkalitet m-, p- vrijednost	mgCaCO ₃ /L	HRN EN ISO 9963-1:1998		
Tvrdoća ukupna	mgCaCO ₃ /L	HRN ISO 6059:1998		
Mutnoća	NTU	HRN EN ISO 7027:2001	0,1	0,2
Otopljeni kisik	mgO ₂ /L	HRN EN 25813:2003	0	
Zasićenje kisikom	%	računski		
BPK ₅	mgO ₂ /L	HRN EN1899-2:2004	0,36	0,50
KPK permanganat	mgO ₂ /L	HRN EN ISO 8467:2001	0,16	0,50
Amonij	mgN/L	ISO 7150/1:1984.	0,008	0,015
Nitriti	mgN/L	HRN EN 26777:1998	0,005	0,015
Nitrati	mgN/L	HRN EN ISO 10304-1:1998	0,10	0,20

Kjeldahl dušik	mgN/L	N-NH4+N-org	0,020	0,035	
Ukupni dušik	mgN/L	N-org.+N-anorg.	0,020	0,035	
Anorganski dušik	mgN/L	N-NH4 + N-NO2 + N-NO3			
Organski dušik	mgN/L	St.Meth. 4500-Norg. B.	0,020	0,035	
Ortofosfati	mgP/L	HRN EN ISO 6878:2008	0,005	0,020	
ukupni fosfor	mgP/L	HRN EN ISO 6878:2008	0,007	0,025	
Ukupni koliformi - TC	br./100 mL	HRN EN ISO 9308-1:2000			
Fekalni koliformi - FC	br./100 mL	HRN EN ISO 9308-1:2000			
Escherichia coli	br./100 mL	HRN EN ISO 9308-2:1999			
Fekalni streptokoki - FS	br./100 mL	HRN EN ISO 7899-2:2000			
aerobne mezofilne bakterije 22°C, 37°C	br./mL	HRN EN ISO 6222:2000			
Fenoli	mg/L	St.Meth. 5530 B.; C.	0,001	0,003	
Anionski detergenti	mg/L	ISO 7875-1; 1996	0,030	0,065	
Mineralna ulja	mg/L	DIN 38409 H18	0,001	0,010	
TOC	mg/L	HRN EN 1484:2002	0,2	0,5	
AOX	µg/L	HRN EN ISO 9562:2008	0,02	0,05	
PAH - pojedinačni	µg/L	HRN ISO 17993:2003	0,005	0,015	
BTX - pojedinačni	µg/L	HRN ISO 11423-2:1997	0,5	1,5	
Org.klor.pesticidi, pojedinačni	µg/L	IAEA-MEL, Monaco 1995	0,0005	0,002	
Pesticidi – ostali , pojedinačni	µg/L	IAEA-MEL, Monaco 1995	0,005	0,015	
HCB, izodrin, alaklor, klorpirifos, klorfenvinfos, heksaklobutadien, pentaklorbenzen, pentaklorfenol					
LHKU	C ₂ HCl ₃	µg/L	GC-ECD	0,10	0,3
	C ₂ Cl ₄	µg/L	HRN ISO 10301:2002	0,10	0,3
	CHCl ₃	µg/L		0,10	0,3
	CHBr ₃	µg/L		0,10	0,3
	1,2-C ₂ H ₂ Cl ₂	µg/L		2,0	5,0
	CH ₂ Cl ₂	µg/L		0,5	1,5
Triklorbenzeni - pojedinačni	µg/L	HRN ISO 11423-2:1997	0,5	1,5	
Bakar (Cu)	µg/L	ETAAS St.Meth. 3113 B:1998	1,0	2,0	
Cink (Zn)	µg/L	FAAS St.Meth. 3111 B:1998	5,0	10,0	
Kadmij (Cd)	µg/L	ETAAS St.Meth. 3113 B:1998	0,1	0,2	
Krom ukupni (Cr)	µg/L	ETAAS St.Meth. 3113 B:1998	1,0	2,0	
Nikal (Ni)	µg/L	ETAAS St.Meth. 3113 B:1998	1,0	2,0	
Olovo (Pb)	µg/L	ETAAS St.Meth. 3113 B:1998	1,0	2,0	
Živa (Hg)	µg/L	AAS – tehnika hladnih para, St.Meth. 3112 B:1998	0,1	0,2	
Željezo (Fe)	µg/L	FAAS St.Meth. 3111 B:1998	1,0	2,0	
Mangan (Mn)	µg/L	FAAS St.Meth. 3111 B:1998	1,0	2,0	
Natrij (Na)	mg/L	HRN EN ISO 14911:2001	0,1	0,3	

Kalij (K)	mg/L	HRN EN ISO 14911:2001	0,1	0,3
Kalcij (Ca)	mg/L	HRN EN ISO 14911:2001	0,5	1,0
Magnezij (Mg)	mg/L	HRN EN ISO 14911:2001	0,5	1,0
Kloridi	mg/L	HRN EN ISO 10304-1:1998	0,5	1,5
Sulfati	mg/L	HRN EN ISO 10304-1:1998	0,5	1,5
Silicij otopljeni	mg/L	St.Meth. 4500-SiO ₂ C:1998	0,25	0,8

*APHA Standard Methods 20th Edition, 1998.

1.4. Ocjena

Od 01. siječnja 2011. prestale su važiti Uredba o klasifikaciji voda (NN 78/98, 137/2008), Uredba o opasnim tvarima u vodama (NN (137/2008) i Državni plan za zaštitu voda (NN 8/99). Zamjenjene su s Uredbom o standardu kakvoće voda (NN 89/2010), kojom se propisuje standard kakvoće voda za površinske, uključujući i priobalne vode i vode teritorijalnog mora te podzemne vode uz propisano tumačenje rezultata monitoringa prema čl.59. Uredbe.

Kako se Uredba ne odnosi na prirodne termalne i mineralne vode, te na određivanje kakvoće vode namijenjene ljudskoj potrošnji i određivanje kakvoće prirodnih izvorskih voda i stolnih voda koje se stavljuju na tržište u bocama i drugoj ambalaži, **ocjena voda u ovom elaboratu provedena je prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08).**

2. REZULTATI ISPITIVANJA

2.1. IZVORI

U vodopskrbni sustavu Istarske županije stalno je uključeno sedam izvora uz mogućnost uključivanja još dva izvora:

- izvori Sveti Ivan i Gradole, uz mogućnost korištenja izvora Bulaž u vodoopskrbnom sustavu Istarskog vodovoda Buzet.
- izvor Rakonek u vodoopskrbnom sustavu vodovoda Pula.
- izvori Fonte Gaja, Kokoti, Plomin, Kožljak, uz mogućnost uključivanja izvora Mutvice u vodoopskrbnom sustavu Vodovoda Labin.

Fizikalno kemijski sastav izvorskih voda

Osnovne fizikalno kemijske i geokemijske osobine izvorskih voda ustaljene su uz uobičajeno godišnje kolebanje vrijednosti ovisno o hidrološkim prilikama u slivovima. Nisu pokazatelji onečišćenja.

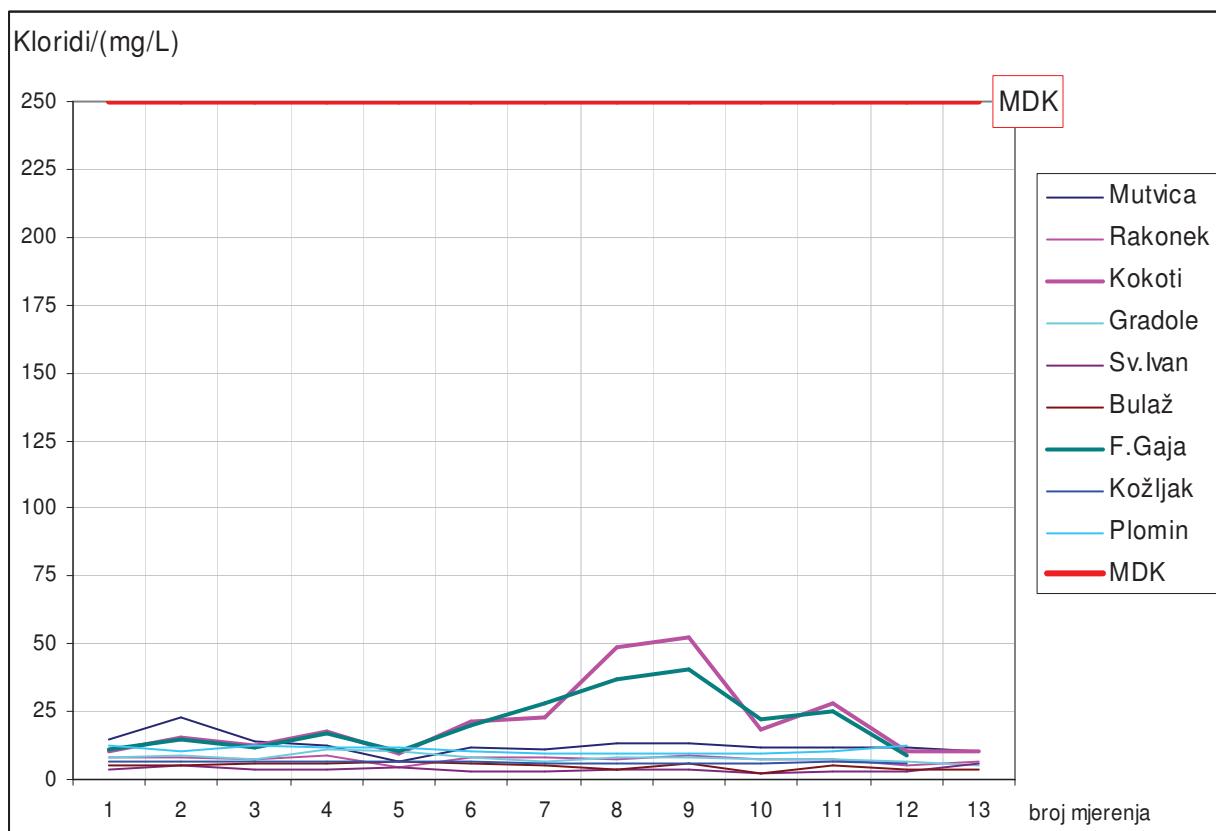
Temperatura vode izvora mijenja se sezonski i prati temperature zraka. Najmanja promjena temperature vode tokom godine i ujedno najniža je na izvoru Kožljak (srednja temperatura vode $10,0^{\circ}\text{C}$, $\Delta t \approx 0,5^{\circ}\text{C}$). Na svim ostalim izvorima srednja temperatura vode kreće se od $12-13^{\circ}\text{C}$, s time da je najmanja promjena godišnje na izvoru Plomin ($\Delta t \approx 0,8^{\circ}\text{C}$), a na ostalim izvorima do $1,5^{\circ}\text{C}$ (npr. Rakonek, Sv. Ivan), odnosno do $2,5^{\circ}\text{C}$ na izvorima na kojima su preljevi duži ili imaju formirana uzlazna okna pa su kod uzorkovanja pod većim utjecajem temperature zraka.

