

Zavod za javno zdravstvo Istarske županije

Služba za zdravstvenu ekologiju

Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša

KAKVOĆA

PRIRODNIH RESURSA VODA

UKLJUČENIH U VODOOPSKRBU

U

ISTARSKOJ ŽUPANIJI

U

2005. godini

PULA, travanj 2006.

Naručioc Programa: Istarska županija

KAKVOĆA
PRIRODNIH RESURSA VODA
UKLJUČENIH U VODOOPSKRBU
U
ISTARSKOJ ŽUPANIJI
U
2005. GODINI

Izradio: ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
ISTARSKE ŽUPANIJE
Služba za zdravstvenu ekologiju
Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša

Sonja Diković, dipl. ing. kem. tehn.
Željko Stipić, dipl. ing. kem. tehn.

Pula, travanj 2006.

SADRŽAJ

	STRANA
UVOD	1
1. Predmet ispitivanja	1
1.1. Mjerne postaje i učestalost ispitivanja	2
1.2. Obim ispitivanja.....	4
1.3. Metode ispitivanja	4
1.4. Ocjena kakvoće voda	7
2. Rezultati ispitivanja	9
2.1. Izvori	9
2.2. Bunari	43
2.3. Akumulacija Butoniga	77
2.4. Opasne tvari u vodama	87
Zaključak	88

UVOD

U 2005.godini nastavljen je program praćenja kakvoće sirovih voda, koje se koriste za vodoopskrbu. Kako u ovom programu nisu obuhvaćeni svi izvori koji se koriste u vodoopskrbnom sustavu, elaborat je nadopunjen podacima iz nacionalnog monitoringa Hrvatskih voda.

Iako se za potrebe vodoopskrbnog sustava sve vode prerađuju, cilj programa je kontinuirano i dugoročno praćenje kakvoće voda u prirodnom obliku, kako bi se mogli pratiti trendovi promjena i imati osnovu za plansku zaštitu voda od onečišćenja.

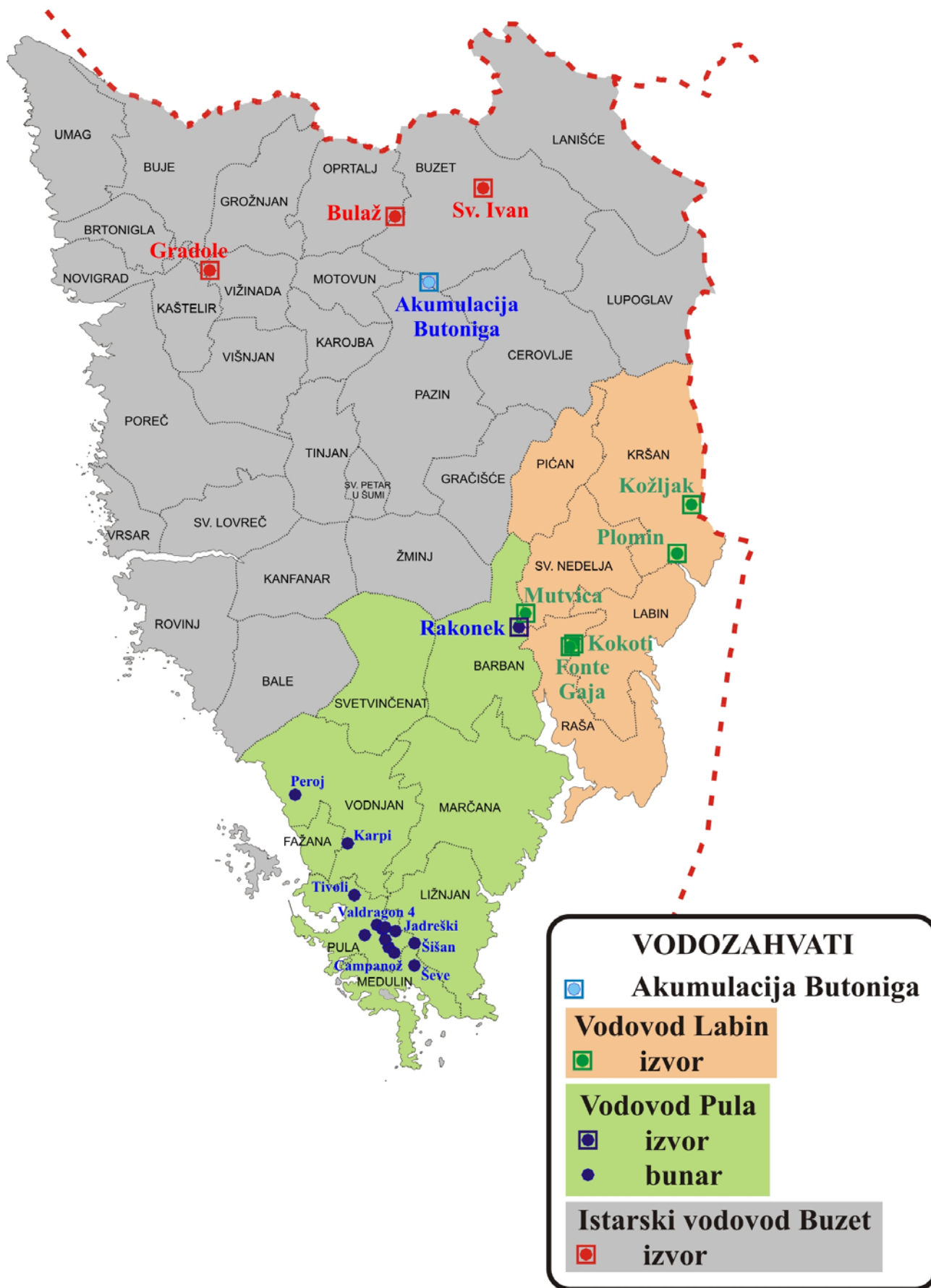
Stanje kakvoće voda u prirodi također je osnova i svakog planskog korištenja voda, jer o kakvoći prirodne vode ovisi mogućnost njenog korištenja. Mogućnost korištenja vode ovisi i o kriterijima za vodu za određenu namjenu, koji zajedno sa kakvoćom prirodne vode predstavljaju temelj procjene odgovarajuće prerade potrebne da voda udovolji standardima za određenu upotrebu, ali i nužnosti odgovarajućeg pročišćavanja otpadnih voda prije ispuštanja u okoliš sa svrhom zaštite prirodnih resursa vode.

Kakvoća prerađenih voda u vodoopskrbi predmet je zasebnog elaborata.

1. Predmet ispitivanja

1.1. Mjerne postaje i učestalost ispitivanja

Mjerne postaje – vodozahvati (izvori, bunari i akumulacija) prikazani su na slici br.1., a učestalost uzorkovanja u tablici br.1.



Slika br.1. Prikaz vodozahvata u Istarskoj županiji

Tablica br.1. Učestalost ispitivanja

IZVORI, BUNARI I AKUMULACIJA UKLJUČENI U VODOOPSKRBU (ili postoji mogućnost uključivanja u vodoopskrbu)	UČESTALOST ISPITIVANJA
Sveti Ivan Gradole Bulaž Rakonek Fonte Gaja Kokoti Plomin Kožljak Mutvica	12 x – program Hrvatske vode 12 x – program Hrvatske vode 12 x – program Hrvatske vode 12 x – program Hrvatske vode 12 x 12 x – program Hrvatske vode 12 x 12 x 6 x – program Hrvatske vode
BUNARI *	
Valdragon 3 Valdragon 4 Valdragon 5 Šišan Ševe Jadreški Tivoli Campanož Peroj Škatari Karpi Rizzi Lokvere	4-12 x 4-12 x 4-12 x 4 x 4-12 x 4 x 6 x – program Hrvatske vode 2 x 2 x 2 x 2 x 2 x 2 x
AKUMULACIJA BUTONIGA	
Na dubini 0,5 m od površine Mjesto usisa za vodoopskrbu (ovisno o upotrebi) pridneni sloj	12 x – program Hrvatske vode 12 x 12 x – program Hrvatske vode

* Bunari pulskog područja imaju različitu i nepredvidivu učestalost uzorkovanja, koja ovisi o tome da li su uključeni u vodoopskrbu ili ne i o mogućnostima uzorkovanja kad su izvan upotrebe, a specifični su za svaki pojedini bunar.

1.2. Obim ispitivanja

Ispitivani pokazatelji kakvoće vode (u županijskom programu):

- organoleptička svojstva vode,
- temperatura, pH, alikalitet (karbonatni, hidrokarbonatni, hidroksidni), tvrdoća (kalcijeva, magnezijeva, karbonatna, nekarbonatna), elektrovodljivost, mineralizacija, suspendirane tvari,
- otopljeni kisik i zasićenje kisika, KPK-permanganat, BPK₅,
- dušikovi i fosforni spojevi,
- anionski detergentski, cijanidi, fenoli,
- ukupne masnoće i mineralna ulja, lakohlapivi organski ugljikovodici, organoklorni pesticidi i poliklorirani bifenili, policiklički aromatski ugljikovodici
- teški metali
- i bakteriološki pokazatelji (ukupni koliformi, fekalni koliformi, fekalni streptokoki, broj bakterija na 37°C, sulfitoreducirajuće klostridije, prisutnost *Pseudomonas aeruginosa*).

1.3. Metode ispitivanja

Ispitivanja vode obavljana su standardiziranim metodama (APHA - Standard Methods 19th Ed., 1995., 20th Ed., 1998. i važeće ISO metode).

Preciznost metode je uzražena kao relativna standardna devijacija - RSD (%), a točnost kao srednja vrijednost iskorištenja \pm RSD (%).

Korištene analitičke metode prikazane su u tablici br.2.

Tablica br.2. Analitičke metode

Pokazatelj	Metoda	Granica detekcije	Točnost (izraženo kao sr.vr.is.±RSD-%)	Preciznost (izraženo kao RSD -%)
Fizikalno-kemijski pokazatelji				
Temperatura - °C	*St.Meth. 2550 B.			
pH	ISO 10253:1994.		99,7 ± 0,271	0,166
Boja – Pt/Co skala	St.Meth. 2120 B.			
Elektrovodljivost - μS/cm	ISO 7888:1985	1	96,0 ± 2,506	0,911
Mutnoća – mgSiO ₂ /L	turbidimetrijski	5	100,0 ± 4,562	2,154
Ot. ugljična kiselina – mg/L	St.Meth. 4500-CO ₂ C.			
Pokazatelji sadržaja kisika				
otopljeni kisik – mgO ₂ /L	ISO 5813:1983	0,05		
zasićenje kisikom -%	računski			
BPK ₅ . mgO ₂ /L	ISO 5815:1989	0,05	98,6 ± 8,171	5,370
KPK permanganat - mgO ₂ /L	metoda po Kubel Tiemann-u	0,05	115,9 ± 2,832	2,832
KPK bikromat - mgO ₂ /L	St.Meth. 5220 D.	1	102,1 ± 5,559	0,943
Pokazatelji mineralnih tvari				
Alkalitet - mgCaCO ₃ /L	ISO 9963-1:1994		96,6 ± 5,468	1,232
Kloridi – mg/L	HRN EN ISO 10304-1:1998	0,5	100,0 ± 2,334	0,411
Sulfati – mg/L	St.Meth. 400-SO ₄ E.	1	100,0 ± 2,090	0,190
	HRN EN ISO 10304-1:1998	0,5	100,0 ± 1,381	0,291
Tvrdoća – mgCaCO ₃ /L	St.Meth. 2340 C.		102,1 ± 3,356	0,751
suha tvar – mg/L	St.Meth. 2540 B.	0,001	99,1 ± 7,197	6,415
suspendirana tvar – mg/L	St.Meth. 2540 D.	0,001	93,9 ± 9,318	3,326
Pokazatelji hranjivih soli				
Amonijak – mgN/L	ISO 7150/1:1984.	0,005	100,0 ± 2,178	1,211
Nitriti – mgN/L	St.Meth. 44500-NO ₂ B.	0,005	100,0 ± 2,460	0,487
Nitriti – mgN/L	St.Meth. 4500-NO ₃ B.	0,010	100 ± 1,699	0,425
	HRN EN ISO 10304-1:1998	0,010	100 ± 2,851	0,818
N organski – mgN/L Ukp. Kjeldahl dušik-mgN/L	St.Meth. 4500-N _{org.} B.	0,005	99,5 ± 7,827	1,534
Specifične i nespecifične organske tvari				
Ortofosfati – mgP/L	St.Meth. 4500-P E.	0,005	100,0 ± 0,555	0,631
ukupni fosfor – mgP/L	digeriranje, daljnji postupak kao o-fosfati	0,005	99,3 ± 1,516	0,647
Fenoli - mg/L	St.Meth. 5530 C.	0,001	100,0 ± 3,609	
Cijanidi – μg/L	St.Meth. 4500-CN A.	1	100,0 ± 6,202	1,732
anionski detergentski – mg/L	ISO 7875-1	0,010	100,0 ± 1,507	1,031

org.klor.pesticidi i PCB - µg/L		GC-ECD, ekstrakcija i frakcioniranje (Train.Manual, IAEA-MEL, Monaco, 1995.)	0,0005		
Policiklički aromatski ugljikovodici		GC-FID, ekstrakcija i frakcioniranje, Journ. of Chrom., 284 (1984)	0,10		
ukupna i miner. ulja – mg/L		DIN 38409 H18	0,0010		
LHKU i THM µg/L	trikoretalen	GC-ECD, nakon ekstrakcije org. otapalom	0,10	87,9 ± 11,566	3,489
	tetrakloretilen		0,10	101,1 ± 11,776	4,178
	kloroform		0,10	89,6 ± 7,618	6,988
	bromoform		0,10	90,6 ± 13,422	6,389
Teški metali					
Bakar (Cu) - µg/L		ETAAS	1,0	96,1 ± 3,069	2,010
Cink (Zn) -µg/L		FAAS	5,0	100,0 ± 0,352	0,320
Kadmij (Cd) - µg/L		ETAAS	0,1	100,8 ± 3,644	1,260
Krom ukupni (Cr) - µg/L		ETAAS	1,0	97,8 ± 4,643	1,750
Nikal (Ni) - µg/L		ETAAS	1,0	100,0 ± 0,146	0,280
Olovo (Pb) - µg/L		ETAAS	1,0	101,3 ± 3,362	2,810
Živa (Hg) - µg/L		AAS –tehnika hladnih para	0,1	100,7 ± 4,463	2,280
Željezo (Fe) - µg/L		FAAS	1,0	100,1 ± 0,279	0,300
Mangan (Mn) - µg/L		FAAS	1,0	100,3 ± 0,247	0,230
Natrij (Na) – mg/L		HRN EN ISO 14911:2001	0,01	100,0 ± 1,844	0,301
Kalij (K) – mg/L		HRN EN ISO 14911:2001	0,01	100,0 ± 3,126	0,411
Kalcij (Ca) – mg/L		HRN EN ISO 14911:2001	0,01	100,0 ± 3,380	0,817
Magnezij (Mg) – mg/L		HRN EN ISO 14911:2001	0,01	100,0 ± 1,329	0,291
Mikrobiološki pokazatelji					
TC, FC – br./100 mL		HRN EN ISO 9308-1:2000			
FS – br./100 mL		HRN EN ISO 7899-1:2000			
aerobne mezofilne bakterije br./mL		HRN EN ISO 6222:2000			
Sulfitoreducirajuće klostridije		Interna metoda			
Pseudomonas aeruginosa		Interna metoda, kvalitativna			
TOC – mg/L		ISO 8245:1987, spaljivanje, IR detekcija	0,2		

*APHA Standard Methods 19th Edition, 1995. i 20th Ed., 1998.

1.4. Ocjena kakvoće voda

Prirodne vode ocjenjuju se na osnovu dva zakonska propisa:

- Uredba o klasifikaciji voda (NN 77/98)
- Uredba o opasnim tvarima u vodama (NN 78/98)

Obzirom da se ispitivane vode koriste za vodoopskrbu ili postoje kao rezerva za moguću upotrebu, ocjena je sprovedena i prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 182/04), s ciljem da se naznače oni pokazatelji koji ne udovoljavaju Pravilniku i zbog kojih je potrebna odgovarajuća prerada da bi se postigli standardi vode za piće.

Kriteriji ovih propisa su različiti i vrlo često dovode do zabune. Međutim, kriteriji se odnose na različite vrste voda (prirodne i većinom prerađene), a prvenstveno na različitu svrhu samih propisa.

Obje Uredbe odnose se na **zaštitu voda** u prirodi od onečišćenja, a Pravilnik se odnosi na **korištenje** voda za specifičnu namjenu.

Pravilnik ima kriterije u obliku maksimalno dozvoljenih koncentracija i ocjena je "odgovara" ili "ne odgovara", pri čemu su niže vrijednosti poželjne i preporučljive, ali ne i nužne sa stanovišta korištenja, sve dok je kakvoća vode ocjenjena kao odgovarajuća. U slučaju ocjene da voda ne odgovara standardu vode za piće, postupa se prema sanitarnim propisima, bilo putem preporuka, ograničenog ili potpunog prekida isporuke vode, privremeno ili trajno, ovisno o procjeni ugroženosti i rizika po zdravlje.

Uredbama se prirodne vode klasificiraju, odnosno ocjenjuju i razvrstavaju u vrste, pri čemu granične vrijednosti pojedinih pokazatelja ukazuju na izvore i uzročnike promjene kakvoće voda. Velik udio numeričkih vrijednosti kriterija pojedinih vrsta (npr. nitrati su svrstani u četiri vrste do MDK vrijednosti vode za piće), nalazi se u području "odgovara" vode za piće, jer se sa stanovišta zaštite voda, promjene i trendovi, prije svega pogoršanja kakvoće voda, moraju vidjeti i mora se imati određeno prostor-vrijeme za poduzimanje odgovarajućih mjera zaštite, a da se voda i dalje može koristiti za određenu namjenu. Prijelaz u područje ocjene "ne odgovara", znači da je voda za tu namjenu, privremeno ili trajno izgubljena. U tom slučaju je zaštita voda zakazala i sve mjere koje slijede su rješavanje onečišćenja / zagađenja koje je već nastupilo.

U zaštiti voda vrlo je važna kategorizacija voda. Prema Državnom planu za zaštitu voda (NN 8/99) sve podzemne vode koje se koriste ili planiraju koristiti za vodoopskrbu svrstane su u I kategoriju. Kategorija je planirana vrsta voda na osnovu planova za upravljanje vodama i provedaba mjera za zaštitu voda. Uredbom o klasifikaciji voda (u daljnjem tekstu Uredba) određuje se stvarna kakvoća voda na osnovu mjerenja. Iz godišnjih podataka mjerenja izračunava se mjerodavna vrijednost, koja se uspoređuje sa graničnim vrijednostima pokazatelja za pojedine vrste vode. Izračun mjerodavne vrijednosti ovisi o broju podataka (čl.8. Uredbe). Za broj podataka od 12 ili više, mjerodavna vrijednost se izračunava kao vrijednost 90%-tnog percentila (osim za biološke pokazatelje, otopljeni kisik i zasićenje kisika). Za broj podataka manji od 12, mjerodavna vrijednost se izračunava kao vrijednost medijana (uključujući biološke pokazatelje), dok se za otopljeni kisik i zasićenje kisika uzima kao mjerodavna vrijednost 10%-tni percentil, bez obzira na broj podataka.

Poželjno stanje kakvoće vode je da utvrđena vrsta odgovara kategoriji ili da je bolja.

Pokazatelji su svrstani prema skupinama, koje prema svojim kemijskim obilježjima obilježavaju uzročnike onečišćenja.

Treba istaknuti način tumačenja i tretiranja graničnih vrijednosti, koje su ispod granica detekcije standardnih analitičkih metoda. Pojedini pokazatelji (npr. živa, olovo) imaju u Uredbi definirano nekoliko vrsta ispod granica detekcije metoda. Službeni stav je da se granice detekcije "manje od" (<) uzimaju u statističkoj obradi kao numeričke vrijednosti, kojima se računaju mjerodavne vrijednosti i time određuju vrste voda. Kad su svi izmjereni podaci ispod vrijednosti granice detekcije metode, tada je to vidljivo u tablicama obrade, jer minimalna, maksimalna, srednja vrijednost i vrijednosti 10%, 50% i 90%-tnog percentila imaju istu vrijednost, a standardna devijacija je 0 (izražena na odabrani broj decimala).

Prilikom klasifikacije, ocjena nije sprovedena mehanički samo na osnovu numeričke mjerodavne vrijednosti dobivene navedenom statističkom obradom, nego su uzimane u obzir i definicije vrsta i činjenica da određeni pokazatelji nisu dokazani u mjerljivim koncentracijama korištenim metodama (tablica br.3.).

Vrste vode se prema Uredbi (čl.9.) označavaju odgovarajućim bojama: I vrsta plavom, II vrsta zelenom, III vrsta žutom, IV vrsta crvenom i V vrsta crnom bojom.

Tablica br.3. Pokazatelji kojima su sve izmjerene vrijednosti ispod granice detekcije metode u odnosu na granične vrijednosti vrsta

Pokazatelj	Granica detekcije	Izražavanje izmjerene vrijednosti < gr.det.	Granična vrijednost Vrste (Uredba)	Službena klasifikacija prema numeričkoj vrijednosti	Način prikazivanja u ovom elaboratu, kad su sve izmjerene vrijednosti < gr.det.
Kadmij (Cd)	0,1 µg/l	< 0,1 µg/l	I vrsta: < 0,1 µg/l II vrsta: 0,1 – 0,5 µg/l	II	Svi < 0,1 na plavoj podlozi koja označava I vrstu
Krom (Cr)	1,0 µg/l	< 1,0 µg/l	I vrsta: < 1µg/l II vrsta: 1 – 6 µg/l	II	Svi < 1,0 na plavoj podlozi koja označava I vrstu
Olovo (Pb)	1,0 µg/l	< 1,0 µg/l	I vrsta: < 0,1 µg/l II vrsta: 0,1 – 2,0 µg/l	II	Svi < 1,0 Na zelenoj podlozi koja označava II vrstu
Živa (Hg)	0,1 µg/l	< 0,1 µg/l	I vrsta: <0,005 µg/l II vrsta: 0,005-0,02 µg/l III vrsta: 0,02-0,1 µg/l IV vrsta: 0,1 – 1,00 µg/l	IV	Svi < 0,1 Na žutoj podlozi koja označava III vrstu
Fenoli uk.	1,0 µg/l	< 1,0 µg/l	I vrsta: < 1,0 µg/l II vrsta: 1,0 – 5,0 µg/l	II	Svi < 1,0 na plavoj podlozi koja označava I vrstu

2. REZULTATI ISPITIVANJA

2.1. IZVORI

U vodopskrbni sustav uključeni su izvori Sveti Ivan, Gradole, Rakonek, Fonte Gaja, Kokoti, Plomin, Kožljak, a postoji mogućnost uključivanja Mutvice i Bulaža.

2.1.1. Fizikalno kemijski pokazatelji

Fizikalno kemijski pokazatelji, prema kojima se određuje vrsta vode, su pH vrijednost i elektrovodljivost. Izvorske vode svrstane su u I-II vrste. U II vrstu svrstana je većina krških voda zbog svoje mineralizacije, koja se izražava posredno preko elektrovodljivosti (skr.ELV). Povremeni prijelaz iz I u II ili obrnuto posljedica je broja ispitivanih uzoraka, jer se vrijednost elektrovodljivosti većine voda nalazi na graničnoj vrijednosti između dvije vrste (od 450-550

$\mu\text{S/cm}$). Ne označava promjenu kemizma voda. Osim ova dva ispituje se još niz pokazatelja, koji pobliže definiraju mineraloški sastav vode, a prikazani su u tablicama obrade podataka. Pokazatelji su prirodnih osobina voda (tablica br.4.), osim sadržaja suspendiranih tvari koji označavaju utjecaj, bilo prirodan zbog hidroloških prilika ili antropogeni.