Vode općenito imaju različita prirodna geokemijska svojstva, koja se izražavaju nizom pokazatelja: posredno preko električne vodljivosti, isparnog ostatka i tvrdoće, odnosno neposredno svojim ionskim sastavom. Veće oscilacije u ionskom sastavu ukazuju na različite sastavnice izvorske vode. U slučaju krških voda značajna sastavnica je voda kišnica, koja putem bujica i razvijenog krškog reljefa dospijeva u podzemni vodonosnik izvora. Značajniji pokazatelj ionskog sastava, koji može biti nepovoljan sa stanovišta vodoopskrbe je sadržaj klorida, zbog utjecaja mora.

U Istarskoj županiji su zastupljene vode s različitim svojstvima. Izraženo preko tvrdoće kao najčešće korištenog pokazatelja, od najmekših voda u slivu vodotoka Boljunčice, na izvorima Kožljak i Plomin, preko srednje tvrdih u slivu vodotoka Mirne na izvoru Sv. Ivan i tvrdih voda izvora u slivu vodotoka Raše do vrlo tvrde vode izvora Gradole u donjem toku Mirne. Dominantni ioni su kalcij i hidrogenkarbonat, koji u stabilnim hidrološkim prilikama imaju ujednačen sastav, koji se značajnije mijenja za vrijeme priliva i utjecaja oborinskih i površinskih voda (obično bujičnih voda).

Posljednjih godina pojavljuje se izraženiji porast sadržaja klorida odnosno saliniteta na izvorima Fonte Gaja i Kokoti, koji ne utječe na organoleptička svojstva i korištenje vode, jer je višestruko ispod maksimalno dozvoljene vrijednosti (MDK), iako trend porasta ili većih promjena nije povoljan sa stanovišta vodoopskrbe (slika br.2.). Porasti klorida pojavljuju se u ljetnom periodu u uvjetima niskih vodostaja i najveće potrošnje. Na slici br.2. broj mjernja je prikazan

kronološkim redom tokom godine, pa se maksimumi sadržaja klorida na izvorima Fonte Gaja i Kokoti poklapaju s kolovozom i rujnom 2010.



Sl.br.2. Sadržaj klorida u 2010. godini na izvorima u Istarskoj županiji

Promjena u sadržaju iona utječe na promjenu svih pokazatelja koji su vezani za ionski sastav vode (električna vodljivosta, nekarbonatna i ukupna tvrdoća, isparni ostatak).

Pokazatelji režima kisika

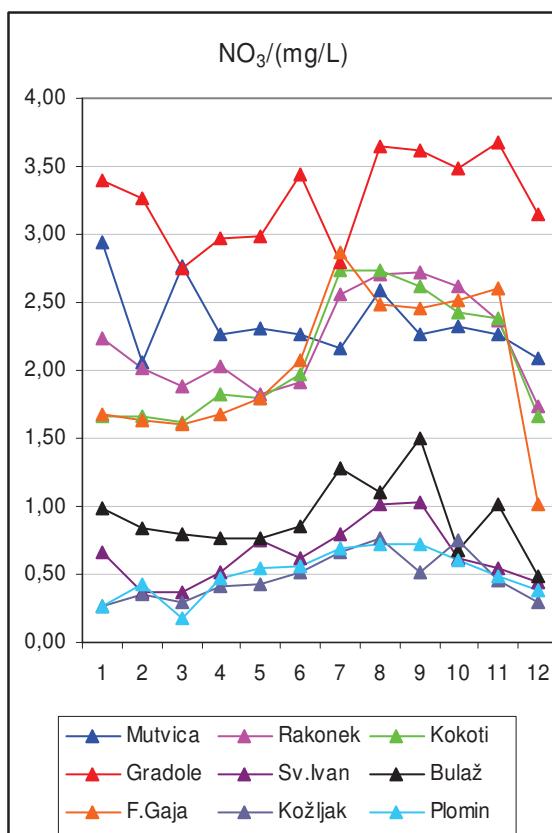
Izvorske vode u krškim područjima su dobro zasićene kisikom, zahvaljujući vrlo razvijenom podzemnom reljefu. Kako se izvorske vode ne zahvaćaju preko piezometara pri uzorkovanju, treba uzeti u obzir da je izmjereni sadržaj kisika viši u odnosu na stanje u vodonosniku, zbog kontakta s vanjskim zrakom.

Sadržaj tvari koje se mogu oksidirati i razgraditi pomoću mikroorganizama (izraženo kao petodnevna biokemijska potrošnja kisika – BPK₅) ili pomoću jakog oksidansa (izraženo kao kemijska potrošnja kisika – KPK odnosno permanganatni indeks), u izvorskim vodama je vrlo niski, KPK je manje od 1 mgO₂/L (MDK = 5 mgO₂/L, kemijska potrošnja kisika je uvijek veća od biokemijske potrošnje kisika).

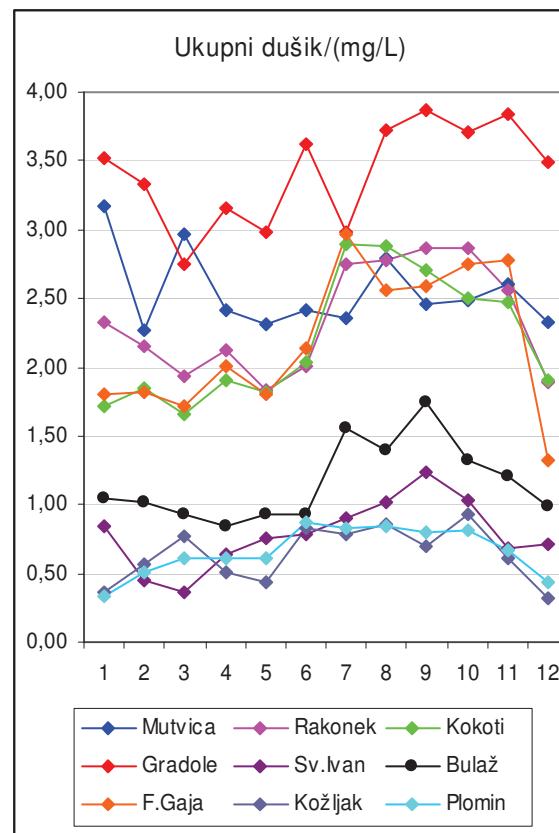
Hranjive tvari

Pod hranjivim tvarima podrazumijevaju se spojevi dušika i fosfora. Ukupni dušik predstavlja zbroj svih spojeva dušikovog ciklusa, kojim se opisuje kruženje spojeva dušika u prirodi. Promjeni ukupnog dušika izvorskih voda najviše doprinosi sadržaj nitrata, koji je prirodni i krajnji proizvod mineralizacije organskih spojeva koji sadrže dušik. Nitrat je prirodno prisutan u podzemnim vodama, ali su povećane koncentracije i naročito izražen trend porasta uvijek rezultat ljudske aktivnosti. Iako se kao uobičajen izvor nitrata smatra ispiranje s poljoprivrednih površina na kojima se primjenjuju prirodna i umjetna gnojiva, često se zanemaruje drugi vrlo značajan izvor – otpadne vode naselja, otpadni mulj i septičke jame. U Istarskoj županiji upravo ovaj drugi razlog dolazi u obzir kao pretežiti mogući izvor nitrata.

Na slikama br.3. i 4. prikazano je sezonski kretanje sadržaja nitrata i ukupnog dušika na izvorskim vodama (ispitivanja 1x mjesечно).



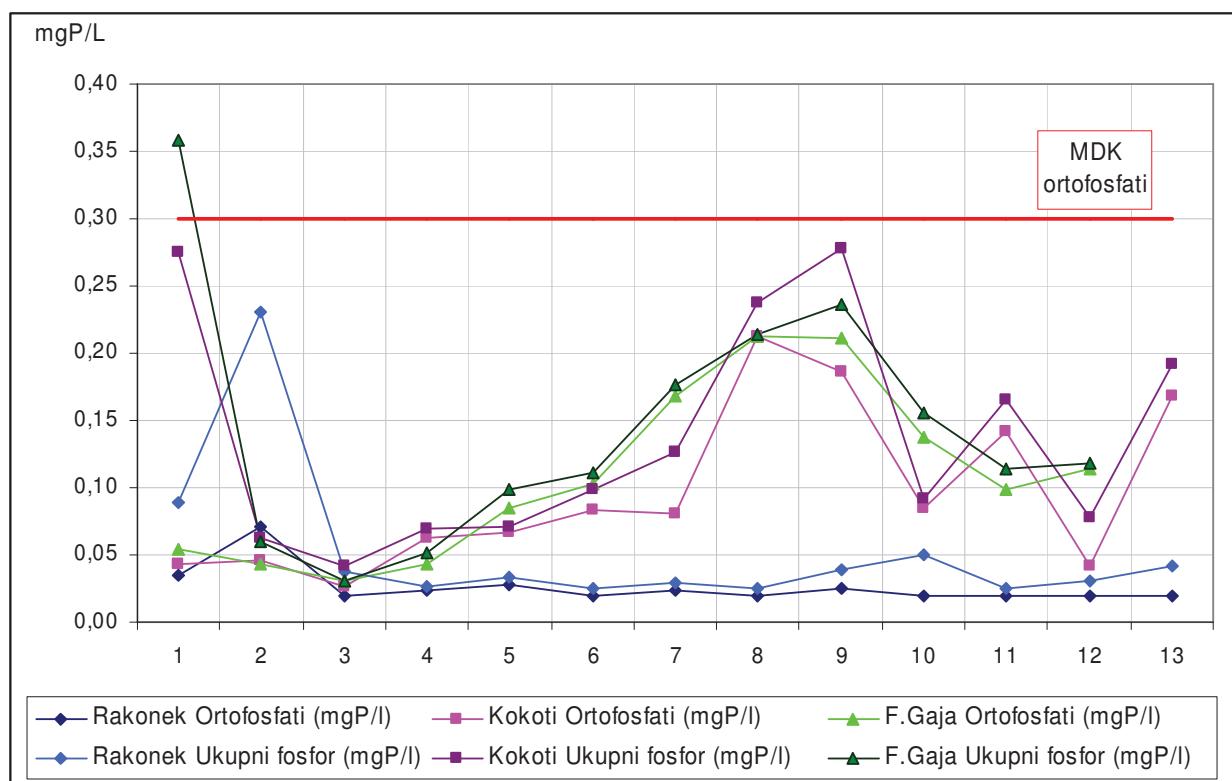
Slika br.3. Nitriti na izvorima



Slika br.4. Ukupni dušik na izvorima

Gotovo sav sadržaj ukupnog dušika sačinjavaju nitrati, odnosno mineralizirani oblik dušika. Sadržaj organski vezanog dušika i amonijaka je vrlo niski, što je povoljno sa sanitarnog stanovišta.

Sadržaj fosfata i ukupnog fosfora je vrlo nizak u vodama izvora, pri čemu su povremene maksimalne vrijednosti za ortofosfate manje od 0,05 mgP/L, a za ukupni fosfor manje od 0,1 mgP/L. Izuzetak čine izvori Fonte Gaja i Kokoti na kojima u ljetnim mjesecima (srpanj, kolovoz, rujan) dolazi do povećanja sadržaja fosfata i ukupnog fosfora i povremeno u prosincu i siječnju naredne godine.



Slika br.5. Sadržaj ortofosfata i ukupnog fosfora u 2010. godini na izvorima Kokoti, Fonte Gaja i Rakonek

Mikrobiološki pokazatelji

Bujična osobina izvora dolazi do izražaja pojavama mutnoća uobičajeno na početku hidroloških promjena, osobito na početku kišnih perioda nakon sušnih razdoblja. Povećan sadržaj suspendiranog materijala uvijek predstavlja rizik od onečišćenja, jer pojedine onečišćujuće tvari (npr. teški metali, osobito željezo, mangan i u manjoj mjeri bakar, a povremeno i lipofilne organske tvari), kao i mikroorganizmi, imaju afinitet vezivanja na krute čestice. U tablici br.3. prikazane su minimalne i maksimalne vrijednosti za mikrobiološke pokazatelje na izvorima.

Tablica br.3. Raspon vrijednosti mikrobioloških pokazatelja na izvorima u 2010.godini

Izvor	Raspon vrijednosti	Ukupni koliformi / 100 mL	<i>Escherichia coli</i> / 100 mL	Enterokoki / 100 mL	Broj bakterija na 37°C / mL	Broj bakterija na 22°C / mL
Sv. Ivan	min	17	13	12	12	39
	max	1600	1600	280	180	580
Gradole	min	7	0	5	8	23
	max	16000	9200	260	64	360
Bulaž	min	17	8	16	28	47
	max	18000	16000	2400	220	220
Rakonek	min	23	23	2	3	18
	max	16000	3500	350	92	280
Mutvica	min	46	11	1	16	30
	max	1700	1100	112	112	204
Fonte Gaja	min	121	2	10	6	18
	max	1203	548	98	49	240
Kokoti	min	79	33	12	4	18
	max	1800	1600	280	62	180
Kožljak	min	1	0	0	0	0
	max	27	1	10	88	48
Plomin	min	1	0	0	0	0
	max	138	12	187	12	42

Raspon vrijednosti između minimalnih i maksimalnih vrijednosti pokazatelja mikrobiološkog onečišćenja je vrlo velik. Visoke vrijednosti povezane su sa periodima kiša i to

prvenstveno na početku kišne pojave. Dodatno, ako se padalina pojavljuje nakon dužeg sušnog razdoblja, kao što se obično događa s prvim intenzivnijim jesenskim kišama, dolazi do aktiviranja velikog broja bujica i unosa velikih količina mulja u podzemne vodonosnike, ali i do turbulencije postojećeg sedimenta u podzemlju. Posljedica su pojave velikih mutnoća i porast onečišćenja vezanog za čestice, kao što je mikrobiološko onečišćenje i sadržaj metala.

Sadržaj metala

Sadržaj teških metala je uglavnom vezan za suspendirane čestice kod pojave većih mutnoća i to prvenstveno željezo, mangan i bakar, koji su najzastupljeniji u tlu. U vodama izvora nisu dokazani živa i kadmij, a ostali ispitivani metali pojavljuju se u vrlo niskim koncentracijama i daleko ispod MDK za vodu za piće (tablica br.4.). Sadržaj ostalih metala u otopljenom obliku je izuzetno nizak i uglavnom na granicama ili ispod granica osjetljivosti ispitnih metoda, što ukazuje da postupci prerade koji imaju uključeno taloženje i filtriranje vode prije dezinfekcije uspješno uklanjuju metale vezane na suspendirane čestice.

Tablica br.4. Maksimalne vrijednosti željeza i mangana u vodama izvora

Izvor	Mangan, otopljeni ($\mu\text{gMn/l}$)	Mangan, ukupni ($\mu\text{gMn/l}$)	MDK ($\mu\text{gMn/l}$)	Željezo, otopljeno ($\mu\text{gFe/l}$)	Željezo, ukupno ($\mu\text{gFe/l}$)	MDK ($\mu\text{gFe/l}$)
Mutvica	3,1		50	10,4		200
Rakonek	7,1		50	24,7		200
Kokoti	<2		50	11,7		200
Gradole	6,6		50	22,4		200
Sv.Ivan	4		50	63,4		200
Bulaž	4		50	69,4		200
F.Gaja		5,70	50		115,90	200
Kožljak		<2	50		7,80	200
Plomin		<2	50		9,60	200

Organski spojevi

U izvorskim vodama nisu dokazane mjerljive koncentracije organskih spojeva (općenito ugljikovodici mineralnog porijekla, lakohlapivi klorirani ugljikovodici, poliaromatski ugljikovodici, organoklorini pesticidi, pojedini organofosforni pesticidi) i ostalih ispitivanih kemijskih tvari kao što su fenoli, cijanidi, anionski tenzidi (detaljni podaci u tablicama sa statističkom obradom rezultata ispitivanja).

2.2 BUNARI PULSKOG PODRUČJA

Bunari su kao resursi vode za vodoopskrbu karakteristični za pulsko područje. Programom ispitivanja u 2010. godini obuhvaćeno je 10 bunara. Tehnički nije izvedivo istovremeno uzorkovanje sirove i dezinficirana voda, pa se u slučajevima, kad je pojedini bunar uključen u vodoopskrbu, može uzorkovati samo prerađena, dezinficirana voda. Bunari koji kontinuirano godinama nisu uključeni u vodoopskrbu – Campanož, Karpi, Peroj, Rizzi i Škatari - uzorkuju se dva puta u različitim hidrološkim uvjetima, dok se ostali uzorkuju prema tehničkim mogućnostima uzorkovanja. Bunari Lokvere, Valdragon 3 i 4 nisu uzorkovani zbog tehničkih razloga. U 2010. godini samo se na bunarima Ševe i Jadreški jednokratno u rujnu uzorkovala dezinficirana voda, što znači da je uključenost bunara u vodoopskrbni sustav izuzetno mala.

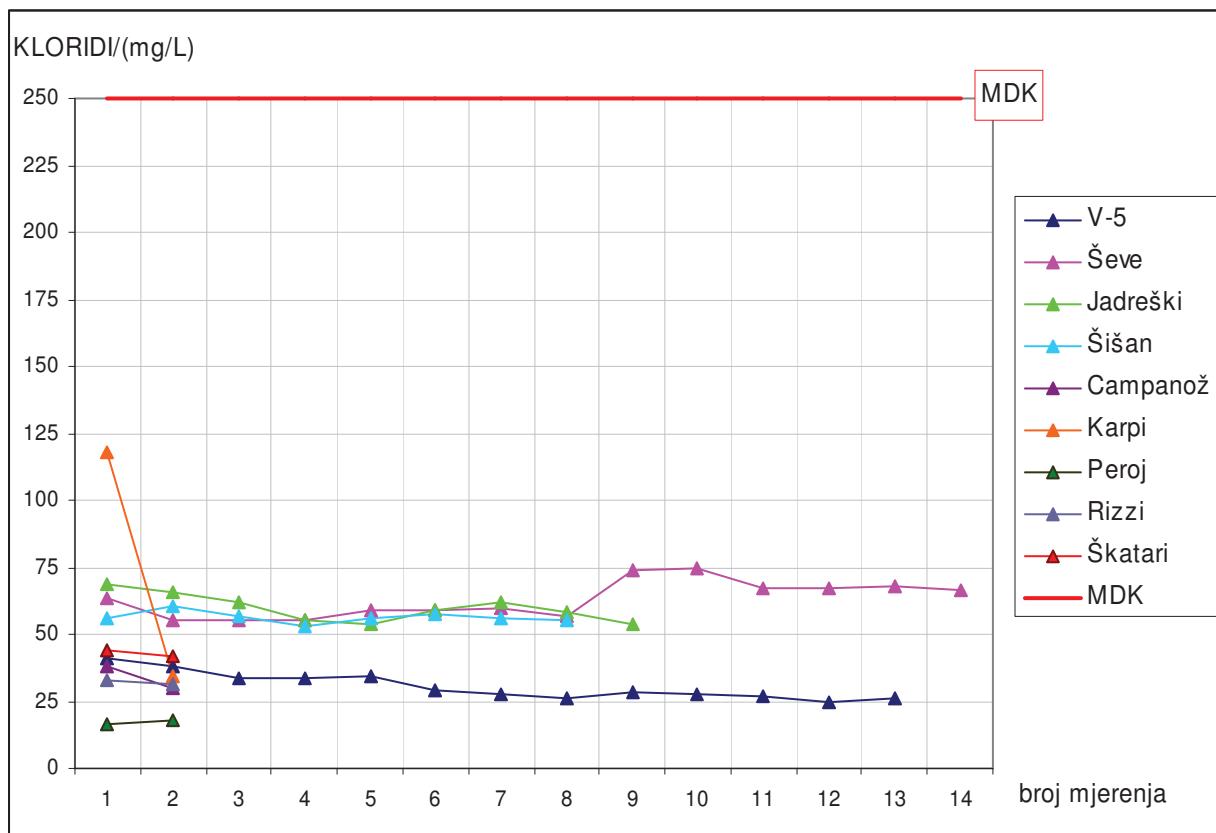
Fizikalno kemijski sastav bunarskih voda

Bunari pulskog područja imaju vrlo slične fizikalno kemijske osobine. Temperatura vode je prosječno 14°C i očekivanom malom promjenom temperature godišnje, jer se crpkom uzorkuje voda iz podzemnog vodonosnika.

Vode su vrlo tvrde, dominantan je kalcijev hidrogenkarbonat kao i na izvorima, ali je značajno viši udio nekarbonatne tvrdoće u odnosu na izvorske vode, većinom od natrijevih i magnezijevih soli – klorida (slika br.6) i sulfata, pa i svi pokazatelji vezani za ionski sastav vode imaju povećane vrijednosti (električna vodljivost, tvrdoće, alakalitet, isparni ostatak).

Sve vrijednosti klorida na bunarima kreću se u rasponu od 25 – 75 mg/L , pri čemu su vrijednosti na bunarima Ševe, Šišan i Jadreški od 50-75 mg/L, a na ostalim bunarima osim Peroja od 25-50 mg/L. Bnar Peroj je distanciran u odnosu na ostalu grupu bunara i ima vrijednosti klorida između 10 i 20 mg/L. Bnar Karpi ima godišnje srednje vrijednosti od 30-70 mg/L uz povremene povišene vrijednosti oko 100 mg/L, u pravilu u periodu viših vodostaja.