Tablica br.4. Klasifikacija prema fizikalno kemijskim pokazateljima (grupa A)

Pokazatelji grupe A	Gradole	Sv.Ivan	Bulaž	Rakonek	Mutvica	Fonte Gaja	Kokoti	Plomin	Kožljak
pH	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ELV	II	I	II	II	II	II	II	I	I

2.1.2. Režim kisika

Voda je na svim izvorima dobro zasićena kisikom, što je jednim dijelom rezultat dobre prozračenosti podzemnih vodonosnika, a drugim dijelom zbog mjernog mjesta uzorkovanja na preljevima izvora, gdje se uspostavlja ravnoteža sa vanjskim zrakom.

Prisustvo oksidabilnih tvari koje se mogu razgraditi bilo mikrobnom razgradnjom ili kemijskim oksidansima, izražene kao BPK_5 i KPK-Mn , nisko je i osobito za vode I vrste (tablica br.5.).

Tablica br.5. Klasifikacija izvora prema pokazateljima režima kisika

Pokazatelji grupe B	Gradole	Sv.Ivan	Bulaž	Rakonek	Mutvica	Fonte Gaja	Kokoti	Plomin	Kožljak
KPK-Mn	I	I	I	I	I	I	I	I	I
BPK_5	I	I	I	I	I	I	I	I	I
OCJENA	I	I	I	I	I	I	I	I	I

2.1.3. Hranjive tvari

Hranjive tvari predstavljaju spojevi dušika i fosfora. Do povećanja sadržaja nutrijenata u vodama dolazi prvenstveno zbog komunalnih otpadnih voda, otpada animalnog porijekla,

erozije obradivih površina, umjetnih gnojiva itd. Kako im i samo ime kaže, ovi spojevi služe biljkama (kao vodećim organizmima u kopnenim eko sustavima) u primarnoj produkciji organskih spojeva iz anorganskih putem fotosinteze. Prekomjerna produkcija organskih spojeva ili eutrofikacija, može biti vrlo izražena i krajnje je nepoželjna u površinskim vodama. Zbog nedostatka svjetla u podzemnim vodama ne obitavaju autotrofi (organizmi koji proizvode hranu), pa dolazi do akumulacije i pojava viših koncentracija nitrata u odnosu na površinske vode.

Obzirom da na kršu postoji vrlo aktivna interakcija između podzemnih i površinskih voda, poželjne su što niže koncentracije nitrata i uopće spojeva dušika i fosfora u svim vodama.

Klasifikacija voda prema pokazateljima hranjivih tvari prikazana je u tablici br.6.

Tablica br.6. Klasifikacija prema pokazateljima hranjivih soli

Pokazatelji grupe C	Gradole	Sv.Ivan	Bulaž	Rakonek	Mutvica	Fonte Gaja	Kokoti	Plomin	Kožljak
Amonij	I	I	I	I	I	I	I	I	I
nitriti	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Ukupni dušik	III	II	II	III	II	II	II	I	I
Ukupni fosfor	II	II	II	III	I	III	III	I	II
OCJENA	III	II	II	III	II	III	III	I	II

Prema sadržaju amonijačnog dušika i nitrata svi izvori spadaju u I vrstu voda.

Ukupan sadržaj dušika, koji predstavlja zbroj svih dušikovih spojeva ($N-NH_4 + NO_2 + NO_3 +$ organski dušik) svrstava vode izvora po područjima utjecaja u nekoliko vrsta: izvori na području Čićarije Kožljak i Plomin su I vrste (na Kožljaku je u 2005.godini došlo do malog pogoršanja, koje je rezultiralo mjerodavnom vrijednosti u II vrsti voda), izvori Bužeštine su II vrste, izvori u dolini Raše su II (Mutvica) do III vrste (Rakonek zbog sadržaja ukupnog dušika, a Kokoti i Fonte Gaja zbog sadržaja ukupnog fosfora), a izvor Gradole spada u III vrstu.

2.1.4. Mikrobiološki pokazatelji

Bakterije fekalnog porijekla gotovo stalno su prisutne u izvorskim vodama. Za vrijeme sušnih perioda sadržaj bakterija je nizak i osobit za vode I vrste. Prilikom hidroloških promjena, osobito na početku kišnih perioda, kakvoća vode se bakteriološki značajno pogoršava zbog velikih količina površinskih voda u podzemnom vodonosniku, koje donose velike količine suspendiranog materijala, pa dolazi do pojava mutnoća i pomaka od nekoliko vrsta prema lošijoj kakvoći voda.

Ukupni statistički rezultat mjerodavne vrijednosti na osnovu koje se određuje vrsta jako ovisi o broju uzoraka i hidrološkim uvjetima tokom godine.

Klasifikacija voda prema bakteriološkim pokazateljima prikazana je u tablici br.7.

Tablica br.7. Klasifikacija voda prema mikrobiološkim pokazateljima

Skupine pokazatelja	Gradole	Sv.Ivan	Bulaž	Rakonek	Mutvica	Fonte Gaja	Kokoti	Plomin	Kožljak
TC	II	II	II	II	I	II	II	I	I
FC	II	II	III	II	I	III	II	I	I
N/37°C	I	I	I	I	I	I	I	I	I
OCJENA	II	II	III	II	I	III	II	I	I

U klasifikaciju ne ulaze svi ispitivani bakteriološki pokazatelji, koji indiciraju prisustvo fekalnog onečišćenja. Grupa ukupnih koliformnih bakterija (TC) nije nužno fekalnog porijekla, fekalni koliformi (FC) jesu pokazatelji fekalnog onečišćenja, a broj aerobnih bakterija na 37°C indirektno ukazuju na prisustvo organske tvari koju mikroorganizmi koriste kao izvor energije, nije nužno fekalnog porijekla.

Sa sanitarnog stajališta, naglasak je na patogenim organizmima i grupama bakterija koje mogu ukazati na njihovo prisustvo. Osim navedenih grupa mikroorganizama ispituju se fekalni streptokoki (enterokoki od 2005.g. u vodi za piće), sulfitoreducirajuće klostridije i prisustvo *Pseudomonas aeruginosa*. U gotovo svim prirodnim vodama pojavljuju se povremeno sve ispitivane grupe bakterija, pri čemu su uvijek prisutne, u većoj ili manjoj

mjeri, bakterije fekalnog porijekla. Izuzetak su izvori Kožljak i Plomin, koji povremeno imaju kakvoću sirove vode koja odgovara strogim kriterijima vode za piće.

2.1.5. Metali

Termin teški metali odnosi se na metalne kemijske elemente koji imaju relativno visoku masu i gustoću, a toksični su u niskim koncentracijama. Prirodni su sastojci Zemljine kore, pa u vode dospijevaju prvenstveno kontaktom vode sa tlom i stijenama. Međutim, najveći problem povezan je sa ljudskim aktivnostima. Urbanizacija i industrijalizacija su najveći uzročnici povećanja teških metala u okolišu.

Do povećanja sadržaja teških metala u izvorskim vodama u pravilu dolazi u kišnim periodima, kad se na izvorima naglo poveća mutnoća zbog sadržaja mulja, odnosno suspendiranih čestica na kojima se akumuliraju metali i različite lipofilne tvari.

Kako se Uredba o klasifikaciji voda odnosi na ukupan sadržaj metala (otopljeni i neotopljeni - vezani za suspendirane čestice), njihov sadržaj višestruko poraste kad su izražene mutnoće voda zbog kiša. To se naročito odnosi na željezo i mangan, a u manjoj mjeri i na bakar, dok se ostali metali (cink, krom ukupni, olovo i nikal) pojave u niskim, ali mjerljivim koncentracijama osobitim za II vrstu voda. Kadmij i živa nisu dokazani u vodama izvora, bez obzira na količinu suspendiranih tvari. U uvjetima nekišnih prilika, vode izvora su bistre i sadržaj metala (osim stalno prisutnih niskih koncentracija željeza i u manjoj mjeri mangana) je većinom ispod granica detekcije korištenih metoda.

Osim argumenata koji pokazuju da se pikovi mutnoća i povećanih koncentracija metala poklapaju (v.elaborat za 2004.g.), u prilog ove tvrdnje govore i podaci da je sadržaj metala na prerađenim vodama, kojima se postupcima taloženja i filtracije uklanjaju suspendirane čestice, vrlo nizak i ispod granica detekcije metoda. Mutna voda je neprihvatljiva za piće zbog svojih organoleptičkih osobina, a predstavlja i rizik zbog mogućeg prisustva povišenih koncentracija metala i naročito bakterija.

Pojedini metali imaju granične vrijednosti vrsta na vrijednostima granica detekcije korištenih metoda, pa su svrstani u II vrstu i III vrstu, iako nisu dokazani u uzorku vode izvora (v.tab.br.3.).

Klasifikacija voda prema sadržaju metala prikazana je u tablici br.8.

Tablica br.8. Klasifikacija voda izvora prema sadržaju metala

Pokazatelji grupe F	Gradole	Sv.Ivan	Bulaž	Rakonek	Mutvica	Fonte Gaja	Kokoti	Plomin	Kožljak
Bakar	I	I	II	I	I	I	I	I	I
Cink	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Kadmij	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1
Krom	II	II	svi < 1,0	II	II	svi < 1,0	II	svi < 1,0	svi < 1,0
Nikal	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Olovo	svi < 1,0	II	svi < 1,0	svi < 1,0	svi < 1,0	svi < 1,0	svi < 1,0	svi < 1,0	svi < 1,0
Živa	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1	svi < 0,1

2.1.6. Organski spojevi

Organski spojevi koji se razmatraju u klasifikaciji su fenoli, mineralna ulja, PCB, pesticidi lindan i DDT. Na neki način, to su predstavnici grupa organskih spojeva, koji se u laboratorijskoj praksi detaljnije obrađuju. Klasifikacija voda prema organskim spojevima prikazana je u tablici br.9.

Kao i u slučaju metala, ocjena organskih spojeva odnosi se na svaki pojedinačni pokazatelj.

Tablica br.9. Klasifikacija voda prema sadržaju organskih spojeva

Pokazatelji grupe G	Gradole	Sv.Ivan	Bulaž	Rakonek	Mutvica	Fonte Gaja	Kokoti	Plomin	Kožljak
Miner. ulja	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Fenoli uk.	svi < 1,0	svi < 1,0	svi < 1,0	svi < 1,0	svi < 1,0	svi < 1,0	svi < 1,0	svi < 1,0	svi < 1,0
PCB	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Lindan	I	I	I	I	I	I	I	I	I
DDT	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Osim navedenih pokazatelja prema sanitarnim kriterijima ispituju se anionski detergentski, ukupne masnoće (ukupne hidrofobne tvari koje se mogu ekstrahirati jakih organskim otapalom, ne nužno mineralnog porijekla), policiklički aromatski ugljikovodici, ostali organoklorni pesticidi (α -HCB, β -HCB, δ -HCB, heptaklor, heptakloepoksid, endosulfan, aldrin, dieldrin, endrin, DDD i DDE homolozi) i lakohlapivi klorirani ugljikovodici (LHKU – kloroform, bromoform, trikloretilen, tetrakloretilen, za trihalometane – THM određuju se još dva dodatna spoja specifična za kloriranu vodu – diklorbrommetan i klordibrommetan).

U sirovim vodama izvora nisu dokazani poliaromatski ugljikovodici, kao ni lakohlapivi klorirani ugljikovodici, a pesticidi i anionski detergentski rijetko su prisutni i pojavljuju se u vrlo niskim koncentracijama osobitim za I vrstu voda. Odgovaraju sanitarnim standardima za vodu za piće.

Sadržaj mineralnih ulja, odnosno ugljikovodika mineralnog porijekla, pokazatelj je koji ima nižu dozvoljenu vrijednost u vodi za piće (10 $\mu\text{g/L}$) nego u vodi I vrste prema klasifikaciji (20 $\mu\text{g/L}$), pa su pojedine vode (v. tablice obrade podataka) svrstane u I vrstu, a ne udovoljavaju sanitarnim kriterijima. Više vrijednosti se općenito pojavljuju u dva slučaja: u periodima jakih kiša i vrlo velikih mutnoća na izvorima i u periodima izuzetno dugih suša, kad nivoi podzemnih voda imaju relativno ujednačen i stalan pad.

2.1.7. Kritični pokazatelji za vodoopskrbu

Pokazatelji koji su označeni kao kritični pokazatelji za vodoopskrbu su oni koji ukazuju na potrebu pročišćavanja voda, odnosno odgovarajuće obrade kojom se postiže udovoljavanje standardima kakvoće vode za piće. Istovremeno je njihovo postojanje pokazatelj da se vode u svom prirodnom stanju bez prethodne prerade **ne smiju** koristiti u sustavu vodoopskrbe.

Ocjenu "ne odgovara" prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće dobili su svi oni pokazatelji kod kojih je **bilo koja pojedinačna vrijednost** u toku ispitne godine premašila maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) Pravilnika.

Pokazatelji kakvoće vode na izvorima koji zahtijevaju odgovarajuću obradu su slijedeći:

- mutnoća, odnosno sadržaj suspendiranih tvari
- bakteriološki pokazatelji
- povremeno povećanje željeza i mangana kod pojava ekstremnih mutnoća
- povremeno povećanje mineralnih ulja kod pojava povećanih mutnoća

Na izvorima Sv.Ivan, Gradole i Rakonek koriste se postupci taloženja, filtracije i dezinfekcije. Procesima taloženja i filtracije vode uklanja se suspendirana tvar, a tim postupkom smanjuju se koncentracije svih metala (naročito željeza i mangana koji prelaze MDK) i lipofilnih tvari, među kojima i mineralna ulja, na vrijednosti koje udovoljavaju standardu vode za piće.

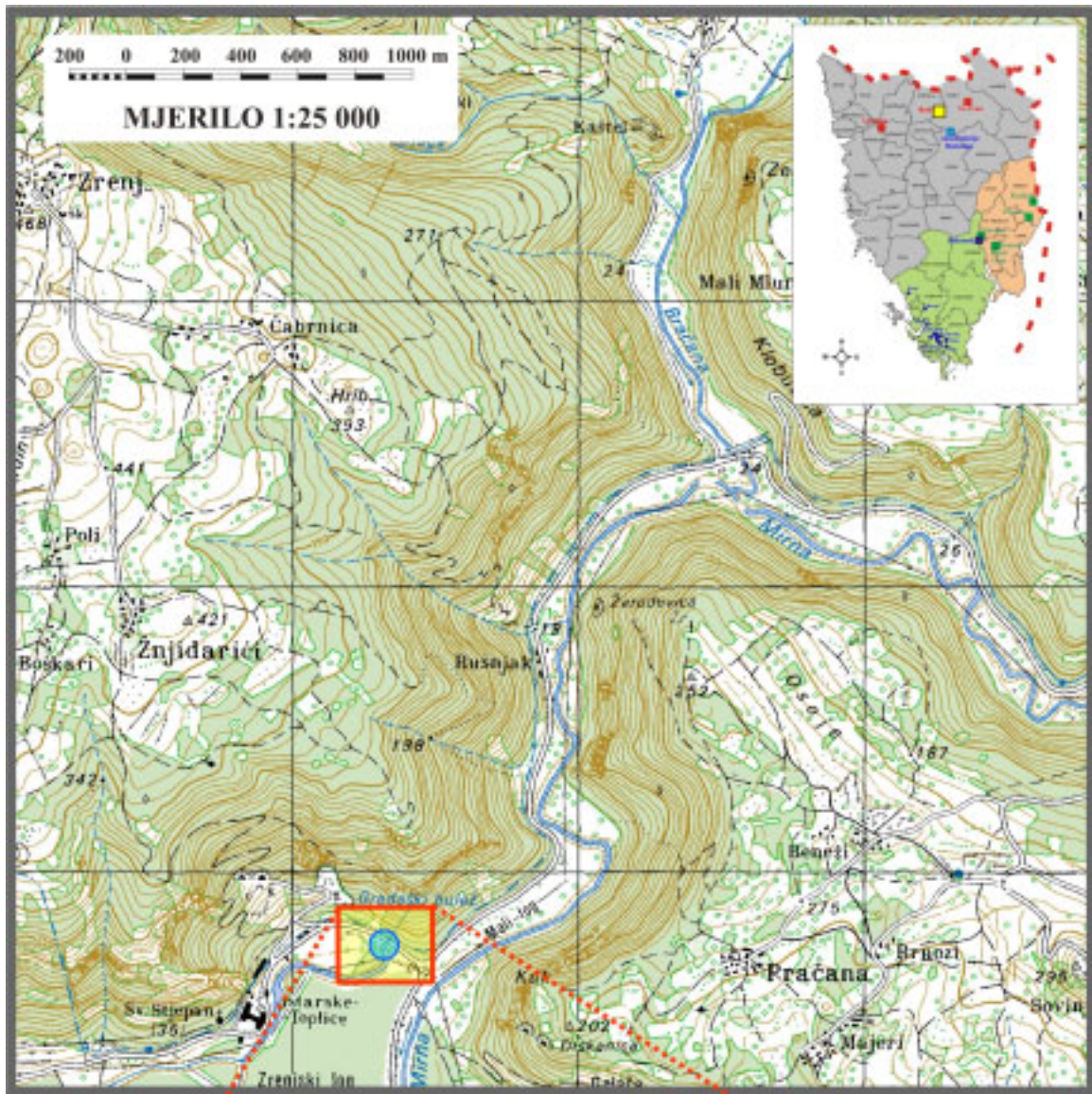
Na izvorima labinskog područja provodi se samo proces dezinfekcije. Kako bi se zaštitila vodoopskrba, uveden je sustav automatskih mjerača mutnoće. U slučaju povećanih mutnoća, određeni izvor se privremeno isključuje. Postoji mogućnost preusmjeravanja vode iz sva četiri izvora u sve dijelove mreže, a vodospremnici omogućavaju zalihe vode do tri dana, što omogućava veliku autonomiju sustava.

Procesom dezinfekcije omogućava se bakteriološki odgovarajuća kvaliteta vode za piće.

2.1.8. Statistička obrada podataka izvorskih voda, lokacije mjernih mjesta i trendovi promjena

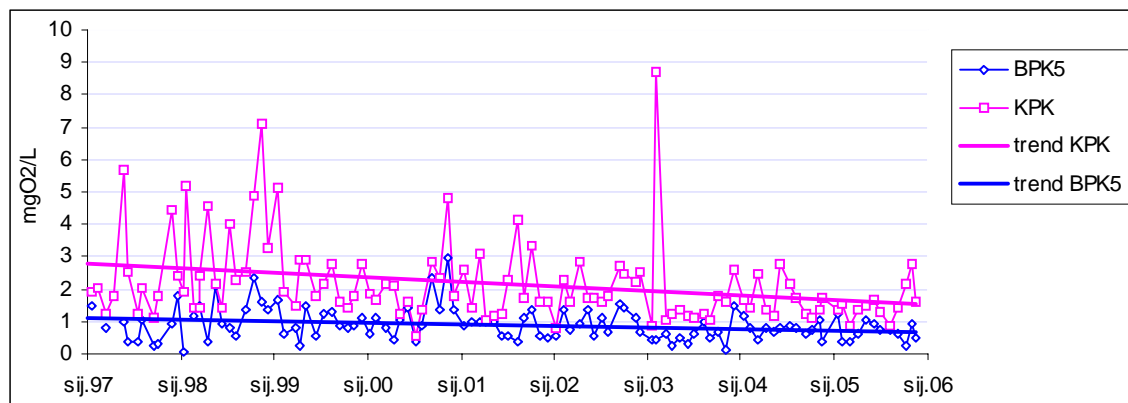
Rezultati statističke obrade podataka izvora prikazani su u tablicama br.10.-18. Uz tablicu obrade podataka za svaki pojedini izvor prikazana je detaljna lokacija izvora i trend promjena karakterističnih pokazatelja od 1997.-2005.zaključno. Kod prikaza trendova promjena uzeto je nekoliko karakterističnih pokazatelja:

- BPK₅ i KPK-Mn, kojima se općenito prikazuje stupanj onečišćenja, a mjera su prisutnih oksidabilnih tvari; putem mikrobiološke razdradnje (BPK₅) i kemijskim putem pomoću kalijeva permanganata kao oksidansa (KPK-Mn)
- hranjive tvari, kod kojih je proteklih godina ispitivanja opažena najveća promjena (prikazani su nitrati i organski vezan dušik, koji gotovo u cijelosti zastupaju ukupni dušik te ukupni fosfor).