Vrijednosti, kako klorida, tako i sulfata, natrija i magnezija, više su udnosu na izvorske vode i ustaljene u rasponu sezonskih kolebanja. Povišene vrijednosti navedenih iona osobite su za utjecaj morske vode.



Slika br.6. Sadržaj klorida na bunarima u 2010. godini u Istarskoj županiji

Pokazatelji režima kisika

Zasićenje kisikom je dobro, u pravilu niže od izvorskih voda, ali to je također posljedica osobina podzemnog vodonosnika, jer se voda crpi, a ne preljeva prirodno pri čemu dolazi u kontakt sa zrakom, kao što je to slučaj na izvorskim vodama. Zasićenja kisikom kreću se uglavnom od 60 – 80 % i više do 100 %, uz izuzetak bunara Valdragon 5 (slika br.7.), koji povremeno ima izuzetno nizak sadržaj kisika.

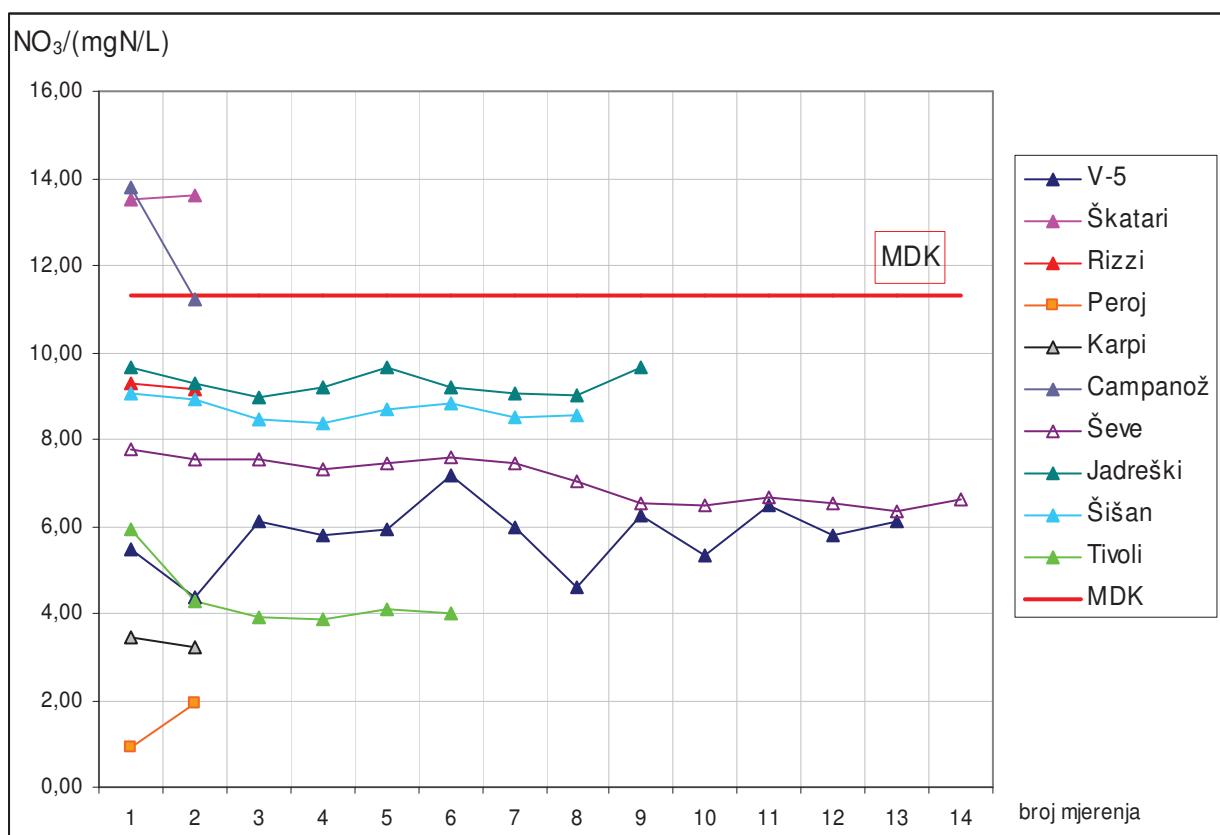
Potrošnja kisika za oksidaciju prisutnih tvari u vodama, niska je i kreće se u uskom intervalu $< 1 \text{ mg/L O}_2$.

Hranjive tvari

Najveći problem bunarskih voda je visok sadržaj ukupnog dušika, pri čemu je najznačajnija komponenta nitrat. Bunari koji su smješteni izvan gusto naseljenog gradskog područja su Karpi i Peroj i sadrže značajno niže koncentracije nitrata u odnosu na bunare smještene u opterećenijoj zoni grada Pule i na području prema Medulinu i Pomeru (slika br.8.).

Vrijednosti iznad MDK (11,3 mgN/L ili 50 mg/L) imaju bunari:

- Škatari i Campanož od 11 -14 mgN/L
- Šišan, Jadreški i Rizzi od 8 – 10 mgN/L
- Ševe od 6 – 8 mgN/L
- Valdragon 5 od 4 – 7 mgN/L
- Tivoli od 4 – 6 mgN/L
- Karpi oko 3 mgN/L
- Peroj od 1 – 2 mgN/L



Slika br.8. Sadržaj nitrata na bunarima u 2010. godini

Sadržaj spojeva fosfora je vrlo nizak i uglavnom manje od 0,05 mgP/L i ortofosfata i ukupnog fosfora. Povremeno je viši sadržaj ukupnog fosfora samo na bunaru Valdragon 5, oko 0,1 mgP/L.

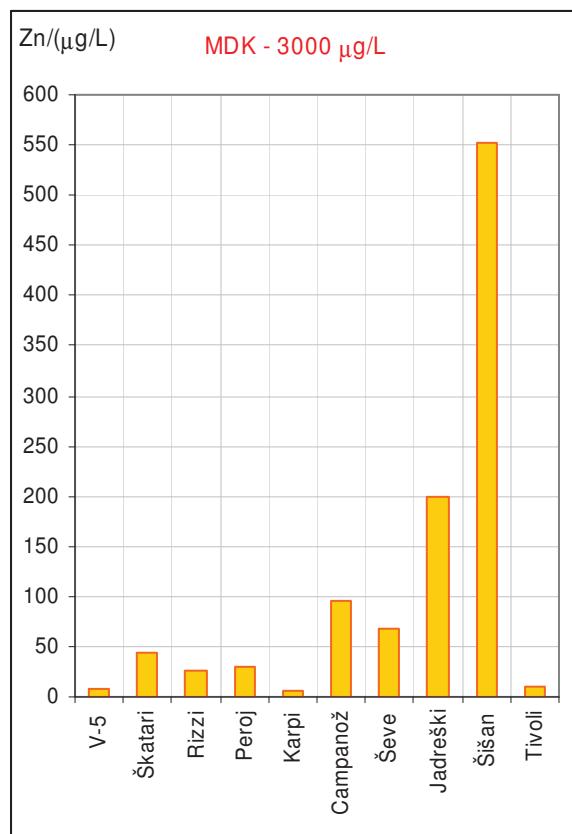
Mikrobiološki pokazatelji

Bakteriološko onečišćenje bunarskih voda je vrlo nisko, ali u slučajevima kad je pojedini bunar uključen u vodoopskrbu, dezinfekcija se provodi preventivno i kontinuirano. Raspon vrijednosti mikrobioloških pokazatelja ne ovisi o hidrološkim prilikama.

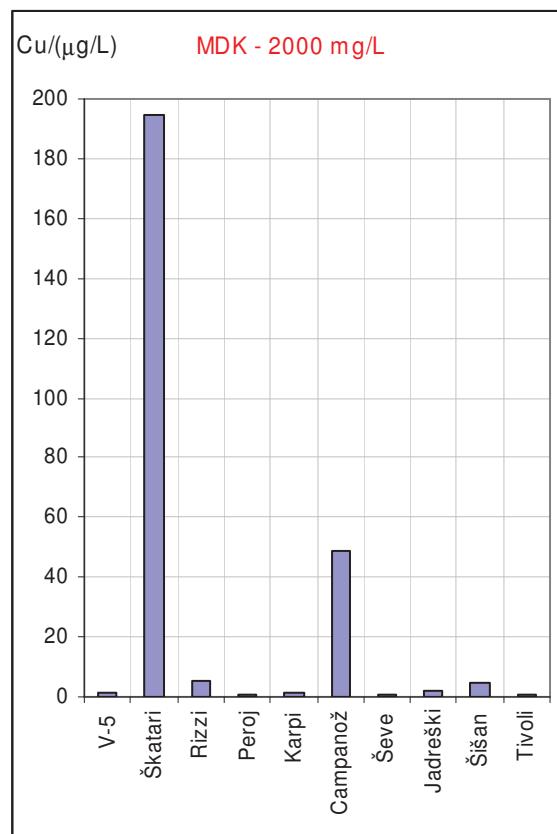
Sadržaj metala

Vode bunara su izrazito bistre, pa su pojedini metali otopljeni u vodi, što sa stanovišta prerade vode može predstavljati daleko složeniji i zahtjevniji problem.

Obzirom da je velik broj bunara izvan vodoopskrbe, moguće je usporediti sadržaj metala u bunarskim vodama, pod pretpostavkom da su crpke i cijevni sustav od istog materijala na svim bunarima i da se prije i prilikom uzorkovanja iscrpe približno iste količine vode.