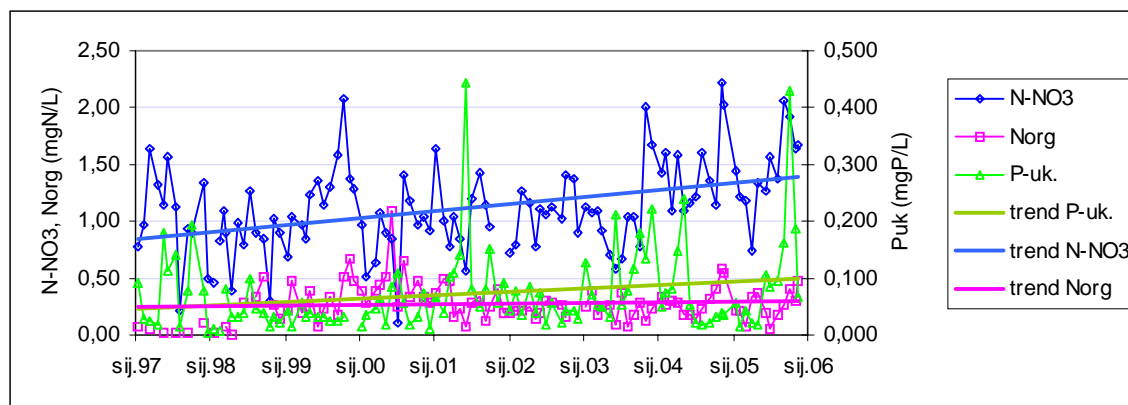


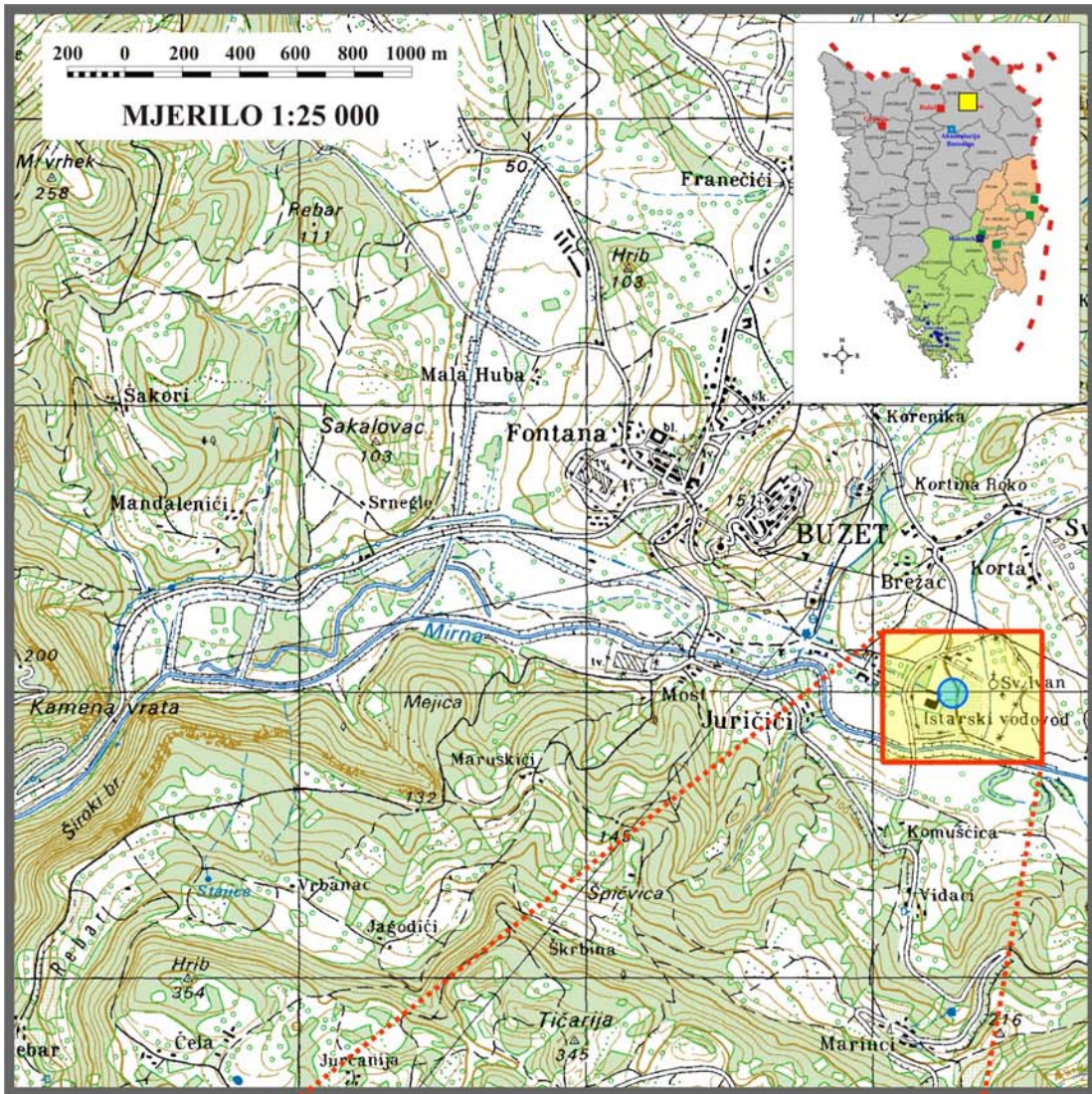
Izvor BULAŽ

Trend promjene BPK₅ i KPK



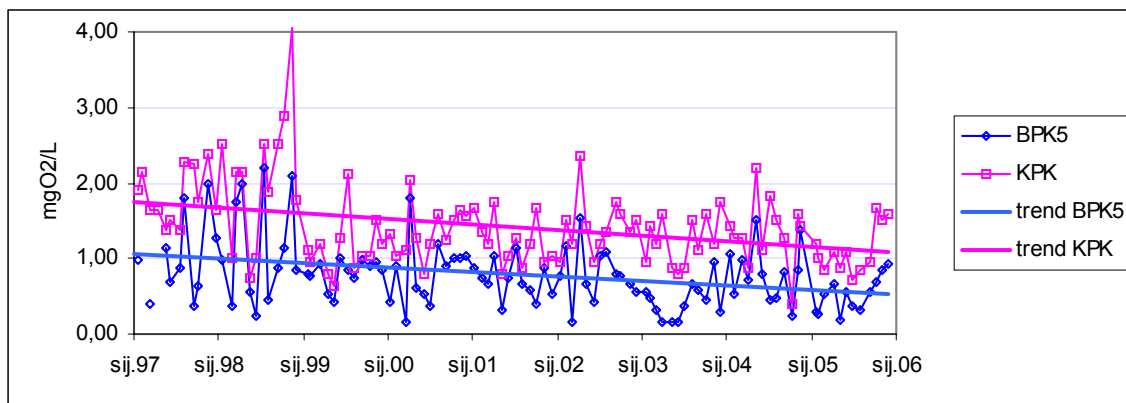
Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)



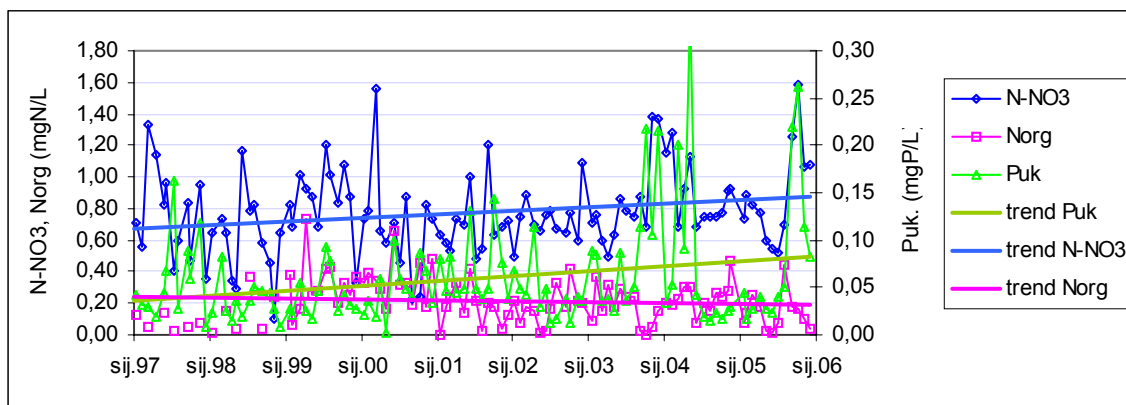


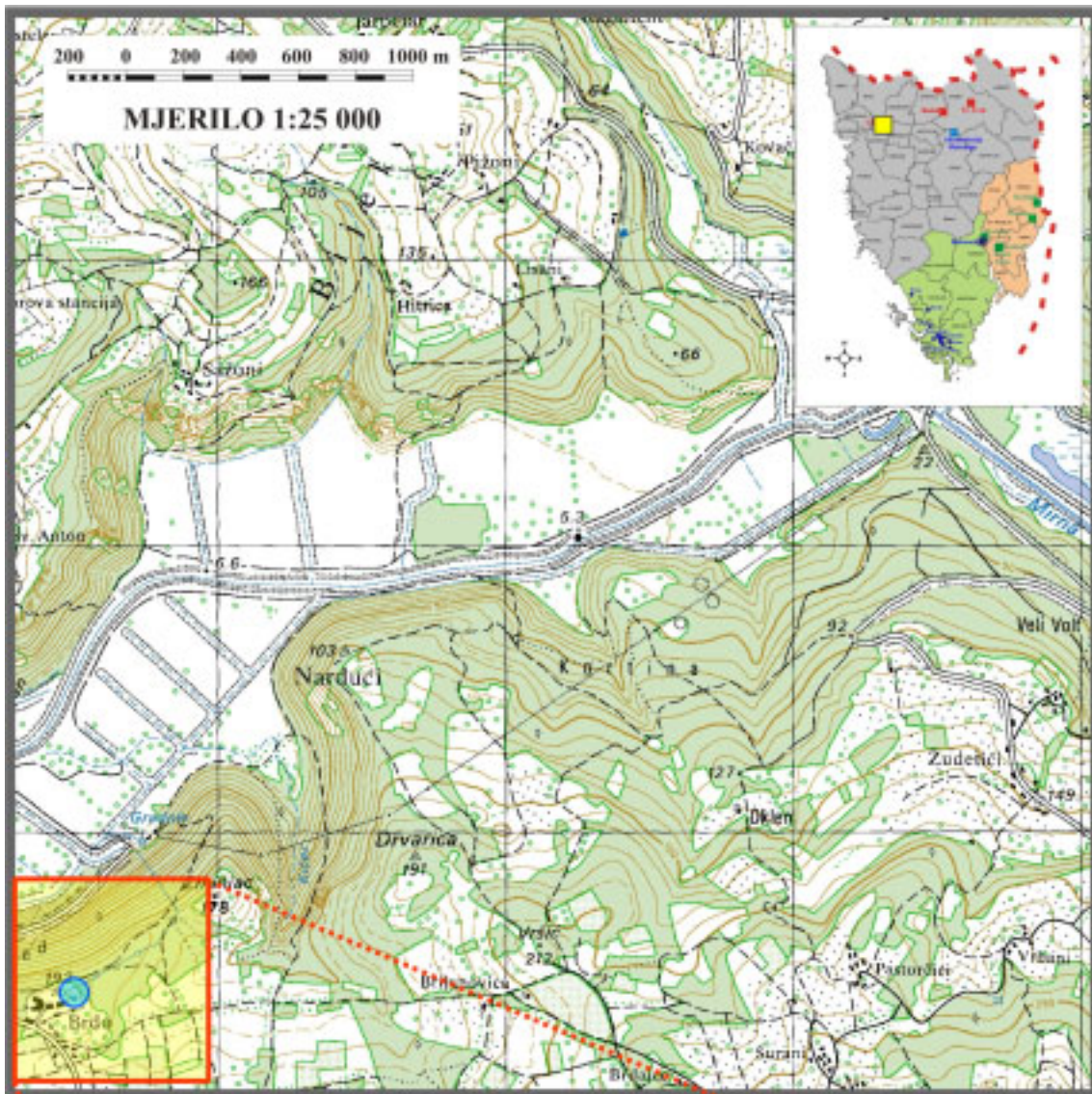
Izvor SVETI IVAN

Trend promjene BPK₅ i KPK



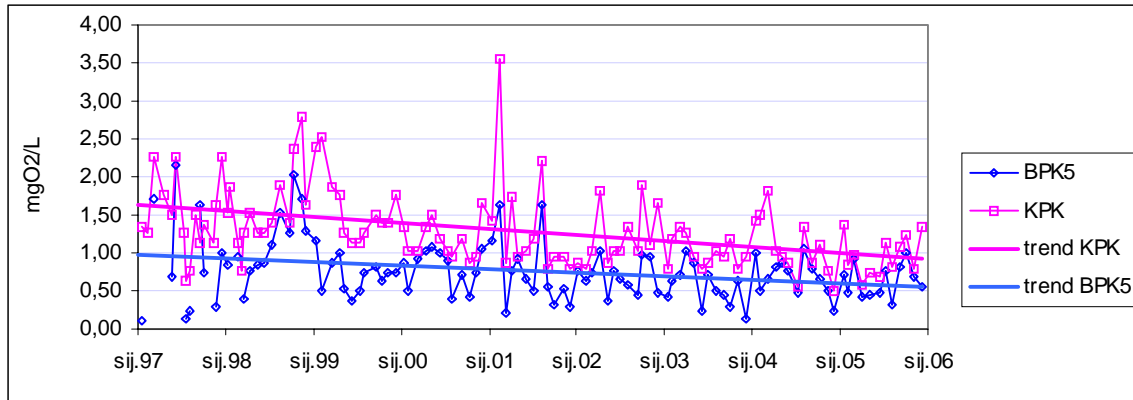
Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)



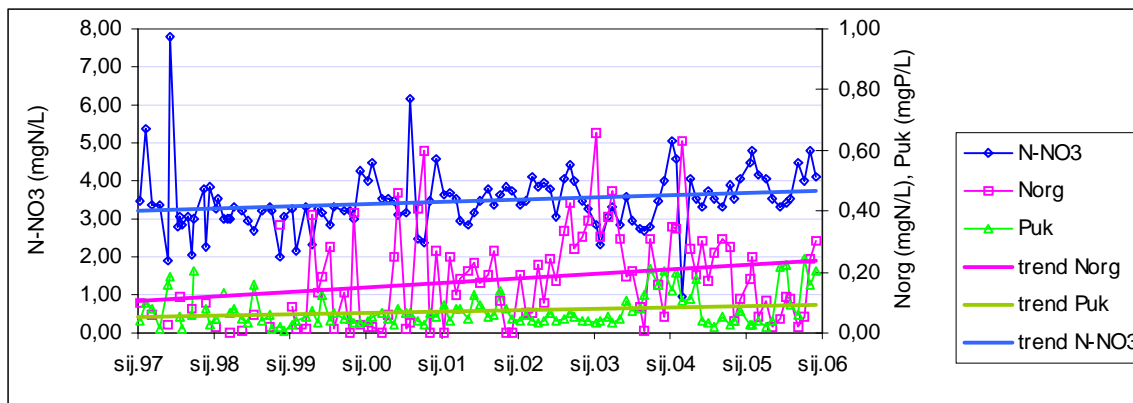


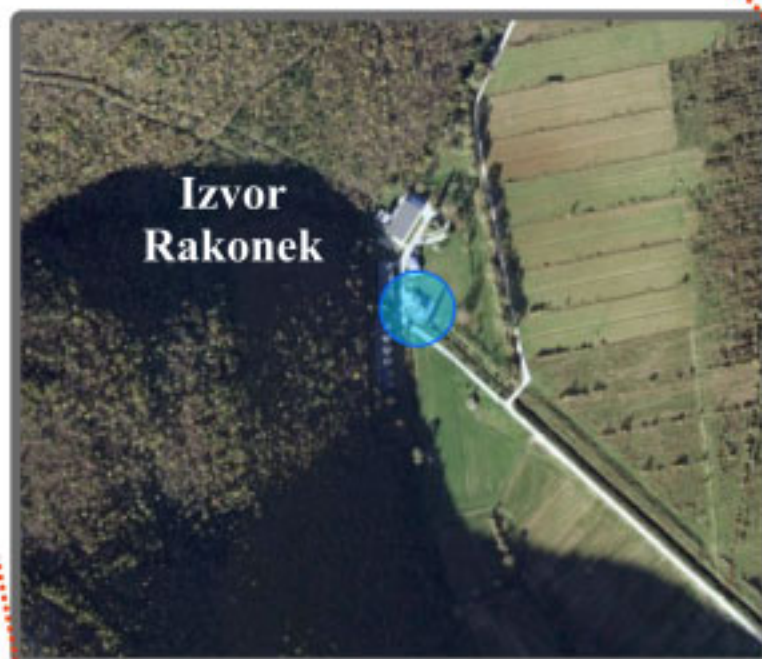
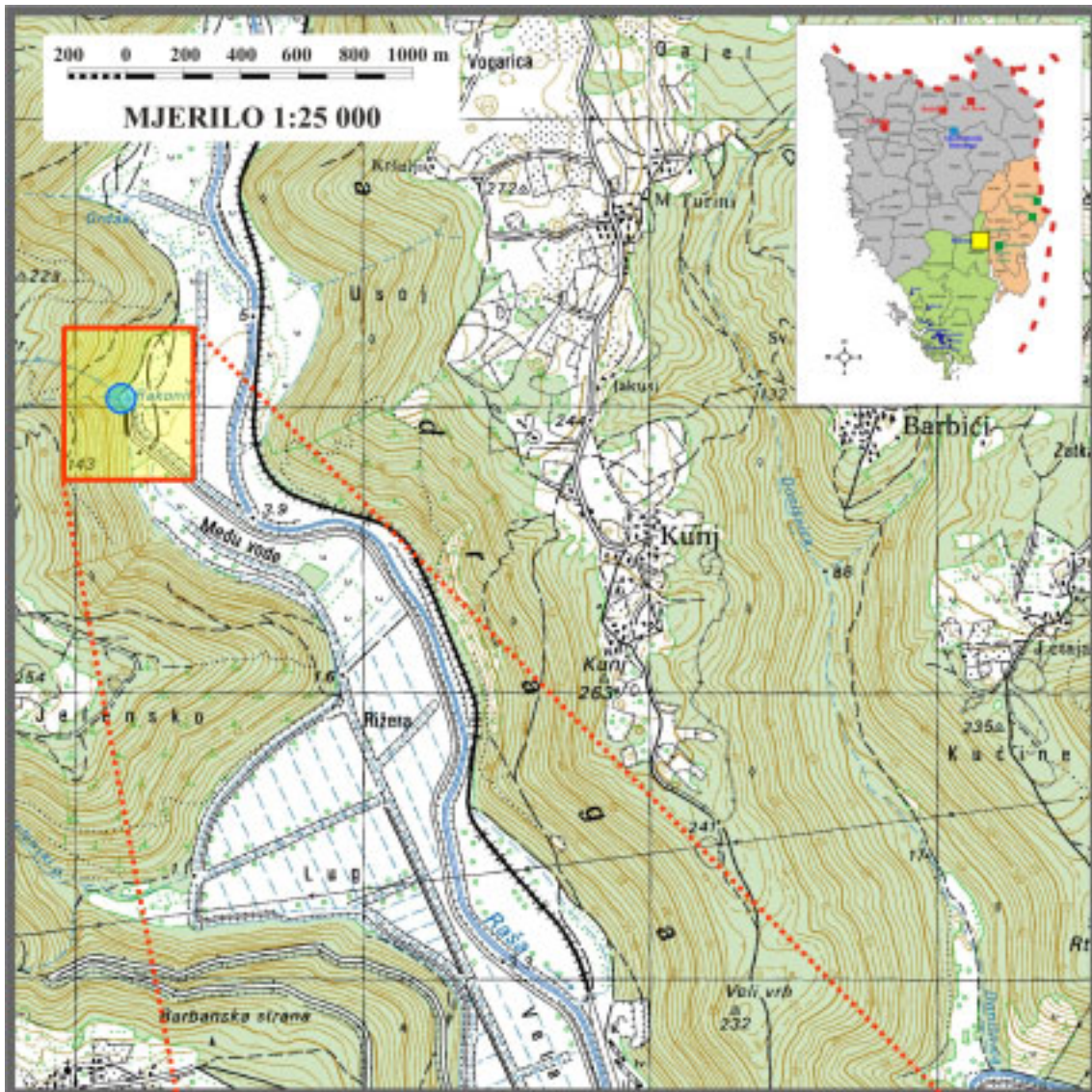
Izvor GRADOLE

Trend promjene BPK₅ i KPK



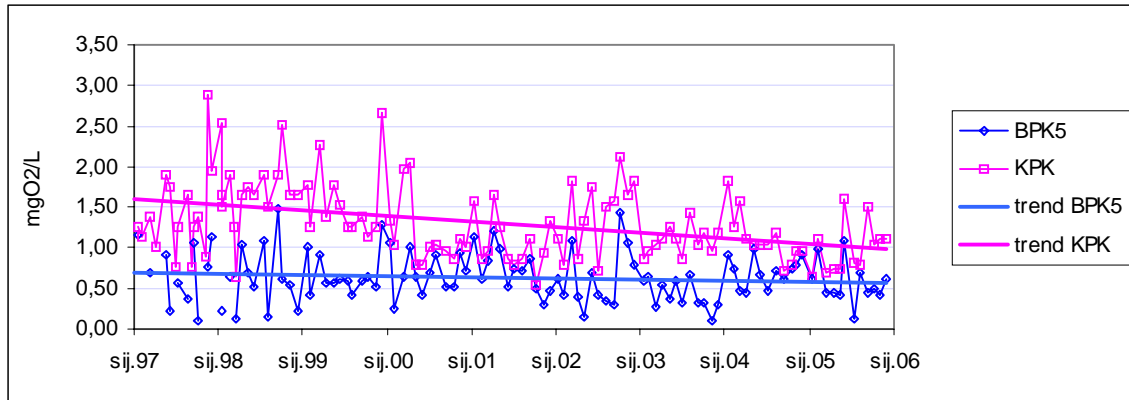
Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)



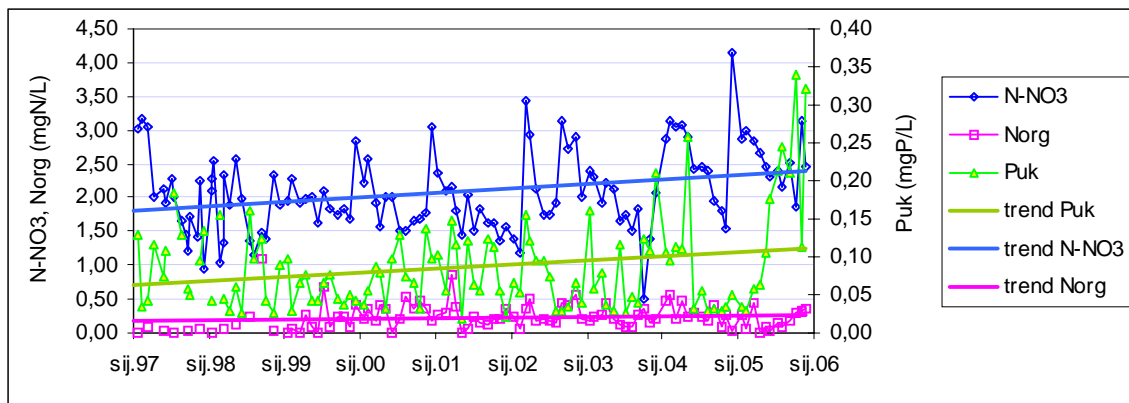


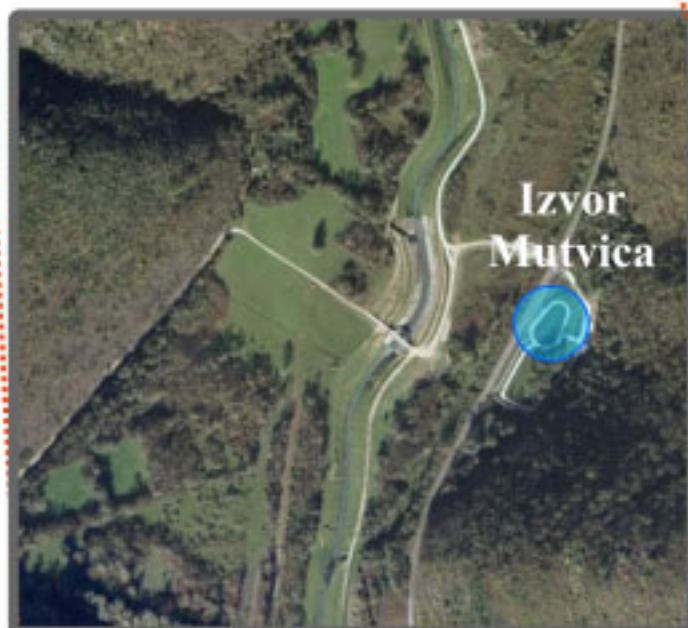
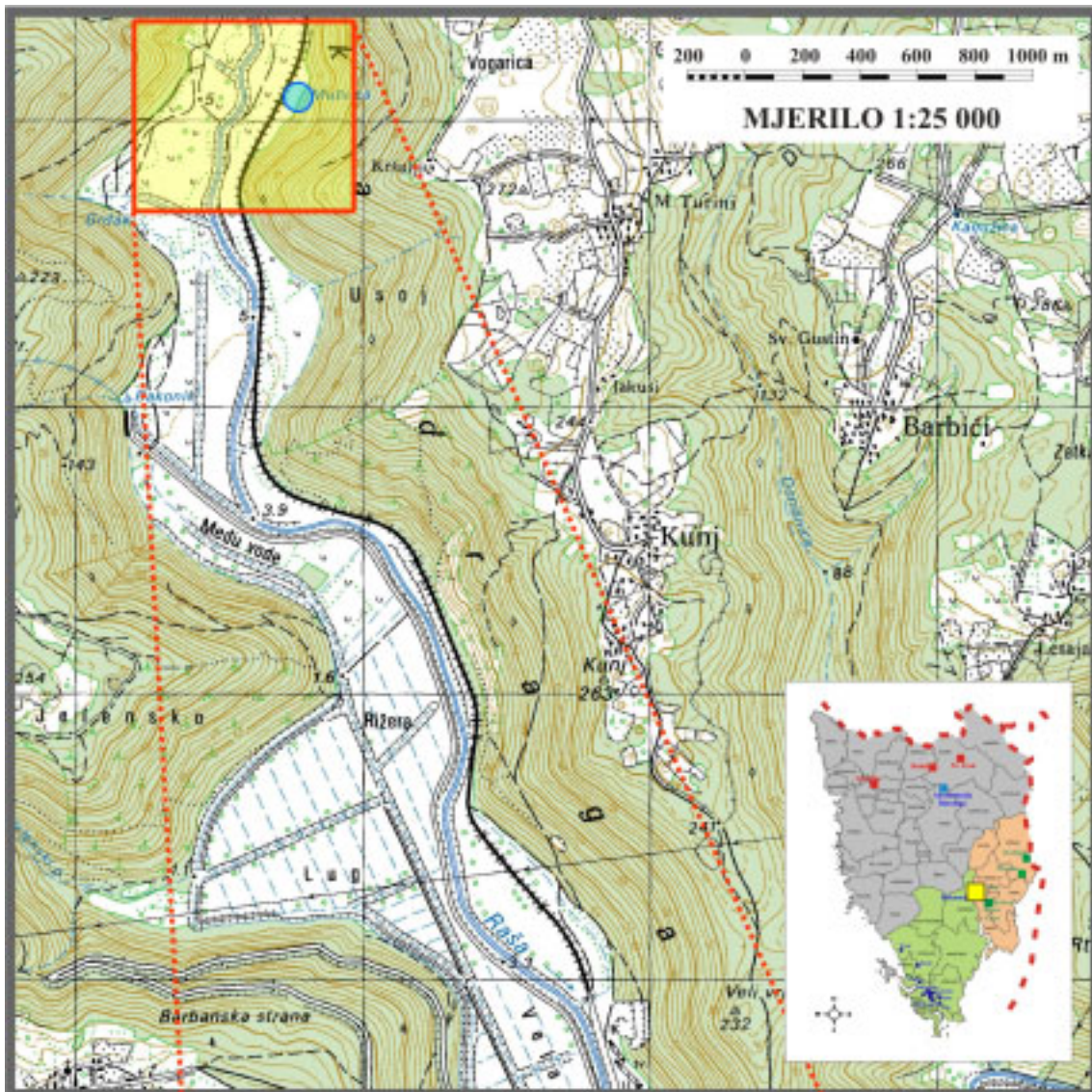
Izvor RAKONEK