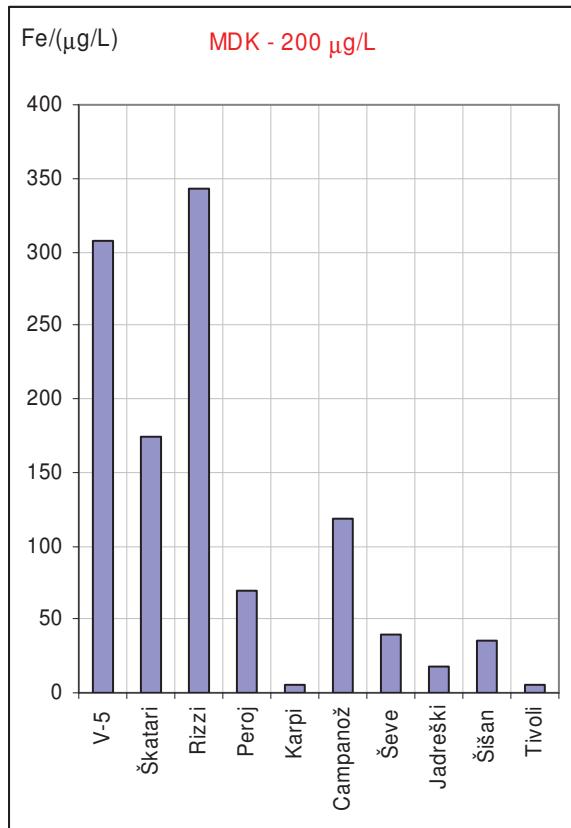
Sl.br.9. Cink u sirovim vodama bunara



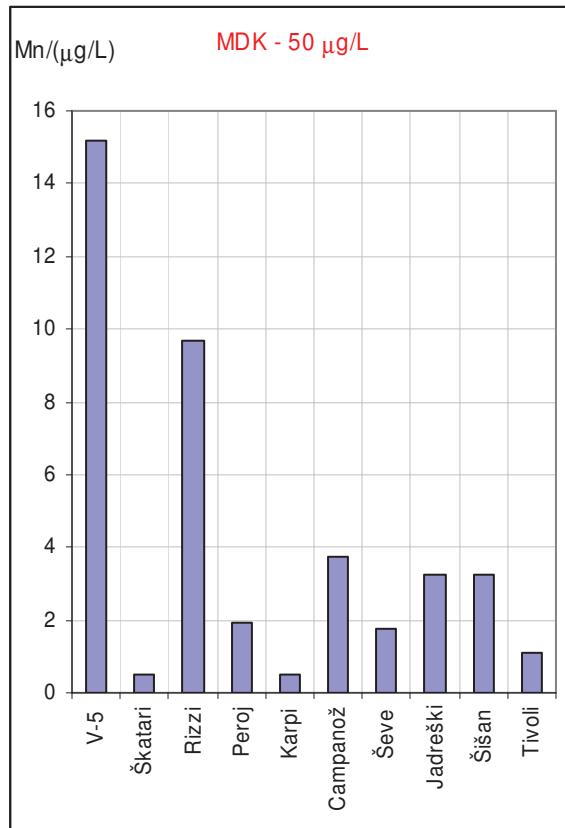
Sl.br.10. Bakar u sirovim vodama bunara

Iako su izmjerene vrijednosti metala višestruko niže od MDK za vodu za piće, pojavnost metala na vodama bunara je veća nego na izvorima.

Za razliku od izvora, osim željeza i mangana (slike br. 11. i 12.), čestu pojavnost imaju cink i bakar (slike br. 9. i 10.), a na pojedinim bunarima i drugi metali: olovo na bunarima Škatari i Rizzi, ukupni krom na bunaru Ševe i nikal na bunarima Jadreški, Škatari i Ševe.



Sl.br.11. Željezo u sirovim vodama bunara



Sl.br.12. Mangan u sirovim vodama bunara

Organski spojevi

Sadržaj ispitivanih organskih spojeva je nizak (ukupni fenoli, ukupne masnoće i mineralna ulja, poliaromatski ugljikovodici, organoklorini pesticidi, anionski detergenti i poliklorirani bifenili). Lakohlapivi klorirani ugljikovodici i trihalometani u slučaju dezinficiranih (kloriranih) voda odgovaraju uvjetima namjene za piće. Specifičan je bunar Tivoli na kojem su u sirovoj vodi povremeno, ali u dugom vremenskom kontinuitetu, prisutni trikloretilen i tetrakloretilen, što upućuje na neko staro, dugotrajno žarište onečišćenja industrijskim otapalima.

2.3 AKUMULACIJA BUTONIGA

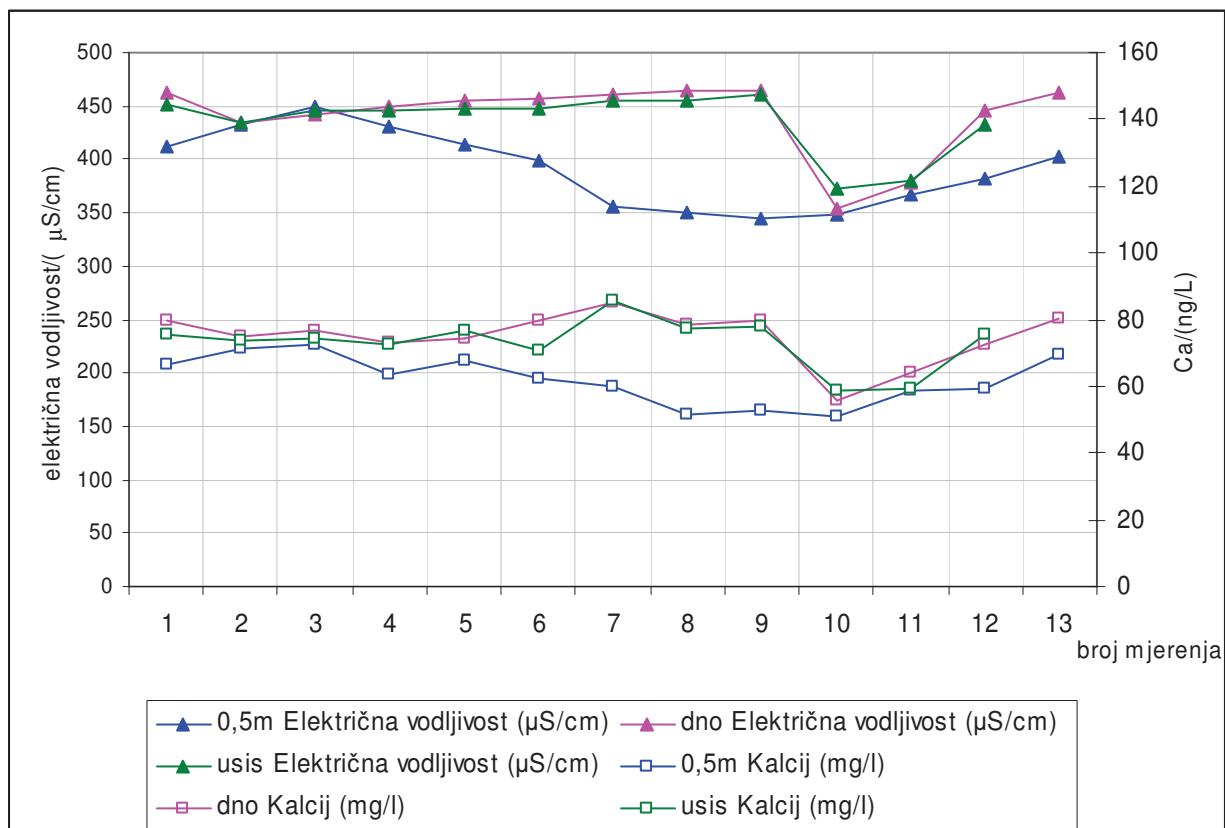
Na akumulaciji Butoniga ispituju se tri mjerne postaje: površinski sloj (0,5 m ispod površine), mjesto usisa za preradu vode i pridneni sloj (1m od dna).

Akumulacija je jedina površinska voda u vodoopskrbnom sustavu.

Termički je stratificirana, uobičajeno od ožujka do listopada i to utječe na kvalitetu vode.

Fizikalno kemijski sastav

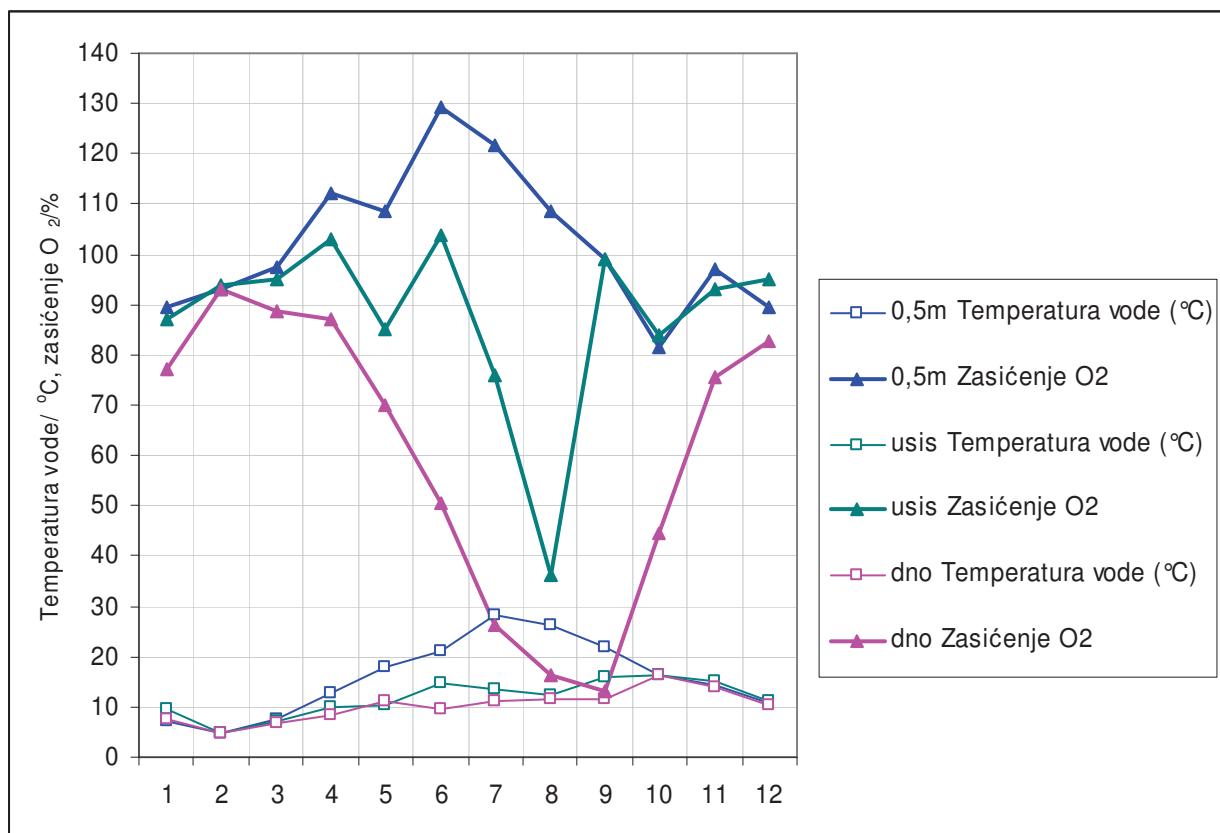
Na ionski sastav vode utječe termalna stratifikacija, pa se karbonatnom ravnotežom sezonski mijenjaju odnosi dominantnih iona, kalcija i hidrogenkarbonata, a tim ei svih pokazatelja ovisnih o ionskom sastavu vode. Na slici br.13. prikazana je sezonska promjena električne vodljivosti, koja se poklapa s promjenom na sadržaju dominantnog kationa - kalcija.



Slika br. 13. Sezonska promjena električne vodljivosti i kalcija na akumulaciji u 2010.g.