Trend promjene BPK₅ i KPK



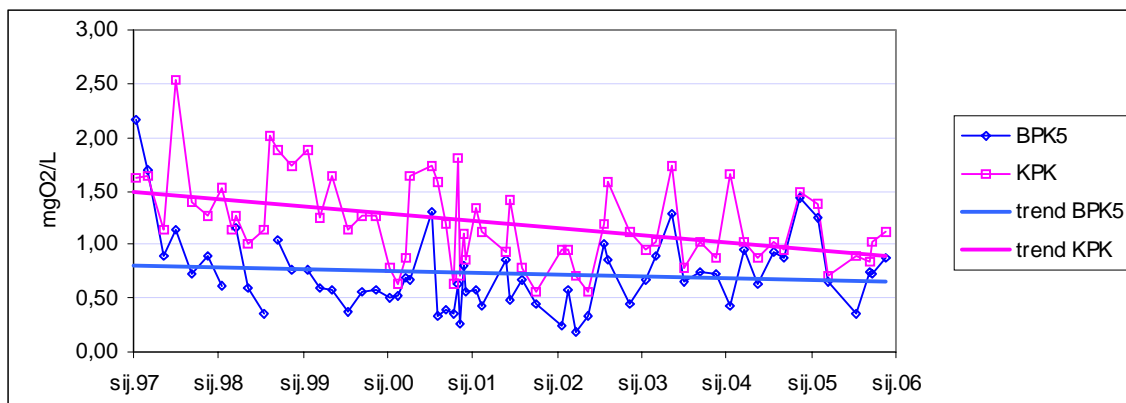
Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)



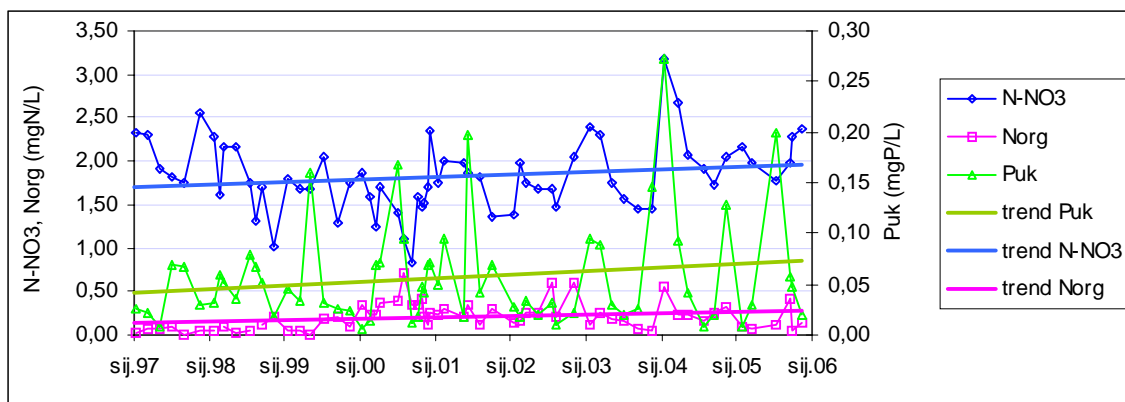


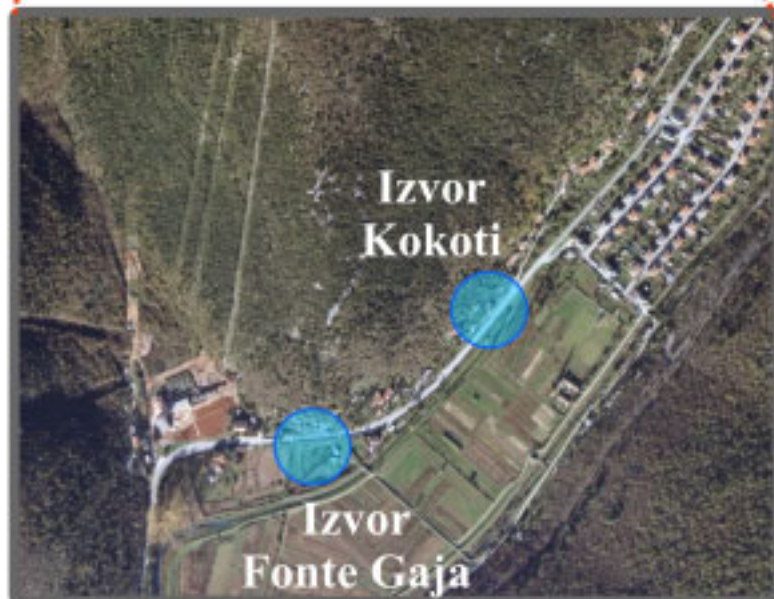
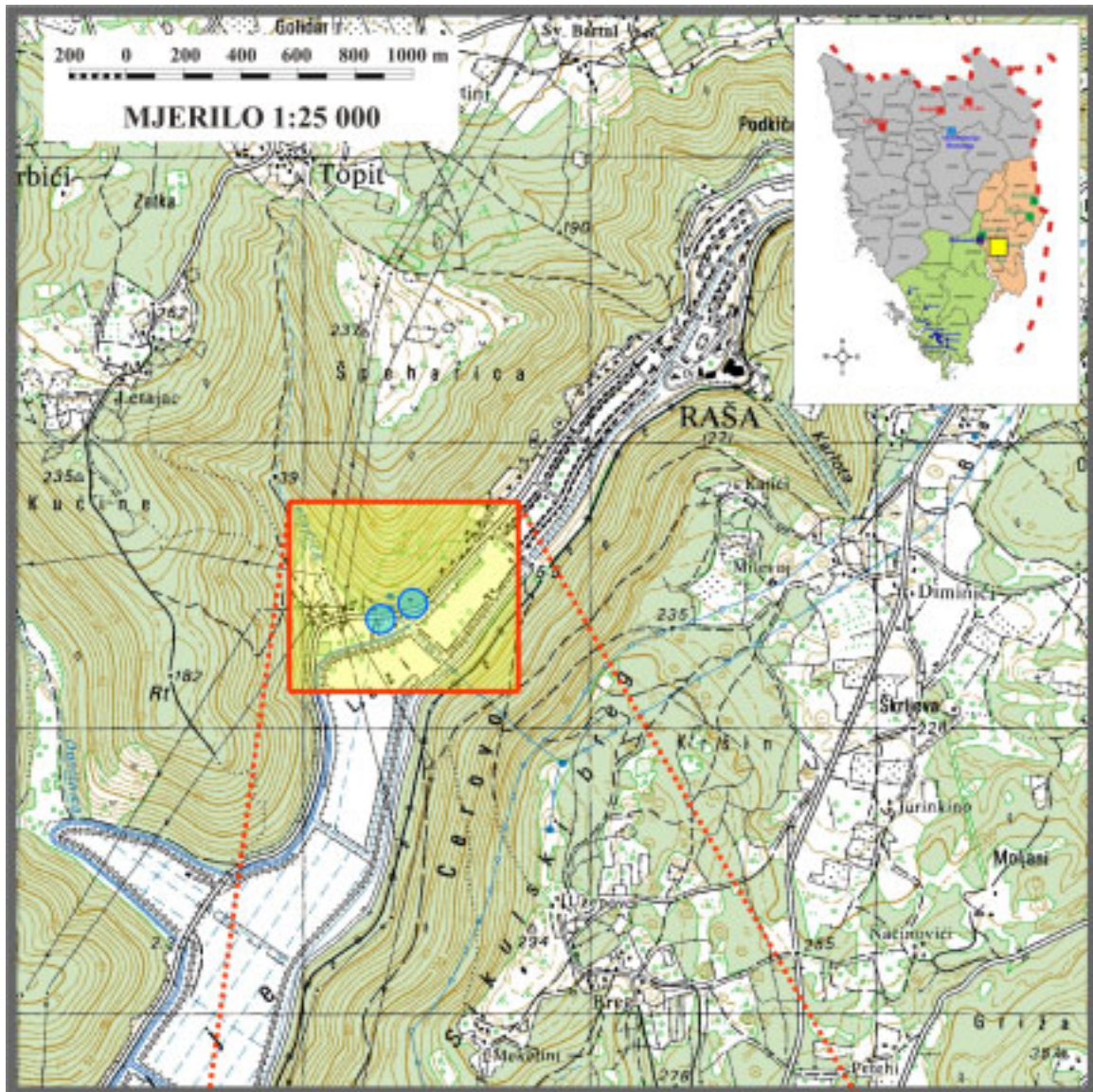
Izvor MUTVICA

Trend promjene BPK₅ i KPK



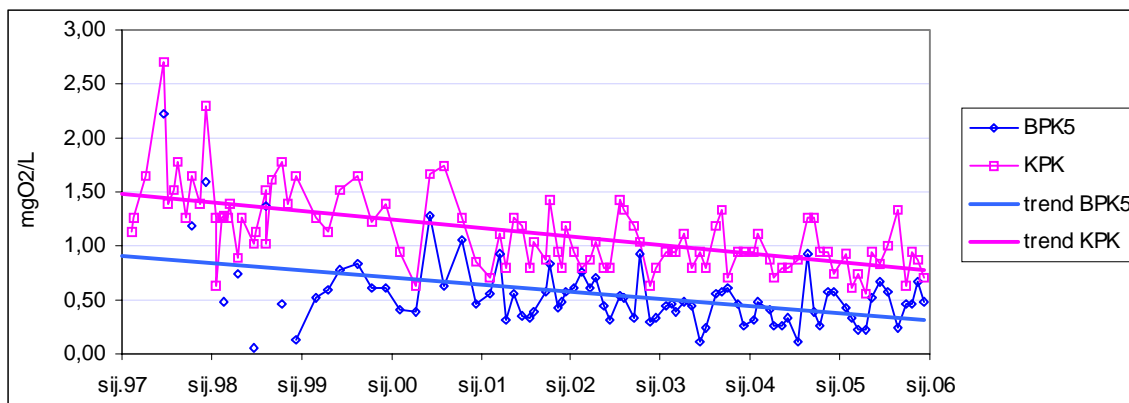
Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)



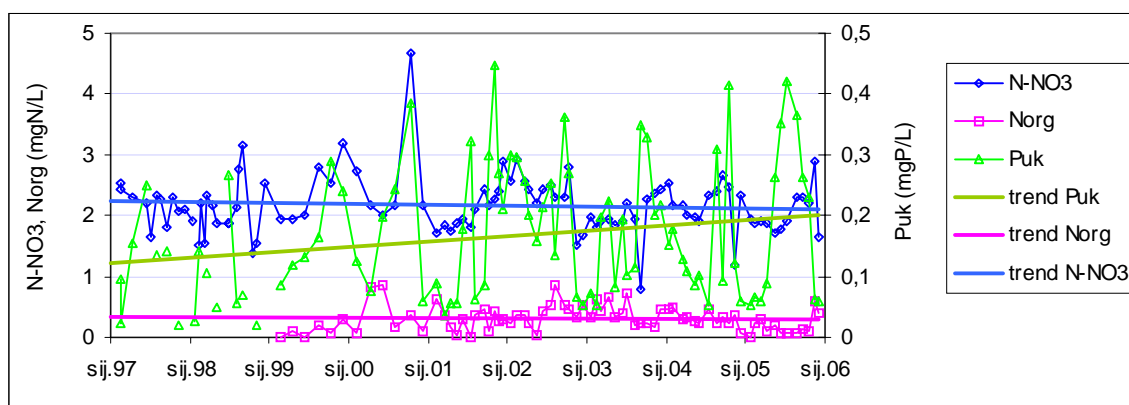


Izvor FONTE GAJA

Trend promjene BPK₅ i KPK

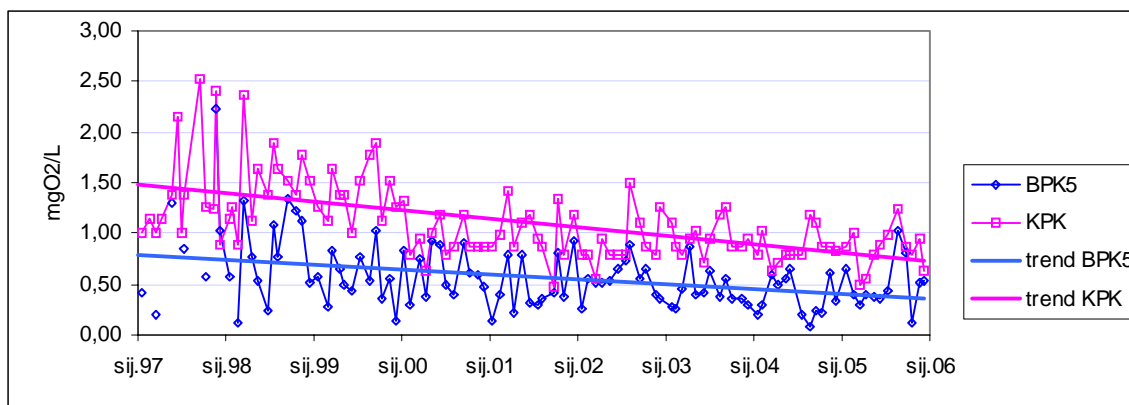


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

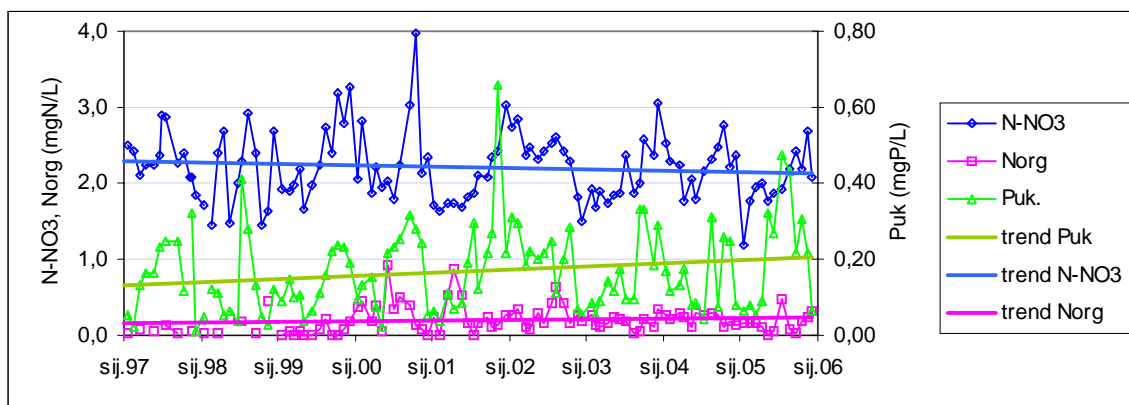


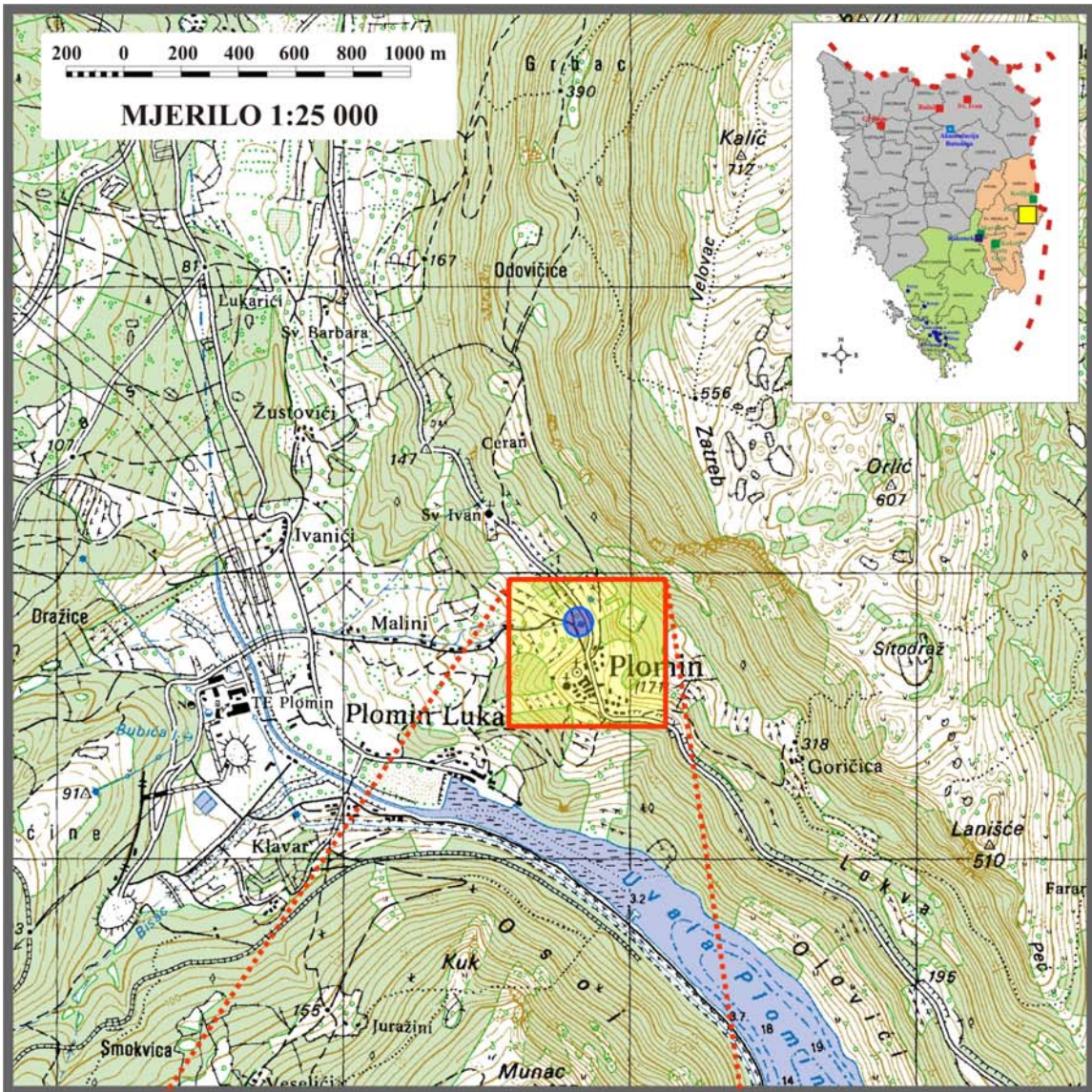
Izvor KOKOTI

Trend promjene BPK₅ i KPK



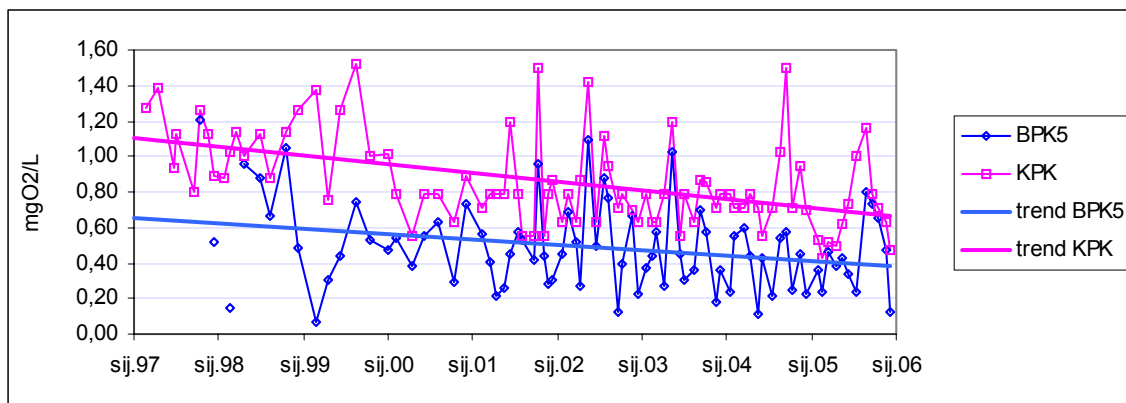
Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)