Pokazatelji režima kisika

Obzirom na termalnu stratifikaciju akumulacije, razlika u zasićenju kisikom je različita u epilimniju (na postaji u površinskom sloju) i hipolomniju (mjesto usisa i pridneni sloj). Kako u ljetnom periodu temperatura vode u površinskom sloju raste, voda se zahvaća iz dubljih slojeva hipolimnija. Dok je zbog biološke produkcije epilimnij zasićen kisikom, pa u lipnju dolazi do najvećih prezasićenja kisikom, u hipolimniju dolazi do manjka kisika i povremeno do anoksije, a minimumi se postižu uglavnom u kolovozu.

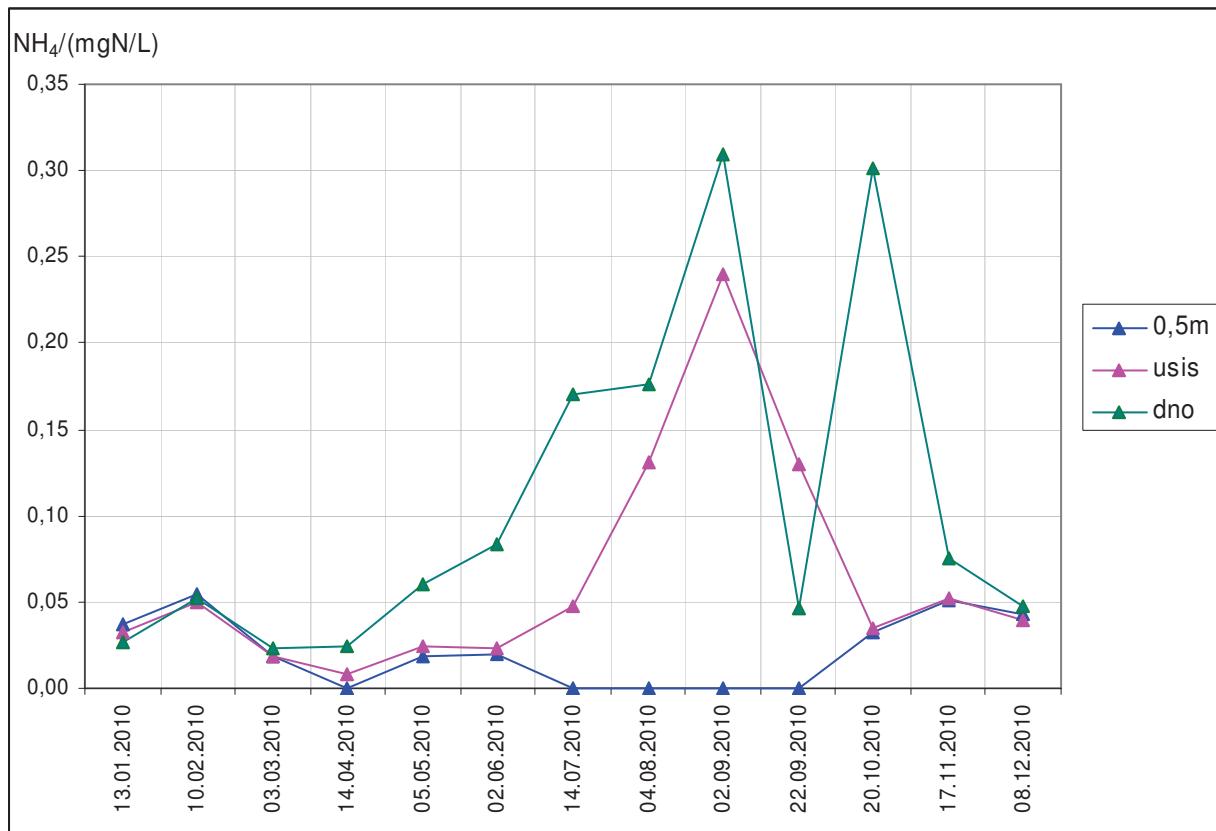


Slika br.14. Sezonska promjena temperature vode i zasićenja na akumulaciji u 2010.g.

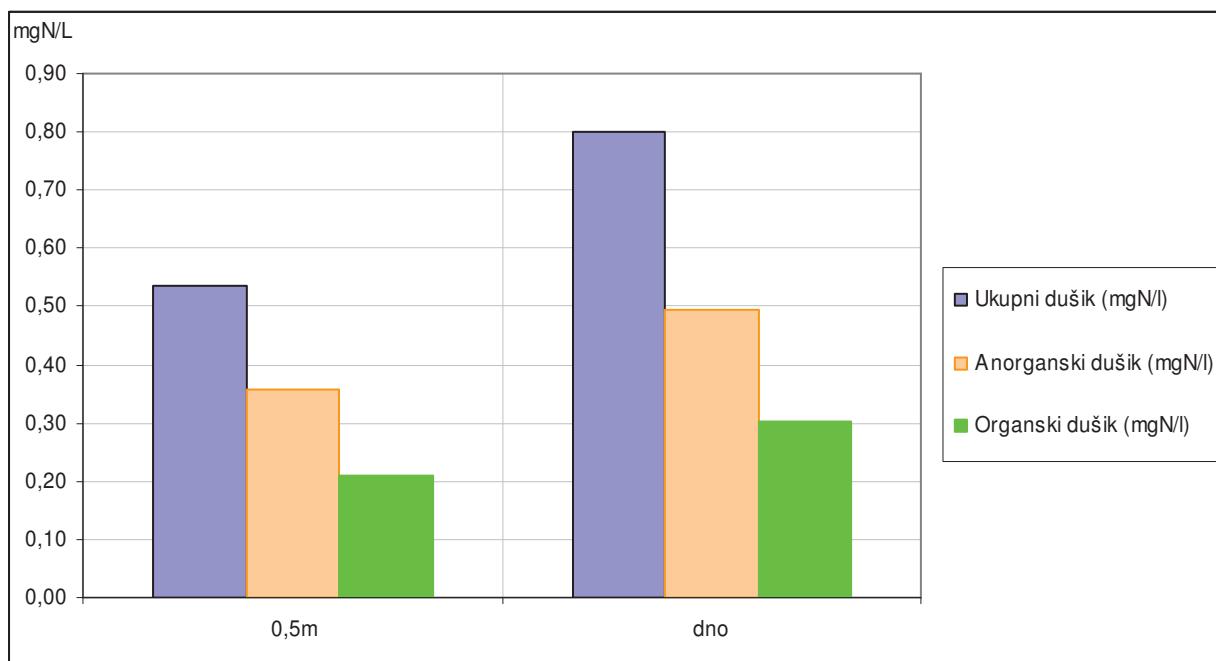
Hranjive tvari

Redukcijski uvjeti u pridnenom sloju akumulacije pogoduju oslobađanju amonija iz oksidiranih spojeva dušika. Na slikama br.15. je prikazan sezonski sadržaj amonija.

Za razliku od podzemnih voda gdje glavninu ukupnog sadržaja dušika sačinjava anorganski vezan dužik odnosno nitrat, na akumulaciji kao površinskoj vodi udio anorganskog i organskog dušika je približno podjednak, s nešto većim udjelom organski vezanog dušika. Vrijednosti ukupnog dušika su niže u odnosu na podzemene vode, jer se dio dušika troši u biološkoj produkciji.



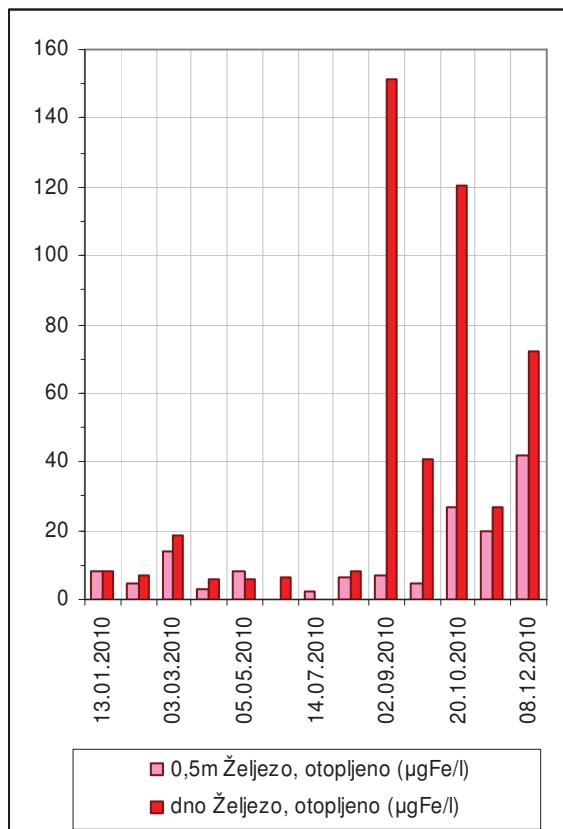
Slika br.15. Sezonska promjena sadržaja amonija na akumulaciji u 2010.g.



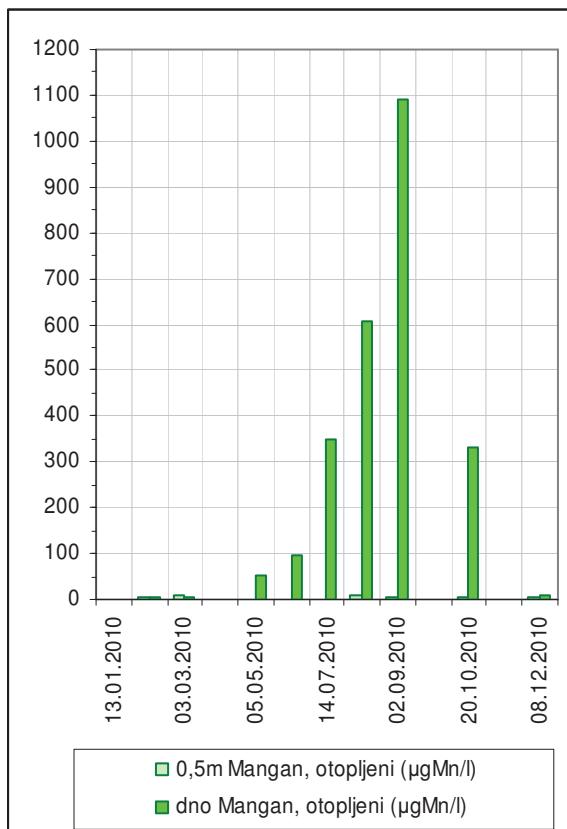
Slika br.16. Udio anorganskog i organskog dušika u sadržaju ukupnog na akumulaciji u 2010. godini

Metali

Zbog hipoksije i povremeno anoksije dolazi do remobilizacije željeza i mangana iz sedimenta. Ovi metali u svom otopljenom obliku predstavljaju zahtjev za tehnološko odstranjivanje prije korištenja u vodoopskrbnom sustavu. Na slikama br.17. i 18. prikazana je promjena sadržaja željeza i mangana tokom godine na tri profila ispitivanja.