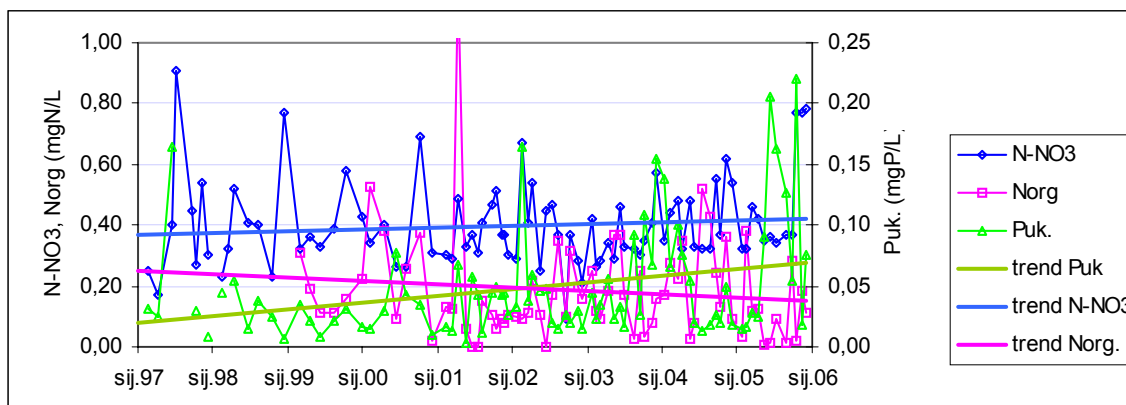


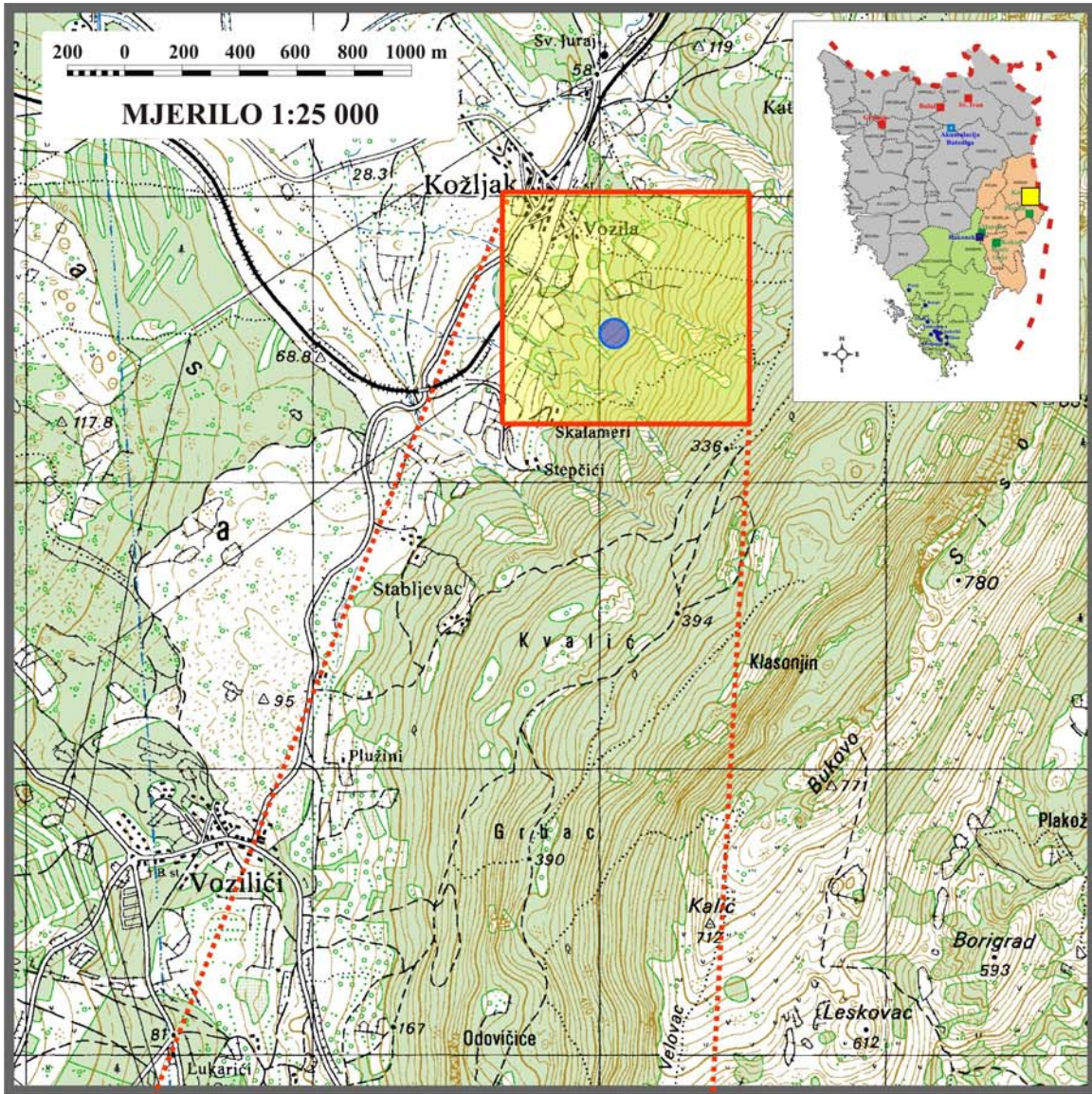
Izvor PLOMIN

Trend promjene BPK₅ i KPK



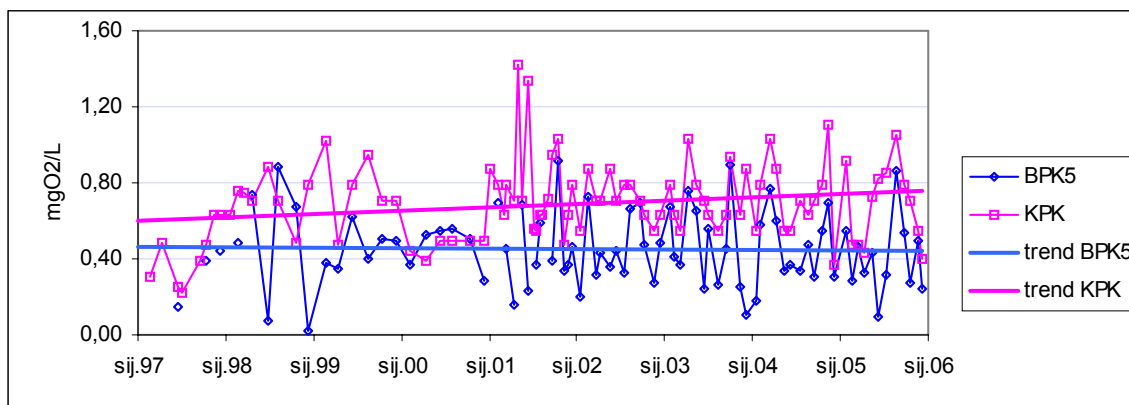
Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)



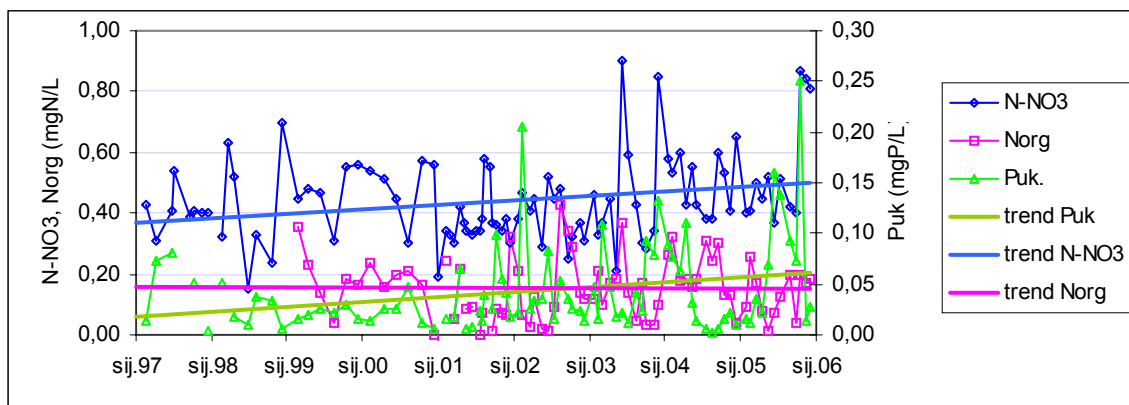


Izvor KOŽLJAK

Trend promjene BPK₅ i KPK



Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)



2.2. BUNARI

Bunari kao prirodni resursi vode koji se koriste u vodoopskrbnom sustavu osobiti su za jug Istre, odnosno grad Pulu i područje oko grada.

U toku 2005.godine na bunarima Šišan i Jadreški uzorkovana je isključivo klorirana voda, jer se sirova ne može uzorkovati bez isključivanja bunara iz sustava, dok je na svim ostalim bunarima bilo moguće uzorkovanje sirove vode, jer nisu bili uključeni u vodoopskrbu.

Bunari su od samog početka monitoringa podijeljeni u dvije skupine prema učestalosti uzorkovanja:

- bunari koji se koriste u vodoopskrbi (bez obzira da li su 2005. stvarno bili uključeni u sustav ili ne), pa je broj uzoraka varirao od 12 na niže, ovisno o mogućnostima uzorkovanja
- bunari koji se dvije i više godina ne koriste u vodoopskrbi (po dva uzorka godišnje).

1.2.1. Fizikalno kemijski pokazatelji

Po svojim geokemijskim osobinama, vode svih bunara su vrlo slične. Vode su izuzetno tvrde sa visokim stupnjem mineralizacije, pa su svrstane u III vrstu (tablica br.19.i 20.). Općenito su vrlo bistre i obzirom da se radi o kopanim bunarima, ne pokazuju ovisnost o hidrološkim prilikama, jer nema direktnog prodora površinskih voda u vodonosnik.

Tablica br.19. Klasifikacija voda bunara I prema fizikalno-kemijskim pokazateljima

Pokazatelji grupe A	Jadreški Uvjetno*	Šišan Uvjetno*	Ševe	Valdragon 3	Valdragon 4	Valdragon 5
pH	I	I	I	I	I	I
ELV	III	III	III	III	III	III
OCJENA	III	III	III	III	III	III

* klorirana voda (Uredba o klasifikaciji voda odnosi se na prirodne vode)

Tablica br.20. Klasifikacija voda bunara II prema fizikalno-kemijskim pokazateljima

Pokazatelji grupe A	Campanož	Karpi	Peroj	Rizzi	Škatari	Lokvere	Tivoli
pH	I	I	I	I	I	I	I
ELV	III	III	III	III	III	III	III
OCJENA	III	III	III	III	III	III	III

1.2.2. Režim kisika

Pokazatelji režima kisika, biokemijska i kemijska potrošnja kisika imaju niske vrijednosti osobite za vode I vrste (tablice br.21. i 22.).

Tablica br.21. Klasifikacija voda bunara I prema pokazateljima režima kisika

Pokazatelji grupe B	Jadreški Uvjetno*	Šišan Uvjetno*	Ševe	Valdragon 3	Valdragon 4	Valdragon 5
BPK ₅	I	I	I	I	I	I
KPK-Mn	I	I	I	I	I	I
OCJENA	I	I	I	I	I	I

* klorirana voda (Uredba o klasifikaciji voda odnosi se na prirodne vode)

Tablica br.22. Klasifikacija voda bunara II prema pokazateljima režima kisika

Pokazatelji grupe B	Campanož	Karpi	Peroj	Rizzi	Škatari	Lokvere	Tivoli
BPK ₅	I	I	I	I	I	I	I
KPK-Mn	I	I	I	I	I	I	I
OCJENA	I	I	I	I	I	I	I

Hranjive soli

Vode bunara osobite su po izuzetno visokim vrijednostima ukupnog dušika. Gotova sva vrijednost dušika je u formi nitrata (tablice br.23. i 24.). Povećan sadržaj nitrata je glavni uzrok zbog kojeg su pojedini bunari isključeni iz vodoopskrbe.

Tablica br.23. Klasifikacija voda bunara I prema pokazateljima hranjivih tvari

Pokazatelji grupe C	Jadreški Uvjetno*	Šišan Uvjetno*	Ševe	Valdragon 3	Valdragon 4	Valdragon 5
Amonij	-	-	I	I	I	I
Nitriti	I	I	I	I	I	I
Ukupni dušik	IV	III	III	IV	IV	III
Ukupni fosfor	II	III	III	II	I	II
OCJENA	IV	III	III	IV	IV	III

* klorirana voda (Uredba o klasifikaciji voda odnosi se na prirodne vode)

Tablica br.24. Klasifikacija voda bunara II prema pokazateljima hranjivih tvari

Pokazatelji grupe C	Campanož	Karpi	Peroj	Rizzi	Škatari	Lokvere	Tivoli
Amonij	I	I	I	I	I	I	I
Nitriti	I	I	I	I	I	I	I
Ukupni dušik	IV	III	II	IV	IV	V	III
Ukupni fosfor	I	I	I	II	II	II	II
OCJENA	IV	III	II	IV	IV	V	III

1.2.3. Mikrobiološki pokazatelji

Bakteriološko onečišćenje je nisko, prisutno je u mnogo manjoj mjeri nego na izvorima i ne ovisi o promjenama hidroloških prilika (tablice 25. i 26.) i sve vode (osim bunara Campanož u 2005.godini) svrstane su u I vrstu voda. Međutim, potrebna je

dezinfekcija vode prije korištenja u vodoopskrbnom sustavu, jer prirodna voda ne ispunjava sanitarne kriterije, koji bi omogućili korištenje bez rizika.

Tablica br.25. Klasifikacija voda bunara I prema mikrobiološkim pokazateljima

Pokazatelji grupe D	Šišan Uvjetno	Šišan Uvjetno	Ševe	Valdragon 3	Valdragon 4	Valdragon 5
TC	Klorirana	Klorirana	I	I	I	I
FC			I	I	I	I
N/37°C			I	I	I	I
OCJENA	-	-	I	I	I	I

Tablica br.26. Klasifikacija voda bunara II prema mikrobiološkim pokazateljima

Pokazatelji grupe D	Campanož	Karpi	Peroj	Rizzi	Škatari	Lokvere	Tivoli
TC	II	I	I	I	I	I	I
FC	II	I	I	I	I	I	I
N/37°C	I	I	I	I	I	I	I
OCJENA	II	I	I	I	I	I	I

2.2.5. Metali

Klasifikacija prema sadržaju metala prikazana je u tablicama br.27 i 28.

Tablica br.27. Klasifikacija voda bunara I prema sadržaju metala

Pokazatelji grupe E	Jadreški Uvjetno	Šišan Uvjetno	Ševe	Valdragon 3	Valdragon 4	Valdragon 5
Bakar	III	II	I	I	II	II
Cink	I	I	I	II	I	I
Kadmij	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1

Krom	II	II	II	II	Svi < 1,0	Svi < 1,0
Nikal	I	I	I	I	I	I
Olovo	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0
Živa	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1

* klorirana voda (Uredba o klasifikaciji voda odnosi se na prirodne vode)

Tablica br.28. Klasifikacija voda bunara II prema sadržaju metala

Pokazatelji grupe E	Campanož	Karpi	Peroj	Rizzi	Škatari	Lokvere	Tivoli
Bakar	II	II	I	IV	IV	I	II
Cink	IV	I	I	I	I	V	I
Kadmij	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1
Krom	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0	II	Svi < 1,0	Svi < 1,0	II
Nikal	I	I	I	I	I	I	I
Olovo	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0	II	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0
Živa	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1

Za razliku od izvorskih voda, povremeni povećani sadržaj teških metala (bakra, cinka, željeza, kroma i olova) nije vezan na suspendirane čestice, nego se nalazi u otopljenom obliku u vodi, što sa stanovišta obrade voda predstavlja mnogo teži problem.

Svi bunari povremeno imaju povećane koncentracije bakra osobite za II-III-IV vrstu voda. Na bunarima Škatari i Rizzi koncentracije bakra su kontinuirano iznad 10 µg/L. Cink se pojavljuje u povišenim koncentracijama povremeno na Valdragonu 3, a kontinuirano iznad 100 µg/L na bunarima Lokvere i Campanožu. Sanitarni kriteriji za bakar i cink su mnogo viši nego kriteriji zaštite voda, pa ova dva metala u navedenim koncentracijama udovoljavaju standardu vode za piće. Sadržaj otopljenog željeza i mangana je viši nego na izvorima, pa željezo povremeno prekoračuje MDK željeza u vodi za piće od 200 µg/L.

2.2.6. Organski spojevi

Klasifikacija voda prema sadržaju organskih spojeva prikazana je u tablicama 29. i 30.

Tablica br.29. Klasifikacija voda bunara I prema sadržaju organskih spojeva

Pokazatelji grupe F	Jadreški Uvjetno	Šišan Uvjetno	Ševe	Valdragon 3	Valdragon 4	Valdragon 5
Mineralna ulja	I	I	I	I	I	I
Fenoli ukupno	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0
PCB	I	I	I	I	I	I
Lindan	I	I	I	I	I	I
DDT	II	II	I	I	I	I

Tablica br.30. Klasifikacija voda bunara II prema sadržaju organskih spojeva

Pokazatelji grupe F	Campanož	Karpi	Peroj	Rizzi	Škatari	Lokvere	Tivoli
Mineralna ulja	I	I	I	I	I	I	I
Fenoli ukupno	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0
PCB	I	I	I	I	I	I	I
Lindan	I	I	I	I	I	I	I
DDT	I	I	I	I	I	I	I

Bunar Tivoli je jedini bunar i ujedno jedino mjerno mjesto na podzemnim vodama na području županije na kojem se povremeno pojavljuju mjerljive koncentracije lakohlapivih organskih ugljikovodika: kloroforma do 3,14 µg/L, trikloretilena do 3,06 µg/L, tetrakloretilena do 5,61 µg/L i bromoforma do 3,89 µg/L.

2.2.7. Kritični pokazatelji za vodoopskrbu

Kritični pokazatelji u odnosu na MDK vode za piće su:

- **nitriti**
- bakteriološki pokazatelji (nisko bakteriološko onečišćenje)
- mineralna ulja

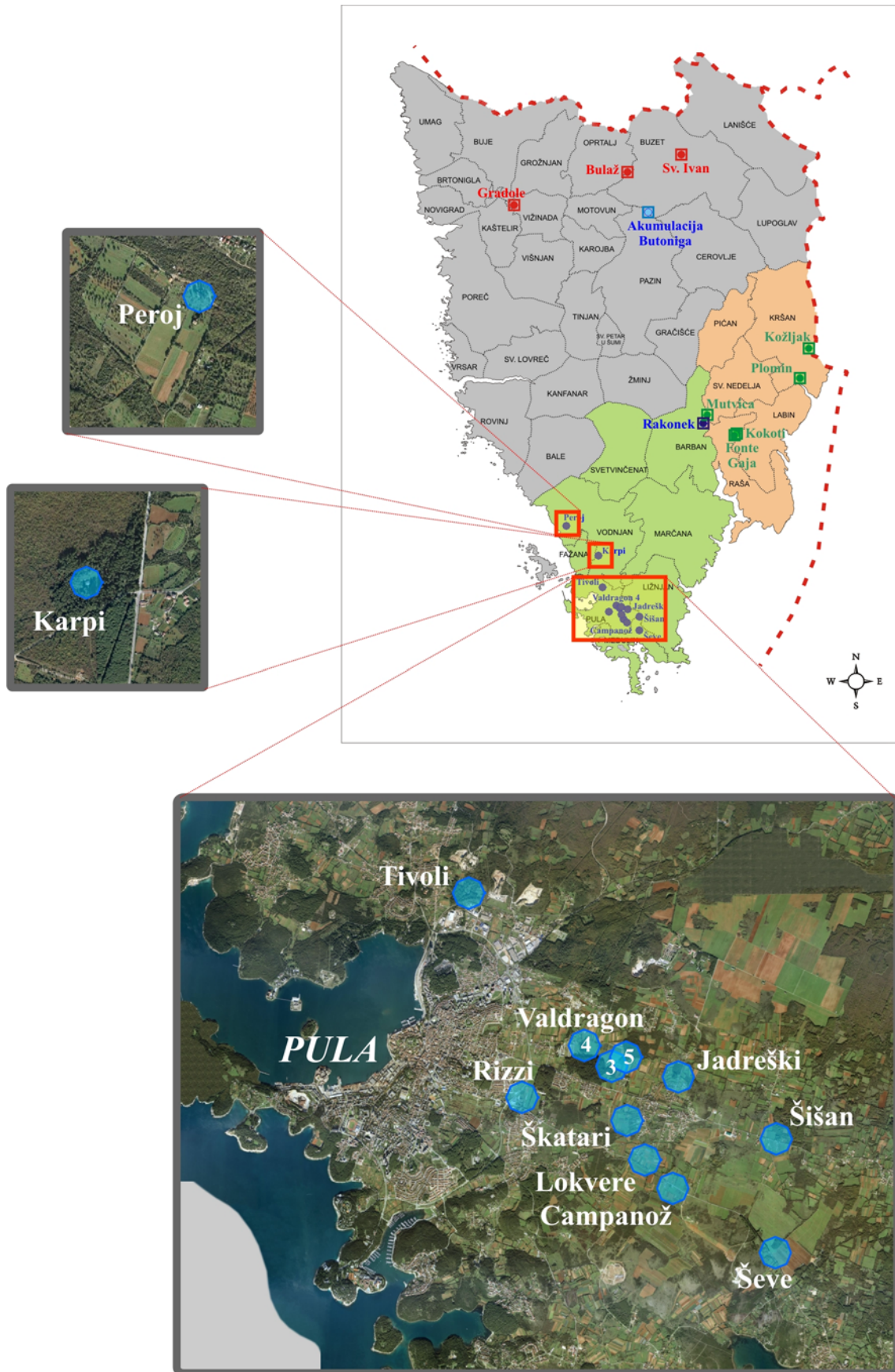
Na bunarima se prije upuštanja u vodoopskrbni sustav provodi samo postupak dezinfekcije. Postupkom dezinficiranja osigurava se bakteriološka ispravnost vode za piće. Kontinuiranim korištenjem vode ne dolazi do rizika eventualnih povećanja mutnoća. Mutnoće se pojavljuju samo kod pokretanja crpki i puštanja vode bunara u upotrebu. Povremene niske vrijednosti mutnoća koje se pojavljuju (tablice statističke obrade) rezultat su nekorištenja bunara i nemogućnosti osiguranja dovoljnih količina vode za ispiranje (tehnički problemi Vodovoda Pula).

Najveći problem kakvoće vode bunara je visok sadržaj nitrata. Nitrati se ne mogu ukloniti standardnim postupcima prerade, koji uključuju taloženje i filtriranje, jer su prisutni u vodi u otopljenom obliku. To se stanje trenutno rješava isključivanjem iz upotrebe radi osiguranja zdravstvene ispravnosti vode za piće u vodoopskrbnoj mreži. Dugoročno gledano, to je velik gubitak važnih količina vode.

2.2.8. Statistička obrada podataka voda bunara, lokacije mjernih mjesta i trendovi promjena

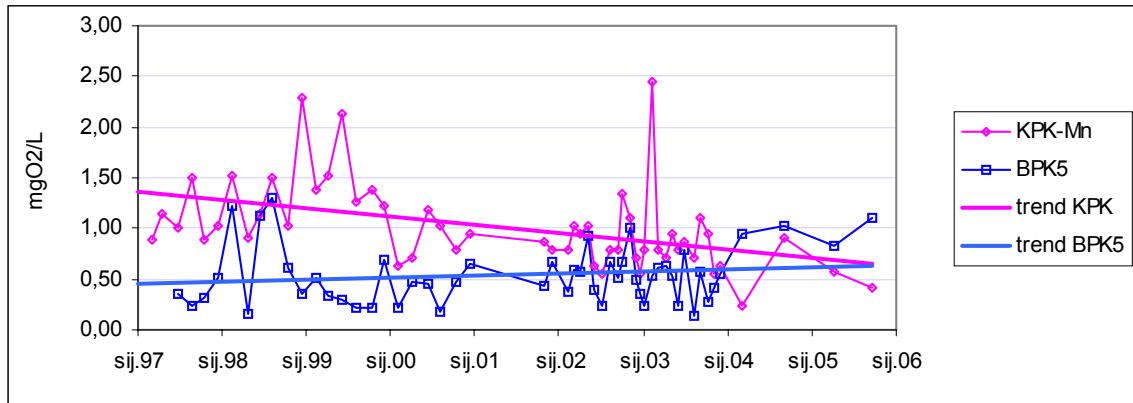
Rezultati statističke obrade podataka bunara prikazani su u tablicama br.31.-43.

Uz tablicu obrade podataka za svaki pojedini izvor prikazana je detaljna lokacija bunara i trend promjena karakterističnih pokazatelja od 1997.-2005.zaključno.

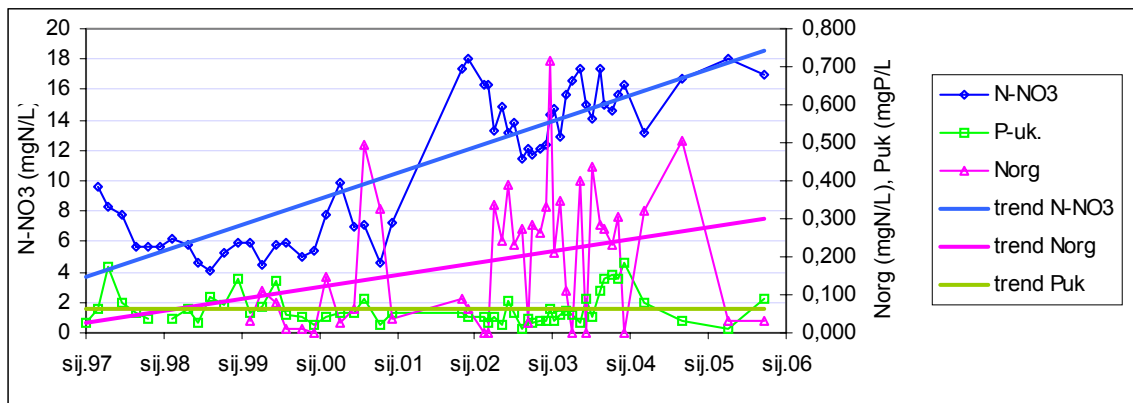


Bunar CAMPANOŽ

Trend promjene BPK₅ i KPK

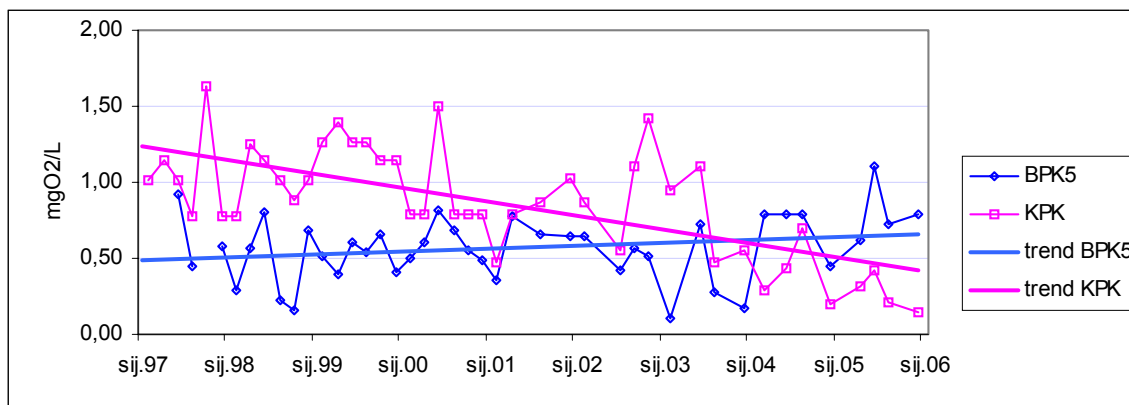


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

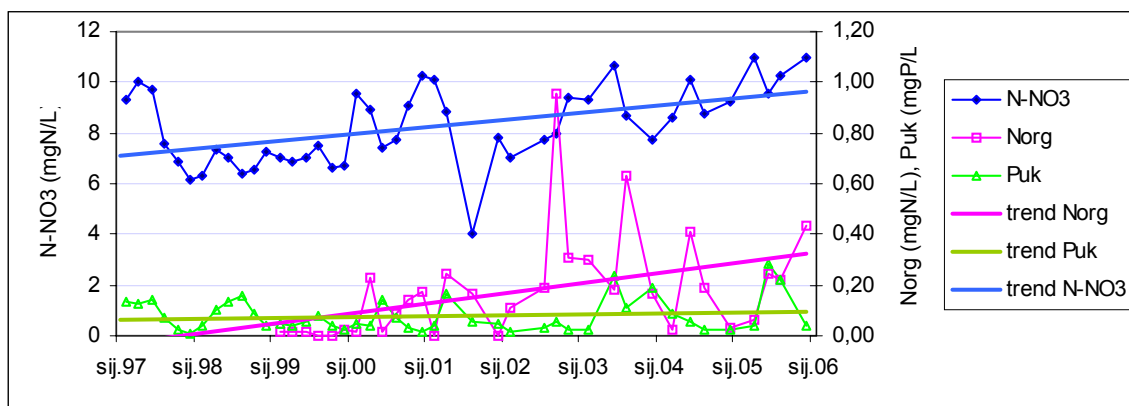


Bunar JADREŠKI

Trend promjene BPK₅ i KPK

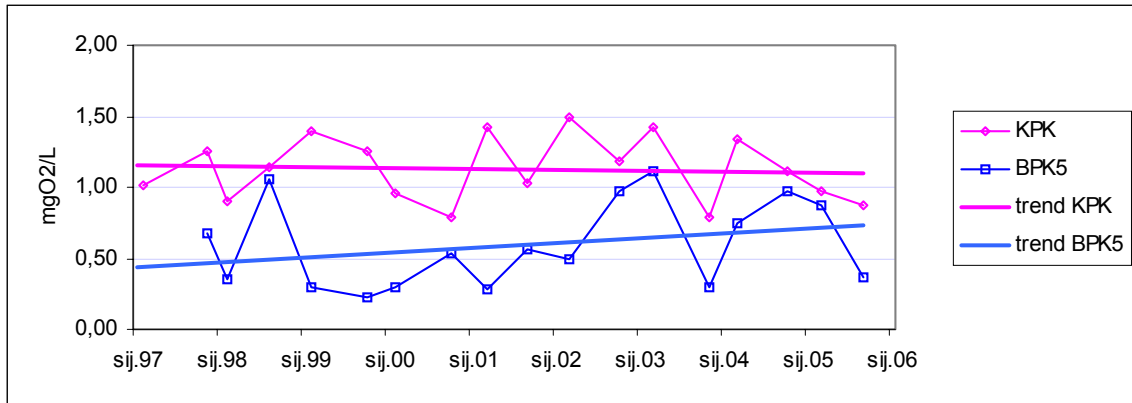


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

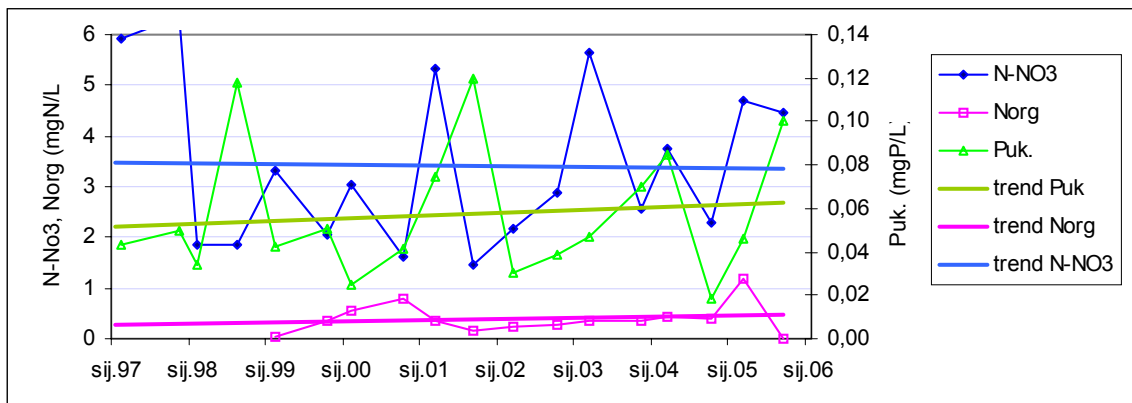


Bunar KARPI

Trend promjene BPK₅ i KPK

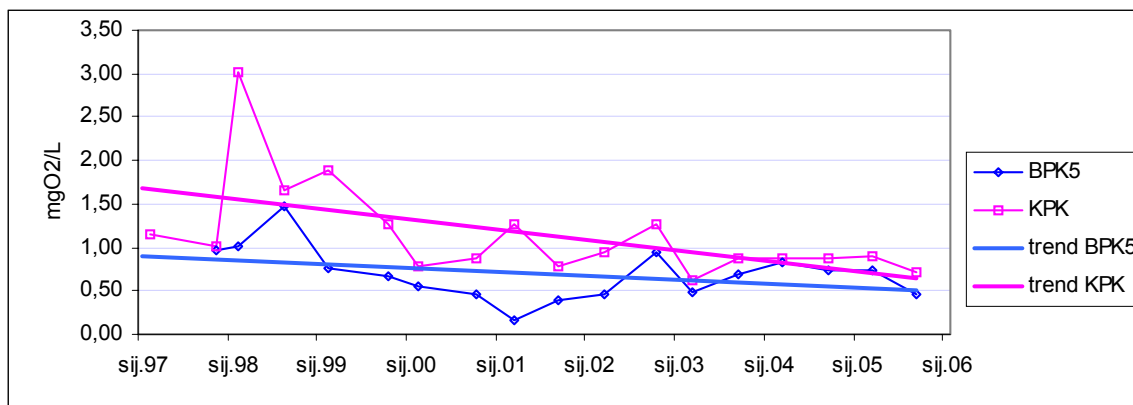


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

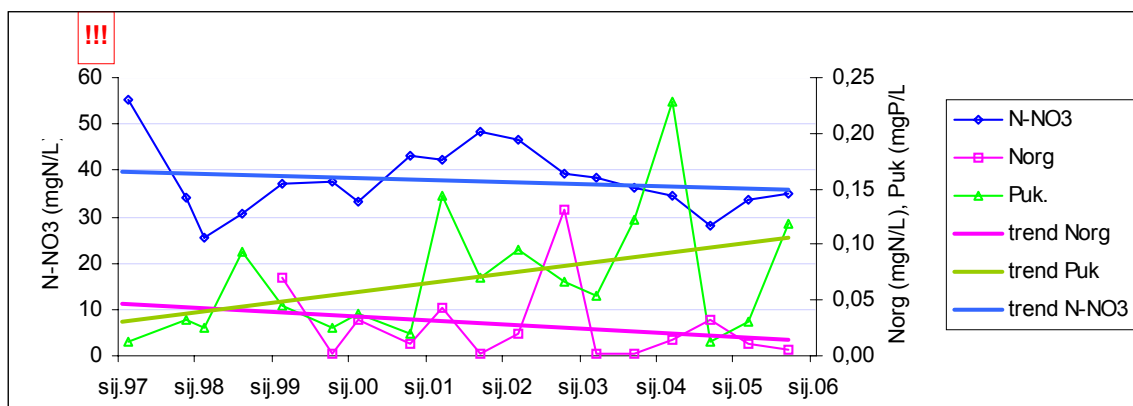


Bunar LOKVERE

Trend promjene BPK₅ i KPK

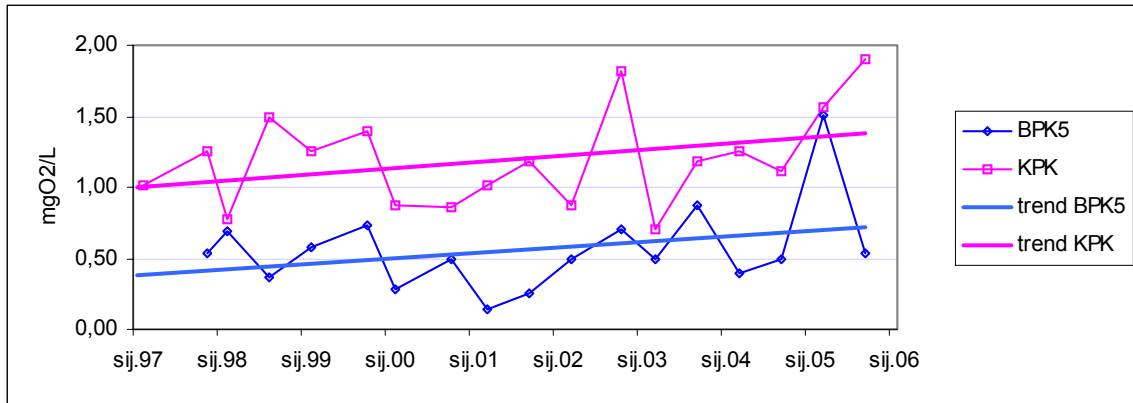


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

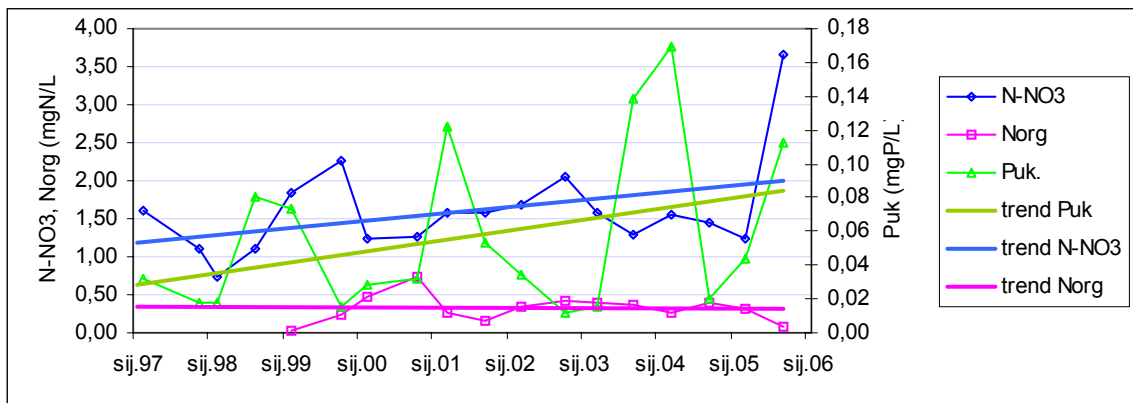


Bunar PEROJ

Trend promjene BPK₅ i KPK

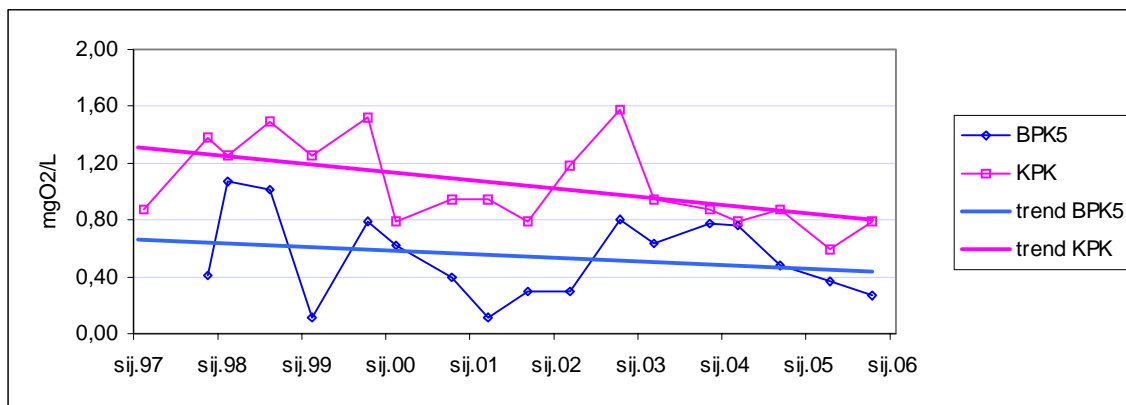


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

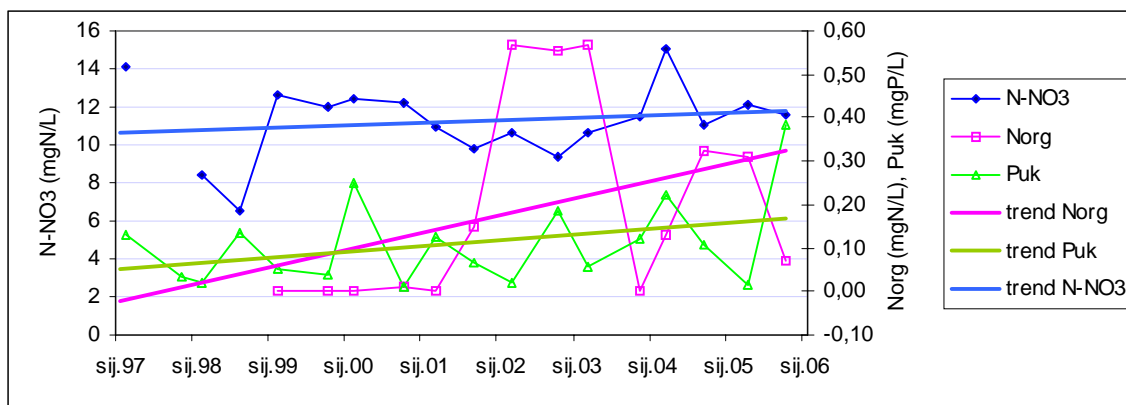


Bunar RIZZI

Trend promjene BPK₅ i KPK

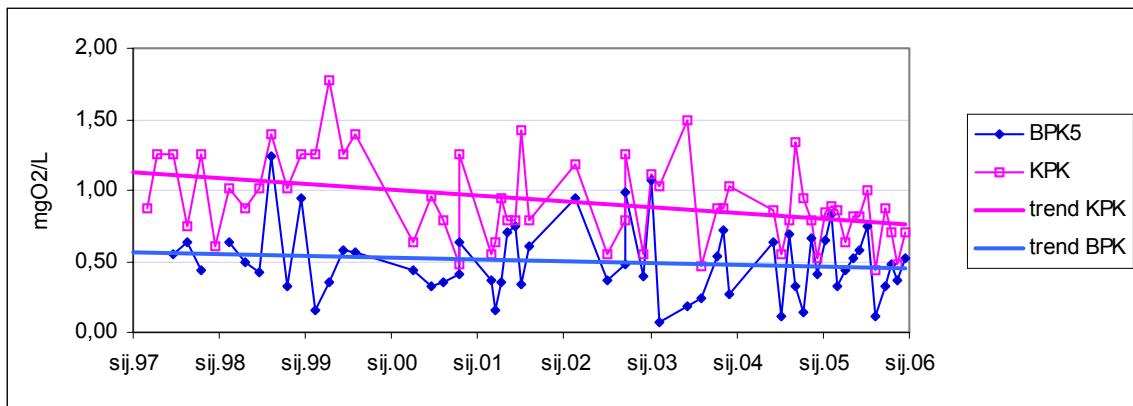


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

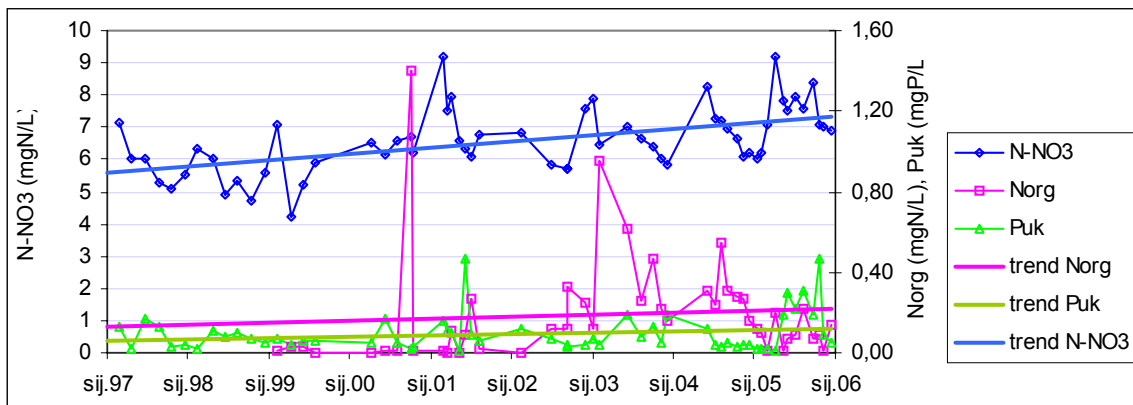


Bunar ŠEVE

Trend promjene BPK₅ i KPK

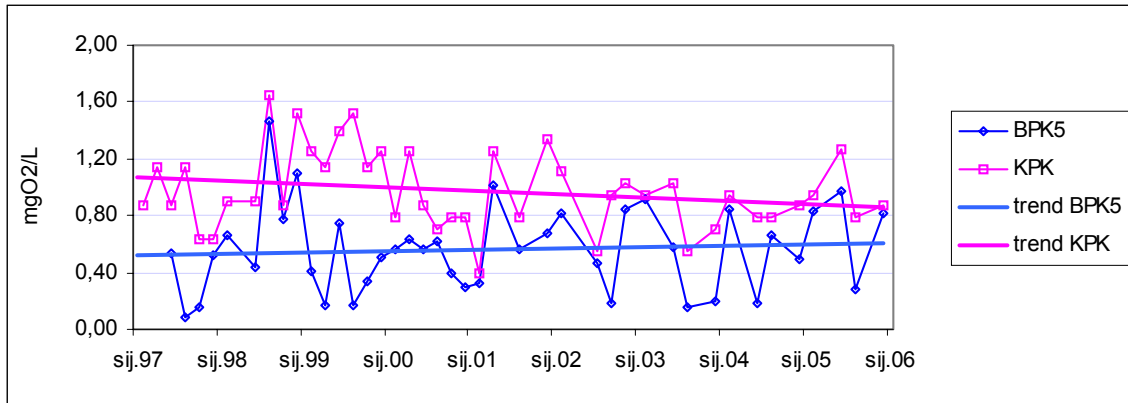


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

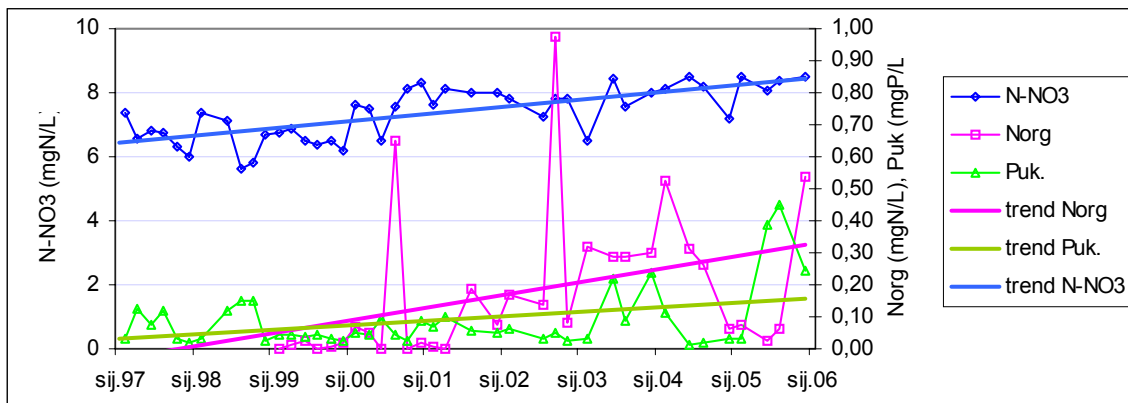


Bunar ŠIŠAN

Trend promjene BPK₅ i KPK

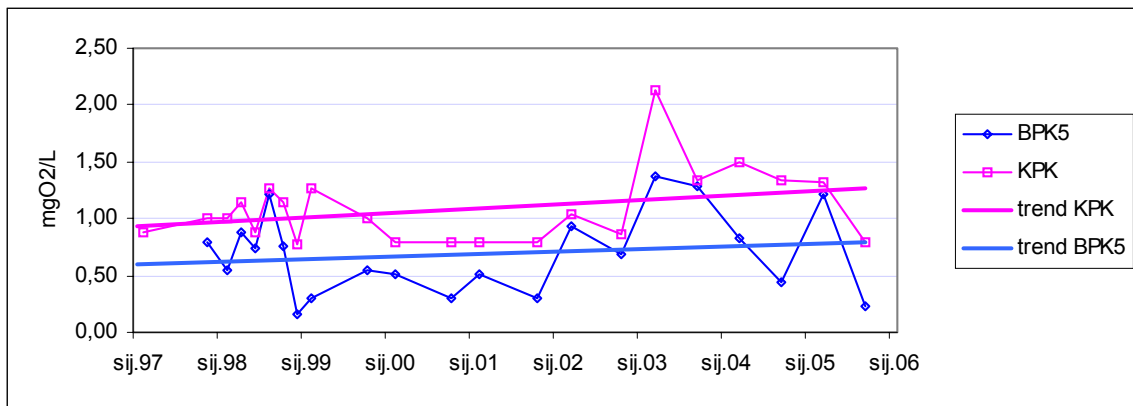


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

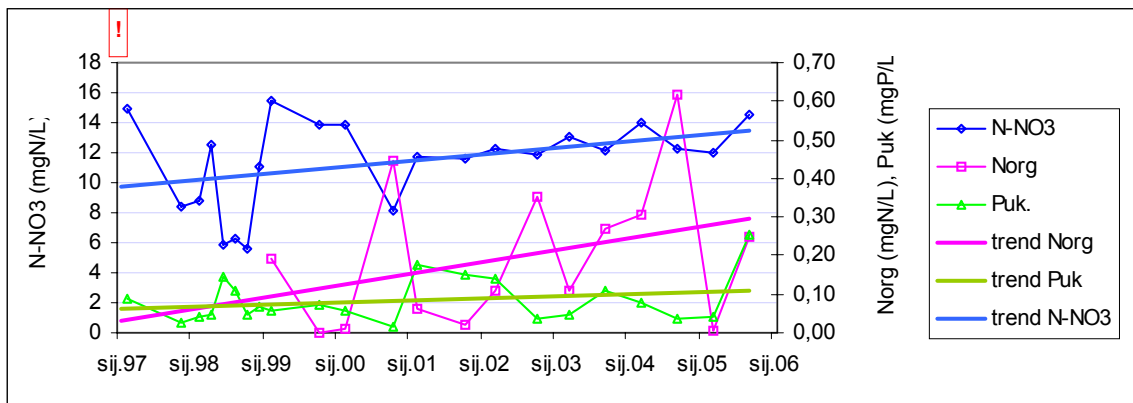


Bunar ŠKATARI

Trend promjene BPK₅ i KPK

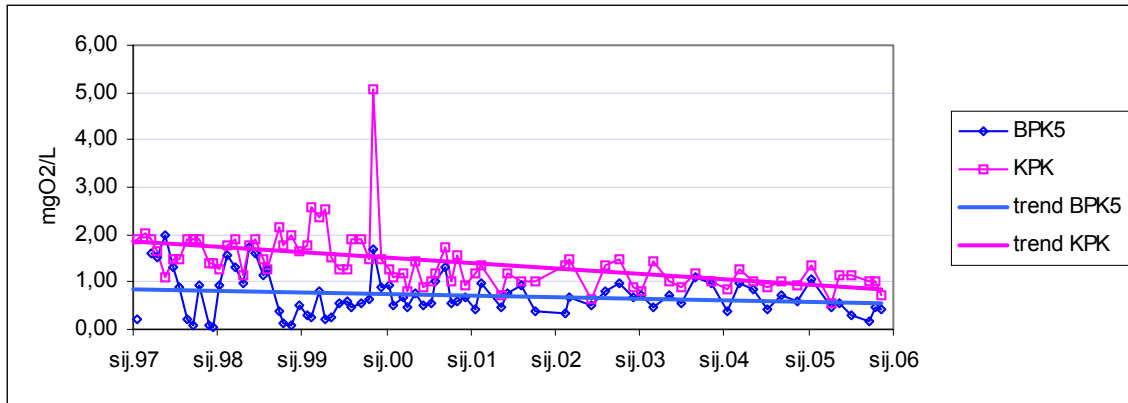


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

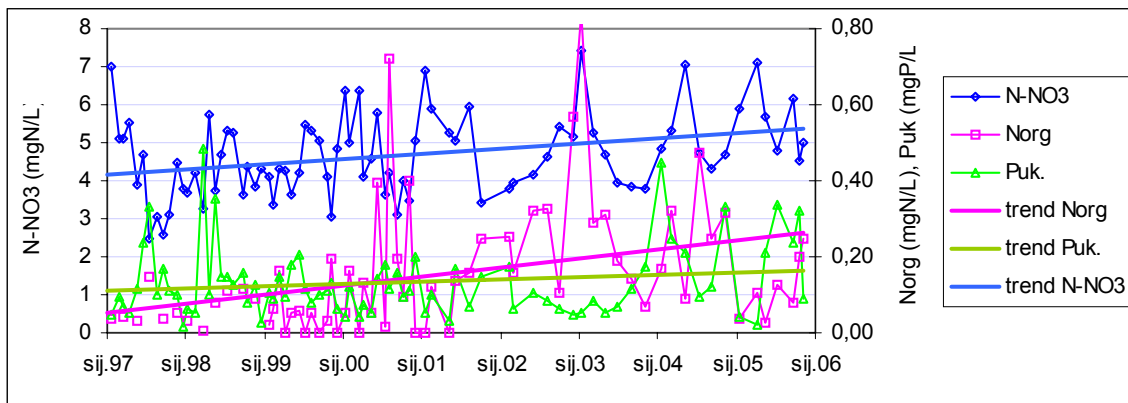


Bunar TIVOLI

Trend promjene BPK₅ i KPK

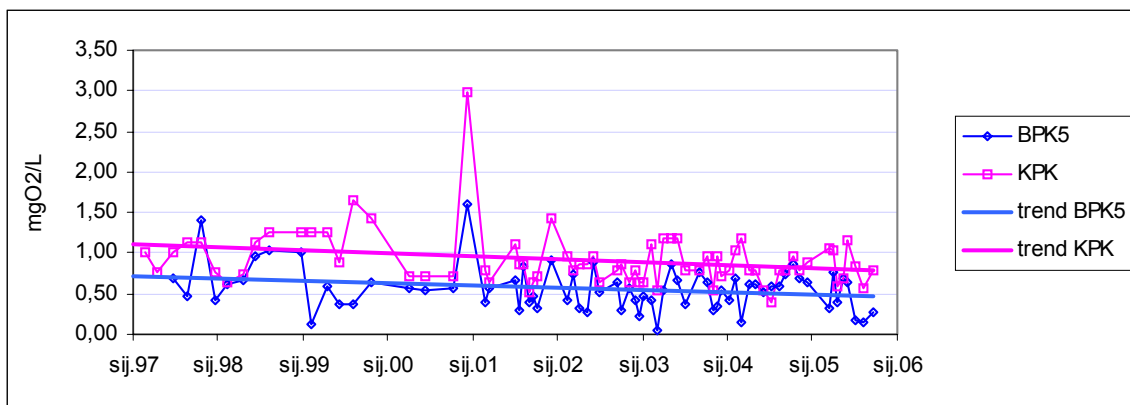


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

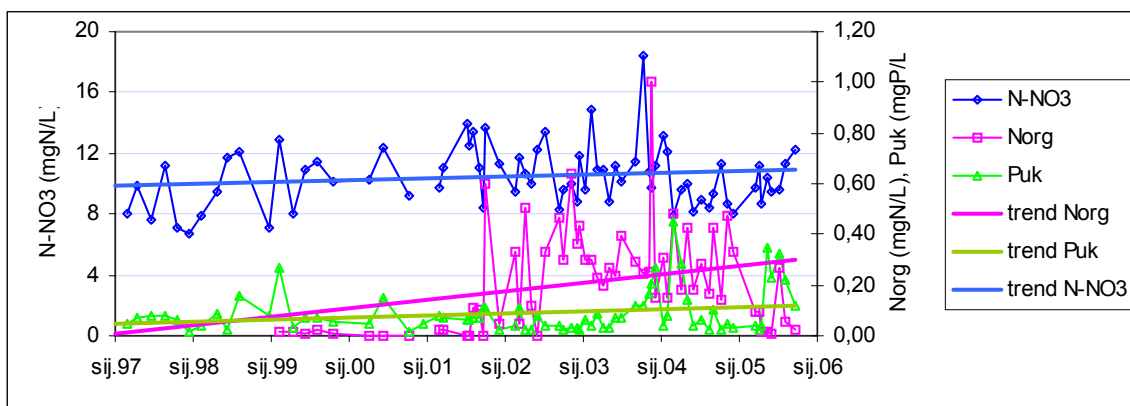


Bunar VALDRAGON 3

Trend promjene BPK₅ i KPK

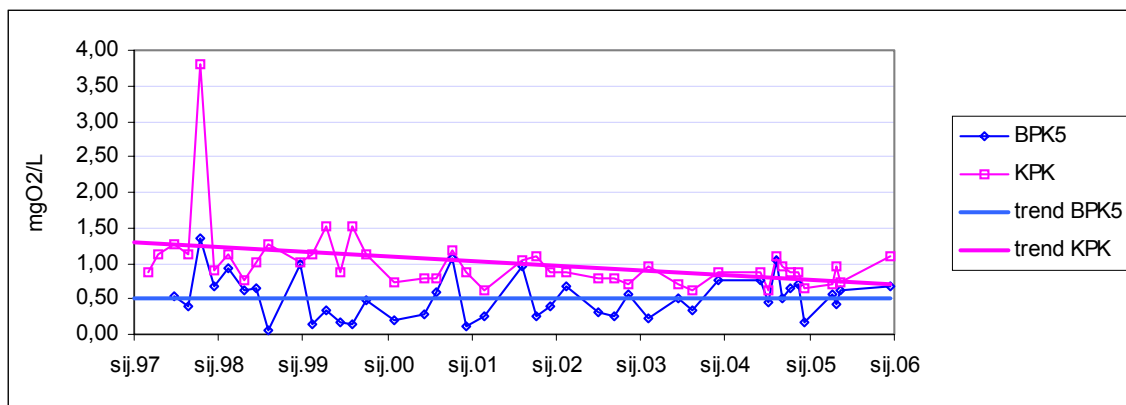


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

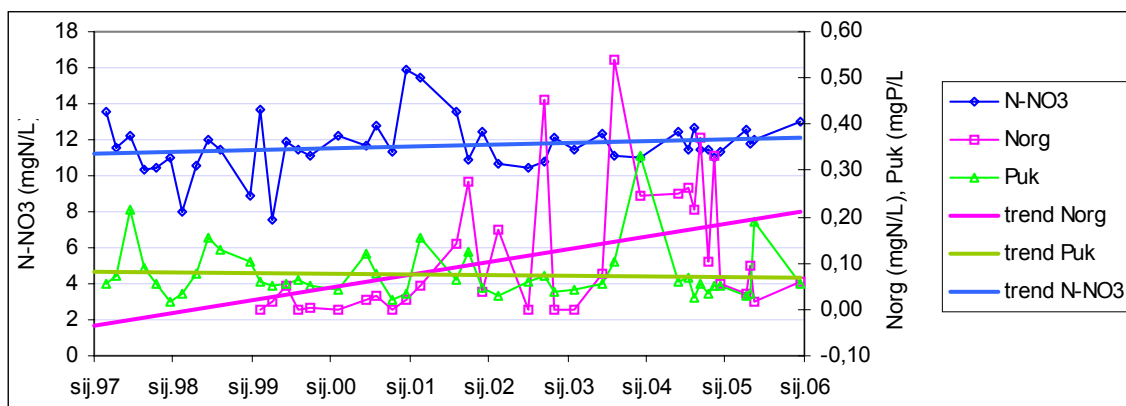


Bunar VALDRAGON 4

Trend promjene BPK₅ i KPK

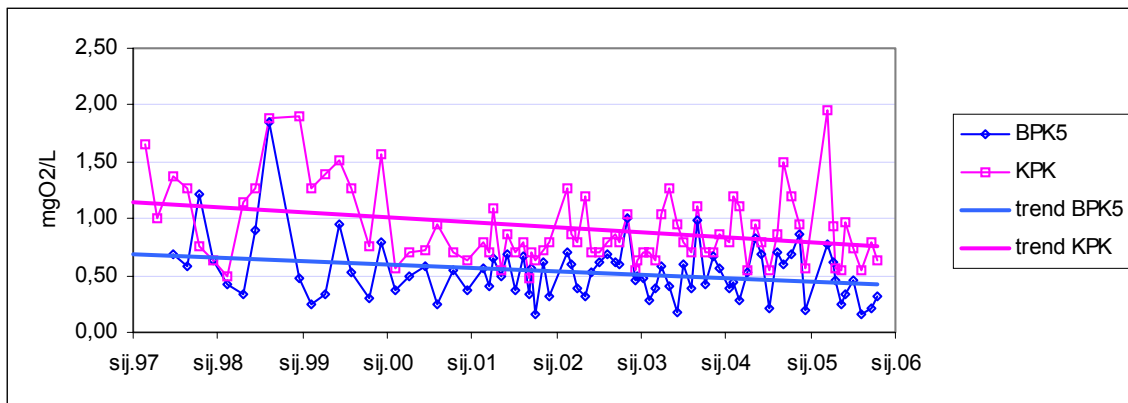


Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)

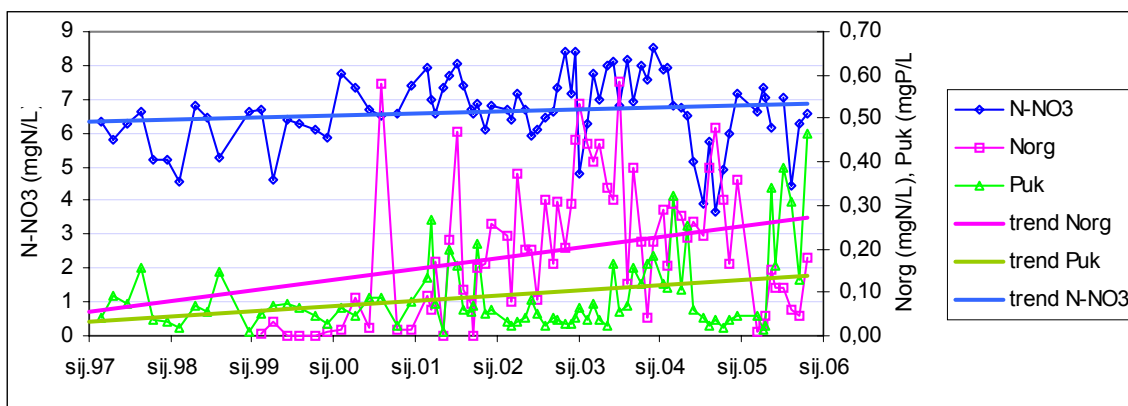


Bunar VALDRAGON 5

Trend promjene BPK₅ i KPK



Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)



2.3. AKUMULACIJA BUTONIGA

Kvaliteta vode akumulacije se prati na tri vertikalna profila: u površinskom sloju, na mjestu usisa i na dubini 1m od dna.

Akumulacija je termički stratifikacijana i ova pojava značajno određuje kakvoću vode, pa je ovisno o vertikalnoj poziciji mjesta uzorkovanja ocjena kakvoće vrlo različita. Temperatura vode u epilimniju u toku ljeta dostiže vrijednosti do 28°C. Niže temperature su u hipolimniju (do oko 20°C, srednja vrijednost oko 15°C) i u pridnenom sloju akumulacije sa srednjom vrijednosti od 10°C. U toku 2005.god. temperature vode su bilo nešto niže od navedenih prosječnih vrijednosti.

2.3.1. Fizikalno-kemijski pokazatelji

Klasifikacija vode prema fizikalno kemijskim pokazateljima prikazana je u tablici br.22. Voda akumulacije spada u mekše vode na području županije. Mineralizacija raste sa dubinom akumulacije, dok je pH vrijednost niža od pH u površinskom sloju.

Tablica br.44. Klasifikacija voda prema fizikalno kemijskim pokazateljima

Pokazatelji grupe A	0,5 m ispod površine	Mjesto usisa	Pridneni sloj
pH	I	I	I
ELV	I	I	I
OCJENA	I	I	I

2.3.2. Režim kisika

Termička stratifikacija utječe i na režim kisika u akumulaciji, pa je u tom periodu značajna razlika u raspodijeli sadržaja otopljenog kisika po vertikalnom profilu. Površinski sloj je dobro zasićen kisikom, dok se prema dnu koncentracija kisika smanjuje i kulminira tokom ljeta u periodima potpune anoksije u pridnenom sloju. Usporedo s nedostatkom kisika pojavljuju se mjerljive koncentracije sumorovodika.