Sl.br.17. Promjena željeza u 2010.g.



Sl.br.18. Promjena mangana u 2010.g.

Organiski spojevi

Sadržaj ispitivanih organskih spojeva je nizak i uglavnom ispod granica detekcije ispitnih metoda (ukupni fenoli, ukupne masnoće i mineralna ulja, lakohlapivi klorirani ugljikovodici, poliaromatski ugljikovodici, organoklorini pesticidi, anionski detergenti i poliklorirani bifenili).

Mikrobiološki pokazatelji

Broj bakterija prisutnih u vodi je relativno nizak, ali je dezinfekcija vode prije korištenja nužna. U ljetnom periodu vjerojatno dolazi i do utjecaja mulja, jer je najlošija bakteriološka slika na mjestu crpljenja vode za preradu.

3 OCJENA KAKVOĆE VODA

3.1 Ocjena prema Prvilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće

Kako se ispitivane vode koriste ili postoji mogućnost korištenja u vodoopskrbi, ocijenjene su prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08).

Ocjena prirodnog resursa vode prema navedenom Pravilniku, ukazuje na one tvari koje premašuju maksimalno dozvoljene koncentracije i koje je potrebno ukloniti ili dovesti odgovarajućim tehnološkim postupkom na vrijednosti koje su ispod propisanih maksimalno dozvoljenih koncentracija pojedinih tvari. U tablici br.5. označeni su pokazatelji koji premašuju MDK na pojedinim mjernim postajama.

Tablica br.5. Ocjena prirodnih resursa vode prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće – parametri s izmjerenim vrijednostima iznad MDK u monitoringu 2010.godine

Parametar	Prirodni resurs vode
Temperatura vode / °C	Akumulacija Butoniga: 0,5m ispod površine
Mutnoća / ukupne suspendirane tvari NTU / (mg/L)	Izvori: Bulaž, Sv.Ivan, Gradole, Rakonek, Kokoti, Mutvica Bunari: Valdragon 5, Rizzi, Campanož (vjerojatno zbog pokretanja pumpi) Akumulacija Butoniga: mjesto usisa za preradu vode, 1m od dna
Nitrati / (mg/L N)	Bunari: Campanož, Škatari
Željezo / (µg/L)	Izvori: otopljeno željezo ispod MDK Bunari: Campanož, Rizzi, Valdragon 5, Škatari Akumulacija Butoniga: mjesto usisa za preradu vode, 1m od dna
Mangan / (µg/L)	Izvori: otopljeni mangan ispod MDK Bunari: - Akumulacija Butoniga: mjesto usisa za preradu vode, 1m od dna
Bakteriološki pokazatelji n/mL, n/100 mL	Svi prirodni resursi vode

4. ZAKLJUČAK

Na području Istarske županije za vodoopskrbu se koriste vode izvora, bunara i voda akumulacije Butoniga, koje koriste tri vodovoda – Istarski vodovod Buzet, vodovod Pula i Vodovod Labin.

Kvaliteta prirodnih resursa vode ispituje se niz godina prema ugovorenim programima s Istarskom županijom i Hrvatskim vodama, a rezultati ispitivanja objedinjuju s ciljem boljeg sagledavanja stanja voda i mogućnostima korištenja u sustavu javne vodoopskrbe na području županije.

Ocjena na osnovu Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće i prekoračenja maksimalno dozvoljenih koncentracija za parametare:

- mutnoća i sadržaj ukupnih suspendiranih tvari – svi izvori i akumulacija Butoniga, malo povećanje mutnoće na bunarima zbog pokretanja pumpi, brza stabilizacija
- amonij – akumulacija Butoniga pridneni sloj
- Nitrati – bunari Campanož Škatari, trend porasta osim na bunaru Peroj
- Željezo i mangan – akumulacija Butoniga pridneni sloj i mjesto usisa za preradu vode, bunari Valdragon 5, Campanož, Rizzi i Škatari
- mikrobiološki pokazatelji – svi prirodni resursi vode

Sadašnji postupci prerade vode na prirodnim resursima omogućavaju distribuciju zdravstveno ispravne vode u javnom vodoopskrbnom sustavu Istarske županije.

5. TABLICE SA STATISTIČKOM OBRADOM



Slika br. 19. Mjesto uzorkovanja na akumulaciji Butoniga

Triklormetan (kloroform) (µg/l)	12	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Tetraklormetan (tetraklorougljik) (µg/l)	12	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Trikloretilen (µg/l)	12	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Tetrakloretilen (µg/l)	12	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-dikloretan (µg/l)	12	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH (µg/l)	4	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	11	3,93	1,38	2,48	0,66	1,94	2,38	3,25
Ioni								
Kalcij (mg/l)	12	85,5	58,8	73,2	7,5	60,6	74,9	78
Magnezij (mg/l)	12	11,20	8,20	9,03	0,81	8,31	8,87	9,62
Natrij (mg/l)	12	6,44	4,19	5,17	0,83	4,26	4,92	6,21
Kalij (mg/l)	12	2,48	1,47	1,77	0,32	1,49	1,70	2,25
Fluoridi (µg/l)	12	145	84	100,5	18,6	85	93,5	120,3
Kloridi (mg/l)	12	7,5	5,3	6,7	0,6	6	6,9	7,4
Sulfati (mg/l)	12	25,3	18	21,9	2,4	19,2	22,7	24,5
Silikati, otopljeni (mgSiO ₂ /l)	2	4	3,8	3,9	0,1	3,8	3,9	4
Temperatura zraka (°C)	12	27	4	13,6	7,1	4,2	14	22,6
Vodostaj (cm)	12	4027	1326	1677,2	782,8	1355	1469	1554

Tetrakloretilen (µg/l)	12	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-dikloretan (µg/l)	12	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH (µg/l)	4	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	12	2,73	0,72	1,52	0,63	0,72	1,62	2,11
Ioni								
Kalcij (mg/l)	12	126,1	111,8	117,4	3,29	115,8	116,8	118,9
Magnezij (mg/l)	12	3,97	2,06	2,85	0,57	2,16	2,79	3,53
Natrij (mg/l)	12	27,50	5,88	12,19	6,34	6,05	10,70	18,10
Kalij (mg/l)	12	2,46	0,71	1,36	0,52	0,79	1,28	1,81
Fluoridi (µg/l)	2	130	118	124	8,5	119,2	124	128,8
Kloridi (mg/l)	12	40,3	9,14	20,4	10,4	10,3	18,3	36
Sulfati (mg/l)	12	19,6	12,1	16,9	2,03	15,5	17,2	18,9
Silikati, otopljeni (mgSiO ₂ /l)	1	3,18	3,18	3,18	0	3,18	3,18	50
Temperatura zraka (°C)	12	22,8	2	14	7,9	2,2	15,7	22,2
Vodostaj (cm)	12	119	72	100	14	80	104	111

Trikloretilen ($\mu\text{g/l}$)	12	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Tetrakloretilen ($\mu\text{g/l}$)	12	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-dikloretan ($\mu\text{g/l}$)	12	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH ($\mu\text{g/l}$)	4	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	12	2,82	0,2	1,28	0,8	0,45	1,21	2,05
Ioni								
Kalcij (mg/l)	12	48,8	42	45,2	2,17	42,7	44,9	48,3
Magnezij (mg/l)	12	1,39	0,67	1,09	0,17	0,96	1,11	1,20
Natrij (mg/l)	12	4,37	2,15	3,09	0,66	2,35	3,08	3,79
Kalij (mg/l)	12	0,30	0,10	0,12	0,06	0,10	0,10	0,13
Fluoridi ($\mu\text{g/l}$)	2	98	106	102	5,7	98,8	102	105,2
Kloridi (mg/l)	12	6,9	5,9	6,4	0,4	6	6,5	6,8
Sulfati (mg/l)	12	9,4	8,4	8,9	0,4	8,4	8,9	9,3
Silikati, otopljeni (mgSiO_2/l)	2	2,13	1,6	1,87	0,37	1,65	1,87	2,08
Temperatura zraka (°C)	12	28,6	0,8	14,8	9,1	1,5	14,5	25,7
Vodostaj (cm)	12	16,1	3,3	7,9	3,8	3,7	7,7	12,4

Tetraklormetan (tetraklorugljik) (µg/l)	12	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Trikloretilen (µg/l)	12	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Tetrakloretilen (µg/l)	12	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-diklorethan (µg/l)	12	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH (µg/l)	4	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	12	2,15	0,1	0,97	0,61	0,23	1,07	1,58
Ioni								
Kalcij (mg/l)	12	61,8	57,6	59,5	1,23	57,9	59,6	61,1
Magnezij (mg/l)	12	1,77	0,70	1,33	0,26	1,12	1,32	1,58
Natrij (mg/l)	12	7,38	3,95	5,45	1,11	4,03	5,43	6,84
Kalij (mg/l)	12	0,40	0,10	0,14	0,09	0,10	0,10	0,19
Fluoridi (µg/l)	2	109	106	107,5	2,1	106,3	107,5	108,7
Kloridi (mg/l)	12	12,5	9,4	10,8	1,2	9,6	10,6	12,4
Sulfati (mg/l)	12	10,6	8,4	9,3	0,7	8,4	9,2	10,1
Silikati, otopljeni (mgSiO ₂ /l)	1	2,6	2,65	2,63	0,04	2,61	2,63	2,65
Temperatura zraka (°C)	12	28,2	0,6	15	9	2	15	25,7
Vodostaj (cm)	12	98	11	27,8	23,5	11,4	23	30

Tetraklormetan (tetraklorugljik) (µg/l)	8	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Trikloretilen (µg/l)	8	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Tetrakloretilen (µg/l)	8	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-diklorethan (µg/l)	8	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH (µg/l)	8	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	8	3,33	0,59	1,76	0,9	0,65	1,75	2,58
Ioni								
Kalcij (mg/l)	9	188,2	151,7	173,1	11,2	160,9	173,8	186,8
Magnezij (mg/l)	9	6,98	4,70	5,98	0,63	5,35	6,01	6,53
Natrij (mg/l)	9	30,80	20,70	25,20	3,46	21,10	25,60	28,88
Kalij (mg/l)	9	0,80	0,10	0,30	0,22	0,14	0,20	0,54
Fluoridi (µg/l)	2	134	115	124,5	13,4	116,9	124,5	132,1
Kloridi (mg/l)	9	69	53,4	59,8	5,4	53,6	58,6	66,6
Sulfati (mg/l)	9	37,7	27,6	33,6	3,1	30,6	33,6	37,2
Silikati, otopljeni (mgSiO ₂ /l)	9	8,6	6,0	6,8	1,0	6,1	6,3	8,1
Temperatura zraka (°C)	9	26,6	-3,0	14,3	9,2	5,8	14,0	24,2
Vodostaj (cm)	9	2500	1846	2125	232	1878	2118	2367