Do 2004.godine je mjesto usisa bilo fiksno, a kasnije je omogućeno pomicanje mjesta usisa. U toku 2005. godine, naročito u ljetnom periodu najvećeg korištenja akumulacije za vodoopskrbu, mjesto usisa je bilo pomaknuto prema dnu, što se odrazilo na kakvoću vode. Nije došlo do promjene kakvoće vode na fiksnom mjernom mjestu, nego je mjerno mjesto zbog korištenja vode pomicano prema sloju vode akumulacije, prema dnu, koje ima lošiju kakvoću. To se značajno odrazilo na vrijednosti pokazatelja režima kisika (tab.br.45.).

Tablica br.45. Klasifikacija vode prema pokazateljima režima kisika

Pokazatelji grupe B	0,5 m ispod površine	Mjesto usisa	Pridneni sloj
Otopljeni kisik	I	IV	V
Zasićenje kisika	I	III	V
BPK ₅	I	II	I
KPK - Mn	I	I	I
OCJENA	I	IV	V

2.3.3. Hranjive soli

Termička stratifikacija akumulacija definira i specifične uvjete u kojima dolazi do različitih kemijskih reakcija.

Tablica br.46. Klasifikacija vode prema pokazateljima hranjivih tvari

Pokazatelji grupe C	0,5 m ispod površine	Mjesto usisa	Pridneni sloj
Amonij	II	III	III
Nitriti	I	II	I
Nitrati	II	II	II
Ukupni dušik	I	II	II
Ukupni fosfor	IV	IV	V
OCJENA	IV	IV	V

U pridnenom sloju vladaju redukcijски uvjeti (niske koncentracije kisika), zbog kojih dolazi do resorpcije tvari iz sedimenta: fosfora, otapanja metala (željezo i mangan), te stvaranja amonijaka, a u anoksičnim uvjetima i anaerobnim procesima u mulju i stvaranja sumporovodika. Povećanje sadržaja hranjivih tvari nepovoljno je zbog eutrofikacije (tablica br.46.). Naročito su nepovoljne povišene koncentracije fosfora, koje pokazuju trend porasta (v.tablice obrade).

2.3.4. Mikrobiološki pokazatelji

U cijelom stupcu vode akumulacije prisutne su bakterije fekalnog porijekla. Njihov sadržaj se povećava prema dnu (tablica br.47.).

Tablica br.47. Klasifikacija vode prema mikrobiološkim pokazateljima

Pokazatelji grupe D	0,5 m ispod površine	Mjesto usisa	Pridneni sloj
TC	I	I	II
FC	I	I	II
N/37°C	I	I	I
OCJENA	I	I	II

2.3.5. Metali

Termička stratifikacija utječe i na sadržaj metala.

Najznačajnija je promjena na sadržaju željeza i mangana, kojima prema dnu akumulacije višestruko rastu koncentracije.

Klasifikacija prema sadržaju metala prikazana je u tablici br.48.

Važno je uočiti i uzeti u obzir i različit broj uzoraka metala po profilu akumulacije, ovisno o programima ispitivanja.

Tablica br.48. Klasifikacija vode prema sadržaju metala

Pokazatelji grupe F	0,5 m ispod površine	Mjesto usisa	Pridneni sloj
Bakar	I	III	II
Cink	I	I	I
Kadmij	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1
Krom	Svi < 1,0	Svi < 1,0	Svi < 1,0
Nikal	I	I	I
Olovo	Svi < 1,0	II	Svi < 1,0
Živa	Svi < 0,1	Svi < 0,1	Svi < 0,1

2.3.6. Organski spojevi

Ispitivani organski spojevi prisutni su u vrlo niskim koncentracijama osobitim za vodu I vrste (tablica br.49.).

Tablica br.49. Klasifikacija vode prema sadržaju organskih spojeva

Pokazatelji grupe G	0,5 m ispod površine	Mjesto usisa	Pridneni sloj
Mineralna ulja	I	I	-
Fenoli ukupno	Svi < 1,0	Svi < 1,0	-
PCB	I	I	-
Lindan	I	I	-
DDT	I	I	-

2.3.7. Kritični pokazatelji za vodoopskrbu

Pokazatelji koji ukazuju na kvalitetu vode koje ne odgovara standardu vode za piće i koji zahtijevaju pročišćavanje vode su slijedeći:

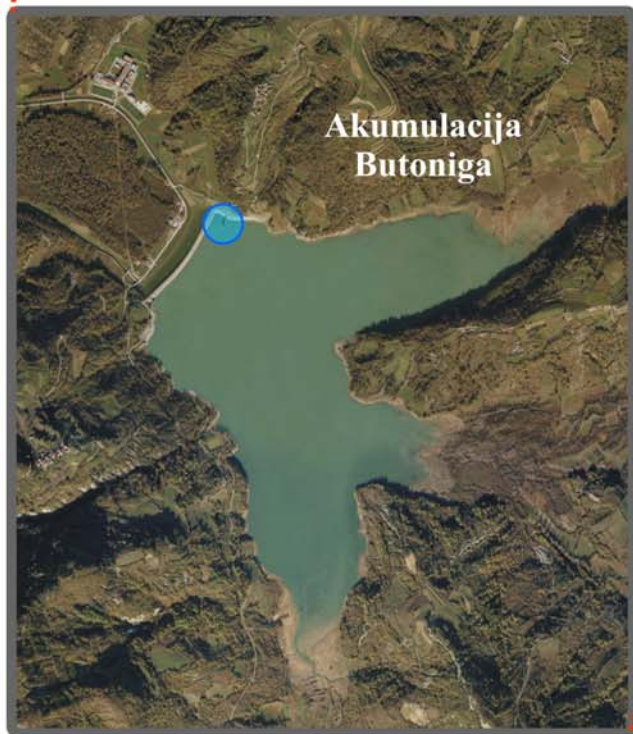
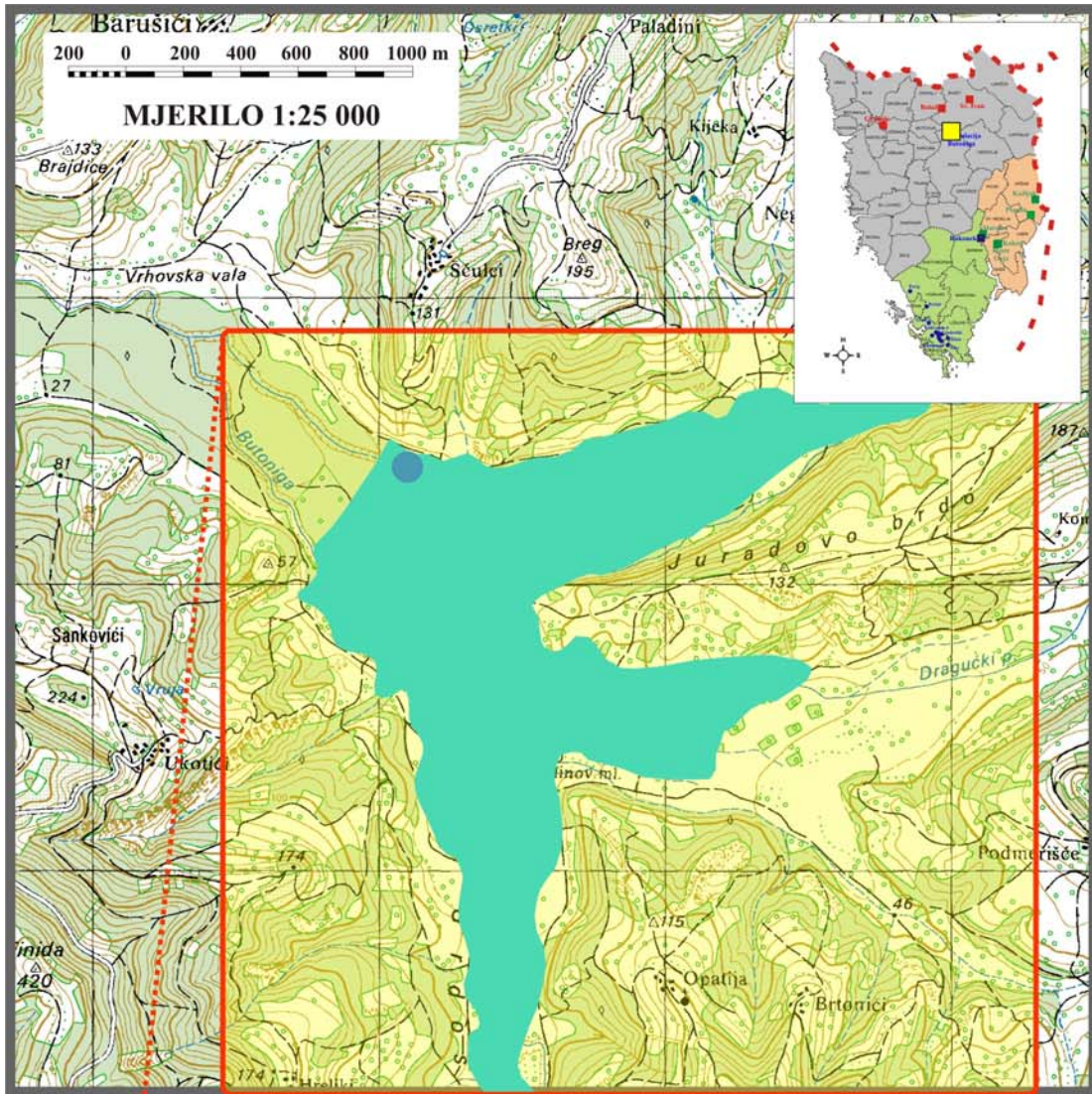
- Mutnoća odnosno suspendirane tvari
- organsko opterećenje (izraženo preko KPK-Mn ili TOC-a)
- N-amonijak, fosfati (orto- i ukupni P)
- željezo i mangan
- mineralna ulja (moguće je se zbog mjesta usisa prema dnu zahvate i male količine jezerskog sedimenta)
- bakteriološki pokazatelji

Sadašnji stupanj pročišćavanja vode akumulacije Butoniga u potpunosti osigurava kvalitetu vode za piće.

2.3.8. Statistička obrada podataka voda akumulacije, lokacija mjernih mjesta i trendovi promjena

Rezultati statističke obrade podataka akumulacije prikazani su u tablicama br.50.-52.

Uz tablicu obrade podataka prikazana je detaljna lokacija akumulacije i trend promjena karakterističnih pokazatelja od 1997.-2005.zaključno.



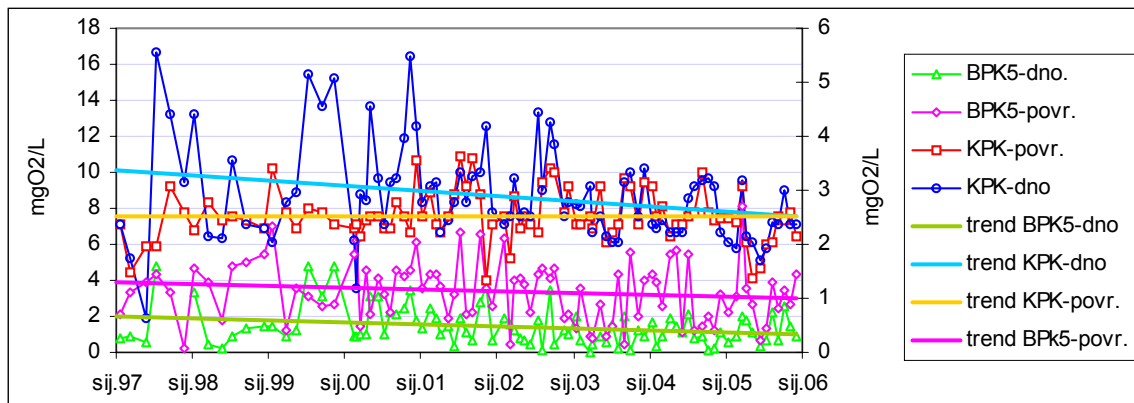
BUTONIGA dno

kritični pokazatelji

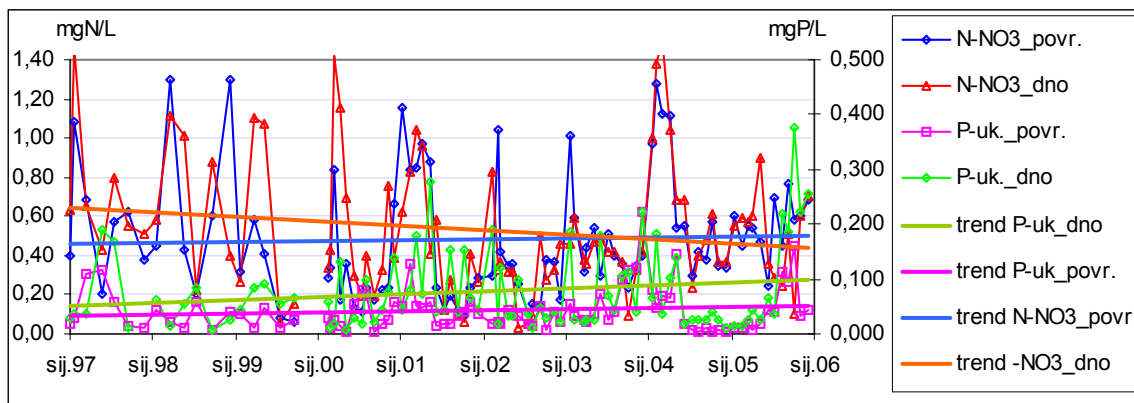
vrsta pokazatelja	mj.jedinica	N	min	max	sred.vr.	st.dev.	percentil			VRSTA VODE	VODA ZA PIĆE - odgovara		
							10%	50%	90%		MDK	da	ne
temperatura zraka	oC	12	1,9	24,6	13,6	8,5	4,2	14,8	23,8				
temperatura vode	oC	12	3,0	16,6	10,1	4,0	5,6	10,3	13,6		25		
mutnoća	mg/l	12	6,0	175,0	52,5	52,8	8,4	31,0	121,0		10		
pH		12	7,04	8,13	7,79	0,38	7,28	7,96	8,13	I	6,5-9,5		
kisik - otopljeni	mgO ₂ /l	12	0,05	14,07	7,79	4,97	0,25	8,61	13,80	V			
zasićenje kisika	%	12	0,00	114,00	65,51	40,03	2,09	75,50	109,50	V			
BPK5	mgO ₂ /l	12	0,36	2,60	1,28	0,73	0,58	1,04	2,22	II			
KPK - permanganat	mgO ₂ /l	12	1,70	3,19	2,29	0,44	1,93	2,25	2,94	I	3		
suspendirane tvari	mg/l	12	1,6	31,4	11,2	9,1	2,7	11,0	18,3		10		
isparni ostatak	mg/l	12	172,0	269,0	237,8	24,7	221,0	241,5	261,0		1000		
elektrovodljivost	mg/l	12	296,0	432,0	384,7	36,6	354,4	392,0	417,6	I	2500		
alkalitet - ukupni	µS/cm	12	120,0	198,0	172,3	19,9	159,1	176,0	191,7		min. 24,6		
alkalitet - hidroksidni	mg/l CaCO ₃	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
alkalitet - karbonatni	mg/l CaCO ₃	12	0,0	30,0	6,7	12,3	0,0	0,0	29,0				
alkalitet - hidrokarb.	mg/l CaCO ₃	12	120,0	198,0	165,6	21,5	142,2	174,0	180,0				
tvrdća - ukupna	mg/l CaCO ₃	12	135,0	218,0	197,3	22,3	182,4	203,0	215,5		min. 60		
CaT	mg/l CaCO ₃	12	97,0	183,0	161,3	22,8	146,7	167,0	179,5				
MgT	mg/l CaCO ₃	12	32,0	44,0	35,9	3,3	33,0	36,0	38,0				
tvrdća - karbonatna	mg/l CaCO ₃	12	120,0	198,0	171,7	19,8	159,1	174,5	191,7				
tvrdća - nekarbonatna	mg/l CaCO ₃	12	15,0	39,0	25,0	6,1	18,3	25,0	29,7				
kalcij	mg/l CaCO ₃	12	38,80	73,20	64,54	9,11	58,78	66,80	71,91				
magnezij	mg/l	12	7,79	10,60	8,61	0,77	7,82	8,60	9,11				
natrij	mg/l	12	6,40	8,74	7,47	0,78	6,64	7,33	8,65		150		
kalij	mg/l	12	1,17	2,66	1,95	0,41	1,69	1,90	2,57		12		
N-amonijak	mg/l	12	0,023	0,901	0,245	0,274	0,046	0,116	0,546	III	0,389		
N-nitrit	mgN/l	12	0,005	0,010	0,006	0,001	0,005	0,005	0,007	I	0,03		
N-nitrat	mgN/l	12	0,10	0,90	0,50	0,22	0,25	0,56	0,70	II	11,3		
N-organski	mgN/l	12	0,026	0,511	0,159	0,139	0,033	0,118	0,298				
N-Kjeldahl	mgN/l	12	0,069	1,412	0,404	0,385	0,141	0,248	0,823		1		
N-ukupni	mgN/l	12	0,434	1,667	0,955	0,382	0,464	0,889	1,515	II			
kloridi	mgN/l	12	6,70	12,00	8,34	1,47	7,08	7,76	9,90		250		
sulfati	mg/l	12	18,90	36,00	29,93	5,74	21,09	32,90	34,94		250		
sulfidi	mg/l	12	0,05	0,38	0,10	0,11	0,05	0,05	0,27				
P-fosfati-orto	mgP/l	12	0,005	0,141	0,031	0,040	0,005	0,013	0,072		0,3		
P-fosfati-ukupni	mgP/l	12	0,014	0,376	0,124	0,122	0,017	0,055	0,253	V			
TOC	mg/l	9	1,38	4,34	2,56	0,95	1,42	2,39	3,60				
kadmij	µg/l	2	0,10	0,10	0,10	0,00	0,10	0,10	0,10	svi < 0,1	5		
bakar	µg/l	2	1,00	8,30	4,65	5,16	1,73	4,65	7,57	II	2000		
cink	µg/l	2	5,00	5,00	5,00	0,00	5,00	5,00	5,00	I	3000		
željezo	µg/l	12	33,20	3003,90	524,19	916,40	35,74	157,95	1633,91		200		
mangan	µg/l	12	7,20	1703,00	409,67	619,00	9,45	51,30	1259,08		50		
krom - ukupni	µg/l	2	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	svi < 1,0	50		
olovo	µg/l	2	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	svi < 1,0	100*		
živa	µg/l	2	0,10	0,10	0,10	0,00	0,10	0,10	0,10	svi < 0,1	1,0		
nikal	µg/l	2	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	I	20		
ukupne koliformi	br/100 ml	12	0	160	29,00	50,39	0,10	12,50	97,40	II	0		
fekalne koliformi	br/100 ml	12	0	120	21,50	40,93	0,00	5,00	87,40	II	0		
fekalni streptokoki	br/100 ml	12	0	260	40,67	76,51	0,00	13,00	111,00		0		
broj bakterija 37C	br/1 ml	12	2	140	41,50	45,75	4,40	21,00	112,00	I	20		
Ps.aeruginosa	0/1	12	0	1	0,25	0,45	0,00	0,00	1,00		0		
sift.reduc.klostridije	br/20 ml	12	0	4	0,83	1,34	0,00	0,00	2,00		0		

Akumulacija **BUTONIGA**
na profilima
0,5m ispod površine i 1m od dna

Trend promjene BPK₅ i KPK



Trend promjene nitrata (N-NO₃), organskog dušika i ukupnog fosfora (Puk.)



2.4. Opasne tvari u vodama prema *Uredbi o opasnim tvarima u vodama*

Uredba o opasnim tvarima u vodama (NN 78/98) nadopuna je Uredbe o klasifikaciji sa popisom tvari koje se smatraju opasnim za vodni okoliš na temelju toksičnosti, razgradljivosti i bioakumulacije.

Za razliku od Uredbe o klasifikaciji voda, pojedine vrste nisu odijeljene, nego se koncentracije izražavaju kao zajedničke vrijednosti za I-II i III-V vrsta.

Razmatrani pokazatelji su oni pokazatelji koji su analizirani prema programima ispitivanja, a nisu elementi Uredbe o klasifikaciji. To su cijanidi, PAH ukupno, kloroform, trikloretilen, trikloretan, tetrakloretilen, bromoform, endosulfan, endrin, drini ukupno, heptaklor, mangan, željezo, sulfidi i anionski tenzidi.

Tab.br.28. Pokazatelji koji spadaju u III-V vrstu voda prema Uredbi o opasnim tvarima u vodama

Pokazatelj	Vrsta	Mjerna mjesta sa povišenim koncentracijama (III-V vrsta)
Cijanidi	I-II	
PAH ukupno	I-II	
Kloroform	III-V	Tivoli
Trikloretilen	III-V	Tivoli
1,1,1 trikloretan	I-II	
Tetrakloretilen	III-V	Tivoli
Bromoform	I-II	
Endosulfan	I-II	
Drini ukupno	I-II	
Heptaklor	I-II	
Mangan	III-V	Butoniga, Lokvere
Željezo	III-V	Butoniga, Gradole, Bulaž, Lokvere
Sulfidi	III-V	Butoniga
Anionski detergents	I-II	

ZAKLJUČAK

Prema Državnom planu za zaštitu voda (NN 8/99) sve podzemne vode, koje se koriste ili planiraju koristiti za vodoopskrbu, svrstane su u I kategoriju, a akumulacije, među kojima i akumulacija Butoniga, u II kategoriju voda u prirodi.

Kategorizacija predstavlja planiranu vrstu voda, dok se prema kriterijima iz Uredbe o klasifikaciji voda (NN 77/98) ocjenjuje i određuje stvarna kakvoća voda. Klasifikacija se provodi godišnje, a grupe pokazatelja služe za ocjenu opće ekološke funkcije vode (obavezni pokazatelji grupa A, B, C, D i E Uredbe) ili širu ocjenu s ciljem utvrđivanja uvjeta korištenja vode za određenu namjenu (grupa pokazatelja F, G i H Uredbe). U ovom programu ispitivanja predviđene su sve grupe pokazatelja, za koje ovlašteni laboratorij ima uvjete ispitivanja, a to su svi pokazatelji osim radioaktivnosti. Iako Uredba o klasifikaciji voda daje načelne mogućnosti korištenja voda, ocjena korištenja voda provodi se prema posebnim i specifičnim zakonskim propisima, u ovom slučaju Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 182/04).

Uzroci odstupanja vrste u odnosu na kategoriju mogu biti dvojaki: jedni proizlaze iz specifičnosti geoloških i hidroloških uvjeta te odgovora (reakcije) podzemnih voda na te promjena, koje su naročito izražene na kršu, a drugi su rezultat antropogenog utjecaja i onečišćenja.

Na osnovu ispitivanja u 2005. godini dobiveni su slijedeći rezultati:

1. Izvori

- skupina fizikalno kemijskih pokazatelja (A) predstavlja prirodne geokemijske osobine vode i odstupanja od I vrste rezultat su specifičnog ionskog (kemijskog) sastava vode određenog izvora ili bunara. Značajnih promjena u kemizmu voda nema.

- Prema skupini pokazatelja režima kisika, određena vrsta odgovara propisanoj kategoriji voda. Analiza perioda od 1997. do 2005.zaključno, pokazuje trend smanjivanja oksidabilnih tvari izraženih preko BPK₅ i KPK-Mn.
- Grupa pokazatelja hranjivih tvari pokazuje najveće odstupanje od propisane kategorije. Uzrok je povećan sadržaj spojeva dušika i fosfora, prvenstveno zbog sadržaja nitrata. U II vrstu svrstani su izvori Bulaž, Sv.Ivan, Mutvica i Kožljak, a u III vrstu izvori Gradole, Rakonek, Fonte Gaja i Kokoti. Analiza perioda od 1997. do 2005.zaključno, pokazala je na izvorima Kokoti i Gonte Gaja trend porasta sadržaja ukupnog fosfora, a na ostalim izvorima trend porasta nitrata (time i ukupnog dušika) i ukupnog fosfora. Ove koncentracije nitrata i fosfora ne predstavljaju zdravstveni rizik za vodoopskrbu, ali su sa stanovišta zaštite voda pokazatelji nepoželjnog trenda porasta tvari koje pogoršavaju kakvoću prirodnih voda. Također su pokazatelji antropogenog utjecaja, prvenstveno putem onečišćenja otpadnim vodama naselja.
- Ocjena skupine mikrobioloških pokazatelja jako ovisi o broju uzoraka i hidrološkim uvjetima u toku ispitne godine i najmanja odstupanja od propisane kategorije pokazuju izvori koji na hidrološke promjene ne reaguju burno naglim povećanjima protoka i mutnoće. To su izvori Kožljak, Plomin i Mutvica. Na svim ostalim izvorima stalno je prisutno bakteriološko onečišćenje fekalnog porijekla, koje varira od II - III vrste. Niti jedan izvor se u vodoopskrbnom sustavu ne smije koristiti bez odgovarajuće dezinfekcije, a na izvorima Kožljak i Plomin dezinfekcija se obavlja preventivno, jer u toku godine ima perioda kad je i sirova voda bakteriološki zdravstveno ispravna.
- Sadržaj metala povremeno pokazuje odstupanja od propisane kategorije iz I u II vrstu voda, a pojave su prvenstveno vezane za povećan sadržaj suspendiranih tvari u kišnim periodima. U mjerljivim koncentracijama, koje svrstavaju vode u II vrstu pojavljuje se bakar (izvor Bulaž), sadržaj ukupnog kroma (izvori Gradole, Sv.Ivan, Rakonek, Mutvica i Kokoti) i sadržaj olova (izvor Sv.Ivan). Povećan sadržaj željeza izmjereno je na izvorima Gradole i Bulaž. Ostali metali nisu dokazani u koncentracijama iznad granica detekcija korištenih analitičkih metoda. Sve izmjerene vrijednosti, osim povremenih povišenih koncentracija željeza udovoljavaju zahtjevima za vodu za piće. Valja napomenuti da se sirova voda na

izvorima Gradole i Bulaž, koji se povremeno koristi kao nadopuna količine sirove vode na Gradolama, ne upušta u vodoopskrbu bez prethodne prerade.

- Prema skupini pokazatelja organskih tvari, određena vrsta odgovara propisanoj kategoriji voda. Mineralna ulja su jedini pokazatelj koji ima strože kriterije prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, pa je moguć slučaj da voda I vrste bude neodgovarajuća za vodoopskrbu.

Obzirom na **zahtjeve Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće**, vode izvora **ne smiju se koristiti u vodoopskrbi bez odgovarajuće prerade**, a pokazatelji koji ukazuju na potrebu prerade su:

- mutnoća (odnosno sadržaj suspendiranih čestica)
- pokazatelji bakteriološkog onečišćenja,
- sadržaj željeza,
- i mineralna ulja.

Uklanjanjem suspendiranih tvari putem taloženja i filtriranja značajno se uklanjaju sadržaj željeza (i mangana) te ugljikovodika mineralnog porijekla i smanjuju do vrijednosti koje odgovaraju standardu vode za piće, a postupkom dezinfekcije osigurava bakteriološki zdravstveno ispravna voda.

Kakvoća prerađenih voda prati se putem monitoringa vode u vodoopskrbnom sustavu.

2. Bunari

- skupina fizikalno kemijskih pokazatelja (A) predstavlja prirodne geokemijske osobine vode, pa su određene III vrste voda rezultat ionskog sastava voda (u odnosu na izvore viši sadržaj klorida, sulfata, natrija, kalcija i magnezija).
- Prema skupini pokazatelja režima kisika, određena vrsta odgovara propisanoj kategoriji voda.

- Najveća odstupanja od propisane kategorije imaju pokazatelji hranjivih tvari odnosno spojevi dušika i fosfora. Iako je kakvoća voda pogoršana i prema sadržaju ukupnog fosfora (II-III vrsta), najveći problem predstavlja visoka koncentracija nitrata, pa su prema sadržaju ukupnog dušika bunari (osim Peroja – II vrsta) svrstani u III-IV-V vrste voda. Obzirom da su na pojedinim bunarima koncentracije nitrata iznad 50 mg/l (izraženo kao NO₃), takve se vode **ne koriste** za vodoopskrbu. Analiza perioda od 1997. do 2005. zaključno, pokazuje trendove porasta hranjivih tvari.
- Prema skupini bakterioloških pokazatelja, određena vrsta odgovara propisanoj kategoriji voda. Iako je bakteriološko onečišćenje vrlo nisko i ne pokazuje značajnu ovisnost o hidrološkim prilikama, predstavlja rizik po zdravlje, koji zahtijeva dezinfekciju vode bunara u vodoopskrbi.
- metali koji se pojavljuju u povišenim koncentracijama i pokazuju odstupanje od propisane kategorije su bakar, cink, olovo i ukupni krom. Za razliku od izvora, ovi metali u bunarskim vodama nisu vezani na suspendiranu tvar, nego se nalaze otopljeni u vodi. Prema sadržaju bakra u II vrstu spadaju bunar Šišan, Valdragoni 4 i 5, Tivoli, Campanož i Karpi. U III vrstu spada voda bunara Jadreški, a u IV vrstu vode bunara Rizzi i Škatari. Najviše koncentracije cinka izmjerene su na bunarima Valdragon 3 (II vrsta), Campanož (IV vrsta) i Lokvere (V vrsta). Prema sadržaju ukupnog kroma u II vrstu su svrstane vode bunara Jadreški, Šišan, Ševe, Valdragon 3, Rizzi i Tivoli. Voda bunara Rizzi spada u II vrstu po sadržaju olova. Sve izmjerene koncentracije teških metala su ispod MDK u vodi za piće. Na Bunaru Lokvere izmjerene su povišene koncentracije željeza i mangana (III-V vrsta voda).
- Prema pokazateljima organskih tvari, odstupanja od propisane kategorije imaju bunari Jadreški i Šišan prema sadržaju DDT pesticida (II vrsta). Na bunaru Tivoli povremeno se pojavljuju mjerljive koncentracije lakohlapivih halogeniranih ugljikovodika (kloroform, trikloretilen i tetrakloretilen), prema kojima je voda bunara III-V vrste. Koncentracije svih navedenih spojeva udovoljavaju standardu vode za piće.

Obzirom na **zahtjeve Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće**, pokazatelji koji zahtjevaju obradu vode prije upuštanja u vodoopskrbni sustav su:

- mutnoća (pojavljuje se u statističkoj obradi kao odstupanje, ali do povećanja vrijednosti dolazi uglavnom kod pokretanja crpki. Mutnoća nije povećana kod bunara koji su u funkciji u sustavu vodoopskrbe),
- nitrati,
- bakteriološki pokazatelji
- i mineralna ulja.

Sadašnji stupanj obrade vode ne omogućava postizanje standarda vode za piće na bunarima koji imaju sadržaj nitrata iznad 50 mgNO₃/l.

Obzirom da se koristi samo postupak dezinfekcije, bunari koji ne udovoljavaju standardima vode za piće, jer premašuju MDK Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, **isključeni** su iz vodoopskrbnog sustava.

3. Akumulacije Butoniga

- Različiti profili akumulacije imaju različitu kvalitetu vode.
- Prema pokazateljima režima kisika, voda akumulacije pokazuje odstupanje od propisane kategorije, pa je voda V vrste zbog niskog sadržaja otopljenog kisika; po vertikalni akumulacije dolazi do smanjenja sadržaja otopljenog kisika, a pri dnu povremeno i potpune anoksije.
- Od pokazatelja hranjivih tvari, naglasak je na sadržaju ukupnog fosfora. Na svim profilima akumulacije pojavljuje se trend porasta ukupnog fosfora (IV-V vrsta). Zbog redukcijskih uvjeta u pridnenom sloju akumulacije, uz fosfor povišene su i koncentracije N-amonijaka (III vrsta).
- Bakteriološko onečišćenje je stalno prisutno. Određena vrsta odgovara propisanoj kategoriji, ali je za vodoopskrbu potrebna dezinfekcija.

- Prema sadržaju metala, povremeno odstupanje je na sadržaju bakra (III vrsta). Najveći problem predstavljaju povišene koncentracije željeza i mangana (III-V vrsta), koje rastu prema dnu akumulacije, a na svim profilima pokazuju porast vrijednosti u ljetnim mjesecima.
- Prema pokazateljima organskih tvari, voda udovoljava kriterijima propisane kategorije.

Obzirom na **zahtjeve Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće**, pokazatelji koji zahtjevaju obradu vode prije upuštanja u vodoopskrbni sustav su:

- mutnoća,
- organsko opterećenje (izraženo kao KPK-Mn ili TOC),
- hranjive tvari (amonijačni dušik i ukupni fosfor),
- željezo
- mangan,
- bakteriološki pokazatelji,
- mineralna ulja

Sadašnji stupanj obrade vode akumulacije udovoljava standardu vode za piće.