Trikloretilen ($\mu\text{g/l}$)	8	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Tetrakloretilen ($\mu\text{g/l}$)	8	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-dikloretan ($\mu\text{g/l}$)	8	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH ($\mu\text{g/l}$)	8	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	8	3,03	0,74	1,74	0,92	0,96	1,29	2,99
Ioni								
Kalcij (mg/l)	8	163,4	147,2	155,6	6,0	147,7	156,3	161,2
Magnezij (mg/l)	8	7,90	6,96	7,51	0,34	7,11	7,57	7,87
Natrij (mg/l)	8	31,10	21,10	25,79	3,74	21,31	26,80	29,70
Kalij (mg/l)	8	6,13	3,21	4,55	0,95	3,63	4,39	5,78
Fluoridi ($\mu\text{g/l}$)	2	143	132	137,5	7,9	133,1	137,5	141,9
Kloridi (mg/l)	8	60,3	53,2	56,4	2	54,7	56,2	58,1
Sulfati (mg/l)	8	18,4	16,3	17,2	0,8	16,4	17,1	18,2
Silikati, otopljeni (mgSiO ₂ /l)	8	8,8	5,7	7,0	1,2	5,7	6,7	8,5
								50
Temperatura zraka (°C)	8	24,3	-3,5	14,3	9,5	4,6	16,1	23,7
Vodostaj (cm)	8	2247	1191	1893	345	1582	1886	2242

Trikloretilen ($\mu\text{g/l}$)	13	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Tetrakloretilen ($\mu\text{g/l}$)	13	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-dikloretan ($\mu\text{g/l}$)	13	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH ($\mu\text{g/l}$)	7	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	13	2,9	0,64	1,77	0,76	0,79	1,7	2,9
Ioni								
Kalcij (mg/l)	13	164,6	147,4	155,3	5,6	149,4	154,1	164,2
Magnezij (mg/l)	13	5,70	1,10	4,08	1,45	1,95	4,76	5,38
Natrij (mg/l)	13	19,70	10,80	15,22	2,79	11,32	15,70	17,50
Kalij (mg/l)	13	1,03	0,10	0,31	0,27	0,10	0,20	0,56
Fluoridi ($\mu\text{g/l}$)	1	143	134	138,5	6,4	134,9	138,5	142,1
Kloridi (mg/l)	13	40,9	24,7	30,6	5,1	26,3	28,1	37,6
Sulfati (mg/l)	13	23,5	13,9	18,2	3,2	15	17,2	22,7
Silikati, otopljeni (mgSiO ₂ /l)	6	8,3	4,7	6,7	1,2	5,5	5,6	7,9
Temperatura zraka (°C)	13	26,5	0,5	13,6	7,7	3,2	14,5	23,2
Vodostaj (cm)	13	1797	997	1269	264	1043	1149	1630

Trikloretilen ($\mu\text{g/l}$)	8	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Tetrakloretilen ($\mu\text{g/l}$)	8	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-dikloretan ($\mu\text{g/l}$)	8	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH ($\mu\text{g/l}$)	8	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	8	2,31	0,77	1,6	0,51	1	1,72	2,15
Ioni								
Kalcij (mg/l)	9	160,9	139,0	149,2	5,7	142,8	148,8	156,2
Magnezij (mg/l)	9	9,60	5,64	7,81	1,17	6,27	7,85	9,03
Natrij (mg/l)	9	43,50	25,70	33,24	4,67	27,66	32,80	38,22
Kalij (mg/l)	9	0,84	0,20	0,44	0,20	0,22	0,40	0,65
Fluoridi ($\mu\text{g/l}$)	2	145	142	143,5	2,12	142,3	143,5	144,7
Kloridi (mg/l)	9	75,0	55,1	63,0	6,9	55,3	61,4	72,4
Sulfati (mg/l)	9	28,5	17,3	21,3	3,2	17,8	20,9	24,5
Silikati, otopljeni (mgSiO_2/l)	6	9,10	6,03	8,16	1,09	7,11	8,45	8,93
Temperatura zraka (°C)	9	26,5	-4,2	13,1	8,3	3,6	13,2	23,2
Vodostaj (cm)	9	1360	380	950,7	300	494	985	1234

Tetrakloretilen (µg/l)	2	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-dikloretan (µg/l)	2	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH (µg/l)	2	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	2	3,1	1,38	2,24	1,22	1,55	2,24	2,93
Ioni								
Kalcij (mg/l)	2	152	137,5	144,8	10,25	138,95	144,75	150,55
Magnezij (mg/l)	2	6,69	5,08	5,89	1,14	5,24	5,89	6,53
Natrij (mg/l)	2	14	10	12	2,83	10,4	12	13,6
Kalij (mg/l)	2	0,13	0,1	0,12	0,02	0,1	0,12	0,13
Fluoridi (µg/l)	2	59	45	52	9,9	46,4	52	57,6
Kloridi (mg/l)	2	38	30,1	34,1	5,59	30,9	34,1	37,2
Sulfati (mg/l)	2	30	23,6	26,8	4,53	24,2	26,8	29,4
Silikati, otopljeni (mgSiO ₂ /l)	2	6,74	6,27	6,51	0,33	6,32	6,51	6,69
Temperatura zraka (°C)	2	21,8	13,8	17,8	5,66	14,6	17,8	21
Vodostaj (cm)	2	1590	1000					

Trikloretilen ($\mu\text{g/l}$)	2	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Tetrakloretilen ($\mu\text{g/l}$)	2	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-dikloretan ($\mu\text{g/l}$)	2	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH ($\mu\text{g/l}$)	2	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	2	3,07	2,95	3,01	0,08	2,96	3,01	3,06
Ioni								
Kalcij (mg/l)	2	170,6	157,3	163,95	9,4	158,63	163,95	169,27
Magnezij (mg/l)	2	15,2	11,8	13,5	2,4	12,14	13,5	14,86
Natrij (mg/l)	2	21,2	15,1	18,15	4,31	15,71	18,15	20,59
Kalij (mg/l)	2	1,59	0,81	1,2	0,55	0,89	1,2	1,51
Fluoridi ($\mu\text{g/l}$)	2	63	56	59,5	4,95	56,7	59,5	62,3
Kloridi (mg/l)	2	118,1	34,6	76,35	59,04	42,95	76,35	109,75
Sulfati (mg/l)	2	37,9	18,2	28,05	13,93	20,17	28,05	35,93
Silikati, otopljeni (mgSiO ₂ /l)	2	6,03	5,44	5,74	0,42	5,55	5,74	5,97
Temperatura zraka (°C)	2	22,8	19,5	21,2	2,3	19,8	21,2	22,5
Vodostaj (cm)	2	2611	310					

Trikloretilen ($\mu\text{g/l}$)	2	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Tetrakloretilen ($\mu\text{g/l}$)	2	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-dikloretan ($\mu\text{g/l}$)	2	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH ($\mu\text{g/l}$)	2	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	2	2,18	1,04	1,61	0,81	1,15	1,61	2,07
Ioni								
Kalcij (mg/l)	2	136	131,3	133,65	3,32	131,77	133,65	153,53
Magnezij (mg/l)	2	8,00	7,23	7,62	0,54	7,31	7,62	7,92
Natrij (mg/l)	2	7,59	6,60	7,10	0,70	6,70	7,10	7,49
Kalij (mg/l)	2	0,19	0,12	0,16	0,05	0,13	0,16	0,18
Fluoridi ($\mu\text{g/l}$)	2	63	50	56,5	9,19	51,3	56,5	61,7
Kloridi (mg/l)	2	18,1	16,1	17,1	1,41	16,3	17,1	17,9
Sulfati (mg/l)	2	12	10,4	11,2	1,13	10,56	11,2	11,84
Silikati, otopljeni (mgSiO ₂ /l)	2	5,67	4,14	4,91	1,08	4,29	4,91	5,52
Temperatura zraka (°C)	2	22,8	16,5	19,65	4,45	17,13	19,65	22,17
Vodostaj (cm)	2	310	70					

Trikloretilen ($\mu\text{g/l}$)	2	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Tetrakloretilen ($\mu\text{g/l}$)	2	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-dikloretan ($\mu\text{g/l}$)	2	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH ($\mu\text{g/l}$)	2	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	2	1,88	0,37	1,13	1,07	0,52	1,13	1,73
Ioni								
Kalcij (mg/l)	2	161,9	157,2	159,6	3,32	157,7	159,6	161,4
Magnezij (mg/l)	2	7,17	6,55	6,86	0,44	6,61	6,86	7,11
Natrij (mg/l)	2	15,60	14,30	14,95	0,92	14,43	14,95	14,57
Kalij (mg/l)	2	1,95	1,68	1,82	0,19	1,71	1,82	1,92
Fluoridi ($\mu\text{g/l}$)	2	52	43	47,5	6,36	43,9	47,5	51,1
Kloridi (mg/l)	2	33,1	31,2	32,2	1,34	31,4	32,2	32,9
Sulfati (mg/l)	2	28,1	26,2	27,2	1,34	26,4	27,2	27,9
Silikati, otopljeni (mgSiO ₂ /l)	2	8,04	7,45	7,75	0,42	7,51	7,75	7,98
Temperatura zraka (°C)	2	25	23,2	24,1	1,3	23,4	24,1	24,8
Vodostaj (cm)	2	560	370					

Trikloretilen ($\mu\text{g/l}$)	2	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
Tetrakloretilen ($\mu\text{g/l}$)	2	<0,3	<0,3	<0,3	0	<0,3	<0,3	<0,3
1,2-dikloretan ($\mu\text{g/l}$)	2	<2	<2	<2	0	<2	<2	<2
PAH ($\mu\text{g/l}$)	2	<0,1	<0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1	<0,1
TOC (mg/l)	2	2,82	1,47	2,15	0,96	1,61	2,15	2,69
Ioni								
Kalcij (mg/l)	2	218,8	173,1	196,0	32,3	117,7	196,0	214,2
Magnezij (mg/l)	2	5,37	3,59	4,48	1,26	3,77	4,48	5,19
Natrij (mg/l)	2	24,80	19,60	22,20	3,68	20,10	22,20	24,30
Kalij (mg/l)	2	5,25	4,73	4,99	0,37	4,78	4,99	5,20
Fluoridi ($\mu\text{g/l}$)	2	50	45	47,5	3,5	45,5	47,5	49,5
Kloridi (mg/l)	2	44,4	42,1	43,3	1,6	42,3	43,3	44,2
Sulfati (mg/l)	2	40,6	29,8	35,2	7,6	30,9	35,2	39,5
Silikati, otopljeni (mgSiO ₂ /l)	2	8	7,1	7,6	0,7	7,2	7,6	7,9
Temperatura zraka (°C)	2	21,6	14,0	17,8	5,4	14,8	17,8	20,8
Vodostaj (cm)	2	2700	2238					